

Host:



PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

Hasil Penelitian dan Pengabdian Masyarakat 2024

Penerbit : UNJANI
PRESSCimahi, Januari
2025

UNJANI
PRESS



Dewan Editor

Ketua : Dr. Dadan Kurnia,, S.I. P ., M.Si

Anggota:

1. Drs. Iing Nurdin, M.Si, Phd
2. Cucu Wahyudin, STP, MT, IPM, Asean Eng., CIIQA

ISSN 2988-4616



9

772988

461005

PROSIDING SEMINAR NASIONAL HASIL PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT 2024

Dewan Redaksi :

Dr. Dadan Kurnia, S.I.P, M.Si.

Drs. Iing Nurdin, M.Si., Ph.D.

Cucu Wahyudin, STP, MT., IPM, Asean Eng, CIIQA.

Reviewer :

Dr. Dadan Kurnia, S.I.P, M.Si.

Drs. Iing Nurdin, M.Si., Ph.D.

Dr. Arie Hardian, S.Si., M.Si.

Dr. Putu Teta P Aryanti, S.T., MT.

Keynote Speaker :

Prof. Ir. I Gede Wenten, M.Sc., Ph.D.

ORGANISASI PANITIA

Advisory Committee :

Prof. Hikmahanto Juwana, S.H., LL.M., Ph.D.

Dr. Agus Subagyo, S.I.P., M.Si.

Dr. Asep Kurniawan, S.E., MT., M.IP., ASCA., CHRA.

Dewi Ratih Handayani, dr., M.Kes.

Umar Sanusi., S.Sos., M.Si.

Sigit Anggoro., S.T., MT.

Usman Sastradipraja, S.E., MM., Ak., CA., C.P.T.T

Organizing Comitee :

Ketua : Dr. Dadan Kurnia, S.I.P, M.Si.

Wakil Ketua 1 : Cucu Wahyudin, STP, MT., IPM, Asean Eng, CIIQA

Wakil Ketua 2 : Drs. Iing Nurdin, M.Si., Ph.D

Sekretariat :

Amanda Aprilia Dwi Sanny, S.T.,M.Kom

Deni A Sopiadin, S.E.,M.M.

Eka Dini Putri, S.T

Muhammad Ridwan Jamalludin

Penerbit :

UNJANI PRESS

Lantai 3, Gedung Rektorat Unjani Cimahi Jl. Terusan Jenderal Sudirman, Cimahi

E-mail : lppm@unjani.ac.id Website : <https://lppm.unjani.ac.id/>

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur kami panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat rahmat dan karunia Nya, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat dapat menyelenggarakan seminar hasil penelitian periode tahun 2024 dan mendokumentasikannya dalam sebuah prosiding. Hasil penelitian yang diseminasikan dalam seminar nasional adalah wujud dari pertanggungjawaban akademik para dosen di lingkungan Universitas Jenderal Achmad Yani dalam melaksanakan penelitian dan pengabdian masyarakat, serta diikuti pula oleh para dosen dari berbagai perguruan tinggi di lingkungan LLDIKTI IV Jabar dan Banten. Topik penelitian yang dipaparkan pada seminar nasional meliputi bidang Engineering, Management, Sosial Humaniora, serta Kedokteran dan Kesehatan.

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat mengucapkan terima kasih yang mendalam kepada Rektor Universitas Jenderal Achmad Yani, para dosen beserta seluruh civitas akademika atas dukungan dan bantuannya sampai terlaksananya kegiatan seminar hasil penelitian Tahun 2022. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada teman sejawat dan kolega dari berbagai universitas di lingkungan LLDIKTI IV Jawa barat dan Banten.

Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat (LPPM) Unjani berharap melalui kegiatan seminar hasil penelitian ini akan memperkuat jalinan kerjasama dan jejaring antar peneliti maupun institusi.

Cimahi, Januari 2025

Salam

Kepala Pusat LPPM Unjani

PROSIDING

SEMINAR NASIONAL

Basic Science

- CHARACTERIZATION OF SETTING TIME COMBINATION BSF (Black Soldier Flies) CHITOSAN AND APATIT SEMEN AS A BONE REPLACEMENT MATERIAL**

Zwista Yulia Dewi, Ira Artilia, Badi Soerachman, dan Eneng Faridah

1-7
- Yuk Kenali Lebih Jauh Gatal Agogo: Penyebab Suram di Kala Malam**

Rina Munirah Bulqini, Lina Damayanti, Apen Afgani Ridwan, Devy E. Silitonga, Hindun Saadah, Linlin Haeni, dan Siska Telly Pratiwi

8-14
- Pemeriksaan Kesehatan Kulit Serta Pengobatan Gratis pada Masyarakat sekitar SMP dan SMA Nurul Fikri Boarding School, Anyer, Kabupaten Serang**

Lina Damayanti, Rina Munirah Bulqini, dan Devi Ermawaty Silitonga

15-18
- STUDI IN SILIKO SENYAWA TURUNAN ALKIL KUERSETIN SEBAGAI INHIBITOR XANTIN OKSIDASE**

Rina Anugrah, Athina Mardatillah, Rismaya Desti Parwati, Arizal Nurhakim, dan Salma Damayanti

19-34
- EDUKASI HUBUNGAN NEUROANATOMI, KESEHATAN MENTAL DAN PRILAKU SEKSUAL PADA REMAJA DI KOTA SERANG BANTEN**

Indarti Trimurtini, Fransiska Ambarukmi P, Wendra, Hindun Saadah, Agung Hermawanto, dan Hendri Priyadi

35-41
- INTERAKSI BAHAN AKTIF SAUSSUREA COSTUS DENGAN PROTEIN TERKAIT NAFLD SECARA INSILICO**

Fransiska Ambarukmi P, Odih Fahruzi dan Kiki Puspitasari

42-50

- POTENSI INTERAKSI SENYAWA COSTUNOLIDE DAN DEHYDROCOSTUSLACTONE TERHADAP PROTEIN TERKAIT NAFLD SECARA IN SILICO**

Hendri Priyadi, Agung Hermawanto, Ilham Bondan Pamudiawan dan Tatang Bistri

51-59
- EFEK SENYAWA AKTIF *Saussurea costus* TERHADAP TNF-ALPHA DAN KADAR IL-6 SECARA INSILICO**

Indarti Trimurtini, Fransiska Ambarukmi P, Ris Kristiana

60-68
- KARAKTERISTIK PASIEN PERFORASI MEMBRAN TIMPANI YANG MENJALANI OPERASI TIMPANOPLASTI RUMAH SAKIT DUSTIRA CIMAH I TAHUN 2022-2024**

Yanti Nurrokhmawati

69-76
- Skrining Talasemia Pada Mahasiswa Teknologi Laboratorium Medis (D3) Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi**

Arina Novilla, Tiara Nur Clarisa, Ayi Furqon, dan Sitti Romlah

77-85
- BLOOD GLUCOSE AND TRIGLYCERIDE LEVELS CORRELATE STRONGLY WITH VCAM-1 IN PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME**

Iis Inayati Rakhmat, Nurjannah Achmad, dan Salma Andintama

86-98
- EFEKTIVITAS PEMBERIAN MORINGA OLEIFERA LEAVES POWDER TERHADAP KADAR GULA DARAH POST PRANDIAL PASIEN DM TIPE 2 DI PUSKESMAS PADASUKA KOTA CIMAH I**

Susilowati, Budiman, Dzul Akmal, Dini Marlina, Ayu Lalili, dan Nenden Salma

99-112
- AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAN NANOPARTIKEL DARI BUNGA ROSELLA (*HIBISCUS SABDRIFFA L*)**

113-122

Jasmansyah, dan Budi Saputra

- **POTENSI TANAMAN SANCHI INCHI
(*PLUKENETIA VOLUBILIS LINNEO*) SEBAGAI AGEN
ANTIOKSIDAN** 123-133
Hernandi Sujono, Budi Saputra, Rasyid Azis Imroni, dan Rahma Sufianti
- **PENYERAPAN Cr(II) DAN Ni(II) DARI LIMBAH IINDUSTRI
ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN ADSORBEN
ARANG DARI SABUT DAN BATOK KELAPA** 134-141
Senadi Budiman, dan Trisna Yuliana
- **PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN TCM GENEXPERT
DAN PEWARNAAN BTA PADA PASIEN TERDUGA TB PARU** 142-152
Sitti Romlah, Intan Meisya Putri, Rika Yulianti dan Fini Ainun Qolbi W
- **HUBUNGAN STRES AKADEMIK DENGAN KUALITAS TIDUR
PADA REMAJA MAHASISWA TINGKAT 2 PROGRAM STUDI
KEPERAWATAN (D3) FAKULTAS ILMU DAN TEKNOLOGI
KESEHATAN UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI CIMAHI** 153-160
Ingrid Aniza, Susilawati, dan Hikmat Rudyana
- **POTENSI BUAH NAGA SEBAGAI PIGMEN ALAMU UNTUK
PEWARNA PLAK GIGI** 153-160
Naura Khanza M.Z, Euis Reni Yuslianti
- **Effect of Color Changing Rambutan Honey Toothpaste as
Antibacterial Agent for Tooth Brushing Duration and Bacteria
Control in Saliva** 161-167
Euis Reni Yuslianti

Management

- **Pengelolaan Keuangan, Tata Kelola Koperasi dan Peningkatan Minat Wirausaha Pada Koperasi Warga Rw 08 Desa Margaasih**
Ali Rahman Reza Zaputra, Neni Maryani, Rakhmat Siraz, Rendi Kusuma Natita, dan Vita Citra Mulyandini 168-178
- **Strategi Pengembangan Usaha Komoditas Pangan Dalam Meningkatkan Kemampuan Ekspor Di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan**
Agus Subagyo, Suwarti Sari, Iing Nurdin, Yuswari O. Djemat, Yusep Ginanjar, Angga N. Rachma, Renaldo Benarrivo, Nala Nourma Nastiti, Jusmalia Oktaviani, Taufan Herdansyah Akbar, Muhammad Fauzan Alamari, I Wayan Aditya Harikesa, Tholhah, Bimbi Rianda, Rira Nuradhawati, Anggun Dwi Panorama dan Risyah Aprimayanti 179-189
- **IMPLEMENTASI *GREEN BANKING* PADA PERBANKAN DI INDONESIA: ANALISIS KINERJA KEUANGAN**
Rosmini Ramli, Euis Sumiyati, dan Alwani 190-200
- **HAL AUDIT UTAMA (HAU) MEMEDIASI PENGARUH ROTASI AUDIT DAN KEAHLIAN KOMITE AUDIT TERHADAP KUALITAS AUDIT**
Neni Maryani, dan Purwanto 201-220
- **Optimizing Accounting Information Systems: 3 The Critical Roles of User Involvement and 4 Cloud Computing Integration in Bandung, Indonesia**
Vicky Dzaky Cahaya Putra, dan Ghea Revina Wigantini 221-233

Management & Humaniora

- **PELATIHAN PENYUSUNAN LAPORAN KEUANGAN MESJID**
Dwi Jayanti, R.Budi Hendaris, Dwi Indah Lestari,
Patria Prasetyo Adi, dan Adelia Nidyanti 234-245
- **ANALISIS FAKTOR PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM
KEAGGOTAAN BANK SAMICI SEBAGAI BENTUK
PARTISIPASI GRAK OMPIMPAH KOTA CIMAHI**
Lela Juariah, dan Rosa Rosmanah 246-257
- **SELF-CARE PRACTICES THROUGHOUT MISCARRIAGES:
EXPERIENCES OF THE WOMEN, THEIR HUSBANDS
AND MIDWIVES (DESCRIPTION OF MIDWIVES:
PRELIMINARY STUDY)**
Novie E. Mauliku, Ati Nurwita, dan Musri 258-267
- **Edukasi Lingkungan : Meningkatkan Kesadaran Masyarakat Dalam
Pengelolaan Sampah di Curug Layung**
Rosmini Ramli, Leni Evangelista, Faisal Fardani S., Aam Rachmat,
Novi Susyani 268-273
- **FEAR DAN AVOIDANCE:
POTRET KECEMASAN SOSIAL DI KALANGAN MAHASISWA**
Miryam Ariadne Sigarlaki, Dita Mediasari, dan Rina Sari 274-283
- ***Fostering Eco-Tourism for a Sustainable Future*
(Mendorong Ekowisata untuk Masa Depan yang Berkelanjutan
pada objek wisata Curug Layung Kab. Bandung Barat)**
Eka Yuliant, Yun Yun, Edi Nurtjahjadi, Intan Permata Dewi, dan Abdurohim 284-289

Engineering

- **PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK DAN KARET UNTUK MENSUBSTITUSI ASPAL ALAM DENGAN MENGGUNAKAN PELARUT OIL BEKAS**
Ate Romlim, Suhartono, Talita NabilaNuraini, dan Julfa Nurhaliza 291-301
- **PERANCANGAN MESIN CNC ROUTER SEBAGAI ALAT PENUNJANG DALAM PEMBUATAN POLA CETAKAN PADA PENGECORAN LOGAM SKALA LABORATORIUM**
Besse Titing Karmiati, Manty Aldilani Ikaningsih, dan Ir. War An Rosihan 302-313
- **DESAIN EKSPERIMEN TAGUCHI DALAM MEMINIMALISASI PRODUK *OFF MERGE* DI PT. ASIA PACIFIC FIBERS, TBK**
Hendy Suryana, Sifa Nurul Islam, Achmad Lukman Nulhakim 314-323
- **ANALISIS STABILITAS LERENG SUNGGAI MENGGUNAKAN METODE MOHR-COULOMB DAN HARDENING SOIL (STUDI KASUS: LERENG SUNGGAI SEKANAK, KOTA PALEMBANG)**
Xbal Meiprastyo, Ronni I. S. Rono Hadinagoro, Agus Sulaeman, Sumargo, dan Asep Supriatna 324-337

Basic Science

CHARACTERIZATION OF SETTING TIME COMBINATION BSF (Black Soldier Flies) CHITOSAN AND APATIT SEMEN AS A BONE REPLACEMENT MATERIAL

Zwista Yulia Dewi, Department of Dental Material, Faculty of Dentistry Jenderal Achmad Yani University

Ira Artilia, Department of Dental Material, Faculty of Dentistry Jenderal Achmad Yani University

Badi Soerachman, Department of Conservative Dentistry, Faculty of Dentistry Jenderal Achmad Yani University

Eneng Faridah, Student of Faculty of Dentistry Jenderal Achmad Yani University

ABSTRACT

Apatite cement is a bone and tooth replacement material that is biocompatible, osteoconductive, and resorbable. This material continues to be developed for a wide range of clinical needs, one of which is the addition of BSF chitosan powder. Chitosan has good biocompatibility, biodegradable, mucoadhesion, chitosan is not toxic, does not cause cancer, immunological reactions so it is often used for biomedical applications in dentistry as an antibacterial agent for wound healing and bone regeneration, and is also used to improve the properties of other dental materials. The purpose of this study was to determine the difference in setting time of a mixture of chitosan powder and apatite cement. This research is a type of pure laboratory research with a total of 27 samples divided into 3 groups, namely with 0% BSF chitosan powder, 5% BSF chitosan powder, and 10% BSF chitosan powder. Data were analyzed by Shapiro-wilk test and post hoc test. The results of this study show that there is a difference in setting time between apatite cement without the addition of chitosan powder and apatite cement with the addition of chitosan, namely the addition of chitosan powder accelerates the setting time.

Keywords: *apatite cement, BSF chitosan powder, setting time*

1. INTRODUCTION

There are several types of bone disorders in the oral cavity, one of which is periodontitis disease which can affect children, adults and the elderly. Periodontitis disease causes resorption of alveolar bone in the oral cavity so that the bones become more brittle and easily broken. Bone resorption is often found in periodontal disease, rheumatoid arthritis, osteoporosis and a tumor. Alveolar bone resorption occurs due to increased osteoclast activity and a decrease in

the number of osteoblasts, causing the destruction of inorganic minerals in the alveolar bone so that alveolar bone resorption occurs (Desyaningrum et al, 2017) One of the therapies for alveolar bone resorption is bone cement material, which is a bone substitute and tissue engineering regeneration material because the material has good biocompatibility and is biodegradable. One of the bone cements that is usually used for alveolar bone resorption therapy is apatite cement (Liu, 2023). Apatite cement is biocompatible, osteoconductive, and absorbable and has the same mineral content as human bone and teeth and as a bone and dental rehabilitation material. The use of apatite cement is very limited because apatite cement can only accept minimal loads due to the low mechanical strength of apatite cement (Student et al, 2021).

Bioactive materials for bone substitutes other than apatite cement, namely chitosan, which has many benefits and is proven safe for humans, one of which is sourced from BSF (Ika, 2018). Chitosan has good biocompatibility, biodegradable, mucoadhesion, chitosan is not toxic, does not cause cancer, immunological reactions so it is often used for biomedical applications Chitosan also has biocompatible properties for the body and is used as a substitute for bone and teeth (Rachmawati, 2018).

Setting time is a test to determine how long it takes cement to start reacting with water. Some setting time factors are powder and liquid, accelerator or retarder, addition of admixture, particle size, temperature and stirring time. Setting time is divided into two, namely initial setting time and final setting time (Cahyanto et al 2018). Based on the discussion, the researcher intends to determine the characterization of the setting time of the combination of apatite cement and BSF chitosan powder as a bone substitute in materials in dentistry with different variables, namely apatite cement and BSF chitosan powder so that this material becomes a material material as a bone substitute in dentistry.

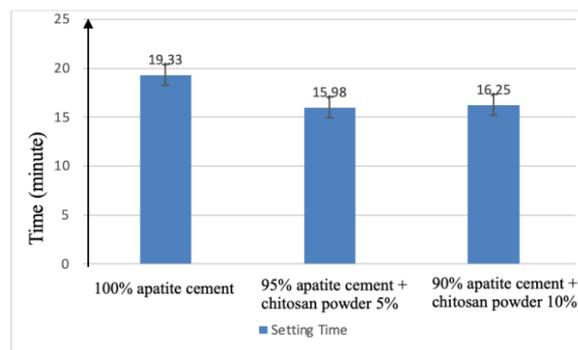
2. METHODOLOGY

This study is a pure experiment to determine the setting time of the combination of apatite cement and chitosan from BSF. Pure experimental is where a study to find and examine the effect of a variable on other variables in controlled and strict conditions. The object of the study was BSF chitosan powder and apatite cement with predetermined concentrations of BSF chitosan powder (0%) and apatite cement (100%), BSF chitosan powder (5%) and apatite cement (95%) and BSF chitosan powder (10%) and apatite cement (90%). Apatite cement consists of TTCP and DCPA in equimolar ratio. Apatite cement will be mixed with BSF chitosan powder and then mixed with $\text{Na}_18\text{H}_{12}\text{PO}_4$ with different liquid/powder ratios (L/P),

with the ratio of 0% BSF chitosan powder 100% apatite cement, 5% BSF chitosan powder 95% apatite cement, 10% BSF chitosan powder 90% apatite cement. Apatite cement powder and BSF chitosan powder were put into the mold, then placed on the vicat needle, and then checked for 5 minutes. The hardening time was determined if the vicat needle failed to penetrate the cement surface (Purwasasmita, 2017).

3. DISCUSSION

From the results of this study, there are differences in the setting time of apatite cement and chitosan powder with different concentrations. Figure 4.1 shows the difference in setting time of the three variables as follows:



The results of this study showed a difference in setting time, namely the fastest hardening group with 5% chitosan addition and the slowest hardening group with 10% chitosan addition.

Table 1. Normality test of setting time numerical data.

Variable	Group	P value	Data distribution
<i>Setting Time (minute)</i>	I	0.146	Normal
	II	0.0001 **	Abnormal
	III	0.0001 **	Abnormal

The data results are not normally distributed (<0.05) and the data is not homogeneous because the p-value is obtained <0.05 . Based on the results of the data testing, the statistical test uses non-parametric statistics with the Kruskal Wallis test followed by a post hoc test.

Table 2. Comparison between the results of the setting time examination in the three groups.

Variable	N	Content 0,3			P value
		Mean±Std	Median	Range (min-max)	
I	8	19,33±2,018	20,19	15,27-21,36	0.004*
II	8	15,98±1,770	15,23	15,17-20,25	
III	8	16,25±0,438	16,07	16,03-17,30	

The results showed that the results of the setting time of the two combinations of apatite cement and BSF chitosan powder in 3 variables between groups obtained a value smaller than 0.05 ($p < 0.05$), meaning that there was a significant mean difference between the variables of the 3 groups.

Table 3. Two-group comparison between setting times between groups

Variable	N	Setting Time			P value
		Mean±Std	Median	Range (min-max)	
I	8	19,33±2,018	20,19	15,27-21,36	0.005*
II	8	15,98±1,770	15,23	15,17-20,25	
I	8	19,33±2,018	20,19	15,27-	0.010*

				21,36	
III	8	16,25±0,438	16,07	16,03-	
				17,30	
II	8	15,98±1,770	15,23	15,17-	0.065
				20,25	
III	8	16,25±0,438	16,07	16,03-	
				17,30	

The results of the data test in the study P value is greater than 0.05 (P value > 0.05) which means that it is not significant or does not mean that there is no statistically significant difference in mean between the setting time variables in group II and group III. While the P value on the setting time variable is smaller than 0.05 (P value < 0.05), which means that it is significant or means that there is a statistically significant difference in mean between the setting time variables in group I and group II, and group I and group II (Maryadi, 2020).

4. DISCUSSION

The difference in setting time in this study shows in group I 19.33 minutes with a p value > 0.05, while for groups II and III there is a difference with a time of 15.98 minutes and 16.25 minutes with a p value < 0.05 there is an insignificant difference. The difference in value can occur due to several factors, due to manual stirring techniques, porosity and can also be due to the particle size of the chitosan which affects the quality of the chitosan (Ingole, 2014). Gunawan's research also mentioned that the cement group added with a small amount of chitosan showed insignificant differences. Hartatik's research (2014) explained that the addition of chitosan as much as 3% showed no significant difference. This is due to the small addition of chitosan, which is 3% in each group and the addition of chitosan which is very thin, so that the mixing of apatite and chitosan cement materials does not occur perfectly (Gunawan, 2014).

In this study, it was found that there were differences in setting time on the addition of chitosan and apatite cement. Apatite cement 100% chitosan powder 0% (19.33 minutes), apatite cement 95% chitosan powder 5% (15.98 minutes) and apatite cement 90% chitosan powder 10% (16.25 minutes) but in groups II and III with concentrations there are differences in setting time and are not statistically significant. So the results of this research obtained the hypothesis that there is a difference in the setting time of the three groups, there is a difference

between apatite cement without the addition of chitosan powder and the addition of chitosan, the smaller the percentage of chitosan, the faster the setting time.

5. CONCLUSION

There is a statistically significant mean difference between setting time variables in group I and group II and group I and group III and there is a distinct difference in setting time between apatite cement without the addition of chitosan powder and apatite cement with the addition of chitosan, the setting time with the addition of chitosan is faster.

REFERENCES

1. Desyaningrum H, Epsilawati L, Rusyanti Y,(2017) Karakteristik kerusakan tulang alveolar pada penderita periodontitis kronis dan agresif dengan pencitraan cone beam computed tomography. Vol. 1, Padjadjaran J Dent Res Student.
2. Liu D, et al (2023) Biodegradable Cements for Bone Regeneration. Vol. 14, Journal of Functional Biomaterials. MDPI;14-134
3. Student MT, Kumar RR, Omments REC, Prajapati A, Blockchain TA, et al.(2021) Mechanism of in Vivo Degradation and Resorption of Calcium Phosphate Based Biomaterials. Front Neurosci. 14(1):1–13.
4. Ana DI, Lasminda S, (2018) Penggunaan kitosan sebagai biomaterial di kedokteran gigi. Dental Journal 2014;18(2):170–3.
5. Rochmawati ZN, Nabila et al(2018) Karakterisasi Kitosan Yang Diisolasi Dari Cangkang Internal Cumi-Cumi. Saintekno : Jurnal Sains dan Teknologi16(1):105–12.
6. Cahyanto A, Tsuru K, Ishikawa K. (2018)Effect of setting atmosphere on apatite cement resorption: An in vitro and in vivo study. J Mech Behav Biomed Mater.88:463–9.
7. Purwasasmita BS, Lestari GM, Prastomo N, Edwin F. (2017) Pengaruh Molar Rasio Tetracalcium Phosphate Dan Dicalcium Phosphate Dan Penambahan Chitosan Sebagai Gelling Agent Dalam Sintesis Pasta Calcium Phosphate Cement. 13(1):66–78.
8. Mariyadi. (2020) Membandingkan hasil uji statistika parametrik dan non parametrik (studi kasus: pelaksanaan kebijakan pengendalian dana idle pemerintahan daerah). Journal Of Applied Managerial Accounting. 4(1):142–9.
9. Ingole PG, Ingole NP.(2014) Methods for separation of organic and pharmaceutical compounds by different polymer materials. Vol. 31, Korean Journal of Chemical Engineering. Springer Science and Business Media, LLC; p. 2109–23.
10. Hartatik, Y. D., L. Nuriyah dan Iswarin. (2014)Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Sifat

Mekanik dan Biodegradable Bioplastik. Jurnal ilmiah. 1-4

11. Gunawan (2014)Pengaruh Penambahan Kitosan Nano dari Blangkas terhadap flexural strength restorasi kavitas kelas II (site 2 size 2) Minimal intervensi semen ionomor kaca modifikasi resin nano penelitian in vitro. Jurnal Fakultas Kedokteran Gigi Universitas Sumatra Utara;1-39

Yuk Kenali Lebih Jauh Gatal Agogo: Penyebab Suram di Kala Malam

Rina Munirah Bulqini¹, Lina Damayanti¹, Apen Afgani Ridwan¹, Devy E. Silitonga¹, Hindun Saadah¹, Linlin Haeni¹, Siska Telly Pratiwi¹

¹ Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi

Penulis korespondensi : rinamunirah@gmail.com

Abstrak: Gatal Agogo atau Skabies merupakan kelainan kulit yang disebabkan oleh tungau *Sarcoptes scabiei* var. *Homini*, tungau yang sangat menular, dan ditularkan melalui kontak fisik langsung maupun melalui berbagai sarana yang digunakan bersama-sama, seperti pada populasi yang tinggal bersama dalam sebuah komunitas. Tujuan kegiatan pengabdian masyarakat berupa Yuk Kenali Lebih Jauh Gatal Agogo: Penyebab Suram di Kala Malam ini adalah untuk meningkatkan pengetahuan siswa madrasah/ para santri yang tinggal di asrama mengenai penyakit Gatal Agogo termasuk termasuk komplikasinya sehingga dengan pemahaman yang cukup akan dapat berkontribusi terhadap menurunnya morbiditas Gatal Agogo di Indonesia khususnya yang terjadi pada para santri. Kegiatan ini dilaksanakan dengan cara edukasi langsung dan pengobatan gratis dengan sasaran kegiatan yaitu remaja siswa/siswi asrama Pondok Pesantren Misbahunnur, Kota Cimahi beserta tenaga pendidik di lingkungan asrama Pondok Pesantren Misbahunnur, Kota Cimahi dengan menghadirkan berbagai narasumber sebagai pembicara menggunakan media digital dan di akhir kegiatan diberikan mini booklet atau flyer.

Kata kunci: *Gatal Agogo, Skabies, Sarcoptes scabiei, morbiditas, pesantren*

Abstract: *Agogo itch or Scabies is a skin disorder caused by the mite Sarcoptes scabiei var. Homini, a highly contagious mite, is transmitted through direct physical contact or through various means shared, such as among populations living together in a community. The aim of the community service activity in the form of Let's Get to Know More about Itching Agogo: Causes of Gloomy Nights is to increase the knowledge of madrasah students/santri who live in dormitories regarding Itching Agogo disease including its complications so that with sufficient understanding they can contribute to reducing the morbidity of Itching. Agogo in Indonesia especially happens to Islamic boarding school students. This activity is carried out by means of direct education and free medical treatment with the target of the activity being young students at the Misbahunnur Islamic Boarding School, Cimahi City,*

along with teaching staff in the Misbahunnur Islamic Boarding School dormitory environment, Cimahi City, by presenting various resource persons as speakers using digital media and at the end of the activity, a mini booklet or flyer.

Keywords: Agogo itch, Scabies, *Sarcoptes scabiei*, morbidity, islamic boarding school

1. Pendahuluan / Introduction

Gatal Agogo atau Skabies merupakan kelainan kulit yang disebabkan oleh tungau *Sarcoptes scabiei* var. *Homini*, tungau yang sangat menular, dan ditularkan melalui kontak fisik langsung maupun melalui berbagai sarana yang digunakan bersama-sama, seperti pada populasi yang tinggal bersama dalam sebuah komunitas (WHO, 2019, Widaty et al, 2022). Pada tahun 2015, *Global Burden of Disease Study* menyatakan bahwa Indonesia merupakan peringkat pertama negara dengan beban skabies terbesar dari 195 negara di seluruh dunia yang diteliti, disusul oleh Cina, Timor Leste, Vanuatu, dan Fiji (Karimkhani, C, 2017). Prevalensi Gatal Agogo di Indonesia sekitar 3,96% (Kemenkes, 2013), dan merupakan penyakit infeksi ke-3 terbanyak dengan kasus baru berjumlah 5,77% dari seluruh kasus baru yang datang berobat (Gunardi, et al, 2022). Laporan lain menyebutkan bahwa di Indonesia, kasus tertinggi ditemukan di Pondok Pesantren dengan prevalensi pada tahun 2013 sekitar 51,6-68%, pada tahun 2017 prevalensinya meningkat hingga 76,9% (Akmal, S., 2013, Rihatmadja R, 2019).

Pesantren merupakan suatu lembaga pendidikan Islam yang umumnya terdapat fasilitas asrama untuk para santrinya (Shiddiq, A, 2015), dan sejumlah pesantren memiliki kepadatan hunian relatif tinggi (Fauzi, 2022). Data Kementerian Agama semester II tahun 2023 menyatakan bahwa jumlah pondok pesantren di Indonesia diperkirakan mencapai 28.393 unit, tersebar di seluruh provinsi dengan total santri sebanyak 4.377.601 orang. Pondok pesantren terbanyak berada di Jawa Barat dengan 8.772 unit, Jawa Timur 4.762 unit, dan Jawa Tengah sejumlah 3.850 unit (Kemenag, 2024).

Meskipun Gatal Agogo atau Skabies bukan merupakan penyakit yang mematikan, namun dapat menurunkan *quality of life* pasien selain oleh karena gejala klinis berupa gatal yang terutama terjadi pada malam hari juga berhubungan dengan sifat penyakit yang mudah menular sehingga relatif sulit diobati dan pengobatannya perlu serentak dengan anggota keluarga dan/atau komunitas tempat pasien tinggal (Leung, et al, 2020, El-Moamly, et al, 2021).

2. Metode / Methods

Kegiatan pengabdian masyarakat Yuk Kenali Gatal Agogo: Penyebab suram di kala malam dilakukan dalam 2 (dua) bentuk kegiatan, yaitu edukasi dan pemeriksaan kesehatan kulit disertai pengobatan gratis bertempat di Ponpes Misbahunnur, Kota Cimahi. Edukasi meliputi 2 (dua) sesi dengan 2 (dua) topik, yaitu Gatal Agogo/Skabies yang dibawakan oleh dr. Rina Munirah Bulqini, MKM, Sp.D.V.E dan materi infeksi HIV dibawakan oleh narasumber dr. Apen Afgani Ridwan, M.Kes, Sp.PD dengan menggunakan media power point dan media publikasi lain seperti mini booklet dan *flyer*. Evaluasi pemahaman para siswa/siswi/santri terkait Skabies dan HIV dilakukan melalui *pre test* dan *post test* kepada seluruh peserta edukasi, yang berjumlah sekitar 70 orang.

Bentuk kegiatan kedua berupa pemeriksaan kesehatan kulit dan pengobatan gratis yang dilakukan oleh dokter-dokter spesialis dermatologi, venereologi dan estetika, serta tim perbantuan berupa 22 orang dokter muda. Sasaran kegiatan yaitu siswa/siswi/para santri serta seluruh tenaga pendidik di lingkungan Ponpes Misbahunnur Kota Cimahi. Kegiatan pengabdian masyarakat diawali dengan mempublikasikan kegiatan edukasi ini melalui surat undangan resmi dan media masa seperti *Instagram*, *Whatsapp* dan media sosial lainnya.

3. Hasil dan Diskusi / Results and Discussion

Kegiatan pengabdian masyarakat Yuk Kenali Gatal Agogo: Penyebab Suram Di Kala Malam telah selesai dilaksanakan di Pondok Pesantren Misbahunnur pada Kamis, 25 Juli 2024 secara *offline*.

Kegiatan pengabdian Masyarakat ini terdiri dari dua bentuk kegiatan, yang pertama berupa Edukasi Skabies dan Infeksi Menular Seksual HIV, yang kedua berupa pemeriksaan kesehatan kulit dan pengobatan gratis. Hasilnya para siswa siswi/para santri sangat antusias mengikuti pemaparan mengenai penyakit skabies dan HIV seperti diperlihatkan dalam gambar berikut ini:



Gambar 1. Edukasi Gatal Agogo/Skabies melalui presentasi power point dan penyebaran *flyer*



Gambar 2: antusiasme para siswa/siswi/santri mengikuti kegiatan edukasi

Pada akhir kegiatan edukasi, dilakukan evaluasi berupa *post test* untuk melihat apakah edukasi mengenai Skabies dan HIV yang meliputi etiologi, gejala klinis dan cara penularan tersosialisasikan dengan baik. Lebih dari 90% audiens memiliki tingkat pengetahuan baik.

Setelah selesai kegiatan edukasi, selanjutnya tim pengabdian masyarakat kemudian melaksnakana kegiatan pemeriksaan kesehatan kulit dan pengobatan gratis dengan dokter pemeriksa yaitu dokter-dokter spesialis dermatologi, venereologi dan estetika, serta dibantu tim perbantuan berjumlah 22 orang dokter muda FK Unjani seperti terlihat pada gambar berikut:



Gambar 3. Kegiatan pemeriksaan kesehatan dan pengobatan gratis

Pada kegiatan pengabdian masyarakat ini, edukasi dilaksanakan sebagai bentuk promotive dan preventif untuk meningkatkan pengetahuan para santri mengenai penyakit skabies dan HIV sehingga berdampak pada meningkatnya perilaku kesehatan (*health behaviour*) dan meningkatnya perilaku pencarian pengobatan (*health seeking behaviour*). *Health behaviour* secara garis besar terdiri dari perilaku sehat (*healthy behaviour*) dan perilaku orang sakit. *Healthy behaviour* dilakukan dengan promotif dan preventif guna tetap sehat dan meningkatkan status kesehatannya. Sementara itu pengobatan gratis merupakan bentuk kuratif dilakukan guna mendekatkan pelayanan kesehatan dan meningkatkan kesadaran perilaku pencarian pengobatan (*health seeking behaviour*) (Setiawan, 2012, Webair, et al, 2013, Oberoi et al, 2016).

Edukasi tentang skabies dilakukan oleh karena meningkatnya prevalensi skabies di pondok pesantren yang semula sekitar 51,6 -68% pada tahun 2013, menjadi 76,97% pada tahun 2017 (Akmal, S., 2013, Rihatmadja R,2019). Terdapat beberapa faktor yang berhubungan dengan peningkatan kejadian skabies, di antaranya adalah komunitas yang padat, higiene perseorangan, tidur bersama-sama, kemiskinan serta keluarga yang memiliki banyak anak (Banerji, 2015, Puspita, 2021). Nur aini, dkk (2019) dan Nissa F.R (2019) dalam penelitiannya mengemukakan bahwa faktor kepadatan hunian merupakan faktor resiko yang berhubungan dengan kejadian skabies ($P= 0,013$ dan $P= 0,037$).

Skabies menular melalui kontak kulit dengan kulit dan juga secara tidak langsung (Banerji, 2015, Puspita, 2021). Tungau *Sarcoptes* hanya berpindah secara merayap, ia tidak melompat atau terbang di udara. Tungau menggunakan rangsangan bau dan suhu dari pejamu (Robert, et al, 2000). Sehingga skabies dapat menular dengan mudah baik secara langsung ataupun tidak langsung. Dengan demikian, tingginya kasus skabies pada populasi yang padat maupun pada orang-orang yang tinggal bersama dalam satu ruangan yang padat dapat dipahami. Selain itu, tungau skabies dapat hidup di luar tubuh manusia untuk jangka waktu singkat, sekitar 24 – 36 jam dan kelembaban 40 – 80%, sehingga penularan tidak langsung melalui pakaian dan alat lainnya berbahan kain dapat terjadi. Apabila suhu ruangan lebih rendah, tungau dapat hidup lebih lama. Bahkan, dalam suhu 10°C tungau dapat hidup di luar tubuh inang hingga 19 hari (Browne E., 2021) sehingga melakukan pembersihan pakaian, handuk dan mencuci dengan air bersuhu di atas 50°C atau menggunakan mesin pengering bersuhu tinggi sangat berguna untuk mematikan tungau (Pallesen, et al, 2020).

Hasil kegiatan berupa berita di koran elektronik dapat diakses pada link berikut: <https://galamedia.pikiran-rakyat.com/citizen-journalism/pr-358483217/kenali-lebih-jauh-gatal-agogo-penyebab-suram-di-kala-malam-pengabdian-masyarakat-fk-unjani-dan-lppm->

unjani?page=all. Rekaman video kegiatan dapat diakses melalui kanal *Youtube* melalui link: <https://youtu.be/EnipyguNWdE>.

4. Kesimpulan / Conclusion

Dengan kegiatan pengabdian masyarakat ini terlihat gambaran tingkat pengetahuan siswa mengenai Skabies dan HIV serta pola kasus terbanyak penyakit di bidang dermatologi pada siswa siswi/para santri di Pondok Pesantren Misbahunnur Kota Cimahi.

Diharapkan kegiatan ini dapat dilakukan berkala sehingga akan memberikan gambaran pola tingkat pengetahuan remaja siswa mengenai Gatal Agogo dan HIV termasuk komplikasinya sehingga dengan pemahaman yang cukup, nantinya berkontribusi terhadap menurunnya morbiditas skabies di pondok pesantren di Indonesia.

Ucapan Terima Kasih/Acknowledgement

Ucapan terima kasih kepada LPPM UNJANI, dr. Towifah, Sp.PK, seluruh tim panitia Pondok Pesantren Misbahunnur Kota Cimahi serta para dokter muda sebagai tim yang membantu terlaksananya kegiatan pengabdian masyarakat ini.

Daftar Referensi

- Akmal S, Semiarty R. Hubungan personal hygiene dengan kejadian skabies di Pondok Pendidikan Islam Darul Ulum, Palarik Air Pacah, Kecamatan Koto Tangah Padang tahun 2013. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 2013;2(3):164–7.
- Banerji A. Scabies. *Paediatric and Child Health*. 2015;20(7):395-402.
- Browne E, Driessen M, Cross P, Escobar L, Foley J, López-Olvera J. Sustaining transmission in different host species: the emblematic case of *Sarcoptes scabiei*. *BioScience*. 2021;72(2):166-76.
- El-Moamly AA. Scabies as a part of the World Health Organization roadmap for neglected tropical diseases 2021 – 2030: What we know and what we need to do for global control. *Tropical Medicine and Health*. 2021;49(1):64.
- Fauzi HI. Hubungan Kepadatan Hunian Dan Penggunaan Alat Mandi Bersama Dengan Kejadian Skabies Pada Santri. *Herawati Isna Fauzi*. 2022;33(1):1–12.
- Gunardi KY, Sungkar S, Irawan Y, Widaty S. Level of evidence diagnosis scabies berdasarkan Oxford Centre for evidence-based medicine. *eJournal Kedokteran Indonesia*. 2022;10(3):276–83.
- Karimkhani, C., dkk. (2017). The global burden of scabies: a cross-sectional analysis from the Global

Burden of Disease Study 2015. *Lancet Infectious Disease*. 2017;17(12):1247-54.

Kementerian Agama Republik Indonesia. Data terkini pondok pesantren. [Internet]. 2023 [dikutip pada 22 Oktober 2024]. Tersedia dari: <https://emispendis.kemenag.go.id/pdpontrenv2/Statistik/Pp>

Kementrian Kesehatan RI. Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) 2013. Jakarta: Badan Penelitian dan Pengembangan Kesehatan Kementerian Republik Indonesia. 2013. 1-445 p.

Leung AKC, Lam JM, Leong KF. Scabies: A neglected global disease. *Current Pediatric Reviews*. 2020;16(1):33–42.

Nisa FR, Rahmalia D. Faktor-faktor yang berhubungan dengan kejadian skabies pada santri putra di pondok pesantren darurrahmah gunung putri bogor. *J Untuk Masy Sehat*. 2019;3(1):16–23

Nur R, Utari D, Buntara A. Faktor-Faktor yang Berhubungan dengan Gejala Skabies pada Santriwati di Pondok Pesantren X Tahun 2018. *J Ilm Kesehat Masy*. 2019;11(2):152–8.

Pallesen K, Lassen J, Munk N, Hartmeyer G, Hvid L, Bygum A. In vitro survival of scabies mites. *Clinical and Experimental Dermatology*. 2020;45(6):712-5.

Puspita SIA, Ardiati FN, Adriyani R, Harris N. Factors of personal hygiene habits and scabies symptoms at Islamic boarding school. *Jurnal Promkes: The Indonesian Journal of Health Promotion and Health Education*. 2021;9(2):91-100.

Roberts LS, Janovy J, Schmidte GD. *Foundations of parasitology*. 6th. Ed. Boston: McGraw-Hill.; 2000.

Rihatmadja R, Miranda E, Wicaksono MM, Widaty S. Why are they hard to treat? A preliminary survey to predict important factors causing persistent scabies among students of religion-affiliated boarding schools in Indonesia. *Dermatology Reports*. 2019;11(s1):41–3.

Shiddiq A. Tradisi Akademik Pesantren. *TADRIS J Pendidik Islam*. 2015;10(2):218.

World Health Organization. WHO informal consultation on a framework for scabies control: meeting report. 2019. 1–36 p.

Widaty S, Miranda E, Cornain EF, Rizky LA. Scabies: update on treatment and efforts for prevention and control in highly endemic settings. *The Journal of Infection in Developing Countries*. 2022;16(2):244–51.

Pemeriksaan Kesehatan Kulit Serta Pengobatan Gratis pada Masyarakat sekitar SMP dan SMA Nurul Fikri Boarding School, Anyer, Kabupaten Serang

Lina Damayanti¹, Rina Munirah Bulqini¹, Devi Ermawaty Silitonga¹

¹ Fakultas Kedokteran, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi

Penulis korespondensi : linad819@gmail.com

Abstrak: Penyakit kulit merupakan keluhan yang sering dijumpai di masyarakat awam dalam kehidupan sehari-hari. Tujuan kegiatan ini yaitu untuk meningkatkan keterjangkauan pelayanan kesehatan yang bermutu khususnya dalam bidang Kesehatan Kulit dan Kelamin sehingga berdampak pada upaya meningkatnya derajat kesehatan di masyarakat. Metode kegiatan ini berupa pemeriksaan kesehatan kulit serta pengobatan gratis dengan sasaran kegiatan yaitu siswa, tenaga pendidik serta masyarakat di sekitar di lingkungan SMP dan SMA Nurul Fikri Boarding School, Anyer, Kabupaten Serang. Hasil kegiatan didapatkan kasus terbanyak berupa Dermatitis (80%).

Kata kunci: pelayanan, kesehatan kulit dan kelamin

Abstract: Skin disease is a complaint that is often encountered by ordinary people in everyday life. The aim of this activity is to increase the affordability of quality health services, especially in the field of Dermatology and Venereology, so that it has an impact on efforts to increase the level of health in the community. The method of this activity is skin physical examination and free treatment with the target of the activity being students, local community educators in the Nurul Fikri Boarding School Middle and High School environment, Anyer, Kabupaten Serang. The results showed that the most cases were dermatitis (80%).

Keywords: skin, health service, dermatology, venereology

1. Pendahuluan / Introduction

Penyakit kulit merupakan keluhan yang sering dijumpai di masyarakat awam dalam kehidupan sehari-hari. Namun masyarakat pada umumnya memiliki perilaku berbeda terkait persepsi sakit dan penyakitnya. Di antara beberapa respon terkait sakit, yaitu: *no action*/tidak melakukan apapun, *self treatment*, *traditional treatment*, atau mencari pengobatan ke fasilitas modern.

Departemen Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin FK Unjani/RS mencoba membaca realitas sosial yang terjadi pada masyarakat bahwa saat ini masih banyak masyarakat yang masih membutuhkan pengobatan sekaligus edukasi mengenai kesehatan dan penyakit kulit.

2. Metode / Methods

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa pemeriksaan Kesehatan kulit dan pengobatan gratis ini dilaksanakan dengan cara pemeriksaan kesehatan kulit pada masyarakat dan pemberian terapi disertai edukasi secara langsung saat pemberian obat.

Kegiatan ini merupakan salahsatu kegiatan yang tergabung dalam Megabaksos FK Unjani tahun 2024. Kegiatan ini menghadirkan semua staf dosen Departemen Ilmu Kesehatan Kulit dan Kelamin FK Unjani/RS Dustira sebagai expert dan sekaligus menjadi dokter pemeriksa. Selain itu, diabntu tim perbantuan berupa 4 orang dokter muda.

Sasaran kegiatan yaitu masyarakat sekitar *Nurul Fikri Boarding School*, Anyer, Kabupaten Serang termasuk siswa dan tenaga pendidik di lingkungan SMP dan SMA Islam *Nurul Fikri Boarding School*.

3. Hasil dan Diskusi / Results and Discussion

Sehat merupakan keadaan sejahtera dari badan, jiwa, dan sosial yang memungkinkan setiap orang hidup produktif secara sosial dan ekonomi. Menurut *World Health Organization (WHO)* 1948 sehat adalah suatu keadaan lengkap fisik, mental, dan sejahtera secara sosial, bukan hanya keadaan tanpa penyakit.^{1,2}

Permasalahan kesehatan masyarakat di negara berkembang termasuk di Indonesia salahsatunya berupa perilaku kesehatan (*health behaviour*)³. Saat persepsi sakit bergabung dengan kebutuhan untuk mendapatkan pengobatan, maka menjadi perilaku pencarian pengobatan (*health seeking behaviour*).^{4,5} Perilaku pencarian pengobatan merupakan perilaku yang dilakukan untuk memperoleh kesembuhan atau mengatasi persamasalahan kesehatannya.^{6,7,8,9}

Kegiatan pengabdian masyarakat berupa pemeriksaan kesehatan kulit dan pengobatan gratis telah dilaksanakan di wilayah SMP dan SMA Nurul Fikri, Anyer Kabupaten Serang pada Selasa, 27 Agustus 2024 hingga Kamis 29 Agustus 2024 secara *offline*.

Pada saat pelaksanaan kegiatan, acara dimulai dengan pembukaan dan sambutan dari Wakil rektor 2, Dekan FK Unjani serta dari pihak panitia sekolah. Kemudian dilakukan kegiatan pemeriksaan dan pengobatan gratis mulai pukul 09.00 hingga selesai pukul 14.00 WIB dengan jumlah pasien sekitar

100 pasien dengan insidensi kasus terbanyak, yaitu Dermatitis. Hal ini seperti terlihat pada gambar 1.



Gambar 1. Pelaksanaan pemeriksaan kesehatan kulit dan pemberian terapi

Terdapat beberapa faktor yang memengaruhi perilaku pencarian pengobatan, baik internal maupun eksternal.¹ Keterjangkauan akses, keterjangkauan biaya dan tingkat kepuasan terhadap pelayanan kesehatan merupakan faktor yang menjadi alasan untuk melakukan pencarian pengobatan.¹⁰ Tingginya mortalitas bukan hanya disebabkan distribusi pelayanan kesehatan, juga dipengaruhi oleh perilaku pencarian pengobatan.³ Dengan adanya pengobatan gratis ini selain akan meningkatkan keterjangkauan pelayanan kesehatan dari segi akses (*accessibility*) tetapi juga dalam keterjangkaun biaya, serta meningkatkan tingkat kepuasan pasien terhadap pelayanan kesehatan yang diberikan. Oleh karena pemeriksaan kesehatan dan pengobatan pada kegiatan bakti sosial ini dilakukan oleh dokter-dokter pemeriksa yang *expert*/spesialisasi di bidang dermatologi, venereologi dan estetika.

Hasil kegiatan berupa berita di koran elektronik tribunnews.com yang dapat diakses pada link berikut: <https://jabartribunnews.com/2024/09/03/fakultas-kesehatan-unjani-bantu-tingkatkan-kualiats-hidup-masyarakat-melalui-mega-baksos-di-3-lokasi> .

4. Kesimpulan / Conclusion

Kegiatan pengabdian masyarakat ini meningkatkan keterjangkaun pekayanan kesehatan baik dari sudut ketrjangkaun jarak, biaya dan tingkat kepuasan pelayanan, serta meningkatkan perilaku *health seeking behaviour*. Diharapkan kegiatan ini dapat berkontribusi terhadap menurunnya

morbiditas dan mortalitas di bidang dermatologi dan venereologi.

Ucapan Terima Kasih/Acknowledgement

Ucapan terima kasih kepada LPPM UNJANI, Panitia Megabaksos FK Unjani dan para dokter muda sebagai tim yang membantu terlaksananya kegiatan pengabdian masyarakat ini.

Daftar Referensi

1. Patwardhan B, Mutalik G, Tillu G. Integrative approaches for health: biomedical research, Ayurveda and Yoga. Academic Press; 2015 Mar 31. 59–64 p.
2. McCartney G, Popham F, McMaster R, Cumbers A. Defining health and health inequalities. *Public Health*. 2019 Jul 1;172:22-30.
3. Kurniawan A. Health seeking behaviour. *Jurnal Asia Sosiologi*. Juli 2022. 11 (3): 556-73.
4. Setyawan FE. Healthy Paradigm. *Saintika Medika: Jurnal Ilmu Kesehatan dan Kedokteran Keluarga*. 2012 Aug 2;6(1).
5. Musadad DA, Rahajeng E, Syafei L, Notoatmojo S. Search behavior for community health services in Kampung Naga, Tasikmalaya Regency. *Media Penelitian dan Pengembangan Kesehatan*. 1997;7(03):158787.
6. Webair HH, Bin-Gouth AS. Factors affecting health seeking behavior for common childhood illnesses in Yemen. *Patient Prefer Adherence*. 2013;7:1129–38.
7. Oberoi S, Chaudhary N, Patnaik S, Singh A. Understanding health seeking behavior. *Journal of Family Medicine and Primary Care*. 2016 Apr;5(2):463-4.
8. Afolabi MO, Daropale VO, Irinoye AI, Adegoke AA. Health- seeking behaviour and student perception of health care services in a university community in Nigeria. *Health (Irvine Calif)*. 2013;817–24.
9. Eissler LA, Casken J. Seeking health care through international medical tourism. *J Nurs Scholarsh*. 2013 Jun;45(2):177-84.
10. Azis IA, Arisanti N, Mariani H, Agustian D, Mayasari W, Sujatmiko B. Health-seeking behavior of people in five sub-districts in Karawang Regency. *Rev Prim Care Prac and Educ*. 2021; 4(2): 9-14.

**STUDI IN SILIKO SENYAWA TURUNAN ALKIL KUERSETIN SEBAGAI INHIBITOR
XANTIN OKSIDASE**

**Rina Anugrah, Athina Mardatillah, Rismaya Desti Parwati, Arizal Nurhakim,
Salma Damayanti**

Fakultas Farmasi Univeristas Jenderal Achmad Yani

Email: rina.anugrah@lecture.unjani.ac.id

ABSTRAK

Turunan alkil kuersetin adalah senyawa yang disintesis dari reaksi alkilasi kuersetin. dari hasil penelitian sebelumnya kuersetin berpotensi sebagai inhibitor xanthin oksidase. Penambahan gugus alkil pada struktur kuersetin berpotensi meningkatkan interaksi hidrofobik jika substituen tersebut masuk ke kantong hidrofobik yang terdapat pada reseptor. Substitusi alkil dapat juga menghasilkan senyawa analog yang lebih selektif. Penelitian ini dilakukan untuk melakukan kajian in silico 12 senyawa turunan alkil kuersetin. Potensi senyawa sebagai inhibitor selektif xantin oksidase dikaji secara in silico menggunakan metode molecular docking, hubungan kuantitatif struktur dan aktivitas (hksa), prediksi absorpsi, distribusi, metabolisme, ekskresi, dan toksisitas (admet) serta prediksi lipinski rule of five. hasil kajian docking dinilai berdasarkan beberapa parameter yaitu energi ikatan (Δg) dan konstanta inhibisi, ikatan yang terbentuk, jarak ikatan dan asam amino yang terlibat dalam ikatan ligan-reseptor. Hasil kajian hksa dinilai berdasarkan prediksi konsentrasi senyawa yang mampu menghambat 50% aktivitas enzim (ic_{50}). prediksi admet dan lipinski's rule of five dilakukan untuk mengetahui profil farmakokinetika dan toksisitas senyawa serta potensinya dikembangkan untuk obat oral. Hasil percobaan menunjukkan 3 senyawa alkil kuersetin berpotensi sebagai inhibitor xanthin oksidase dengan Δg , konstanta inhibisi dan ic_{50} lebih kecil dari kuersetin dan alopurinol, memiliki profil farmakokinetika, toksisitas dan prediksi lipinski yang memadai. senyawa tersebut adalah senyawa 4 (5,7,3',4'-pentametoksiflavin), senyawa 5 (5,3'-dihidroksi-3,7,4'-trietoksiflavin) dan senyawa 7 (3,5,7,3',4'-pentaetoksiflavin).

Kata Kunci :kuersetin, alkil kuersetin, xantin oksidase, in silico, asam urat, gout

PENDAHULUAN

Kuersetin dikenal sebagai senyawa dengan beragam aktivitas farmakologi yang baik, diantaranya sebagai antioksidan, antimikroba, antitumor, antiinflamasi, immunosupresif, perlindungan kardiovaskular, hingga meredakan toksisitas mikotoksin. Fungsi lainnya, ekstrak kuersetin banyak digunakan sebagai suplemen nutrisi dan bahan terapi untuk berbagai penyakit, seperti diabetes, yang berhubungan dengan obesitas dan disfungsi peredaran darah (termasuk peradangan dan tekanan emosional) (Yang et al, 2020). Dari penelitian sebelumnya, diketahui pula senyawa kuersetin berpotensi untuk dikembangkan menjadi senyawa penuntun dalam mengatasi penyakit hiperurisemia dengan kemampuan menghambat aktivitas enzim xantin oksidase lebih kecil daripada allopurinol (ΔG kuersetin = -8,60 kkal/mol, ΔG alopurinol = -5,94 kkal/mol) (Anugrah et al., 2022).

Xantin Oksidase adalah enzim yang mampu mengatalisis oksidasi hipoxantin menjadi xantin, kemudian mengatalisis xantin menjadi asam urat yang mempunyai peranan penting dalam katabolisme purin pada manusia (Rohmat & Herdyastuti, 2021). Inhibitor Xantin oksidase digunakan untuk mengontrol peningkatan kadar asam urat (hiperurisemia) yang mengakibatkan penyakit asam urat (gout) (Arora & Rani, 2022). Dibandingkan dengan senyawa golongan urikosurik, senyawa golongan inhibitor xantin oksidase (XOI) terbukti memiliki efikasi dan keamanan yang baik, serta rasio risiko manfaat yang sangat baik pada pasien yang kelebihan produksi dan kekurangan ekskresi asam urat. Oleh karena itu, hingga saat, XOI dianggap sebagai obat pilihan untuk terapi penurunan urat dan masih menjadi salah satu target utama dalam pengembangan obat asam urat (James and Paul, 2022).

Turunan alkil kuersetin adalah senyawa yang disintesis dari reaksi kimia antara kuersetin dengan berbagai gugus alkil. Dari hasil penelitian sebelumnya senyawa alkil kuersetin potensi sebagai antioksidan (Kim et al, 2015). Penambahan gugus alkil pada struktur kuersetin berpotensi meningkatkan interaksi hidrofobik jika substituen tersebut masuk ke kantong hidrofobik yang terdapat pada reseptor. Substitusi alkil ini terkadang dapat juga menghasilkan senyawa analog yang lebih selektif (Patrick, 2023).

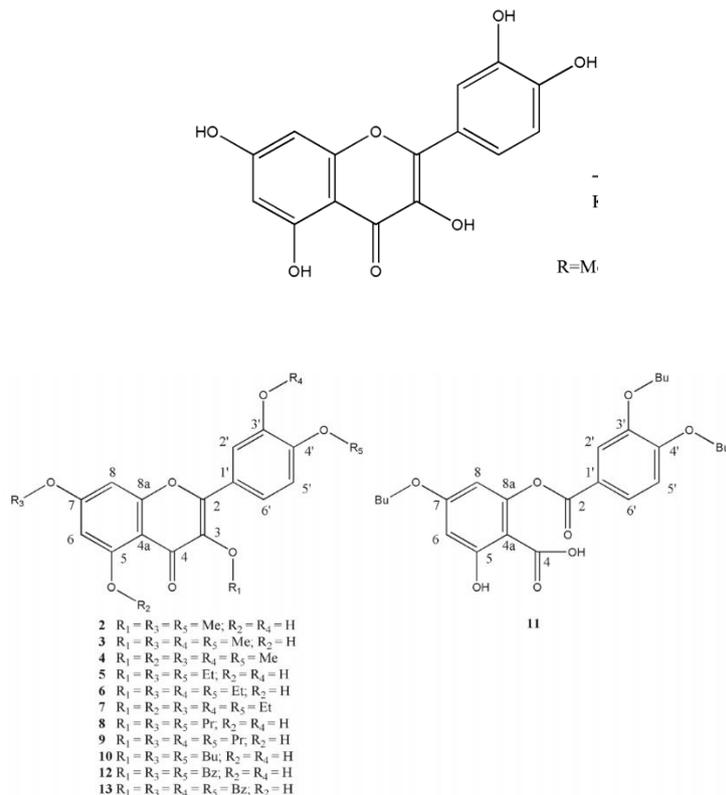
Penelitian ini bertujuan untuk melakukan kajian dua belas senyawa turunan alkil kuersetin dalam menghambat kerja enzim xantin oksidase dan potensinya dikembangkan sebagai senyawa penuntun dalam penemuan obat asam urat yang baru. Penelitian dilakukan secara *in silico* (*computer aided drug design/CADD*).

METODE PENELITIAN

Kajian *in silico* dilakukan dengan pendekatan *Ligand Based Drug Design* (LBDD). Metode yang dilakukan terdiri dari kajian hubungan kuantitatif struktur dan aktivitas (HKSA), molekular docking, prediksi *Lipinski's rules of five* dan prediksi absorpsi, distribusi, metabolisme, ekskresi, dan toksisitas (ADMET).

Bahan

1. Struktur protein sebagai target dapat diunduh dari Protein Data Bank (<https://www.rcsb.org/>). Data yang diunduh yaitu kode dari struktur enzim xantin oksidase 2E1Q (Yamaguchi et al, 2007).
2. Struktur Alopurinol sebagai pembanding dan 24 senyawa inhibitor xantin oksidase untuk membangun persamaan HKSA (Abdizadeh et al, 2020)
3. Struktur 12 senyawa turunan alkil kuersetin (Kim et al, 2015).



Gambar 1. Struktur 2D kuersetin dan 12 Turunan Alkil Kuersetin. (Kim et al., 2015)

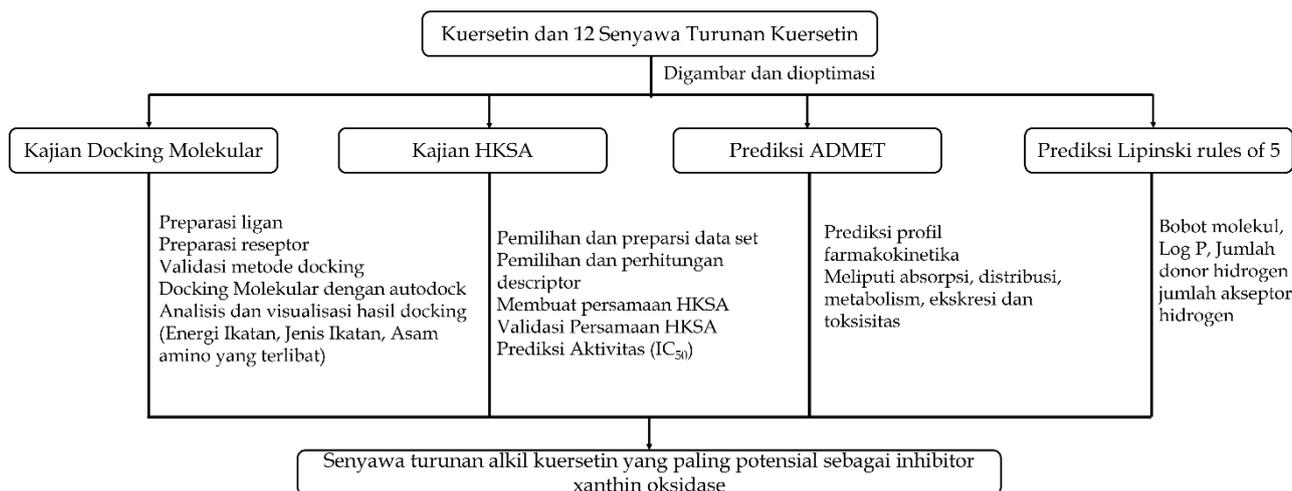
Keterangan :

1. Kuersetin
2. *5,3'-dihydroxy-3,7,4'-trimethoxyflavone*
3. *5-hydroxy-3,7,3',4'-tetramethoxyflavone*
4. *3,5,7,3',4'-pentamethoxyflavone*
5. *5,3'-dihydroxy-3,7,4'-triethoxyflavone*
6. *5-hydroxy-3,7,3',4'-tetraethoxyflavone*
7. *3,5,7,3',4'-pentaethoxyflavone*
8. *5,3'-dihydroxy-3,7,4'-tripropoxyflavone*
9. *5-hydroxy-3,7,3',4'-tetrapropoxyflavone*
10. *5,3'-dihydroxy-3,7,4'-tributoxyflavone*
11. *2-(3,4-dibutoxybenzoyloxy)-4-butoxy-6-hydroxybenzoic acid*
12. *5,3'-dihydroxy-3,7,4'-tribenzoxyflavone*
13. *5-hydroxy-3,7,3',4'-tetrabenzoxyflavone'*

Perangkat Lunak

1. Autodock Vina 1.5.7 Version untuk proses docking. (<https://autodock.scripps.edu>).
2. EasyQSAR 1.0. Perangkat lunak untuk kajian HKSA (<http://easyqsar.blogspot.com>)
3. MarvinView 21.20 untuk menggambar, optimasi struktur, menghitung nilai deskriptor (<https://chemaxon.com/products/marvin>)
4. YASARA untuk preparasi dan optimasi reseptor (<https://www.yasara.org>).
5. Discovery Studio Visualizer untuk visualisasi hasil docking (<https://discover.3ds.com/discovery-studiovisualizer-download>)
6. Online software pkCSM untuk prediksi ADMET (<https://biosig.lab.uq.edu.au/pkcsml>)

Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir tahapan penelitian.

Analisis Data

Senyawa yang berpotensi untuk dikembangkan menjadi senyawa penuntun dalam pengembangan inhibitor xantin oksidase adalah senyawa dengan IC_{50} , energi bebas Gibbs (ΔG) dan konstanta inhibisi (KI) lebih kecil dari pembandingan alopurinol, memiliki kemiripan hasil interaksi dengan pembandingan (residu asam amino), profil farmakokinetika dan toksisitas yang baik serta hasil prediksi *Lipinski's rule of five* yang memenuhi syarat.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian diawali dengan kajian HKSA untuk mengetahui hubungan antara struktur molekul dengan aktivitas biologisnya yang dinyatakan secara kuantitatif dengan metode analisis Hansch. Metode Hansch ini dipilih karena metode ini sederhana, parameter sifat fisika kimia sudah banyak tersedia, dapat digunakan untuk hubungan linier dan non-linier serta sudah banyak digunakan untuk menjelaskan hubungan struktur dan aktivitas turunan suatu obat (Siswandono, 2016).

Salah satu langkah paling penting dalam metode HKSA adalah pemilihan deskriptor. Deskriptor adalah nilai yang mencerminkan sifat-sifat molekular tertentu untuk menjelaskan aktivitas suatu molekul (Siswandono, 2016). Penelitian ini memilih deskriptor yang dapat mewakili parameter fisikokimia dari persamaan Hansch, yaitu hidrofobik (π), elektronik (σ), dan sterik (E_s). Perhitungan nilai deskriptor senyawa dilakukan dengan menggunakan aplikasi MarvinView.

Berikutnya, dilakukan analisis korelasi melalui regresi multilinier menggunakan aplikasi EasyQSAR. Regresi multilinier (MLR) dipilih untuk membangun persamaan karena melibatkan lebih

dari dua variabel, yaitu nilai aktivitas biologis dalam bentuk konsentrasi yang mampu menghambat aktivitas enzim sebesar 50 persen (*inhibition concentration 50 /IC₅₀*) sebagai variabel terikat dan beberapa nilai deskriptor sebagai variabel bebas. Persamaan HKSA dilakukan dengan membagi data set secara acak menjadi dua kelompok, yaitu training set (75%) dan test set (25%). Dalam penelitian ini, digunakan 64 senyawa sebagai data set terdiri dari 48 senyawa dipilih sebagai kelompok *training set* untuk membentuk persamaan HKSA dan 16 senyawa sisanya digunakan sebagai kelompok *test set* untuk menguji keakuratan persamaan yang telah dibangun dari kelompok *training set*. (Abdizadeh et al., 2020)

Tabel 1. Hasil Validasi Internal Persamaan HKSA

Persamaan	r	r ²	SE	Fhit/Ftab	PRESS	Keterangan
1	0,993	0,986	0,219	6,958	0,376	Valid
2	0,941	0,885	0,191	8,02	1,13	Tidak Valid
3	0,939	0,881	0,012	7,71	0,0047	Valid
Memenuhi syarat jika	mendekati 1	mendekati 1	< 1	> 1	< 1	

Persamaan yang diperoleh divalidasi dengan menghitung nilai r (koefisien korelasi 1), r² (koefisien determinasi), SE (standard of error), Fhit/Ftab (Signifikansi), PRESS (*Predicted Residual Sum of Squares*) dan RMSD (*Root Mean Square Deviation*). Validasi model persamaan HKSA bertujuan untuk memastikan persamaan yang didapat mampu memprediksi aktivitas biologis dari suatu senyawa dengan kemungkinan kesalahan sekecil mungkin. Ketika persamaan HKSA ini valid maka persamaan tersebut mampu menunjukkan hubungan kuantitatif antara deskriptor dengan aktivitas biologis secara matematis (Bhatshankar & Tapkir, 2023). Validasi yang dilakukan terdiri dari validasi internal dan eksternal. Validasi internal dilakukan dengan mengevaluasi parameter statistik menggunakan data *training set* untuk menemukan persamaan yang optimal. Hasil validasi internal persamaan HKSA terlihat pada tabel 1.

Hasil validasi internal menunjukkan bahwa persamaan 1 dan 3 valid. Kemudian dilanjutkan dengan melakukan validasi eksternal persamaan 1 dan 2 dengan cara menghitung nilai IC₅₀ dari *training set* menggunakan persamaan tersebut dan menghitung nilai RMSD (*Root Mean Square Deviation*) perbandingan nilai IC₅₀ hasil perhitungan dan nilai IC₅₀ pengujian secara in vitro. Persamaan dikatakan valid jika nilai RMS < 1 (Bhatshankar & Tapkir, 2023). Hasil validasi eksternal (tabel 2) menunjukkan bahwa persamaan yang paling optimal adalah persamaan 3 yaitu: Log(1/IC₅₀)

= $-5,132779904343E-001 - 1,087446465267E-004(\text{Molekular_Weight}) + 2,600506948647E-002(\text{LogP}) - 6,800591692979E-004(\text{HLB}) - 1,746878235940E-002(\text{Mol_Polarizability}) - 3,086236716669E-003(\text{Num_RotatableBond}) + 9,043702721101E-003(\text{Num_AromaticRings}) + 4,971189025582E-004(\text{Num_Rings}) - 2,645843139538E-002(\text{Randic_Index}) - 1,552322068994E-002(\text{Balaban_Index}) + 1,174927693313E-003(\text{Harary_Index}) - 3,189985414593E-004(\text{VanDerWaals_Volume}) - 6,965612101508E-004(\text{Polar_SurfaceArea}) + 4,855875594316E-004(\text{Molekular_SurfaceArea}) - 9,829611491114E-002(\text{Num_H_Donors}) + 2,192777175856E-002(\text{Num_H_Acceptor}) + 5,331022815312E-003(\text{Refraktivitas})$. Persamaan ini digunakan untuk menghitung nilai IC₅₀ kuersetin, 12 senyawa turunan alkil kuersetin dan pembanding alopurinol.

Tabel 2. Hasil Validasi Eksternal Persamaan HKSA

Persamaan	RMSD	Keterangan
1	5,209	Tidak Valid
3	0,185	Valid

Penelitian dilanjutkan dengan analisis interaksi ligan uji dengan reseptor xantin oksidase menggunakan metode molekular docking. Protein enzim xantin oksidase yang digunakan dalam penelitian ini adalah protein xantin oksidase manusia dengan ID PDB 2E1Q. Makromolekul 2E1Q merupakan struktur kristal xantin oksidase dari manusia dengan resolusi 2,6 Å. Dimensi keseluruhan molekul enzim ini adalah sekitar 155 x 90 x 70 Å. Enzim ini adalah kompleks yang terdiri dari berbagai ligan, yaitu *Hydroxy(Diodo)molybdenum* (MOM), *Flavin-Adenine Dinucleotide* (FAD), Fe₂S₂ (FES), ion bikarbonat (BCT), ion kalsium (CA), *Phosphonic acidmono-(2-Amino-5,6-dimercapto-4-oxo-3,7,8A,9,10, 10A-hexahydro-4H-8-OXA-1,3,9,10-Tetraaza-anthracen-7-ylmethyl)ester* (MTE), dan asam salisilat (SAL). Struktur protein 2E1Q terdiri dari 4 rantai protein, yaitu A, B, C, dan D, diperlukan pemisahan dengan rantai lainnya sehingga hanya digunakan satu rantai protein. Rantai protein yang dipilih dalam penelitian ini adalah rantai C. (Yamaguchi et al., 2007).

Langkah awal dalam pengujian molecular docking adalah melakukan validasi metode docking dengan cara men-docking-kan kembali ligan native yang sudah dipisahkan pada reseptor dengan menggunakan aplikasi Autodock Vina. Pada proses validasi docking, parameter yang dinilai adalah parameter RMSD. RMSD menunjukkan nilai penyimpangan antara konformasi ligan native sebelum docking dengan konformasi ligan native sesudah docking. Metode docking dikatakan valid jika nilai $\text{RMSD} \leq 2 \text{ \AA}$ (Cuzzolin et al., 2015). Hasil validasi (tabel 3) menunjukkan bahwa metode valid

menggunakan parameter koordinat grid box $x=27,873$; $y=13,918$; $z=58,754$ serta volume ruang $40 \times 40 \times 40$ dan spacing $0,375$.

Tabel 3. Hasil Validasi Metode Molekular Docking

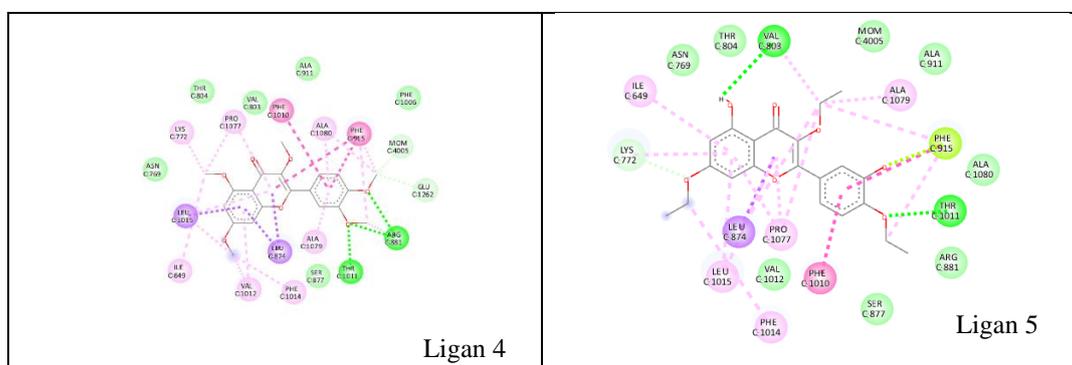
Nilai RMSD (Å)		Terikat pada Asam Amino		
Rata-Rata Hasil Pengujian	Kriteria	Sesudah Docking	Sebelum Docking	Similaritas Situs Ikatan
$1,341 \pm 0,073$ (n=3)	≤ 2	Thr1011, Arg881, Phe915, Ser877, Val1012, Leu1015, Val803, Ala1079, Mom4005, Phe1010, Ala1080, Leu874, Ser1009	Thr1011, Arg881, Phe915, Ser877, Val1012, Leu1015, Val803, Ala1079, Mom4005, Phe1010, Ala1080, Leu874	12/13 = 92,3%

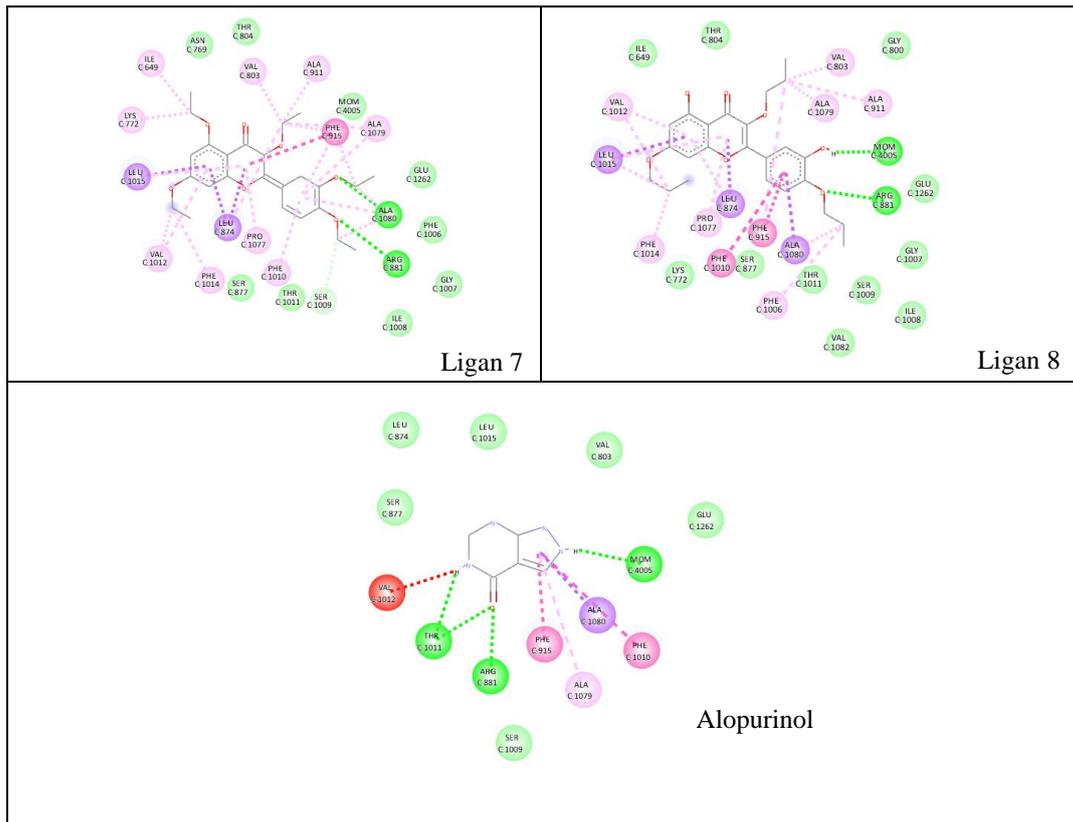
Setelah prosedur docking valid dilanjutkan pengujian molecular docking pada kuersetin dan 12 senyawa turunan alkil kuersetin sebagai ligan uji. Parameter yang dianalisis pada molekular docking adalah energi bebas Gibbs (ΔG) dan konstanta inhibisi (KI), kemiripan hasil interaksi ligan uji dan asam amino pada reseptor dengan hasil interaksi pembandingan dan asam amino pada reseptor (Joshil & Kaushik, 2021).

Tabel 4. Hasil Molekular Docking dan HKSA Senyawa Turunan Alkil Kuersetin

Kode Senyawa	Senyawa	ΔG (Kkal/mol)	KI (uM)	IC ₅₀ (µM)
5	5,3'-dihydroxy-3,7,4'-triethoxyflavone	-10,21	0,033	6,122
8	5,3'-dihydroxy-3,7,4'-tripropoxyflavone	-9,90	0,055	5,979
4	3,5,7,3',4'-pentamethoxyflavone	-9,36	0,139	4,044
7	3,5,7,3',4'-pentaethoxyflavone	-8,96	0,2692	3,983

Kode Senyawa	Senyawa	ΔG (Kkal/mol)	KI (uM)	IC ₅₀ (uM)
1	Quercetin	-8,81	0,347	12,479
	5-hydroxy-3,7,3',4'-			
3	tetramethoxyflavone	-8,81	0,348	4,903
	5-hydroxy-3,7,3',4'-			
6	tetraethoxyflavone	-8,34	0,77	4,861
	5,3'-dihydroxy-3,7,4'-			
2	trimethoxyflavone	-8,34	0,765	6,560
	5,3'-dihydroxy-3,7,4'-			
10	tributoxyflavone	-7,82	1,85	5,911
	5-hydroxy-3,7,3',4'-			
9	tetrapropoxyflavone	-6,44	18,97	4,684
	2-(3,4-dibutoxybenzoyloxy)-4-			
11	butoxy-6-hydroxybenzoic acid	-6,01	39,42	6,241
	5,3'-dihydroxy-3,7,4'-			
12	tribenzoxyflavone	+5,31		6,249
	5-hydroxy-3,7,3',4'-			
13	tetrabenzoxyflavone	+20,85		4,929
	Alopurinol	-5,88	49,38	6,576





Gambar 3. Visualisasi hasil interaksi senyawa turunan alkil kuersetin dengan reseptor xantin oksidase. (hijau cerah: ikatan hirogen, hijau pucat: interaksi van der wals, pink/ungu: interaksi hidrofobik, orange:interaksi hidrogen yang tidak diperlukan)

Berdasarkan hasil studi HKSA dan kajian docking diperoleh 4 senyawa turunan akil kuersetin dengan energi bebas ΔG , KI dan IC_{50} lebih kecil dari pembanding kuersetin yaitu senyawa 4, 5, 7, dan 8 (tabel 4). Penambahan gugus alkil pada senyawa 4, 5, 7 dan 8 kemungkinan meningkatkan interaksi hidrofobik senyawa dengan reseptor (Patrick, 2023). Interaksi ke-4 senyawa tersebut memiliki kemiripan interaksi dengan pembanding Alopurinol pada reseptor xantin oksidase. Interaksi tersebut melibatkan asam amino utama Arg881, Glu1262, dan Val803 dengan membentuk ikatan hidrogen, hidrofobik dan van der wals (Gambar 3). Residu asam amino Arg881, Glu1262, dan Val803 berperan penting dalam aktivitas katalitik enzim xantin oksidase (Yamaguchi et al., 2007). Suatu ligan uji yang memiliki kemiripan interaksi (residu asam amino) dengan pembanding dan membentuk ikatan hidrogen dengan reseptor menunjukkan bahwa ligan uji tersebut memiliki potensi kemiripan aktivitas dengan pembanding (Cosconati *et al*, 2010).

Tabel 5. Hasil prediksi Absorpsi, Distribusi, Metabolisme dan Ekskresi Senyawa 1, 4, 5, 7 dan 8.

Prediksi	Senyawa						Keterangan	
	Alo	1	4	5	7	8		
Absorpsi	Kelarutan (log mol/L)	-2,49	-3,1	-3,68	-3,56	-5,81	-4,05	Sukar Larut
	Caco2 permeabilitas (log Papp in 10 ⁻⁶ cm/s)	0,39	-0,3	1,25	0,26	1,20	0,015	Tinggi
	Absorpsi usus manusia (%)	90,77	76	95,69	88,47	96,14	91,04	Baik
	Kulit Permeabilitas (log Kp)	-2,75	-2,7	-2,75	-2,74	-2,74	-2,74	Rendah
	VDss (human) (log L/kg)	-0,14	0,1	0,075	0,498	0,392	0,466	Rendah
Distribusi	permeabilitas BBB (log BB)	-1,30	-1,4	-0,79	-0,66	-1,12	-0,70	Tidak mudah menembus sawar otak
	permeabilitas CNS (log PS)	-4,2	-3,3	-3,25	-3,26	-3,05	-3,12	Tidak mampu
Metabolisme	CYP2D6 substrat	No	No	No	No	No	No	Dimetabolisme
	CYP3A4 substrat	No	No	No	Yes	Yes	Yes	No : Tidak dimetabolisme Yes : Tidak dimetabolisme
Ekskresi	Total Klirens (log ml/min/kg)	0,56	0,5	0,76	0,83	1,07	0,52	-
	Substrat OCT2 ginjal	No	No	No	No	No	No	Tidak diserap ginjal

Keterangan :

Alo = Alopurinol

1=Kuersetin

4=3,5,7,3',4'-pentamethoxyflavone

5=5,3'-dihydroxy-3,7,4'-triethoxyflavone

7=3,5,7,3',4'-pentaethoxyflavone

8=5,3'-dihydroxy-3,7,4'-tripropoxyflavone

Hasil prediksi ADMET menunjukkan ke-4 senyawa (4, 5, 7, dan 8) memenuhi persyaratan sebagai besar parameter ADMET yang dihitung menggunakan situs website pkCSM (Tabel 5 dan 6).

Perhitungan parameter ADMET pada pkCSM merupakan prediksi perhitungan menggunakan persamaan HKSA yang dibangun dengan ratusan senyawa yang sesuai untuk masing-masing parameter pengujian (Pires et al., 2015).

Tabel 6. Hasil Prediksi Toksisitas Senyawa 1, 4, 5, 7 dan 8 dengan website pkCSM

Prediksi	Senyawa						Keterangan
	Alo	1	4	5	7	8	
AMES Toksisitas	No	No	No	No	No	No	-
Dosis toleransi maksimum (log mg/kg/day)	0,352	0,7	0,098	0,061	0,789	0,038	-
hERG I inhibitor	No	No	No	No	No	No	-
hERG II inhibitor	No	No	Yes	No	No	Yes	-
Hepatotoksik	No	No	No	No	No	No	-
Sensitisasi Kulit	No	No	No	No	No	No	-
Toksisitas T ₁ ,Pyriformis (log ug/L)	0,181	0,3	0,367	0,331	0,332	0,309	Tidak Beracun
Toksisitas Minnow (log mM)	2,744	2,0	0,88	0,425	-0,63	-1,232	< -0,3 = toksisitas akut yang tinggi

Parameter absorpsi yang dinilai adalah kelarutan (log mol/L), caco-2 permeabilitas (log Papp in 10⁻⁶ cm/s), persentase absorpsi pada usus manusia (%), permeabilitas pada kulit (log Kp) dan Ikatan protein plasma. Kelarutan senyawa dalam air (logS) ini mencerminkan kelarutan molekul dalam air pada suhu 25°C. Sel monolayer Caco-2 banyak digunakan sebagai model in vitro dari mukosa usus manusia untuk memprediksi penyerapan obat yang diberikan secara oral. Permeabilitas Caco-2 dikatakan tinggi jika mempunyai Papp > 8x10⁻⁶ cm/s. Absorpsi pada usus manusia (HIA%) adalah faktor penting untuk memprediksi penyerapan obat melalui usus halus. Senyawa dengan persentase kurang dari 30% memiliki penyerapan yang buruk. Permeabilitas kulit merupakan pertimbangan penting bagi keefektifan dan pengembangan pemberian obat transdermal. Suatu senyawa dikatakan mempunyai permeabilitas kulit yang relatif rendah jika mempunyai logKp > -2,5. Ikatan protein plasma adalah jumlah obat yang terikat pada protein plasma. Secara umum, hanya obat yang tidak terikat yang dapat berdifusi atau diangkut melintasi membran sel dan berinteraksi dengan target farmakologis. Ikatan protein plasma dengan nilai lebih dari 90% termasuk kedalam ikatan yang kuat, sedangkan ikatan protein plasma dengan nilai kurang dari 90% termasuk kedalam ikatan yang lemah. (Pires et al., 2015)

Parameter distribusi yang dinilai adalah Volume distribusi keadaan tunak (VD_{ss}), *Blood brain barrier* ($\log BB$) dan permeabilitas darah-otak ($\log PS$). Volume distribusi keadaan tunak (VD_{ss}) merupakan volume teoritis yang mengharuskan dosis total suatu obat terdistribusi secara merata untuk menghasilkan konsentrasi yang sama seperti dalam plasma darah. Semakin tinggi volume distribusi, akan berbanding lurus dengan banyaknya obat yang didistribusikan di jaringan dibandingkan plasma. Hal ini dapat dipengaruhi oleh gagal ginjal dan dehidrasi. VD_{ss} dikatakan rendah jika $< 0,71$ L/kg atau $\log VD_{ss} < -0,15$ dan dikatakan tinggi jika $> 2,81$ L/kg atau $\log VD_{ss} > 0,45$. Permeabilitas darah-otak atau *Blood brain barrier* diukur secara *in vivo* pada model hewan sebagai $\log BB$, rasio logaritmik konsentrasi obat otak terhadap plasma. Prediksi permeabilitas dengan nilai $\log BB > 0,3$ mudah melintasi sawar darah otak, sedangkan molekul dengan $\log BB < -1$ terdistribusi dengan buruk ke otak. Luas permukaan permeabilitas darah-otak ($\log PS$) adalah pengukuran yang diperoleh dari perfusi otak *in situ* dengan senyawa yang disuntikkan langsung ke arteri karotis. Senyawa dengan $\log PS > -2$ dianggap mampu menembus Sistem Saraf Pusat (SSP) sedangkan senyawa dengan $\log PS < -3$ dianggap tidak mampu menembus SSP. (Pires et al., 2015)

Parameter metabolisme yang dinilai adalah potensi senyawa untuk diproses oleh Sitokrom P450. Sitokrom P450 adalah enzim yang berfungsi dalam proses detoksifikasi di hati. Dua isoform utama yang bertanggung jawab dalam metabolisme obat adalah CYP2D6 dan CYP3A4. Senyawa yang bersifat substrat kedua isoform tersebut berpotensi untuk dimetabolisme oleh Sitokrom P450. (Pires et al., 2015).

Parameter ekskresi yang dinilai adalah total klirens dan Transporter serapan ginjal, *Organic Cation Transporter 2* (OCT2). Jumlah obat yang dieliminasi dari plasma dalam kompartemen vaskular per satuan waktu dikenal sebagai klirens obat. Klirens total merupakan gabungan dari seluruh klirens dalam tubuh. Klirens total menunjukkan pengeluaran obat dari kompartemen pusat tanpa mempertimbangkan mekanisme yang terlibat dalam proses tersebut. Transporter serapan ginjal, *Organic Cation Transporter 2* (OCT2), memiliki peran penting dalam disposisi obat dan pembersihan ginjal. Penggunaan inhibitor OCT2 dapat menyebabkan substrat OCT2 menimbulkan efek samping yang negatif. Substrat OCT2 juga memiliki potensi interaksi yang merugikan dengan inhibitor OCT2 yang diberikan bersamaan. Menilai kandidat yang berpotensi untuk diangkut dengan OCT2 memberikan informasi berguna tidak hanya mengenai klirens tetapi juga potensi kontraindikasi (Pires et al., 2015).

Parameter toksisitas yang dinilai adalah AMES test, dosis maksimum yang direkomendasikan yang dapat ditoleransi (MRTD), prediksi hERG I dan II inhibitor, nilai LD_{50} , prediksi hepatotoksik,

sensitivitas pada kulit, nilai toksisitas T. Pyriformis dan Minnow Toksisitas (log mM). Pengujian AMES Toksisitas adalah metode yang digunakan untuk menilai potensi mutagenik suatu senyawa dengan menggunakan bakteri. Senyawa yang menunjukkan hasil positif bersifat mutagenik dapat bertindak sebagai karsinogen. MRTD memberikan perkiraan terkait ambang dosis beracun dari senyawa kimia pada manusia. prediksi hERG I dan II inhibitor bertujuan untuk prediksi efek obat terhadap aritmia ventrikel fatal atau yang detak jantung yang tidak beraturan karena penghambatan saluran hERG (*Human ether-a-go-go*) menyebabkan penghambatan saluran kalium. Nilai hepatotoksik yang menunjukkan nilai toksis terhadap organ hati. Prediksi nilai Sensitisasi Kulit yang mengevaluasi apakah suatu senyawa dapat menyebabkan dermatitis atau alergi jika bersentuhan langsung dengan kulit. Pyriformis adalah bakteri protozoa yang nilai toksisitasnya sering digunakan sebagai titik akhir toksik. Senyawa dengan nilai $< -0,5 \log \mu\text{g/L}$ dianggap beracun terhadap bakteri Pyriformis. Nilai Minnow Toksisitas (log mM) yang merupakan nilai konsentrasi mematikan (LC_{50}) suatu molekul untuk menyebabkan kematian 50% dari ikan minnow. Nilai $LC_{50} < 0,5 \text{ mM}$ atau $\log LC_{50} < -0,3$ dianggap sebagai toksisitas akut yang tinggi (Pires et al., 2015).

Hasil pengujian prediksi Lipinski menunjukkan bahwa Senyawa 4, 5 dan 7 memenuhi persyaratan Lipinski (Tabel 7). Parameter ini sangat penting untuk kandidat obat yang ditujukan untuk penggunaan secara oral. Menurut aturan Lipinski, suatu senyawa dapat diberikan secara oral jika memenuhi beberapa parameter yaitu berat molekul tidak lebih besar dari 500 dalton, nilai log P tidak lebih besar dari 5, donor ikatan hidrogen tidak lebih dari 5 dan akseptor ikatan hidrogen tidak lebih dari 10 karena hal tersebut akan mempengaruhi kelarutan dan absorbsinya di dalam saluran cerna. Senyawa dengan bobot molekul > 500 dalton dan $\log P > 5$ umumnya akan sulit larut di dalam saluran cerna. Senyawa dengan donor hidrogen > 5 dan akseptor hidrogen > 10 akan sangat polar sehingga akan sulit untuk diabsorpsi. (Lipinski, 2004).

Tabel 7. Hasil Pengujian Lipinski's Rule of Five dari Senyawa 1,4,5,7, dan 8

Kode Ligan	Parameter Lipinski Rule of Five			Log P	Keterangan
	Berat Molekul (Dalton)	Donor Hidrogen	Akseptor Hidrogen		
Alopurinol	136,114	2	3	-0,354	Memenuhi syarat
1	302,24	5	7	2,24	Memenuhi Syarat
4	372,37	0	7	2,68	Memenuhi Syarat
5	386,40	2	7	3,99	Memenuhi Syarat
7	442,50	0	7	4,5	Memenuhi Syarat

Kode Ligan	Parameter <i>Lipinski Rule of Five</i>				Keterangan
	Berat Molekul (Dalton)	Donor Hidrogen	Akseptor Hidrogen	Log P	
8	428,48	2	7	5,6	Tidak Memenuhi Syarat

KESIMPULAN

Berdasarkan kajian *in silico* diperoleh 3 senyawa alkil kuersetin yang berpotensi sebagai inhibitor xanthin oksidase dengan ΔG , konstanta inhibisi dan IC_{50} lebih kecil dari kuersetin dan alopurinol, memiliki profil farmakokinetika, toksisitas dan prediksi Lipinski yang memadai. Senyawa tersebut adalah senyawa 4 (5,7,3',4'-pentametoksiflavon), senyawa 5 (5,3'-dihidroksi-3,7,4'-trietoksiflavon) dan senyawa 7 (3,5,7,3',4'-pentaetoksiflavon).

DAFTAR PUSTAKA

- Abdizadeh, R., Heidarian, E., Hadizadeh, F., & Abdizadeh, T. 2020. Investigation of pyrimidine analogues as xanthine oxidase inhibitors to treat of hyperuricemia and gout through combined QSAR techniques, molecular docking and molecular dynamics simulations. *Journal of the Taiwan Institute of Chemical Engineers*, 113(December 2021), 72–100. <https://doi.org/10.1016/j.jtice.2020.08.028>
- Anugrah, R., Suryaputra, D., Indriyati, W. 2022. Laporan Akhir Penelitian Kompetitif Unjani: Potensi Metabolit Sekunder dari Beberapa Tanaman sebagai Senyawa Penuntun dalam Pengembangan Obat Inhibitor Xanthin Oksidase secara *In-Silico*. Universitas Jenderal Achmad Yani.
- Arora, T., & Rani, K. 2022. Docking Studies of Potent Xanthine Oxidase Inhibitors-Molecules Patented and Published from 2011-2020. *Oriental Journal Of Chemistry*, 38(4), 875–883.
- Bhatshankar, S.B., Tapkir, A.S. 2023. Quantitative Structure-Activity Relationship and Group-Based Quantitative Structure-Activity Relationship : A Review. *International Journal of Pharmaceutical Sciences and Research*, 14(13), 1131-1148. DOI: 10.13040/IJPSR.0975-8232.
- Cosconati, S., Forli, S., Perryman, A. L., Harris, R., Goodsell, D. S., & Olson, A. J. 2010. Virtual screening with AutoDock: theory and practice. *Expert Opinion Drug Discovery*, 5(6), 597–607.
- Cuzzolin, A., Sturles, M., Malvacio, I., Ciancetta, A., Moro., S. 2015. DockBench: An Integrated Informatic Platform Bridging the Gap between Robuts Validation of Docking Protocols and Virtual Screening Simulations. *Molecules*. Vol. 20, 9977-9993. DOI:10.3390/molecules20069977
- James, R., Paul, B.J., 2022. Review: New and emerging therapies in gout. *Rheumatology & Autoimmunity*, 2023:3, 70-71. DOI: 10.1002/rai2.12064
- Joshil, A., Kaushik, V. 2021. Insights of Molecular Docking ini Autodock-Vina: A Practical

- Approach, *Journal of Pharmacology & Clinical Toxicology*, 9(1):1155, 1-6.
- Kim, M. et al. 2015. Synthesis of alkyl quercetin derivatives. *Journal of the Korean Society for Applied Biological Chemistry*. 58 (3):343–348.
- Lipinski, C. A. 2004. Lead- and drug-like compounds: The rule-of-five revolution. *Drug Discovery Today: Technologies*, 1(4), 337–341.
- Patrick GL. 2023. *Introduction to Medicinal Chemistry, 7th Ed*, Oxford: Oxford University Press.
- Pires, Blundell, T. L., & Ascher, D. B. 2015. pkCSM : predicting small-molecule pharmacokinetic properties using graph-based signatures (Theory- How to Enterpret pkCSM Result). *PKCSM*, 4. <http://biosig.unimelb.edu.au/pkcsm/theory>
- Rohmat, M. L. H., & Herdyastuti, N. 2021. Review Artikel: Isolasi Dan Pengukuran Aktivitas Enzim Xantin Oksidase. *Unesa Journal of Chemistry*, 10(1), 96–108.
- Siswandono. 2016. *Kimia Medisinal Edisi Kedua*. Surabaya: Airlangga University Press, Hal 447-453.
- Trott O, Olson AJ. 2010. AutoDock Vina: Improving The Speed and Accuracy of Docking with a New Scoring Function, Efficient Optimization and Multithreading. *Journal of Computational Chemistry*, 3; 455-461.
- Yamaguchi, Y., Matsumura, T., Ichida, K., Okamoto, K., & Nishino, T. 2007. Human xanthine oxidase changes its substrate specificity to aldehyde oxidase type upon mutation of amino acid residues in the active site: Roles of active site residues in binding and activation of purine substrate. *Journal of Biochemistry*, 141(4), 513–524. <https://doi.org/10.1093/jb/mvm053>
- Yang, D., Wang, T., Long, M., & Li, P. 2020. Quercetin: Its Main Pharmacological Activity and Potential Application in Clinical Medicine. *Oxidative Medicine and Cellular Longevity*, 2020.

EDUKASI HUBUNGAN NEUROANATOMI, KESEHATAN MENTAL DAN PRILAKU SEKSUAL PADA REMAJA DI KOTA SERANG BANTEN

**Indarti Trimurtini, Fransiska Ambarukmi P, Wendra, Hindun Saadah,
Agung Hermawanto, Hendri Priyadi**

Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani

indar_asoparie@yahoo.com

ABSTRAK

Masa remaja adalah fase transisi yang penuh dengan tantangan dan ketidakpastian. Remaja mengalami perubahan fisik, emosional, dan sosial yang dapat berdampak besar pada perilaku seksual mereka. Perilaku seksual pada remaja dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pengetahuan, kebudayaan, media massa, dan pengalaman pribadi. Dampak dari perilaku seksual pranikah dapat berdampak secara psikologis terhadap kesehatan mental, fisiologis, dan sosial. Oleh karena itu, penting bagi remaja untuk memahami dan memilah informasi tentang seksualitas dengan baik serta mendapatkan pendidikan seks yang sehat. Tujuan dari edukasi remaja ini adalah untuk memberikan informasi berguna kepada para remaja mengenai seksualitas manusia dan korelasi sarafnya. Edukasi tentang Perilaku Seksual, Kesehatan Mental Dan Kesehatan Reproduksi Remaja di Nurul Fikri Boarding School Serang (NFBS) Kota Serang Banten. Kegiatan dihadiri oleh sebanyak 84 siswa dan siswi NFBS yang diberikan materi 1 dan materi 2 berkaitan dengan neuroanatomi dan perilaku. Selanjutnya siswa diberikan kuesioner untuk menilai pemahaman terhadap materi yang diberikan. Hasil pengolahan data menunjukkan 57 siswa memiliki nilai yang baik dan 27 memperoleh nilai cukup untuk materi 1. Sebanyak 50 siswa memiliki nilai baik dan 34 siswa memperoleh nilai cukup untuk materi 2. Dapat disimpulkan bahwa edukasi yang diberikan dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang neuroanatomi dan gangguan perilaku pada remaja.

Kata Kunci : Kesehatan mental, neuroanatomi, prilaku seksual, remaja

PENDAHULUAN

Respons seksual adalah kondisi fisiologis utama yang ditemukan di seluruh spesies. Studi tentang seksualitas pada hewan adalah topik kompleks yang dapat didekati dari berbagai sudut pandang, mengingat studi ini bergantung pada interaksi antara faktor saraf, endokrin, dan genetik. Pada manusia, perilaku seksual dipengaruhi oleh lingkungan budaya yang memerlukan adaptasi perilaku dinamis. Oleh karena itu, interaksi multisistem diperlukan untuk menjamin fitur dan fungsi yang lebih kompleks yang khas pada manusia. Struktur saraf yang terlibat dalam perilaku seksual terletak di seluruh sistem saraf, baik di bagian pusat maupun perifer. Deteksi rangsangan seksual multimodal melibatkan pemrosesan sensorik yang menyatu dengan pengalaman untuk memicu respons otonom dan motorik yang tepat di bawah kendali kognitif yang luar biasa. Sampai saat ini, meskipun mekanisme saraf yang mendasari hasrat, gairah, dan orgasme sama pada pria dan wanita, namun respons seksual berbeda antar gender.

Perbedaan sikap seksual antara pria dan wanita dapat disebabkan oleh substrat anatomi dimorfik yang terletak di sistem genital dan saraf serta profil hormonal yang berbeda. Namun, meskipun beberapa penelitian neuroimaging telah memberikan pencerahan baru tentang mekanisme yang mendasari perilaku seksual pada manusia, masih ada beberapa bagian dari teka-teki yang belum terpecahkan. Hasrat seksual umumnya didefinisikan sebagai adanya pemikiran, fantasi, dan motivasi seksual untuk melakukan perilaku seksual sebagai respons terhadap isyarat internal dan eksternal yang relevan. Hal ini selanjutnya dipengaruhi oleh banyak faktor seperti sikap, peluang dan/atau ketersediaan pasangan, suasana hati, dan kesehatan. Perilaku seksual bergantung pada pengolahan rangsangan seksual, yang memungkinkan individu memasuki siklus seksual manusia. Dari sudut pandang evolusi, ini adalah perilaku mendasar, karena mendukung interaksi yang bertujuan untuk reproduksi, yang sangat penting untuk adaptasi biologis dan pelestarian spesies. Namun, dampak seks dalam kehidupan manusia sehari-hari berada di luar tujuan dasar dari hal tersebut. Selama berabad-abad, beberapa bukti telah menegaskan bahwa aktivitas seksual yang teratur berdampak positif pada kesehatan fisik dan psikis. Oleh karena itu, penting bagi dokter dan profesional kesehatan lainnya untuk mendapatkan informasi terkini tentang mekanisme saraf yang mendasari perilaku seksual. Perilaku seksual pada manusia harus dipahami sebagai dorongan mencari kesenangan yang dapat dikontrol dengan cara yang sesuai konteks di bawah pengaruh faktor budaya seperti moral dan etika.

Masa remaja adalah fase transisi yang penuh dengan tantangan dan ketidakpastian. Remaja mengalami perubahan fisik, emosional, dan sosial yang dapat berdampak besar pada perilaku seksual mereka. Perilaku seksual pada remaja dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti pengetahuan,

kebudayaan, media massa, dan pengalaman pribadi. Perilaku seksual pranikah dapat berdampak secara psikologis terhadap kesehatan mental, fisiologis, dan sosial. Oleh karena itu, penting bagi remaja untuk memahami dan memilah informasi tentang seksualitas dengan baik serta mendapatkan pendidikan seks yang sehat. Pendidikan seks dapat membantu remaja membuat keputusan yang bijak dan bertanggung jawab mengenai perilaku seksual mereka, serta menghindari risiko yang merugikan.

Tujuan dari tinjauan pelingkupan ini adalah untuk memberikan informasi berguna kepada para remaja mengenai seksualitas manusia dan korelasi sarafnya agar dapat mengelola dirinya dengan lebih baik. Pemahaman yang lebih baik tentang perilaku seksual manusia dapat menawarkan perspektif umum mengenai (a) bagaimana otak bekerja untuk menghasilkan perilaku seksual dalam kehidupan sehari-hari bagi mereka dengan baik, (b) bagaimana otak gagal pada mereka yang kurang beruntung, dan (c) kebiasaan yang lebih baik untuk meningkatkan kualitas hidup.

Perilaku seksual pranikah adalah aktivitas atau perilaku seksual yang melibatkan dua orang yang saling menyukai atau mencintai dan dilakukan sebelum menikah. Perilaku seks pranikah di kalangan remaja di Kota Serang sebagian besar dilakukan namun tidak secara terang-terangan di tempat-tempat tertentu seperti kos-kosan yang ada di Kota Serang. Faktor-faktor yang menyebabkan perilaku seks pranikah adalah hubungan dengan orang tua, pendidikan agama dalam keluarga, teman sebaya, dan teknologi. Alternatif bimbingan dan konseling yang dapat diberikan oleh konselor adalah layanan konseling dengan pendekatan Behavioral. Tujuan kegiatan ini adalah untuk memberikan edukasi perilaku seks pranikah di kalangan remaja yang dikelompokkan di Kota Serang, untuk memberikan alternatif solusi untuk menanggulangi perilaku seks pranikah pada remaja di Kota Serang.

METODE KEGIATAN

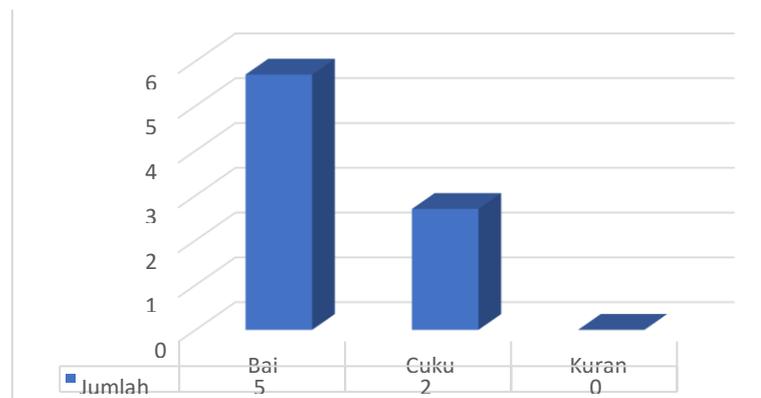
Edukasi Tentang Neuroanatomi, Perilaku Seksual, Kesehatan Mental Dan Kesehatan Reproduksi pada remaja di Kota Serang Banten akan melibatkan pemangku kebijakan di Lingkungan Kampus Unjani yang diharapkan dapat mendukung program pembangunan SDM dan pembinaan remaja di Kota Serang. Masalah prioritas yang akan ditangani dalam program ini disusun bersama antara tim pengusul dan pimpinan fakultas. Pelaksanaan program ini dilakukan bulan Agustus 2024 dengan melibatkan dosen, tenaga kependidikan dan mahasiswa. Tahap persiapan dilakukan antara lain dengan menyusun materi tentang Perbedaan Struktur dan Fungsi Otak Pria dan Wanita dan Gangguan Perilaku Sebagai Dampak Kerusakan Pre Frontal Cortex (PFC). Edukasi diberikan selama 30-45 menit, kemudian dilanjutkan dengan diskusi dan tanya jawab selama 15-20 menit. Pada tahap akhir kegiatan dilakukan penilaian kepada masing-masing peserta sebagai evaluasi keberhasilan program

edukasi. Kegiatan didampingi oleh guru Pembina dan materi disampaikan oleh narasumber yang dibantu oleh mahasiswa.

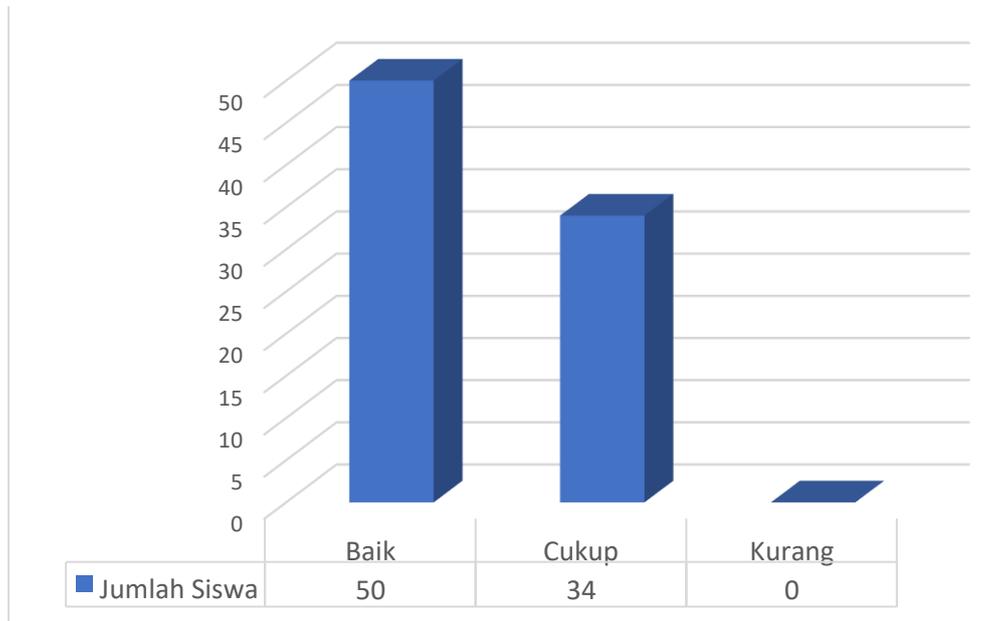
HASIL KEGIATAN

Hasil evaluasi menggunakan kuesioner kepada 84 orang siswa terhadap materi mengenai “Perbedaan Struktur dan fungsi Otak Pria dan Wanita”, terdapat 57 orang di antaranya mampu mendapatkan skor di atas 80 yang masuk dalam katagori baik, 27 orang dengan skor antara 60-80 yang masuk dalam katagori cukup dan tidak ada yang mendapat nilai di bawah 60 (Gambar 1). Hasil evaluasi menggunakan kuesioner kepada 84 orang siswa terhadap materi tentang “Gangguan

Perilaku Sebagai Dampak Kerusakan Pre Frontal Cortex (PFC)”, terdapat 50 orang di antaranya mampu mendapatkan skor di atas 80 yang masuk dalam katagori baik, 34 orang dengan skor antara 60-80 yang masuk dalam katagori cukup dan tidak ada yang mendapat nilai di bawah 60 (Gambar 2). Hal ini menunjukkan bahwa edukasi yang diberikan dapat meningkatkan pemahaman siswa tentang neuroanatomi dan gangguan perilaku pada remaja.



Gambar 1. Gambaran Pengetahuan Siswa Tentang Perbedaan Struktur dan Fungsi Otak Pria dan Wanita



Gambar 4.2. Gambaran Pengetahuan Siswa Tentang Gangguan Perilaku Sebagai Dampak Kerusakan Pre Frontal Cortex (PFC)

Anak remaja sangat rentan terhadap masalah perilaku seksual dan kesehatan reproduksi. Meskipun tanggung jawab utama kesehatan dan keselamatan anak remaja masih berada di tangan orang tua, sekolah dapat berperan dalam mengembangkan perilaku seksual yang baik dan pengetahuan kesehatan reproduksi sejak dini. Hal ini dikarenakan siswa biasanya patuh pada aturan dan perintah guru. Oleh karena itu siswa sekolah harus dipaparkan pengetahuan yang benar tentang perilaku seksual dan kesehatan reproduksi yang benar. Pembiasaan ini diharapkan mampu membangun karakter dan perilaku peduli kesehatan dan keselamatan diri serta lingkungan, sehingga diharapkan mampu menularkan kemampuannya kepada orang-orang di sekitarnya. Pada akhirnya berdampak pada peningkatan kualitas masyarakat. Pendidikan dan pelatihan meningkatkan pengetahuan masyarakat tentang kesehatan reproduksi. Pelatihan memiliki efektivitas dalam meningkatkan kinerja peserta. Memberikan informasi tentang kesehatan reproduksi dan perilaku seksual merupakan bagian penting dari upaya peningkatan kesehatan pada remaja.

KESIMPULAN

Edukasi dapat meningkatkan pengetahuan dan pemahaman mengenai Neuroanatomi dan gangguan perilaku pada remaja di Serang Banten.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriyanti E, Oktarina E, Fernandes F. 2018. Upaya Pencegahan Risiko Lgbt Pada Remaja Sma. *Warta Pengabdian Andalas* Vol 25 No. 2. p 1-9
- Andrian, R., Suhrawardi, & Hapisah. (2022). Hubungan tingkat pengetahuan dan sikap remajadengan perilaku seksual pranikah . *Jurnal Inovasi Penelitian*, 2(10), 3441–3446.
- Asra YK, Shofiah V. 2018. Pengaruh Psikoedukasi LGBT (Lesbian, Gay, Biseksual Dan Transgender) Terhadap Peningkatan Pengetahuan Remaja Tentang LGBT. *Jurnal Ilmu Psikologi*. Vol 8 No. 1. p 1-16
- Azhari NK, Susanti H, Susanti IY. 2019. Persepsi Gay Terhadap Penyebab Homoseksual. *Jurnal Keperawatan Jiwa*. Vol 7 No. 1. p 1-6
- Garofalo R, Wolf RC, Wissow LS, Woods ER, Goodman E. 1999. Sexual Orientation And Risk Of Suicide Attempts Among A Representative Sample Of Youth. *Arch Pediatr Adolesc Med*. 1999;153(5). p 487-93
- Hardisman, Firdawati, Sulrieni IN . 2018. Model Determinan Perilaku “Lelaki Seks Lelaki” Di Kota Padang, Sumatera Barat. *Jurnal Kesehatan Andalas*. 7(3). p 30213
- Hawari, D. (2009). Pendekatan Psikoreligi Pada Homoseksual. Jakarta: Balai Penerbit FKUI
- Jorn AF, Korten AE, Rodger B, Jaconb PA and Christensen H. 2002. Sexual Orientation And Mental Health Results From A Community Survey Of Young And Middle-Aged Adults. *British Journal Of Psychiatry*. 2002;180. p 423-7
- Nurhayati, T. (2015). Perkembangan perilaku psikososial pada masa pubertas. *Jurnal Pendidikan Sosial Dan Ekonomi* , 4(1).
- Nurhayati T, Rosaria YW. 2017. Faktor-Faktor Yang Berhubungan Dengan Orientasi Seksual Pada Remaja. *Jurnal ilmiah Bidan* Vol II No. 3. p 22-31
- Ramdhani, M. S., & Asfari, N. A. B. (2023b). Pornografi pada Remaja: Faktor Penyebab dan Dampaknya. *Flourishing Journal*, 2(8), 553–558. <https://doi.org/10.17977/um070v2i82022p553-558>
- Rinta, L. (2015). Pendidikan seksual dalam membentuk perilaku seksual positif pada remaja dan implikasinya terhadap ketahanan psikologi remaja. *Jurnal Ketahanan Nasional*, 21(3), 163–174.
- Rivai M. 2018. Gambaran Faktor-Faktor Penyebab Seseorang Menjadi Homoseksual Pada Laki-Laki. *Journal of Nursing Science*. Vol 7 No. 2. p 31-40
- Rohmadina, F. A., Egi, M., Khansa, N., & Yulianto, A. (2020). Perbedaan perilaku seksual

pranikahantara remaja pengguna internet tinggi dan remaja pengguna internet rendah di Tangerang Selatan (Vol. 1).

Yulianto, A. (2020). Pengujian psikometri skala Guttman untuk mengukur perilaku seksual padaremaja berpacaran. *Jurnal Psikologi: Media Ilmiah Psikologi*, 18(1), 38–48

Yurni. 2016. Gambaran Perilaku Seksual Dan Orientasi Seksual Mahasiswa Di Kota Jambi. *Jurnal Ilmiah Digdaya* Vol. 6 No. 2. p 87-94

Yusnita V, Hardisman, Abdiana. 2019. Analisis Perilaku Seksual Beresiko Dan Kejadian HIV Pada LSL. *Jurnal Kesehatan*. Vol 10. No. 3. p 190-9

\

INTERAKSI BAHAN AKTIF SAUSSUREA COSTUS DENGAN PROTEIN TERKAIT NAFLD SECARA INSILICO

Fransiska Ambarukmi P, Odih Fahruzi, Kiki Puspitasari

Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani

ambarukmifransiska@gmail.com

ABSTRAK

*Non alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) adalah masalah kesehatan yang sedang berkembang tetapi belum ada obat yang menjadi standar untuk pengobatannya. Gut-liver aksis memainkan peranan dalam pathogenesis steatohepatitis nonalkohol (NASH), dan peningkatan permeabilitas usus yang menyebabkan transfer endotoksin ke hati, yang mengaktifkan system imun, yang pada akhirnya menyebabkan peradangan hati. Meskipun penelitian telah diarahkan pada NAFLD dalam beberapa dekade terakhir, perubahan patofisiologis pada inisiasi dan perkembangan NAFLD masih belum sepenuhnya dipahami, dan target terapeutiknya masih terbatas. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahan bioaktif *S. costus* yang dapat berinteraksi dengan protein-protein terkait NAFLD. Bahan bioaktif *S. Costus* dan target terkait NAFLD diperoleh dari database SwissADME. Pengayaan ontologi gen (GO) dan Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) dilakukan untuk memperkaya fungsi dan jalur molekuler target umum. Database STRING digunakan untuk membangun interaksi protein-protein. Terdapat sebanyak 188 bahan aktif dalam *S. costus* dan 752 protein target yang terkait dengan NAFLD.*

Kata Kunci :NAFLD, Insilico, S.costus

PENDAHULUAN

Perlemakan hati nonalkoholik (NAFLD) merupakan penyebab utama penyakit hati dan rujukan untuk transplantasi hati di seluruh dunia. Secara histologis, NAFLD mencakup spektrum kelainan patologis yang ditandai dengan akumulasi lemak makro-vesikuler (steatosis, NAFL) dengan atau tanpa cedera hepatoseluler dan/atau inflamasi (steato-hepatitis non-alkoholik (NASH)) dan tingkat fibrosis yang bervariasi hingga sirosis. Diperkirakan prevalensi NAFLD berkisar antara 19-46% dengan

kisaran yang lebih tinggi di antara mereka yang memiliki faktor metabolik, yaitu diabetes melitus tipe-2 (T2DM) dan obesitas. Perkembangan dan perkembangan perlemakan hati menjadi NAFLD dengan fibrosis dan/atau NASH sekarang sedang dijelaskan dengan hipotesis multi-hit, di mana sejumlah besar faktor diet, lingkungan, dan genetik berkontribusi pada penyakit ini bersamaan dengan memburuknya resistensi insulin. Elemen-elemen diet, baik dalam hal asupan kalori secara keseluruhan maupun pola diet tertentu, dapat berkontribusi terhadap perkembangan NAFLD. (Chalasan et al., 2017; Setiono et al., 2022).

Tatalaksana NAFLD membutuhkan pemantauan jangka panjang. Terapi suportif dilakukan bagi penderita obesitas dan modifikasi gaya hidup. Terapi farmakologis hanya diberikan bagi penderita yang belum mengalami perbaikan, dan hasilnya pun belum tentu memuaskan. Berbagai penelitian telah banyak dilakukan untuk dapat menemukan terapi yang paling efektif dalam penanganan NAFLD antara lain potensi bahan alam yang berperan sebagai pencegahan penyakit hati (Beiriger et al., 2023; Byrne & Targher, 2020). Upaya pencegahan penyakit hati banyak dilakukan dengan memanfaatkan berbagai bahan alam. Salah satu bahan alam yang telah digunakan oleh masyarakat sebagai pengobatan alternatif adalah *S. costus* yang telah terbukti memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antihepatotoksik, anti inflamasi dan immunostimulan secara *in vivo* maupun *in vitro*. (Barghchi et al., 2023; Karamalakova et al., 2019; Krishna Dutta Tejaswi & Govinda, 2018; Tejaswi et al., 2018).

S. costus mengandung senyawa aktif utama berupa terpena, antrakuinon, alkaloid dan flavonoid. Bahan aktif utama pada *S. costus* adalah sesquiterpene lactones yang memiliki sifat antitumor dan antiinflamasi seperti costunolide, dihydrocostunolide lactone, 12-methoxydihydrocostunolide, dihydrocostus lactone, asam betulinic, methyl ester, cynaropicrin, reynosin, santamarine, dan lainnya (Al-Attas et al., 2015; Nadda et al., 2020; Rao Vadaparathi et al., 2015). Akar kering tanaman ini digunakan dalam pengobatan Unani sebagai bentuk bubuk dan untuk pengobatan penyakit, seperti asma, nyeri sendi, disentri, penyakit kulit, penyakit neurologis, penyakit hati, parasit usus, dan lainnya. *S. costus* memiliki sifat anti-kanker, antivirus, anti-arthritik, anti-inflamasi, anti-ulkus, anti-kejang, dan hepatoprotektif yang telah terbukti secara *in-vivo* dan *in-vitro* (Nadda et al., 2020; Shati et al., 2020). Cynaropicrin memiliki efek imunomodulator pada pelepasan sitokin, efek immunosupresif dan produksi NO. Costunolide menghambat cytokine-induced neutrophil chemotactic factor (CINC), produksi TNF- α dan IL-6, serta menghambat aktivasi NF κ B yang merupakan salah satu regulator transkripsi ekspresi gen proinflamasi, dengan memblokir fosforilasi inhibitor of kappa B alpha (I κ B α) pada sel RAW264.7 yang distimulasi LPS (Kim & Choi, 2019).

Interaksi senyawa aktif yang terkandung pada *S. costus* terhadap protein terkait NAFLD ini belum

diteliti secara pasti. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk untuk mengidentifikasi bahan bioaktif *S. costus* yang berefek pada protein-protein terkait NAFLD, guna mencari potensi target terapi NAFLD secara farmakologikal networking.

METODE PENELITIAN

Berbagai database jaringan dicari untuk mengidentifikasi bahan bioaktif *S. costus* dan mengidentifikasi target terkait NAFLD. Pengayaan Gen Ontology (GO) dan Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) dilakukan untuk memperkaya fungsi dan jalur molekuler dari target umum dan database STRING digunakan untuk membangun protein-protein interaction (PPI) network (Xu et al.,

2021). Parameter lisan ketersediaan hayati (OB) $\geq 30\%$ dan kemiripan obat (DL) $\geq 0,18$ adalah ditetapkan sebagai ambang batas untuk mengidentifikasi potensi bahan bioaktif *S. costus*. Untuk mendapatkan informasi komprehensif tentang bahan bioaktif, perlu ditinjau literatur terkini dan standar internasional yang relevan. Costunolide dan dehydrocostuslactone diperoleh dengan mengkonstruksi ulang struktur tiga dimensi menggunakan Canonical SMILES yang tersedia di database PubChem (Abdulqahar & Hussein, 2023; Xu et al., 2021). Target yang sesuai dari bahan bioaktif *S. costus* dikumpulkan dari database Swiss Target Prediction (<http://www.swisstargetprediction.ch/>). Basis data GeneCards (<http://www.genecards.org/>) dan basis data DisGeNET (<https://www.disgenet.org/>) dicari menggunakan istilah "NAFLD" atau non alcoholic fatty liver disease (UMLS CUI: C0400966) untuk mengidentifikasi target terapi potensial NAFLD (Abdulqahar & Hussein, 2023; Xu et al., 2021). Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioinformatika, Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Sebanyak 188 target yang sesuai dari bahan bioaktif *S. costus* diekstraksi dari database Swiss Target Prediction. Sebanyak 752 target terkait NAFLD database DisGeNet dan database Genecards. Setelah penyaringan manual, target umum bahan bioaktif *S. costus* dan terkait NAFLD dibatasi hingga 52 seperti yang ditunjukkan pada Diagram Venn Gambar 1. Informasi lebih rinci dari 52 target umum tercantum dalam Tabel 1. (Devillers & Devillers, 2024; National Center for Biotechnology Information, 2024b, 2024a; Toda et al., 2017).



Gambar 1. Diagram Venn Target *S. costus* pada NAFLD

Meskipun beberapa dekade penelitian NAFLD telah menghasilkan kemajuan ilmiah besar dalam patogenesis dan target terapeutik, obat yang efektif saat ini sedang dalam pengembangan klinis. Tantangan utamanya adalah bahwa kemanjuran satu target terbatas karena patogenesis dan perkembangan NAFLD melibatkan beberapa jalur patogen, seperti resistensi insulin, lipotoksisitas, stres oksidatif, perubahan fungsi kekebalan / sitokin / mitokondria, dan apoptosis. Dalam penelitian saat ini, kemungkinan jalur pensinyalan Intervensi *S. costus* pada NAFLD dianalisis sesuai hasil yang diperoleh dari analisis GO, KEGG, dan PPI. Hasil pengayaan GO menunjukkan bahwa *S. Costus* dapat mengganggu stres oksidatif dan aktivitas reseptor nuklir dalam pengobatan NAFLD. Hasil pengayaan KEGG menunjukkan beberapa jalur pensinyalan, termasuk jalur pensinyalan TNF, NF-kappa B, IL-1 β , dan jalur pensinyalan terkait antiinflamasi lainnya yang terlibat dalam pengobatan NAFLD dengan menggunakan *S. costus*. Mengingat hasil yang tidak konsisten dari pengayaan KEGG dan PPI, perlu untuk menganalisis secara sistematis target dan jalur pensinyalan *S. costus* dalam pengobatan NAFLD. Mempertimbangkan bahwa hasil stres oksidatif dan aktivitas reseptor nuklir dari pengayaan GO, 52 target umum dievaluasi ulang, di mana NFE2L2 (Nrf2) telah menarik perhatian yang cukup besar. Nrf2 adalah faktor transkripsi yang mengatur ekspresi beberapa gen anti-oksidan. Studi sebelumnya menunjukkan bahwa enzim antioksidan Nrf2-antioxidant response element (ARE) memainkan peran mekanistik sentral dalam regulasi sistem antioksidan kompleks dalam tubuh manusia dan merupakan simpul kunci dalam beberapa jalur pensinyalan, termasuk STAT1 (Xu et al., 2021).

Tabel 1. Target Umum Bioaktif *S. costus* dengan Protein Terkait NAFLD

APP	GCGR	PRKCE	PTPN11
ALDH1B1	SLC2A1	LOXL2	PTPN1
ALDH2	HDAC1	MET	RAF1

GFER	HDAC9	MIF	RXRA
AR	HDAC8	MMP1	SIK2
SERPINA6	HMGCR	MMP2	SIRT5
HSPD1	HNF4A	MMP9	STAT1
CYP1A1	HSP90AA1	ABCC2	TAOK1
CYP2A6	IL1B	NFE2L2	RELA
CREB1	JUN	NFKB1	F3
EP300	KCNMA1	PLA2G4A	TLR9
EPAS1	KCNQ3	PTGS2	TNFRSF1A
EGFR	CAMKK2	ALPL	XBP1

Dalam kondisi fisiologis normal, protein terkait represor Nrf2, berikatan dengan Nrf2 untuk membentuk kompleks dan tinggal di sitoplasma. Namun, di bawah stimulasi dengan sinyal kimia oksidatif dan elektrofilik, Nrf2 dilepaskan dan dipindahkan ke nukleus, di mana ia mengikat ke ARE. Hal ini dapat disimpulkan bahwa *S. Costus* dapat berperan dalam pengobatan NAFLD dengan mengintervensi ekspresi Nrf2. *S. costus* mengurangi steatohepatitis non-alkohol dengan menekan jalur NF-kappa B dan mengaktifkan jalur Nrf2. Dalam tampilan dari pertimbangan di atas, Nrf2 diidentifikasi sebagai gen target utama dari jalur pensinyalan yang dapat dievaluasi lebih lanjut secara *in vivo* (Xu et al., 2021). Costunolide meniadakan aktivasi NF- κ B melalui blokade fosforilasi I κ B α dalam sel RAW264.7 yang dirangsang lipopolisakarida (LPS), sehingga mengurangi ekspresi penanda proinflamasi, seperti sintase oksida nitrat yang diinduksi (iNOS), dan produksi oksida nitrat (NO) (Fahad Jubayer et al., 2020; Kim & Choi, 2019; Yan et al., 2019) . Chen et al. juga menunjukkan bahwa pengobatan dengan costunolide menghambat ekspresi produksi iNOS, cyclooxygenase-2 (COX-2), TNF- α , dan 5-fluorouracil (5FU) yang diinduksi pada model tikus dengan mukositis usus, dengan cara memblokir aktivasi NF- κ B (Chen et al., 2016).

Costunolide dan dehydrocostuslactone merupakan senyawa aktif *S. costus* menunjukkan nilai yang baik sebagai anti-inflamasi dan inhibitor faktor transkripsi NF- κ B. Stres oksidatif akibat ketidakseimbangan redoks menyebabkan banyak penyakit termasuk fatty liver. Studi yang mempelajari aktivitas antioksidan costunolide pada model tikus diabetes yang diinduksi streptozotocin (STZ), menunjukkan penurunan kadar glutathione (GSH) di otak, jantung, hati, pankreas, dan ginjal (Flieger et al., 2021; Rahman et al., 2023; Santos-Sánchez et al., n.d.). Pemberian secara oral costunolide dapat mengembalikan kadar GSH dalam jaringan-jaringan tersebut. Peningkatan kadar

GSH dapat meningkatkan kadar enzim seperti glutathione peroxidase (GPx) dan glutathione-S-transferase (GST), sehingga mengurangi kerusakan jaringan. (Kim & Choi, 2019). Costunolide juga menurunkan laju peroksidasi lipid dan meningkatkan aktivitas SOD, katalase, dan GPx dalam sel. (Kim & Choi, 2019; Rao Vadaparathi et al., 2015; Yan et al., 2019). Hal ini membuktikan efek *S. costus* sebagai antioksidan.

Costunolide mengurangi fosforilasi STAT1 dan STAT3 dalam keratinosit manusia yang diinduksi IL-22 atau IFN- γ . Costunolide menunjukkan efek antiinflamasi yang dibuktikan dengan perbaikan tukak lambung yang diinduksi etanol pada tikus. Costunolide menekan aktivasi dan/atau induksi NF- κ B, TNF- α , dan menghambat protein interleukin (IL)-1 β dan ekspresi mRNA dalam sel RAW264.7 yang dirangsang LPS dengan memblokir aktivitas transkripsi protein aktivator (AP1) melalui penurunan regulasi fosforilasi protein kinase yang diaktifkan mitogen (MAPK) (Kim & Choi, 2019; Rao Vadaparathi et al., 2015; Yan et al., 2019). Hasil analisis interaksi protein-protein ini menunjukkan potensi *S. Costus* pada NAFLD.

KESIMPULAN

Terdapat 52 target umum bahan bioaktif *S. Costus* dengan protein terkait NAFLD yang menunjukkan potensinya sebagai kandidat terapi NAFLD.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulqahar, F. W., & Hussein, F. F. (2023). In-Silico Anti-SARS-CoV-2 Activity of Different Bioactives Green-Extracted from the Medicinal Plant *Saussurea lappa* Clarck. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1262(5). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1262/5/052014>
- Al-Attas, A. A. M., El-Shaer, N. S., Mohamed, G. A., Ibrahim, S. R. M., & Esmat, A. (2015). Anti-inflammatory sesquiterpenes from *Costus speciosus* rhizomes. *Journal of Ethnopharmacology*, 176, 365–374. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.11.026>
- Barghchi, H., Milkarizi, N., Belyani, S., Norouzian Ostad, A., Askari, V. R., Rajabzadeh, F., Goshayeshi, L., Ghelichi Kheyraadi, S. Y., Razavidarmian, M., Dehnavi, Z., Sobhani, S. R., & Nematy, M. (2023). Pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extract ameliorates metabolic syndrome risk factors in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized double-blind clinical trial. *Nutrition Journal*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12937-02300869-2>

- Beiriger, J., Chauhan, K., Khan, A., Shahzad, T., Parra, N. S., Zhang, P., Chen, S., Nguyen, A., Yan, B., Bruckbauer, J., & Halegoua-DeMarzio, D. (2023). Advancements in Understanding and Treating NAFLD: A Comprehensive Review of Metabolic-Associated Fatty Liver Disease and Emerging Therapies. In *Livers* (Vol. 3, Issue 4, pp. 637–656). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/livers3040042>
- Byrne, C. D., & Targher, G. (2020). What's new in NAFLD pathogenesis, biomarkers and treatment? *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, *17*(2), 70–71. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0239-2>
- Chalasan, N., Younossi, Z., Lavine, J. E., Charlton, M., Cusi, K., Rinella, M., Harrison, S. A., Brunt, E. M., & Sanyal, A. J. (2017). *The Diagnosis and Management of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: Practice Guidance From the American Association for the Study of Liver Diseases*. <https://doi.org/10.1002/hep.29367/supinfo>
- Chen, Y., Zheng, H., Zhang, J., Wang, L., Jin, Z., & Gao, W. (2016). Reparative activity of costunolide and dehydrocostus in a mouse model of 5-fluorouracil-induced intestinal mucositis. *RSC Advances*, *6*(7), 5249–5258. <https://doi.org/10.1039/C5RA22371G>
- Devillers, J., & Devillers, H. (2024). Structure–Activity Relationship (SAR) Modeling of Mosquito Repellents: Deciphering the Importance of the 1Octanol/Water Partition Coefficient on the Prediction Results. *Applied Sciences (Switzerland)*, *14*(13). <https://doi.org/10.3390/app14135366>
- Fahad Jubayer, M., Shahidullah Kayshar, M., Anisur Rahman Mazumder, M., Sabrina Akter, S., & Fahad Jubayer Assistant Professor, M. (2020). *A review on five medicinal plants considering the therapeutic potentials in the management of COVID-19*. [https://doi.org/DOI: 10.31219/osf.io/ekf8n](https://doi.org/DOI:10.31219/osf.io/ekf8n)
- Flieger, J., Flieger, W., Baj, J., & Maciejewski, R. (2021). Antioxidants: Classification, natural sources, activity/capacity measurements, and usefulness for the synthesis of nanoparticles. In *Materials* (Vol. 14, Issue 15). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ma14154135>
- Karamalakova, Y. D., Nikolova, G. D., Georgiev, T. K., Gadjeva, V. G., & Tolekova, A. N. (2019). Hepatoprotective properties of *Curcuma longa* L. extract in bleomycin-induced chronic hepatotoxicity. *Drug Discoveries & Therapeutics*, *13*(1), 9–16. <https://doi.org/10.5582/ddt.2018.01081>
- Kim, D. Y., & Choi, B. Y. (2019). Costunolide—A Bioactive Sesquiterpene Lactone with Diverse Therapeutic Potential. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(12), 2926.

<https://doi.org/10.3390/ijms20122926>

Krishna Dutta Tejaswi, J., & Govinda, R. R. (2018). Juluri Krishna Dutta Tejaswi, Biological Evaluation Of Saussurea Lappa Root Extract For Analgesic And Anti-Inflammatory Activity. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, 6(4), 35–38. <https://doi.org/10.22270/ajprd.v6.i4.378>

Nadda, R. K., Ali, A., Goyal, R. C., Khosla, P. K., & Goyal, R. (2020). Aucklandia costus (Syn. Saussurea costus): Ethnopharmacology of an endangered medicinal plant of the himalayan region. In *Journal of Ethnopharmacology* (Vol. 263). Elsevier Ireland Ltd. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113199>

National Center for Biotechnology Information. (2024a, November 22). *PubChem Compound Summary for CID 73174, Dehydrocostus lactone*.

National Center for Biotechnology Information. (2024b, November 22). *PubChem Substance Record for SID 135029944, Costunolide*.

Rahman, M. A., Hasan, N. A. H. M., Mondal, M., Uddin, M., Wahed, T. B., & Alam, K. K. M. (2023). Evaluation of Antioxidant, Cytotoxic and Hepatoprotective Effect of Bridelia tomentosa Fruit Extract. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(12), 5453–5459. <https://doi.org/10.26538/tjnpr/v7i12.14>

Rao Vadaparathi, P. R., Kumar, K., Sarma, V. U. M., Hussain, Q. A., & Babu, K. S. (2015). Estimation of Costunolide and Dehydrocostus Lactone in Saussurea lappa and its Polyherbal Formulations followed by their Stability Studies Using HPLC-DAD. *Pharmacognosy Magazine*, 11(41), 180–190. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.149736>

Santos-Sánchez, N. F., Salas-Coronado, R., Villanueva-Cañongo, C., & Hernández-Carlos, B. (n.d.). *Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism*. www.intechopen.com

Setiono, D. D., Wantania, F. E. N., & Polii, E. B. I. (2022). Risk Factors of NonAlcoholic Fatty Liver Disease in Adults. *E-CliniC*, 10(2), 234. <https://doi.org/10.35790/ecl.v10i2.37814>

Shati, A. A., Alkahtani, M. A., Alfaihi, M. Y., Elbehairi, S. E. I., Elsaid, F. G., Prasanna, R., & Mir, M. A. (2020). Secondary Metabolites of Saussurea costus Leaf Extract Induce Apoptosis in Breast, Liver, and Colon Cancer Cells by Caspase-3-Dependent Intrinsic Pathway. *BioMed Research International*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/1608942>

Tejaswi, J. K. D., Rajan, Dr. R. G., & Sara, P. (2018). Study of Hepatoprotective Activity of Saussurea Lappa Root Extract. *International Journal of Trend in Scientific Research and*

Development, Volume-2(Issue-6), 55–60. <https://doi.org/10.31142/ijtsrd18390>

Toda, Y., Shigemori, H., Ueda, J., & Miyamoto, K. (2017). Isolation and identification of polar auxin transport inhibitors from *Saussurea costus* and

Atractylodes japonica. *Acta Agrobotanica*, 70(3).

<https://doi.org/10.5586/aa.1700>

Xu, Z., Lin, S., Gong, J., Feng, P., Cao, Y., Li, Q., Jiang, Y., You, Y., Tong, Y., & Wang, P. (2021). Exploring the Protective Effects and Mechanism of Crocetin From Saffron Against NAFLD by Network Pharmacology and Experimental

Validation. *Frontiers in Medicine*, 8.

<https://doi.org/10.3389/fmed.2021.681391>

Yan, Z., Xu, T., An, Z., Hu, Y., Chen, W., Ma, J., Shao, C., & Zhu, F. (2019). Costunolide induces mitochondria-mediated apoptosis in human gastric adenocarcinoma BGC-823 cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2569-6>

POTENSI INTERAKSI SENYAWA COSTUNOLIDE DAN DEHYDROCOSTUSLACTONE TERHADAP PROTEIN TERKAIT NAFLD SECARA IN SILICO

Hendri Priyadi, Agung Hermawanto, Ilham Bondan Pamudiawan, Tatang Bistri

Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani

Henpri74.hp@gmail.com

ABSTRAK

*Penyakit Hati Berlemak Non-alkohol (NAFLD) adalah masalah kesehatan yang berkembang tetapi tidak ada obat standar untuk pengobatannya. Costunolide dan dehydrocostuslactone adalah senyawa dari *Saussurea costus*, dan antioksidan yang memiliki aktivitas sebagai anti-hepatotoksik, anti-inflamasi, dan imunostimulan, yang telah terbukti in-vivo dan in-vitro. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bahan bioaktif *S. costus* yang mempengaruhi NAFLD dan mengeksplorasi target terapeutiknya melalui jaringan farmakologis. Berbagai database jaringan diidentifikasi untuk mendapatkan bahan bioaktif *S. costus* dan mengidentifikasi target terapeutik NAFLD. Pengayaan ontologi gen (GO) dan Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) dilakukan untuk memperkaya fungsi dan jalur molekuler target umum. Analisis dilakukan melalui pencarian Structure-Activity-Relationship (SAR), dengan penentuan skor rentang 0-1, dimana semakin dekat dengan 1 semakin baik nilainya. Hasil analisis Structure-Activity-Relationship (SAR) adalah senyawa costunolide menunjukkan skor 0,803 dan dehydrocostuslactone menunjukkan skor 0,857 untuk aktivitasnya sebagai anti-inflamasi. Costunolide menunjukkan skor 0,756 dan dehydrocostuslactone menunjukkan skor 0,715 terhadap inhibitor faktor transkripsi NF- κ B. Hal tersebut menunjukkan adanya potensi costunolide dan dehydrocostulactone sebagai anti-inflamasi, dan sebagai kandidat terapi NAFLD melalui jalur penghambatan factor transkripsi NF- κ B.*

Kata Kunci : costunolide, dehydrocostuslactone, NAFLD

PENDAHULUAN

Penyakit hati berlemak non-alkohol (NAFLD) adalah penyakit hati yang lazim, multifaktorial, dan kurang dipahami penyakit hati yang prevalen, multifaktorial, dan kurang dipahami dengan insiden

yang terus meningkat di seluruh dunia. NAFLD biasanya tidak menunjukkan gejala dan ditambah dengan gejala sindrom metabolik lainnya. Prevalensi NAFLD meningkat seiring dengan prevalensi obesitas. Di belahan bumi Barat, NAFLD adalah salah satu yang paling umum penyebab penyakit hati dan transplantasi hati (Chalasan et al., 2017; Setiono et al., 2022). Penelitian terbaru menunjukkan bahwa mikrobioma usus disbiosis mungkin memainkan peran penting dalam patogenesis NAFLD dengan disregulasi gut-liver aksis. Terminologi "gut-liver aksis" mengacu pada komunikasi dan umpan balik antara sistem pencernaan dan hati. Beberapa mekanisme patologis mencirikan perubahan poros usus-hati, seperti kerusakan penghalang usus dan peningkatan permeabilitas usus yang mengakibatkan endotoksemia dan peradangan, serta perubahan profil asam empedu dan metabolit metabolit yang dihasilkan oleh mikrobioma usus. Penelitian ini akan mengeksplorasi potensi interaksi senyawa pada suatu herbal/tanaman obat dengan protein pada gangguan komponen poros usus-hati yang turut berkontribusi pada perkembangan NAFLD (Gil-Gómez et al., 2021; Milosevic et al., 2019; Pezzino et al., 2022; Tilg et al., 2022).

Manajemen penatalaksanaan terhadap NAFLD membutuhkan pemantauan jangka panjang. Terapi suportif dilakukan dengan menurunkan berat badan bagi penderita obesitas dan modifikasi gaya hidup. Terapi farmakologis hanya diberikan pada mereka yang belum mengalami perbaikan dengan melakukan perubahan gaya hidup, dan hasilnya pun belum tentu memuaskan. Berbagai penelitian telah banyak dilakukan untuk dapat menemukan terapi yang paling efektif dalam penanganan NAFLD antara lain potensi bahan alam yang berperan sebagai pencegahan penyakit hati (Beiriger et al., 2023; Byrne & Targher, 2020). Upaya pencegahan penyakit hati banyak dilakukan dengan memanfaatkan berbagai bahan alam seperti curcuma, kulit manga, buah merah dan delima. Salah satu bahan alam yang juga diduga dapat menggunakan pengobatan alternatif yaitu *S. costus* yang telah terbukti secara *invivo* dan *invitro* memiliki aktivitas sebagai antioksidan, antihepatotoksik, anti inflamasi dan immunostimulan (Barghchi et al., 2023; Karamalakova et al., 2019; Krishna Dutta Tejaswi & Govinda, 2018; Tejaswi et al., 2018).

Kandungan aktif *S. costus* terutama senyawa terpena, antrakuinon, alkaloid dan flavonoid. Elemen signifikan pada tumbuhan *S. costus* adalah sesquiterpene lactones yaitu costunolide, dehydrocostus lactone. Akar kering tanaman ini digunakan dalam pengobatan Unani sebagai bentuk bubuk dan untuk pengobatan penyakit, seperti asma, nyeri sendi, disentri, penyakit kulit, penyakit neurologis, penyakit hati, parasit usus, dan lainnya. *S. costus* memiliki sifat anti-kanker, antivirus, anti-artritik, anti-inflamasi, anti-ulkus, anti-kejang, dan hepatoprotektif yang telah terbukti secara *in-vivo* dan *in-vitro*. Ekstrak *S. costus* memiliki potensi anti kanker payudara, colon dan hati (Nadda et

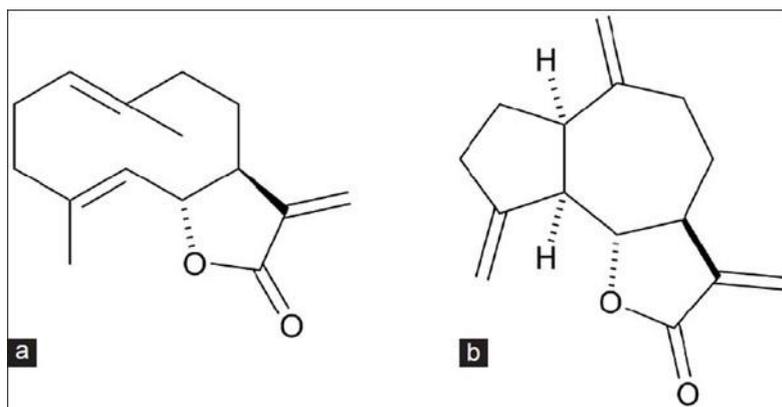
al., 2020; Shati et al., 2020). Costunolide dan dehydrocostus lactone dapat menghambat hepatoma Hep3Bcells pada manusia, sehingga menghambat produksi antigen hepatitis B (HBsAg) dan menghambat kanker payudara melalui jalur c-Myc/p53 and AKT/14-3-3 (Fahad Jubayer et al., 2020; Liu et al., 2021; Semwal et al., 2020). Interaksi senyawa aktif yang terkandung pada *S. costus* terhadap protein terkait NAFLD ini belum diteliti secara pasti. Oleh karena itu peneliti ini dilakukan untuk mengidentifikasi bahan bioaktif *S. costus* yang berefek pada protein-protein terkait NAFLD, guna mencari potensi target terapi NAFLD secara farmakologikal networking.

METODE PENELITIAN

Penelitian bersifat eksperimental dengan metode deskriptif. Obyek penelitian menggunakan ligan dan protein model yang diperoleh dari database PDB. Senyawa costunolide diperoleh dari database PubChem CID 5281437 dan dehydrocostuslactone dari database PubChem CID 73174. Costunolide dan dehydrocostuslactone diperoleh dengan mengkonstruksi ulang struktur tiga dimensi menggunakan Canonical SMILES yang tersedia di database PubChem (Abdulqahar & Hussein, 2023; Xu et al., 2021). Target yang sesuai dari bahan bioaktif *S. costus* dikumpulkan dari database TCMSP dan database Swiss Target Prediction (<http://www.swisstargetprediction.ch/>). Basis data GeneCards (<http://www.genecards.org/>) dan basis data DisGeNET (<https://www.disgenet.org/>) dicari menggunakan istilah "NAFLD" atau non alcoholic fatty liver disease (UMLS CUI: C0400966) untuk mengidentifikasi target terapi potensial NAFLD (Abdulqahar & Hussein, 2023; Xu et al., 2021). Analisis dilakukan berdasarkan *Structure-Activity-Relationship (SAR)*, dengan penentuan skor antara 0 sampai 1, dimana semakin dekat dengan 1, semakin baik nilai (Devillers & Devillers, 2024). Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioinformatika, Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan bioaktif *S. costus* yang dianalisis dalam penelitian ini adalah costunolide dan dehydrocostuslactone yang diambil dari database PubChem CID 6436243 dan CID 73174 (National Center for Biotechnology Information, 2024b). Bahan aktif tersebut merupakan sequesterpen lakton sebagai komponen utama *S. costus* dengan gambaran struktur kimia yang ditunjukkan pada Gambar 5.1 (Toda et al., 2017).



Gambar 1. Struktur Kimia Costunolide dan Dehydrocostuslactone

Costunolide adalah asam monokarboksilat yang memiliki tiga ikatan rangkap yang melalui hidrogenasi katalitik menghasilkan hexahydro-costunolide. Hidrogenasi parsial costunolide menghasilkan dihydrocostunolide. Bahan bioaktif *S. costus* dianalisis untuk menemukan kompatibilitas dengan protein terkait NAFLD yang diambil dari database DisGeNet dan Genecards. Hasil analisis Structure-Activity-Relationship (SAR) menunjukkan gambaran yang tampak pada Tabel 5.1, di mana kisaran skor adalah 0 hingga 1, dengan interpretasi semakin mendekati nilai 1, maka interaksi antar protein semakin baik (Devillers & Devillers, 2024; National Center for Biotechnology Information, 2024b, 2024a; Toda et al., 2017).

Tabel 1. Analisis SAR Senyawa Costunolide dan Dehydrocostuslactone pada NAFLD

No	Senyawa	ID	Canonical SMILE	Isomeric SMILE	Anti-inflammatory	Transcription factor NF kappa B inhibitor
1	Costunolide	5281437	<chem>CC1=CCCC(=CC2C(C1)C(=O)O2)C</chem>	<chem>C/C1=C/C/C=C/C1C@@H2[C@@H](C1)C(=O)O2)C</chem>	0.803	0.756
2	Dehydrocostuslactone	73174	<chem>C=C1CCC2C(C3C1CCC3=O)C2=O</chem>	<chem>C=C1CC[C@@H]2[C@@H](C1)C@H3[C@@H]1CCC3=O)C2=O</chem>	0.857	0.715

Dua senyawa aktif *S. costus* menunjukkan nilai yang baik sebagai antiinflamasi dan inhibitor faktor transkripsi NF- κ B. Sebagai anti-inflamasi, costunolide menunjukkan skor 0,803 dan dehydrocostuslactone menunjukkan skor 0,857, sedangkan potensinya sebagai inhibitor transkripsi NF- κ B, costunolide menunjukkan skor 0,756 dan dehydrocostuslactone menunjukkan skor 0,715. Hasil analisis tersebut menunjukkan potensi senyawa costunolide dan dehydrocostuslactone dalam terapi NAFLD. Stres oksidatif akibat ketidakseimbangan redoks menyebabkan banyak penyakit seperti diabetes, aterosklerosis, dan penyakit kardiovaskular termasuk fatty liver. Penelitian sebelumnya yang mempelajari aktivitas antioksidan costunolide pada model tikus diabetes yang diinduksi streptozotocin (STZ), menunjukkan penurunan kadar glutathione (GSH) di otak, jantung, hati, pankreas, dan ginjal (Flieger et al., 2021; Rahman et al., 2023; Santos-Sánchez et al., n.d.).

Pemberian costunolide oral mengembalikan kadar GSH dalam jaringan-jaringan tersebut. Peningkatan kadar GSH dapat meningkatkan kadar enzim yang bergantung pada GSH, seperti glutathione peroxidase (GPx) dan glutathione-S-transferase (GST), sehingga mengurangi kerusakan jaringan. Stres oksidatif mengoksidasi dan merusak fosfolipid membran untuk menghasilkan peroksida lipid, seperti malondialdehida (MDA) dan hidroksionenal (HNE) (Kim & Choi, 2019). Costunolide juga menurunkan laju peroksidasi lipid dan meningkatkan aktivitas SOD, katalase, dan GPx dalam sel. Pada model mukositis usus tikus, pemberian costunolide mengembalikan kadar plasma superoksida dismutase (SOD) di mukosa usus tikus. Costunolide juga menghambat produksi ROS (H₂O₂) yang diinduksi hidrogen peroksida pada sel pheochromocytoma tikus (PC12) (Kim & Choi, 2019; Rao Vadaparathi et al., 2015; Yan et al., 2019). Hal ini membuktikan potensi costunolide sebagai antioksidan.

Peradangan jaringan yang persisten memainkan peran penting dalam patogenesis berbagai penyakit termasuk mekanisme terjadinya fatty liver. Costunolide telah menunjukkan sifat anti-inflamasi dalam beberapa studi praklinis. Salah satu regulator transkripsi ekspresi gen proinflamasi adalah faktor transkripsi faktor Nuclear-Kappa B (NF- κ B). Costunolide meniadakan aktivasi NF- κ B melalui blokade fosforilasi I κ B α dalam sel RAW264.7 yang dirangsang lipopolisakarida (LPS), sehingga mengurangi ekspresi penanda proinflamasi, seperti sintase oksida nitrat yang diinduksi (iNOS), dan produksi oksida nitrat (NO) (Fahad Jubayer et al., 2020; Kim & Choi, 2019; Yan et al., 2019). Chen et al. juga menunjukkan bahwa pengobatan dengan costunolide menghambat ekspresi produksi iNOS, cyclooxygenase-2 (COX-2), TNF- α , dan 5-fluorouracil (5-FU) yang diinduksi pada model tikus dengan mukositis usus, dengan cara memblokir aktivasi NF- κ B (Chen et al., 2016). Costunolide mengurangi fosforilasi STAT1 dan STAT3 dalam keratinosit manusia yang diinduksi IL-22 atau IFN- γ . Costunolide menunjukkan efek anti-inflamasi yang dibuktikan dengan perbaikan tukak lambung yang diinduksi etanol pada tikus. Studi ini juga melaporkan bahwa senyawa tersebut menekan aktivasi dan/atau induksi NF- κ B, TNF- α , NO, iNOS, dan COX-2. Costunolide menghambat protein interleukin (IL)-1 β dan ekspresi mRNA dalam sel RAW264.7 yang dirangsang LPS dengan memblokir aktivitas transkripsi protein aktivator (AP-1) melalui penurunan regulasi fosforilasi protein kinase yang diaktifkan mitogen (MAPK) (Kim & Choi, 2019; Rao Vadaparathi et al., 2015; Yan et al., 2019). Studi ini menunjukkan potensi costunolide dan dehydrocostuslactone pada penyakit hati berlemak non-alkohol melalui penghambatan transkripsi NF- κ B.

KESIMPULAN

Costunolide dan dehydrocostuslacton secara insilico menunjukkan potensi sebagai antiinflamasi dan berpotensi sebagai kandidat terapi NAFLD melalui jalur inhibitor faktor transkripsi NF- κ B.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulqahar, F. W., & Hussein, F. F. (2023). In-Silico Anti-SARS-CoV-2 Activity of Different Bioactives Green-Extracted from the Medicinal Plant *Saussurea lappa* Clarck. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1262(5). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1262/5/052014>
- Barghchi, H., Milkarizi, N., Belyani, S., Norouzian Ostad, A., Askari, V. R., Rajabzadeh, F., Goshayeshi, L., Ghelichi Kheyrabadi, S. Y., Razavidarmian, M., Dehnavi, Z., Sobhani, S. R., & Nematy, M. (2023). Pomegranate (*Punica granatum* L.) peel extract ameliorates metabolic syndrome risk factors in patients with non-alcoholic fatty liver disease: a randomized double-blind clinical trial. *Nutrition Journal*, 22(1). <https://doi.org/10.1186/s12937-02300869-2>
- Beiriger, J., Chauhan, K., Khan, A., Shahzad, T., Parra, N. S., Zhang, P., Chen, S., Nguyen, A., Yan, B., Bruckbauer, J., & Halegoua-DeMarzio, D. (2023). Advancements in Understanding and Treating NAFLD: A Comprehensive Review of Metabolic-Associated Fatty Liver Disease and Emerging Therapies. In *Livers* (Vol. 3, Issue 4, pp. 637–656). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/livers3040042>
- Byrne, C. D., & Targher, G. (2020). What's new in NAFLD pathogenesis, biomarkers and treatment? *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, 17(2), 70–71. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0239-2>
- Chalasani, N., Younossi, Z., Lavine, J. E., Charlton, M., Cusi, K., Rinella, M., Harrison, S. A., Brunt, E. M., & Sanyal, A. J. (2017). *The Diagnosis and Management of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: Practice Guidance From the American Association for the Study of Liver Diseases*. <https://doi.org/10.1002/hep.29367/supinfo>
- Chen, Y., Zheng, H., Zhang, J., Wang, L., Jin, Z., & Gao, W. (2016). Reparative activity of costunolide and dehydrocostus in a mouse model of 5-fluorouracil-induced intestinal mucositis. *RSC Advances*, 6(7), 5249–5258. <https://doi.org/10.1039/C5RA22371G>
- Devillers, J., & Devillers, H. (2024). Structure–Activity Relationship (SAR) Modeling of Mosquito Repellents: Deciphering the Importance of the 1-Octanol/Water Partition Coefficient on the Prediction Results. *Applied Sciences (Switzerland)*, 14(13).

<https://doi.org/10.3390/app14135366>

Fahad Jubayer, M., Shahidullah Kayshar, M., Anisur Rahman Mazumder, M., Sabrina Akter, S., & Fahad Jubayer Assistant Professor, M. (2020). *A review on five medicinal plants considering the therapeutic potentials in the management of COVID-19*. [https://doi.org/DOI: 10.31219/osf.io/ekf8n](https://doi.org/DOI:10.31219/osf.io/ekf8n)

Flieger, J., Flieger, W., Baj, J., & Maciejewski, R. (2021). Antioxidants: Classification, natural sources, activity/capacity measurements, and usefulness for the synthesis of nanoparticles. In *Materials* (Vol. 14, Issue 15). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ma14154135>

Gil-Gómez, A., Brescia, P., Rescigno, M., & Romero-Gómez, M. (2021). Gut-Liver Axis in Nonalcoholic Fatty Liver Disease: The Impact of the Metagenome, End Products, and the Epithelial and Vascular Barriers. *Seminars in Liver Disease*, *41*(2), 191–205. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1723752>

Karamalakova, Y. D., Nikolova, G. D., Georgiev, T. K., Gadjeva, V. G., & Tolekova, A. N. (2019). Hepatoprotective properties of *Curcuma longa* L. extract in bleomycin-induced chronic hepatotoxicity. *Drug Discoveries & Therapeutics*, *13*(1), 9–16. <https://doi.org/10.5582/ddt.2018.01081>

Kim, D. Y., & Choi, B. Y. (2019). Costunolide—A Bioactive Sesquiterpene Lactone with Diverse Therapeutic Potential. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(12), 2926. <https://doi.org/10.3390/ijms20122926>

Krishna Dutta Tejaswi, J., & Govinda, R. R. (2018). Juluri Krishna Dutta Tejaswi, Biological Evaluation Of Saussurea Lappa Root Extract For Analgesic And Anti-Inflammatory Activity. *Asian Journal of Pharmaceutical Research and Development*, *6*(4), 35–38. <https://doi.org/10.22270/ajprd.v6.i4.378>

Liu, X. nan, Li, H. min, Wang, S. ping, Zhang, J. ze, & Liu, D. lin. (2021). Sesquiterpene lactones of *Aucklandia lappa*: Pharmacology, pharmacokinetics, toxicity, and structure–activity relationship. In *Chinese Herbal Medicines* (Vol. 13, Issue 2, pp. 167–176). Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.chmed.2020.11.005>

Milosevic, I., Vujovic, A., Barac, A., Djelic, M., Korac, M., Spurnic, A. R., Gmizic, I., Stevanovic, O., Djordjevic, V., Lekic, N., Russo, E., & Amedei, A. (2019). Gut-liver axis, gut microbiota, and its modulation in the management of liver diseases: A review of the literature. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 20, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms20020395>

Nadda, R. K., Ali, A., Goyal, R. C., Khosla, P. K., & Goyal, R. (2020). *Aucklandia costus* (Syn. *Saussurea costus*): Ethnopharmacology of an endangered medicinal plant of the himalayan region. In

Journal of Ethnopharmacology (Vol. 263). Elsevier Ireland Ltd.
<https://doi.org/10.1016/j.jep.2020.113199>

National Center for Biotechnology Information. (2024a, November 22). *PubChem Compound Summary for CID 73174, Dehydrocostus lactone*.

National Center for Biotechnology Information. (2024b, November 22). *PubChem Substance Record for SID 135029944, Costunolide*.

Pezzino, S., Sofia, M., Faletra, G., Mazzone, C., Litrico, G., La Greca, G., & Latteri, S. (2022). Gut–Liver Axis and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Vicious Circle of Dysfunctions Orchestrated by the Gut Microbiome. In *Biology* (Vol. 11, Issue 11). MDPI.
<https://doi.org/10.3390/biology11111622>

Rahman, M. A., Hasan, N. A. H. M., Mondal, M., Uddin, M., Wahed, T. B., & Alam, K. K. M. (2023). Evaluation of Antioxidant, Cytotoxic and Hepatoprotective Effect of Bridelia tomentosa Fruit Extract. *Tropical Journal of Natural Product Research*, 7(12), 5453–5459.
<https://doi.org/10.26538/tjnpr/v7i12.14>

Rao Vadaparathi, P. R., Kumar, K., Sarma, V. U. M., Hussain, Q. A., & Babu, K. S. (2015). Estimation of Costunolide and Dehydrocostus Lactone in Saussurea lappa and its Polyherbal Formulations followed by their Stability Studies Using HPLC-DAD. *Pharmacognosy Magazine*, 11(41), 180–190.
<https://doi.org/10.4103/0973-1296.149736>

Santos-Sánchez, N. F., Salas-Coronado, R., Villanueva-Cañongo, C., & Hernández-Carlos, B. (n.d.). *Antioxidant Compounds and Their Antioxidant Mechanism*. www.intechopen.com

Semwal, R. B., Joshi, K., Pandian, A., Badoni, P. P., & Semwal, D. K. (2020). Article ID 201 J Convent Knowl Holist Health. In *J Convent Knowl Holist Health* (Vol. 2020, Issue 1).

Setiono, D. D., Wantania, F. E. N., & Polii, E. B. I. (2022). Risk Factors of NonAlcoholic Fatty Liver Disease in Adults. *E-CliniC*, 10(2), 234. <https://doi.org/10.35790/ecl.v10i2.37814>

Shati, A. A., Alkahtani, M. A., Alfaihi, M. Y., Elbehairi, S. E. I., Elsaid, F. G., Prasanna, R., & Mir, M. A. (2020). Secondary Metabolites of Saussurea costus Leaf Extract Induce Apoptosis in Breast, Liver, and Colon Cancer Cells by Caspase-3-Dependent Intrinsic Pathway. *BioMed Research International*, 2020. <https://doi.org/10.1155/2020/1608942>

Tejaswi, J. K. D., Rajan, Dr. R. G., & Sara, P. (2018). Study of Hepatoprotective Activity of Saussurea Lappa Root Extract. *International Journal of Trend in Scientific Research and Development*, Volume-2(Issue-6), 55–60. <https://doi.org/10.31142/ijtsrd18390>

- Tilg, H., Adolph, T. E., & Trauner, M. (2022). Gut-liver axis: Pathophysiological concepts and clinical implications. In *Cell Metabolism* (Vol. 34, Issue 11, pp. 1700–1718). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2022.09.017>
- Toda, Y., Shigemori, H., Ueda, J., & Miyamoto, K. (2017). Isolation and identification of polar auxin transport inhibitors from *Saussurea costus* and *Atractylodes japonica*. *Acta Agrobotanica*, 70(3). <https://doi.org/10.5586/aa.1700>
- Xu, Z., Lin, S., Gong, J., Feng, P., Cao, Y., Li, Q., Jiang, Y., You, Y., Tong, Y., & Wang, P. (2021). Exploring the Protective Effects and Mechanism of Crocetin From Saffron Against NAFLD by Network Pharmacology and Experimental Validation. *Frontiers in Medicine*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.681391>
- Yan, Z., Xu, T., An, Z., Hu, Y., Chen, W., Ma, J., Shao, C., & Zhu, F. (2019). Costunolide induces mitochondria-mediated apoptosis in human gastric adenocarcinoma BGC-823 cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2569-6>

EFEK SENYAWA AKTIF *Saussurea costus* TERHADAP TNF-ALPHA DAN KADAR IL-6 SECARA INSILICO

Indarti Trimurtini, Fransiska Ambarukmi P, Ris Kristiana

Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani

indar_asoparie@yahoo.com

ABSTRAK

*Non-alcoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) adalah cedera hati akibat stres metabolik yang berkaitan erat dengan obesitas, resistensi insulin, diabetes tipe 2, aterosklerosis, dan sindrom metabolik. Peningkatan konsentrasi asam lemak bebas serum dapat terlihat pada pasien dengan NAFLD yang dapat memicu terjadinya apoptosis hepatosit, yang merupakan ciri morfologis dan patologis NASH, yang melibatkan ligan penginduksi apoptosis terkait TNF α yang melibatkan mediator inflamasi meliputi IL-6. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi efek senyawa aktif *S. costus* pada protein TNF Alpha dan IL-6. Database bahan bioaktif *S. costus*, protein TNF- α dan IL-6 diidentifikasi. Pengayaan ontologi gen (GO) dan Kyoto Encyclopedia of Genes and Genomes (KEGG) dilakukan untuk memperkaya fungsi dan jalur molekuler target umum. Analisis dilakukan melalui pencarian Structure-Activity-Relationship (SAR), dengan penentuan skor rentang 0-1, dimana semakin dekat dengan 1 semakin baik nilainya. Hasil analisis SAR adalah senyawa costunolide menunjukkan skor 0,278 dan dehydrocostuslactone menunjukkan skor 0 untuk aktivitasnya sebagai inhibitor TNF- α . Costunolide menunjukkan skor 0,204 dan dehydrocostuslactone menunjukkan skor 0 terhadap antagonis IL-6. Hal tersebut menunjukkan ikatan yang kurang kuat senyawa costunolide dan dehydrocostulactone tidak memiliki ikatan sebagai inhibitor TNF- α dan antagonis IL-6 secara insilico.*

Kata Kunci : costunolide, dehydrocostuslactone, IL-6, TNF- α

PENDAHULUAN

Non-alkoholic Fatty Liver Disease (NAFLD) adalah penyakit hati yang multifaktorial, dengan insiden yang terus meningkat di seluruh dunia. Beberapa mekanisme terlibat dalam pengembangan

steatosis hepatic termasuk peningkatan suplai asam lemak akibat peningkatan lipogenesis dari jaringan adiposa visceral dan subkutan, peningkatan asupan lemak dari makanan, peningkatan lipogenesis hepatic de novo, penurunan oksidasi asam lemak bebas, dan penurunan sekresi VLDL dari hati. (Chalasan et al., 2017; Setiono et al., 2022). Asam lemak bebas dan Kolesterol dianggap sebagai pemain utama dalam lipotoksisitas. Peningkatan konsentrasi asam lemak bebas serum (16 Karbon dan lebih banyak lagi; jenuh atau tak jenuh) terlihat pada pasien dengan NAFLD. Apoptosis hepatosit, yang merupakan ciri morfologis dan patologis NASH manusia, sebagian disebabkan oleh asam lemak bebas. Hepatosit dapat mengalami apoptosis melalui jalur ekstrinsik (diaktifkan oleh ligan FAS dan ligan penginduksi apoptosis terkait Tumor Necrosis Factor/TNF) atau jalur intrinsik (diaktifkan oleh tekanan intra seluler dari organel yang terikat membran, seperti mitokondria, retikulum endoplasma, dan mitokondria). Asam lemak bebas dapat menginduksi apoptosis antara lain melalui Jalur lisosom: Asam oleat dan asam palmitat mengaktifkan Bax yang berpindah ke lisosom, meningkatkan permeabilitas lisosom dan menyebabkan pelepasan cathepsin B, yang selanjutnya meningkatkan permeabilitas mitokondria dan mengaktifkan Caspase. Selain itu, permeabilisasi lisosom juga dikaitkan dengan aktivasi NF- κ B, yang menghasilkan pembentukan faktor nekrosis tumor- α (TNF- α) dalam hepatosit (Gil-Gómez et al., 2021; Milosevic et al., 2019; Pezzino et al., 2022; Tilg et al., 2022).

Obesitas, sebagai keadaan inflamasi kronis [25], ditandai dengan infiltrasi jaringan adiposa oleh makrofag yang melepaskan mediator inflamasi, termasuk TNF- α [26], dengan peningkatan kadar TNF- α yang diamati pada obesitas. Setelah diaktivasi oleh TNF- α , TNFR-1 mengaktifkan NF- κ B yang mengarah pada aktivasi gen pro- inflamasi dan apoptosis lebih lanjut, jika sinyal kelangsungan hidup yang diperantarai oleh NF- κ B dihambat. Model in vivo menunjukkan bahwa tikus yang kekurangan TLR-4 memiliki hati yang jauh lebih sedikit kerusakan, peradangan, dan penumpukan lipid dibandingkan dengan tikus liar. TLR4, kapan diaktifkan sebagai respons terhadap endotoksin, memicu produksi molekul pemberi sinyal seperti NF-kappa B. Cedera hati terjadi akibat pelepasan sitokin inflamasi (TNF α , IL-1, IL-6, IL-18), dan sitokin/kemokin fibrogenik (TGF, MCP-1) (Cataldo et al., 2021; Kumar V et al., 2020) .

Tatalaksana NAFLD membutuhkan pemantauan jangka panjang. Terapi farmakologis hanya diberikan pada mereka yang belum mengalami perbaikan dengan melakukan perubahan gaya hidup, dan hasilnya pun belum tentu memuaskan. *S. Costus* tanaman tradisional Timur Tengah, nama lain Kust (AlQust Hindi), digunakan bagian akarnya. *Saussurea Costus* merupakan antioksidan yang banyak digunakan untuk pengobatan diare, tenesmus, dispepsia, muntah, peradangan. *S. Costus* terbukti memiliki aktivitas anti-oksidan, anti-hepatotoksik, antidiabet, antifungal, antihelmin,

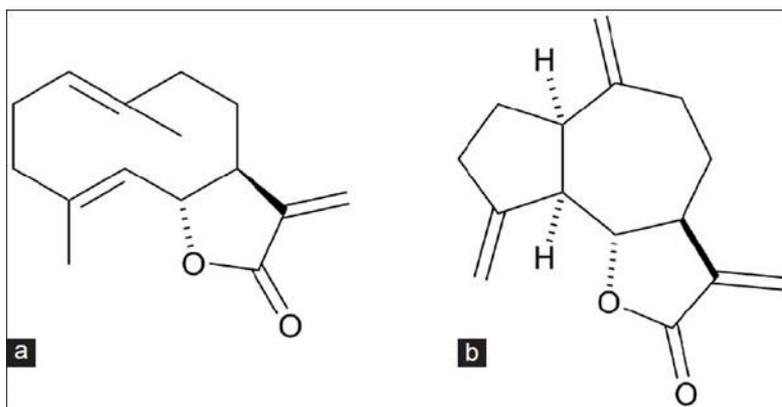
antitumor, antiinflamasi, anti-ulkus, antimikroba, dan imunostimulan (Beiriger et al., 2023; Byrne & Targher, 2020). Ekstrak *S.costus* menghambat induksi cytokine-induced neutrophil chemotactic factor (CINC) dan produksi TNF alpha pada sel yang diinduksi *LPS*. Costunolide memiliki efek penghambatan pada ekspresi gen IL-1 β (Abd El-Rahman et al., 2020; Al-Attas et al., 2015; Kumar V et al., 2020; Matos et al., 2021). Penurunan sitokin inflamasi (TNF- α , IL-1 β) juga akan efektif dalam perawatan penyakit NAFLD. Penelitian ini dilakukan untuk mengidentifikasi efek senyawa aktif *S. costus* pada protein TNF Alpha dan IL-6.

METODE PENELITIAN

Penelitian bersifat eksperimental dengan metode deskriptif. Obyek penelitian menggunakan ligan dan protein model yang diperoleh dari database PDB. Senyawa costunolide diperoleh dari database PubChem CID 5281437 dan dehydrocostuslactone dari database PubChem CID 73174. Costunolide dan dehydrocostuslactone diperoleh dengan mengkonstruksi ulang struktur tiga dimensi menggunakan Canonical SMILES yang tersedia di database PubChem (Abdulqahar & Hussein, 2023; Xu et al., 2021). Target yang sesuai dari bahan bioaktif *S. costus* dikumpulkan dari database TCMSP dan database Swiss Target Prediction (<http://www.swisstargetprediction.ch/>). Basis data GeneCards (<http://www.genecards.org/>) dan basis data DisGeNET (<https://www.disgenet.org/>) dicari menggunakan istilah "NAFLD" atau non alcoholic fatty liver disease (UMLS CUI: C0400966) untuk mengidentifikasi target terapi potensial NAFLD (Abdulqahar & Hussein, 2023; Xu et al., 2021). Analisis dilakukan berdasarkan *Structure-Activity-Relationship (SAR)*, dengan penentuan skor antara 0 sampai 1, dimana semakin dekat dengan 1, semakin baik nilai (Devillers & Devillers, 2024). Penelitian dilakukan di Laboratorium Bioinformatika, Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Database costunolide dan dehydrocostuslactone diambil dari PubChem CID 6436243 dan CID 73174 (National Center for Biotechnology Information, 2024b). Struktur kimia bahan aktif tersebut ditunjukkan pada Gambar 1, merupakan sequesterpen lakton sebagai komponen utama *S. costus* (Toda et al., 2017).



Gambar 1. Struktur Kimia Costunolide dan Dehydrocostuslactone

Hasil analisis Structure-Activity-Relationship (SAR) tampak pada Tabel 1, di mana kisaran skor adalah 0 hingga 1, dengan interpretasi semakin mendekati nilai 1, maka interaksi antar protein semakin baik (Devillers & Devillers, 2024; National Center for Biotechnology Information, 2024b, 2024a; Toda et al., 2017).

Tabel 1. Analisis SAR Senyawa Costunolide dan Dehydrocostuslactone pada NAFLD

No	Senyawa	ID	Canonical SMILE	Isomeric SMILE	TNF expression inhibitor	Interleukin 6 antagonist
1	Costunolide	5281437	<chem>CC1=CCCC(=CC2C(C(C1)C=C)C(=O)O2)C</chem>	<chem>C/C1=C/CC/C=C/C1C@@H2[C@@H](CC1)C=C(C(=O)O2)/C</chem>	0.278	0.204
2	Dehydrocostuslactone	73174	<chem>C=C1CCC2C(C3C1CCC3=C)OC(=O)C2=C</chem>	<chem>C=C1CC/C@@H2[C@@H](C@@H3[C@@H]1CCC3=C)OC(=O)C2=C</chem>	0	0

Kedua senyawa seskueterpene laktone pada *S. costus* menunjukkan nilai ikatan yang tidak kuat sebagai inhibitor TNF- α dan antagonis IL-6. Sebagai inhibitor TNF- α , costunolide menunjukkan skor 0,278 dan dehydrocostuslactone menunjukkan skor 0, sedangkan potensinya sebagai antagonis IL-6, costunolide menunjukkan skor 0,204 dan dehydrocostuslactone menunjukkan skor 0. Hasil analisis tersebut menunjukkan ikatan yang kurang kuat untuk costunolide dan tidak adanya ikatan dehydrocostuslactone terhadap protein yang berperan sebagai inhibitor ekspresi TNF- α maupun antagonis IL-6. Hasil analisis insiloco ini tidak sejalan dengan penelitian lain secara invitro maupun invivo yang telah banyak dilakukan sebelumnya. Penelitian Wang, 2020 menunjukkan bahwa dehydrocostuslactone dapat menghambat stres oksidatif dengan menekan produksi spesies oksigen reaktif (ROS) dari stimulasi TNF- α . Dehydrocostuslactone menurunkan ekspresi sitokin pro-inflamasi yang diinduksi oleh TNF- α , seperti interleukin-1 β (IL-1 β) dan interleukin-6 (IL-6) pada sel SW 1315 (sel kondrosit manusia) yang diinduksi TNF- α secara invitro. Seskueterpene laktone seperti costunolide dan dehydrocostuslactone dianggap sebagai senyawa bioaktif yang cukup menarik dalam bidang peradangan karena dapat menghambat banyak faktor transkripsi yang bertanggung jawab atas efek

hilir seperti pelepasan beberapa mediator pro-inflamasi, termasuk sitokin (IL-1 β , TNF- α , IL-6, IL-8, dll.) dan enzim (iNOS, COX-2, kinase, protease, dll). Pada tingkat ekspresi gen, secara langsung dapat memengaruhi pelepasan atau aktivitas mediator (Kim & Choi, 2019; Matos et al., 2021; Wang et al., 2020).

Costunolide dapat memodulasi beberapa jalur pensinyalan intraseluler yang terlibat dalam peradangan. Cara kerja costunolide dalam banyak hal mirip dengan parthenolide. Secara khusus, waktu pengobatan untuk parthenolide atau costunolide untuk mendapatkan efek anti-inflamasi terbukti penting, mengingat bahwa kedua seskueterpen laktone lebih efektif ketika diterapkan sebelum rangsangan inflamasi dalam pendekatan pra-perawatan, daripada dalam inkubasi simultan dengan penghinaan inflamasi. Secara khusus, parthenolide dapat mengurangi demam, peradangan, dan stres oksidatif yang diinduksi LPS pada tikus ketika disuntikkan sebelum stimulasi LPS tetapi tidak ketika diberikan bersamaan dengan LPS (Kim & Choi, 2019). Costunolide lebih efektif dalam mencegah pelepasan IL-6 dan TNF- α pada makrofag murine ketika sel-sel diinkubasi terlebih dahulu dengan seskueterpen laktone sebelum ditimbulkan dengan LPS, dibandingkan dengan apa yang terlihat dalam kasus inkubasi simultan dengan costunolide dan LPS. Bioaktivitas SL didorong oleh modulasi jalur pensinyalan faktor transkripsi, yang memerlukan waktu untuk terjadi. Induksi enzim antioksidan HO-1 melalui jalur Nrf-2 menjelaskan kemampuan costunolida untuk menurunkan TNF- α dan IL-6. Costunolide oral dapat mengembalikan kadar GSH dalam jaringan. Peningkatan kadar GSH dapat meningkatkan kadar enzim seperti glutathione peroxidase (GPx) dan glutathione-S-transferase (GST), sehingga mengurangi kerusakan jaringan. Costunolide juga menurunkan laju peroksidasi lipid dan meningkatkan aktivitas SOD, katalase, dan GPx dalam sel (Al-Attas et al., 2015; Matos et al., 2021; Wang et al., 2020).

Peradangan jaringan yang persisten memainkan peran penting dalam patogenesis berbagai penyakit termasuk mekanisme terjadinya fatty liver. Costunolide telah menunjukkan sifat anti-inflamasi dalam beberapa studi praklinis. Salah satu regulator transkripsi ekspresi gen proinflamasi adalah faktor transkripsi faktor Nuclear-Kappa B (NF- κ B). Costunolide meniadakan aktivasi NF- κ B sel yang dirangsang lipopolisakarida (LPS), sehingga mengurangi ekspresi penanda proinflamasi, seperti sintase oksida nitrat yang diinduksi (iNOS), dan produksi oksida nitrat (NO) (Fahad Jubayer et al., 2020; Kim & Choi, 2019; Yan et al., 2019) Penelitian yang dilakukan Chen et al. menunjukkan pengobatan dengan costunolide menghambat ekspresi produksi iNOS, cyclooxygenase-2 (COX-2), TNF- α , dan 5fluorouracil (5-FU) yang diinduksi pada model tikus dengan mukositis usus, dengan cara memblokir aktivasi NF- κ B (Chen et al., 2016). Costunolide menunjukkan efek anti-inflamasi yang

dibuktikan dengan perbaikan tukak lambung yang diinduksi etanol pada tikus. Studi ini juga melaporkan bahwa senyawa tersebut menekan aktivasi dan/atau induksi NF- κ B, TNF- α , NO, iNOS, dan COX-2. Costunolide menghambat protein interleukin (IL)-1 β dan ekspresi mRNA dalam sel yang dirangsang LPS dengan memblokir aktivitas transkripsi protein aktivator (AP-1) melalui penurunan regulasi fosforilasi protein kinase yang diaktifkan mitogen (MAPK) (Kim & Choi, 2019; Rao Vadaparathi et al., 2015; Yan et al., 2019). Adanya perbedaan hasil studi insilico dengan penelitian-penelitian baik *invivo* maupun *invitro* sebelumnya menunjukkan perlunya dilakukan studi lanjutan senyawa aktif *S. Costus* ini, untuk mengamati potensinya sebagai inhibitor ekspresi TNF- α dan antagonis IL-6

KESIMPULAN

Secara insilico, Costunolide memiliki ikatan yang rendah terhadap protein inhibitor TNF- α dan antagonis IL-6 secara, sedangkan dehydrocostuslacton tidak memiliki ikatan terhadap kedua protein tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Abd El-Rahman, G. I., Behairy, A., Elseddawy, N. M., Batiha, G. E. S., Hozzein, W. N., Khodeer, D. M., & Abd-Elhakim, Y. M. (2020). Saussurea lappa ethanolic extract attenuates triamcinolone acetonide-induced pulmonary and splenic tissue damage in rats via modulation of oxidative stress, inflammation, and apoptosis. *Antioxidants*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/antiox9050396>
- Abdulqahar, F. W., & Hussein, F. F. (2023). In-Silico Anti-SARS-CoV-2 Activity of Different Bioactives Green-Extracted from the Medicinal Plant Saussurea lappa Clarck. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 1262(5). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/1262/5/052014>
- Al-Attas, A. A. M., El-Shaer, N. S., Mohamed, G. A., Ibrahim, S. R. M., & Esmat, A. (2015). Anti-inflammatory sesquiterpenes from *Costus speciosus* rhizomes. *Journal of Ethnopharmacology*, 176, 365–374. <https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.11.026>
- Beiriger, J., Chauhan, K., Khan, A., Shahzad, T., Parra, N. S., Zhang, P., Chen, S., Nguyen, A., Yan, B., Bruckbauer, J., & Haleboua-DeMarzio, D. (2023). Advancements in Understanding and Treating NAFLD: A Comprehensive Review of Metabolic-Associated Fatty Liver Disease and Emerging Therapies. In *Livers* (Vol. 3, Issue 4, pp. 637–656). Multidisciplinary Digital Publishing Institute (MDPI). <https://doi.org/10.3390/livers3040042>

- Byrne, C. D., & Targher, G. (2020). What's new in NAFLD pathogenesis, biomarkers and treatment? *Nature Reviews Gastroenterology and Hepatology*, *17*(2), 70–71. <https://doi.org/10.1038/s41575-019-0239-2>
- Cataldo, I., Sarcognato, S., Sacchi, D., Cacciatore, M., Baciocchi, F., Mangia, A., Cazzagon, N., & Guido, M. (2021). Pathology of non-alcoholic fatty liver disease. In *Pathologica* (Vol. 113, Issue 3, pp. 194–202). Pacini Editore S.p.A./AU-CNS. <https://doi.org/10.32074/1591-951X-242>
- Chalasani, N., Younossi, Z., Lavine, J. E., Charlton, M., Cusi, K., Rinella, M., Harrison, S. A., Brunt, E. M., & Sanyal, A. J. (2017). *The Diagnosis and Management of Nonalcoholic Fatty Liver Disease: Practice Guidance From the American Association for the Study of Liver Diseases*. <https://doi.org/10.1002/hep.29367/supinfo>
- Chen, Y., Zheng, H., Zhang, J., Wang, L., Jin, Z., & Gao, W. (2016). Reparative activity of costunolide and dehydrocostus in a mouse model of 5-fluorouracil-induced intestinal mucositis. *RSC Advances*, *6*(7), 5249–5258. <https://doi.org/10.1039/C5RA22371G>
- Devillers, J., & Devillers, H. (2024). Structure–Activity Relationship (SAR) Modeling of Mosquito Repellents: Deciphering the Importance of the 1-Octanol/Water Partition Coefficient on the Prediction Results. *Applied Sciences (Switzerland)*, *14*(13). <https://doi.org/10.3390/app14135366>
- Fahad Jubayer, M., Shahidullah Kayshar, M., Anisur Rahman Mazumder, M., Sabrina Akter, S., & Fahad Jubayer Assistant Professor, M. (2020). *A review on five medicinal plants considering the therapeutic potentials in the management of COVID-19*. [https://doi.org/DOI: 10.31219/osf.io/ekf8n](https://doi.org/DOI:10.31219/osf.io/ekf8n)
- Gil-Gómez, A., Brescia, P., Rescigno, M., & Romero-Gómez, M. (2021). Gut-Liver Axis in Nonalcoholic Fatty Liver Disease: The Impact of the Metagenome, End Products, and the Epithelial and Vascular Barriers. *Seminars in Liver Disease*, *41*(2), 191–205. <https://doi.org/10.1055/s-0041-1723752>
- Kim, D. Y., & Choi, B. Y. (2019). Costunolide—A Bioactive Sesquiterpene Lactone with Diverse Therapeutic Potential. *International Journal of Molecular Sciences*, *20*(12), 2926. <https://doi.org/10.3390/ijms20122926>
- Kumar V, Abbas A, & Aster J. (2020). *Robbins Basic Pathology* (10th ed.). Elsevier.
- Matos, M. S., Anastácio, J. D., & Dos Santos, C. N. (2021). Sesquiterpene lactones: Promising natural compounds to fight inflammation. In *Pharmaceutics* (Vol. 13, Issue 7). MDPI. <https://doi.org/10.3390/pharmaceutics13070991>
- Milosevic, I., Vujovic, A., Barac, A., Djelic, M., Korac, M., Spurnic, A. R., Gmizic, I., Stevanovic,

O., Djordjevic, V., Lekic, N., Russo, E., & Amedei, A. (2019). Gut-liver axis, gut microbiota, and its modulation in the management of liver diseases: A review of the literature. In *International Journal of Molecular Sciences* (Vol. 20, Issue 2). MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/ijms20020395>

National Center for Biotechnology Information. (2024a, November 22). *PubChem Compound Summary for CID 73174, Dehydrocostus lactone*.

National Center for Biotechnology Information. (2024b, November 22). *PubChem Substance Record for SID 135029944, Costunolide*.

Pezzino, S., Sofia, M., Faletra, G., Mazzone, C., Litrico, G., La Greca, G., & Latteri, S. (2022). Gut–Liver Axis and Non-Alcoholic Fatty Liver Disease: A Vicious Circle of Dysfunctions Orchestrated by the Gut Microbiome. In *Biology* (Vol. 11, Issue 11). MDPI. <https://doi.org/10.3390/biology11111622>

Rao Vadaparathi, P. R., Kumar, K., Sarma, V. U. M., Hussain, Q. A., & Babu, K. S. (2015). Estimation of Costunolide and Dehydrocostus Lactone in Saussurea lappa and its Polyherbal Formulations followed by their Stability Studies Using HPLC-DAD. *Pharmacognosy Magazine*, 11(41), 180–190. <https://doi.org/10.4103/0973-1296.149736>

Setiono, D. D., Wantania, F. E. N., & Polii, E. B. I. (2022). Risk Factors of NonAlcoholic Fatty Liver Disease in Adults. *E-CliniC*, 10(2), 234. <https://doi.org/10.35790/ecl.v10i2.37814>

Wang, L., Yang, M., Zhang, C., & Huang, F. (2020). The protective effects of dehydrocostus lactone against TNF- α -induced degeneration of extracellular matrix (ECM) in SW1353 cells. *Aging*, 12(17), 17137–17149. <https://doi.org/10.18632/aging.103657>

Tilg, H., Adolph, T. E., & Trauner, M. (2022). Gut-liver axis: Pathophysiological concepts and clinical implications. In *Cell Metabolism* (Vol. 34, Issue 11, pp. 1700–1718). Cell Press. <https://doi.org/10.1016/j.cmet.2022.09.017>

Toda, Y., Shigemori, H., Ueda, J., & Miyamoto, K. (2017). Isolation and identification of polar auxin transport inhibitors from Saussurea costus and *Atractylodes japonica*. *Acta Agrobotanica*, 70(3). <https://doi.org/10.5586/aa.1700>

Xu, Z., Lin, S., Gong, J., Feng, P., Cao, Y., Li, Q., Jiang, Y., You, Y., Tong, Y., & Wang, P. (2021). Exploring the Protective Effects and Mechanism of Crocetin From Saffron Against NAFLD by Network Pharmacology and Experimental Validation. *Frontiers in Medicine*, 8. <https://doi.org/10.3389/fmed.2021.681391>

Yan, Z., Xu, T., An, Z., Hu, Y., Chen, W., Ma, J., Shao, C., & Zhu, F. (2019). Costunolide induces mitochondria-mediated apoptosis in human gastric adenocarcinoma BGC-823 cells. *BMC Complementary and Alternative Medicine*, 19(1). <https://doi.org/10.1186/s12906-019-2569-6>

**KARAKTERISTIK PASIEN PERFORASI MEMBRAN TIMPANI YANG
MENJALANI OPERASI TIMPANOPLASTI DI RUMAH SAKIT DUSTIRA CIMAH
TAHUN 2022-2024**

*THE RELATIONSHIP OF RISK FACTORS AND CONGENITAL DEAFNESS AT DUSTIRA
CIMAHI HOSPITAL*

Yanti Nurrokhmawati

¹Bagian Ilmu Telinga Hidung Tenggorokan – Bedah Kepala dan Leher, Fakultas Kedokteran
Universitas Jendral Achmad Yani / Rumah Sakit Dustira, Cimahi Email korespondensi
:yantinnurrokhmawati@gmail.com

Abstrak

Timpanoplasti adalah operasi telinga tengah yang bertujuan untuk memperbaiki sistem aerasi dari tuba eustachius sampai dengan tulang temporal serta memperbaiki sistem penghantaran mekanik gelombang suara dan menciptakan kondisi yang bersih dan kering. Tujuan dari pembedahan timpanoplasti rekonstruksi telinga tengah untuk mencapai pendengaran pasca operasi yang dapat digunakan dan stabil. Terdapat bermacam-macam material tandur seperti fascia temporalis, dinding pembuluh darah, perikondrium, komposit, lemak dan kartilago. Tingkat keberhasilan operasi timpanoplasti bervariasi, yang dipengaruhi berbagai faktor.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik penderita perforasi membran timpani yang menjalani operasi timpanoplasti di RS Dustira Cimahi pada tahun 2020-2024. Saat ini penelitian masih berlangsung

PENDAHULUAN

Perforasi membran timpani adalah kondisi yang terjadi pada Otitis Media Supuratif kronik maupun pada trauma. Otitis media supuratif kronis (OMSK) merupakan masalah umum yang terjadi pada anak-anak dan orang dewasa di negara berkembang.^{1,2} Gejala yang umum timbul adalah otore berulung akibat perforasi membran timpani yang persisten, disertai gangguan pendengaran konduktif, dengan tingkat keparahan yang bervariasi. Timbulnya OMSK terjadi pada awal kehidupan dan kondisi ini merupakan salah satu penyakit menular yang paling umum terjadi pada masa kanak-kanak.^{1,3}

Timpanoplasti adalah tindakan rekonstruksi bedah membran timpani yang berlubang, dan dilakukan untuk memulihkan fungsi pendengaran dan melindungi telinga tengah dari pengaruh lingkungan, misalnya infeksi. Timpanoplasti pertama kali dijelaskan oleh Berthold dan Wullstein. Zollner kemudian memodifikasi tekniknya lebih lanjut. Timpanoplasti adalah operasi telinga tengah yang bertujuan untuk memperbaiki sistem aerasi dari tuba eustachius sampai dengan tulang temporal serta memperbaiki sistem penghantaran mekanik gelombang suara dan menciptakan kondisi yang bersih dan kering. Ada lima tipe dasar dari prosedur timpanoplasti menurut Wullstein (1959) berdasarkan konsep transformasi suara di foramen ovale dan proteksi suara di foramen rotundum.^{4,5,6,7}

Timpanoplasti dapat dilakukan dengan menggunakan berbagai jenis tandur, termasuk fascia temporalis, perikondrium, atau fascia lata. Meskipun fascia temporalis memastikan pemulihan pendengaran yang baik terdapat kekhawatiran yang signifikan bahwa karakteristiknya yg kurang stabil dapat menyebabkan reperfokasi, terutama pada perforasi membran timpani yang besar.³ Kartilago merupakan material tandur yang tebal sehingga sulit teresorpsi, mengalami retraksi dan reperfokasi bahkan pada kondisi gangguan fungsi tuba yang berat.^{3,5,8,9}

Tingkat keberhasilan timpanoplasti bervariasi dari 75 hingga 98%. Usia pasien, ukuran dan lokasi perforasi, fungsi tuba eustachius, status mukosa telinga tengah, jenis tandur dan pengalaman bedah semuanya disebutkan sebagai faktor yang dapat mempengaruhi hasil bedah. Evaluasi keberhasilan membran timpani dapat dinilai secara anatomi yaitu dengan tumbuhnya tandur dengan telinga kering dan secara fungsional dievaluasi dengan audiometri dan timpanometri.^{10,11}

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui karakteristik penderita perforasi membran timpani yang menjalani timpanoplasti pada Poliklinik Telinga Hidung Tenggorokan (THT) di Rumah Sakit Dustira Cimahi 2022 sampai dengan 2024. RS Dustira adalah salahsatu pusat pelayanan kesehatan di kota Cimahi yang menyediakan pelayanan operasi timpanoplasti sejak tahun 2019. Belum pernah ada penelitian mengenai karakteristik pasien yang menjalani timpanoplasti di RS Dustira Cimahi. Mengenal faktor risiko akan dapat dilanjutkan dengan upaya-upaya pengenalan dan pencegahan yang sesuai sehingga dapat mengetahui faktor-faktor yang menyebabkan keberhasilan atau kegagalan timpanoplasti.

METODE

Penelitian analitik prospektif cross sectional dilakukan, dengan data sekunder dikumpulkan dari rekam medis di poliklinik THT RS Dustira Cimahi. Subjek penelitian ini adalah pasien perforasi membran timpani yang menjalani operasi timpanoplasti di bagian THT RS Dustira.

Kriteria Inklusi penelitian ini adalah Pasien yang menjalani operasi timpanoplasti di RS Dustira Cimahi tahun 2020-2024. Sedangkan kriteria eksklusi pada penelitian ini adalah Pasien yang tidak melakukan kontrol paska operasi Data yang dicatat adalah usia, jenis kelamin, jenis tandur yang digunakan, hasil operasi , audiometri dan tipmanometri.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Usia Dan Jenis Kelamin Pasien

Karakteristik pasien yang menjalani operasi Timpanoplasti di RS Dustira ditampilkan pada tabel

Tabel 4.1. Karakteristik usia pasien

Jenis Kelamin	Frekuensi (n)	Persen (%)
Laki – laki	39	49.37
Perempuan	40	50.63
Jumlah	79	100

Dari tabel 4.1 dapat kita lihat bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara jenis kelamin laki-laki dan perempuan yang menjalani operasi timpanoplasti.

4.2 Karakteristik usia pasien yang menjalani operasi timpanoplasti

Karakteristik usia pasien yang menjalani operasi timpanoplasti di RS Dustira ditampilkan pada tabel 4.2

Tabel.4.2. Karakteristik usia pasien

Usia	Frekuensi (n)	Persen (%)
10 -20 tahun	2	2.53
20-30 tahun	52	65.82
40-50 tahun	20	25.32
50-60tahun	5	6.33
Jumlah	79	100

Dari tabel 4.1 dapat kita lihat usia yang menjalani operasi timpanoplasti Sebagian besar ada pada rentang usia 20-30 tahun (65,82%). Usia ini adalah rentang yang paling baik karena fisiologi masih baik dan diharapkan fungsi pendengarn juga masih cukup banyak diperlukan dan risikoooperasi yang cukup rendah.

4.3 Gambaran Jenis Tandur Yang Digunakan

Gambaran jenis tandur yang digunakan pada operasi timpanoplasti di RS Dustira ditampilkan pada tabel 4.3

Tabel.4.3. Jenis Tandur

Jenis Tandur	5	Persen (%)
Lemak	3	6.33
Kartilago	35	44.3
Fascia Temporalis	39	49.37
Jumlah	79	100

Dari tabel 4.3 dapat kita lihat bahwa tandur yang digunakan Sebagian besar adalahfascia temporalis (39%) diikuti kartilago (44,3%)

4.4 Gambaran Keberhasilan Operasi

Gambaran keberhasilan operasi ditampilkan pada tabel 4.4

Tabel 4.4. Gambaran Keberhasilan operasi

Jenis Tandur	Frekuensi (n)	Persen (%)
Intak	69	87.34
Reperforasi	10	12.66
Jumlah	79	100

Dari tabel 4.4 kita bisa melihat bahwa tingkat keberhasilan timpanoplasti sebanyak 87,34%.

Tabel 4.5. Distribusi keberhasilan operasi berdasarkan usia, jenis kelamin dan jenis tandur

	Berhasil		Reperforasi	
	F	%	F	%
Jenis Kelamin				
Laki-laki	35	50.72	4	40
Perempuan	34	49.28	6	60
Usia				
10 -20 tahun	2	2.90	0	0
20-30 tahun	45	65.22	7	70
40-50 tahun	18	26.09	2	20
50-60tahun	4	5.8	1	10
Jenis Tandur				
Lemak	5	7.25	0	0
Kartilago	33	47.83	2	20
Fascia Temporalis	31	44.93	8	80

Dari tabel 4.5 kita bisa lihat bahwa tingkat keberhasilan terbanyak pada jenis kelamin lakilaki (50,72%), usia 20-30 tahun (65.22%) dan tandur kartilago (47.83%)

4.5 Gambaran Audiometri Dan Timpanometri Pada Pasien Perforasi Membran Timpani Yang Menjalani Operasi Timpanoplasti Di Rs Dustira. Gambaran Hasil Audiometri ditampilkan pada tabel 4.6

Tabel 4.6 Gambaran Hasil Audiometri pada pasien yang berhasil pada operasi timpanoplasti

Hasil Audiometri	Frekuensi	Persen (%)
Perbaikan	59	85.51
Sama	8	11.59
Penurunan	2	2.9
Total	69	100

Dari tabel 4.6 didapatkan hasil audiometri Sebagian besar mengalami perbaikan (85.8%).

Fungsi membrane timpani dalam konduksi suara juga ditentukan oleh compliance atau kelenturan yang diperiksa melalui pemeriksaan timpanometri.. Gambaran Hasil timpanometry ditampilkan pada tabel 4.4

Tabel 4.7 Gambaran Hasil Timpanometri pada pasien yang berhasil pada operasi timpanoplasti

Hasil Timpanometri	Frekuensi	Persen (%)
Tipe A	30	43.48
Tipe B	10	11.59
Tipe C	29	42.03
Total	69	100

Dari tabel 4.7 didapatkan bahwa Sebagian besar pasien yang berhasil pada operasi timpanoplasti Sebagian besar didapatkan tipe A (43.48%).

Saat ini penelitian masih berlangsung

KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan pada penulisan makalah ini

DAFTAR PUSTAKA

- Adoga A., Nimkur T., Silas O.: Chronic suppurative otitis media: socio-economic implications in a tertiary hospital in Northern Nigeria. *Pan Afr Med J* 2010; 4
- Acuin J.M.: Chronic suppurative otitis media: a disease waiting for solutions. *Comm Ear Hearing H* 2007; 4: pp. 17-19
- Indorewala S., Adedeji T.O., Indorewala A., Nemade G.: Timpanoplasti outcomes: a review of 789 cases. *Iran J Otorhinolaryngol* 2015; 27: 101-8
- Nayoan C.R, Timpanoplasti, *Medika Tadulako (Jurnal Ilmiah Kedokteran)* Vol 7 No.1, Maret 2022
- Sergi B., Galli J., De Corso E., Parrilla C., Paludetti G.: Overlay versus underlay myringoplasty: report of outcomes considering closure of perforation and hearing function. *Acta Otorhinolaryngol. Ital.* 2011; 31: pp. 366-371
- Wullstein H.: Theory and practice of myringoplasty. *The Laryngoscope* 1956; 66: pp. 1076-1093
- Merchant SN, Rosowski JJ: Auditory physiology and middle-ear mechanics, in Glasscock ME, Gulya AJ (eds): *Surgery of the Ear*. ed 5. Ontario, Canada, BC Decker, 2003, pp 59-82
- Demirpehlivan I.A., Onal K., Arslanoglu S., Songu M., Ciger E., Can N.: Comparison of different tympanic membrane reconstruction techniques in type I timpanoplasti. *Eur. Arch. Oto-Rhino-Laryngol.* 2011; 268: pp. 471-474
- Mukhitdinov U.B. Characteristic features in timpanoplasti,. // *Central Asian Journal of Pediatrics* 1

(1) 2019. – Pp. 223-228.

Callioglu E.E., Sami A.S., Kale H., et. al.: Is allergic rhinitis a factor that affects success of timpanoplasti?. *Acta Med.* 2016; 59: pp. 10-13

Mohamad SH, Khan I, Hussain SS. Is cartilage timpanoplasti more effective than fascia timpanoplasti? A systematic review. *Otol Neurotol.* 2012;33(5):699-705.

Şahan M., Derin S., Deveer M., Sağlam Ö., Çullu N., Şahan L.: Factors affecting success and results of cartilage- perichondrium island graft in revision timpanoplasti. *Int Adv Otol* 2014; 10: pp. 64-67

Aggarwal R., Saeed S.R., Green K.J.: Myringoplasty. *J. Laryngol. Otol.* 2006; 120: pp. 429-432

Sismanis AA. Timpanoplasti, Tympanic membrane repair. In: A Juliana Gulya DSP, Lloyd B Minor, editor. *Glasscock- Shambaugh's Surgery of the ear.* Sixth ed. Shelton People's Medical Publishing House; 2010.

Chang C.Y.J.: *Chronic Disorders of the Middle Ear and Mastoid (Tympanic Membrane Perforations and Cholesteatoma)*

Mitchell RB. *Pediatric Otolaryngology for the Clinician.* 2009. Springer New York, NY (Reilly, 2016).

Luetje CM. Reconstruction of the tympanic membrane and ossicular chain. In: Bailey BJ, editor. *Head and neck surgery - otolaryngology.* Third ed. Philadelphia: Lippincott Williams and Wilkins; 2001. p. 1819-27.

Yurttaş V., Ural A., Kutluhan A., Bozdemir K.: Factors that may Affect Graft Success in Timpanoplasti with Mastoidectomy. *ENT Updates.* 2015. pp. 9-12

Onal K., Uguz M.Z., Kazikdas K.C., Gursoy S.T., Gokce H.: A multivariate analysis of otological, surgical and patient-related factors in determining success in myringoplasty. *Clin. Otolaryngol.* 2005; 30: pp. 115-120

Pinar E., Sadullahoglu K., Calli C., Oncel S.: Evaluation of prognostic factors and middle ear risk index in timpanoplasti. *Otolaryngol. Head Neck Surg.* 2008; 139: pp. 386-390

Naderpour M., Shahidi N., Hemmatjoo T.: Comparison of timpanoplasti results in dry and wet ears. *Iran J Otorhinolaryngol* 2016; 28: pp. 209-214

Yegin Y., Celik M., Koc A.K., Küfeciler L., Elbistanlı M.S., Kayhan F.T.: Comparison of temporalis fascia muscle and full-thickness cartilage grafts in type 1 pediatric timpanoplasties. *Braz J Otorhinolaryngol* 2016; 82: pp. 695-701.

Callioglu E.E., Sami A.S., Kale H., et. al.: Is allergic rhinitis a factor that affects success of timpanoplasti?. *Acta Med.* 2016; 59: pp. 10-13

Lesinskas E., Stankeviciute V. Results of revision timpanoplasti for chronic noncholesteatomatous

otitis media. *Auris Nasus Larynx*. 2011;38:196–202.

Govaerts P, Audiometric Tests and Diagnostic Workup.in Genetic hearing loss CRC press 2003; 16-18

**Skrining Talasemia Pada Mahasiswa Teknologi Laboratorium Medis
(D3) Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan Universitas
Jenderal Achmad Yani Cimahi**

Arina Novilla^{1*}, Tiara Nur Clarisa², Ayi Furqon³, Sitti Romlah⁴

^{1,2,4}Prodi Teknologi Laboratorium Medis (D3), Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan
UNJANI ³Prodi Teknologi Laboratorium Medis (D4), Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan
UNJANI

*Corresponding author: arina.novilla@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Menurut data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) pada tahun 2021, diperkirakan bahwa sekitar 20% dari seluruh populasi dunia menderita talasemia beta mayor. Di Indonesia, prevalensi talasemia berkisar antara 610%, dan provinsi Jawa Barat mempunyai kasus talasemia mayor tertinggi. Talasemia mayor terjadi akibat perkawinan antara individu yang membawa gen talasemia atau menderita talasemia minor, yang seringkali tanpa gejala, sehingga deteksi dini sangat penting untuk mencegah kelahiran anak dengan talasemia mayor. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui skrining talasemia menggunakan uji fragilitas osmotik (OTOF/*One Tube Osmotic Fragility*), hasil positif dilanjutkan dengan penentuan nilai indeks eritrosit, lalu dilanjutkan dengan penentuan Indeks Mentzer. Penelitian ini menggunakan metode deskriptif, subjek penelitian adalah mahasiswa TLM (D3) di Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi. Berdasarkan hasil penelitian dari 155 mahasiswa TLM (D3), hasil skrining talasemia minor menunjukkan bahwa 10 orang (6%) menunjukkan hasil OTOF positif. Hasil yang positif dilanjutkan pemeriksaan darah lengkap untuk menentukan Indeks Eritrosit, sebanyak 8 orang (80%) memiliki MCV <80 fL dan MCH <27 pg. Hasil MCV dan MCH rendah tersebut kemudian ditentukan nilai Indeks Mentzer dan didapatkan sebanyak 2 orang (25%) memiliki Indeks Mentzer <13. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa terdapat 2 orang (1%) yang terindikasi menderita talasemia beta minor, dan disarankan selanjutnya untuk dilakukan pemeriksaan elektroforesis hemoglobin. Kata kunci : Skrining, fragilitas osmotik, talasemia beta minor.

Abstract

According to data from the World Health Organization (WHO) in 2021, it is estimated that around 20% of the global population suffers from beta thalassemia major. In Indonesia, the prevalence of thalassemia ranges from 6-10%, with West Java province having the highest cases of major thalassemia. Major thalassemia occurs due to marriage between individuals carrying the thalassemia gene or suffering from minor thalassemia, which often goes unnoticed, making early detection crucial to prevent the birth of children with major thalassemia. This study aims to determine thalassemia screening using the One Tube Osmotic Fragility (OTOF) test, positive results followed by determination of erythrocyte indices, and further determination of the Mentzer Index. The study used a descriptive method, with research subjects being TLM (D3) students at the Faculty of Health Sciences and Technology, Achmad Yani University, Cimahi. Based on the research results from 155 TLM (D3) students, thalassemia minor screening results showed that 10 individuals (6%) had positive OTOF results. Positive results were followed by complete blood tests to determine the Erythrocyte Indices, with 8 individuals (80%) having MCV <80 fL and MCH <27 pg. The low MCV and MCH results were then used to determine the Mentzer Index, with 2 individuals (25%) having a Mentzer Index <13. From this study, it was concluded that there were 2 individuals (1%) indicated to have beta thalassemia minor, and it is recommended to proceed with hemoglobin electrophoresis examination.

Keywords: *Screening, fragilitas osmotik, beta thalassemia minor.*

PENDAHULUAN

Salah satu penyakit yang diturunkan secara hereditas adalah talasemia, yang menyebabkan kelainan satu atau lebih gen globin dalam darah. Di seluruh dunia, frekuensi dan tingkat kejadian kondisi genetik ini sangat tinggi. Fakta bahwa talasemia membunuh ratusan ribu anak setiap tahun menjadikannya masalah kesehatan yang serius. Negara Mediterania, Timur Tengah, Asia Selatan, Semenanjung Cina, Asia Tenggara, dan Kepulauan Pasifik termasuk di antara wilayah yang membentuk "sabuk Talasemia", yang merupakan tempat penyakit ini paling umum terjadi (Rujito L., 2019). Data Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) di 2021, 156,74 juta orang di seluruh dunia—sekitar 20% dari populasi global—diperkirakan menderita talasemia beta mayor (WHO, 2021). WHO memperkirakan bahwa antara 6 dan 10% penduduk Indonesia positif mengidap talasemia. Menurut WHO (2021) hal ini menunjukkan bahwa 6–10 orang dari setiap 100 orang merupakan pembawa sifat

talasemia. Setiap tahun, jumlah kasus talasemia beta di Indonesia meningkat. Menurut Kementerian Kesehatan Republik Indonesia (2021), terdapat 10.973 kasus talasemia beta mayor di Indonesia pada tahun 2021, atau sekitar 3,59% dari populasi anak-anak di negara ini. Pada tahun 2019-2020, Provinsi Jawa barat menjadi penyumbang terbesar kasus talasemia mayor di Indonesia dengan 3.636 kasus, disusul Provinsi DKI Jakarta 2.200 kasus dan Provinsi Jawa Tengah dengan 937 kasus. Individu yang mengidap talasemia beta mayor menunjukkan tanda-tanda fisik seperti tinggi badan yang lebih pendek, wajah spesifik talasemia, dan splenomegali yang menyebabkan perut menonjol serta pembesaran hati dan limpa. Saat ini, belum terdapat pengobatan yang efektif untuk talasemia beta mayor, tetapi pasien talasemia dapat menerima transfusi darah secara rutin (Nurvinanda., 2023), namun *carrier* talasemia tidak menunjukkan gejala klinis semasa hidupnya (Rujito L., 2019). Munculnya talasemia mayor dikarenakan adanya perkawinan antara individu pembawa gen talasemia atau yang menderita talasemia minor. Oleh karena itu, prevalensi talasemia dapat diturunkan dengan skrining serta memberikan edukasi kepada individu pembawa gen talasemia. Dalam kasus talasemia minor, di mana pasien biasanya tidak menunjukkan gejala yang jelas, skrining sangat penting untuk proses diagnosis. Sejumlah tes hematologi telah terbukti berguna dalam mengidentifikasi kemungkinan talasemia, termasuk kadar hemoglobin (Hb), jumlah eritrosit, *Mean Corpuscular Volume* (MCV), uji fragilitas osmotik tabung tunggal (OTOFT/*One Tube Osmotic Fragility Test*), dan Indeks Mentzer (Sihotang et al., 2019).

Usia mahasiswa merupakan usia mulai mempersiapkan diri untuk menikah sehingga memungkinkan dilakukannya pemeriksaan pembawa gen talasemia (Sihotang et al., 2019). Orang yang terdiagnosis talasemia beta minor biasanya tidak menyadari kondisinya sampai mereka menjalani pemeriksaan. Edukasi atau konseling merupakan salah satu upaya yang perlu dilakukan melalui peningkatan kesadaran masyarakat akan pentingnya memeriksakan diri (Setiawan et al., 2020). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui hasil pemeriksaan skrining talasemia pada mahasiswa TLM (D3) FITKes UNJANI.

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini merupakan metode deskriptif dengan populasi semua mahasiswa TLM (D3) FITKes Unjani Tahun Akademik 2023/2024 yang bersedia dijadikan responden dengan mengisi *Informed consent*, didapatkan sejumlah 155 orang. Pengambilan darah kapiler dari subjek penelitian adalah sebanyak 20 μ L darah, kemudian dilakukan pemeriksaan OTOF (*One Tube Osmotic Fragility*) dengan memasukan darah tersebut ke dalam larutan NaCl 0,36% sebanyak 2 ml kemudian

dihomogenkan dan inkubasi selama 10 menit (Phmau et al., 2017). Apabila hasil positif (keruh/hemolisis sebagian) maka dilanjutkan pengambilan darah vena untuk dilakukan pemeriksaan hematologi meliputi pemeriksaan jumlah eritrosit, MCV dan MCH dengan menggunakan alat *hematology analyzer* serta perhitungan Indeks Mentzer. Indeks Mentzer dihitung berdasarkan tes darah lengkap yaitu MCV dibagi dengan jumlah eritrosit (dalam juta/ μL). Jika hasil kurang dari 13, maka dapat diindikasikan sebagai talasemia minor. Namun, jika melebihi 13, diduga anemia defisiensi besi (Ayu, 2015)

HASIL

Penelitian ini diawali dengan pemeriksaan uji fragilitas Osmotik metode OTOF, jika positif dilanjutkan pemeriksaan Indeks Eritrosit yaitu *Mean Corpuscular Volume* (MCV) dan *Mean Corpuscular Hemoglobin* (MCH) menggunakan alat *hematology analyzer* Mindray BC 1800. Hasil pemeriksaan OTOF seperti terlampir pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil Pemeriksaan OTOF

Hasil OTOF	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
Negatif	145	94
Positif	10	6
Total	155	100

Hasil OTOF dari 155 orang sebanyak 10 orang (6%) memiliki hasil positif dan 145 orang (94%) memiliki hasil negatif. Kemudian dilanjutkan pemeriksaan Indeks Eritrosit menggunakan alat *Hematology Analyzer* seperti terlampir pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan Indeks Eritrosit Pada Mahasiswa Positif OTOF

Hasil Indeks Eritrosit	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
MCV dan MCH normal	2	20
MCV normal dan MCH rendah	0	0

Hasil Indeks Eritrosit	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
MCV rendah dan MCH normal	0	0
MCV dan MCH rendah	8	80
Total	10	100

Nilai normal dari MCV adalah 80-100 fL dan MCH adalah 27-31 pg (Dosen TLM, 2021). Berdasarkan tabel 2. tersebut sebanyak 2 orang (20%) memiliki MCV dan MCH normal dan 8 orang (80%) memiliki MCV dan MCH rendah. Kemudian dilanjutkan dengan penentuan Indeks Mentzer berdasarkan hasil MCV dan MCH rendah, hasil seperti terlampir pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Penentuan Indeks Mentzer

Hasil Indeks Mentzer	Jumlah (Orang)	Persentase (%)
< 13	2	25
> 13	6	75
Total	8	100

Berdasarkan hasil penentuan Indeks Mentzer dari 8 orang yang memiliki MCV dan MCH rendah sebanyak 2 orang (25%) memiliki Indeks Mentzer <13 dan 6 orang (75%) memiliki Indeks Mentzer >13.

PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan Fragilitas osmotik metode OTOF pada seluruh sampel sebanyak 10 orang (6%) diperoleh hasil positif dari larutan yang terlihat keruh atau terjadi hemolisis sebagian. Kemudian pada 10 sampel hasil positif tersebut dilakukan pemeriksaan Indeks eritrosit untuk menentukan nilai MCV dan MCH, sebanyak 8 orang (80%) memiliki yaitu MCV dan MCH rendah. Responden yang memiliki MCV dan MCH rendah dilakukan penentuan Indeks Mentzer. Hasil penentuan Indeks Mentzer sebanyak 2 orang (25%) didapatkan hasil <13. Skrining yang penelitian ini lebih mudah digunakan dan dijalankan untuk membantu skrining pembawa gen talasemia. Parameter

yang digunakan meliputi One Tube Osmotic Fragility (OTOF), indeks Eritrosit dan Mentzer, serta Uji Fragility Osmotik Tabung Tunggal. Pemeriksaan OTOF digunakan dalam penelitian ini sebagai cara yang cepat dan terjangkau untuk menemukan eritrosit mikrositer. Ukuran dan bentuk eritrosit memengaruhi kerapuhan osmotiknya; eritrosit yang lebih kecil sering kali lebih tahan terhadap lisis (Penman et al., 2015). Ketika MCV lebih rendah dari nilai normal, kelainan eritrosit seperti leptosit (sel target) dapat diidentifikasi. Sel-sel ini lebih tahan terhadap lisis, seperti yang ditunjukkan dalam situasi seperti talasemia beta minor karena fragilitas osmotik ini bertujuan untuk mengevaluasi kapasitas kerentanan membran eritrosit (Walski et al., 2014).

Kerentanan osmotik sel darah merah menggambarkan kapasitasnya untuk menyerap air dalam jumlah tertentu sebelum terjadi lisis. Hal ini diperoleh dari perbandingan luas permukaan dengan volume sel. Eritrosit normal mampu menahan tekanan hipotonis karena bentuknya yang bikonkaf, yang memungkinkan mereka untuk membesar hingga sekitar 70% volume aslinya sebelum membran mereka meregang, dan saat melampaui batas daya tampung akan terjadi lisis (Layton & Roper, 2017).

Eritrosit mikrositik dan hiperkromatik yang terjadi pada talasemia beta memiliki ketahanan terhadap lisis dalam larutan garam fisiologis 0,36%, karena fragilitas osmotik eritrosit yang berkurang dan ketahanan mereka terhadap lisis osmotik yang meningkat. Eritrosit tersebut belum mencapai volume kritis sehingga tidak mengalami lisis. Karena itu, kekeruhan tetap terlihat dalam tabung, menunjukkan hasil positif dalam pemeriksaan OTOF. Pada sel darah merah normal, sel akan mengalami lisis dan larutan menjadi jernih, sehingga latar belakang bergaris terlihat, menunjukkan hasil negatif dalam pemeriksaan OTOF (Phmau et al., 2017). Banyak penelitian telah menunjukkan bahwa OTOF merupakan metode awal skrining yang berperan untuk menentukan talasemia beta minor. Menurut Patel et al. (2015), sensitivitas pemeriksaan OTOF tersebut adalah 92,2%, spesifisitasnya adalah 62,6%, nilai prediktif positif (PPV) adalah 60,5%, dan nilai prediktif negatif (NPV) adalah 89,0%. PPV (Nilai Prediktif Positif) mengukur seberapa sering prediksi positif benar dari semua prediksi positif yang dibuat, dan spesifisitas mengukur seberapa baik tes tersebut bekerja dengan mengecualikan individu yang sehat, pemeriksaan PPV dan OTOF yang rendah menyebabkan lebih banyak individu yang diduga menderita talasemia beta minor (Patel et al., 2015).

Berdasarkan penelitian ini, dari pemeriksaan indeks eritrosit didapatkan 8 (80%) dari 10 individu yang dites positif OTOF memiliki kadar MCV kurang dari 80 fl dan MCH kurang dari 27 pg. Kadar MCV <80 fL dan MCH <27 pg merupakan penanda diagnostik penting untuk talasemia minor, menurut sebuah penelitian oleh Afshan et al., (2012). Menurut Noor et al., (2020), MCV merupakan indikator hematologi yang mengukur ukuran rata-rata sel darah merah, menandakan anemia

mikrositer, dan menurunkan anemia defisiensi besi dan talasemia beta minor. Hematokrit dibagi dengan jumlah total eritrosit untuk mendapatkan nilai MCV. Talasemia beta minor ditunjukkan dengan nilai batas MCV kurang dari 80 fL (Brancaleoni et al., 2016). Karena MCV tidak dapat membedakan antara anemia defisiensi besi dan talasemia beta minor, diperlukan uji konfirmasi yang melibatkan deteksi kuantitatif peningkatan HbA2. Meskipun uji ini akurat, skrining massal tidak memungkinkan karena biaya dan durasi proses yang memerlukan waktu lama. Sejumlah algoritma untuk menentukan talasemia telah dirumuskan, termasuk Indeks Mentzer dan Indeks RDW, dimana nilai ini diperoleh berdasarkan indeks eritrosit. Rumus atau formula ini dapat digunakan untuk skrining talasemia beta minor dan membedakannya dari anemia defisiensi besi (Miri-Moghaddam & Sargolzaie, 2014).

Hasil menunjukkan mahasiswa yang memiliki nilai Indeks Mentzer <13 adalah 2 orang mahasiswa (25%) dari 8 orang yang memiliki MCV <80 fL dan MCH <27 pg. Berdasarkan dari ketiga parameter tersebut bahwa dari penelitian ini terdapat 2 orang (1%) merupakan diduga penderita talasemia beta minor. Penelitian yang dilakukan Sihotang et al., (2019) mendapatkan angka prevalensi yang hampir serupa yaitu 1,25%. Penelitian yang dilakukan oleh Alyumnah dkk (2016) mendapatkan prevalensi sebesar 9,3%. Lebih rendahnya prevalensi tersangka talasemia beta minor dalam penelitian ini dibandingkan dengan penelitian oleh dapat disebabkan oleh keragaman etnis dan suku bangsa dalam populasi penelitian, serta rendahnya riwayat talasemia dalam keluarga. Indeks Mentzer dihitung berdasarkan hasil dari tes darah lengkap (*Complete Blood Count /CBC*). Jika MCV (dalam fl) dibagi dengan RBC (dalam juta per mikroliter) kurang dari 13, maka dapat diindikasikan sebagai talasemia minor. Namun, jika hasilnya melebihi 13, maka dapat dianggap sebagai anemia defisiensi besi (Ayu, 2015). Keterbatasan penelitian ini antara lain tidak dapat memberikan diagnosis pasti dengan menggunakan uji baku emas untuk diagnosis talasemia beta minor, yaitu elektroforesis atau analisis Hb. Salah satu faktor penting dalam mendiagnosis pembawa gen talasemia beta adalah peningkatan kadar HbA2 (Rujito 2019). Untuk memastikan diagnosis, subjek pasien dapat dirujuk untuk konseling genetik tambahan dan pemeriksaan baku emas yaitu elektroforesis hemoglobin (Roth et al., 2018)

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pemeriksaan OTOF, sebanyak 10 orang (6%) diperoleh hasil positif dan 145 orang (94%) diperoleh hasil negatif, pemeriksaan Indeks Eritrosit sebanyak 8 orang (80%) yang memiliki MCV dan MCH rendah atau MCV <80 fl dan MCH <27, penentuan Indeks Mentzer sebanyak 2 orang (25%) diperoleh hasil <13 dan 6 orang (75%) diperoleh hasil >13. Berdasarkan hal

tersebut bahwa dari penelitian ini terdapat 2 orang (1%) diduga talasemia beta minor, yang disarankan untuk melakukan tes konfirmasi yaitu pemeriksaan elektroforesis hemoglobin.

DAFTAR PUSTAKA

- Afshan, N., Hussain, M., & Thalassemia, K. W. (2012). *Diagnostic significance of MCV, MCH AND NESTROFT in thalassemia minor individuals ABSTRACT Thalassemia is a blood disorder passed down through families (inherited) in which the body makes an abnormal form of hemoglobin, the protein in red blood cells*. 3(July), 2010–2013.
- Ayu, R. (2015). Indeks RDW dan Mentzer sebagai Uji Skrining Diagnosis Thalassemia. *Majority*, 4(7), 7–12.
- Brancaleoni, V., Di Pierro, E., Motta, I., & Cappellini, M. D. (2016). Laboratory diagnosis of thalassemia. *International Journal of Laboratory Hematology*, 38, 32–40. <https://doi.org/10.1111/ijlh.12527>
- Miri-Moghaddam, E., & Sargolzaie, N. (2014). Cut off determination of discrimination indices in differential diagnosis between iron deficiency anemia and β - thalassemia minor. *International Journal of Hematology-Oncology and Stem Cell Research*, 8(2), 27–32.
- Noor, F. A., Sultana, N., Bhuyan, G. S., Islam, M. T., Hossain, M., Sarker, S. K., Islam, K., Khan, W. A., Rahman, M., Qadri, S. K., Shekhar, H. U., Qadri, F., Qadri, S. S., & Mannoor, K. (2020). Nationwide carrier detection and molecular characterization of β thalassemia and hemoglobin e variants in Bangladeshi population. *Orphanet Journal of Rare Diseases*, 15(1), 1–12. <https://doi.org/10.1186/s13023-020-1294-z>
- Nurvinanda., S. H. K. R. (2023). Faktor Faktor Yang Berhubungan Dengan Kejadian Thalassemia Beta Mayor Pada Anak. *Jurnal Penelitian Perawat Profesional*, 5(November), 1713–1724.
- Patel, P., Sarda, N., Arora, R., & Gaikwad, H. (2015). Comparative evaluation of NESTROFT and RDW as screening tests for beta thalassemia trait in pregnancy. *International Journal of Reproduction, Contraception, Obstetrics and Gynecology*, 4(2), 424. <https://doi.org/10.5455/2320-1770.ijrcog20150427>
- Penman, B. S., Gupta, S., & Weatherall, D. J. (2015). Epistasis and the sensitivity of phenotypic screens for beta thalassaemia. *British Journal of Haematology*, 169(1), 117–128. <https://doi.org/10.1111/bjh.13241>
- Phmau, P., Thayaparan, M., Warushahennadi, R., Nilam, J. M., & Kulathilake, H. W. C. K. (2017). Evaluation of one-tube osmotic fragility as a screening test for beta thalassaemia trait in Sri Lanka.

Indian Journal of Hematology and Blood Transfusion,
33(1), S112.

<https://www.embase.com/search/results?subaction=viewrecord&id=L619505016&from=export%0Ahttp://dx.doi.org/10.1007/s12288-017-0893-x>

Roth, I. L., Lachover, B., Koren, G., Levin, C., Zalman, L., & Koren, A. (2018). Detection of β -thalassemia carriers by red cell parameters obtained from automatic counters using mathematical formulas. *Mediterranean Journal of Hematology and Infectious Diseases*, 10(1), 1–10. <https://doi.org/10.4084/MJHID.2018.008>

Rujito L. (2019). *Buku Referensi Talasemia : Genetik Dasar dan Pengelolaan Terkini. 1st ed. Purwokerto: Universitas Jenderal Soedirman* (Issue January).

Setiawan, D., Farihatun, A., & Nurmalasari, A. (2020). Skrining Talasemia Beta Minor pada Pelajar SMK di Kecamatan Ciamis. *Jurnal Kesehatan Vokasional*, 5(3), 180. <https://doi.org/10.22146/jkesvo.57621>

Sihotang, F. A., Siagian, L. R. D., Ngo, N. F., & Kalalo, L. P. (2019). Skrining Talasemia Beta Minor Pada Mahasiswa Fakultas Kedokteran. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 5(1), 59– 64.

Walski, T., Chludzińska, L., Komorowska, M., & Witkiewicz, W. (2014). Individual osmotic fragility distribution: A new parameter for determination of the osmotic properties of human red blood cells. *BioMed Research International*, 2014. <https://doi.org/10.1155/2014/162102>

World Health Organization (WHO). (2022). Data and Statistics Prevalence Thalassemia in World Wide.

BLOOD GLUCOSE AND TRIGLYCERIDE LEVELS CORRELATE STRONGLY WITH VCAM-1 IN PATIENTS WITH METABOLIC SYNDROME KADAR GLUKOSA DARAH DAN TRIGLISERIDA BERKORELASI KUAT DENGAN VCAM- 1 PADA PASIEN SINDROM METABOLIK

Iis Inayati Rakhmat^{1,}, Nurjannah Achmad², Salma Andintama³

¹Department of Biochemistry, Faculty of Medicine, Universitas Jenderal Achmad Yani
Cimahi, West Java, Indonesia

²Department of Microbiology, Faculty of Medicine, Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi,
West Java, Indonesia

³Medical Study Program, Faculty of Medicine, Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi, West
Java, Indonesia

Email correspondence: iis.inayati@lecture.unjani.ac.id

ABSTRACT

Metabolic syndrome is a combination of metabolic risk factors that cause cardiovascular disease. These risk factors are high blood pressure, obesity, low HDL, hyperglycemia, and hypertriglycerides. This study aims to see the relationship between the components of the metabolic syndrome and VCAM-1 levels as a marker of endothelial dysfunction in patients with metabolic syndrome in residents of RW 01 Cibeber Cimahi. The study was conducted in a cross sectional with analytical descriptive methods. The respondents were 44 people who were taken by consecutive sampling. The components of the metabolic syndrome based on the NCEP ATP-III criteria including waist circumference, blood pressure, triglyceride levels as measured by the colorimetric GPO-PAP (Glycerol Peroxidase Phosphate Acid) enzymatic test, fasting blood glucose levels using the GOD-PAP (Glucose Aminoantypirin Oxidase Peroxidase), and HDL cholesterol levels with the Trinder PEG (Polyethylene Glycol) precipitation method. In addition, VCAM-1 levels were also examined using the quantitative enzyme immune-assay method as a marker of endothelial dysfunction. The results showed that most of the subjects had three of the five components (50%) and more than half of the subjects had high levels of VCAM-1 (63,6%). In addition, there was a significant relationship between the two components of the metabolic syndrome on VCAM-1 levels, namely fasting blood sugar ($p=0,000$; $r=0,570$) and triglycerides ($p=0,001$; $r=0,501$). Increased blood sugar causes changes in

insulin signaling so that it interferes with NO production and increase pro-inflammation which will VCAM-1 increase. At high triglycerides levels it causes oxidative stress causing damage to vascular tissue which will increase VCAM-1.

Keywords: Cardiovascular disease, Endothelial dysfunction, Metabolic syndrome, VCAM-1

ABSTRAK

Sindrom metabolik (SM) merupakan kumpulan faktor risiko metabolik yang berhubungan terutama pada penyakit kardiovaskular. Faktor risiko tersebut yaitu tekanan darah tinggi, obesitas, HDL rendah, hiperglikemia, dan hipertrigliserida. Penelitian ini bertujuan melihat hubungan komponen sindrom metabolik dengan kadar VCAM-1 sebagai penanda disfungsi endotel pada pasien sindrom metabolik di RW 01 Kelurahan Cibeber Cimahi. Penelitian dilakukan secara *cross sectional* dengan metode deskriptif analitik. Jumlah responden 44 orang diambil secara *consecutive sampling*. Kriteria yang digunakan, yaitu kriteria NCEP ATP-III meliputi lingkar pinggang, tekanan darah, kadar trigliserida yang diukur melalui uji enzimatis kolorimetri GPO-PAP (*Glycerol Peroxidase Phospat Acid*), kadar glukosa darah puasa dengan metode GOD-PAP (*Glucose Oxidase-Peroxidase Aminoantypirin*), dan kadar kolesterol HDL dengan metode presipitasi Trinder PEG (*Pholyethylene Glycol*). Selanjutnya, dilakukan pemeriksaan kadar VCAM-1 dengan metode *quantitative enzyme immune-assay* sebagai penanda disfungsi endotel. Hasil penelitian didapatkan sebagian besar subjek memiliki tiga dari lima komponen yang ada (50%) dan lebih dari setengah subjek memiliki kadar VCAM-1 yang tinggi (63,6%). Selain itu, terdapat hubungan yang bermakna antara 2 komponen sindrom metabolik terhadap kadar VCAM-1, yaitu kadar gula darah puasa ($P=0,000$; $r=0,570$) dan trigliserida ($p=0,001$; $r=0,501$). Gula darah yang meningkat menyebabkan perubahan pensinyalan insulin sehingga mengganggu produksi NO dan meningkatkan pro-inflamasi sehingga VCAM-1 akan meningkat. Pada kadar trigliserida yang tinggi menyebabkan terjadinya stress oksidatif sehingga menyebabkan kerusakan jaringan vaskuler yang akan meningkatkan VCAM-1.

Kata Kunci: Disfungsi endotel, Penyakit kardiovaskular, Sindrom Metabolik, VCAM-1

PENDAHULUAN

Sindrom metabolik adalah kumpulan faktor risiko penyakit kardiovaskular dan metabolik. Faktor risiko tersebut termasuk resistensi insulin, obesitas sentral, dislipidemia, dan hipertensi.¹ Lebih dari 36 juta orang meninggal setiap tahun karena Penyakit Tidak Menular (PTM) dan secara global

penyebab kematian terbesar adalah karena penyakit kardiovaskular.² Sementara itu, berdasarkan Riset Kesehatan Dasar (Riskesmas) pada tahun 2018, di Indonesia, kejadian penyakit jantung dan pembuluh darah, yang merupakan penyakit kardiovaskular terbanyak, meningkat dari tahun ke tahun.³ Penyakit kardiovaskular dikaitkan dengan kematian dan morbiditas sindrom metabolik. Hal ini dapat terjadi karena patofisiologi dan kriteria sindrom metabolik mengacu pada penyakit kardiovaskular, yang mengakibatkan gangguan metabolisme yang disebut sindrom metabolik.⁴

Secara global, kejadian sindrom metabolik meningkat pesat. Prevalensi sindrom metabolik berdasarkan data epidemiologi adalah 20-25%. Total populasi sindrom metabolik di Indonesia adalah 23,34%, dengan 26,2% pada pria dan 21,4% pada wanita.⁵ Orang dewasa dengan sindrom metabolik dua kali lebih mungkin meninggal dan tiga kali lebih mungkin mengalami serangan jantung atau stroke.⁶ Standar yang sering digunakan sebagai kriteria penentuan sindrom metabolik, yaitu NCEP ATP-III karena lebih sederhana dan *lebih dapat diandalkan* untuk digunakan.⁵ Kriterianya terdiri dari: 1) Lingkar perut pada pria >90cm dan pada wanita >88cm; 2) HDL pada pria <40mg/dl dan pada wanita <50mg/dl; 3) Trigliserida ≥ 150 mg / dl; 4) Tekanan darah $\geq 130/85$ mmHg; dan 5) Glukosa darah puasa (PDB) ≥ 110 mg/dl.⁷

Sindrom metabolik dikaitkan dengan disfungsi endotel karena menyebabkan stres oksidatif yang berperan dalam patofisiologi sindrom metabolik.⁸ Disfungsi endotel adalah suatu kondisi yang ditandai dengan ketidakseimbangan faktor relaksasi dan faktor kontraksi yang dihasilkan oleh sel-sel endotel. Dalam keadaan kerusakan endotel akibat peradangan, akan terjadi kebocoran endotel yang menyebabkan peningkatan permeabilitas pembuluh darah. Kondisi ini juga menyebabkan peningkatan ekspresi molekul adhesi VCAM-1.⁹

VCAM-1 merupakan salah satu penanda atau penanda untuk mendeteksi disfungsi endotel yang terjadi pada penyakit kardiovaskular. VCAM-1 dalam sirkulasi menggambarkan terjadinya disfungsi endotel dan status inflamasi pembuluh darah.¹⁰ Hingga saat ini belum ada penelitian yang menjelaskan hubungan antara kadar VCAM-1 pada pasien sindrom metabolik, sedangkan kejadian sindrom metabolik menunjukkan peningkatan yang cepat. Hal ini memungkinkan prevalensi sindrom metabolik di Kota Cimahi khususnya Desa Cibeber yang merupakan wilayah sasaran FK Unjani meningkat cukup tinggi dan berdasarkan data profil puskesmas setempat, RW 01 merupakan daerah yang memiliki penderita hipertensi tertinggi di antara RW lainnya di Cibeber, sehingga tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui hubungan antara komponen sindrom metabolik dengan kadar VCAM-1 pada pasien sindrom metabolik.

BAHAN DAN METODE

Penelitian ini menggunakan metode deskriptif analitis dengan *desain cross sectional*. Ukuran sampel ditentukan berdasarkan rumus uji perbedaan 2 proporsi dan diperlukan minimal 28 sampel. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan *teknik pengambilan sampel berturut-turut*. Sampel dipilih sesuai dengan kriteria inklusi, yaitu subjek yang tinggal di wilayah Cibeber RW 01 Cimahi, berusia di atas 17 tahun dan menderita sindrom metabolik.

Pengumpulan data subjek dimulai dengan *persetujuan* kepada subjek yang menderita sindrom metabolik untuk menentukan tidak adanya riwayat penyakit kardiovaskular seperti penyakit jantung dan stroke sebagai kriteria pengecualian dari penelitian ini. Selanjutnya, pemeriksaan komponen sindrom metabolik berdasarkan kriteria NCEP-ATP III, yaitu pemeriksaan tekanan darah dan pemeriksaan lingkaran pinggang. Selain itu, dilakukan uji laboratorium antara lain pengukuran kadar trigliserida serum, pengecekan kadar glukosa darah puasa dan pengecekan kadar kolesterol HDL yang diukur menggunakan metode pengendapan Trinder PEG. Pengukuran sampel untuk menilai kadar VCAM-1 menggunakan *metode uji imun enzim kuantitatif* dilakukan jika subjek termasuk dalam kriteria sindrom metabolik dengan mengambil darah subjek *secara intravena* dibantu oleh personel laboratorium yang kompeten.

HASIL DAN DISKUSI

Karakteristik Subjek Penelitian Berdasarkan Usia dan Jenis Kelamin pada RW 01 Warga Desa Cibeber Cimahi

Penelitian ini dilakukan pada 44 subjek dengan karakteristik sebagian besar berusia 56-65 tahun, yaitu sebanyak 26 orang (59,1%). Hasil penelitian menunjukkan bahwa usia 56-65 tahun memiliki insiden sindrom metabolik tertinggi di kelima komponen sindrom metabolik. Dari lima komponen sindrom metabolik, sebagian besar subjek memiliki tingkat PDB tinggi (80,8%), hipertensi stadium I (61,5%), kadar trigliserida tinggi (53,8%), kadar HDL rendah pada wanita (66,7%) dan pada pria (62,5%), peningkatan lingkaran pinggang pada wanita (77,8%) dan pria (25%). Menurut *American Medical Association*, prevalensi sindrom metabolik meningkat secara signifikan seiring bertambahnya usia.¹¹ Distribusi usia dan jenis kelamin ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Distribusi frekuensi karakteristik responden

Variabel	N = 44	
	n	%
Usia, tahun		
26 – 35	1	2,3
36 – 45	0	0
46 – 55	7	15,9
56 – 65	7	15,9
>65	26	59,1
Jenis kelamin		
Pria	14	31,8
Perempuan	30	68,2

Tabel 2 Karakteristik Subjek Penelitian di RW 01 Desa Cibeber Cimahi Berdasarkan Komponen dan Usia Sindrom Metabolik

Variabel	17-25 tahun		36-45 tahun		46-55 tahun		56-65 tahun		>65 tahun			
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%		
Tekanan darah												
Pra-hipertensi			0	0	1	14,3	0	0	3	11,5	0	0
Hipertensi stadium I			1	100	1	14,3	2	28,6	16	61,5	1	33,3
Hipertensi stadium II			0	0	5	71,4	5	61,5	7	26,9	2	66,7
Tingkat FBG												
≥ 110 mg/dl	1											
< 110 mg/dl	0	0	100	7	100	4	57,1	21	80,8	3	100	
				0	0	3	42,9	5	19,2	0	0	
Kadar trigliserida												
≥ 150 mg/dl			0	0	6	85,7	1	14,3	14	53,8	3	100
< 150 mg/dl			1	100	1	14,3	6	85,7	12	46,2	0	0
Lingkar Pinggang												
Laki-laki < 90 cm												
≥ 90 cm Wanita			0	0	1	50	0	0	6	75	0	0
< 80 cm			1	100	1	50	1	100	2	25	2	100
≥ 80 cm												
			0	0	0	0	0	0	4	22,2	0	0
			0	0	5	100	6	100	14	77,8	1	100

Tingkat HDL-c										
Laki-laki										
≥ 40 mg/dl	1	100	0	0	0	0	3	37,5	1	50
< 40 mg/dl	0	0	2	100	1	100	5	62,5	1	50
Wanita										
≥ 50 mg/dl	0	0	1	20	1	16,7	6	33,3	0	0
< 50 mg/dl		0	0			5	83,3	12	66,7	1 100 480

Tabel 3 Karakteristik Subjek Penelitian di RW 01 Kelurahan Cibeber Cimahi Berdasarkan Komponen Sindrom Metabolik dan Jenis Kelamin

Variabel	Laki-laki		Perempuan	
	n	%	n	%
Tekanan Darah				
Pre-Hipertensi	2	14,3	2	6,7
Hipertensi Stage I	8	57,1	13	43,3
Hipertensi Stage II	4	28,6	15	50
Kadar GDP				
≥ 110 mg/dl	13	92,9	23	76,7
< 110 mg/dl	1	7,1	7	23,3
Kadar Trigliserida				
≥ 150 mg/dl	8	57,1	16	53,3
< 150 mg/dl	6	42,9	14	46,7
Lingkar Pinggang				
Laki-laki < 90 cm				
≥ 90 cm	7	50	0	0
Perempuan				
< 80 cm	7	50	0	0
≥ 80 cm	0	0	8	26,7
	0	0	22	73,3
Kadar HDL				
Laki-laki				
≥ 40 mg/dl	5	35,7	0	0
< 40 mg/dl	9	64,3	0	0
Perempuan				

≥ 50 mg/dl < 50 mg/dl

0	0	5	13,3
0	0	26	86,7

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mayoritas responden dalam penelitian ini adalah 30 perempuan (68,2%) dan 14 laki-laki (31,8%). Berdasarkan jenis kelamin, sebagian besar subjek memiliki kadar HDL yang rendah pada wanita (76,7%), peningkatan lingkaran pinggang pada wanita (73,3%), kadar triglisera (52,3%) dan sebagian besar memiliki hipertensi stadium II pada wanita (50%). Penelitian ini sejalan dengan *Soewondo P, et all* (2010) yang menyatakan bahwa prevalensi sindrom metabolik berdasarkan jenis kelamin menggunakan kriteria NCEP-ATP III paling sering terjadi pada wanita.¹²

Komponen Sindrom Metabolik pada Pasien Sindrom Metabolik di RW 01 Desa Cibeber Cimahi . Jumlah komponen sindrom metabolik pada penderita sindrom metabolik di RW 01 Kelurahan Cibeber Cimahi dapat dilihat melalui Tabel berikut ini:

Tabel 4 Jumlah komponen sindrom metabolik pada penderita sindrom metabolik di RW 01 Kelurahan Cibeber Cimahi

Jumlah Komponen SM	Jumlah	Persentase (%)
3	22 8	50,0
4	14	18,2
5		31,8
Total	44	100,0

Menurut kriteria NCEP ATP-III, seseorang dikatakan menderita sindrom metabolik minimal ditemukan tiga dari lima komponen.¹³ Jumlah komponen sindrom metabolik yang ditemukan pada penderita sindrom metabolik di RW 01 Kelurahan Cibeber Cimahi sebagian besar mengalami 3 dari 5 komponen yang ada, yaitu sebanyak 22 orang (50%). Kemudian 14 orang (31,8%) mengalami seluruh komponen dan 8 orang (18,2%) mengalami 4 dari 5 komponen sindrom metabolic

Tabel 5 Karakteristik subjek penelitian berdasarkan komponen sindrom metabolik di RW 01 Kelurahan Cibeber Cimahi

Tekanan Darah		
Pre-Hipertensi	4	9,1
Hipertensi Stage I	21	47,7
Hipertensi Stage II	19	43,2
Kadar GDP		
≥ 110 mg/dl	36 8	81,8
< 110 mg/dl		18,2
Kadar Trigliserida		
≥ 150 mg/dl	24	54,5
< 150 mg/dl	20	45,5
Lingkar Pinggang		
Laki-laki < 90 cm		
≥ 90 cm	7	50,0
Perempuan		
< 80 cm	7	50,0
≥ 80 cm	8	26,7
	22	73,3
Kadar HDL		
Laki-laki		
Variabel	Jumlah	
≥ 40 mg/dl	5	35,7
< 40 mg/dl	9	64,3
Perempuan		
≥ 50 mg/dl	5	13,3
< 50 mg/dl	26	86,7

Berdasarkan Tabel 5, karakteristik subjek penelitian berdasarkan komponen sindrom metabolik terbanyak memiliki kadar GDP yang tinggi yaitu $\geq 110\text{mg/dl}$ sebanyak 36 orang (81,8%), subjek dengan kadar trigliserida yang melebihi normal, yaitu $\geq 150\text{mg/dl}$ sebanyak 24 orang (54,5%), subjek dengan lingkar pinggang >90 cm pada laki-laki sebanyak 7 Orang (50%) dan >80 cm pada perempuan sebanyak 22 orang (73,3%), dan subjek dengan kadar HDL yang rendah atau <40 mg/dl pada laki laki sebanyak 9 orang (64,3%) dan <50 mg/dl pada perempuan sebanyak 26 orang (86,7%). Komponen-komponen sindrom metabolic tersebut berhubungan dengan penyakit kardiovaskular karena sindrom metabolik merupakan kumpulan dari faktor-faktor risiko penyakit kardiovaskular seperti resistensi insulin, obesitas sentral, dislipidemia, dan hipertensi.⁸ Gambaran Kadar VCAM-1 Penderita Sindrom Metabolik pada Penduduk RW 01 Kelurahan Cibeber Cimahi Setelah dilakukan pengukuran kadar VCAM-1 pada penderita sindrom metabolic di RW 01 Kelurahan Cibeber Cimahi didapatkan data sebagai berikut:

Tabel 6 Gambaran kadar VCAM-1 penderita sindrom metabolik di RW 01 Kelurahan Cibeber

Kadar VCAM-1	Jumlah	Persentase (%)
395-714	16	36,4
> 714	28	63,6
Total	44	100,0

Berdasarkan Tabel 6 menunjukkan bahwa subjek penelitian yang menderita sindrom metabolik, lebih dari setengahnya yaitu 28 orang (63,6%) mengalami peningkatan pada kadar VCAM-1 >714 dan subjek dengan kadar VCAM-1 normal (395-714) sebanyak 16 orang (36,4%). Pada penelitian sebelumnya Varona, *et al* 2019 didapatkan pula adanya peningkatan kadar VCAM-1 pada individu dengan sindrom metabolik.¹⁴ Penelitian lainnya oleh A. Basu, *et al* 2010 menyatakan adanya penurunan kadar VCAM-1 pada subjek sindrom metabolik setelah mengkonsumsi stroberi.¹⁵ Kelima komponen sindrom metabolik sapat mengganggu jalur pro inflamasi dan stress oksidatif dengan meningkatkan ROS yang menyebabkan fungsi endotel menurun karena ketidakseimbangan vasodilatasi dan vasokonstriksi endotel. Seseorang dengan disfungsi endotel akan mengganggu produksi NO pada tubuh menurun serta memicu aktivasi pro-inflamasi pada sel endotel. Saat terjadi respon inflamasi pada tubuh, molekul permukaan sel endotel akan berperan sebagai molekul adhesi untuk leukosit atau disebut *vascular addressin* (ICAM dan VCAM). VCAM-1 merupakan molekul adhesi selular yang menarik dan mengumpulkan sel-sel inflamasi dan pengatur migrasi transendotel. Selain itu, VCAM-1 juga merupakan salah satu bentuk larut dari molekul adhesi yang akan ditemukan dalam sirkulasi dan dapat menggambarkan inflamasi pembuluh darah serta adanya disfungsi endotel.^{9,10,16,17}

Hubungan Komponen Sindrom Metabolik dengan Kadar VCAM-1 pada Pasien Sindrom Metabolik

Pada Tabel 7 dapat dilihat adanya hubungan yang bermakna antara kadar gula darah puasa dengan kadar VCAM-1 yang memiliki kekuatan hubungan kuat ($p=0,000$; $r=0,570$) dan kadar trigliserida dengan kadar VCAM-1 yang memiliki kekuatan hubungan sedang ($p=0,001$; $r=0,501$)

Tabel 7 Hubungan komponen sindrom metabolik dengan kadar VCAM-1 pada penduduk RW 01 Kelurahan Cibeber Cimahi

Variabel	VCAM-1		
	R	R ²	P-Value
Lingkar pinggang	0,066	0,004	0,670
Tekanan darah sistolik	0,008	0,000	0,958
Tekanan darah diastolik	0,027	0,001	0,864
Gula darah puasa	0,570	0,325	0,000*
Kolesterol HDL	0,260	0,068	0,088
Kadar Trigliserida	0,501	0,251	0,001*

Hasil penelitian ini menunjukkan tidak adanya hubungan antara lingkar pinggang dengan kadar VCAM-1. Penelitian ini sejalan dengan penelitian *Charles, et al* (2005) menyatakan tidak adanya hubungan antara lingkar pinggang dengan kadar VCAM-1.¹⁸ Namun penelitian *Susan, et al* (2009) menemukan terdapat hubungan antara lingkar pinggang dengan kadar VCAM-1.¹⁸ Lemak visceral yang meningkat dalam tubuh menyebabkan peningkatan stress oksidatif dan perubahan profil adipokin pro-inflamasi. Selain itu, adiposit di sekitarnya merangsang peningkatan molekul adhesi dan apoptosis sel endotel yang menyebabkan kadar VCAM-1 meningkat.¹⁹ Hasil penelitian hubungan antara tekanan darah dengan kadar VCAM-1 pada penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian yang telah dilakukan oleh *Santina, et al* 2009.²⁰ Hal ini didukung oleh riset *Rodrigo, et al* 2007, yaitu terganggunya fungsi endotel karena adanya stress hemodinamik, paparan dengan sitokin inflamasi dan stress oksidatif ditandai dengan adanya peningkatan berbagai molekul adhesi, yaitu VCAM1.²¹ Hasil penelitian selanjutnya menyatakan bahwa tidak adanya hubungan antara kadar HDL dalam darah dengan kadar VCAM-1 pada penelitian ini. Hal ini berbeda dengan penelitian yang dilakukan oleh *Varona, et al* (2019) menyatakan bahwa adanya hubungan antara kadar HDL dalam darah dengan kadar VCAM-1.²² Kadar lipid yang tinggi menyebabkan kerusakan dan gangguan jaringan vaskuler yang menyebabkan penurunan aktivitas NO yang mengakibatkan terganggunya vasodilatasi pembuluh darah.¹⁹ Gula darah puasa yang meningkat menyebabkan terjadinya hiperglikemia yang

mengakibatkan terganggunya pensinyalan insulin sehingga mengganggu produksi NP yang mengakibatkan vasodilatasi pada arteri yang resistensi.¹⁹ Pada penelitian ini hasil hubungan antara gula darah puasa dengan kadar VCAM-1 sejalan dengan penelitian yang sudah dilakukan sebelumnya oleh *Giannella, et al* 2017 menyatakan adanya peningkatan kadar VCAM-1 pada penderita hiperglikemia.⁸⁰ Hasil penelitian selanjutnya mengenai hubungan antara kadar trigliserida dengan kadar VCAM-1 sejalan dengan penelitian *Varona, et al* (2019) yang menyatakan bahwa adanya hubungan antara peningkatan kadar trigliserida dalam darah dengan peningkatan kadar VCAM-1. Kadar trigliserida yang tinggi dalam darah menyebabkan terjadinya stress oksidatif yang mengganggu fungsi dan menyebabkan kerusakan jaringan vaskuler. Selain itu, endotel yang terus menerus terpapar oleh lipid menyebabkan lipid terakumulasi pada lapisan endotel, sehingga memicu interaksi antara leukosit dan permukaan endotel yang pada akhirnya menyebabkan gangguan fungsi endotel dan memicu peningkatan molekul adhesi dan aktivasi leukosit.⁹

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang bermakna dari dua komponen sindrom metabolik terhadap kadar VCAM-1, yaitu kadar gula darah puasa dengan kekuatan hubungan kuat ($p=0,000$; $r=0,570$) dan kadar trigliserida dengan kekuatan hubungan sedang ($p=0,001$; $r=0,501$)

KONFLIK KEPENTINGAN

Dengan ini penulis menyatakan bahwa tidak terdapat konflik kepentingan dalam artikel ilmiah yang ditulis

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih penulis sampaikan kepada LPPM Unjani yang telah memberikan dana untuk penelitian ini, kepada para professional yang telah membantu proses penelitian dan penyusunan makalah yaitu staf Laboratorium Biokimia Fakultas Kedokteran Universitas Jenderal Achmad Yani dan Laboratorium Prodia Cimahi.

DAFTAR PUSTAKA

Rustika, Driyah S, Oemiati R, Hartati NS. Prediktor Sindrom Metabolik : Studi Kohor Prospektif Selama Enam Tahun di Bogor, Indonesia. *Media Penelit dan Pengemb Kesehat*. 2019;29(3):215–24.

Kemenkes RI. Situasi kesehatan jantung [Internet]. Pusat data dan informasi kementerian kesehatan RI. 2014. 1–8 p. Available from: <http://www.depkes.go.id/download.php?file=download/pusdatin/infodatin/infodatin-jantung.pdf>

Kemenkes RI. Hasil Riset Kesehatan Dasar Tahun 2018. Kementerian Kesehatan RI. 2018;53(9):1689–99.

Soleha TU, Bimandama MA. Hubungan sindrom metabolik dengan penyakit kardiovaskular. *J Major*. 2016;5(2):49–55

Sihombing M, Tjandrarini DH. Faktor Risiko Sindrom Metabolik Pada Orang Dewasa Di Kota Bogor. *Penelit Gizi dan Makanan*. 2015;38(1):21–30

Rustika, Driyah S, Oemiati R, Hartati NS. Prediktor Sindrom Metabolik : Studi Kohor Prospektif Selama Enam Tahun di Bogor, Indonesia. *Media Penelit dan Pengemb Kesehat*. 2019;29(3):215–24.

Pratiwi ZA, Hasanbasri M, Huriyati E. Penentuan titik potong skor sindroma metabolik remaja dan penilaian validitas diagnostik parameter antropometri: analisis Riskesdas 2013. *J Gizi Klin Indones*. 2017;14(2):80–9.

Rini S. Sindrom Metabolik. *Majority* [Internet]. 2015;4(4):88–93.

Darwin E, Fithra EE, Elvira D. *Disfungsi Endotel*. 2nd ed. Andalas University Press. 2018. 38–140 p.

Kurniawan A, Yanni M. Pemeriksaan Fungsi Endotel Pada Penyakit Kardiovaskular. *Hum Care J*. 2020;5(3):638–49.

Vaduganathan M, Mejigaard J Van, Mehra MR, Joseph J, O'Donnell CJ, Warraich HJ. Trends in the Prevalence of Metabolic Syndrome in the United States, 2011-2016. *Am Med Assoc*. 2020;323(24)

Soewondo P, Purnamasari D, Oemardi M, Waspadji S, Soegondo S. Prevalence of Metabolic Syndrome Using NCEP / ATP III Criteria in Jakarta. *Acta Med Indones-Indones J Intern Med*. 2010;42(4):199–203

Kusumaningnastiti B, Probosari E, Dieny FF, Fitrianti DY. Tipe tubuh (somatotype) dengan sindrom metabolik pada wanita dewasa non-obesitas usia 25 – 40 tahun. *J Gizi Klin Indones*. 2019;16(2):72.

Varona JF, Ortiz-Regalón R, Sánchez-Vera I, López-Melgar B, García-Durango C, Castellano Vázquez JM, et al. Soluble ICAM 1 and VCAM 1 Blood Levels Alert on Subclinical Atherosclerosis in Non Smokers with Asymptomatic Metabolic Syndrome. *Arch Med Res*. 2019;50(2):20–8.

Basu A, Fu DX, Wilkinson M, Simmons B, Wu M, Betts NM, et al. Strawberries decrease

atherosclerotic markers in subjects with metabolic syndrome. *Nutr Res* [Internet]. 2010;30(7):462–9. Available from: <http://dx.doi.org/10.1016/j.nutres.2010.06.016>.

Kong DH, Kim YK, Kim MR, Jang JH, Lee S. Emerging roles of vascular cell adhesion molecule-1 (VCAM-1) in immunological disorders and cancer. *Int J Mol Sci*. 2018;19(4):13–7.

Soenarta AA, Erwinanto, Mumpuni ASS, Barack R, Lukito AA, Hersunarti N, et al. *Pedoman Tatalaksana Hipertensi pada Penyakit Kardiovaskular. PERKI*. 2015

Ingelsson E, Hulthe J, Lind L Inflammatory markers in relation to insulin resistance and the metabolic syndrome. *Eur J Clin Invest*. 2008;38(7):502–9.

Tran V, De Silva TM, Sobey CG, Lim K, Drummond GR, Vinh A, et al. The Vascular Consequences of Metabolic Syndrome: Rodent Models, Endothelial Dysfunction, and Current Therapies. *Front Pharmacol*. 2020;11(March):1–10.

Cottone S, Mulè G, Nardi E, Vadalà A, Guarneri M, Briolotta C, et al. Relation of Creactive protein to oxidative stress and to endothelial activation in essential hypertension. *Am J Hypertens*. 2006;19(3):313–

Rodrigo R, Prat H, Passalacqua W, Araya J, Guichard C, Bächler JP. Relationship between oxidative stress and essential hypertension. *Hypertens Res*. 2007;30(12):1159–67

Varona JF, Ortiz-Regalón R, Sánchez-Vera I, López-Melgar B, García-Durango C, Castellano Vázquez JM, et al. Soluble ICAM 1 and VCAM 1 Blood Levels Alert on Subclinical Atherosclerosis in Non Smokers with Asymptomatic Metabolic Syndrome. *Arch Med Res*. 2019;50(2):20–8.

Giannella A, Radu CM, Franco L, Campello E, Simioni P, Avogaro A, et al. Circulating levels and characterization of microparticles in patients with different degrees of glucose tolerance. *Cardiovasc Diabetol*. 2017;16(1):1-10

**EFEKTIVITAS PEMBERIAN MORINGA OLEIFERA LEAVES POWDER
TERHADAP KADAR GULA DARAH POST PRANDIAL PASIEN DM TIPE 2 DI
PUSKESMAS PADASUKA KOTA CIMAH**

Susilowati, Budiman, Dzul Akmal, Dini Marlina, Ayu Lalili, Nenden Salma
FITKes Unjani
satjadibrata.susi@gmail.com

ABSTRAK

Prevalensi Diabetes Melitus tipe 2 (DMT2) di Indonesia adalah 8,6% kasus dari total populasi dan menduduki peringkat keempat di dunia. Prevalensi DM di Jawa Barat mencapai 1,74%. Puskesmas Padasuka berada di urutan ketiga dengan pasien DM terbanyak di Kota Cimahi. Penatalaksanaan DM meliputi terapi farmakologis dengan obat hipoglikemik oral (OHO), dan terapi non farmakologis yang meliputi diet dan terapi komplementer menggunakan Moringa oleifera Leaves Powder (MoLP) yang memiliki sifat fungsional untuk mengontrol glukosa darah. Tujuan penelitian untuk menganalisis pengaruh pemberian (MoLP) terhadap kadar gula darah Post Prandial pada pasien DMT2. Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain pretest- posttest with control group. Sampel adalah pasien DMT2 di Puskesmas Padasuka Kota Cimahi tahun 2024 sebanyak 60 orang, dengan teknik random sampling. Instrumen menggunakan kapsul MoLP, glukometer, microtoice, lancet pen, jarum steril, alkohol swab, strip test, timbangan, roti dan air. Data dianalisis dengan uji paired t-test dan independent t-test. Hasil penelitian menunjukkan ada perbedaan kadar glukosa darah yang signifikan pada penderita DM sebelum dan sesudah dilakukan terapi komplementer MoLP ($p < 0,05$), namun tidak terdapat perbedaan kadar gula darah pada kelompok kontrol, intervensi 1g, dan intervensi 2g baik sebelum maupun sesudah diberikan intervensi ($p > 0,05$). Terapi komplementer MoLP efektif menurunkan kadar gula darah post prandial pada menit ke 120. Puskesmas diharapkan dapat menambah durasi pemberian MoLP dan jumlah dosis dari MoLP. Menjalankan program-program penurunan kadar gula darah pada penderita DMT2 seperti senam DM, pemberian terapi komplementer DM, serta penyuluhan gizi dan kesehatan DM.

Kata kunci : eksperimental, Moringa oleifera Leaves Powder (MoLP), glukosa Post Prandial, DMT2

PENDAHULUAN

Diabetes melitus (DM) adalah kelainan kronis dalam metabolisme protein, lemak, dan karbohidrat (Osadebe et.al, 2014). DM digambarkan sebagai peningkatan glukosa darah setelah makan jenis apa pun. Penyebab DM adalah kekurangan atau malfungsi insulin (Modak, M. Et.al, 2007). Perkiraan global prevalensi DM pada kelompok usia 20–79 tahun adalah 463 juta pada tahun 2019 dan angka ini diperkirakan akan mencapai 700 juta pada tahun 2045. DM tipe 2 (T2DM) adalah kelainan metabolik kronis yang mencakup sekitar 90% kasus DM. T2DM ditandai dengan kadar glukosa darah tinggi, resistensi insulin pada otot, hati, dan jaringan adiposa, dan defisiensi relatif sekresi insulin dari pankreas. Pasien dengan DM sering mengalami komplikasi serius termasuk dislipidemia dan penyakit kardiovaskular, yang merupakan penyebab utama meningkatnya morbiditas dan mortalitas mereka (International Diabetes Federation, 2019).

DM memerlukan diagnosis dini, pengobatan, dan perubahan gaya hidup. DM adalah penyakit yang menyerang banyak orang di abad ke-21 dan dikenal sebagai penyebab kematian kelima (Kazi S, 2014). Prevalensi yang tinggi, patogenesis yang bervariasi, proses progresif, dan komplikasi DM menyebabkan kebutuhan mendesak akan perawatan yang efektif. Saat ini, berbagai perawatan, seperti terapi insulin, farmakoterapi, dan terapi diet, tersedia untuk mengendalikan DM. Ada beberapa jenis obat penurun glukosa yang memberikan efek antidiabetes melalui mekanisme yang berbeda. Mekanisme ini meliputi stimulasi sekresi insulin oleh obat sulfonilurea dan meglitinida, peningkatan absorpsi glukosa perifer oleh biguanida dan tiazolidinedion (Bathiaie S, et.al., 2014) penundaan absorpsi karbohidrat dari usus oleh alfa-glukosidase, dan penurunan glukoneogenesis hati (Hui H, et.al., 2005).

Dalam tiga dekade terakhir, meskipun ada kemajuan signifikan yang dicapai dalam pengobatan DM, hasil pengobatan pada pasien masih jauh dari sempurna. Pengobatan ini memiliki beberapa kelemahan, termasuk resistensi obat (penurunan efisiensi), efek samping, dan bahkan toksisitas. Dikatakan juga bahwa obat penurun glukosa tidak mampu mengendalikan hiperlipidemia (Dey L, et.al., 2002). Selain itu, efek samping obat dan interaksinya satu sama lain secara *in vitro* harus dipertimbangkan oleh staf medis (Kooti W, et.al., 2015).

Banyak riset meneliti produk alami termasuk tanaman tropis/subtropis dapat digunakan untuk mencegah dan mengobati pasien dengan DM dan komplikasi terkaitnya karena asal usulnya yang alami dan dengan demikian efek sampingnya relatif terbatas dibandingkan dengan obat-obatan (Balunas, M.J.dan Kinghorn, A.D., 2005). Sebagian besar tanaman mengandung karotenoid, flavonoid, terpenoid, alkaloid, glikosida dan sering kali memiliki efek antidiabetes [(Afrisham R, et.al., 2015). Efek anti-hiperglikemik yang dihasilkan dari perawatan dengan tanaman sering kali disebabkan oleh kemampuannya untuk meningkatkan kinerja jaringan

pankreas, yang dilakukan dengan meningkatkan sekresi insulin atau mengurangi penyerapan glukosa di usus.

Moringa oleifera Lam. (MO), umumnya disebut sebagai “drumstick tree,” “horseradish tree,” or “miracle tree”, atau di Indonesia dikenal sebagai “pohon kelor,” termasuk dalam famili tanaman berbunga Moringaceae dan dibudidayakan secara luas di Amerika, Afrika, Asia (termasuk di negara Indonesia) (<https://npgsweb.ars-grin.gov>) . Berbagai macam khasiat nutrisi dan obat telah ditunjukkan pada daun, biji, bunga, dan kulit kayunya (Promkum, C., et.al., 2010); Mena, P.; Angelino, 2020). Daunnya, misalnya, umumnya dikonsumsi sebagai sayuran dan suplemen nutrisi; bijinya diambil segar, dikeringkan atau sebagai teh panggang (roasted tea). Daun dan biji MO kaya akan protein, lipid, vitamin, mineral, dan fitokimia, dan telah digunakan untuk mengobati dan melindungi terhadap berbagai penyakit termasuk peradangan, karsinoma, gangguan hepatorenal dan kardiovaskular, dan DM (Dhakad, A.K., et.al., 2019; Kou, X., et.al., 2018). Bukti kumulatif telah menunjukkan peran MO yang berpotensi bermanfaat dalam metabolisme glukosa dan lipid (Nova, E., et.al., 2020).

Moringa oleifera Leaves mengandung nutrisi Betakaroten yang terdapat di dalam vitamin A, berfungsi sebagai antioksidan untuk melindungi tubuh dari serangan radikal bebas dan penyakit, vitamin C yang membantu penormalan hormon insulin pada penderita DM, asam askorbat membantu proses sekresi hormon insulin dalam darah pada penderita DM, serta vitamin E, untuk mencegah agar tidak terkena penyakit diabetes (Susilowati, dkk. 2020). Semua kandungan gizi yang terdapat pada daun kelor segar akan mengalami peningkatan (konsentrasinya) apabila dikonsumsi setelah dikeringkan dan dihaluskan dalam bentuk serbuk (Krisnadi, A. Dudi, 2015).

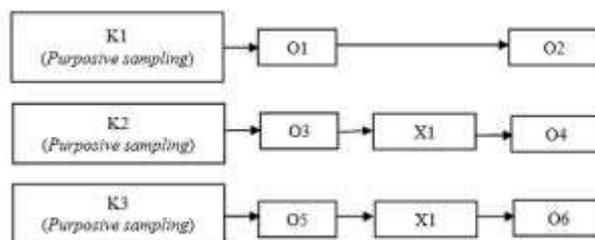
Terapi penurunan glikemia post-prandial pada pasien diabetes dengan bubuk daun kelor (*Moringa oleifera* Leaves Powder, MoLP) oleh peneliti terdahulu (Lassana Sissoko, et.al., 2020) menunjukkan bahwa mengkonsumsi MoLP tidak berpengaruh pada glukosa darah peserta non-diabetes, namun pada pasien diabetes, MoLP menurunkan glukosa darah dalam waktu 90 menit. Ada kecenderungan peningkatan area di bawah kurva yang lebih rendah ketika pasien diabetes mengonsumsi 2 g MoLP. Tidak ada efek samping dilaporkan oleh setiap peserta.

Diabetes Mellitus merupakan salah satu masalah kesehatan yang cukup menonjol di Indonesia, termasuk di Jawa Barat. Berdasarkan hasil Riset Kesehatan Dasar (Riskesdas) tahun 2018, prevalensi DM di Jawa Barat mencapai 1,74% (diperkirakan 570.611 penderita diabetes). Pada tahun 2021, Dinas Kesehatan Jawa Barat menemukan sejumlah 46.837 orang dengan DM. Puskesmas Padasuka berada di urutan ketiga dengan pasien DM terbanyak di Kota Cimahi. Jumlah penderita diabetes saat ini semakin meningkat dan menyebabkan meningkatnya

kekhawatiran di komunitas medis dan masyarakat umum. Kondisi ini menuntut riset untuk mengeksplorasi strategi pencegahan dan terapi baru terhadap DM. Terapi nutrisi dan terapi herbal merupakan metode terapi komplementer yang menanggulangi penyakit sebagai pendukung kepada pengobatan medis konvensional. Penelitian bertujuan untuk menganalisis pengaruh terapi komplementer *Moringa oleifera* Leaves Powder terhadap kadar glukosa darah paska puasa pada pasien T2DM di Puskesmas Padasuka Kota Cimahi.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental dengan desain Pretest-Posttest With Control Group, yaitu pengelompokan anggota kelompok eksperimen dan kelompok kontrol dilakukan secara acak. Selanjutnya dilakukan pretest pada ketiga kelompok dan diberikan perlakuan pada kelompok eksperimen saja, setelah itu dilakukan posttest pada ketiga kelompok tersebut.



Gambar Desain Pretest-Posttest With Control Group

Keterangan:

- K1 = Kelompok kontrol diberikan 100g roti dan 220ml air
- K2 = Kelompok eksperimen diberikan 100g roti, 220 ml air dan MoLP dengan dosis 1g
- K3 = Kelompok eksperimen diberikan 100g roti, 220ml air dan MoLP dengan dosis 2g

- X1 = Perlakuan diberikan Roti 100g, air 220ml dan MoLP dosis 1g
- X2 = Perlakuan diberikan Roti 100g, air 220ml dan MoLP dosis 2g
- O1 - O6 = - Pretest dilakukan dengan pemeriksaan kadar gula darah menggunakan glukometer (*GlucoDr*) *Lancetspen* (*GlucoDr*), *Blood Lancets*, *strip test* (*GlucoDr*)
- Posttest dilakukan dengan pemeriksaan kadar gula darah menggunakan glukometer (*GlucoDr*) *Lancetspen* (*GlucoDr*), *Blood Lancets*, *strip test* (*GlucoDr*)

Populasi dalam penelitian ini adalah Pasien Diabetes Melitus tipe 2 Puskesmas Padasuka Kota Cimahi periode bulan Maret tahun 2024 berdasarkan data sekunder dari Puskesmas Padasuka Kota Cimahi tahun 2024 sebanyak 60 kasus DM. Sampel adalah keseluruhan kasus (penelitian populasi), kemudian dibagi ke dalam 3 kelompok, sehingga masing-masing kelompok terdiri dari 20 sampel.

Kriteria sampel yang dikehendaki pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

a. Kriteria Inklusi

Responden seorang Pasien DMT2

Responden sedang mengonsumsi aktif obat antidiabetik

Responden bersedia berpartisipasi dalam penelitian

b. Kriteria Eksklusi

Pasien yang tidak mengikuti pengukuran GPP sampai 2 jam yaitu 30,60,90,120 menit

Pasien saat pengukuran gula darah tidak mengonsumsi OHO

Pengumpulan data dengan metode wawancara dan pengukuran kadar gula darah.

Instrumen yang digunakan dalam penelitian meliputi: glukometer, tests strips, lancet pen, jarum steril, kapas beralkohol, lembar observasi untuk mencatat hasil pemeriksaan kadar gula darah sebelum dan setelah diberikan perlakuan, Informed Consent, kapsul MoLP, roti tawar, air mineral.

Prosedur penelitian dilakukan sebagai berikut: Menyetujui penelitian dengan Puskesmas Padasuka dan pasien DMT2 yang akan menjadi sampel, melalui perijinan penelitian dan informed consent seluruh sampel penelitian.

Memberikan informasi terkait prosedur penelitian kepada pihak Puskesmas Padasuka dan seluruh sampel. Seluruh sampel dipuasakan selama 8 jam sebelum penelitian dilaksanakan.

Pengukuran IMT meliputi BB dan TB, pengecekan kadar gula darah sebelum dan sesudah puasa.

Sampel dibagi menjadi 3 kelompok:

- K1 (Dipuasakan 8 jam)
 1. sebelum buka puasa diukur kadar gula darah
 2. buka puasa diberi roti putih 100 gram
 3. kemudian diberi minum air putih 220 ml
 4. kemudian diukur kadar gula darahnya setelah makan roti dengan interval 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit
- K2 (Dipuasakan 8 jam)
 1. sebelum buka puasa diukur kadar gula darah
 2. buka puasa diberi roti putih 100 gram
 3. 30 menit kemudian diberi MOLP 1 gram
 4. kemudian diberi minum air putih 220 ml
 5. kemudian diukur kadar gula darahnya setelah makan roti + MoLP dengan interval 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit
- K3 (Dipuasakan 8 jam)
 1. sebelum buka puasa diukur kadar gula darah
 2. buka puasa diberi roti putih 100 gram dan air 220ml

3. 30 menit kemudian diberi MOLP 2 gram
4. kemudian diberi minum air putih 220ml
5. kemudian diukur kadar gula darahnya setelah makan roti + MoLP dengan interval 30 menit, 60 menit, 90 menit, 120 menit.

Analisis data meliputi univariat dan bivariat. Univariat dengan tendency central dan proporsi. Bivariat dengan uji beda dua mean dependen (t test dependent, Wilcoxon test, dan Anova test). Penelitian ini telah memenuhi prinsip-prinsip ethical clearance dengan nomor surat 071/KEPK/FITKes-UNJANI/VIII/2023.

HASIL DAN PEMBAHASAN HASIL

Berikut ini adalah gambaran karakteristik sampel penelitian.

Tabel 1. Distribusi Frekuensi Karakteristik Pasien DMT2 di Puskesmas Padasuka Kota Cimahi

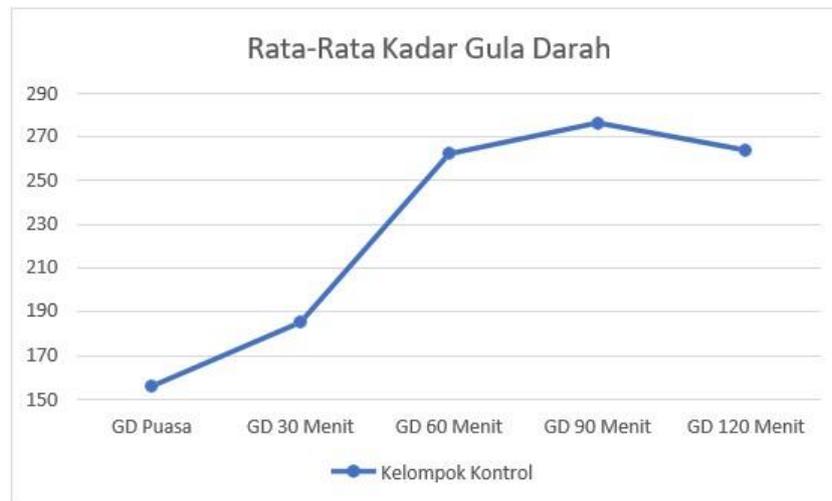
Variabel	Kategori	Frekuensi Persentase	
		(n)	(%)
Jenis Kelamin	L	11	18,3
	P	49	81,7
Merk Obat	Metformin HCl, Glimpiride	42	70,0
	Acarbose	2	3,3
	Insulin novomik, Metformin HCl, Glimpiride	2	3,3
	Acarbose, Fonylin, Miniaspi, Amolodipin	1	1,7
	Glibenclamide, Metformin HCl	10	16,7
	Fonilyne, Metformin HCl	1	1,7
Dosis Obat	Latibet	1	1,7
	Metformin HCl, Mecobalmin	1	1,7
	500mg, 4mg	42	70,0
	50mg	1	1,7
	8 unit dan 18, 500mg, 4mg	2	3,3
	30 12 unit, 500mg, 4mg	1	1,7
	50mg, 50mg, 80mg, 5mg	1	1,7
	5mg, 500mg	10	16,7
	60 mg, 500mg	1	1,7
	5mg	1	1,7
Frekuensi Minum	500mg, 500mg	1	1,7
	3x sehari, 1x sehari	43	71,7
	3x sehari	2	3,3
	2x sehari, 3x sehari, 1x sehari	2	3,3
	1x sehari, 1x sehari, 1x sehari	1	1,7
	1x sehari, 1x sehari, 1x sehari, 1x sehari	1	1,7
Komplikasi	1x sehari, 3x Sehari	11	18,3
	Tidak Ada Komplikasi	49	81,7
	Geerd	6	10,0
	PJK	1	1,7
	Kolesterol	2	3,3
	Kolesterol, Hipertensi, PJK	1	1,7
Makanan Baku	Geerd, Hipertensi, Kolesterol	1	1,7
	Tidak Makan dan Minum	52	86,7
	Minum Air Putih	1	1,7
	Makan dan Minum	1	1,7

Tabel 1 menunjukkan bahwa sebagian besar responden berjenis kelamin perempuan (81,7%), mengkonsumsi obat Metformin HCl, Glimepiride dengan dosis 500mg, 4mg (70%), dan frekuensi minum obat sebanyak 3x dan 1x sehari (71,7%), tidak memiliki komplikasi (81,7%), dan tidak makan dan minum pada saat buka puasa (86,7%).

Tabel 2. Gambaran Umur dan IMT Responden

Variabel	Minimum	Maximum	Std. Deviation
Umur	37,00	72,00	7,64236
IMT	17,67	30,67	2,84768

Tabel 2. Menunjukkan umur responden paling muda 37 tahun dan paling tua 72 tahun. Responden memiliki IMT 17.67 sampai dengan 30.67.



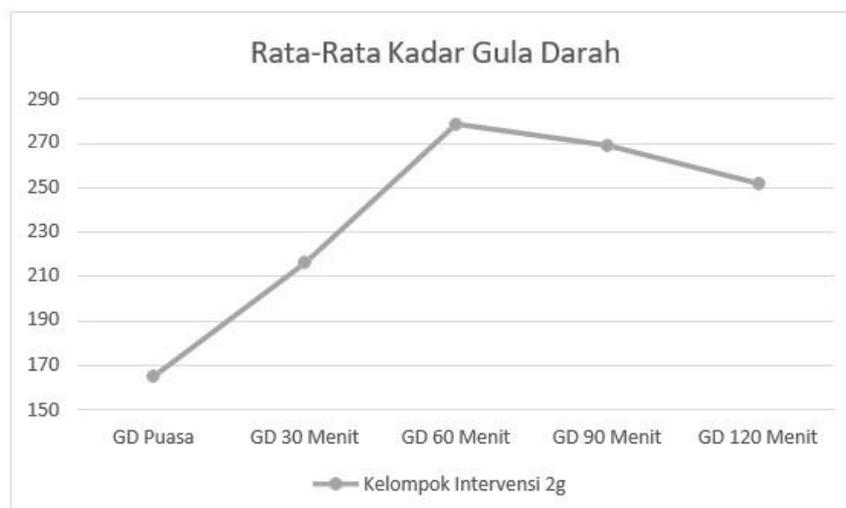
Gambar 2. Rata-Rata Kadar Gula Darah pada kelompok 100g roti dan 220ml air

Gambar 2. Menunjukkan bahwa pada kelompok terapi 100g roti dan 220ml air, rerata gula darah puasa adalah 156,05 mg/dl, dan mengalami peningkatan setelah 30 menit menjadi 185,30 mg/dl. Setelah 60 menit, gula darah mengalami lonjakan hingga 262,45 mg/dl, dan meningkat terus hingga 90 menit yaitu 276,60 mg/dl. Gula darah mengalami penurunan setelah 120 menit hingga 264,10 mg/dl.



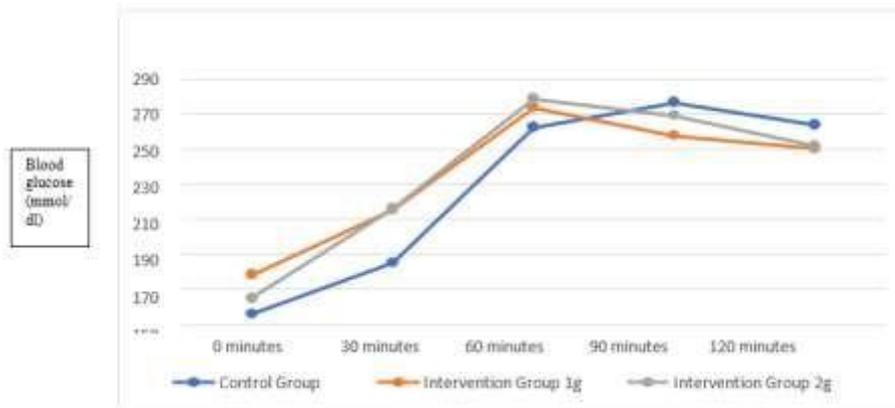
Gambar 3. Rata-Rata Kadar Gula Darah pada kelompok terapi 100g roti + 220ml air + 1g MoLP

Gambar 3. menunjukkan pada kelompok terapi 100g roti + 220ml air + 1g MoLP, rerata gula darah puasa adalah 178,35 mg/dl, dan mengalami peningkatan setelah 30 menit menjadi 215,65 mg/dl. Setelah 60 menit, gula darah mengalami lonjakan hingga 273,80 mg/dl. Gula darah mengalami penurunan setelah 90 menit yaitu 257,80 mg/dl, dan terus menurun setelah 120 menit menjadi 250,55 mg/dl, walaupun penurunannya tidak dalam batas normal.



▲ Gambar 4. Rata-Rata Kadar Gula Darah pada kelompok 100g roti + 220ml air + 2g MoLP

Gambar 4. Menunjukkan pada kelompok terapi 100g roti, 220ml air + 2g MoLP, rerata gula darah puasa adalah 165,05 mg/dl, dan mengalami peningkatan setelah 30 menit menjadi 216,20 mg/dl. Setelah 60 menit, gula darah mengalami lonjakan hingga 278,75 mg/dl. Gula darah mengalami penurunan setelah 90 menit yaitu 269,15 mg/dl, dan dan terus menurun setelah 120 menit menjadi 251,90 mg/dl, walaupun penurunannya tidak dalam batas normal.



Gambar 5. Rata-Rata Kadar Gula Darah pada kelompok terapi 100g roti dan 220ml air, Kelompok Roti 100g, air 220ml + 1g MoLP, dan Kelompok Roti 100g, Air 220ml + 2g MOLP

Gambar 5. menunjukkan pada kelompok terapi 100g roti dan 220ml air, gula darah mengalami penurunan setelah 120 menit hingga 264,10 mg/dl, sedangkan pada kelompok terapi roti 100g, air 220ml + 1g MoLP dan kelompok terapi roti 100g, air 220ml + 2g MOLP, gula darah mengalami penurunan setelah 90 menit meskipun penurunannya tidak signifikan.

Tabel 3. Perbedaan penurunan kadar gula darah sebelum dan sesudah diberikan pada 3 kelompok terapi

Sample Group	Postprandial Blood Glucose (PBG)	Mean differences	Std. Deviation	p-value
Control Group (Bread 100g + water 220ml)	PBG 30'	-29,250	62,611	0,050
	PBG 60'	-106,400	73,258	0,000
	PBG 90'	-120,550	71,585	0,000
	PBG 120'	-108,050	67,078	0,000
Intervention Group 1 (bread 100g, water 220ml + 1g MOLP)	PBG 30'	-37,300	52,006	0,005
	PBG 60'	-95,450	49,878	0,000
	PBG 90'	-79,450	36,132	0,000
	PBG 120'	-72,200	56,545	0,000
Intervention Group 2 (bread 100g, air 220ml +2g MOLP)	PBG 30'	-51,150	107,048	0,046
	PBG 60'	-113,700	99,018	0,000
	PBG 90'	-104,100	92,589	0,000
	PBG 120'	-86,850	93,355	0,001

Tabel 3. menunjukkan pada kelompok kontrol 100g roti dan 220ml air, terdapat perbedaan mean antara gula darah puasa dengan gula darah 30 menit ($p = 0,050$), gula darah 60 menit ($p = 0,000$), gula darah 90 menit ($p = 0,000$), dan gula darah 120 menit ($p = 0,000$), artinya ada perbedaan kadar glukosa darah yang signifikan pada penderita DM sebelum dan sesudah melakukan terapi komplementer MoLP. Pada kelompok kelompok intervensi I (100g roti dan 220ml air, dan 1g MoLP), menunjukkan terdapat perbedaan mean antara gula darah puasa dengan gula darah 30 menit ($p = 0,005$), gula darah 60 menit ($p = 0,000$), gula darah 90 menit ($p = 0,000$), dan gula darah 120 menit ($p = 0,000$), artinya ada perbedaan kadar glukosa darah yang signifikan pada penderita DM sebelum dan sesudah melakukan terapi komplementer MoLP.

Pada kelompok kelompok intervensi II (100g roti dan 220ml air, dan 2g MoLP), menunjukkan terdapat perbedaan mean antara gula darah puasa dengan gula darah 30 menit ($p = 0,046$), gula darah 60 menit ($p = 0,000$), gula darah 90 menit ($p = 0,000$), dan gula darah 120 menit ($p = 0,001$), artinya ada perbedaan kadar glukosa darah yang signifikan pada penderita DM sebelum dan sesudah melakukan terapi komplementer MoLP.

Tabel 4. Perbedaan Kadar GDP dan GDPP 120 Menit pada 3 Kelompok Sampel (Kontrol, Intervensi 1, dan Intervensi 2)

Blood Glucose Level		Sum of Squares	df	Mean Square	F	P-Value
Fasting	Between Group	5034,533	2	2517,267	0,431	0,652
	Within Group	332932,450	57	5840,920		
	Total	337966,983	59			
120'	Between Group	70828,433	2	35414,217	4,024	0,023
	Within Group	501615,300	57	8800,268		
	Total	572443,733	59			

Tabel 4 menunjukkan bahwa p-value pada ketiga kelompok adalah 0,652 ($>0,05$), artinya tidak ada perbedaan kadar gula darah puasa diantara ketiga kelompok tersebut. Pada kadar gula darah 120 menit, didapatkan p-value pada ketiga kelompok adalah 0,023 ($<0,05$), artinya terdapat perbedaan kadar gula darah 120 menit diantara ketiga kelompok tersebut.

PEMBAHASAN

Sebagian besar responden berjenis kelamin perempuan (81,7%), mengkonsumsi obat Metformin HCl, Glimepiride dengan dosis 500mg, 4mg (70%), dan frekuensi minum obat sebanyak 3x dan 1x sehari (71,7%), tidak memiliki komplikasi (81,7%), dan tidak makan dan minum pada saat buka puasa (86,7%). Responden rata-rata berumur 56,36 tahun, dan rata-rata IMT 23,9 kg/m².

Responden dalam penelitian ini paling banyak mendapatkan obat metformin dengan dosis 500 mg, dan frekuensi minum 3x sehari. Metformin dapat meningkatkan pemakaian glukosa oleh sel usus sehingga menurunkan glukosa darah dan juga disangka menghambat absorpsi glukosa dari usus pada keadaan sesudah makan. setelah diberikan secara oral, Metformin mencapai kadar puncak dalam darah setelah 2 jam dan diekskresi lewat urine dalam keadaan utuh dengan waktu paruh 2 - 5 jam. Metformin menurunkan kadar glukosa darah tetapi tidak menyebabkan penurunan sampai di bawah normal karena itu tidak disebut sebagai obat hipoglikemik tetapi obat antihiperlikemik (Soegondo, 2015).

Responden dalam penelitian ini sebagian besar perempuan, karena dilihat dari proporsi berat badan dengan tinggi badan yang umumnya pendek, berkontribusi terhadap tingginya IMT. Menurut Fatimah (2015), perempuan lebih berisiko mengidap diabetes karena secara fisik wanita memiliki peluang peningkatan indeks masa tubuh yang lebih besar. Rata-rata responden memiliki IMT 23,9 yang termasuk ke dalam kategori gemuk atau overweight dengan rata-rata berat badan >60 kg. Berat badan merupakan salah satu faktor risiko terjadinya DM tipe 2. Menurut Fatimah (2015), terdapat korelasi bermakna antara obesitas dengan kadar glukosa darah, pada derajat kegemukan dengan IMT > 23 dapat menyebabkan peningkatan kadar glukosa darah menjadi 200mg%.

Penelitian ini menunjukkan bahwa terapi komplementer MoLP tidak efektif dalam menurunkan kadar gula darah karena tidak ada perbedaan antara responden yang diberikan MoLP 1g maupun MoLP 2g dengan kelompok yang tidak diberikan intervensi. Hal ini kemungkinan karena pemberian MoLP dilakukan hanya sekali dan dosisnya sedikit.

Hasil penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Lassana Sissoko (2020) bahwa pada peserta non-diabetes, tidak ada perbedaan yang signifikan pada glukosa darah, kecuali pada kelompok yang mengkonsumsi 2g, pada 60 menit penurunan ini lebih rendah dibandingkan pada pasien diabetes (0,58 mmol/l). Hasil penelitian ini juga tidak sejalan dengan hasil penelitian Naji, Taha Abdo Ali (2021), bahwa mengkonsumsi bubuk daun *Moringa oleifera* (MoLP) dan *Olea europaea* (OE) tidak berpengaruh terhadap glukosa darah pada partisipan non-diabetes, namun pada pasien diabetes, bubuk *Moringa oleifera* dan *Olea europaea* mengurangi glikemia post-prandial pada pasien diabetes.

Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat perbedaan kadar gula darah pada ketiga kelompok pada saat puasa sebelum mendapatkan terapi daun kelor (p value 0,652) tetapi pada 120 menit setelah mendapatkan terapi daun kelor terdapat perbedaan yang signifikan diantara ketiga kelompok penelitian (p value 0,023), ini berarti pemberian terapi komplementer MoLP efektif setelah 120 menit dikonsumsi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Lassana Sissoko (2020) Perbedaannya mencapai signifikansi statistik pada 120 menit ketika dosisnya 2g (sebesar 92 mmol min/l).

Menurut Kandungan gizi yang terdapat pada *Moringa oleifera* Leaves segar akan mengalami peningkatan (konsentrasinya) apabila dikonsumsi setelah dikeringkan dan dihaluskan dalam bentuk serbuk/ekstrak. Ekstrak daun kelor memiliki dua komponen kimia yang diisolasi yaitu quercetin dan koempferol. Menurut Srinivasan (2018), Quercetin secara signifikan mengurangi kadar glukosa penderita diabetes dengan meningkatkan sekresi insulin dan regenerasi sel di pankreas. Menurut Yang Yan (2022), kaempferol mengurangi keluaran glukosa

di hati dengan meningkatkan sekresi insulin, yang mirip dengan sekretagog insulin.

Beberapa keterbatasan dalam penelitian ini meliputi: darah yang digunakan untuk penelitian adalah darah perifer yang sebaiknya digunakan adalah darah yang berasal dari arteri; durasi pengukuran gula darah maksimal hanya sampai 120 menit, diharapkan penelitian berikutnya dapat menambah durasi; dan dosis untuk MoLP maksimal pada penelitian ini 2 g, diharapkan peneliti berikutnya dapat meningkatkan dosis tersebut.

KESIMPULAN

Terapi komplementer MoLP efektif menurunkan kadar gula darah post prandial pada pasien DMT2 pada menit ke 120 setelah pemberian MoLP.

DAFTAR PUSTAKA

- Afrisham R, Aberomand M, Ghaffari MA, Siahpoosh A, Jamalana M. Inhibitory Effect of *Heracleum persicum* and *Ziziphus jujuba* on Activity of AlphaAmylase. *Journal of Botany*. 2015; 2015: 1-8. doi: 10.1155/2015/824683.
- Balunas, M.J.; Kinghorn, A.D. Drug discovery from medicinal plants. *Life Sci*. 2005, 78, 431–441. [CrossRef] [PubMed]
- Bathaie S, Mokarizade N, Shirali S. An overview of the mechanisms of plant ingredients in the treatment of diabetes mellitus. *J Med Plant*. 2012; 4 (44): 1-24.
- Dey L, Attele AS, Yuan CS. Alternative therapies for type 2 diabetes. *Altern Med Rev*. 2002; 7: 45-58. PMID: 11896745.
- Dhakad, A.K.; Ikram, M.; Sharma, S.; Khan, S.; Pandey, V.V.; Singh, A. Biological, nutritional, and therapeutic significance of *Moringa oleifera* Lam. *Phytother. Res*. 2019, 33, 2870–2903. [CrossRef] [PubMed]
- Hui H, Zhao X, Perfetti R. Structure and function studies of glucagon-like peptide-1 (GLP1): the designing of a novel pharmacological agent for the treatment of diabetes. *Diabetes Metab Res Rev*. 2005; 21: 31331. doi: 10.1002/dmrr.553, PMID: 15852457.
- International Diabetes Federation. *IDF Diabetes Atlas*, 9th ed.; International Diabetes Federation: Brussels, Belgium, 2019.
- Kazi S. Use of traditional plants in diabetes mellitus. *Int J Pharm*. 2014; 4(4): 2839.
- Kooti W, Moradi M, Akbari SA, Sharafi-Ahvazi N, AsadiSamani M, AshtaryLarky D. Therapeutic and pharmacological potential of *Foeniculum vulgare* Mill: A review. *J HerbMed Pharmacol*. 2015; 4: 1-9.
- Kou, X.; Li, B.; Olayanju, J.B.; Drake, J.M.; Chen, N. Nutraceutical or Pharmacological Potential

of *Moringa oleifera* Lam. *Nutrients* 2018, 10, 343. [CrossRef]

Krisnadi, A. Dudi, 2015, 'Kelor Super Nutrisi', Gerakan Swadaya Masyarakat Penanaman dan Pemanfaatan Tanaman Kelor Dalam rangka mendukung Gerakan Nasional Sadar Gizi. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*

Lassana Sissoko, Nouhoum Diarra, Ibrahim Nientao, Beth Stuart, Adiaratou Togola, Drissa Diallo, Merlin Luke Willcox Merlinal., MORINGA OLEIFERA LEAF POWDER FOR TYPE 2 DIABETES: A PILOT CLINICAL TRIAL, *Afr., J. Complement Altern Med.* (2020)17(2):2936 <https://doi.org/10.21010/ajtcam.v17i2.3>

Mena, P.; Angelino, D. *Plant Food, Nutrition, and Human Health. Nutrients* 2020, 12, 2157. [CrossRef]

Modak M, Dixit P, Londhe J, Ghaskadbi S, Devasagayam TPA. Indian herbs and herbal drugs used for the treatment of diabetes. *J Clin Biochem Nutr.* 2007; 40(3): 163. doi: 10.3164/jcbrn.40.163, PMID: 18398493, PMCID: PMC2275761.

Naji, Taha Abdo Ali, 'Effect of Moringa and Olive Leaves Powder Consumption on Hyperglycemic State in Type 2 Diabetes Mellitus (a Pilot Study)', *Electronic Journal of University of Aden for Basic and Applied Sciences*, 2.4 (2021), 176– 85 <<https://doi.org/10.47372/ejua-ba.2021.4.126>>

Nova, E.; Redondo-Useros, N.; Martinez-Garcia, R.M.; Gomez-Martinez, S.; Diaz-Prieto, L.E.; Marcos, A. Potential of *Moringa oleifera* to Improve Glucose Control for the Prevention of Diabetes and Related Metabolic Alterations: A Systematic Review of Animal and Human Studies. *Nutrients* 2020, 12, 2050. [CrossRef]

Osadebe PO, Odoh EU, Uzor PF. The search for new hypoglycemic agents from plant. *Afr J Pharm Pharmacol.* 2014; 8(11): 292-303. doi: 10.5897/AJPP2014.3933.

Promkum, C.; Kupradinun, P.; Tuntipopipat, S.; Butryee, C. Nutritive evaluation and effect of *Moringa oleifera* pod on clastogenic potential in the mouse. *Asian Pac. J. Cancer Prev.* 2010, 11, 627–632. [PubMed]

Srinivasan, Prabhu, S. Vijayakumar, Swaminathan Kothandaraman, and Manogar Palani, 'Anti-Diabetic Activity of Quercetin Extracted from *Phyllanthus Emblica* L. Fruit: In Silico and in Vivo Approaches', *Journal of Pharmaceutical Analysis*, 8.2(2018), 09–18. <https://doi.org/10.1016/j.jpha.2017.10.005>

Susilowati, dkk., 2020. 'Masih Tentang Kelor (*Moringa Oleifera* lam) *Elfatih Media Insani*.

Yang, Yan, Zhengtao Chen, Xiaoyan Zhao, Hongyan Xie, Lian Du, Hong Gao, and others, 'Mechanisms of Kaempferol in the Treatment of Diabetes: A Comprehensive and Latest Review', *Frontiers in Endocrinology*,

13.September (2022), 1–15 <https://doi.org/10.3389/fendo.2022.990299>

Moringa oleifera. Available online: <https://npgsweb.ars-grin.gov/gringlobal/taxon/taxonomydetail?id=24597> (accessed on 3 May2021).

AKTIVITAS ANTIOKSIDAN EKSTRAK DAN NANOPARTIKEL DARI BUNGA ROSELLA (*HIBISCUS SABDRIFFA* L)

Jasmansyah, Budi Saputra
Universitas Jenderal Achmad Yani

jasmansyah@unjani.ac.id

ABSTRAK

Salah satu tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia terutama di daerah Kuningan, Jawa Barat adalah bunga rosella. Tanaman ini berasal dari keluarga Malvaceae yang bagian bunganya diperkirakan mengandung senyawa bioaktif antosianin yang berperan sebagai senyawa antioksidan alami. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis aktivitas antioksidan dalam ekstrak etanol bunga rosella dan pada nanopartikel ekstrak rosella melalui metode uji DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil) menggunakan parameter IC_{50} sehingga peneliti bisa membandingkan sediaan mana yang lebih kuat terhadap aktivitas antioksidan. Tahapan pembuatan ekstrak diawali dengan proses maserasi yang di pandu dengan kromatografi lapis tipis kemudian menguji aktivitas antioksidan. Pengujian aktivitas antioksidan memiliki IC_{50} pada ekstrak bunga rosella sebesar 77,610 ppm menunjukkan bahwa ekstrak bunga rosella memiliki aktivitas yang aktif terhadap antioksidan. Setelah ekstrak diuji mendapatkan hasil uji bioktivitas yang aktif sehingga dilakukan pembuatan nanopartikel menggunakan metode bottom-to-up dari reaksi cross-link antara kitosan dan tripoliposfat. Rasio Ekstrak Rosella:Kitosan:Tripolipospat (2:1:0.1). Karakterisasi Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella menunjukkan ukuran partikel 464,6 nm, indeks polidispersi 0,849 dan potensial zeta -6,0 mV. Aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH (2,2-difenil-1-pikrilhidrazil), diukur dengan spektrofotometer UV-Vis pada panjang gelombang 515 nm. Data IC_{50} dianalisis menggunakan uji One Way Anova dan uji post-hoc Duncan dengan tingkat kepercayaan 95%. Berdasarkan hasil penelitian Nanopartikel Ekstrak Rosella menunjukkan nilai IC_{50} 22,577 ppm antioksidan sangat kuat. Nilai IC_{50} Ekstrak Rosella adalah 77,610 ppm antioksidan aktif. Sediaan ekstrak rosella menjadi Nanopartikel Ekstrak Rosella sangat efektif baik terhadap peningkatan kekuatan aktivitas antioksidan bunga rosella.

Kata kunci: Bunga Rosella, Antioksidan, Nanopartikel

PENDAHULUAN

Molekul yang memiliki satu atau beberapa elektron tidak berpasangan pada orbit terluarnya disebut dengan radikal bebas. Molekul radikal diproduksi dalam tubuh sebagai akibat proses kimia kompleks sebagai produk sampingan dari proses pernapasan atau pembakaran sel yang terjadi selama respirasi, implamasi, metabolisme tubuh, olahraga terlalu berat atau terpapar polutan lingkungan seperti asap rokok, asap kendaraan, radiasi matahari dan polutan (Lestari et al., 2022a). Molekul radikal bersifat reaktif dan tidak stabil, dapat merusak membrane sel, asam deoksiribonukleat (DNA), dan protein, serta menstimulasi penyakit tidak menular (Hidayat et al, 2020).

Antioksidan dapat bertindak sebagai agen penetralisir radikal bebas karena senyawa ini akan menyumbangkan elektronnya kepada radikal bebas untuk mencegah aktivitas oksidasi radikal bebas. Tanaman rosella dari golongan keluarga Malvaceae adalah bunga yang tumbuh subur di daerah tropis seperti di Pulau Kalimantan dan Jawa. Di dalam tanaman rosella pada bagian bunga terdapat senyawa antosianin dari golongan flavonoid yang berfungsi sebagai penangkal radikal bebas (Inggrid dkk., 2018). Adanya senyawa aktif di dalam bunga tersebut menjadikan banyak pemanfaatan tanaman rosella sebagai pengobatan herbal alternatif untuk pengobatan berbagai jenis penyakit (Alfian dan Hari., 2012). Banyak hasil penelitian yang memaparkan terkait bioaktivitas antioksidan dari bunga rosella. Pada penelitian yang dilakukan oleh (Mohd-Esa et al., 2010; Purbowati et al., 2015; Inggrid et al., 2018; Shafirany et al., 2021; Lestari et al., 2022b) ekstrak bunga yang telah diperoleh digunakan untuk analisis kemampuan bioaktivitas antioksidan dalam meredam radikal bebas.

Rosella adalah sejenis perdu yang mudah ditanam. Tanaman ini merupakan anggota dari famili Malvaceae. Rosella dapat hidup dengan kondisi lahan, cuaca, serta suhu apapun, akan tetapi di setiap daerah yang berbeda akan menghasilkan warna yang berbeda pula. (Wahida, 2011) Setiap bagian tanaman rosella mempunyai kandungan senyawa kimia yang bermanfaat untuk pengobatan maupun sebagai bahan makanan.

Teknologi nanopartikel saat ini telah menjadi tren baru dalam pengembangan sistem penghantaran obat. Berbagai penelitian dikembangkan untuk meningkatkan kadar senyawa tersebut di dalam darah, baik dengan meningkatkan efektivitas dan kecepatan absorpsi, menghindari biodegradasi oleh enzim, maupun modifikasi molekuler untuk meningkatkan absorpsi seluler. Beberapa kelebihan nanopartikel adalah kemampuan untuk menembus ruangruang antar sel yang hanya dapat ditembus oleh ukuran partikel koloidal, kemampuan yang lebih tinggi untuk menembus dinding sel, baik melalui difusi maupun opsonifikasi, dan fleksibilitasnya untuk dikombinasi dengan berbagai teknologi lain sehingga membuka potensi

yang luas untuk dikembangkan pada berbagai keperluan dan target. Kelebihan lain dari nanopartikel adalah adanya peningkatan afinitas dari sistem karena peningkatan luas permukaan kontak pada jumlah yang sama. (Makarov et al., 2019)

METODE PENELITIAN

Metode penelitian ini pada Ekstrak Bunga Rosella di nanosizing dengan metode *Top-to-Bottom*, dengan cara gelasi ionik menggunakan reaksi *cross-link* kitosan-Sodium tripolipospat. Kemudian Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella yang terbentuk dilakukan uji karakteristik dan daya antioksidannya dengan metode DPPH.

Pembuatan ekstrak bunga rosella. Rosella diambil kelopak bunganya saja, kemudian dicuci sampai bersih. Kelopak yang sudah bersih lalu dikeringkan dengan sinar matahari sekitar 7 hari sampai benar-benar kering. Kelopak kering kemudian di giling dengan alat grinder hingga menjadi serbuk. Bunga Rosella serbuk kemudian di ayak dengan mesh 50 sampai didapat serbuk halus. Serbuk halus dimaserasi dengan etanol selama 24 jam, kemudian disaring, lakukan remaserasi sebanyak 2 kali. Maserat hasil saring kemudian di evaporasi dengan evaporator selama 30 menit pada suhu 40°C, hingga diperoleh ekstrak berwarna cokelat tua yang kental.

Ekstrak bunga rosella dibuat nanopartikel dengan mempersiapkan larutan Kitosan 0,5% b/v dengan menimbang 0,5 gram kitosan kemudian dilarutkan ke dalam 100 ml buffer asetat pH 4. Diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit sampai homogen. Siapkan juga Natrium Tripolipospat (NaTTP) 0,01% b/v, dengan menimbang 0,01 gram NaTTP kemudian dilarutkan dalam 100 ml air suling, diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 30 menit. Buatlah perbandingan Ekstrak Bunga Rosella : Kitosan 0,5% b/v : NaTTP 0,01% b/v (2: 1: 0,1). Langkah pertama adalah mencampurkan ekstrak bunga rosella dengan larutan kitosan, dihomogenkan dengan *magnetic stirrer* selama 2 jam. Kemudian larutan NaTTP ditambahkan ke dalam larutan ekstrak kitosan, kemudian dihomogenkan dengan *magnetic stirrer* selama 4 jam kemudian disonikasi selama 30 menit.

Setelah nanopartikel ekstrak bunga rosella selesai, ekstrak bunga rosella dan nanopartikel ekstrak bunga rosella di uji antioksidan dengan ditimbang DPPH 5 mg, kemudian ditambahkan 100 mL metanol menggunakan labu takar, kemudian dipindahkan ke wadah terlindung dari cahaya. Blanko dibuat dengan menambahkan 1 mL larutan DPPH 50 ppm, kemudian ditambahkan 1 mL metanol, campuran diinkubasi selama 30 menit. Selama inkubasi, campuran disimpan di tempat gelap. Buat pengenceran Vitamin C dengan berbagai konsentrasi 2, 4, 6, 8, 10 ppm. Kemudian masing- masing variasi konsentrasi dipipet sebanyak 1 mL, ditambahkan 1 mL larutan DPPH kemudian campuran diinkubasi selama 30 menit. Selama inkubasi, campuran disimpan di

tempat gelap. Membuat pengenceran sampel dengan variasi konsentrasi 15, 20, 25, 30 dan 35 ppm. Kemudian masing-masing sampel dan variasi konsentrasi dipipet sebanyak 1 mL kemudian ditambahkan 1 mL larutan DPPH 50 ppm.

% Inhibisi dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{Inhibisi} = \frac{\text{Abs.kontrol} - \text{Abs.Sampel}}{\text{Abs.kontrol}} \times 100\%$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Uji Determinasi

Determinasi tanaman dilakukan untuk membuktikan kebenaran tanaman yang digunakan dalam penelitian ini. Determinasi dilakukan di Laboratorium Biosistemika dan molekuler, Departemen Biologi, FMIPA Unpad. Hasil determinasi menunjukkan bahwa tanaman yang digunakan dalam penelitian ini merupakan bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L), dengan nama lain *Abelmoschus cruentus* (Bertol) Walp, suku/family Malvaceae Juss. (Cronquist Arthur, 1981)

B. Ekstraksi

Ekstraksi merupakan suatu proses untuk mendapatkan zat aktif yang terdapat pada bunga rosella. Ekstraksi dalam penelitian ini menggunakan metode maserasi. Metode maserasi dilakukan untuk senyawa yang tidak tahan terhadap pemanasan, atau belum diketahui sifat ketahanannya terhadap pemanasan. Maserasi dilakukan dengan cara merendam simplisia halus (serbuk) rosella, menggunakan pelarut etanol 96% dengan perbandingan 5 Kg rosella berbanding 25 L etanol 96%. Etanol 96% digunakan karena memiliki sifat polar, serupa dengan senyawa yang akan diekstrak yang bersifat polar. Simplisia serbuk rosella direndam dengan etanol 96% selama 1 hari (24 jam), dengan perlakuan pengadukan beberapa kali agar tidak jenuh dan homogen. Hasil rendaman disaring dengan kain flannel terlebih dahulu setelah itu dengan kertas saring, hingga diperoleh maserat. Simplisia yang sudah disaring untuk memaksimalkan ekstraksi dilakukan remaserasi selama 24 jam kembali selama 2 kali. Setelah maserat diperoleh, dilakukan pemekatan dengan cara evaporasi pada suhu 40°C. Rendemen ekstrak rosella yang diperoleh yaitu sebesar 554,15 gram atau 11,08%.

C. Skrining Fitokimia

Skrining fitokimia adalah uji kualitatif untuk mengetahui kandungan senyawa metabolit sekunder yang terdapat pada bunga rosella. Uji yang dilakukan antara lain uji alkaloid, flavonoid, tannin, steroid, saponin, triterpenoid dan quinon. Masing-masing pengujian dilakukan dengan

pereaksi tertentu. Hasil uji skrining fitokimia dapat dilihat pada table berikut ini:

Tabel 1. Hasil Uji Metabolit Sekunder

Metabolit	Hasil Uji
Sekunder	
Tanin	+
Saponin	+
Flavonoid	+
Terpenoid	+
Alkaloid	-
Fenolik	+
Triterpenoid	+
Steroid	-

Dari tabel dapat terlihat bahwa ekstrak etanol rosella mengandung tannin, saponin, flavonoid, terpenoid, fenol dan triterpenoid. Flavonoid merupakan kelompok besar fitokimia yang mempunyai sifat melindungi dan banyak terdapat pada buah dan sayuran. Flavonoid sering dikenal dengan bioflavonoid yang berperan sebagai antioksidan (Badaring et al., 2020).

D. Pembuatan Nanopartikel Ekstrak Bunga

Pembuatan Nanopartikel dilakukan dengan membuat larutan dengan perbandingan 2:1:0,1 antara Ekstrak : Kitosan 0,5%b/v : NaTPP 0,01%b/v. Ekstrak dicampurkan dengan kitosan yang telah di larutkan dengan asam asetat pH 4, dihomogenkan dengan di stirrer selama 2 jam. Waktu pengadukan 2 jam ini adalah waktu yang optimum yang kami peroleh dari penelitian ini, karena jika waktu pengadukan kurang dari 2 jam dari data yang kami peroleh ukuran partikelnya masih diatas 3000 nm. Setelah homogen kemudian ditambahkan NaTPP 0,1%, kemudian dihomogenkan lagi selama 4 jam hingga terbentuk koloid. Setelah terbentuk koloid larutan disonikasi selama 30 menit untuk memisahkan agregat. Inilah yang dinamakan nanopartikel ekstrak bunga rosella yang siap untuk kemudian dilakukan uji karakterisasi dan uji antioksidan.

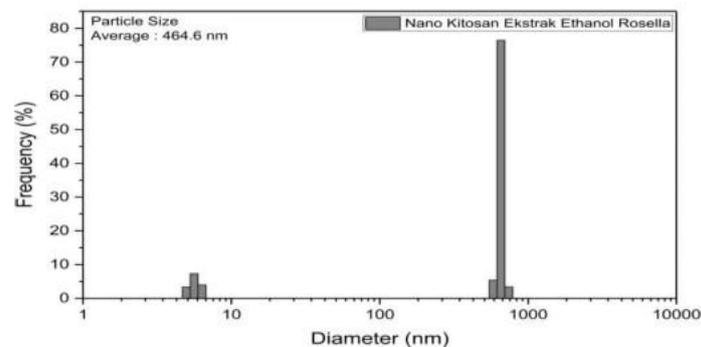
E. Uji Fisikokimia

Dari pengujian didapatkan hasil uji sifat fisika pada NKR sebagai berikut : Tabel 2. Hasil Uji Fisikokimia

Pengamatan	Hasil
Warna	Cokelat tua
Bentuk	Cairan kental dan pekat
Bau	Menusuk etanol-asetat
pH	4,79
Kekentalan	1435 cP
Berat Jenis	1,183 mg/mL
Zeta Potensial	-6,0 mV

F. Ukuran Partikel

Nanokitosan rosella yang diperoleh dengan metode bottom-to-top dengan reaksi cross-linking antara kitosan-Na.TPP, diukur menggunakan Partikel Size Analyzer (PSA) dengan hasil:

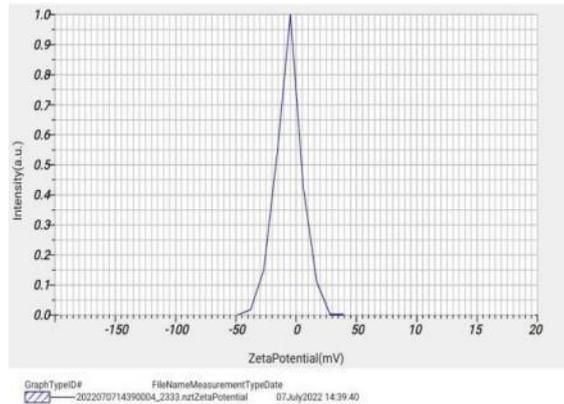


Gambar 1. Ukuran Partikel Nanopartikel Bunga Rosella

Rata-rata ukuran partikel 464,6 nm dengan indeks polidispersitas 0,849 yang menunjukkan distribusi ukuran partikel yang belum homogen namun dapat terlihat didalam table rata-rata persentase terbesar berada pada ukuran 400500nm.

G. Zeta Potensial

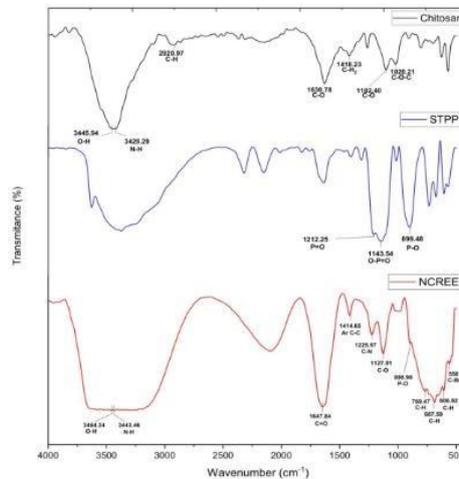
Zeta potensial adalah parameter muatan listrik antara partikel koloid. Makin tinggi nilai potensial zeta maka akan semakin mencegah flokulasi atau penggabungan koloid kecil menjadi koloid besar. Nilai zeta potensial NKR diperoleh -6.0 mV, nilai ini berarti Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella yang diperoleh belum stabil, karena gaya tolak antar koloid nya rendah.



Gambar 2. Zeta Potensial

H. Spektrum FTIR Kitosan, Na TPP dan Nanopartikel Bunga Rosella

Pada penelitian dilakukan pengamatan pada spectrum kitosan, Na.TPP dan Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella. Diperoleh data spektrum sebagai berikut:



Gambar 3. Spektrum FTIR Kitosan, NaTPP dan Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella

Dari hasil spektrum FTIR dapat terlihat gugus O-H pada kitosan adalah di panjang gelombang 3445 cm^{-1} , kemudian pada Nanopartikel ekstrak bunga rosella bergeser ke 3464 cm^{-1} , dengan intensitas yang lebih tinggi. Begitupun pada panjang gelombang 3429 bergeser ke 3461 pada Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella yang menunjukkan amida N-H ulur terdapat pula gugus alifatik P-O ulur dari NaTTP pada bilangan gelombang 889 yang bergeser pada 898 cm^{-1} .

I. Uji Antioksidan

Uji antioksidan dilakukan dengan metode DPPH (*2,2-Diphenyl-1-picrylhidrazil*). Metode DPPH merupakan metode yang sederhana dan mudah untuk melakukan skrining bagaimana aktivitas penangkapan radikal bebas oleh senyawa antioksidan. Metode ini digunakan untuk mengukur efektivitas total antioksidan dalam pelarut polar maupun non polar (Hassan et.al., 2013).

Prinsip pengukuran aktivitas antioksidan menggunakan metode DPPH adalah adanya perubahan intensitas warna pink DPPH yang sebanding dengan konsentrasi DPPH tersebut. DPPH adalah radikal bebas yang tidak memiliki elektron tidak berpasangan yang akan memberikan warna pink. Setelah elektron tersebut berpasangan akan terbentuk warna kuning. Perubahan intensitas warna pink menjadi kuning karena terjadinya peredaman radikal bebas yang dihasilkan oleh bereaksinya DPPH dengan atom hidrogen yang dilepaskan oleh sampel sehingga terbentuk senyawa difenil pikril hidrazin (Molyneux, 2004).

Uji antioksidan dilakukan dengan menggunakan Spektrofotometer Uv-Vis, dengan penentuan panjang gelombang maksimum DPPH pada 515 nm. Nilai absorbansi yang diperoleh dihitung sebagai % inhibisi dengan rumus:

$$\% \text{Inhibisi} = \frac{\text{Abs.kontrol} - \text{Abs.Sampel}}{\text{Abs.kontrol}} \times 100\%$$

Dari penelitian terhadap ekstrak rosella (ER), nanokitosan ekstrak rosella (NKR) dan Vitamin C sebagai standar positif, diperoleh data sebagai berikut :

Tabel 3. Hasil Uji Antioksidan

Pengamatan	IC ₅₀	Kategori
Ekstrak rosella	77,610	Aktif
Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella	22,577	Sangat Aktif
Vit C	5,787	Sangat Aktif

Pada tabel 4 menunjukkan bahwa aktivitas antioksidan Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella lebih baik daripada Ekstrak Rosella. Nilai IC₅₀ pada Ekstrak Rosella sebesar 77,610, sedangkan pada Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella IC₅₀ sebesar 22,577. Dengan Vitamin C sebagai kontrol positif dengan IC₅₀ 5,787. Data uji antioksidan di analisis statistik Oneway annova menunjukkan bahwa semua sampel memiliki nilai IC₅₀ yang signifikan (p<0,05). Hal ini menunjukkan bahwa upaya peningkatan aktivitas antioksidan dengan memodifikasi sediaan ekstrak menjadi sediaan nanopartikel dapat meningkatkan luas permukaan sehingga kontak antara senyawa antioksidan dan radikal bebas lebih luas yang dapat meningkatkan reaksi penangkap radikal bebas, sehingga akan terjadi penurunan efek. dari radikal bebas. Selain itu, dalam preparasi nanopartikel, senyawa antioksidan lebih stabil (Mappamasing, 2015). Hal ini disebabkan interaksi elektrostatik antara gugus amina bermuatan positif dari kitosan yang terprotonasi dalam kondisi asam dan atom oksigen dalam senyawa flavonoid menstabilkan interaksi ini. (Nurkhasanah, 2015).

KESIMPULAN

Pembuatan Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella berhasil dilakukan dengan metode *Bottom-to-Top*, menggunakan reaksi *cross-link* kitosan Natrium tripolipospat atau biasa disebut dengan metode Gelasi Ionik. Dengan perbandingan Ekstrak Rosella : Kitosan 0,5% b/v : Natrium tripolipospat 0,01% b/v yaitu 2:1:0,1. Diperoleh ukuran Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella dengan ukuran rata-rata 499 nm dengan Zeta potensial -6,3 mV.

Pada Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella nilai IC₅₀ sebesar 22,577 ppm masuk dalam kategori Antioksidan Sangat Aktif, dibandingkan dengan Ekstrak Rosella yang memiliki nilai IC₅₀ sebesar 77,610 ppm yang masuk kategori Antioksidan Aktif. Terbukti bahwa dengan memodifikasi Ekstrak Bunga Rosella menjadi Nanopartikel Ekstrak Bunga Rosella dapat meningkatkan daya antioksidannya.

DAFTAR PUSTAKA

- Badaring, D. R., Sari, P. M. S., Satria, N., Wirda, W., Sintiya, A. R. L., (2020). Uji Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences (IJFS)*, 6(1), 16-26.
- Hidayat, T., Nurjanah., Agoes, M. J., Bagja, A. P., (2020). Aktivitas Antioksidan *Caulerpa* sp. Segar dan Rebus. *JPHPI*. 23(3), 566-575.
- Inggrid, M., Yansen, H., Jesslyn, F.W., (2018). Karakteristik Antioksidan pada Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Rekayasa Hijau*, 2(3), 283-289.
- Lestari, G. A. D., Kadek, D.C., Ni, K.E., Iryanti, E. S., (2022). Skrining Fitokimia dan Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Etanol Bunga Rosella Ungu (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jambura Journal of Chemistry*, 4(1), 17-24.
- Makarov VV, Love AJ, Sinitsyna OV, Makarova SS, Yaminsky IV, Taliansky ME, et al., (2019). "Green" Nanotechnologies: Synthesis of Metal Nanoparticles Using Plants. *Acta Naturae*. 2014;6(1):35-44
- Mohd-Esa, M. N., Fong, S. H., Amin, I., Chew, L. Y., (2010). Antioxidant Activity in Different Parts of Roselle (*Hibiscus sabdariffa* L.) Extract and Potential Exploitation of the seeds Food Chemistry, 122, 1055-1060.
- Purbowati, I.S. M., Khaswar, S. M., Khaswar, S., Endang, W., dan Herastuti, S. R., (2015). Evaluasi Toksisitas Aktivitas Antibakteri dan Antioksidan Komponen Bioaktif Rosela dengan Variasi Jenis Pelarut, *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 25(2), 182-189.
- Shafirany, M. Z., Iin, I., dan Intan, S., (2021). Uji Aktivitas Antioksidan Ekstrak Kelopak Bunga Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.) Asal daerah Sukabumi Provinsi Jawa Barat. *Medical Sains*, 6(1),

35-44.

Wahida. 2011. Cara Hidup Tanaman Rosella. <http://www.Rosella-online.net> [diakses pada tanggal 20 oktober 2011].

POTENSI TANAMAN SANCHACHINCHI (*PLUKENETIA VOLUBILIS LINNEO*) SEBAGAI AGEN ANTIOKSIDAN

Hernandi Sujono¹ Budi Saputra¹ Rasyid Azis Imroni¹ Rahma Sufianti¹

Universitas Jenderal Achmad Yani

hernandi.sujono@lecture.unjani.ac.id

ABSTRAK

Kacang Inka atau yang lebih dikenal sebagai Sancha Inchi telah banyak dilaporkan memiliki beberapa aktivitas, salah satunya yaitu berpotensi sebagai antioksidan. Oleh karena itu penelitian ini bertujuan untuk mengetahui aktivitas antioksidan terhadap sediaan ekstrak. Tahapan pembuatan ekstrak diawali dengan proses maserasi yang dipandu dengan kromatografi lapis tipis kemudian diikuti dengan uji fitokimia, serta menguji aktivitas antioksidan dari sediaan ekstrak. Kacang Inka ternyata tidak dapat berpotensi sebagai antioksidan dengan nilai IC_{50} sehingga peneliti dapat mengetahui sediaan ekstrak etanol tidak dapat berpotensi sebagai antioksidan. Hasil kapasitas antioksidan yang diperoleh menggunakan metode DPPH atau ABTS dengan nilai IC_{50} aktivitas antioksidan dalam sampel ekstrak biji sancha inchi sebesar 2418,44 ppm dan kuersetin sebagai kontrol positifnya 3,33 ppm.

Kata Kunci : sancha inchi, ekstrak etanol, maserasi, fitokimia, antioksidan

Inka beans or better known as Sancha Inchi have been widely reported to have several activities, one of which is potential as an antioxidant. Therefore, this study aims to determine the antioxidant activity of extract preparations. The stages of making the extract begin with a maceration process guided by thin-layer chromatography followed by phytochemical tests, as well as testing the antioxidant activity of the extract preparations. Inka beans turned out to be unable to be potentially antioxidants with IC_{50} values so that researchers could find out that ethanol extract preparations could not have the potential to be antioxidants. The results of antioxidant capacity obtained using the DPPH or ABTS method with an IC_{50} value of antioxidant activity in sancha inchi seed extract samples were 2418.44 ppm and quercetin as a positive control was 3.33 ppm.

Keyword: sancha inchi, extract ethanol, maceration, phytochemistry, antioxidant

PENDAHULUAN

Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) merupakan tanaman dari famili Euphorbiaceae, yang mencakup 300 genus dan 7500 spesies. Tanaman ini menghasilkan buah berwarna hijau dengan bentuk bintang dan pada bagian dalamnya terdapat daging buah beserta biji berwarna coklat (Fanali dkk, 2011).

Beberapa penelitian menunjukkan kandungan senyawa yang berada di tanaman Sacha inchi yang berpotensi sebagai antioksidan diantaranya omega-3, omega-6, omega-9, vitamin E, vitamin A, tanin, fitosterol, terpenoid, dan senyawa fenolik (Puangpronpitag et al., 2021; Hadzich et al., 2020; Chirinos et al., 2016).

Beberapa bagian tanaman yang dapat di ekstraksi aktivitas antioksidan nya antara lain seperti biji, cangkang buah dan daun dari Sacha inchi (*P. volubilis*) (Cárdenas et al., 2021).

Penggunaan tumbuhan sebagai herbal telah banyak dilakukan oleh masyarakat secara turun-temurun. Antioksidan dari tumbuhan diketahui aman dan alami untuk digunakan dalam jumlah kecil berdasarkan informasi dari masyarakat lokal (Sari dkk, 2018). Penelitian tentang kandungan antioksidan, total flavonoid dan total fenolik menunjukkan bahwa tumbuhan yang memiliki kandungan senyawa flavonoid dan karotenoid memiliki potensi untuk dikembangkan sebagai antioksidan yang dapat menangkal radikal bebas (Syta dkk, 2018).

Beberapa penelitian terhadap tanaman Sacha inchi (*P. volubilis*) yaitu ekstrak etanol daun Sacha inchi (*P. volubilis*) memiliki nilai IC_{50} sebesar 28.208 ppm. Nilai IC_{50} ekstrak etanol daun Sacha inchi (*P. volubilis*) tersebut menunjukkan aktivitas antioksidan yang sangat kuat (Sari dkk, 2024). Aktivitas antioksidan dari ekstrak metanol, etanol, kloroform dan *n*-heksana daun Sacha inchi (*P. volubilis*) menunjukkan DPPH bervariasi (11-22,5%) di antara perak nanopartikel. Nilai DPPH ekstrak daun berkisar antara 6 hingga 19%. DPPH ekstrak daun berkisar masing-masing antara 59,31 hingga 97,76 setara asam askorbat/ g dan 62,8-88,3%. Terpenoid, saponin, dan senyawa fenolik (flavonoid) mewakili bioaktif antioksidan dalam daun (Nascimento, 2013). Aktivitas antioksidan dari ekstrak biji lipofilik dan hidrofilik dari minyak diukur secara *in vitro* dengan uji ABTS dan DPPH. Ekstrak lipofilik menunjukkan aktivitas antioksidan yang lebih besar dengan menggunakan uji DPPH dibandingkan dengan ekstrak hidrofilik, yang menunjukkan aktivitas yang lebih besar dengan menggunakan metode ABTS (Muñoz, 2010). Menurut beberapa penelitian diatas menunjukkan tanaman ini memiliki potensi sebagai antioksidan pada bagian daun dan biji namun bagian tanaman lainnya belum banyak dieksplorasi sehingga perlu dilakukan penelitian tentang aktivitas antioksidan dalam tanaman Sacha inchi (*P. volubilis*).

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dimulai dengan melakukan terlebih dahulu persiapan sampel. Bahan baku berupa bagian daun, biji, batang tumbuhan Sacha Inchi (*P. volubilis*) dicuci terlebih dahulu dengan air mengalir, kemudian dikeringkan dalam ruangan suhu 20-25 °C. Sampel tumbuhan yang telah kering kemudian dihaluskan dengan menggunakan blender dan siap untuk dimaserasi. Kemudian sebanyak 20 gr serbuk biji Sacha inchi (*P. volubilis*) dimaserasi dengan menggunakan pelarut etanol pada suhu ruang selama 2x24 jam. Kemudian dilakukan penyaringan filtrat dengan menggunakan kertas saring. Filtrat etanol sachu inchi (*P. volubilis*) kemudian di evaporasi menggunakan *rotary vacum evaporator* pada suhu 38-40 °C dan dikeringkan hingga filtrat menjadi ekstrak pekat berupa pasta (Sari dkk, 2023).

Ekstrak etanol tanaman sachu inchi (*P. volubilis*) dilakukan analisis metabolit sekunder dengan komponen senyawa alkaloid, flavonoid, triterpenoid, steroid, tanin dan saponin [30]. Pada pengujian alkaloid direaksikan sebanyak 5 ml larutan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*) ditambahkan 2 ml HCl, setelah dihomogenkan lalu ditambahkan 1 ml larutan Dragendorff. Terjadinya perubahan warna menjadi jingga atau merah mengindikasikan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*) mengandung alkaloid. Pada pengujian flavonoid direaksikan sebanyak 1 ml larutan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*) diberikan beberapa tetes NaOH 1%. Adanya perubahan warna kuning pada larutan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*) dan berubah menjadi tidak berwarna setelah penambahan HCl 1% mengindikasikan ekstrak mengandung flavonoid. Pada pengujian triterpenoid direaksikan sebanyak 10 tetes CH₃COOH anhidrid dan 2 tetes H₂SO₄ ditambahkan secara berurutan kedalam 1 ml larutan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*). Selanjutnya sampel uji dihomogenkan dan dibiarkan beberapa menit. Jika terjadi perubahan warna merah atau ungu pada sampel uji, maka mengindikasikan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*) mengandung triterpenoid. Pada pengujian steroid direaksikan sebanyak 10 tetes CH₃COOH anhidrid dan 2 tetes H₂SO₄ ditambahkan secara berurutan kedalam 1 ml larutan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*). Selanjutnya sampel uji dihomogenkan dan dibiarkan beberapa menit. Jika terjadi perubahan warna hijau atau biru pada sampel uji, maka mengindikasikan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*) mengandung steroid. Pada pengujian tanin direaksikan sebanyak 10 ml larutan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*) ditambahkan larutan (Pb (CH₃COO)₂) 1%. Terbentuknya endapan kuning pada larutan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*), mengindikasikan sampel uji mengandung tanin. Pada pengujian tanin direaksikan sebanyak 10 ml air panas ditambahkan kedalam tabung reaksi yang berisi 1 ml larutan ekstrak etanol daun sachu inchi (*P. volubilis*).

Selanjutnya larutan didinginkan sebentar dan dikocok selama 10 detik. Terbentuknya buih yang konstan dengan ketinggian 1-10 cm dan tidak hilang setelah ditambahkan 1 tetes HCl 2N, mengindikasikan sampel uji mengandung saponin (Sari dkk, 2023).

Pengujian antioksidan dilakukan dengan 5 konsentrasi sampel uji yaitu 6.25 ppm, 12.5 ppm, 25 ppm, 50 ppm dan 100 ppm. Sebanyak 3 mg asam askorbat ditimbang, kemudian dilarutkan dalam 1 ml pelarut etanol dan digunakan sebagai kontrol positif atau pembanding dalam pengujian. Sebanyak 33 µl sampel dimasukkan kedalam tabung uji dan ditambahkan 467 µl etanol, setelah dihomogenkan kemudian ditambahkan 500 µl larutan radikal bebas DPPH (2,2diphenyl-1-picrylhydrazyl) (Arung dkk., 2015). Pencampuran sampel uji dicukupkan ketika mencapai volume 1000 µl (1 ml). Sampel uji kemudian diinkubasi dalam ruangan minim cahaya selama 20 menit dengan suhu ruang 27^oC. Aktivitas antioksidan menggunakan dekolorisasi DPPH diukur dengan menggunakan UV-Spektrofotometer pada panjang gelombang 517 nm. Pengujian dilakukan dalam 3 kali pengulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Maserasi dilakukan untuk mendapatkan ekstrak dari Sancha inchi. Metode ini ialah teknik ekstraksi yang paling sederhana. Maserasi sampel dikerjakan dengan merendam sampel sebanyak 3,3 kg dengan pelarut etanol lebih kurang 9,3 L kemudian dikocok dan dibiarkan selama 3x24 jam. teknik ekstraksi ini dipilih karena memiliki kelebihan meminimalisir kerusakan senyawa dalam tumbuhan yang bersifat termolabil (Badaring dkk, 2020)

Etanol adalah jenis pelarut organik yang sering dipakai dalam proses ekstraksi dan banyak laporan atau karya ilmiah yang diterbitkan mengenai penggunaan etanol. Beberapa alasan meluasnya penggunaan etanol mencakup fakta bahwa etanol bersifat tidak beracun jika dipadankan aseton ataupun metanol, murah, mudah diaplikasikan untuk metode ekstraksi lain dan aman digunakan untuk pembuatan ekstrak farmasi dan makanan. Alasan lainnya adalah etanol mudah diperoleh, efisien, aman bagi lingkungan, dan memiliki tingkat ekstraksi yang tinggi (Hakim, 2020).

Sampel yang sudah direndam kemudian dilakukan proses penyaringan untuk memisahkan ekstrak etanol dengan ampas dari Sancha inchi. Hasil penyaringan kemudian dilakukan proses evaporasi pada suhu 40^oC dengan tekanan 175 mbar dengan kecepatan putaran 10 rpm. Besarnya panas dan tekanan pada saat penguapan menjadi beberapa faktor yang mempengaruhi laju evaporasi, serta variabel lain yang berpeluang terjadi pada bahan selama proses evaporasi. Evaporasi pada dasarnya mempunyai fungsi untuk konversi panas serta pemisahan uap yang terbentuk dari bahan cair (Meritriana, 2013). Ekstrak yang didapatkan dari hasil evaporasi

sebanyak 80,4 g.

Ekstrak etanol Sancha inchi yang didapatkan kemudian dilanjutkan pengujian fitokimia untuk mengetahui senyawa aktif pada ekstrak Sancha inchi. Pengujian fitokimia ialah metode yang dipakai untuk mengetahui eksistensi senyawa metabolit sekunder pada sampel. Golongan senyawa antioksidan ditentukan dengan melihat adanya perubahan warna, terbentuknya endapan atau terbentuknya busa (Maro, 2015). Tujuan pengujian fitokimia ialah untuk mengetahui kelompok senyawa pada ekstrak. Setiap kelompok senyawa bereaksi berbeda terhadap pereaksi tertentu. Pengujian fitokimia ini merupakan pengujian kualitatif yang identifikasi didasarkan pada perubahan warna yang dialami sampel (Oktaviani, 2015). Hasil pengujian fitokimia ekstrak sancha inchi dapat dilihat pada tabel berikut ini.

Taber 1. Analisis Fitokimia ekstrak etanol biji Sancha Inchi (*P. volubilis*)

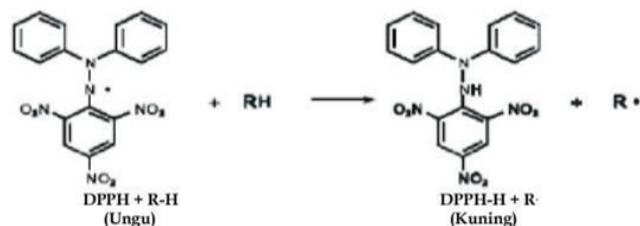
No	Metabolit Sekunder	Keberadaan	Hasil Uji	Standar Warna
1.	Alkaloid Meyer Dragend orff	(+) (+)	Terdapat endapan putih Endapan warna jingga	Membentuk endapan putih Membentuk endapan jingga
2.	Flavonoid	(+)	Terdapat cincin amil alkohol berwarna kuning	Adanya perubahan warna menjadi merah/kuning/jingga pada lapisan amil alkohol
3.	Saponin	(-)	Tidak terbentuk busa	Terbentuk buih/busanya yang stabil dengan tinggi < 1 cm
4.	Tanin	(-)	Tidak terbentuk warna	Adanya perubahan warna biru kehitaman/hijau kehitaman, biru, hijau, dan biru tua
5.	Steroid	(-)	Tidak terbentuk warna	Adanya perubahan warna biru kehitaman/hijau kehitaman, biru, hijau dan biru tua
6.	Kuinon (+)	Terbentuk warna	Adanya perubahan warna kuning	warna kuning

Adanya kandungan alkaloid dan flavonoid pada tumbuhan, diketahui dapat menghambat pertumbuhan dan membunuh adanya sel kanker atau sebagai antikanker. Adanya kandungan ini diketahui pula dapat berperan sebagai antioksidan pada tumbuhan (Keawkim, 2021). Beberapa penelitian mengenai sacha inchi, menyatakan jika bagian biji dan minyak atsiri biji sacha inchi mengandung senyawa fenolik, flavonoid, karotenoid, dan terpenoid (Ningrum, 2022; Sriwidodo, 2022) Pemeriksaan kimia yang lebih menyeluruh terhadap polisakarida ini diperlukan untuk menentukan identitas dan jumlahnya dalam kulit biji. Kulit biji mengandung 74,56 mg GAE/g total fenolik. Tanin terkondensasi (69,42 mg cyanidin ekuivalen/g) merupakan senyawa fenolik yang dominan, diikuti oleh tanin terhidrolisis (3,28 mg GAE/g), lignan (0,84 mg secoisolaricirecinol diglucoside/g), asam fenolik terikat (0,40 mg GAE/g), flavonoid (0,36 mg quercetin ekuivalen/g), flavonoid [mg 0,15 CE (katekin)/g], dan asam fenolik bebas (0,11 mg GAE/g).

Bioaktivitas antioksidan dari fraksi 3 ekstrak Sancha inchi dievaluasi dengan cara DPPH (1,1-difenil-2-pikrilhidrazin) memakai parameter menggunakan IC_{50} . Nilai IC_{50} diartikan besarnya tingkat konsentrasi senyawa uji yang mampu mereduksi molekul radikal bebas sebesar 50%. Pemilihan metode DPPH ini dipilih dengan sebab metode ini adalah suatu metode yang baik untuk melakukan pengujian bioaktivitas antioksidan.

Metode DPPH dapat diaplikasikan pada sampel berbentuk padat atau cair, kemudahan melakukan eksperimen, proses pengukurannya cepat, sederhana, sensitivitas terhadap sampel dengan konsentrasi kecil, dan biayanya terjangkau dalam mengukur kadar antioksidan. Berdasarkan pengukuran bioaktivitas antioksidan menggunakan ketiga metode (ABTS; DPPH; dan FRAP) metode ABTS dan DPPH hasilnya tidak berbeda nyata sehingga banyak peneliti yang memutuskan untuk menggunakan metode DPPH analisis bioaktivitas antioksidan karena DPPH dapat mencerminkan sistem pertahanan tubuh terhadap radikal bebas. Metode pengujian bioaktivitas antioksidan pada radikal DPPH ditemukan paling efektif dan efisien jika dipadankan dengan ketiga metode pengujian (DPPH; FRAP; dan FIC) yang digunakan.

Metode DPPH didasarkan pada reaksi oksidasi-reduksi, DPPH ialah suatu molekul radikal buatan dalam senyawa polar seperti etanol dan metanol. Senyawa antioksidan bereaksi dengan DPPH dengan menyumbangkan atom hidrogen membentuk pasangan elektron (Theafelicia, 2023). Dasar reaksi antioksidan dalam menangkal molekul radikal DPPH yaitu dengan cara mengirimkan elektron dan menyumbangkan hydrogen guna menetralsir sifat molekul radikal. Reaksi reduksi antara antioksidan menangkal DPPH digambarkan pada reaksi berikut.



Gambar 1. Reaksi Reduksi DPPH oleh Senyawa Antioksidan

Sampel yang telah direaksikan dengan DPPH lalu dianalisis absorbansinya memakai alat spektrofotometer pada λ 517 nm. Kemudian nilai absorbansi yang didapatkan dianalisis dan diolah datanya untuk mendapatkan nilai IC_{50} . Nilai IC_{50} pada sampel dibandingkan dengan kontrol positifnya asam askorbat ditampilkan pada tabel berikut.

Tabel 2. Data Uji Aktivitas Antioksidan Sampel

Ulangan	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi Sampel	Absorbansi Blanko	% Inhibisi	Persamaan Regresi Linier	IC_{50}
1	1000	0,468	0,661	29,20	$y = 0,015x + 14,03$	2398
	1500	0,425	0,661	35,70		
	2000	0,364	0,661	44,93		
	2500	0,323	0,661	51,13		
	3500	0,222	0,661	66,41		
2	1000	0,467	0,661	29,35	$y = 0,015x + 13,46$	2436
	1500	0,425	0,661	35,70		
	2000	0,368	0,661	44,33		
	2500	0,323	0,661	51,13		
	3500	0,216	0,661	67,32		
3	1000	0,467	0,661	29,35	$y = 0,015x + 13,68$	2421,33
	1500	0,424	0,661	35,85		
	2000	0,364	0,661	44,93		
	2500	0,319	0,661	51,74		
	3500	0,216	0,661	67,32		
Rata - Rata						2418,44

Tabel 3. Data Kontrol Positif Kuersetin

Ulangan	Konsentrasi ($\mu\text{g/mL}$)	Absorbansi Sampel	Absorbansi Blanko	% Inhibisi	Persamaan Regresi Linier	IC_{50}
---------	----------------------------------	-------------------	-------------------	------------	--------------------------	-----------

1	1	0.537	0.459	0.751	0.751	28.495		
	2	0.392		0.751		38.881	$y = 9,79x +$	
	3					47.803	18,61	3.2
	4	0.328		0.751		56.325		
	5	0.234		0.751		68.842		
2	1	0.526	0.454	0.751	0.751	29.960		
	2	0.403		0.751		39.547	$y = 8,881x +$	
	3					46.338	21,02	3.26
	4	0.325		0.751		56.724		
	5	0.257		0.751		65.779		
3	1	0.534	0.462	0.751	0.751	28.895		
	2	0.405		0.751		38.482	$y = 7,909x +$	
	3					46.072	21,94	3.54
	4	0.342		0.751		54.461		
	5	0.297		0.751		60.453		
Rata - Rata						3.33		

Dari data tabel diatas menunjukkan nilai IC_{50} aktivitas antioksidan dalam sampel ekstrak sancha inchi sebesar 2418,44 ppm dan kuersetin sebagai kontrol positifnya 3,33 ppm. Nilai IC_{50} didapatkan dari persamaan regresi $Y = bx + a$ yang didapatkan dari kurva hubungan antara absorbansi dengan konsentrasi sampel (kurva dapat dilihat pada Lampiran). Nilai IC_{50} yang semakin rendah menunjukkan bahwa kemampuan penangkalan antioksidan terhadap molekul radikal bebas semakin tinggi. Parameter nilai IC_{50} sebagai tolak ukur antioksidan yang baik dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Parameter nilai IC_{50} terhadap besar antioksidan

Intensity of IC_{50}	Value ($\mu\text{g/mL}$)
Very active	<50
Active	50-100
Medium	101-250
Weak	250-500
Inactive	>500

Nilai IC_{50} sampel sebesar 17259,78 ppm bila kita cocokkan dengan kategori kekuatan aktivitas antioksidan pada tabel diatas maka sampel fraksi 3 ekstrak Sancha inchi termasuk kategori tidak aktif karena nilai IC_{50} sampel >500 $\mu\text{g/mL}$. Hasil tersebut menunjukkan bahwa

dalam fraksi 3 ekstrak etanol Sacha inchi tidak mengandung senyawa yang memiliki kekuatan aktivitas antioksidan. Fraksi 3 tidak mengandung senyawa antioksidan disebabkan karena kandungan flavonoid yang sedikit kemungkinan mengalami degradasi atau kerusakan sehingga ketika dilakukan uji bioaktivitas antioksidan sampel tidak memiliki kekuatan antioksidan.

Dalam sacha inchi juga terdapat antosianin jenis sianidin 3-glukosida, antosianin ini merupakan golongan flavonoid yang tersusun dari dua cincin benzene yang disatukan oleh tiga atom karbon. Struktur antosianin dalam jaringan tumbuhan dan makanan tidak stabil. Antosianin juga dapat terdegradasi melalui sejumlah proses yang terjadi selama ekstraksi pemrosesan dan penyimpanan. Kerusakan antosianin dipengaruhi oleh factor suhu, pH, cahaya, oksigen dan enzim (Amperawati, 2019).

KESIMPULAN

Ekstrak etanol sacha inchi diperoleh sebanyak 80,4 g. Aktivitas antioksidan pada ekstrak etanol sacha inchi termasuk bioaktivitas antioksidan yang tidak aktif dengan nilai IC₅₀ sebesar 2418,44 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji, A., Meriatna., Anita, S. F., (2013). Pembuatan Pewarna Makanan dari Kulit Buah Manggis dengan Proses Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 2(2), 1-15.
- Amperawati, S., Pudji, H., Yudi, P., dan Umar, S., (2019). Efektifitas Frekuensi Ekstraksi Serta Pengaruh Suhu dan Cahaya Terhadap Antosianin dan Daya Antioksidan Ekstrak Kelopak Rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, 8(1), 38-45.
- Badaring, D. R., Sari, P. M. S., Satria, N., Wirda, W., Sintiya, A. R. L., (2020). Uji Ekstrak Daun Maja (*Aegle marmelos* L.) terhadap Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences (IJFS)*, 6(1), 16-26.
- Chirinos R, Necochea O, Pedreschi R, and Campos D., "Sacha inchi (*Plukenetia volubilis* L.) shell: an alternative source of phenolic compounds and antioxidants," *International Journal of Food Science and Technology*, vol. 51, pp. 986–993, 2016.
- D. M. Cárdenas, L. J. Gómez Rave, and J. A. Soto, "Biological Activity of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* Linneo) and Potential Uses in Human Health: A Review.," *Food technology and biotechnology*, vol. 59, no. 3, pp. 253– 266, 2021.
- D. Puangpronpitag, T. Puangpaka, S. Adisak, and K. Ampa, "Phytochemical Screening and Antioxidant Activities of the Seedling Extracts from Inca

Peanut Plukenetia volubilis,” *Pharmacognosy Journal*, vol. 13, no. 1, pp. 52–58, 2021.

Fanali C, Dugo L, Cacciola F, Beccaria M, and Grasso S, “Chemical characterisation of Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis* L.) oil,” *J Agric Food Chem*, vol. 59, pp. 13043–13049, 2011.

Hadzich A, Gross G, M. Leimbach, A. Ispas, A. Bund, and S. 2020. Flore, “Characterization of *Plukenetia volubilis* L. fatty acid-based alkyd resins. *Polymer Testing*,” 2020.

Hakim, A. R., (2020). Optimasi Etanol sebagai Pelarut Senyawa Flavonoid dan Fenolik. *Jurnal Surya Medika*. 6(1), 177-180

Keawkim, K., Lorjaroenphon, Y., Vangnai, K., & Jom, K. N. (2021). Metabolite– flavor profile, phenolic content, and antioxidant activity changes in sachal inchi (*Plukenetia volubilis* L.) seeds during germination. *Foods*, 10(10). <https://doi.org/10.3390/foods10102476>

L. B. S. et al. Nascimento, “Increased antioxidant activity and changes in phenolic profile of *Kalanchoe pinnata* (Lamarck) Persoon (Crassulaceae) specimens grown under supplemental blue light,” *Photochem Photobiol*, vol. 89, no. 2, pp. 391–399, 2013.

Maro, JP., Andi, H. A., Harlia., (2015). Aktivitas Antioksidan Hasil Kromatografi Vakum Cair Fraksi Metanol Kulit Batang Ceria (*Baccaurea hookeri*). *JKK*. 4(4), 35-40.

Muñoz Jáuregui A et al., “Evaluation of the content of phytosterols, phenolic compounds and chemical methods to July-September 2021,” *Rev Soc Quim Peru*, vol. 76, no. 3, pp. 234-41, 2010.

N. M. Sari, F. Aryani, W. Wartomo, M. F. Hernandi, E. Rositah, and J. Prayitno, “Phytochemical and Antioxidant Activity of *Blumea balsamifera* and *Cordyline fruticosa* Based on Ethnopharmacology Knowledge of Muara Tae Tribe, East Kalimantan. *Biology, Medicine, & Natural Product Chemistry*,” vol. 12, no. 1, pp. 273–280, 2023.

M. Sari, H. Kuspradini, R. Amirta, and I. W. Kusuma, “Antioxidant activity of an invasive plant, *Melastoma malabathricum* and its potential as herbal tea product. *IOP Conference Series*,” *Earth and Environmental Science*, vol. 144, no. 1, 2018.

Nur Maulida Sari et al., “Potensi pemanfaatan tumbuhan invasif daun sachal inchi (*Plukenetia volubilis*) sebagai antioksidan,” *Ulin - J Hut Trop*, vol. 8, no. 1, pp. 61–66, 2024.

Sytar, I. Hemmerich, C. Rauh, and M. Brestic, “Comparative analysis of bioactive phenolic compounds composition from 26 medicinal plants,” *Saudi J Biol Sci*, vol. 25, no. 4, pp. 631–641, 2018.

Oktaviani, E., M. Agus, W., dan Nora, I., (2015). Penapisan Fraksi Antioksidan Daun Buas-Buas (*Premna serratifolia* Linn). *JKK*. 4(3), 40-47.

Ningrum, A. S., & Halimah, E. (2022). Narrative Review: Kandungan Kimia dan Aktivitas Farmakologi Tanaman Sachal Inchi (*Plukenetia volubilis* L.). *Farmaka*, 20(3): 112 – 122.

Sriwidodo, I. M. (2022). Review: Potensi Minyak Biji Sacha Inchi (*Plukenetia volubilis*) Sebagai Anti-Aging Dalam Formula Kosmetik. *Majalah Farmasetika*. 7(5): 407-423

Theafelicia, Z., dan Siti, N. W., (2023). Perbandingan Berbagai Metode Pengujian Aktivitas Antioksidan (DPPH, ABTS dan FRAP) pada The Hitam (*Camellia sinensis*). *Jurnal Teknologi Pertanian*. 24(1), 35-45.

**PENYERAPAN Cr(II) DAN Ni(II) DARI LIMBAH INDUSTRI
ELEKTROPLATING MENGGUNAKAN ADSORBEN ARANG DARI SABUT DAN
BATOK KELAPA**

Senadi Budiman, Trisna Yuliana

Prodi Kimia, Fakultas Sains dan Informatika UNJANI

Koresponden : senadi@unjani.ac.id

ABSTRAK

Indonesia merupakan Negara berkembang dengan tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi, terutama dalam menghasilkan logam berat pada limbah. Dalam kegiatan industri maupun laboratorium, terutama industri elektroplating semakin meningkat sehingga memungkinkan banyak industri yang menghasilkan limbah, salah satu logam berat berbahaya dan dominan yang sering ditemukan dari limbah elektroplating adalah logam Cr(II) dan Ni(II). Penyerapan logam Cr(II) dan Ni(II) dilakukan dengan metode adsorpsi menggunakan adsorben dari karbon aktif sabut kelapa. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan parameter yang berpengaruh dengan desain *Plackett Burman* dan diaplikasikan kedalam limbah cair industri elektroplating. Dilakukan secara acak pada 9 parameter yang digunakan untuk penyerapan logam Cr(II) dan Ni(II) diantaranya yaitu ukuran partikel, waktu kontak, kecepatan pengaduk, suhu, pH, volume, konsentrasi Cr(II), adsorben dan konsentrasi Ni(II). Selain itu juga untuk mengetahui kemampuan adsorben sabut kelapa dalam menyerap logam Cr(II) dan Ni(II) pada limbah elektroplating. Berdasarkan hasil penelitian kemampuan adsorben sabut kelapa dalam menyerap logam Cr(II) dan Ni(II) pada limbah elektroplating didapatkan Karbon aktif sabut kelapa menyerap 6,55 % ion logam Cr(II) dengan kapasitas penyerapan 0,76 mg/g. sementara penyerapan ion logam Ni(II) pada karbon aktif sabut kelapa memiliki efisiensi penyerapan 13,63% dengan kapasitas penyerapan 0,204 mg/g.

Kata Kunci : Plackett Burman, Adsorpsi, karbon aktif, Adsorben.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan Negara berkembang dengan tingkat pencemaran lingkungan yang tinggi, terutama dalam menghasilkan logam berat pada limbah (Zhou,2015). Air limbah limbah elektroplating merupakan limbah industri yang berasal dari proses elektroplating, proses

elektroplating adalah suatu proses pengendapan logam pada permukaan suatu logam atau non logam, secara elektrolisa. Pada limbah elektroplating berkisar 36,48 ppm, sedangkan menurut peraturan Menteri

Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 untuk kadar kromium heksavalen (Cr sebesar 0,1 ppm). Dengan demikian bahwa air limbah industri elektroplating masih di atas baku mutu. Oleh karena itu perlu pengolahan terhadap air limbah industri elektroplating agar tidak mencemari lingkungan. Salah satu cara pengambilan logam berat dengan cara sistem adsorpsi. (peraturan Menteri Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014). Beberapa logam berat serta senyawa beracun yang banyak dijumpai di dalam air limbah industri adalah krom (Cr), nikel (Ni), besi (Fe), mangan (Mn), seng (Zn), tembaga (Cu), kadmium (Cd), perak (Ag), timbal (Pb) dan Senyawa sianida. Air limbah yang mengandung logam berat termasuk golongan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3). Air limbah yang mengandung logam berat telah menjadi isu lingkungan yang telah menyita perhatian banyak pihak mengingat dampak yang ditimbulkannya dapat berakibat buruk bagi kehidupan makhluk hidup, termasuk manusia. Penelitian ini membahas tentang metoda penyerapan logam krom (Cr) dan nikel (Ni) yang ada di dalam air limbah industri elektroplating. (Slamet,1996). Suatu metode pengolahan limbah dengan menggunakan bahan-bahan biologis sebagai adsorben yaitu adsorpsi. Proses adsorpsi telah banyak diaplikasikan oleh peneliti dengan menggunakan berbagai jenis adsorben, dalam penelitian ini digunakan adsorbennya yaitu sabut kelapa untuk menyerap logam berat dari limbah cair. Pemilihan adsorben dilakukan berdasarkan luas permukaan pori-pori zat yang diadsorpsi. Kandungan utama suatu adsorben yang berasal dari bahan alam yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin. Selulosa memiliki gugus fungsi yang dapat melakukan pengikatan dengan ion logam. Gugus fungsi tersebut adalah gugus karboksil dan hidroksil (Abdullah et al., 2010). Salah satu bahan alam yang banyak mengandung selulosa yaitu sabut kelapa. Sabut merupakan bagian mesokarp (selimut) yang berupa serat-serat kasar kelapa. Komposisi kimia sabut kelapa secara umum terdiri atas selulosa, lignin, pyroligneous acid, gas, arang, tannin, dan kalium.

Setiap butir kelapa mengandung serat 525 gram (75% dari sabut), dan serbuk sabut kelapa 175 gram (25% dari sabut) (Hanum, 2015). Pemanfaatan sabut kelapa sebagai bioadsorben efektif digunakan karena mengandung selulosa yang di dalam struktur molekulnya mengandung gugus hidroksil serta lignin yang mengandung asam phenolat yang ikut ambil bagian dalam pengikatan logam. Selulosa dan lignin adalah biopolimer yang berhubungan dengan proses pemisahan logam-logam berat (Udin, 2015).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka dalam penelitian ini akan dilakukan adsorpsi logam Cr dan Ni menggunakan adsorben dari karbon aktif sabut kelapa. Penelitian ini untuk

mengetahui kemampuan adsorpsi bioadsorben dari sabut kelapa pada penyerapan Cr dan Ni pada limbah electroplating.

METODE PENELITIAN

1. Preparasi Bahan Adsorben Sabut kelapa yang sudah dibersihkan, dipotong kecil-kecil Dikeringkan dibawah sinar matahari selama 4 hari Dipotong halus dan dikeringkan pada suhu 105 °C Diarangkan di suhu 400 °C Serbuk diayak dengan ukuran -80+120 mesh, -120+170 mesh, 170+200 mesh dan -200+230 mesh.
2. Aktivasi kimia Adsorben
Serbuk serabut kelapa dicampurkan dengan larutan H₃PO₄ selama 24 jam. Disaring dan dibilas dengan akuades sampai pH netral. Karbon yang sudah teraktivasi dimasukkan oven pada suhu 105 °C selama 1 jam. Selanjutnya didinginkan dalam desikator.
3. Standarisasi larutan Natrium Tiosulfat 0,1 N - Ditimbang K₂Cr₂O₇ sebanyak 0,49 gram. Dilarutkan dengan akuades, dimasukkan labu ukur 100 mL dan ditepatkatkzn Dipipet 25 mL larutan ke Erlenmeyer 250 mL, ditambahkan 10% KI dan HCl 4M. Larutan dititrasi pada Na₂S₂O₃ sampai warna kuning dankanji 1% sebagai indikator. Titrasi dilanjutkan sampai warna pada larutan hilang.
4. Karakterisasi arang dan arang aktif
Arang aktif serabut kelapa ditimbang seberat 1 gram dan dimasukkan ke dalam kurs porselin yang telah dikeringkan dan diketahui beratnya. Kurs porselin yang telah berisi arang dimasukkan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 1 jam, kemudian arang didinginkan dalam desikator dan ditimbang.
5. kadar abu
Arang aktif serabut kelapa ditimbang seberat 1,0 g dan dimasukkan ke dalam kurs porselin yang telah diketahui beratnya. Kurs porselin yang telah berisi arang dimasukkan ke dalam furnace pada suhu 750°C selam 3 jam. Arang aktif yang telah menjadi abu, didinginkan dalam desikator dan ditimbang hingga diperoleh bobot tetapnya. Untuk kutipan lebih dari dua sumber yang diacu secara bersamaan. Contoh Misbul Hadi dan Bambang Subeno dituliskan (Hadi, 2010; Subeno, 2011), dua tulisan atau lebih oleh satu penulis (Kuncoro, 2011; Kuncoro, 2013); Apabila daftar acuan lebih dari satu tulisan oleh

pengarang yang sama dalam tahun penerbitan yang sama, gunakan akhiran a, b, dan seterusnya setelah tahun acuan; Contoh: (Kuncoro, 1992a; Kuncoro, 1992b); Kutipan yang berasal dari internet dituliskan dengan menyebutkan nama dan tahun. Jika tidak ada namanya, ditulis alamat websitenya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Hasil Preparasi Sampel Sabut Kelapa.

Penelitian ini diawali dengan tahap pendahuluan, preparasi sampel sabut kelapa yang digunakan berasal dari hasil limbah santan kelapa di Cihampelas Kabupaten Bandung Barat. Langkah pertama yang dilakukan yaitu memisahkan sabut kelapa dari tempurung kelapanya. Setelah itu sabut kelapa dibersihkan lalu di potong kecil- kecil tujuannya agar saat diarangkan cepat hancur atau menjadi halus. Sabut kelapa yang telah di potongpotong di karbonisasi atau diarangkan pada suhu 400 °C sehingga berubah menjadi arang sabut kelapa. Sampel arang sabut kelapa kemudian diayak dengan ukuran -80+170 mesh dan -200+230 mesh.

2. Hasil Aktivasi Arang Sabut Kelapa

Setelah sampel sabut kelapa diarangkan, sampel tersebut di aktivasi dahulu sebelum digunakan pada metode adsorpsi. Tujuan diaktivasi pada sampel sabut kelapa untuk meningkatkan luas permukaan pori-pori bertambah luas sehingga daya absorpsi dapat ditingkatkan permukaan arang aktif yang semakin meluas ini menyebabkan daya absorpsinya terhadap gas atau cairan semakin tinggi. Pada proses pengaktifan secara kimia, arang direndam dalam larutan pengaktifasi selama 24 jam dengan menggunakan asam fosfat (H_3PO_4), Perendaman sampel arang dengan larutan asam kuat tersebut bertujuan untuk mendegradasi atau penghidrasi molekul organik selama proses karbonisasi, membantu dekomposisi senyawa organik pada aktivasi berikutnya, dehidrasi air yang terjebak dalam rongga-rongga karbon, membantu menghilangkan endapan hidrokarbon yang dihasilkan saat proses karbonisasi dan melindungi permukaan karbon sehingga kemungkinan terjadinya oksidasi dapat dikurangi, mampu bereaksi dengan cepat dengan gugus fungsi yang mengandung oksigen. (Mujizah, S., 2010:14). Arang yang akan direndam oleh larutan pengaktifasi ditimbang dahulu sebesar 25 gram, kemudian di tambahkanlah asam fosfat tersebut 100 mL (perbandingan 4:1) kedalam gelas kimia yang berisi arang aktif 25 gram, campuran diaduk dan ditutup dengan menggunakan aluminium foil, dan didiamkan pada suhu kamar selama 24 jam. Digunakan H_3PO_4 karena asam fosfat merupakan aktivator yang baik untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi dibandingkan HCl dan H_2SO_4 pada pembuatan karbon aktif untuk limbah

industri. Setelah direndam 24 jam, larutan kemudian disaring untuk mendapatkan residunya, dicuci hingga pH nya netral karena kondisi pH ini dapat berpengaruh dalam penyerapan logam Cr(II) dan Ni(II). Setelah netral, residu di oven pada suhu 105 °C, tujuannya agar kadar air dalam residu tersebut benar-benar hilang, karena air akan menguap pada suhu 100 -110 °C. setelah itu disimpan dalam desikator hingga arang stabil.

3. Hasil Karakterisasi Karbon Aktif

Arang aktif yang telah diaktivasi akan menjadi karbon aktif atau adsorben untuk penyerapan logam Cr(II) dan Ni(II) dalam metode adsorpsi. Namun, sebelum ketahap tersebut, karbon aktif harus dikarakterisasi terlebih dahulu untuk menentukan kualitas daya serapnya, untuk penentuannya nya melalui uji kadar air, kadar abu dan daya serap iodin dapat ditunjukkan pada tabel 1.

4. Kadar air

Tahap pertama yang telah dilakukan yaitu uji kadar air, metode yang digunakan pada penentuan kadar air karbon aktif adalah metode gravimetri yakni analisis kimia berdasarkan penimbangan perbedaan bobot antara karbon aktif sebelum diuapkan kandungan airnya dengan sesudah dilakukan penguapan karbon aktif. Gravimetri penguapan adalah gravimetri dimana komponen yang tidak diinginkan (air) diubah menjadi uap (Mujizah, 2010: 49). Tujuan dari penentuan kadar air adalah untuk mengetahui sifat higroskopis dari arang aktif sabut kelapa Hasil yang didapatkan pada uji kadar air diperoleh nilai kadar air dari ukuran karbon aktif sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh SNI No.06-3730- 1995 dan paling bagus pengujiannya pada ukuran partikel -200+230 mesh. Hal ini menunjukkan bahwa kandungan air yang terikat pada bahan baku yang diarangkan sudah keluar saat proses karbonisasi. kadar air yang rendah dapat menambahkan daya serap sehingga menaikkan mutu karbon aktif.

5. Kadar Abu

Salah satu sifat dari karbon aktif yang mempengaruhi kualitas karbon aktif adalah kadar abu. Menurut Mujizah (2010) bahwa kadar abu diasumsikan sebagai sisa mineral yang tertinggal pada saat dibakar, karena bahan alam sebagai bahan dasar pembuatan karbon aktif tidak hanya mengandung senyawa karbon tetapi juga mengandung beberapa mineral, dimana sebagian darimineral ini telah hilang pada saat karbonisasi dan aktivasi, sebgayaan lagi diperkirakan masih tertinggal dalam karbon aktif. Hasil yang didapatkan pada uji kadar abu diperoleh nilai kadar abu dari ukuran karbon aktif sesuai dengan standar yang telah ditentukan oleh SNI No.06-3730-1995

dan paling bagus pengujiannya pada ukuran partikel - 200+230 mesh. Penetapan kadar abu karbon aktif ini bertujuan untuk mengetahui kandungan oksida logam dalam karbon aktif.

6. Daya Serap Iodin

Daya serap iodin merupakan parameter yang berfungsi untuk mengetahui kemampuan daya serap suatu adsorben. Makin tinggi angka maka semakin baik daya serap karbon aktif tersebut. Hasil yang didapatkan pada uji daya serap iodin untuk ukuran karbon aktif -80+120 mesh dan -200+230 mesh diperoleh nilai yang masih kurang memenuhi standar SNI. Daya serap iodin merupakan parameter yang berfungsi untuk mengetahui kemampuan daya serap suatu adsorben. Makin tinggi angka maka semakin baik daya serap karbon aktif tersebut. Hasil yang didapatkan pada uji daya serap iodin untuk ukuran karbon aktif -80+120 mesh dan -200+230 mesh diperoleh nilai yang masih kurang memenuhi standar SNI.

7. Hasil Pembuatan Larutan Standar Pada Logam Cr(II) dan Ni(II)

Analisa daya adsorpsi arang aktif sabut kelapa diuji menggunakan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA). Konsentrasi larutan sampel dapat ditentukan setelah larutan absorbansi larutan diukur dan dimasukkan ke dalam kurva kalibrasi. Dilakukan terlebih dahulu pembuatan larutan standar dengan tujuan sebagai patokan sampel yang akan diukur dan dibuatlah kurva kalibrasi hasil dari pengukuran larutan standar untuk mengetahui perbandingan pengaruh kadar analit dengan respon alat. Kurva kalibrasi merupakan kurva yang dibuat sebagai acuan dalam menentukan konsentrasi sampel (Nurdin, 2015: 32). Hasil absorbansi larutan standar logam Ni(II) dan Cr(II). Pembuatan kurva kalibrasi menggunakan larutan induk Ni(II) 1000 ppm dari logam NiCl₃ pada konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4. Deret standar dianalisis dengan menggunakan serapan atom pada Panjang gelombang 232.00 nm. Selanjutnya dari data pada Tabel 5.2 dibuat kurva kalibrasi logam Ni(II) dari pengukuran absorbansi larutan standar dalam berbagai konsentrasi tentang konsentrasi larutan standar dianalisis menggunakan spektrofotometer serapan atom (AAS) pada panjang gelombang yang sama dengan pengukuran sampel. Hasil serapan dari deret seri standar yang membentuk garis lurus (linier) yang menyatakan hubungan antara konsentrasi zat dalam larutan standar dengan respon serapan dari instrument (absorbansi). Hubungan linier antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi membentuk persamaan sebagai berikut: $Y = 0,0542x - 0,0026$ dengan $R = 0,9987$ dimana Y yaitu Absorbansi, x yaitu konsentrasi logam Ni dan R adalah koefisien korelasi. Koefisien korelasi sendiri yaitu korelasi antara konsentrasi analit (x) dengan respon instrument (absorbansi). Nilai regresi pada kurva kalibrasi standar logam Cr dapat dikatakan baik karena memenuhi dari standar yang ditetapkan

oleh SNI yaitu 0,9987. Pembuatan kurva kalibrasi menggunakan larutan induk Cr(II) 1000 ppm dari logam CrCl₃ pada konsentrasi 0,2; 0,4; 0,6; 0,8; 1,0; 1,2; 1,4. Deret standar dianalisis dengan menggunakan serapan atom pada panjang gelombang 357,87 nm. Selanjutnya data pada Tabel 5.3 dibuat kurva kalibrasi logam Cr(II) dari pengukuran absorbansi larutan standar dalam berbagai konsentrasi yang disajikan pada Gambar 5.5. Hasil serapan dari deret seri standar yang membentuk garis lurus (linier) yang menyatakan hubungan antara konsentrasi zat dalam larutan standar dengan respon serapan dari instrument (absorbansi). Pada Gambar 5.2 terlihat hubungan linier antara konsentrasi larutan standar dengan absorbansi membentuk persamaan sebagai berikut: $y = 0,0174x + 0,0014$ dengan $R = 0,9941$ dimana Y yaitu Absorbansi, x yaitu konsentrasi logam Cr dan R adalah koefisien korelasi. Koefisien korelasi sendiri yaitu korelasi antara konsentrasi analit (x) dengan respon instrument (absorbansi). Nilai regresi pada kurva kalibrasi standar logam Cr(II) dapat dikatakan baik karena memenuhi syarat dari standar yang ditetapkan yaitu 0,9941.

8. Aplikasi Pada Sampel Limbah Elektroplating.

Dari hasil optimasi limbah artifisial, selanjutnya diaplikasikan kedalam limbah electroplating. Sebelum diujikan pada Karbon aktif sabut kelapa, dilakukan penelitian pendahulu untuk mengetahui konsentrasi awal logam Cr(II) dan Ni(II) dalam sampel limbah elektroplating. Data Pengukuran awal sampel dan konsentrasi logam setelah diperlakukan dengan sabut kelapa ditampilkan pada tabel 5.5. Kondisi optimum untuk logam Cr(II) dan Ni(II) diaplikasikan pada sampel limbah industry elektroplating untuk mengurangi konsentrasi kedua ion logam tersebut yang terdapat didalamnya. Hasil penyerapan dengan menggunakan karbon aktif sabut kelapa ditunjukkan pada tabel 5.6 yang diambil dari salah satu dari ke-12 eksperimen yaitu pada eksperimen ke-10 yang optimum. Diambil eksperimen ke-10 dikarenakan logam Cr(II) dan Ni(II) terserap lebih banyak dibandingkan pada eksperimen yang lain. Pada tabel 5.5 dapat dilihat Karbon aktif sabut kelapa menyerap 6,55 % ion logam Cr(II) dengan kapasitas penyerapan 0,76 mg/g. sementara penyerapan ion logam Ni(II) pada karbon aktif sabut kelapa memiliki efisiensi penyerapan 13,63% dengan kapasitas penyerapan 0,204 mg/g. Besarnya nilai efisiensi penyerapan pada kedua ion logam dikarenakan konsentrasi ion dalam sampel limbah elektroplating terhitung besar. Rendahnya kapasitas penyerapan kedua ion logam disebabkan karena adanya logam-logam lain yang terdapat dalam sampel limbah elektroplating tersebut sehingga terjadi kompetisi dalam penyerapan logam. Yang dimana terdapat logam lain pada limbah electroplating yang memiliki kandungan yang lebih besar daripada ion Cr(II) dan Ni(II). sehingga kapasitas penyerapan ion Cr(II) dan Ni(II) sebesar 0,76 mg/g dan 0,20 mg/g.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa :

Pengaruh penyerapan logam Cr(II) dan Ni(II) terhadap parameter yang menggunakan desain *placket Burman* didapatkan dari ke-12 eksperimen menghasilkan respon yang cenderung homogen.

Kemampuan adsorben sabut kelapa dalam menyerap logam Cr(II) dan Ni(II) pada limbah elektroplating didapatkan Karbon aktif sabut kelapa menyerap 6,55 % ion logam Cr(II) dengan kapasitas penyerapan 0,76 mg/g. sementara penyerapan ion logam Ni(II) pada karbon aktif sabut kelapa memiliki efisiensi penyerapan 13,63% dengan kapasitas penyerapan 0,204 mg/g. Menunjukkan bahwa semakin besar nilai penyerapan maka semakin baik penyerapan logam pada limbah elektroplating.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A. et al. (2010) 'Adsorpsi Karbon Aktif Dari Sabut Kelapa (*Cocos nucifera*) Terhadap Penurunan Fenol', *Al Kimia*, pp. 1–2.
- Hanum, M. S. (2015) 'Eksplorasi Limbah Sabut Kelapa (Studi Kasus : Desa Handapherang Kecamatan Cijeunjing Kabupaten Ciamis) or The Exploration Of Coconut Fiber Waste (Case Study: Desa Handapherang Kecamatan
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia No. 5 Tahun 2014 tentang Baku Mutu Air Limbah
- Slamet, Juli Soemirat, 1996. Kesehatan Lingkungan. Gajah Mada University Press.
- Udin, Y. (2015). Biosorpsi Kadmium (Cd) pada Serat Sabut kelapa Hijau (*Cocos nucifera*) Teraktivasi Natrium Hidroksida (NaOH). *Jurusan Kimia Pada Fakultas Sains Dan Teknologi*, 23(Cd).
- Zhou, Y., Lei, Z., Zhengjun, C. 2015. Removal of Organic Pollutants from Aqueous Solution Using Agricultural Wastes: A Review. *Journal of Molecular Liquids*. 212: 739–6

PERBANDINGAN HASIL PEMERIKSAAN TCM GENEXPERT DAN PEWARNAAN BTA PADA PASIEN TERDUGA TB PARU

Sitti Romlah, Intan Meisya Putri, Rika Yulianti, Fini Ainun Qolbi W

Program Studi Teknologi Laboratorium Medis
Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan Jenderal
Achmad Yani Cimahi

Email korespondensi plasmidtrip4go@gmail.com

ABSTRACT

Tuberculosis is an infectious disease caused by the bacteria Mycobacterium tuberculosis. The diagnosis of pulmonary TB can be made through the GeneXpert examination and BTA staining which is observed directly under a microscope. Microscopic examination is effective in monitoring response to drug therapy, but cannot differentiate resistant TB strains. GeneXpert is able to detect TB & rifampicin resistance in 2 hours by nucleic acid amplification. This study aims to determine the comparison between the results of the GeneXpert Rapid Molecular Test (TCM) examination and BTA staining microscopic examination in patients suspected of pulmonary TB who underwent examination at the South Cimahi Community Health Center. The research design used was quantitative descriptive using a cross-sectional approach. The specimens used in this study were sputum from suspected pulmonary TB patients who had never previously been infected with pulmonary TB and patients aged over 14 years and above at the South Cimahi Health Center. The sampling technique used a purposive sampling method of 45 samples. Data analysis was carried out univariate and bivariate using the Chi-Square test. Based on the research that has been carried out, the results obtained from a total of 45 samples examined, the GeneXpert examination showed negative results in 38 samples and positive results in 7 samples, while the BTA examination with Ziehl Neelsen staining showed negative results in 39 samples and positive results in 6 samples. The Chi-Square test shows that the P value (0.000) is smaller than α (0.05), indicating that there is a significant difference in the results of the GeneXpert rapid molecular test (TCM) examination and the BTA microscopic method of staining in patients suspected of suffering from pulmonary TB

Keywords : Tuberculosis, BTA staining

ABSTRAK

Tuberkulosis adalah sebuah penyakit menular yang disebabkan oleh bakteri *Mycobacterium tuberculosis*. Diagnosis TB paru dapat dilakukan melalui pemeriksaan *GeneXpert* dan Pewarnaan BTA yang diamati langsung di bawah mikroskop. Pemeriksaan mikroskopik efektif memantau respons terapi obat, tetapi tidak bisa membedakan strain TB resisten. *GeneXpert* mampu mendeteksi TB & resistensi rifampisin dalam 2 jam dengan amplifikasi asam nukleat. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan antara hasil pemeriksaan Tes Cepat Molekuler (TCM) *GeneXpert* dan pemeriksaan mikroskopik pewarnaan BTA pada pasien terduga TB paru yang melakukan pemeriksaan di Puskesmas Cimahi Selatan. Desain penelitian yang digunakan adalah deskriptif kuantitatif menggunakan pendekatan *cross-sectional*. Spesimen yang digunakan dalam penelitian ini adalah sputum yang berasal dari pasien terduga TB paru yang sebelumnya tidak pernah terinfeksi TB paru dan pasien dengan usia diatas 14 tahun keatas di Puskesmas Cimahi Selatan. Teknik pengambilan sampel menggunakan metode *purposive sampling* sebanyak 45 sampel. Analisis data dilakukan secara univariat dan bivariat dengan uji *Chi-Square*. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan didapatkan hasil Dari total 45 sampel yang diperiksa, pemeriksaan *GeneXpert* menunjukkan hasil negatif pada 38 sampel dan positif pada 7 sampel, sedangkan pemeriksaan BTA dengan pewarnaan *Ziehl Neelsen* menunjukkan hasil negatif pada 39 sampel dan positif pada 6 sampel. uji *Chi-Square* menunjukkan bahwa nilai P (0,000) lebih kecil dari α (0,05), menandakan adanya perbedaan yang signifikan dalam hasil pemeriksaan tes cepat molekuler (TCM) *GeneXpert* dan metode mikroskopik pewarnaan BTA pada pasien yang dicurigai menderita TB paru.

Kata Kunci : Tuberkolosis, TCM GeneXpert, Perwarnaan BTA

PENDAHULUAN

Tuberkulosis (TB) adalah penyakit menular yang menjadi penyebab utama gangguan kesehatan dan salah satu penyebab utama kematian di seluruh dunia. TB merupakan penyebab utama kematian akibat suatu agen infeksi, bahkan melampaui HIV/AIDS. Pada tahun 2021, diperkirakan 10,6 juta orang terserang tuberkulosis (TB) di seluruh dunia. 6 juta laki-laki, 3,4 juta perempuan dan 1,2 juta anak-anak. TB terdapat di semua negara dan kelompok umur (*World Health Organization*, 2023).

Indonesia menempati peringkat ketiga dalam jumlah penderita TB tertinggi di dunia setelah India dan China. Secara global, diperkirakan terdapat sekitar 9,9 juta orang yang menderita TB pada tahun 2020. Berdasarkan data dari profil Kesehatan Indonesia pada tahun 2021, tercatat

397.377 kasus tuberkulosis mengalami peningkatan dibandingkan dengan tahun 2020, di mana jumlah kasusnya mencapai 351.936 (Kemenkes RI, 2022).

Berdasarkan data dari Profil Kesehatan Kota Cimahi Tahun 2019, terdapat sekitar 10.644 kasus yang diduga menderita TB, 2.517 kasus TB yang terkonfirmasi, dan 496 kasus TB pada anak-anak usia 0-14 tahun. (Dinas Kesehatan Kota Cimahi 2020).

Penyebab meningkatnya kasus tuberkulosis adalah karena adanya keterlambatan dalam mencari perawatan kesehatan dan kurangnya kualitas pelayanan kesehatan. Di tengah keterbatasan sumber daya, berbagai faktor berperan dalam tingginya angka kasus TB, terutama di puskesmas yang menghadapi beban kerja tinggi. Ini termasuk penundaan dalam mencari perawatan kesehatan dan lamanya waktu yang dibutuhkan untuk mengevaluasi hasil pewarnaan mikroskopis (Namuganga, Chegou, and Mayanja 2021).

Pewarnaan basil tahan asam (BTA) adalah metode diagnostik yang sering digunakan untuk tuberkulosis paru karena harganya yang ekonomis. Namun, metode ini memiliki sensitivitas rendah, memerlukan jumlah bakteri yang tinggi untuk terdeteksi, yang sering menghasilkan hasil negatif pada sampel dengan jumlah bakteri rendah. Meskipun pemeriksaan mikroskopik efektif untuk memantau respons terhadap terapi obat, tidak dapat membedakan strain *Mycobacterium tuberculosis* yang resisten terhadap obat, memerlukan metode khusus seperti kultur dan uji kerentanan obat (DST) (Bayot, Mirza, and Sharma 2023).

WHO mendukung penggunaan uji GeneXpert MTB/RIF, yang mampu mendeteksi *Mycobacterium tuberculosis* (MTB) dan mutasi pada gen *rpoB* yang menunjukkan resistensi terhadap rifampisin dalam waktu singkat. GeneXpert MTB/RIF memiliki sensitivitas dan spesifisitas yang tinggi (Kabir et al. 2021).

Pada tahun 2020, Relasiskawati melakukan penelitian dengan judul “Uji Kesesuaian Hasil Pemeriksaan Mikroskopis BTA Metode *Ziehl-Neelsen* Dengan TCM *GeneXpert* Pada Pemeriksaan Tuberkulosis

Paru Dari Sampel Sputum” didapatkan hasil menggunakan uji mikroskopik sebesar 81,8% berarti uji ini dapat dengan benar mendeteksi 81,8% subjek penelitian yang positif terinfeksi TB. Sementara nilai spesifisitas sebesar 100% menandakan bahwa uji mikroskopik dapat mengidentifikasi dengan tepat persentase yang tidak positif menderita TB, dan seluruhnya terbukti tidak positif TB sebanyak 100%. Relasiskawati memberi saran untuk peneliti selanjutnya agar melakukan penelitian mengenai perbandingan hasil pemeriksaan metode TCM *GeneXpert* dengan metode mikroskopis.

Pada tahun 2022, Nurdiani, Kristianingsih, dan Zahrawani melakukan penelitian dengan judul “Gambaran Hasil Pemeriksaan BTA dan GeneXpert Pada Pasien Suspek TB Di RSUD

Budhi Asih Jakarta Timur” didapatkan hasil hasil pada pemeriksaan BTA, terdapat 20% pria yang positif dan 18% wanita yang positif. Sementara itu, pada pemeriksaan *GeneXpert*, ditemukan bahwa 23% pria positif dan 18% wanita positif.

Berdasarkan dari dua penelitian tersebut, maka penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai perbandingan hasil pemeriksaan TCM *GeneXpert* dan Pewarnaan BTA pada pasien terduga TB Paru yang sebelumnya tidak pernah terinfeksi TB Paru dan pasien dengan usia 14 tahun keatas di Puskesmas Cimahi Selatan.

METODE

1. Sampel Penelitian

Sampel yang digunakan berupa sputum. Sampel diperoleh dari pasien terduga TB paru berusia >14 tahun di Puskesmas Cimahi Selatan. Pelaksanaan dilakukan dari bulan 19 Februari 2024 – 27 Februari 2024 di laboratorium Mikrobiologi Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi dan laboratorium Puskesmas Cimahi Selatan.

2. Pengamatan Mikroskopis

Sediaan apusan sputum diletakkan di atas kaca objek. Larutan carbol fuchsin 0,3% diteteskan hingga merata pada seluruh permukaan sediaan. Sediaan dipanaskan selama 5 menit atau hingga muncul asap, tanpa sampai mendidih atau mengeringkan sampel. Sediaan dibiarkan selama 5-7 menit, lalu dicuci dengan air mengalir. Larutan asam alkohol 3% (hydrochloric acid-ethanol) ditetesi pada sediaan dan dibiarkan selama 2-4 menit, kemudian dicuci dengan air mengalir selama 1-3 menit. Larutan methylene blue 0,1% diteteskan hingga menutupi seluruh permukaan sediaan dan dibiarkan selama 1 menit, kemudian dibuang dan sediaan dicuci dengan air mengalir. Hasil dari teknik ZN dibaca menggunakan mikroskop dengan pembesaran 100x

3. Pemeriksaan GeneXpert

Komputer dan mesin GeneXpert dihidupkan, dan program GeneXpert Dx dijalankan. Kemudian, pegawai melakukan pemindaian barcode cartridge menggunakan pemindai barcode, masukkan nama pasien dan nomor sampel pasien ke dalam kolom yang sesuai. Selanjutnya, pegawai mengklik "Start test" untuk memulai pengujian. Pada mesin GeneXpert, lampu berwarna hijau akan berkedip di modul yang terpilih secara otomatis. Pegawai membuka pintu modul, memasukkan cartridge GeneXpert MTB/RIF, dan memastikan pintu modul tertutup rapat.

Proses pemeriksaan berlangsung sekitar 2 jam, ditandai dengan lampu hijau yang tetap menyala tanpa berkedip. Setelah pemeriksaan selesai, lampu mati secara otomatis, dan pintu

modul terbuka.

4. Analisis Data

Penelitian ini melibatkan analisis data primer yang diperoleh dari pemeriksaan langsung pada sampel pasien terduga TB menggunakan dua metode, yaitu pewarnaan BTA dan tes cepat molekuler GeneXpert di Puskesmas Cimahi Selatan. Seluruh data yang terkumpul kemudian diolah menggunakan komputer dengan menggunakan perangkat lunak Microsoft Excel 2019.

Data yang dikelola dalam penelitian ini akan dibandingkan menggunakan uji Chi-Square dan hasilnya akan disajikan dalam bentuk tabel. Kami juga akan menerapkan metode analisis beda untuk memisahkan variabel yang relevan dalam penelitian ini. Untuk analisis data statistik, kami akan menggunakan perangkat lunak SPSS versi 15.

HASIL

Tabel 1. Hasil pemeriksaan Pewarnaan BTA

No	Hasil Pewarnaan BTA	Frekuensi	Persentase (%)
1	Negatif	39	87%
2	Scanty	1	2%
3	1+	1	2%
4	2+	0	0%
5	3+	4	9%
Total		45	100%

Berdasarkan tabel 1 menunjukkan bahwa frekuensi hasil pemeriksaan metode Tes Cepat Molekuler (TCM) *GeneXpert* pada pasien terduga TB Paru terbanyak yaitu *MTB Not Detected* sebanyak 38 sampel (85%) diikuti dengan *MTB Detected high* sebanyak 4 sampel (9%), sedangkan untuk *MTB Detected Very Low* sebanyak 2 sampel (4%) dan yang paling sedikit yaitu *MTB Detected Low* sebanyak 1 sampel (2%).

Data pada tabel 2 menunjukkan bahwa frekuensi hasil pemeriksaan metode pewarnaan Basil Tahan Asam (BTA) pada pasien terduga TB Paru di Puskesmas Cimahi Selatan terbanyak yaitu negative yaitu sebanyak 39 sampel (87%), diikuti dengan 3+ sebanyak 4 sampel (9%) dan yang paling sedikit yaitu scanty dan 1+ sebanyak 1 sampel (2%).

Hasil tabel diatas menunjukkan bahwa jumlah sampel positif sebanyak 6 sampel dan positif sebanyak 39 sampel.

Tabel 3. Sensitifitas dan Spesifisitas

Pewarnaan BTA terhadap TCM	
Sensitifitas	Spesifisitas
85,7%	100%

Dengan sensitivitas sebesar 85,7% pada pemeriksaan BTA secara mikroskopis, dapat diinterpretasikan bahwa metode ini mampu dengan benar mendeteksi 85,7% kasus yang sebenarnya positif tuberkulosis paru. Sementara itu, dengan spesifisitas 100% hal itu menandakan bahwa metode mikroskopis dapat mengidentifikasi dengan benar bahwa individu tidak menderita tuberkulosis paru sebanyak 100%.

Hasil analisis data menggunakan uji Chi-square menunjukkan nilai signifikansi sebesar 0.000. Dengan nilai $p < 0.05$, kesimpulan dapat diambil bahwa terdapat perbedaan yang signifikan dalam hasil pemeriksaan Mycobacterium tuberculosis antara metode TCM GeneXpert dan Pewarnaan BTA.

PEMBAHASAN

Penelitian ini mengambil sampel dari 45 pasien yang dicurigai menderita TB Paru di Puskesmas Cimahi Selatan, menggunakan sputum sebagai sampel. Sputum adalah pilihan karena TB umumnya menyerang paru-paru. Kualitas sputum dinilai berdasarkan karakteristiknya seperti warna, kekentalan, dan jumlahnya. Dari kriteria ini, ditemukan beberapa jenis sputum, termasuk mukopurulen, mukoid, hemoptisis/mucus campur darah, dan mucosalivary.

Dalam penelitian ini, perbedaan hasil terlihat antara metode tes cepat molekuler GeneXpert dan pewarnaan mikroskopik BTA. Dari 45 sampel, GeneXpert menunjukkan hasil negatif untuk 38 sampel dan positif untuk 7 sampel, sedangkan mikroskopik BTA menunjukkan hasil negatif untuk 39 sampel dan positif untuk 6 sampel. Namun, terdapat 1 sampel yang positif pada GeneXpert tetapi negatif pada pewarnaan BTA .

Pada Pada kasus tertentu, GeneXpert dapat mendeteksi bakteri TB meskipun jumlahnya rendah, yang menyebabkan perbedaan hasil antara GeneXpert dan BTA. Selain itu, GeneXpert lebih spesifik dalam mendeteksi Mycobacterium tuberculosis dibandingkan dengan pewarnaan BTA.

Hasil uji Chi-Square menunjukkan perbedaan signifikan antara data hasil penelitian dari kedua metode. GeneXpert memiliki keunggulan diagnostik yang lebih tinggi karena dirancang khusus untuk mendeteksi Mycobacterium tuberculosis secara spesifik, sedangkan pewarnaan BTA memiliki sensitivitas yang rendah dan kualitas yang bervariasi.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Latifah dan rekan-rekannya, TCM dinilai lebih unggul dibandingkan dengan mikroskopis BTA, baik dari segi sensitivitas maupun spesifisitas, ketika kultur dijadikan sebagai standar emas. Beberapa jurnal yang dikaji menunjukkan bahwa TCM memiliki hasil yang lebih baik dalam hal sensitivitas dan spesifisitas jika dibandingkan dengan mikroskopis BTA (Latifah & Zuraida, 2022).

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Ira Elvi Sulastri BR Sinaga juga menunjukkan bahwa sensitivitas dan spesifisitas pewarnaan Ziehl-Neelsen adalah 77,8% dan 100% secara berturut-turut (Sinaga, 2019). Pada penelitian yang dilakukan oleh Kurniawan dkk, dari hasil uji diagnostik dengan GeneXpert untuk mendiagnosis tuberkulosis paru pada kasus BTA negatif, ditemukan bahwa sensitivitasnya mencapai 83,33% dan spesifisitasnya sebesar 95,46% (Kurniawan, Raveina, & Fauzar, 2016).

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa *GeneXpert* menunjukkan tingkat positività yang lebih tinggi daripada pemeriksaan BTA menggunakan pewarnaan *Ziehl Neelsen*.

Uji *Chi-Square* menunjukkan bahwa nilai P (0,000) lebih kecil dari α (0,05), menandakan adanya perbedaan yang signifikan dalam hasil pemeriksaan *Mycobacterium tuberculosis* pada pasien yang dicurigai menderita TB paru antara metode tes cepat molekuler (TCM) *GeneXpert* dan metode mikroskopik pewarnaan BTA.

DAFTAR PUSTAKA

Adigun, Rotimi, and Rahulkumar Singh.

2023. *Tuberculosis*. Treasure Island: StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK441916/> (October 4, 2023).

Aja, Nursia, Ramli, and Hamidah Rahman. 2022. "Penularan Tuberkulosis Paru Dalam Anggota Keluarga Di Wilayah Kerja Puskesmas Siko Kota Ternate." *Jurnal Kedokteran dan Kesehatan* 18(1): 78–87. Alzayer, Zainab, and Yasser Al Nasser. 2023. *Primary Lung Tuberculosis*. Treasure Island: StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK567737/> (October 5, 2023).

Anam, Khoirul, and Elsyah Rahmawati. 2022. "Pemeriksaan Mikroskopis BTA Menggunakan Metode

Pewarnaan Ziehl-Neelsen Di RSUD

Abdul Wahab Sjahranie Samarinda." *Jurnal Teknologi Laboratorium Medik Borneo* 2(1): 54–61.

Arora, Disha, and Biranthabail Dhanashree. 2020. "Utility of Smear Microscopy and GeneXpert

for the Detection of Mycobacterium Tuberculosis in Clinical Samples.” *Germes* 10(2): 81– 87.

Bandaru, Ravi et al. 2020. *Pathogenesis, biology, and immunology of tuberculosis*. Academic Press. <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/B9780128198117000011> (October 9, 2023).

Bayot, Marlon L., Taaha M. Mirza, and Sandeep Sharma. 2023. *Acid Fast Bacteria*. Treasure Island: StatPearls Publishing. <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/books/NBK537121/> (September 30, 2023).

Brown, Scott, Justine E. Leavy, and Jonine Jancey. 2021. “Implementation of GeneXpert for TB Testing in Low- and Middle-Income Countries: A Systematic Review.” *Global Health: Science and Practice* 9(3): 698–710.

Diel, Roland, and Albert Nienhaus. 2023. “Pathways of TB Transmission in Children—A Systematic Review of Molecular Epidemiological Studies.” *International Journal of Environmental Research and Public Health* 20(3): 17–37.

Dockrell, Hazel M., and Egle Butkeviciute. 2022. “Can What Have We Learnt about BCG Vaccination in the Last 20 Years Help Us to Design a Better Tuberculosis Vaccine?” *Vaccine* 40(11). <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264410X21001092> (October 5, 2023).

Fajrunni'mah, Rizana, Mega Mirawati, Annisa Husnun Hanifah, and Alfia Uzma Nabilla Tasya. 2020. “Hasil Pemeriksaan Imunokromatografi Coactail Antigen M. Tuberculosis Dan Metode Molekuler Pada Suspek HIV.” *Meditory* 8(1): 18– 26.

Hong, C., Rangasamy, M., Tan, S. Y., Wang, H., & Siegfried, B. D. (2013). Evaluation of Five Methods for Total DNA Extraction from Western Corn Rootworm Beetles. *PLoS ONE*, 5(8), e11963. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0011963>

Handayani, Ika, and Sumarni. 2021. *Tuberkulosis*. Penerbit NEM.

Hartiyah, L., Rahmiati, & Santoyo, D. D. (2023). Gambaran Hasil Pemeriksaan Tes Cepat Molekuler Mycobacterium tuberculosis di RSUD Ulin Banjarmasin Tahun 2020-2021. *Homeostasis*, 69-76.

Kabir, Shaila et al. 2021. “Diagnostic Challenges and Gene-Xpert Utility in Detecting Mycobacterium Tuberculosis among Suspected Cases of Pulmonary Tuberculosis.” *Plos One* 16(5). <https://journals.plos.org/plosone/article?id=10.1371/journal.pone.0251858> (September 29, 2023).

Kartika, Sari Girin, Sarifuddin, and Tri Setyawati. 2022. “Pulmonary Tuberculosis Post Wodec Pleural Effusion: Case Report.” *Jurnal Medical Profession (MedPro)* 4(2).

Kemenkes RI. 2022. *Profil Kesehatan Indonesia 2021*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik

Indonesia. Kementerian Kesehatan RI. 2017. *Petunjuk Teknis Pemeriksaan Tuberkulosis Menggunakan Alat GeneXpert*.

Kemnterian Kesehatan RI. 2014. *Pedoman Nasional Pengendalian Tuberkulosis*. Jakarta.

Latifah, I., & Zuraida. (2022). Uji Sensitivitas dan Uji Spesifisitas

Metode Mikroskopis Terhadap Tes Cepat Molekuler (TCM) dalam Diagnosis Mycobacterium tuberculosis Pada Pasien Suspek TB Paru Di RS. Simpangan Depok. *Anakes: Jurnal Ilmiah Analisis Kesehatan*, 200-208.

Long, Richard, Maziar Divangahi, and Kevin Schwartzman. 2022. "Chapter 2: Transmission and Pathogenesis of

Tuberculosis." *Canadian Journal of Respiratory, Critical Care, and Sleep Medicine* 6(1): 22–32.

Ma'riyah, Khusnul, and Zulkarnain. 2021. "Patofisiologi Penyakit Infeksi Tuberkulosis."

Journal UIN

Alauddin: 88–92.

Migliori, Giovanni Battista et al. 2022. "History of Prevention, Diagnosis, Treatment and Rehabilitation of Pulmonary Sequelae of Tuberculosis." *La Presse Médicale* 51(3).

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0755498222000057> (October 5, 2023).

Misnarliah, Misnarliah, and Mudrika Mudrika. 2021. "Pengaruh Penundaan Pewarnaan Preparat Bakteri Tahan Asam Metode Ziehl Neelsen Terhadap Hasil Pemeriksaan

Mikroskopik." *Jurnal Teknosains Kodepena* 1(2): 58–63Setiaputri, A. A., Rohmad Barokah, G., Alsere Bardian Sahaba, Muh., Dini

Arbajayanti, R., Fabella, N., Mustika Pertiwi, R., Nurilmala, M., Nugraha, R., & Abdullah, A. (2020).

Murtafi'ah, Ni, Fitri Fadhilah, and Rizka Krisdaryani. 2020. "Perbandingan Hasil Pemeriksaan Mycobacterium Tuberculosis Dengan GeneXpert Dan Pewarnaan Ziehl Neelsen Di Rumah Sakit Mitra Anugrah Lestari." *Riset Informasi Kesehatan* 9: 188.

Namuganga, Anna Ritah, Novel N. Chegou, and Kizza Harriet Mayanja. 2021. "Past and Present Approaches to Diagnosis of Active Pulmonary

Tuberculosis." *Frontiers in Medicine* 8. <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8495065/> (September 29, 2023).

Nurdiani, Catu Umirestu, Yuli

Kristianingsih, and Aqilah Qisthi Zahrawani. 2022. "Gambaran Hasil Pemeriksaan BTA Dan Genexpert Pada Pasien Suspek Tuberkulosis Di RSUD Budhi Asih Jakarta Timur." *Anakes : Jurnal Ilmiah Analisis Kesehatan* 8(1): 11–20.

Nuriyanto, Alivia Rizky. 2018. "Manifestasi Klinis, Penunjang Diagnosis Dan Tatalaksana Tuberkulosis Paru Pada Anak." *Jurnal Kedokteran Nanggroe Medika* 1(2): 62–70.

Ode, Wa, Kalma, Artati, and Rafika. 2020. "Pengaruh Penyimpanan Dahak Pagi Pada Suhu Kamar Terhadap Jumlah Bakteri Tahan Asam (BTA)." *Jurnal Media Analisis Kesehatan* 11(2).

Patterson, Benjamin, and Robin Wood. 2019. "Is Cough Really Necessary for TB Transmission?" *Tuberculosis* 117: 31–35.

Permatasari, Silvani, Vani Vrenika, Florence Felicia, and Malasinta. 2021. "Validitas Metode Real Time PCR GeneXpert Pada Suspek TB Paru BTA Negatif Di RSUD Dr. Doris Sylvanus." *Jurnal Surya Medika (JSM)* 7(1): 88–93.

Ratnasari, EkawatiEvy, Prayitno Didik Setio, and Dheasy Herawati. 2022. "Sensitivitas Dan Spesifikasi Deteksi Mycobacterium Tuberculosis Metode Tes Cepat Molekuler GeneXpert Dengan Pemeriksaan Mikroskopis." *Jurnal SainHealth* 6(2): 68–76.

Rimal, Raksha et al. 2022. "Diagnostic Performance of GeneXpert MTB/RIF in Detecting MTB in Smear-Negative Presumptive TB Patients." *BMC Infectious Diseases* 22(1): 321

Rosamarlina, Rosamarlina et al. 2019. "Monitoring Efek Samping Obat Anti Tuberkulosis Di Poli TB DOTS RSPI Prof. Dr. Sulianti Saroso." *The Indonesian Journal of Infectious Diseases* 5: 10. Scriba, Thomas J., Mihai G. Netea, and Ann M. Ginsberg. 2020. "Key Recent Advances in TB Vaccine Development and Understanding of Protective Immune Responses against Mycobacterium Tuberculosis." *Seminars in Immunology* 50. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1044532320300476> (October 5, 2023).

Sinaga, I. E. (2019). Uji Sensitifitas dan Spesifisitas Pewarnaan Ziehl-Neelsen pada Penderita Suspek Tuberkulosis Paru di Puskesmas Pancur Batu Deli Serdang. *Ayan*. Soedarsono, Soedarsono. 2021. "Tuberculosis Development of New Drugs and Treatment Regimens." *Jurnal Respirasi* 7(1): 36–45.

Suárez, Isabelle et al. 2019. "The Diagnosis and Treatment of Tuberculosis." *Deutsches Arzteblatt International* 116(43).

Suryawati, Betty, Leli Saptawati, Astari Febyane Putri, and Jatu Aphridasari. 2019. "Sensitivitas Metode Pemeriksaan Mikroskopis Fluorokrom Dan Ziehl-Neelsen Untuk Deteksi Mycobacterium Tuberculosis Pada Sputum." *Smart Medical Journal* 1(2): 56–61. Wahdi, Achmad, and Dewi Retno. 2021. *Mengenal*

Tuberculosis. Kabupaten Banyumas, Jawa Tengah: Penerbit CV. Pena Persada. World Health Organization. 2023. "Tuberculosis." *World Health Organization*. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/tuberculosis>.

**HUBUNGAN STRES AKADEMIK DENGAN KUALITAS TIDUR PADA REMAJA
MAHASISWA TINGKAT 2 PROGRAM STUDI KEPERAWATAN (D3) FAKULTAS
ILMU DAN TEKNOLOGI KESEHATAN UNIVERSITAS JENDERAL ACHMAD YANI
CIMAHI**

Ingrid Aniza¹, Susilawati², Hikmat Rudyana³

^{1,2,3}Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Jawa
Barat, Indonesia

Email korespondensi: ingridaniza@gmail.com

ABSTRAK

Setiap perubahan dalam proses pendidikan dapat menimbulkan tekanan bagi mahasiswa yang biasa disebut dengan stres. stres yang biasanya terjadi pada mahasiswa di lingkungan pendidikan biasanya disebut dengan stres akademik. Berdasarkan beberapa dampak dari stres akademik yang dialami seseorang salah satunya dapat mempengaruhi kualitas tidurnya. Tujuan dari penelitian ini untuk mengetahui hubungan stres akademik dengan kualitas tidur pada mahasiswa. Metode penelitian ini adalah *Cross Sectional*. Teknik pengambilan sampel yang digunakan adalah *Simple Random Sampling*, sampel penelitian ini sebanyak 93 mahasiswa. Instrument penelitian menggunakan kuesioner Skala Inventori Stres Akademik dan *Pittsburg Sleep Quality Index* (PSQI). Hasil penelitian menunjukkan mahasiswa yang mengalami stres akademik tinggi sebanyak 58 mahasiswa (62,4%) sedangkan yang mengalami stres akademik rendah sebanyak 35 mahasiswa (37,6%). Untuk kualitas tidur didapatkan hasil sebanyak 76 mahasiswa (81,7%) memiliki kualitas tidur yang buruk, sedangkan 17 mahasiswa (18,3%) memiliki kualitas tidur yang baik. Hasil analisis dengan uji *Continuity Correction* menunjukkan terdapat hubungan yang signifikan antara stres akademik dengan kualitas tidur dengan (p -value 0,005) $<0,05$. Dan hasil korelasi menggunakan uji korelasi *Spearman's rho*. Hasil uji korelasi menunjukkan terdapat hubungan antara stres akademik dengan kualitas tidur dengan kekuatan korelasi lemah dan arah hubungan positif ($r=0,322$; $p=0,002$). Berdasarkan penelitian ini menunjukkan terdapat hubungan antara stres akademik dengan kualitas tidur pada mahasiswa Tingkat 2 Program Studi Keperawatan (D3) Fakultas Ilmu Dan Teknologi Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani Cimahi. Diharapkan bagi mahasiswa dapat mengelola waktu dengan baik antara akademik dan tidurnya karena semakin tinggi stres akademik maka kualitas tidur semakin buruk.

Kata kunci: kualitas tidur, mahasiswa, stres akademik

ABSTRACT

Any change in the educational process can cause stress for students, which is commonly called stress. The stress that usually occurs in students in an educational environment is usually called academic stress. Based on several impacts of academic stress experienced by a person, one of them can affect the quality of their sleep. The purpose of this study is to determine the relationship between academic stress and sleep quality in students. The method of this research is Cross Sectional. The sampling technique used was Simple Random Sampling, the sample of this study was 93 students. The research instrument used the Academic Stress Inventory Scale questionnaire and the Pittsburg Sleep Quality Index (PSQI). The results of the study showed that 58 students (62.4%) experienced high academic stress while 35 students (37.6%) experienced low academic stress. For sleep quality, 76 students (81.7%) had poor sleep quality, while 17 students (18.3%) had good sleep quality. The results of the analysis with the Continuity Correction test showed that there was a significant relationship between academic stress and sleep quality with (p -value 0.005) < 0.05 . And the correlation results used the Spearman's rho correlation test. The results of the correlation test showed that there was a relationship between academic stress and sleep quality with weak correlation strength and the direction of a positive relationship ($r=0.322$; $p=0.002$). Based on this study, it was shown that there was a relationship between academic stress and sleep quality in Level 2 students of the Nursing Study Program (D3), Faculty of Health Sciences and Technology, Jenderal Achmad Yani Cimahi University. It is hoped that students can manage their time well between academics and sleep because the higher the academic stress, the worse the quality of sleep.

Keywords: academic stress, sleep quality, students

PENDAHULUAN

Mahasiswa yaitu pelajar yang sedang menempuh pendidikan pada masa jenjang perguruan tinggi. Mahasiswa bukan hanya peserta didik dalam lingkup akademis, tetapi juga kelompok elit dalam masyarakat yang mempunyai status lebih tinggi karena cenderung memiliki sikap kritis dan objektif dalam menyikapi berbagai permasalahan yang dihadapi oleh masyarakat. Mahasiswa memiliki tugas perkembangan yang harus dipenuhi oleh setiap individunya karena semakin tinggi tingkat pendidikan, semakin banyak tanggung jawab yang perlu dilaksanakan.¹ Tingkat pendidikan di perguruan tinggi dianggap sebagai proses transformasi sikap dan tingkah laku

individu atau kelompok, dengan tujuan mengembangkan kedewasaan melalui pengajaran dan latihan, mahasiswa pada masa ini akan mengalami masa transisi dimana banyak tekanan dari sekitarnya diantaranya berupa interaksi dengan orang lain, tekanan untuk belajar, masalah dengan dosen, teman dan keluarga, masalah kesehatan diri sendiri, adaptasi lingkungan baru dan lain sebagainya dimana keadaan ini bisa memicu timbulnya stres.²

Berdasarkan survey yang telah dilakukan American College Health Association, sekitar 32% dari mahasiswa menyatakan bahwa stres akademik dapat mengakibatkan kuliah yang tidak selesai atau nilai yang lebih rendah.³ Di Indonesia, sekitar 10% dari total populasi mengalami stres. Sementara itu, prevalensi stres di kalangan mahasiswa Indonesia berkisar antara 36,7-71,6%.⁴ Masalah akademik yang merupakan salah satu penyebab utama terjadinya stres di kalangan mahasiswa, stres yang biasanya terjadi pada mahasiswa di lingkungan pendidikan atau sekolah biasanya disebut dengan stres akademik.

Stres adalah reaksi terhadap tuntutan atau beban yang diterima individu, dan dapat muncul sebagai hasil dari berbagai situasi atau kondisi. Berdasarkan definisi diatas, stres dapat didefinisikan sebagai suatu keadaan dimana seseorang merasa terbebani oleh tuntutan yang diberikan, terutama ketika apa yang diharapkan dari seseorang tidak sesuai dengan kemampuan yang mereka miliki.⁵

Stres akademik adalah respons dari mahasiswa terhadap beragam tuntutan yang berasal dari lingkungan perkuliahan, yang dirasakan sebagai tekanan yang melebihi kemampuan individu untuk mengatasinya. Stres akademik yang dialami pada mahasiswa di bidang kesehatan, terutama mahasiswa keperawatan, seringkali mengalami stres akademik yang lebih tinggi karena beban belajar yang dimiliki mahasiswa keperawatan cukup berat yaitu adanya praktik klinik, ujian pratikum, dan laporan klinik, tugas kuliah yang banyak sehingga membuat mereka tentu harus menjaga keseimbangan dalam kehidupannya menuju pribadi yang dewasa.⁶

Penyebab yang ditimbulkan dari stres akademik dapat disebabkan karena, jadwal perkuliahan, kurangnya motivasi akademik, tugas yang banyak, ujian praktikum, cara dosen mengajar, relasi teman, serta adaptasi proses belajar. Banyaknya tekanan yang dialami mahasiswa bisa menyebabkan depresi dan stres yang dapat mempengaruhi waktu tidur yang dimiliki mahasiswa menjadi berkurang setiap harinya. Apabila waktu tidurnya berkurang secara terus menerus akan berpengaruh kepada kualitas tidur.

Kualitas tidur adalah kapasitas individu untuk mendapatkan tidur yang sesuai dengan kebutuhannya, yang menciptakan kebugaran dan kesegaran saat terbangun, sehingga kondisi tidur yang optimal mencerminkan pemenuhan kebutuhan tidur yang memadai.⁷ Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi kualitas tidur menurut, yaitu stres psikologis, lingkungan, penyakit, nutrisi,

obat, motivasi, latihan dan kelelahan.⁸ Dampak yang terjadi ketika seseorang mengalami kualitas tidur yang buruk antara lain kesulitan berkonsentrasi, obesitas, kelelahan, stres, kecemasan, penurunan daya ingat, merasa mengantuk, dan terbangun di malam hari. Masalah fisik ini termasuk sakit kepala, kelelahan, dan melemahnya sistem kekebalan tubuh yang membuat penyakit lebih mudah didapat.⁹

Maka dari itu penggunaan mekanisme koping yang adaptif penting untuk diterapkan oleh mahasiswa untuk mengatasi stres akademik yang dialami. Mekanisme koping merupakan suatu kemampuan yang dilakukan seseorang untuk mengatasi faktor stres yang muncul, baik dari faktor internal maupun faktor eksternal, yang dimana seseorang yang memiliki mekanisme koping yang baik maka akan dapat menyelesaikan masalah yang sedang dihadapinya, namun jika seseorang memiliki mekanisme koping yang buruk maka akan menyebabkan dirinya tidak mampu untuk menyelesaikan masalah, yang pada akhirnya akan menimbulkan stres terhadap seseorang.¹⁰

Dalam permasalahan ini dapat diperkuat dari beberapa penelitian contohnya dari penelitian yang dilakukan oleh Ayu et al., (2022), mengungkapkan bahwa 118 siswa (72,4%) memiliki kualitas tidur yang buruk dan 55 siswa (33,7%) memiliki stres akademik yang sangat tinggi. P value berdasarkan penelitian tersebut menunjukkan bahwa hasil dari nilai signifikansi yaitu 0,002 ($p \leq 0,05$). Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak maka penelitian menemukan bahwa ada korelasi antara stres akademik dan kualitas tidur.

Dalam fenomena ini dapat dikaitkan dengan peran perawat yaitu dapat memberikan edukasi kepada mahasiswa untuk dapat lebih baik dalam mengelola stres akademik dan meningkatkan kualitas tidur mereka dengan mengajarkan cara mengatur mekanisme koping yang baik, Seperti mengatur jadwal istirahat dan belajar, melakukan relaksasi ketika mahasiswa sudah merasakan stres, serta mengonsumsi makanan sehat dan bergizi. Selain itu, dapat menganjurkan mahasiswa dapat membentuk kebiasaan tidur yang teratur, seperti tidur dan bangun pada jam yang sama setiap hari serta menghindari aktivitas yang mengganggu tidur.

Berdasarkan studi pendahuluan yang dilakukan oleh peneliti sebagai survei awal sebagai perbandingan kepada seluruh mahasiswa program studi (D3)

Tingkat 2

Kualitas Tidur	Frekuensi (N=93)	%
Baik	17	18,3
Buruk	76	81,7

Sumber: Data diolah

Tabel 2 menunjukkan bahwa mahasiswa tingkat 2 program studi D3 Keperawatan sebagian besar memiliki kualitas tidur yang buruk sebanyak 76 responden (81,7%).

Tabel 3 Hubungan Stres Akademik dengan Kualitas Tidur pada Mahasiswa Tingkat 2

Frekuensi Stres Akademik	Kualitas Tidur				p Value
	Baik		Buruk		
	Frekuensi	%	Frekuensi	%	
Rendah	12	34,3	23	35	0,005
Tinggi	5	8,6	53	58	

Sumber: Data diolah

Tabel 3 menunjukkan bahwa mahasiswa yang memiliki stres akademik tinggi dan kualitas tidur yang buruk sebanyak 53 responden (58%). Hasil analisis dengan menggunakan uji *Chi-Square* didapatkan *p-value* ($0,005 < 0,05$) yang menunjukkan adanya hubungan antara stres akademik dengan kualitas tidur.

Tabel 4 Uji Korelasi Spearman Stres Akademik dengan Kualitas Tidur pada Mahasiswa Tingkat 2

Variabel	r Value	p Value
Stres Akademik	1000	0
Kualitas Tidur	0,322	0,002

Sumber: Data diolah

Tabel 4 menunjukkan korelasi lemah dan arah hubungan positif ($r=0,322$; $p=0,002$). Hal ini dapat diartikan bahwa semakin tinggi tingkat stres akademik maka kualitas tidur pada mahasiswa Tingkat 2 (D-3) keperawatan semakin buruk.

PEMBAHASAN

Stres akademik yang tinggi ini dapat disebabkan karena tekanan akademik yang dihadapi oleh mahasiswa tingkat 2 program studi D3 Keperawatan cukup berat. Berbagai faktor yang dapat mempengaruhi tingginya tingkat stres akademik ini, seperti beban kurikulum yang berat, tuntutan tugas yang banyak, adaptasi proses belajar, cara dosen mengajar, jadwal perkuliahan yang padat, kurang motivasi akademik, koping tidak adekuat, persiapan ujian yang intensif, serta tekanan untuk mencapai prestasi akademik yang tinggi terutama pada mahasiswa tingkat 2 Program studi (D3) Keperawatan.

Stres yang dialami oleh mahasiswa sebagian besar disebabkan oleh ketegangan atau tekanan dalam lingkungan akademik. Stres akademik terjadi ketika tuntutan yang dihadapi mahasiswa melebihi kemampuan mereka dalam hal ilmu pengetahuan dan pendidikan, yang tentunya bervariasi antara individu, sehingga berdampak pada kualitas tidur.

Kualitas tidur dengan kategori buruk dapat disebabkan oleh beberapa faktor dan mengingat responden dalam penelitian ini adalah mahasiswa tingkat 2 program studi (D-3) keperawatan yang merupakan program studi yang memiliki jadwal perkuliahan yang padat serta memiliki banyak aktivitas baik didalam maupun di lingkungan perkuliahan dimana mereka memiliki tanggung jawab kuliah yang memiliki jadwal perkuliahan yang padat tetapi harus menyelesaikan tugas-tugas kuliah yang banyak.

Kualitas tidur dikatakan baik jika tidak menunjukkan tanda-tanda kekurangan tidur dan tidak mengalami masalah dalam tidur, akan tetapi kualitas tidur yang buruk merupakan faktor resiko terjadinya masalah fisik dan psikologis. Masalah fisik tersebut seperti kelelahan, nyeri kepala primer, dan penurunan sistem imun, sehingga dapat mudah terkena penyakit, serta masalah psikologisnya seperti kesulitan untuk tidur, terbangun pada malam hari, kelelahan, dan kesulitan untuk berkonsentrasi.¹¹

Hasil penelitian ini sejalan dengan beberapa penelitian terdahulu yaitu Maisa et al., (2021) dengan judul Hubungan Stres Akademik Dengan Kualitas Tidur Mahasiswa Keperawatan dengan nilai P- value <0,05 menunjukkan adanya hubungan yang signifikan antara stres akademik dengan kualitas tidur mahasiswa keperawatan, dengan nilai r (koefisien korelasi) sebesar 0,908.

Dalam konteks ini, peran perawat sangat penting untuk memenuhi kebutuhan dasar manusia secara holistik, yang mencakup aspek biologis, psikologis, sosial, dan spiritual. Perawat berperan tidak hanya dalam menjaga dan mempertahankan status kesehatan fisik mahasiswa, tetapi juga kesehatan psikologis mereka. Salah satu tugas penting perawat adalah memberikan edukasi kepada mahasiswa mengenai mekanisme coping yang efektif. Perawat dapat membantu mahasiswa mengembangkan strategi untuk mengelola stres akademik, sehingga dapat mencegah dampak negatif terhadap kualitas tidur mereka. Edukasi ini bisa mencakup teknik relaksasi, manajemen waktu, dan pentingnya menjaga keseimbangan antara studi dan istirahat. perawat dapat membantu mahasiswa mengatasi stres akademik dan meningkatkan kualitas tidur mereka, yang pada akhirnya dapat mendukung kesejahteraan keseluruhan dan keberhasilan akademik mereka.

KESIMPULAN

Pada responden dengan stres akademik tinggi, didapatkan 53 responden (58%) mengalami kualitas tidur yang buruk. Dapat disimpulkan bahwa terdapat hubungan yang signifikan antara stres akademik dengan kualitas tidur.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan rasa terima kasih kepada pihak Program Studi D3 Keperawatan Universitas Jenderal Achmad Yani. Penulis juga berterima kasih kepada pembimbing serta staf Fakultas Ilmu dan Teknologi Kesehatan Universitas Jenderal Achmad Yani yang terlibat dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Fitriana, A., Kurniasih, N., Fakultas, M., Islam, K., & Fakultas, D. (2021). Prestasi Belajar Mahasiswa (Studi Mahasiswa PAI yang Aktif Berorganisasi Di IAIIG Cilacap). *Jurnal Tawadhu* □, 5(1).
- Saifudin, M., Adawiyah, S. R., Mukhaira, I., Universitas, M. K., Madani, Y., Universitas, D. K., & Universitas, D. G. (2023a). Faktor- Faktor Yang Mempengaruhi Tingkat Stres Akademik Pada Mahasiswa Program Studi S1 Keperawatan Non Reguler. *Artikel Penelitian Jurnal Kesehatan*, 12(2). <https://doi.org/10.37048/kesehatan.v12i2.267>
- Prima Yuda, M., Mawarti, I., Mutmainnah, M., & Studi Keperawatan Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Jambi, P. (2023). Pinang Masak Nursing Journal. In *Pinang Masak Nursing Journal* (Vol. 2, Issue 1). <https://online-journal.unja.ac.id/jpima>
- Ruriyanti, N., Rahman, S., Sobirin Mohtar, M., Basit, M., Studi Sarjana Keperawatan, P., & Kesehatan, F. (2023). Hubungan Tingkat Stres Dengan Kualitas Tidur Mahasiswa Kesehatan Tingkat Akhir di Universitas Sari Mulia. *Jurnal Keperawatan Suaka Insan (JKSI)*, 8(2).
- Agustiningih, N. (2019). Gambaran Stress Akademik dan Strategi Koping Pada Mahasiswa Keperawatan. *Jurnal*

Ners Dan Kebidanan (Journal of Ners and Midwifery), 6(2), 241–250.

<https://doi.org/10.26699/jnk.v6i2.art.p.241-250>

Rosyidah, I., Efendi, A., Arfah, A., Jasman, P., & Pratami, N. (2020). Gambaran Tingkat Stres Akademik Mahasiswa Program Studi Ilmu Keperawatan Fakultas Keperawatan Unhas. *JURNAL ABDI*, 2.

Nashori, F., & Wulandari, E. (2017). *Psikologi Tidur: Dari Kualitas Tidur Hingga Insomnia*. Universitas Islam Indonesi.

Alimul, A., & Uliyah, M. (2015).

Pengantar Kebutuhan Dasar Manusia.

Clariska, W. (2020). Hubungan Tingkat Stres dengan Kualitas Tidur pada Mahasiswa Tingkat Akhir di Fakultas Kedokteran dan Ilmu Kesehatan Universitas Jambi. *Jurnal Ilmiah Ners Indonesia*, 1(2).

<https://www.onlinejournal.unja.ac.id/JINI>

Tasalim, R., & Cahyani, A. R. (2021). *Stres Akademik Dan Penanganannya*. Guepedia.

Rahmadita, Z. Z., Hardianti, S., & Syahasti, F. M. (2021). *Hubungan Tingkat Stres Dengan Kualitas Tidur Pada Mahasiswa Akhir S1 Kesehatan Masyarakat Universitas Pahlawan Tuanku Tambusai*. 5(2).

POTENSI BUAH NAGA MERAH SEBAGAI PIGMEN ALAMI UNTUK PEWARNA PLAK GIGI

Naura Khanza M.Z, Euis Reni Yuslianti*

Faculty of Dentistry, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia

ery.unjani@yahoo.co.id

Abstrak

Tujuan: Buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*) mengandung antosianin sebagai pigmen merah sehingga berpotensi menjadi pewarna alami. Buah naga merah biasanya dikonsumsi mentah atau saat ini juga diolah menjadi minuman, makanan dan permen. Selain pigmennya yang dapat digunakan sebagai pewarna agen dalam industri farmasi dan makanan buah ini kaya akan betalain dan berbagai bioactive compound seperti senyawa fenolik dan vitamin yang berperan sebagai antioksidan sehingga sangat berkhasiat bagi kesehatan manusia. Review ini bertujuan untuk mengetahui adanya potensi buah naga merah sebagai pigmen pewarna dalam disclosing solution alternatif. Metode: yaitu studi literatur yang dipublikasi kurun waktu 5 tahun terakhir yang dipilih melalui penelusuran PubMed, Google Cendekia, *ResearchGate*, dan *Elsevier* yang relevan untuk menyaring studi terbaru dan merupakan artikel/jurnal/fulltext dari literatur yang membahas mengenai potensi buah naga merah sebagai alternatif disclosing solution. Hasil: Dari 8 jurnal yang telah direview, semua peneliti sepakat bahwa disimpulkan bahwa ekstrak daging buah naga merah mengandung antosianin yang merupakan pigmen alami dan berpotensi sebagai bahan pengungkap untuk pemeriksaan indeks plak. Berbeda dengan basic fuchsin yang terkandung dalam larutan pengungkap, ekstrak buah naga merah tanpa tambahan bahan aktif lainnya akan menyebabkan pewarnaan tidak pekat dan pH tidak stabil sehingga akan lebih cepat memudar. Kesimpulan: Berdasarkan dari beberapa review literatur dapat disimpulkan bahwa Ekstrak daging buah naga merah mengandung antosianin yang merupakan pigmen alami dan berpotensi sebagai bahan pengungkap untuk pemeriksaan indeks plak.

Keyword: red pitaya, *Hylocereus costaricensis*, *anthocyanin*

PENDAHULUAN

Berdasarkan Riskesdas (2018) melaporkan di Indonesia 45,3% permasalahan gigi disebabkan karena gigi berlubang atau sering disebut dengan karies gigi, yang mana menunjukkan bahwa kesehatan gigi dan mulut masih menjadi suatu permasalahan yang perlu diperhatikan di Indonesia. Hal ini dapat

disebabkan oleh pembersihan gigi yang kurang optimal, sehingga sisa-sisa makanan menumpuk menjadi plak. Plak gigi merupakan kumpulan mikroorganisme dalam matriks polimer yang melekat pada permukaan gigi sebagai biofilm yang kurang rentan terhadap agen antimikroba dan dapat menjadi patogen penyebab penyakit mulut dan jaringan periodontal.¹

Selanjutnya, mikroorganisme lain menempel pada kolonisasi primer. Dalam beberapa jam, bakteri terikat secara longgar ke pelikel.¹ Kemudian bakteri menyebar ke seluruh mulut dan mulai berkembang biak dan mulai berproliferasi sehingga terbentuk formasi mikrokoloni. Banyak streptococci yang mengeluarkan polisakarida ekstraseluler pelindung (contohnya : dextrans, levans), nantinya mikrokoloni membentuk kelompok kompleks dengan keuntungan metabolik untuk bertahan hidup¹

Dalam hal ini, kita perlu mengukur tingkat kebersihan gigi dan mulut menggunakan indeks sebagai upaya untuk menentukan keadaan kebersihan gigi dan mulut seseorang.² Indeks merupakan suatu pengukuran obyektif dengan cara mengukur luas dari permukaan gigi yang ditutupi oleh plak maupun kalkulus, dengan demikian angka yang diperoleh berdasarkan penilaian yang obyektif. Digunakan disclosing solution sebagai indikator plak yang mewarnai bakteri dalam plak sehingga dapat kontras dengan warna struktur gigi³.

Sifat ini berkaitan dengan interaksi, karena adanya perbedaan polaritas antara komponen plak dan pewarna. Partikel-partikel tersebut terikat ke permukaan melalui interaksi elektrostatik (protein) dan ikatan hydrogen (polisakarida), kandungan basic fuchsin yang merupakan bahan pewarna sintetis pewarna sel, sitoplasma maupun bakteri, namun kandungan ini terlabelasi berbahaya apabila tertelan karena diduga bersifat karsinogen (dapat menyebabkan kanker)⁴.

Maka itulah, penting untuk kita menggali kembali potensi bahan alam yang dapat digunakan sebagai alternatif disclosing solution yang tentunya akan lebih aman karena kandungannya lebih alami dan bebas dari bahan sintesis sehingga tidak menimbulkan side effect yang membahayakan tubuh. Salah satu bahan alam yang dapat kita manfaatkan sebagai disclosing solution adalah buah naga merah (*Hylocereus costaricensis*) yang mengandung antosianin sebagai pigmen merah sehingga berpotensi menjadi pewarna alami⁵.

Buah naga merah biasanya dikonsumsi mentah atau saat ini juga diolah menjadi minuman, makanan dan permen. Selain pigmennya yang dapat digunakan sebagai pewarna agen dalam industri farmasi dan makanan buah ini kaya akan betalain dan berbagai bioactive compound seperti senyawa fenolik dan vitamin yang berperan sebagai antioksidan sehingga sangat berkhasiat bagi kesehatan manusia⁵

METODE

Penelusuran literatur naratif dilakukan sesuai dengan pedoman Item Pelaporan Pilihan untuk Tinjauan Sistematis dan Meta-Analisis (PRISMA). Ditinjau dari kriteria inklusi yaitu studi *article* yang dipublikasi kurun waktu 5 tahun terakhir yang dipilih melalui penelusuran PubMed, Google Cendekia, *ResearchGate*, dan *Elsevier* yang relevan untuk menyaring studi terbaru dan merupakan artikel/jurnal/*fulltext* dari literatur yang membahas mengenai potensi buah naga merah sebagai alternatif disclosing solution, jurnal dan artikel terkait. Kriteria eksklusi pada penelitian ini apabila penelitian menekankan pada varietas buah naga lain seperti *Hylocereus undatus* (buah naga putih dengan kulit merah) atau *Hylocereus megalanthus* (buah naga putih dengan kulit kuning), atau penelitian yang hanya berfokus pada khasiat kandungan buah naga tanpa membahas mengenai potensi pigmen plak.

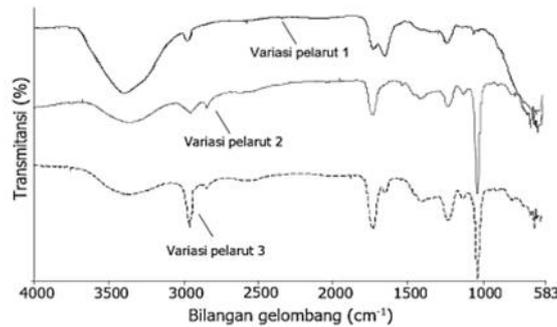
Pencarian artikel atau jurnal menggunakan operator boolean (AND, AND NOT, OR, OR NOT) dikolaborasikan dengan kata kunci terkait yang digunakan untuk memperluas atau menentukan pencarian, sehingga dapat memudahkan dalam penentuan artikel atau jurnal yang akan digunakan.

Kata kunci tinjauan literatur naratif ini disesuaikan dengan *Medical Subject Heading* (MeSH). Judul Subjek Medis dan operator Boolean yang digunakan untuk pencarian ini adalah: "red pitaya" ATAU " *Hylocereus costaricensis* " DAN " *anthocyanin* "

HASIL

Kami mereview jurnal bereputasi yang sesuai dengan kriteria inklusi. Setelah meninjau – Jurnal yang membahas mengenai kandungan antosianin pada ekstrak daging dan kulit buah naga merah, berdasarkan hasil penelitian *Wahyudita Meganingtyas, Mohammad Alauhdin* ditemukan kandungan antosianin dalam Kulit buah naga yang diekstrak dengan metode maserasi selama 24 jam menggunakan tiga variasi pelarut, yaitu akuades (variasi pelarut 1), campuran akuades dan asam sitrat 10% 5:1 (v/v) (variasi pelarut 2), serta campuran etanol dan asam sitrat 10% dengan perbandingan 5:1 (v/v) (variasi pelarut 3), kemudian dilakukan uji kualitatif untuk mengetahui adanya senyawa flavonoid dalam ekstrak, didapatkan hasil : Indikasi bahwa terdapat senyawa golongan flavonoid pada ekstrak dari ketiga variasi pelarut ditunjukkan dengan hasil positif pada uji kualitatif. Hal ini ditunjukkan dengan terjadinya perubahan warna larutan menjadi berwarna kuning, jingga atau merah⁶⁻⁸ . Hal ini diperkuat dengan hasil analisis uji menggunakan spektrofotometer inframerah untuk mengetahui gugus fungsi dari komponen kimia yang terkandung dalam ekstrak, didapatkan ekstrak dalam ketiga pelarut memiliki pola spektrum yang sama yaitu gugus O-H (3339-3394 cm⁻¹), C-H alifatik (2836-2948 cm⁻¹), C=O karbonil (1718-1724 cm⁻¹), C=C (1543-1641 cm⁻¹), 281 dan C-O (1020-1224 cm⁻¹) juga dengan keberadaan

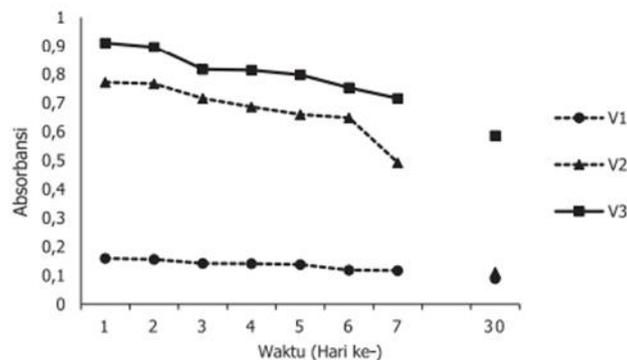
gugus karbonil (-C=O) yang merupakan karakteristik umum dari senyawa golongan flavonoid (Gambar 1)



Gambar 1. Spektrum inframerah ekstrak pekat kulit buah naga dari 3 variasi pelarut

Hasil pengukuran Tingkat absorbansi menggunakan Panjang gelombang maksimum yaitu 498,6 nm yang masuk pada rentak absorbansi (serapan) senyawa golongan flavonoid khususnya antosianin. Antosianin adalah bentuk glikosida dari antosianidin. Antosianidin merupakan senyawa golongan flavonoid yang secara struktur termasuk dalam kelompok flavon. Hasil pengukuran absorbansi ekstrak ditampilkan pada Gambar 2.

Pada hasil pengukuran absorbansi hari ke-30 disebutkan bahwa variasi pelarut 3 menghasilkan absorbansi paling tinggi dibandingkan variasi pelarut yang lain. Hasil tersebut dapat diartikan bahwa ekstrak pekat dari variasi pelarut 3 dapat dinilai lebih stabil dibandingkan dengan ekstrak dari variasi pelarut 1 dan 2. Hasil ini diduga disebabkan oleh adanya alkohol pada variasi pelarut 3, keberadaan alkohol dapat memperlambat degradasi antosianin dalam ekstrak. Oleh sebab itu, variasi pelarut 3 dianggap sebagai pelarut yang paling baik.



Gambar 2. Kurva absorbansi maksimal selama penyimpanan. V1: variasi pelarut 1, V2: variasi pelarut 2, dan V3: variasi pelarut 3

Hal tersebut didukung pula oleh hasil penelitian *Hillary Ingrid Prananta & Purwanto, dkk* , berdasarkan hasil penelitian indeks plak pada 20 sample setelah pengolesan ekstrak buah naga 75% dan larutan pengungkap^{9,10}

Rata-rata indeks plak setelah pengolesan larutan pengungkap sedikit lebih tinggi dibandingkan dengan ekstrak daging buah naga merah 75%². Analisis data dilakukan uji normalitas menggunakan uji Saphiro-wilk. Hasil uji menunjukkan data berdistribusi normal ($p > 0,05$). Selanjutnya dilakukan uji statistik parametrik Paired T-test yang menunjukkan hasil data tidak signifikan ($P > 0,05$)².

DISKUSI

Berdasarkan hasil review literature terkait, didapatkan bahwa ekstrak buah naga merah mengandung antosianin yang merupakan bagian dari senyawa flavonoid turunan dari 2-phenylbenzopyrylium atau flavylium. Antosianin dalam ekstrak daging buah naga merah 75% stabil dalam pH rendah, sedangkan peningkatan nilai pH dapat menyebabkan warna antosianin memudar karena kation flavylium yang berwarna merah mengalami hidrasi menjadi karbinol tidak berwarna^{9,10}. Maka dengan penambahan asam sitrat 5% akan menambah Tingkat absorbansi, menurunkan pH antosianin sehingga menjadi lebih stabil dan lebih pekat sehingga dapat mewarnai plak lebih lama.

Berdasarkan hasil review pada hasil penelitian didapatkan rata-rata indeks plak setelah pengolesan larutan pengungkap sedikit lebih tinggi daripada ekstrak daging buah naga merah 75% dengan selisih rata-rata indeks plak pada kedua kelompok adalah 0,064. Hal ini disebabkan karena perbedaan kandungan yang ada di dalam larutan pengungkap maupun ekstrak daging buah naga merah 75%. Antosianin berpotensi menjadi bahan *alternative* pengganti *disclosing solution conventional* karena dapat berikatan dengan plak melalui ikatan *hydrogen* yang terjadi karena adanya ikatan antara atom hydrogen dan berikatan dengan atom elektronegatif yaitu atom O & N, hal ini dicapai melalui polisakarida yang terkandung dalam ekstrak buah naga merah nantinya berikatan dengan polisakarida dalam plak sehingga dapat mewarnai plak sama seperti larutan pengungkap. Sedangkan interaksi elektrostatis dapat terjadi karena adanya gabungan antara gugus karbonil yang memiliki muatan negatif parsial dengan gugus nitrogen yang memiliki muatan positif parsial. Namun, seperti yang disampaikan sebelumnya bahwa ekstrak buah naga merah 75% merupakan pigmen alami penghasil warna merah yang melimpah dalam buah dan bunga tanpa tambahan bahan aktif lainnya akan menyebabkan pewarnaan tidak pekat dan pH tidak stabil sehingga akan lebih cepat memudar. Hal ini berbeda dengan *basic fuchsin* yang terkandung dalam larutan pengungkap.

Basic fuchsin merupakan pewarna sintesis larut air yang biasa digunakan sebagai pewarna bakteri yang dominansi berada dalam plak. *Basic fuchsin* dalam larutan pengungkap pada dasarnya merupakan senyawa organik yang memiliki kandungan kromofor yang digunakan untuk memberikan warna dan auksokrom digunakan untuk mengikat substrat dan memperkuat intensitas warna. Hal ini disebabkan karena ikatan ion ion negative dari bakteri yang terikat dengan ion ion positif. Oleh sebab itu, larutan pengungkap berbahan dasar basuc fuchsin dengan merek *eviplac solucao by Biodinamica* yang digunakan dalam penelitian ini memiliki warna lebih pekat dan dapat mewarnai plak lebih lama dibandingkan dengan ekstrak daging buah naga merah 75%.

Berdasarkan *review* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Ekstrak daging buah naga merah mengandung antosianin yang merupakan pigmen alami dan berpotensi sebagai bahan pengungkap untuk pemeriksaan indeks plak. Ekstrak buah naga merah stabil pada pH rendah sehingga disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan aktif yang dapat ditambahkan untuk meningkatkan Tingkat absorbansi dan menurunkan pH ekstrak buah naga merah sehingga lebih pekat dan tidak mudah memudar

KESIMPULAN

Berdasarkan *review* yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa Ekstrak daging buah naga merah mengandung antosianin yang merupakan pigmen alami dan berpotensi sebagai bahan pengungkap untuk pemeriksaan indeks plak. Ekstrak buah naga merah stabil pada pH rendah sehingga disarankan untuk melakukan penelitian lebih lanjut mengenai bahan aktif yang dapat ditambahkan untuk meningkatkan Tingkat absorbansi dan menurunkan pH ekstrak buah naga merah sehingga lebih pekat dan tidak mudah memudar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih LPPM Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

1. Marsh PD. Dental plaque as a biofilm and a microbial community - Implications for health and disease. In: BMC Oral Health. 2006.
2. Ingrid Prananta H, Akhya E, Misrohmasari A, Probosari N, Dwiatmoko S, Kedokteran F, et al. Perbedaan Indeks Plak setelah Pengolesan Ekstrak Daging Buah Naga Merah (*Hylocereus costaricensis*)

dan Larutan Pengungkap (The Difference of Plaque Index after Smearred by Red Dragon Fruit (*Hylocereus costaricensis*) extract and Disclosing Solution).

3. Datta DrD. DISCLOSING SOLUTIONS USED IN DENTISTRY. *World J Pharm Res.* 2017 Jun 1;1648–56.
4. MATERIAL SAFETY DATA SHEET SDS/MSDS SECTION 1: Identification of the substance/mixture and of the company/undertaking 1.1 Product identifiers Product name : Fuchsin Basic.
5. The Benefit's And Anti Microbial Effect Of Dragon Fruit. Available from: <https://www.researchgate.net/publication/377063673>
6. Farmasi Galenika ; Nuari J, Anam S, Khumaidi S. Isolasi dan Identifikasi Senyawa Flavonoid Ekstrak Etanol Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus* (F.A.C.Weber) Britton & Rose). *Galenika Journal of Pharmacy* [Internet]. 2017;2(2):118–25. Available from: <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/Galenika/index>
7. Nishikito DF, Borges ACA, Laurindo LF, Otoboni AMMB, Direito R, Goulart R de A, et al. Anti-Inflammatory, Antioxidant, and Other Health Effects of Dragon Fruit and Potential Delivery Systems for Its Bioactive Compounds. Vol. 15, *Pharmaceutics*. MDPI; 2023.
8. Roriz CL, Heleno SA, Alves MJ, Oliveira MBPP, Pinela J, Dias MI, et al. Red pitaya (*Hylocereus costaricensis*) peel as a source of valuable molecules: Extraction optimization to recover natural colouring agents. *Food Chem.* 2022 Mar 15;372.
9. Meganingtyas W, Alauhdin M, Kimia J, Matematika F, Ilmu D, Alam P. Ekstraksi Antosianin dari Kulit Buah Naga (*Hylocereus costaricensis*) dan Pemanfaatannya sebagai Indikator Alami Titrasi Asam-Basa Extraction of Anthocyanin from The Dragon Fruit (*Hylocereus costaricensis*) Peel and Its Application as a Natural Indicator of Acid-Base Titration. *agriTECH* [Internet]. 41(3):278–84. Available from: <http://doi.org/10.22146/agritech.52197>
10. Puspawati GAKD, Ina PT, Ekawati GA. Potensi Antioksidan Buah Naga Merah (*Hylocereus polyrhizus*) Kering dengan Pre-Treatment. *JURNAL AGROTEKNOLOGI.* 2023 Jan 2;16(02):148.

Management

Pengelolaan Keuangan, Tata Kelola Koperasi dan Peningkatan Minat Wirausaha Pada Koperasi Warga Rw 08 Desa Margaasih

Ali Rahman Reza Zaputra¹

Neni Maryani²

Rakhmat Siraz³

Rendi Kusuma Natita⁴

Vita Citra Mulyandini⁵

Fakultas Ekonomi dan Bisnis
Universitas Jenderal Achmad Yani

Koresponden Email

ali.rahman@lecture.unjani.ac.id

Abstrak

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berfokus pada peningkatan literasi keuangan, tata kelola koperasi, dan minat wirausaha pada warga RW 08 Desa Margaasih, Kabupaten Bandung. Lingkungan ini menghadapi tantangan ekonomi seperti ketergantungan terhadap pinjaman online dan rendahnya pengetahuan mengenai pengelolaan keuangan keluarga serta tata kelola koperasi. Koperasi Warga RW 08, yang telah beroperasi selama 28 tahun namun belum berbadan hukum resmi, dipilih sebagai objek utama untuk meningkatkan keandalan dan keterbukaan keuangan koperasi serta mendorong kemandirian ekonomi anggota. Metode yang digunakan meliputi pelatihan, diskusi kelompok, dan pendampingan langsung. Peserta yang terdiri dari anggota koperasi, pengurus, dan masyarakat mendapatkan materi terkait bahaya pinjaman online, tata kelola keuangan yang sesuai standar, dan pengembangan jiwa kewirausahaan. Hasil menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta tentang literasi keuangan dan risiko pinjaman berbasis aplikasi. Sebagian besar peserta, terutama ibu rumah tangga, menjadi lebih bijak dalam pengelolaan keuangan keluarga dan lebih siap untuk memulai usaha kecil dan mikro. Namun, masih terdapat kendala seperti pencatatan keuangan koperasi yang belum terstandarisasi dan terbatasnya pengetahuan pengurus tentang regulasi koperasi. Oleh karena itu, program lanjutan yang lebih intensif terkait pelatihan akuntansi dan pemenuhan regulasi diperlukan untuk

mendukung keberlanjutan koperasi dan kemandirian ekonomi yang lebih baik di Desa Margaasih.

Kata Kunci : Literasi Keuangan, Tata Kelola Koperasi, Wirausaha

PENDAHULUAN

Latar belakang kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini berangkat dari permasalahan ekonomi yang dialami oleh masyarakat Desa Margaasih, Kabupaten Bandung, khususnya warga RW 08. Kondisi ekonomi yang masih jauh dari ideal ditandai dengan tingginya jumlah keluarga pra-sejahtera dan ketergantungan terhadap pinjaman berbasis aplikasi atau pinjaman online. Data dari Otoritas Jasa Keuangan (OJK) menunjukkan bahwa Jawa Barat memiliki pengguna pinjaman online tertinggi di Indonesia, dengan sebagian besar pengguna berada dalam rentang usia 35–54 tahun. Situasi ini menunjukkan bahwa pengelolaan keuangan keluarga masih lemah, yang menyebabkan banyak keluarga terjebak dalam lingkaran utang.

Keterbatasan pengetahuan dan literasi keuangan menjadi salah satu penyebab utama masalah ini. Banyak keluarga, terutama yang dikelola oleh ibu rumah tangga, tidak memiliki pemahaman yang memadai tentang pentingnya pengelolaan keuangan. Akibatnya, mereka sering menghadapi kesulitan dalam menyeimbangkan pengeluaran dan pendapatan, sehingga terpaksa mengambil pinjaman untuk memenuhi kebutuhan sehari-hari. Rendahnya kemampuan dalam mengelola keuangan keluarga juga berdampak negatif pada kemampuan mereka untuk menabung dan mencapai kemandirian ekonomi. Oleh karena itu, peningkatan literasi keuangan menjadi kebutuhan yang mendesak bagi masyarakat Desa Margaasih.

Selain permasalahan dalam pengelolaan keuangan keluarga, koperasi yang beroperasi di RW 08 juga menghadapi tantangan dalam tata kelola. Koperasi tersebut telah berdiri selama 28 tahun tetapi belum berbadan hukum resmi dan tidak pernah mendapatkan pelatihan tata kelola koperasi yang sesuai dengan standar akuntansi dan regulasi yang berlaku. Koperasi sebagai lembaga keuangan masyarakat memiliki peran penting dalam menopang ekonomi lokal, namun pengelolaannya yang masih manual dan tidak terstandarisasi mengurangi efektivitasnya sebagai solusi keuangan bagi para anggotanya. Perbaikan tata kelola koperasi diharapkan dapat meningkatkan kepercayaan anggota dan memberikan dampak positif pada ekonomi masyarakat.

Upaya untuk meningkatkan minat berwirausaha juga menjadi fokus kegiatan ini. Kemandirian ekonomi dapat dicapai melalui pengembangan usaha kecil dan menengah,

terutama di lingkungan dengan potensi wirausaha yang belum sepenuhnya tereksplorasi. Warga RW 08, yang sebagian besar berprofesi sebagai buruh harian lepas dan pensiunan, memiliki peluang untuk mengembangkan usaha mandiri sebagai alternatif peningkatan pendapatan. Pemberdayaan ini dapat memanfaatkan koperasi sebagai penyedia modal dan dukungan, sehingga meningkatkan kesejahteraan masyarakat secara keseluruhan.

Selain itu, tantangan lain yang dihadapi oleh masyarakat adalah maraknya fenomena pinjaman online dan judi online, yang semakin memperburuk kondisi ekonomi keluarga. Ketergantungan terhadap pinjaman berbasis aplikasi, yang sering kali tidak terdaftar atau ilegal, meningkatkan risiko gagal bayar dan menambah beban finansial. Kondisi ini menunjukkan perlunya pendekatan yang lebih terstruktur dalam memberikan pemahaman kepada masyarakat tentang risiko-risiko tersebut, sekaligus menawarkan alternatif solusi keuangan yang lebih aman, seperti koperasi. Dengan memperkuat peran koperasi dan mengembangkan program literasi keuangan yang komprehensif, masyarakat diharapkan dapat lebih terlindungi dari praktik keuangan yang merugikan dan lebih mampu mengelola keuangan mereka secara mandiri.

Berdasarkan kondisi dan tantangan tersebut, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini dirancang untuk memberikan solusi komprehensif melalui pelatihan literasi keuangan, tata kelola koperasi yang sesuai standar akuntansi, dan pengembangan jiwa kewirausahaan. Diharapkan kegiatan ini tidak hanya meningkatkan kemampuan ekonomi warga, tetapi juga mendorong koperasi menjadi lembaga keuangan yang lebih andal dan berdaya guna, serta mewujudkan kemandirian ekonomi yang berkelanjutan di Desa Margaasih.

METODE PENELITIAN

Pengelolaan Keuangan

Pengelolaan keuangan merupakan langkah penting dalam mencapai kesejahteraan ekonomi, baik untuk individu, keluarga, maupun organisasi. Menurut Bank Indonesia (2013), pengelolaan keuangan didefinisikan sebagai tindakan untuk mencapai tujuan finansial jangka panjang. Pengelolaan keuangan keluarga mencakup beberapa aspek, seperti pencatatan aset, pengeluaran, dan pemasukan, serta perencanaan anggaran. Rendahnya literasi keuangan dapat menyebabkan keluarga terjebak dalam utang yang tidak terkendali, termasuk pinjaman online. Oleh karena itu, penting bagi masyarakat untuk memiliki pemahaman yang baik mengenai cara mengelola keuangan keluarga agar dapat mengurangi ketergantungan terhadap lembaga pinjaman berbasis aplikasi dan meningkatkan kemandirian ekonomi (Sukirman et al., 2019).

Pengelolaan keuangan keluarga juga berperan dalam mengatasi masalah konsumtif yang semakin berkembang akibat kemajuan teknologi (Miranda et al., 2017). Keluarga yang mampu mengelola keuangan dengan baik dapat lebih mudah mencapai stabilitas ekonomi dan mengurangi risiko defisit. Langkah-langkah dalam pengelolaan keuangan, seperti mencatat semua aset dan pengeluaran, menyusun anggaran, serta mengidentifikasi pengeluaran rutin, dapat membantu keluarga dalam mengendalikan keuangan dan menghindari pinjaman yang tidak perlu.

Tata Kelola Koperasi

Tata kelola koperasi yang baik menjadi elemen krusial dalam mendukung koperasi agar berfungsi secara efektif sebagai lembaga keuangan masyarakat. Suryana et al. (2019) menekankan bahwa koperasi harus dikelola secara sehat, transparan, dan akuntabel agar dapat memenuhi kebutuhan ekonomi anggotanya. Tata kelola yang efektif melibatkan pencatatan keuangan yang sesuai standar akuntansi, pengawasan yang memadai, dan partisipasi aktif dari anggota. Namun, banyak koperasi menghadapi tantangan dalam menerapkan tata kelola yang baik, terutama terkait dengan keterbatasan pengetahuan pengurus tentang standar akuntansi dan prinsip-prinsip koperasi.

Dalam konteks akuntansi, koperasi di Indonesia diatur oleh Standar Akuntansi Keuangan Entitas Tanpa Akuntabilitas Publik (SAK ETAP), yang menekankan perlunya laporan keuangan yang akurat dan transparan. Pengakuan, pengukuran, penyajian, dan pengungkapan menjadi empat elemen utama dalam penyusunan laporan keuangan koperasi. Tata kelola keuangan yang baik akan meningkatkan kepercayaan anggota dan masyarakat, sehingga koperasi dapat berkembang dan berkontribusi lebih besar dalam peningkatan ekonomi lokal (Soedirman, 2006).

Peningkatan Minat Wirausaha

Wirausaha memegang peran penting dalam mendorong pertumbuhan ekonomi dan menciptakan lapangan kerja baru. Menurut Drucker (1985), wirausaha adalah kemampuan untuk melihat peluang dan menciptakan sesuatu yang berbeda. Minat berwirausaha di Indonesia masih tergolong rendah, dengan rasio jumlah pelaku wirausaha yang hanya sebesar 3,1% dari total populasi, jauh di bawah syarat negara maju yang berada di atas 14% (Jayanti et al., 2023). Oleh karena itu, diperlukan berbagai upaya untuk meningkatkan minat berwirausaha, termasuk melalui pelatihan dan pemberian motivasi kepada masyarakat.

Minat berwirausaha dapat ditumbuhkan melalui penyediaan informasi tentang cara memanfaatkan peluang usaha dan memaksimalkan potensi yang ada. Pendidikan kewirausahaan tidak hanya mencakup keterampilan teknis, tetapi juga mencakup manajemen risiko, pengelolaan keuangan, dan inovasi. Dengan adanya peningkatan pengetahuan dan keterampilan di bidang kewirausahaan, masyarakat dapat lebih siap menghadapi tantangan ekonomi dan memanfaatkan koperasi sebagai sumber pendanaan alternatif.

Koperasi Sebagai Solusi

Koperasi telah lama dikenal sebagai sarana pemberdayaan ekonomi berbasis komunitas di Indonesia. Dengan prinsip kekeluargaan dan gotong royong, koperasi berfungsi untuk menghimpun dana dari anggota dan menyalurkannya kembali guna meningkatkan kesejahteraan. Di Kabupaten Bandung, koperasi berperan penting dalam menopang ekonomi lokal, meskipun masih banyak koperasi yang tidak sehat akibat lemahnya tata kelola dan pengawasan. Berdasarkan UU No. 17 Tahun 2012 tentang Perkoperasian, koperasi diharapkan dapat memberikan layanan keuangan yang adil dan transparan, serta mengutamakan pendidikan perkoperasian bagi anggotanya.

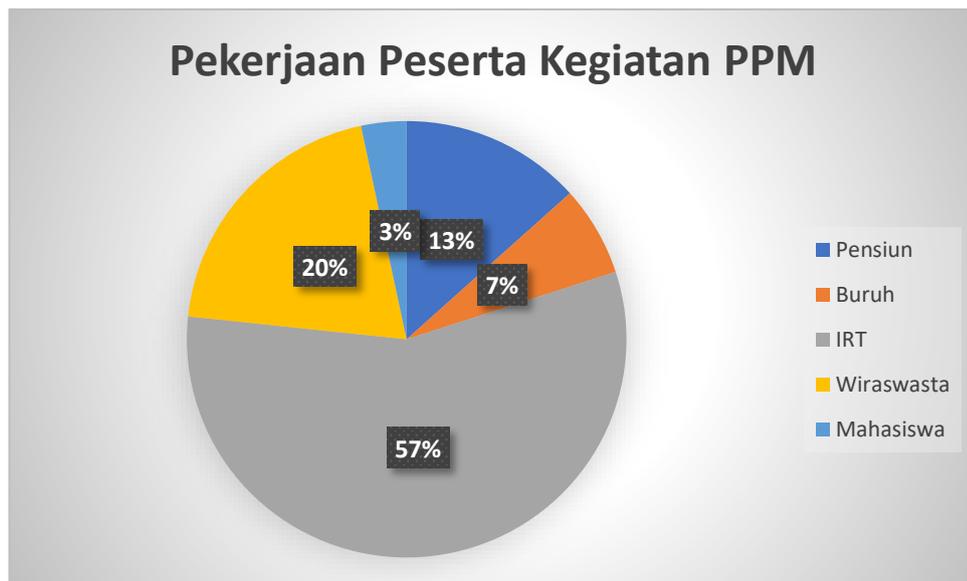
Melalui tata kelola yang baik dan penerapan prinsip-prinsip akuntansi yang sesuai, koperasi dapat menjadi alternatif solusi bagi masyarakat yang ingin terlepas dari jerat pinjaman berbasis aplikasi dan mencari modal untuk memulai usaha. Koperasi yang dikelola dengan baik dapat membantu meningkatkan akses masyarakat terhadap layanan keuangan yang lebih terjangkau dan mendukung pertumbuhan usaha kecil dan menengah.

HASIL DAN PEMBAHASAN

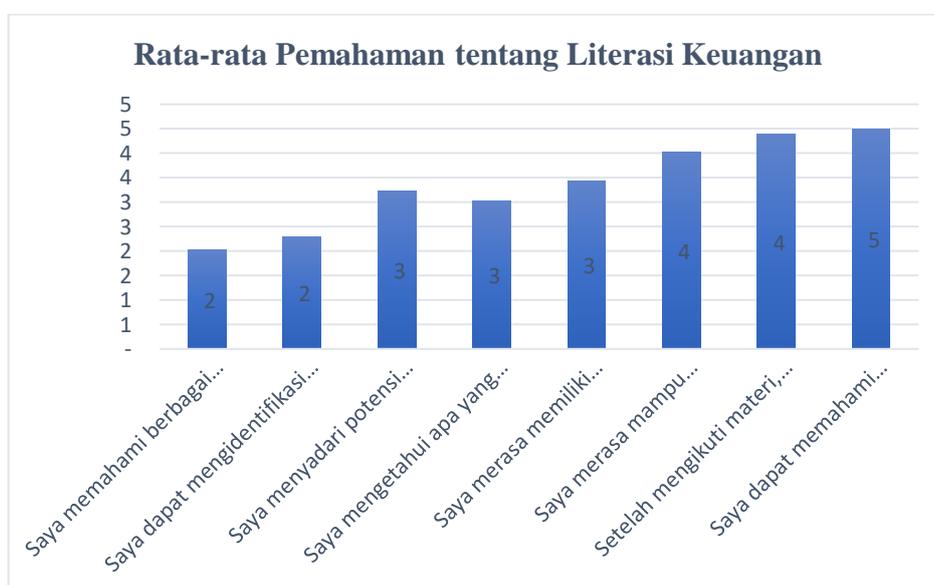
Peningkatan Literasi Keuangan

Kegiatan pengabdian masyarakat yang dilakukan di RW 08 Desa Margaasih menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta tentang literasi keuangan, terutama dalam hal risiko penggunaan pinjaman berbasis aplikasi dan judi online. Berdasarkan data survei, sebagian besar peserta, yang didominasi oleh ibu rumah tangga, sebelumnya memiliki pemahaman yang rendah mengenai risiko tersebut. Setelah mengikuti pelatihan, terdapat peningkatan signifikan dalam pemahaman mereka, terutama terkait bahaya gagal bayar yang dapat membebani kondisi keuangan keluarga. Hal ini menunjukkan bahwa kegiatan literasi keuangan berhasil meningkatkan kesadaran peserta dalam mengelola keuangan keluarga secara lebih bijak dan mendorong mereka untuk mengurangi

ketergantungan terhadap pinjaman berbasis aplikasi.



Pemahaman tentang pengelolaan keuangan juga meningkat, ditunjukkan dengan kemampuan peserta untuk mencatat dan mengelola pengeluaran rumah tangga dengan lebih baik. Peserta mulai memahami pentingnya pencatatan aset dan anggaran rumah tangga sebagai langkah awal dalam mencapai stabilitas keuangan. Meskipun ada peningkatan pemahaman, masih ditemukan kendala, seperti kebiasaan mencatat secara manual yang terkadang tidak konsisten. Oleh karena itu, diperlukan upaya lanjutan untuk memperkenalkan teknologi sederhana dalam pencatatan keuangan keluarga guna meminimalkan risiko kesalahan dan meningkatkan efisiensi.



Minat dan Kesiapan Berwirausaha

Pembahasan mengenai minat kewirausahaan menunjukkan adanya peningkatan minat dan kesiapan peserta untuk memulai kegiatan wirausaha. Berdasarkan hasil survei, peserta yang sebelumnya ragu-ragu untuk memulai usaha kini menunjukkan kesiapan yang lebih tinggi setelah mendapatkan informasi tentang peluang usaha, manajemen risiko, dan akses permodalan. Dengan mayoritas peserta berprofesi sebagai ibu rumah tangga, wirausaha menjadi alternatif yang menarik karena dapat dijalankan secara fleksibel dan dapat meningkatkan pendapatan keluarga.



Selain itu, koperasi dijadikan sebagai salah satu pilihan utama dalam mengakses modal usaha. Peserta memahami bahwa koperasi dapat memberikan kemudahan dan keuntungan dalam memperoleh modal dibandingkan dengan lembaga keuangan lainnya yang memiliki persyaratan lebih ketat. Meskipun demikian, beberapa peserta masih memerlukan pendampingan lebih lanjut dalam merencanakan usaha mereka agar dapat meminimalkan risiko kegagalan.

Peran Koperasi dalam Meningkatkan Kesejahteraan Ekonomi

Koperasi Warga RW 08 memainkan peran penting dalam mendukung ekonomi lokal melalui fungsi simpan pinjam dan penyediaan modal usaha bagi anggotanya. Pembahasan menunjukkan bahwa setelah diberikan pelatihan mengenai tata kelola dan fungsi koperasi, peserta memiliki kepercayaan yang lebih tinggi terhadap koperasi sebagai solusi keuangan yang aman. Tingkat kepercayaan peserta terhadap koperasi meningkat, terutama karena

koperasi dapat memberikan alternatif pendanaan yang lebih terjangkau dibandingkan pinjaman online. Peserta juga menunjukkan peningkatan minat untuk mencari informasi lebih lanjut dan memanfaatkan layanan koperasi, seperti simpan pinjam dan pendanaan untuk usaha.



Meskipun demikian, tantangan masih dihadapi dalam hal tata kelola koperasi. Temuan selama kegiatan menunjukkan bahwa pencatatan transaksi keuangan di koperasi masih dilakukan secara manual, yang menyebabkan beberapa transaksi sering tidak dicatat tepat waktu. Hal ini menimbulkan ketidakakuratan dalam laporan keuangan, terutama ketika mendekati Rapat Akhir Tahun (RAT). Untuk mengatasi masalah ini, pengurus koperasi diberikan rekomendasi untuk menggunakan perangkat lunak akuntansi sederhana berbasis Microsoft Excel guna meningkatkan akurasi dan efisiensi dalam pencatatan dan pelaporan keuangan.

Tata Kelola Koperasi dan Pengendalian Internal

Penyampaian materi mengenai tata kelola koperasi yang sesuai dengan standar akuntansi telah membantu pengurus koperasi memahami pentingnya pencatatan yang akurat dan sesuai regulasi. Meskipun pengurus sudah berupaya mencatat arus transaksi secara teratur, masih ditemukan kendala, seperti keterlambatan dalam pencatatan dan pengarsipan bukti transaksi yang belum memadai. Masalah ini mengakibatkan adanya selisih antara laporan keuangan dan catatan transaksi yang sebenarnya. Rekomendasi yang diberikan mencakup penyiapan tempat khusus untuk penyimpanan dokumen keuangan dan pengenalan praktik pencatatan yang lebih disiplin.

Selanjutnya, pelatihan tentang penyusunan laporan keuangan sesuai standar akuntansi juga diberikan, dengan penekanan pada penggunaan format laporan yang sesuai dengan SAK ETAP. Pengurus diajarkan untuk menyusun neraca, laporan hasil usaha, dan laporan arus kas yang memadai untuk meningkatkan transparansi dan kepercayaan anggota. Upaya ini diharapkan dapat memperbaiki sistem pengendalian internal koperasi dan memperkuat posisi koperasi sebagai lembaga keuangan yang terpercaya di masyarakat.

Kendala dan Rencana Pengembangan Lebih Lanjut

Meskipun kegiatan pengabdian ini telah memberikan dampak positif, masih terdapat beberapa kendala yang perlu diperhatikan. Salah satu kendala utama adalah keterbatasan dalam penerapan teknologi untuk tata kelola keuangan, baik di tingkat keluarga maupun koperasi. Selain itu, kurangnya pengetahuan tentang regulasi koperasi menghambat upaya untuk menjadikan koperasi ini berbadan hukum resmi. Ke depan, program lanjutan akan difokuskan pada pelatihan akuntansi koperasi berbasis sistem dan peningkatan literasi regulasi koperasi. Upaya ini diharapkan dapat mendorong koperasi untuk mendapatkan status legal dan meningkatkan kemandirian ekonomi masyarakat Desa Margaasih secara berkelanjutan.

KESIMPULAN

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat yang dilakukan di RW 08 Desa Margaasih bertujuan untuk meningkatkan literasi keuangan, memperbaiki tata kelola koperasi, dan menumbuhkan minat wirausaha di kalangan masyarakat. Hasil kegiatan menunjukkan adanya peningkatan pemahaman peserta terhadap pentingnya pengelolaan keuangan keluarga dan risiko penggunaan pinjaman berbasis aplikasi. Sebagian besar peserta, terutama ibu rumah tangga, mulai menunjukkan perubahan sikap yang lebih bijak dalam mengelola keuangan sehari-hari serta lebih berhati-hati dalam menggunakan layanan pinjaman online.

Di sisi lain, upaya untuk meningkatkan tata kelola koperasi berhasil memberikan pengetahuan baru kepada pengurus tentang pentingnya pencatatan dan pelaporan keuangan yang sesuai dengan standar akuntansi. Meskipun masih terdapat kendala dalam penerapan praktik yang baru, seperti pencatatan manual yang tidak konsisten dan pengarsipan dokumen yang belum optimal, pelatihan yang diberikan telah membekali pengurus dengan kemampuan dasar yang diperlukan untuk memperbaiki tata kelola keuangan koperasi.

Minat berwirausaha juga mengalami peningkatan, dengan banyak peserta yang menunjukkan kesiapan untuk memulai usaha kecil-kecilan. Peserta memahami bahwa

koperasi dapat menjadi sumber pendanaan yang lebih aman dan terjangkau dibandingkan dengan lembaga pinjaman berbasis aplikasi. Dukungan koperasi dalam penyediaan modal usaha diharapkan dapat membantu mendorong pertumbuhan ekonomi lokal dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat.

Namun, beberapa kendala masih harus diatasi untuk mencapai hasil yang lebih optimal. Tantangan utama termasuk keterbatasan dalam penggunaan teknologi untuk pencatatan keuangan dan kurangnya pemahaman mengenai regulasi koperasi resmi. Oleh karena itu, program lanjutan yang lebih terstruktur dan intensif diperlukan, terutama dalam hal pelatihan akuntansi berbasis sistem dan peningkatan literasi tentang regulasi koperasi.

Sebagai langkah ke depan, diusulkan agar program peningkatan literasi keuangan dan tata kelola koperasi diperluas untuk menjangkau kelompok masyarakat lainnya di Desa Margaasih, seperti generasi muda dan pelaku usaha mikro. Program lanjutan ini diharapkan dapat memberikan manfaat jangka panjang dengan menjadikan koperasi sebagai lembaga keuangan yang lebih andal dan mendukung kemandirian ekonomi masyarakat secara berkelanjutan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ida, & Yohana Dwinta, C. (2010). *Pengaruh Locus Of Control, Financial Knowledge, Income Terhadap Financial Management Behavior* (Vol. 12, Issue 3).
- Jayanti, D., Maryani, N., Romli, Zaputra, A. R. R., & Larasati, A. Y. (2023). Meningkatkan jiwa enterpreneur padakarangtaruna Kelurahan Sukaraja Kecamatan Cicendo Kota Bandung. *Ruang Cendikia*.
- Miranda, S., Evawani, P. :, Lubis, E., Jurusan, M. S., Komunikasi, I., Riau, U., Kampus, P., Widya, B., Soebrantas, J. H., 12, K., & Pekanbaru, S. B. (2017). Pengaruh Instagram Sebagai Media Online Shopping Fashion Terhadap Perilaku Konsumtif Mahasiswi Fakultas Ilmu Sosial Dan Ilmu Politik Universitas Riau. In *JOM FISIP* (Vol. 4, Issue 1). <https://beritagar.id/artikel/sains->
- Rajaei, Y., Yaghoubi, J., & Donyaei, H. (2011). Assessing effective factors in development of entrepreneurship in agricultural cooperatives of Zanzan province. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 15, 1521–1525. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2011.03.323>
- Soedirman. (2006). *Evaluasi Kinerja Koperasi*.
- Sukirman, Hidayah, R., Suryandari, D., & Purwanti, A. (2019). Pengelolaan Keuangan Keluarga dalam Rangka Peningkatan Masyarakat Mandiri dan Berperan dalam Peningkatan Literasi Keuangan Indonesia (Otoritas Jasa Keuangan). *Jurnal Pengabdian Kepada*

Masyarakat.

Suryana, Mulyawan, F., & Ikram, S. (2019). Peningkatan Pemahaman Tata Kelola Koperasi, Pelaporan Keuangan Dan Perpajakan Koperasi Bagi Pengurus Koperasi Se-Jawa Barat. *Jurnal Akuntansi Bisnis Dan Ekonomi.*

Suseno, D. (2008). Pengaruh dan Karakteristik Wirausaha dan Potensi Kewirausahaan Terhadap Keberhasilan Usaha Dengan Kebijakan Pengembangan UKM sebagai Moderating (Studi pada Pengusaha kecil di Surakarta). *Eksplorasi.*

Yusma, L. N. S., Sakti, D. P. B., & Furkan, M. (2021). *Tata Kelola Koperasi Di Kabupaten Lombok Timur (Studi Kasus Pada Koperasi Simpan Pinjam) Cooperative Governance In East Lombok District (Case Study On Savings And Loans Cooperative).* 9(2), 23–33.

**Strategi Pengembangan Usaha Komoditas Pangan Dalam Meningkatkan
Kemampuan Ekspor Di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan**

*Strategy For Developing Food Commodity Business In Improving Export Capacity In
Warnasari Village, Pangalengan District*

¹Agus Subagyo, ¹Suwarti Sari, ¹Iing Nurdin, ¹Yuswari O. Djemat, ¹Yusep Ginanjar,
¹Angga N. Rachma, ¹Renaldo Benarrivo, ¹Nala Nourma Nastiti, ¹Jusmalia Oktaviani,
¹Taufan Herdansyah Akbar, ¹Muhammad Fauzan Alamari, ¹I Wayan Aditya Harikesa,
¹Tholhah, ¹Bimbi Rianda, ¹Rira Nuradhawati, ¹Anggun Dwi Panorama ¹Risyah
Aprimayanti*

¹Fakultas Ilmu Sosial dan Ilmu Politik, Universitas Jenderal Achmad Yani, Jl. Terusan
Jend. Sudirman, Cimahi, Jawa Barat, Kota Cimahi, Jawa Barat

*Email corresponding: risyah.aprimayanti@lecture.unjani.ac.id

ABSTRAK

Untuk dapat mengoptimalkan potensi wilayah Warnasari, perlu adanya Kerjasama agar dapat mengembangkan potensi sumber daya alam, ekonomi desa, serta sosial budaya, karena untuk mengembangkan potensi desa tidak selalu sama antara satu desa dengan desa lainnya. Tantangan ke depan dengan perkembangan teknologi informasi, desa harus mampu menciptakan kemandirian Kawasan khususnya kebutuhan dasar seperti energi, pendidikan dan Kesehatan. Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2014 tentang Desa telah mengatur mengenai kerja sama desa pada pasal 91 berbunyi desa dapat melakukan kerja sama dengan desa lain dan atau kerja sama dengan pihak ketiga. Ditambah aturan turunan pada Peraturan Menteri Desa PDTT Nomot 5 Tahun 2016 tentang Pembangunan Kawasan Pedesaan yang mengatur berbagai hal tentang pembangunan berbasis Kawasan. kerjasama desa adalah suatu rangkaian kegiatan yang terjadi karena ikatan formal antar desa atau desa dengan pihak ketiga untuk bersama-sama melakukan kegiatan usaha guna mencapai tujuan tertentu. Untuk pelaksanaan kerjasama dapat dibentuk Badan Kerjasama yang terdiri dari unsur Pemerintahan Desa, Lembaga Kemasyarakatan Desa dan tokoh masyarakat dari desa yang mengadakan Kerjasama. Kegiatan pengabdian ini bertujuan (1) Meningkatkan pemahaman dan pengetahuan terhadap pengembangan usaha komoditas pangan kepada kelompok masyarakat di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung; (2)

Meningkatkan pemahaman dan pengetahuan terhadap kemampuan ekspor dan kerjasama desa kepada kelompok masyarakat di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan Kabupaten Bandung; (3) Meningkatkan motivasi masyarakat untuk dapat memulai menjadi pelaku usaha untuk produk komoditas unggulan desa Warnasari. Metode pelaksanaan yang digunakan adalah pendekatan partisipatif, pendekatan kelompok, pendekatan individual, metode ceramah, metode diskusi/FGD. Indikator keberhasilan kegiatan dilihat dari tingkat partisipasi masyarakat dan hasil *pre test* dan *post tes* setelah kegiatan.

Kata Kunci: Komoditas pangan, Kemampuan Ekspor Dan Kerjasama.

ABSTRACT

The area of Warnasari Village is 8.62% of the area of Pangalengan District. In optimizing the area, cooperation is considered important because the potential of natural resources, socio-culture, and village economy are not always the same between one village and another. The challenge going forward with the development of information technology, villages must be able to create regional independence, especially basic needs such as energy, education, and health. Law Number 6 of 2014 concerning Villages has regulated village cooperation in Article 91 which states that villages can cooperate with other villages and/or cooperate with third parties. Added to this are derivative regulations in the Regulation of the Minister of Villages, Disadvantaged Regions, and Transmigration Number 5 of 2016 concerning Rural Area Development which regulates various matters concerning area-based development. Village cooperation is a series of activities that occur due to the existence of a formal bond between a village or sub-district and a third party to jointly carry out business activities in order to achieve certain goals. To implement cooperation, a Cooperative Body can be formed consisting of elements of the Village Government, Village Community Institutions and community leaders from the village that organizes the Cooperative. This community service activity aims to (1) Increase understanding and knowledge about the development of food commodity businesses for community groups in Warnasari Village, Pangalengan District, Bandung Regency; (2) Increase understanding and knowledge about export capabilities and village cooperatives for community groups in Warnasari Village, Pangalengan District, Bandung Regency; (3) Increase community motivation to be able to start becoming entrepreneurs of superior commodity products in Warnasari Village. The implementation methods used are participatory approach, group approach, individual approach, lecture method, discussion/FGD method. Indicators of

activity success are seen from the level of community participation and the results of pre-test and post-test after the activity.

Keywords: Food Commodities, Export Capability and Cooperation.

PENDAHULUAN

Untuk dapat meningkatkan kemandirian dan kesejahteraan masyarakat desa, Pemerintah berkomitmen untuk mengembangkan desa ekspor. Pemberdayaan ekonomi masyarakat melalui pengembangan Desa Ekspor merupakan program sinergi terkait pencapaian sejumlah sasaran pembangunan, antara lain penanggulangan kemiskinan, peningkatan ekspor nonmigas, penumbuhan UMKM dan kewirausahaan, serta mewujudkan Desa Mandiri. Sasaran penguatan kewirausahaan masyarakat dan UMKM berbasis pengembangan produk unggulan desa antara lain adalah peningkatan produktivitas masyarakat golongan menengah ke bawah, penciptaan lapangan kerja bagi masyarakat berpendidikan rendah, serta penciptaan nilai tambah bagi potensi lokal. Hal tersebut pada akhirnya akan meningkatkan pendapatan masyarakat desa secara berkelanjutan dan mengentaskan kemiskinan. Kegiatan ekspor produk unggulan desa yang dihasilkan oleh UMKM dan BUMDES diharapkan juga mampu menjadi penggerak perekonomian dan kesejahteraan masyarakat desa.

Laju peningkatan kebutuhan pangan untuk beberapa komoditas lebih cepat dibanding laju peningkatan produksi. Selain produktivitas berbagai tanaman pangan di tingkat petani relatif stagnan, hal tersebut juga disebabkan oleh keterbatasan kapasitas produksi. Oleh karena itu, perlu dikembangkan usaha komoditas pangan melalui peningkatan kerjasama dan ekspor. Kemampuan ekspor dan kerjasama di desa menjadi penting untuk saling bersinergi dalam mendukung perekonomian desa. Selain itu, tantangan pertumbuhan penduduk yang diikuti dengan perkembangan sosial di masyarakat menjadikan ketahanan pangan menjadi hal yang penting. Ditambah lagi tantangan untuk dapat memanfaatkan wilayah dengan potensi yang dimilikinya. Luas wilayah Desa Warnasari adalah 8,62% dari luas wilayah Kecamatan Pangalengan. Dalam mengoptimalkan wilayah, kerjasama dinilai penting karena potensi sumber daya alam, sosial budaya, dan perekonomian desa tidak selalu sama antara satu desa dengan desa lainnya. Tantangan ke depan dengan berkembangnya teknologi informasi, desa harus mampu menciptakan kemandirian daerah, terutama kebutuhan dasar seperti energi, pendidikan, dan kesehatan. Undang-Undang Nomor 6 Tahun 2014 tentang Desa telah mengatur kerja sama desa pada Pasal 91 yang menyebutkan bahwa desa dapat

bekerja sama dengan desa lain dan/atau bekerja sama dengan pihak ketiga. Selain itu, terdapat peraturan turunan dalam Peraturan Menteri Desa, Pembangunan Daerah Tertinggal, dan Transmigrasi Nomor 5 Tahun 2016 tentang Pembangunan Kawasan Perdesaan yang mengatur berbagai hal mengenai pembangunan berbasis wilayah.

Pembangunan berbasis wilayah melalui kerjasama dapat dilakukan salah satunya dengan mengembangkan usaha komoditas pangan. Komoditas pangan di Desa Warnasari merupakan komoditas pangan unggulan di Kecamatan Pangalengan yaitu Teh, namun demikian masih terdapat berbagai komoditas yang dapat dikembangkan menjadi komoditas unggulan bahkan komoditas ekspor diantaranya adalah Kentang dan Ubi Kayu. Khusus di bidang kuliner meliputi pembuatan kerupuk kentang [krutang] yang terdapat di Desa Warnasari, Desa Cipangisikan dengan produk unggulannya yaitu pembuatan kerupuk kentang dari bahan dasar kentang yang sudah tidak dapat diolah lagi menjadi bahan pangan lainnya. Permasalahan yang dihadapi oleh para pelaku usaha tersebut antara lain terkait organisasi manajerial usaha, pemasaran, pengelolaan karyawan dan pencatatan keuangan, selain itu para mitra masih memiliki motivasi yang rendah dalam kegiatan usahanya. Namun ada fakta yang menarik yaitu pada tahun 2015 lalu, tim peneliti dari Program Studi Biologi UIN SGD telah melaksanakan pengabdian kepada masyarakat di Desa Warnasari, Kecamatan Pangalengan, Kabupaten Bandung dengan fokus pelatihan pembuatan gula dari ubi kayu. Hal ini untuk menjawab permasalahan yang ada di desa, dimana pada umumnya masyarakat Desa Warnasari menjual hasil panen singkongnya secara langsung dan hanya sebagian kecil saja yang mengolahnya menjadi keripik singkong. Kegiatan ini melanjutkan apa yang sudah dilakukan sebelumnya, sehingga menimbulkan keinginan untuk mengembangkan produk unggulan. Pemerintah Desa perlu melihat salah satu aspek yang perlu dimiliki oleh suatu produk unggulan daerah ketika akan dikolaborasikan atau diekspor yaitu meningkatkan nilai tambah, sehingga terjadi nilai komoditas yang lebih tinggi.

Dalam pengembangan usaha komoditas pangan melalui peningkatan kapasitas ekspor dan koperasi di desa, diperlukan alternatif pengolahan singkong sehingga memiliki nilai jual yang lebih tinggi, maka pelatihan ini dilaksanakan, mengingat kebutuhan gula bagi masyarakat Indonesia sangat tinggi, bahkan menjadi salah satu kebutuhan pokok. Apalagi warga Desa Warnasari pada umumnya dikenal dengan komoditas sayur-sayuran dan peternak sapi perah, serta penghasil teh hijau/merah yang menjadi produksi andalan daerah ini dan bahkan sudah terkenal sejak zaman penjajahan Belanda. Untuk itu diperlukan diversifikasi produk unggulan, sehingga terdapat variasi produk yang dapat dijadikan komoditas. Dengan adanya pelatihan pembuatan gula dari singkong ini, diharapkan

masyarakat memiliki alternatif baru dalam mengembangkan produknya. Salah satu tantangan yang dihadapi desa adalah rendahnya motivasi masyarakat untuk terlibat aktif. Terdapat permasalahan terkait motivasi untuk menumbuhkan minat berwirausaha, terkait minimnya pengembangan kewirausahaan, terkait pemanfaatan dan pengembangan potensi diri serta potensi sumber daya alam yang dimiliki (perkebunan/perkebunan, perikanan, peternakan). Permasalahan motivasi yang kemudian diselesaikan melalui Instruksi Presiden Nomor 6 Tahun 2009 tentang Pengembangan Ekonomi Kreatif dapat diatasi antara lain dengan mendorong informasi dan kreativitas dengan mengandalkan stok ide dan pengetahuan dari sumber daya manusia sebagai faktor produksi utama dalam kegiatan ekonomi.

Karena Kabupaten Pangalengan juga terkenal dengan objek wisatanya, maka aspek pariwisata dan ekonomi kreatif dapat saling mempengaruhi dan dapat bersinergi apabila dikelola dengan baik. Kegiatan pariwisata dipengaruhi oleh 3 (tiga) faktor, yaitu: pertama, *something to see* (sesuatu untuk dilihat); Kedua, *something to do* (sesuatu untuk dilakukan); dan ketiga, *something to buy* (sesuatu untuk dibeli). *Something to see* berkaitan dengan atraksi di destinasi wisata, *something to do* berkaitan dengan aktivitas wisata di destinasi wisata, sedangkan *something to buy* berkaitan dengan cinderamata khas yang dibeli di destinasi wisata sebagai kenang-kenangan pribadi bagi wisatawan. Pada ketiga komponen tersebut, ekonomi kreatif dapat masuk melalui *something to buy* (sesuatu untuk dibeli).

Maksud dari kegiatan ini adalah untuk memberikan pengetahuan dan keterampilan agar mampu mengembangkan usaha komoditi pangan dalam peningkatan kemampuan ekspor dan koperasi di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan. Oleh karena itu, disusunlah suatu pelatihan tentang Strategi Pengembangan Usaha Komoditas Pangan dalam Peningkatan Kemampuan Ekspor dan Koperasi di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan dengan target peserta pelatihan ini adalah kepala desa, perangkat desa, BPD, BUMDES, kelompok tani, dan kelompok wanita tani. Adapun materi pelatihan meliputi Identifikasi dan Pengembangan Industri Pariwisata dan Ekonomi Kreatif, Penyusunan Rencana Program Pengembangan Pariwisata dan Ekonomi Kreatif bagi Masyarakat dan Pelaku Pariwisata dan Ekonomi Kreatif, Penyusunan dan Pengembangan Program Pariwisata dan Ekonomi Kreatif, Peningkatan Kompetensi SDM Pariwisata dan Ekonomi Kreatif, Pengembangan Kelembagaan Pariwisata dan Ekonomi Kreatif, Strategi Pengembangan Industri Pariwisata dan Ekonomi Kreatif dan Pengembangan Standar Usaha Pariwisata dan Ekonomi Kreatif.

BAHAN DAN METODE

Kegiatan PKM berupa Strategi Pengembangan Usaha Komoditas Pangan dalam Peningkatan Kemampuan Ekspor dan Koperasi di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan dilaksanakan melalui metode pelatihan dengan penyampaian materi pelatihan dilakukan dengan metode ceramah, tanya jawab dan diskusi. Tahapan pelaksanaan kegiatannya adalah:

- Survei lapangan, untuk mengetahui dan melihat secara langsung kondisi dan keadaan sosial masyarakat dan pemerintahan desa;
- Penyampaian materi Pengembangan Usaha Komoditas Pangan Dalam Meningkatkan Kemampuan Ekspor Dan Kerjasama Di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan oleh Prof. Agus Subagyo, S.IP. M.Si.
- Diskusi, untuk memetakan persoalan dan hambatan pemerintahan desa dalam melaksanakan Strategi Pengembangan Usaha Komoditas Pangan Dalam Meningkatkan Kemampuan Ekspor Dan Kerjasama di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan; dan
- Evaluasi, melibatkan seluruh peserta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Produk pangan sangat erat dengan adanya budaya masyarakat, sehingga menjadi khas suatu daerah. Dengan tumbuhnya usaha tersebut akan mendorong perekonomian dalam menunjang ketahanan pangan pelaku usaha. Adanya peningkatan permintaan produk pangan local diharapkan akan meningkatkan rasa kepercayaan konsumen terhadap produk sertifikasi halal. Dalam hal ini, produk pangan lokal menjadi salah satu penggerak ekonomi di pedesaan. Produk local biasanya dikembangkan oleh UMKM.

Pelaksanaan kegiatan dilakukan di wilayah Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan dengan kegiatan diskusi bersama Kepala Desa dilakukan di samping *Situ Cileunca* dan kegiatan pemberian materi kepada khalayak sasaran di Aula Desa Warnasari. Pada kesempatan tersebut, FISIP Unjani tidak hanya berbagi pengetahuan mengenai kemampuan ekspor komoditas pangan, namun juga memberikan bantuan kepada Kantor Desa Warnasari yaitu 1 Unit Printer. Khalayak sasaran dalam kegiatan Strategi Pengembangan Usaha Komoditas Pangan Dalam Meningkatkan Kemampuan Ekspor Dan Kerjasama Di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan ini yaitu kepala desa, perangkat desa, ketua RW, Pengurus PKK, kelompok tani, kelompok Wanita tani, UMKM dan masyarakat desa.

Penyerahan Hibah Satu Unit Printer Kepada Desa Warnasari



Sumber : Dokumentasi Tim PPM Fisip, 2024.



Sumber : Dokumentasi Tim PPM Fisip, 2024.

Dalam pelaksanaan kegiatan PPM ini semua tim pelaksana memiliki peran dan tanggung jawab yang berbeda. Peran dan tanggungjawab tersebut disesuaikan dengan bentuk dan metode pelaksanaan kegiatan PPM sebagai berikut :

Tabel 2.1 Uraian Kegiatan Pengmas

No	Hari/ Tanggal	Uraian	Pemateri
1	Hari Pertama	Diskusi bersama kepala Desa	Kepala Desa
2	Hari Kedua	<p><i>Focus Group Discussion (FGD)</i></p> <p>Pemberian Materi dan diskusi :</p> <p>Strategi Pengembangan Usaha Komoditas Pangan dalam Pelatihan Meningkatkan Kemampuan Ekspor Dan Kerjasama Di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan</p>	<p>Prof. Agus Subagyo, S.IP., M.Si</p>

Sumber : Olahan Tim Peneliti, 2024.

Pada kesempatan penyampaian materi kepada khalayak sasaran, Prof. Agus Subagyo, S.IP., M.Si menyampaikan pentingnya peningkatan kapasitas sumber daya manusia di Desa Warnasari sebagai pondasi peningkatan sektor perekonomian. Dalam hal ini untuk mengembangkan ekonomi kreatif, perlu adanya penggunaan teknologi dalam proses produksi, distribusi, pengolahan hingga pemasaran. Untuk proses produksi, belum banyak yang menggunakan mesin sebagai alat bantu produksi agar lebih efisien. Akan tetapi, untuk promosi penggunaan media sosial sudah mulai meningkat, dan ini merupakan progress yang cukup baik.

Untuk dapat mengembangkan potensi, pentingnya kolaborasi antara masyarakat dengan Pemerintah Desa Warnasari, serta kolaborasi antar desa di Kecamatan Pangalengan. Dari hasil observasi lapangan diketahui bahwa Desa Warnasari saat ini tengah mengembangkan komoditas biji kopi sebagai komoditas unggulan Desa Warnasari. Namun demikian, masih terdapat kendala dalam tata kelola kelembagaan, produksi, pengemasan, dan pembuatan produk turunannya. Terkait kondisi tersebut, sumber konsep Desa Ekspor sebagai salah satu pilihan bagi masyarakat untuk meningkatkan kemampuan ekspor.



Sumber : Dokumentasi Tim PPM Fisip, 2024.

Narasumber menyampaikan bahwa Desa Ekspor merupakan salah satu upaya pemberdayaan ekonomi bagi masyarakat melalui sinergi beberapa program seperti pengembangan UMKM dan kewirausahaan, penanggulangan kemiskinan, hingga percepatan desa mandiri. Pengembangan Desa Ekspor melalui sinergi antar Kementerian, Lembaga, Pemerintah Desa, dan pihak swasta diharapkan dapat mendorong kegiatan ekonomi desa dalam pengolahan dan pengembangan produk lokal. Desa tidak hanya menyediakan bahan baku, namun juga terjadi pengolahan berstandar internasional yang akan memperluas aspek pemasaran hingga ke luar negeri. Program Desa Ekspor pada akhirnya menjadi program yang memperluas potensi ekspor produk unggulan dari desa, dimana pemerintah fokus untuk meningkatkan kualitas produk dari desa dan membantu menjual

produknya di pasar internasional.

“DESA EKSPOR”

KEMENTERIAN KOORDINATOR BIDANG PEREKONOMIAN RI
SIARAN PERS HM.4.6/11/SET.M.EKON.3/5/2022

Desa Ekspor menjadi upaya pemberdayaan ekonomi bagi masyarakat melalui sinergi beberapa program seperti pertumbuhan UMKM dan wirausaha, pengentasan kemiskinan, hingga perwujudan desa mandiri.

Pengembangan Desa Ekspor melalui sinergi di antara Kementerian, Lembaga, Pemerintah Desa, hingga pihak swasta diharapkan mendorong aktivitas ekonomi desa dalam pengolahan dan pengembangan produk lokal. Desa bukan hanya penyedia bahan baku, melainkan terjadi pengolahan standar internasional (ekspor) yang akan memperluas aspek pemasaran hingga ke luar negeri (pengembangan ekspor).

Program Desa Ekspor pada akhirnya menjadi program yang memperluas potensi ekspor produk unggulan dari desa, yang mana pemerintah berfokus untuk meningkatkan kualitas produk dari desa dan membantu untuk menjual produk mereka di pasar internasional (giatan ekspor).



MANFAAT DESA EKSPOR

- 1. PENINGKATAN PENDAPATAN DAN KEMAKMURAN MASYARAKAT**
Melalui pengembangan produk-produk unggulan desa, tentu pendapatan masyarakat akan meningkat secara signifikan melalui adanya “Desa Ekspor”. Oleh karena itu, hal ini akan mengurangi taraf kemiskinan di pedesaan dan memperbaiki kesejahteraan hidup secara keseluruhan.
- 2. PENCIPTAAN LAPANGAN KERJA**
Program Desa Ekspor tentu membuka peluang besar dalam sektor pertanian dan kerajinan, sehingga hal ini akan menciptakan lapangan kerja baru, mengurangi pengangguran, dan memperkuat ekonomi lokal.
- 3. PEMBANGUNAN INFRASTRUKTUR**
Apabila program Desa Ekspor dapat terlaksana dengan baik, maka sebagai bagian di dalamnya pemerintah akan berinvestasi besar dalam pembangunan infrastruktur di pedesaan. Kondisi ini tentu untuk mendukung proses produksi, distribusi, hingga ekspor produk dari desa-desa terkecil.



BAGAIMANA MENJADI DESA EKSPOR?

- 1. IDENTIFIKASI POTENSI DESA**
Pemerintah dan masyarakat bekerjasama untuk menentukan produk-produk unggulan yang memiliki potensi besar untuk diekspor (studi pasar dan kualitas produk).
- 2. PENINGKATAN KUALITAS PRODUK**
Produk-produk berpotensi mulai ditingkatkan kualitasnya agar sesuai dengan standar internasional seperti pada proses produksi, standar kualitas dan keamanan pangan, hingga pemanfaatan teknologi modern.
- 3. PEMASARAN DAN PROMOSI**
Pemerintah desa mulai melakukan pemasaran dan promosi untuk meningkatkan visibilitas produk di pasar internasional seperti melalui pameran, media sosial, hingga kerja sama dengan distributor.
- 4. PENGEMBANGAN SUMBER DAYA MANUSIA**
Pada akhirnya setiap desa pun perlu mengembangkan sumber daya manusianya agar memiliki pengetahuan dan keterampilan yang cocok dalam bidang pemasaran, manajemen produksi, hingga ekspor yang dilakukan melalui program pendidikan dan pelatihan.



CONTOH DESA EKSPOR:

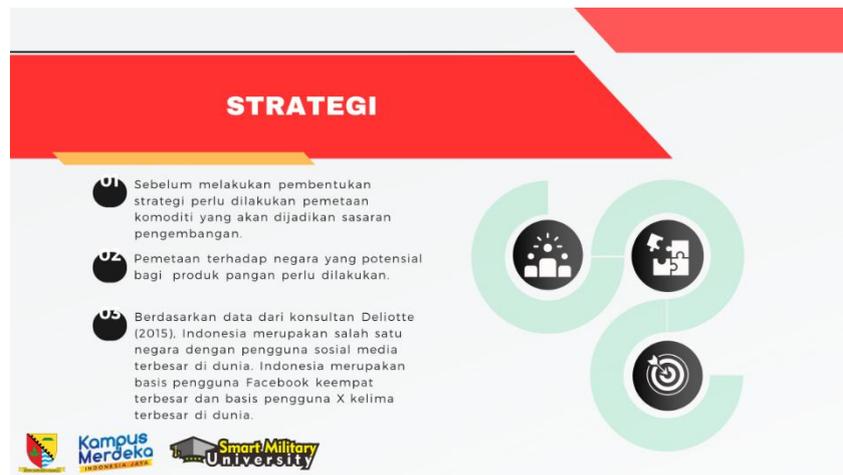
KOPI DESA LERENG GUNUNG ANJASMORO, KEC. JATIREJO, MOJOKERTO, JAWA TIMUR



Dalam hal ini, perkembangan *e-commerce* untuk perdagangan komoditi ekspor dari daerah perlu ditingkatkan dengan pembuatan strategi dalam memenangkan pasar ekspor di mancanegara. *E-commerce* dapat dijadikan salah satu solusi memperkenalkan produk UKM di desa, sebagaimana disampaikan bahwa “Strategi peningkatan ini harus berlandaskan bukan hanya pada optimalisasi kelebihan produk yang diperdagangkan, tetapi juga melakukan pengembangan dalam tim manajemen yang handal, pengiriman yang tepat waktu, pelayanan *excellent*, struktur organisasi bisnis, serta desain situs web yang menarik”.

Masyarakat Desa Warnasari mendapatkan pemahaman bahwa faktor – faktor yang berpengaruh terhadap keberhasilan produk dalam memenangkan pasar diantaranya :

- Adanya kemudahan dalam melaksanakan kegiatan perdagangan
- Adanya ruang komunitas untuk berdiskusi, menerima masukan dari pelanggan, dan lain-lain
- Penyediaan jasa pembelian yang tanggap dan cepat
- Adanya informasi barang dan jasa yang lengkap dan jelas



Dari hasil diskusi bersama masyarakat diketahui bahwa Desa Warnasari masih dalam tahap menggunakan sosial media untuk memasarkan dan mempromosikan produknya, yaitu pada platform *tiktok*. Kondisi tersebut yang kemudian diberikan masukan oleh narasumber agar masyarakat desa melalui BUMDes untuk membangun platform / website tersendiri untuk promosi barang dan jasa di Desa Warnasari. Dalam hal ini, manfaat desa ekspor yaitu sebagai berikut:

a). Peningkatan Pendapatan dan Kemakmuran Masyarakat

Melalui pengembangan produk-produk unggulan desa, tentu pendapatan masyarakat akan meningkat secara signifikan melalui adanya “Desa Ekspor”. Oleh karena itu, hal ini akan mengurangi taraf kemiskinan di pedesaan dan memperbaiki kesejahteraan hidup secara keseluruhan.

b). Penciptaan Lapangan Kerja

Program Desa Ekspor tentu membuka peluang besar dalam sektor pertanian dan kerajinan hal ini akan menciptakan lapangan kerja baru, mengurangi pengangguran, dan memperkuat ekonomi lokal.

c). Pembangunan Infrastruktur

Apabila program desa ekspor dapat terlaksana dengan baik, maka sebagai bagian di dalamnya pemerintah akan berinvestasi besar dalam pembangunan infrastruktur di pedesaan. Kondisi ini tentu untuk mendukung proses produksi, distribusi, hingga ekspor produk dari desa-desa terkait.

Untuk dapat mengembangkan Usaha Komoditas Pangan, aspek peralatan produksi merupakan salah satu asset yang harus dimiliki, baik itu yang modern ataupun tradisional. Peralatan produksi dapat berupa barang bergerak maupun tidak bergerak, karena tanpa adanya peralatan produksi yang memadai akan sulit berkembang dalam menjalankan usahanya.

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan pada pembahasan pada pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat oleh FISIP Unjani di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan tahun 2024 di atas, dapat disimpulkan sebagai berikut :

Tim PPM FISIP Unjani berhasil mengidentifikasi bahwa komoditas unggulan yang paling potensial dikembangkan untuk ekspor pada saat ini di Desa Warnasari adalah biji kopi. Namun kemampuan untuk ekspor dinilai masih perlu persiapan yang lebih komprehensif, yaitu dalam tata kelola kelembagaan, produksi, pengemasan dan pembuatan produk turunan biji kopi.

Kerjasama di Desa Warnasari Kecamatan Pangalengan dalam lingkup kerja sama antar warga dengan Pemerintah Desa sudah terjalin dengan baik yang dapat dilihat dari kekompakan seragam yang dikenakan dan komunikasi yang persuasif. Namun masih memiliki kelemahan pada kerja sama dengan desa lain serta kerja sama dengan pihak swasta seperti pengepul kopi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian Masyarakat Universitas Jenderal Achmad Yani yang telah memberikan dana untuk pelaksanaan kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini.

DAFTAR PUSTAKA

Batilmurik, R. W. (2016). Pengembangan Model Ekonomi Kreatif Bagi Masyarakat Di Daerah Objek Wisata Bahari Kabupaten Kupang Nusa Tenggara Timur. *Jurusan Administrasi Bisnis Politeknik Negeri Kupang*, 1(3), 206-220.

Dajani, A. (2013). *Empowerment and Enterpreneurship*.

Hairunisya, N. (2020). Pemberdayaan di Sektor Pariwisata Sebagai Upaya Meningkatkan Perekonomian Masyarakat. *Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 26(4), 241-248.

Karryono, A. H. (1997). *Kepariwisata I (Mengurai istilah Pariwisata)*. Bandung: Gramedia.

Mahi. (2016). *Pengembangan Wilayah*. Jakarta: Kencana.

Muta, A. (2013). *Agropolitan Teori dan Aplikasi*. Yogyakarta: Graha Ilmu.

Nainggolan, Pahala. (2004). *Cara Mudah Memahami Akuntansi, PPM*, Jakarta

Waung. (2020). *Pemerintahan Desa*.

IMPLEMENTASI *GREEN BANKING* PADA PERBANKAN DI INDONESIA: ANALISIS KINERJA KEUANGAN

Rosmini Ramli¹, Euis Sumiyati², Alwani³

Correspondence author: rosminiramli@mn.unjani.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis dampak implementasi green banking terhadap kinerja keuangan yang fokus utamanya menilai penerapan prinsip-prinsip perbankan berkelanjutan—seperti pengurangan penggunaan sumber daya dan inisiatif ramah lingkungan.

Metode penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan analisis regresi data panel, menggunakan sampel sebanyak 8 bank yang memenuhi persyaratan dalam penelitian ini dan data dianalisis menggunakan program Eviews.13.

Temuan penelitian menunjukkan bahwa *green financing* tidak berpengaruh terhadap ROA dan maupun kinerja lingkungan, total ATM (TATM) berpengaruh positif terhadap kinerja keuangan dan kinerja lingkungan, sedangkan BOPO berpengaruh negatif terhadap kinerja keuangan dan berpengaruh positif terhadap kinerja lingkungan.

PENDAHULUAN

Peningkatan konsentrasi gas rumah kaca menjadi penyebab utama timbulnya perubahan iklim yang ekstrim (Rahman & Majumder, 2022; Voumik et al., 2023). Perubahan iklim masih menjadi permasalahan yang relevan (Huynh, 2020; Huynh et al., 2022; Kovilage, 2020), serta upaya memerangi degradasi lingkungan menjadi semakin penting (Liu et al., 2021). Sebagian besar masalah ekologi disebabkan oleh emisi rumah kaca, terutama dari bahan bakar fosil dan sumber energi tak terbarukan. Emisi ini mengakibatkan masalah kesehatan (Wu et al., 2021) dan menimbulkan risiko sosial ekonomi. Hal ini dapat mengakibatkan risiko yang lebih tinggi, mengganggu pembangunan keuangan (Wang et al., 2020), dan meningkatkan biaya utang (Caragnano et al., 2020). Transisi menuju model bisnis yang berkelanjutan dan net-zero memerlukan pendanaan yang sangat besar, kesenjangan yang signifikan antara pasokan dan permintaan dana ramah lingkungan (Polzin dan Sanders, 2020). Setelah terjadinya Covid-19, kesenjangan ini kemungkinan akan semakin besar dan memerlukan pengembangan cara-cara intermediasi yang inovatif. Tugas ini menjadi lebih berat ketika skalanya (pemberi pinjaman atau peminjam terbatas) (Hossain dkk., 2021; Taghizadeh-Hesary dkk., 2021; Yoshino dan Taghizadeh-Hesary, 2019).

Di Indonesia, sektor perbankan syariah telah tumbuh pesat sebagai bagian integral dari sistem keuangan nasional. Bank-bank syariah memiliki peran yang signifikan dalam mendukung perekonomian yang berkelanjutan dan berwawasan lingkungan. Konsep *green banking* menjadi semakin relevan di tengah upaya global untuk mengurangi dampak negatif terhadap lingkungan. Meskipun demikian, masih terdapat beberapa permasalahan dan tantangan yang perlu dipahami lebih dalam terkait implementasi *green banking* pada bank syariah. Salah satunya adalah tingkat kesadaran dan penerimaan dari nasabah terhadap produk dan layanan *green banking*. Diperlukan pemahaman yang lebih mendalam tentang sejauh mana nasabah bank syariah memahami dan menerima dengan baik konsep *green banking*, serta faktor-faktor apa yang memengaruhi tingkat adopsi mereka terhadap produk dan layanan tersebut.

Selain itu, efektivitas dari praktik *green banking* yang diterapkan oleh bank syariah juga perlu dievaluasi secara menyeluruh. Hal ini mencakup analisis terhadap dampak lingkungan yang dihasilkan, kinerja keuangan yang terkait, serta pengaruhnya terhadap reputasi dan citra bank syariah di mata publik.

Oleh karena itu, penelitian mengenai *green banking* pada bank syariah menjadi relevan untuk dilakukan guna memberikan wawasan yang lebih komprehensif terhadap peran bank syariah dalam mendukung keberlanjutan lingkungan. Dengan demikian, penelitian ini bertujuan untuk menjawab beberapa pertanyaan penting terkait penerimaan nasabah, efektivitas praktik, dan dampak keseluruhan dari praktik *green banking* di Indonesia.

TINJAUAN LITERATUR

- **Kinerja Keuangan**

Kinerja keuangan adalah indikator penting yang mengukur seberapa efektif suatu perusahaan dalam menggunakan sumber dayanya untuk menghasilkan keuntungan. Pengukuran kinerja keuangan biasanya mencakup rasio seperti Return on Assets (ROA), Return on Equity (ROE), dan Net Profit Margin. Dalam konteks perbankan, kinerja keuangan dapat dipengaruhi oleh berbagai faktor seperti efisiensi operasional (BOPO), kualitas aset, dan kebijakan kredit (Ghozali, I., & Chariri, A., 2014). *Green banking* juga dapat memengaruhi kinerja keuangan dengan mempromosikan efisiensi dan pengurangan biaya operasional. Kinerja keuangan merupakan salah satu faktor penting yang menunjukkan efektifitas dan efisiensi dalam perbankan untuk mencapai tujuan, kinerja keuangan mencerminkan kemampuan operasional dalam suatu bank. Penurunan kinerja secara terus menerus dapat menyebabkan bank berada dalam keadaan tidak baik bahkan dapat berisiko mengalami *financial distress* bahkan sampai mengalami kebangkrutan dan jika tidak terselesaikan dengan cepat dan tepat,

akan berdampak besar pada kelangsungan hidup perbankan.

Kinerja keuangan dapat diproksi dengan menggunakan *Return on Aset (ROA)* yaitu rasio yang menunjukkan hasil (return) atas jumlah aktiva yang digunakan dalam perusahaan (Kasmir, 2016). Rasio ini merupakan suatu ukuran tentang efektivitas manajemen dalam mengelola investasinya. Semakin kecil (rendah) rasio dari ROA semakin kurang baik kinerja perbankan, demikian pula sebaliknya.

- **Kinerja Lingkungan**

Dampak lingkungan merujuk pada konsekuensi dari praktik green banking yang diterapkan oleh bank terhadap lingkungan hidup. Ini mencakup pengurangan emisi gas rumah kaca, pengelolaan limbah yang lebih baik, penggunaan sumber daya alam yang lebih efisien, serta kontribusi terhadap perlindungan dan pelestarian ekosistem. Selain itu juga terkait dengan pengurangan emisi karbon dan penggunaan energi dan air. Penelitian ini akan mengukur dampak positif yang dihasilkan dari praktik *green banking* dan upaya bank dalam mendukung keberlanjutan lingkungan secara keseluruhan. Proksi variabel lingkungan digunakan untuk mengevaluasi sejauh mana suatu lembaga keuangan beroperasi secara bertanggung jawab terhadap lingkungan dan melakukan upaya untuk mengurangi jejak lingkungan yang negatif, proksi yang digunakan adalah pengurangan penggunaan limbah kertas. Penggunaan kertas di industri perbankan memiliki berbagai dampak lingkungan yang signifikan, mengingat volume transaksi, laporan, dan dokumen yang dihasilkan secara rutin.

- **Green Banking**

Green banking merupakan pendekatan perbankan yang memperhatikan aspek keberlanjutan lingkungan dalam operasional dan kebijakan pembiayaannya. Perbankan tidak hanya berfokus pada tanggung jawab keuangan untuk mengelola bisnisnya sebaik mungkin untuk menghasilkan laba maksimum bagi pemegang saham, tetapi juga memusatkan tanggung jawabnya pada upaya melestarikan lingkungan (planet) dan meningkatkan kesejahteraan sosial rakyat (*Green Banking Report*, 2014). Perubahan iklim dan dampaknya terhadap bumi merupakan hal paling penting dalam mitigasi dampak iklim menjadi perhatian global (Rahman & Majumder, 2022; Kwakwa, 2023). Beberapa peneliti telah memberikan peringatan mengenai dampak buruk perubahan iklim (Rahman et al., 2023; Voumik et al., 2023; Nahrin et al., 2023; Madaleno et al., 2022). Penyebab utama perubahan iklim adalah meningkatnya konsentrasi gas rumah kaca (Rahman & Majumder, 2022; Voumik et al., 2023); oleh karena itu, pengurangan emisi gas rumah kaca sangat penting dalam memitigasi dampak iklim perubahan dan mendukung lingkungan berkelanjutan.

Thombre (2011), berpendapat bahwa dampak lingkungan eksternal aktivitas bank sangat besar meskipun sulit untuk diperkirakan. Pengertian tersebut dapat memicu kemauan melakukan investasi

yang bertanggung jawab terhadap lingkungan dan pinjaman yang lebih ketat pada peraturan lingkungan menjadi salah satu tanggung jawab sektor perbankan (Sahoo dan Nayak 2008). Integrasi pilar disebut *Triple BottomLine* dari pertanggungjawaban perbankan, bertujuan untuk memastikan keberlanjutan jangka panjang dari laba dan bisnis perbankan. Jika lingkungan sebagai pilar pertama bisnis perbankan berkelanjutan dan masyarakat sebagai pilar dasar kedua juga terpelihara dengan baik, maka implikasinya adalah mengaitkan keuntungan perbankan tumbuh secara berkelanjutan (Wardhani, 2016). Keberlanjutan dari ketiga pilar ini tentunya akan menghasilkan pertumbuhan jangka panjang dan keberlanjutan bisnis.

Konsep keberlanjutan bersifat normatif, dan menentukan bagaimana manusia harus berinteraksi dengan lingkungannya dan menjaga akuntabilitasnya untuk melindungi generasi mendatang (Bekuma et al., 2023). Upaya mencapai pembangunan berkelanjutan sangat penting untuk mencapai hasil yang diinginkan di masa depan. Hal ini berfokus pada peningkatan kesejahteraan budaya, sosio- ekonomi, dan lingkungan yang lestari sebagai tujuan utamanya dengan penekanan kuat pada keberlanjutan jangka panjang. Aspek sosial, ekonomi, dan lingkungan harus diintegrasikan secara mulus untuk mencapai tujuan ini (Mir & Bhat, 2022).

Prinsip dasar *green banking* adalah upaya memperkuat kemampuan manajemen risiko bank khususnya terkait dengan lingkungan hidup dan mendorong perbankan untuk meningkatkan portofolio pembiayaan ramah lingkungan seperti energi terbarukan, efisiensi energi, pertanian organik, *eco-tourism*, transportasi ramah lingkungan, dan berbagai produk *eco-label*. *Green banking* merupakan sebuah strategi bisnis jangka panjang yang selain bertujuan profit juga mencetak benefit kepada pemberdayaan dan pelestarian lingkungan secara berkelanjutan. Bank dapat mendorong keberlanjutan dengan mengadopsi teknologi, produk, prosedur, dan strategi ramah lingkungan (Bhardwaj & Malhotra, 2013). Sebagai lembaga keuangan, bank menempati posisi penting dalam lanskap perekonomian suatu negara karena perannya sebagai perantara antara nasabah dan peminjam (Heffernan, 2005), dan juga dapat berfungsi sebagai pemimpin dalam perubahan lingkungan.

Menurut Ramila dan Gurusamy (2015) *green banking* ada dua dimensi yang pertama adalah bagaimana sebuah bank dalam menjalankan aktivitasnya lebih memanfaatkan teknologi dan internet sehingga lebih *paperless* dan dimensi yang **kedua** bagaimana bank dalam meletakkan dananya, yakni pada kegiatan mendanai atau memberikan kredit pada kegiatan usaha yang tidak memberikan dampak negatif pada lingkungan. Penerapan praktik perbankan yang lebih ramah lingkungan tidak hanya bermanfaat bagi lingkungan, namun juga memberikan manfaat dalam efisiensi operasional yang lebih besar, kerentanan yang lebih rendah terhadap kesalahan manual dan penipuan, serta pengurangan biaya dalam aktivitas perbankan.

Green banking berusaha untuk mengurangi dampak negatif perbankan terhadap lingkungan dengan mengadopsi praktik ramah lingkungan dan mendukung proyekproyek yang berfokus pada keberlanjutan. Menurut Bihari (2010), konsep *green banking* mencakup kegiatan yang memperhitungkan aspek lingkungan, mulai dari efisiensi penggunaan sumber daya hingga mengurangi limbah operasional. Manfaat *green banking* tidak hanya berdampak positif bagi lingkungan, tetapi juga terhadap operasional bank dan masyarakat, yaitu Bank yang berkomitmen pada lingkungan cenderung mendapat dukungan lebih besar dari masyarakat dan pelanggan atau peningkatan reputasi; Dengan beralih ke perbankan digital dan mengurangi penggunaan sumber daya, bank dapat menghemat biaya operasional (pengurangan biaya operasional); dan Bank berkontribusi langsung dalam mendanai proyek hijau dan mendukung inisiatif untuk menekan dampak perubahan iklim atau dukungan terhadap keberlanjutan global (Biswas, 2011; **Pizzey, 2014**; Abbas, Rehman, & Fahad, 2020).

Meski banyak dampak baik yang ditimbulkan dalam penerapan *green banking*, namun bukan tanpa tantangan yang dihadapi baik perbankan maupun institusi lainnya. Tantangan dan peluang *green banking* di Bangladesh dengan menyoroti kebutuhan regulasi dan kebijakan pemerintah (Hossain, Rahman, & Hossain, 2015; Hassan, & Khan, 2023). *Green banking* merupakan pendekatan inovatif yang membawa bank lebih dekat dengan praktik ramah lingkungan dan keberlanjutan. Implementasi yang berhasil memerlukan komitmen jangka panjang dari bank, dukungan regulasi, serta kesadaran masyarakat akan pentingnya menjaga lingkungan. Dengan semakin berkembangnya kesadaran terhadap perubahan iklim dan perlunya ekonomi hijau, *green banking* menjadi bagian integral dari masa depan industri keuangan global.

Langkah-langkah pengurangan penggunaan kertas telah dilakukan hampir seluruh negara di dunia, bagaimana perusahaan-perusahaan besar mengurangi penggunaan kertas di kantor mereka melalui digitalisasi dan langkah-langkah keberlanjutan lainnya (**Smith, & Williams, 2019**), sebagaimana usaha kecil dan menengah di Malaysia mengurangi jejak karbon mereka dengan mengadopsi proses operasional tanpa kertas (**Ahmed, Z., & Kadir, 2023**). Demikian halnya di Vietnam beralih ke administrasi tanpa kertas dalam *e-government* (**Nguyen, H., & Le, 2022**; **Gonzalez, E., & Perez, 2019**), mengeksplorasi inisiatif tanpa kertas di perusahaan multinasional Korea Selatan (**Kim & Park, 2021**) bahkan hingga institusi pendidikan di China (**Zhu, & Yang, 2021**; **Johnson, & Schmidt, (2022)**).

Temuan penelitian yang menunjukkan bahwa **green financing** berdampak positif terhadap **profitabilitas** bank (Ansari et al. (2022), Prabu et al. (2021), Vijayalakshmi et al. (2021)). Penerapan *green banking*, seperti pembiayaan untuk proyek-proyek ramah lingkungan dan efisiensi energi, dapat mengurangi biaya operasional, meningkatkan efisiensi, memperkuat reputasi bank, serta meningkatkan loyalitas pelanggan. Meskipun membutuhkan investasi awal yang signifikan, manfaat

jangka panjang termasuk akses ke pasar baru dan peluang bisnis yang lebih besar, sehingga berkontribusi pada peningkatan profitabilitas bank.

H1: Green financing berpengaruh positif terhadap Return On Asset

H2: Green financing berpengaruh positif terhadap Kinerja Lingkungan

Biaya Operasional terhadap Pendapatan Operasional

Biaya operasional memainkan peran krusial dalam menentukan profitabilitas perusahaan, termasuk dalam sektor perbankan dan perusahaan komersial lainnya. Biaya operasional meliputi pengeluaran harian yang diperlukan untuk menjalankan bisnis, seperti gaji karyawan, utilitas, pemeliharaan, teknologi, dan biaya pemasaran. Efisiensi dalam pengelolaan biaya ini memiliki dampak langsung terhadap pendapatan operasional, yang merupakan pendapatan yang diperoleh dari aktivitas inti bisnis.

Sektor perbankan, efisiensi biaya operasional sangat penting karena margin keuntungan sering kali kecil, terutama dalam lingkungan suku bunga yang rendah. Pengelolaan biaya operasional yang efektif, seperti digitalisasi layanan dan otomatisasi proses, dapat meningkatkan pendapatan operasional secara signifikan. Penerapan layanan perbankan digital telah terbukti mengurangi biaya operasional secara signifikan karena mengurangi kebutuhan akan staf *front-office* dan infrastruktur fisik seperti cabang bank. Hal ini memungkinkan bank mengalihkan fokus sumber daya ke peningkatan kualitas layanan dan produk keuangan, yang pada akhirnya meningkatkan pendapatan. Efisiensi dalam manajemen sumber daya manusia dan teknologi juga berkontribusi terhadap peningkatan pendapatan operasional. Penelitian oleh **Sufian & Habibullah (2019)** di Malaysia menunjukkan bahwa bank yang lebih efisien dalam mengelola biaya operasional cenderung memiliki tingkat profitabilitas yang lebih tinggi.

Di sektor perusahaan non-perbankan, pengaruh biaya operasional juga sangat besar terhadap pendapatan. Biaya operasional yang terlalu tinggi dapat mengurangi margin keuntungan, sehingga menurunkan pendapatan operasional. Sebaliknya, pengelolaan biaya yang efisien, seperti *outsourcing*, otomatisasi produksi, dan manajemen rantai pasokan yang baik, dapat meningkatkan pendapatan. Banyak perusahaan yang menerapkan otomatisasi dalam proses produksi dan distribusi untuk menekan biaya operasional. Penelitian oleh **Li et al. (2021)** menunjukkan bahwa perusahaan manufaktur yang berinvestasi dalam otomatisasi produksi dapat mengurangi biaya tenaga kerja dan meningkatkan efisiensi, yang berdampak positif pada pendapatan operasional. Manajemen rantai pasokan yang efisien juga mempengaruhi biaya operasional dan, pada gilirannya, pendapatan operasional perusahaan. Sektor retail juga menunjukkan optimalisasi rantai pasokan melalui penggunaan teknologi dapat menurunkan biaya inventaris dan logistik, yang kemudian meningkatkan laba operasional

(Bhattacharya & Singh (2020)).

Ditinjau dari pengaruh jangka panjang, efisiensi biaya operasional memiliki pengaruh yang berkelanjutan terhadap kinerja perusahaan. Perusahaan yang berhasil menekan biaya tanpa mengurangi kualitas layanan atau produk dapat terus meningkatkan pendapatan operasional. Faktor yang dapat meningkatkan biaya operasional, yaitu **pertama**, kenaikan biaya tenaga kerja merupakan salah satu faktor utama yang meningkatkan biaya operasional. Namun, optimalisasi dan digitalisasi dapat mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja dan menghemat biaya dalam jangka panjang, **kedua, biaya pemeliharaan** infrastruktur baik fisik maupun teknologi, juga merupakan komponen besar dari biaya operasional. Perusahaan yang lebih berhasil dalam pemeliharaan preventif cenderung menekan pengeluaran yang tidak terduga.

Transformasi digital berperan dalam meningkatkan efisiensi biaya operasional dan profitabilitas bank-bank di Eropa. Perbankan menunjukkan pengurangan biaya terkait IT dan infrastruktur fisik, terutama melalui adopsi layanan *cloud* dan pengurangan cabang fisik, berdampak langsung pada peningkatan margin operasional bank (KPMG, 2021). Menurut **Martins, C., & Santos, P. (2020)**, transformasi digital berperan dalam meningkatkan efisiensi biaya operasional dan profitabilitas bank-bank di Eropa. H3: Biaya Operasional berpengaruh positif terhadap Return on Asset

H4: Biaya Operasional berpengaruh positif terhadap Kinerja Lingkungan

Penggunaan Mesin ATM

Automated Teller Machine (ATM) merupakan perangkat elektronik yang memungkinkan nasabah untuk melakukan berbagai transaksi perbankan secara mandiri. Penggunaan ATM dalam layanan perbankan dapat memberikan beberapa kontribusi positif terhadap pengurangan dampak lingkungan. Mesin ATM modern dirancang dengan teknologi yang hemat energi, sehingga berkontribusi pada pengurangan konsumsi energi. Inovasi seperti penggunaan lampu LED dan mode tidur otomatis saat tidak digunakan dapat meningkatkan efisiensi (**Kumari, S., & Singh, R., 2019**).

Berikut adalah beberapa poin yang mendukung hal tersebut antara lain: pengurangan penggunaan kertas, efisiensi energi, pengurangan emisi karbon, pengurangan kebutuhan ruang fisik dan inovasi teknologi. Penggunaan mesin ATM tidak hanya memberikan kemudahan bagi nasabah, tetapi juga berkontribusi terhadap upaya pengurangan dampak lingkungan dalam layanan perbankan.

Beberapa penelitian telah dilakukan kaitannya penggunaan layanan ATM dapat mengurangi kebutuhan akan dokumen fisik seperti struk transaksi dan laporan rekening (Mansoor, M., & Ali, F. (2020)). Hal ini sejalan dengan inisiatif perbankan untuk beralih ke solusi digital dan mengurangi jejak karbon. Menurut Berardi, U., & Iuliano, F. (2016), berkurangnya kunjungan ke cabang bank karena kemudahan transaksi di ATM, emisi karbon dari transportasi pribadi juga berkurang. Hampir semua

bank yang mengadopsi praktik ramah lingkungan dalam operasional mereka, termasuk pengembangan ATM sebagai bagian dari strategi perbankan hijau. Ini mencakup penggunaan material ramah lingkungan dan pengurangan dampak lingkungan dari aktivitas bank (Hwang, H., 2021). Penggunaan aplikasi mobile banking yang terintegrasi dengan mesin ATM mengurangi kebutuhan akan perjalanan ke cabang, serta meningkatkan aksesibilitas layanan perbankan (Almaiah, M.A., & Jalab, H.A., 2020). Penggunaan mesin ATM dapat menjadi salah satu solusi untuk mendukung layanan ramah lingkungan dalam sektor perbankan. Dengan pengurangan penggunaan kertas, efisiensi energi, dan berkurangnya emisi karbon, ATM berperan penting dalam menciptakan sistem perbankan yang lebih berkelanjutan.

H5: Total penyediaan layanan ATM berpengaruh positif terhadap peningkatan Return on Asset.

H6: Total penyediaan layanan ATM berpengaruh positif terhadap Kinerja Lingkungan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif verifikatif dengan sampel sebanyak 9 bank yang menerapkan konsep ramah lingkungan. Jenis data sekunder yang bersumber dari Annual Report masing-masing bank serta Sustainability Report. Teknik analisis data adalah regresi data panel dengan menggunakan program *Eviews versi 13*. Untuk mengestimasi parameter model dengan data panel, terdapat beberapa teknik yang ditawarkan (Nahrowi dan Usman, 2006:311), yaitu: *Common effect Model (CEM)*, *Fixed Effect Model (FEM)*, dan *Random Effect Model (REM)* untuk menentukan model terbaik dalam penelitian. Untuk menentukan model terbaik menggunakan uji Chow dan uji Hausman.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil uji Chow dan uji Hausman, model estimasi terpilih adalah Panel EGL Random effect model dengan persamaan 1 sebagai berikut:

$$\text{ROA} = 1.153091 + 0.037105\text{GFIN} + 0.336718\text{TATM} - 0.038402\text{BOPO}$$

Model tersebut menunjukkan bahwa variabel TATM memiliki pengaruh positif dan BOPO negatif terhadap kinerja keuangan.

Pengaruh positif TATM menunjukkan kontribusi terhadap efisiensi biaya, peningkatan pendapatan, pengurangan dampak lingkungan, dan penciptaan nilai tambah bagi semua pemangku kepentingan.

Pengaruh negative BOPO menunjukkan bahwa BOPO yang tinggi menjadi indikator bahwa bank mungkin belum optimal dalam mengelola biaya operasional terkait keberlanjutan. Untuk mengatasi pengaruh negatif ini, bank perlu memastikan bahwa investasi dalam green banking memberikan dampak positif jangka panjang pada efisiensi, pendapatan, dan citra institusi. Strategi yang terencana dengan baik sangat penting untuk menyeimbangkan antara biaya dan manfaat inisiatif

ramah lingkungan.

Sedangkan green financing tidak berpengaruh, menunjukkan bahwa manfaat finansial dari pembiayaan ramah lingkungan belum sepenuhnya terealisasi atau belum terukur secara langsung. Namun, ini tidak berarti green financing tidak bernilai; dampaknya mungkin lebih terasa pada aspek keberlanjutan, reputasi bank, atau dalam indikator kinerja lainnya di masa depan. Bank perlu memastikan bahwa green financing dirancang untuk memberikan keseimbangan antara tujuan keberlanjutan dan profitabilitas jangka panjang.

KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dan pembahasan penelitian ini dapat diberikan kesimpulan sebagai berikut:

TATM yang dikelola dengan baik dapat meningkatkan efisiensi operasional, memperluas layanan tanpa menambah biaya fisik, dan memperkuat daya tarik bank bagi nasabah. Dalam konteks green banking, TATM juga mendukung pengurangan jejak karbon dengan layanan berbasis teknologi yang mengurangi penggunaan kertas dan sumber daya lainnya.

BOPO yang tinggi mencerminkan efisiensi operasional yang rendah, yang dapat menekan profitabilitas bank. Dalam green banking, peningkatan BOPO dapat disebabkan oleh biaya implementasi inisiatif ramah lingkungan seperti teknologi baru atau pembiayaan proyek hijau yang belum memberikan hasil langsung.

Green financing tidak mempengaruhi kinerja keuangan, menunjukkan bahwa kontribusinya terhadap kinerja keuangan bank mungkin masih dalam tahap awal, atau dampaknya lebih terasa pada aspek non-keuangan seperti reputasi, loyalitas nasabah, dan keberlanjutan jangka panjang.

REFERENSI

- Ghozali, I., & Chariri, A. (2014). **Teori Akuntansi**.
- Ansari et al. (2022), Prabu et al. (2021), Vijayalakshmi et al. (2021), *Ishtar Journal of Economics and Business Studies*.
- Ramila, M., & Gurusamy, S. (2015). Impact of Green Banking Initiatives Adopted by Public Sector Banks on Profitability. *Journal of Management Research*, Vol 5(Issue 2), 60- 68.
- Bekuma, T., Mamo, G., & Regassa, A. (2023). Indigenous and improved adaptation technologies in response to climate change adaptation and barriers among smallholder farmers in the East Wollega Zone of Oromia, Ethiopia. *Research in Globalization*, 6, Article 100110. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2022.100110>
- Caragnano, A., Mariani, M., Pizzutilo, F., Zito, M., 2020. Is it worth reducing GHG emissions? Exploring the effect on the cost of debt financing. *J. Environ. Manag.* 270, 110860.

<http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110860>.

Hossain, D. M., Bir, A. T. S. A., Sadiq, A. T., Tarique, K. M., & Momen, A. (2016). Disclosure of green banking issues in the annual reports: A study on Bangladeshi banks. *Middle East Journal of Business*, 11(1), 19–30. <https://doi.org/10.5742/MEJB.2015.92758>

Kwakwa, P. A. (2023). Sectoral growth and carbon dioxide emission in Africa: Can renewable energy mitigate the effect? *Research in Globalization*, 6, Article 100130. <https://doi.org/10.1016/j.resglo.2023.100130>

Liu, L.J., Yao, Y.F., Liang, Q.M., Qian, X.Y., Xu, C.L., Wei, S.Y., Creutzig, F., Wei, Y.M., 2021. Combining economic recovery with climate change mitigation: A global evaluation of financial instruments. *Econ. Anal. Policy* 72, 438–453. <http://dx.doi.org/10.1016/J.EAP.2021.09.009>.

Mir, A. A., & Bhat, A. A. (2022). Green banking and sustainability—a review. *Arab Gulf Journal of Scientific Research*, 40(3), 247–263. <https://doi.org/10.1108/AGJSR04-2022-0017>

Pu, Z., Yang, M., 2022. The impact of city commercial banks' expansion on China's regional energy efficiency. *Econ. Anal. Policy* 73, 10–28. <http://dx.doi.org/10.1016/J.EAP.2021.10.017>.

Polzin, F., Sanders, M., 2020. How to finance the transition to low-carbon energy in Europe? *Energy Policy* 147, 111863. <http://dx.doi.org/10.1016/j.enpol.2020.111863>.

Rahman, MH, & Majumder, SC (2022). Analisis empiris mengenai solusi yang layak untuk mengurangi emisi CO2: Bukti dari 11 negara berikutnya. *Penelitian Ilmu Lingkungan dan Polusi.*, 29, 73191–73209. <https://doi.org/10.1007/s11356022-20908-5>

Sahoo, P dan Nayak, BP. (2008). Green Banking in India. *The Indian Economic Journal: The Quarterly Journal of The Indian Economic Association* Vol. 55

Taghizadeh-Hesary, F., Yoshino, N., Fukuda, L., Rasoulinezhad, E., 2021. A model for calculating optimal credit guarantee fee for small and medium-sized enterprises. *Econ. Model.* 95, 361–373. <http://dx.doi.org/10.1016/J.ECONMOD.2020.03.003>.

Thombre, K.A. (2011). The New Face of Banking: Green Banking. *Indian Streams Research Journal* Vol. I

Voumik, LC, Rahman, MH, Nafi, MS, Hossain, MA, Ridzuan, AR, & Yusop, NYM (2023). Memodelkan energi tak terbarukan dan terbarukan yang berkelanjutan berdasarkan hipotesis EKC untuk sepuluh tujuan wisata paling populer di Afrika. *Keberlanjutan*, 15, 4029. <https://doi.org/10.3390/su15054029>

Wang, R., Mirza, N., Vasbieva, D.G., Abbas, Q., Xiong, D., 2020. The nexus of carbon emissions, financial development, renewable energy consumption, and technological innovation: What should be the priorities in light of COP 21 agreements? *J. Environ. Manag.* 271, 111027. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111027>.

Wu, P., Guo, F., Cai, B., Wang, C., Lv, C., Liu, H., Huang, J., Huang, Y., Cao, L., Pang, L., Gao, J., 2021. Co-benefits of peaking carbon dioxide emissions on air quality and health, a case of Guangzhou, China. *J. Environ. Manag.* 282, 111796. <http://dx.doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111796>.

Wardhani R.S., (2013). Pengaruh CSR Disclosure Terhadap Nilai Perusahaan dengan Kinerja Keuangan Sebagai Variabel Intervening.

Yoshino, N., Taghizadeh-Hesary, F., 2019. Optimal credit guarantee ratio for small and medium-sized enterprises' financing: Evidence from Asia. *Econ. Anal. Policy* 62, 342–356. <http://dx.doi.org/10.1016/J.EAP.2018.09.011>.

HAL AUDIT UTAMA (HAU) MEMEDIASI PENGARUH ROTASI AUDIT DAN KEAHLIAN KOMITE AUDIT TERHADAP KUALITAS AUDIT

Neni Maryani*), Purwanto

Accounting Department Jenderal Achmad Yani University

**Email: neni.maryani@lecture.unjani.ac.id*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui Hal Audit Utama memediasi Pengaruh Rotasi Audit dan Keahlian Komite Audit Terhadap Kualitas Audit pada perusahaan yang terdaftar di BEI tahun 2022–2023. Pengambilan sampel menggunakan *purposive* sampling sehingga diperoleh 787 perusahaan. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linier berganda dengan menggunakan uji hipotesis alur analisis jalur. Aplikasi yang digunakan adalah STATA versi 17. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa Rotasi Audit, Keahlian Komite Audit, dan Hal Audit Utama tidak berpengaruh terhadap Kualitas Audit secara parsial maupun simultan. Namun Rotasi Audit memiliki pengaruh negative terhadap Hal Audit Utama sedangkan Komite Audit tidak berpengaruh terhadap Hal Audit Utama. Selain itu, Hal Audit tidak memediasi pengaruh antara Rotasi Audit dan Komite Audit terhadap Kualitas Audit.

Keywords: Hal Audit Utama, Keahlian Komite Audit, dan Kualitas Audit

1. INTRODUCTION

Laporan keuangan perusahaan yang telah di audit oleh Kantor Akuntan Publik mencerminkan kualitas audit yang dilakukan oleh Kantor Akuntan Publik. Laporan keuangan yang telah diaudit tersebut merupakan hal yang sangat disorot untuk beberapa kalangan seperti pemegang saham, Direktorat Jenderal Pajak, Kementerian Keuangan, Investor di Bursa Efek Indonesia dan stakeholder lain. Kementerian Keuangan sebagai salah satu regulator di Indonesia juga telah mengeluarkan peraturan Nomor 186 /PMK.01/2021 Tentang Pembinaan dan Pengawasan Akuntan Publik yang secara efektif berlaku pada tanggal 15 Maret 2022.

Peraturan tersebut muncul bukan tanpa sebab. Beberapa kasus terkait laporan keuangan yang telah diaudit telah terjadi beberapa tahun belakangan ini. Beberapa laporan keuangan yang menjadi kasus diantaranya seperti laporan keuangan PT. Garuda Indonesia Tbk yang di audit oleh Kantor Akuntan Publik Tanubrata Sutanto Fahmi Bambang dan Rekan yang juga merupakan Kantor Akuntan Publik

afiliasi internasional yaitu BDO International dimana laporan keuangan PT. Garuda Indonesia diaudit oleh Kasner Sirumapea sebagai akuntan publiknya. Laporan Keuangan Tahunan Garuda tersebut dinyatakan cacat setelah ditemukan fakta bahwa Garuda Indonesia mengakui pendapatan terkait kerjasama yang dilakukan dengan PT Mahata Aero Teknologi atas pembayaran yang akan diterima Garuda setelah penandatanganan perjanjian sehingga hal tersebut berdampak pada Laporan Laba Rugi Garuda. Melihat hal ini, dua komisaris Garuda tidak turut menandatangani Laporan Keuangan 2018 tersebut (Sari et al., 2019). Kasus terbaru lainnya adalah dari PT Asuransi Adisarana Wanaartha yang di audit oleh Kantor Akuntan Publik Kosasih Nurdiyaman Mulyadi Cahyo dan Rekan yang juga merupakan kantor akuntan public afiliasi internasional yaitu Crowe Horwath dimana laporan keuangan dari PT Asuransi Adisarana Wanaartha diaudit oleh Nunu Nurdiyaman sebagai akuntan publiknya. PT Asuransi Adisarana Wanaartha (WAL) dari tahun 2014 sampai 2019 diaudit oleh Kantor Akuntan Publik Kosasih Nurdiyaman Mulyadi Cahyo dan Rekan. Berdasarkan pemeriksaan, AP dan KAP itu tidak dapat menemukan adanya indikasi manipulasi laporan keuangan, terutama tidak melaporkan peningkatan produksi dari produk asuransi yang berisiko tinggi (Maysha, 2023).

Sehubungan dengan fenomena yang telah diungkapkan dalam latar belakang di muka, berupa menurunnya reputasi KAP di Indonesia terutama disebabkan oleh masalah rendahnya kualitas audit yang dihasilkan KAP dan akibat pengaruh dari Rotasi Audit. Kualitas Audit adalah probabilitas dimana seorang auditor menemukan dan melaporkan tentang adanya suatu pelanggaran dalam system akuntansi kliennya. Kualitas Audit diukur dengan menggunakan Discretionary Accruals atau perbedaan antara laba akuntansi dan arus kas yang dipengaruhi oleh manajemen. Sedangkan Rotasi Audit adalah perpindahan auditor yang terjadi karena adanya peraturan yang mewajibkan (*mandatory*) dan secara sukarela (*voluntary*) dari auditor dan keputusan manajemen (Davidson et al., 2005). Rotasi audit biasanya diukur dengan mengidentifikasi perubahan dalam auditor atau firma audit yang bertanggung jawab atas audit suatu perusahaan.

Selain itu fenomena sebelumnya diakibatkan oleh faktor keahlian komite audit dan hal audit utama. Keahlian Komite Audit merupakan salah satu syarat utama yang mengharuskan adanya ahli keuangan pada komite audit untuk perusahaan publik. Komite audit harus memiliki satu atau lebih anggota yang memiliki keahlian dan berlatar belakang pendidikan akuntansi sesuai peraturan dari Otoritas Jasa Keuangan (OJK) Nomor 55/POJK.04/2015 tentang pembentukan dan pedoman pelaksanaan kerja komite audit. Keahlian komite audit biasanya diukur berdasarkan keahlian keuangan dan industri dari anggota komite audit.

Sedangkan Hal Audit Utama adalah hal-hal yang, menurut pertimbangan profesional auditor, merupakan hal yang paling penting dalam audit atas laporan keuangan periode berjalan (IAASB, 2015). Hal Audit Utama biasanya diukur berdasarkan jumlah dan jenis HAU yang diungkapkan dalam

laporan audit.

Beberapa penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan penelitian yang akan dilakukan tentang rotasi audit, keahlian komite audit, hal audit utama dan kualitas audit telah dilakukan oleh beberapa peneliti. Hasil empiris mengenai hubungan antara rotasi auditor dan kualitas pelaporan keuangan masih beragam dan belum meyakinkan. Sebagai contoh, berdasarkan berbagai proksi kualitas pelaporan keuangan, (Hamilton et al., 2011), Firth, Rui, dan Wu (2012a), (Chi et al., 2013), (Lennox et al., 2014), Litt, Sharma, Simpson, dan Tanyi (2014), dan (Laurion et al., 2017) mendokumentasikan hubungan yang signifikan antara rotasi auditor dan kualitas pelaporan keuangan. Namun, hasil dari Chi, Huang, Liao, dan Xie (2009), Kwon, Lim, dan Simnett (2014), Kuang, Li, Sherwood, dan Whited (2020), dan Gipper, Hail, dan Leuz (2021) menunjukkan tidak ada pengaruh signifikan rotasi auditor terhadap kualitas audit.

Selain itu Salah satu studi paling awal, Carcello et al. (2002) mendefinisikan keahlian dalam kaitannya dengan jabatan direktur lainnya dan melaporkan dampak positif terhadap audit biaya. Abbott dkk. (2003), walaupun menggunakan definisi yang lebih luas yang mencakup kualifikasi dan pengalaman, juga melaporkan dampak positif. Namun, menggunakan ukuran keahlian yang serupa, baik Lee dan Mande (2005) di AS dan Zaman dkk. (2011) di Inggris tidak menemukan dampaknya. Dengan menggunakan definisi keahlian yang lebih sempit, biasanya berarti anggota dengan kualifikasi dan pengalaman akuntansi profesional, Krishnan dan Visvanathan (2009) melaporkan dampak negatif sementara Goodwin Stewart dan Kent (2006) dan Rainsbury, Bradbury, dan Cahn (2009) tidak menemukan dampak. Oleh karena itu, singkatnya penelitian yang ada telah menunjukkan temuan yang beragam sehubungan dengan nilai keahlian keuangan pada komite audit, namun penelitian juga menunjukkan variasi yang signifikan dalam cara mendefinisikan keahlian tersebut.

Hal tersebut dapat di buktikan juga dengan hasil penelitian tentang pengaruh rotasi audit, keahlian komite audit terhadap kualitas audit yang dimediasi oleh pengungkapan hal audit utama telah diteliti oleh (Lin & Yen, 2022) hubungan antara rotasi auditor dengan kualitas pelaporan keuangan semakin signifikan ketika terjadi perubahan dalam pengungkapan *Key Audit Matters* (KAM) yang terjadi setelah rotasi auditor. (Velte, 2020) menemukan bahwa pakar keuangan dan pakar industri pada komite audit berhubungan positif dan signifikan dengan keterbacaan pengungkapan *Key Audit Matters* (KAM).

2. LITERATURE REVIEW

- Teori Agensi

Teori keagenan (*agency theory*) pertama kali ditemukan oleh Michael C. Jensen dan William H. Meckling pada tahun 1976. Hubungan antara *principal* dan *agent* merupakan hubungan agensi murni, maka karena itu sering ditemukan masalah yang terkait dengan "pemisahan kepemilikan dan kontrol" di perusahaan (Jensen and Meckling, 1976)(Jensen and Meckling, 1976).

Dilatar belakangi hal tersebut maka Rotasi audit dapat mempengaruhi hubungan ini dengan dua cara. Pertama, rotasi dapat meningkatkan independensi auditor dengan membatasi hubungan yang terlalu akrab antara auditor dan manajemen, yang dapat mengancam objektivitas auditor. Kedua, rotasi dapat mempengaruhi kualitas audit dengan mempengaruhi pengetahuan dan pengalaman auditor tentang bisnis klien. Namun, rotasi audit juga dapat menurunkan kualitas audit, terutama pada tahap awal hubungan auditor-klien, ketika auditor baru tidak memiliki pengetahuan yang cukup tentang bisnis klien.

Pengalaman dan keahlian komite audit dibidang pelaporan keuangan juga penting dalam konteks teori keagenan. Komite audit yang efektif dan berpengetahuan dapat memastikan bahwa auditor melakukan pekerjaannya dengan baik dan bahwa laporan keuangan perusahaan akurat dan transparan. Ini dapat membantu memitigasi masalah keagenan dengan memastikan bahwa manajemen bertindak dalam kepentingan terbaik pemegang saham.

- Teori Kontrak

Teori kontrak (*Contract Theory*) merupakan sejumlah konsep baru dan sangat penting, seperti komitmen, renegotiasi, dan kontrak yang tidak lengkap. Kontrak teori menggambarkan hubungan antara beberapa agen yang berkolaborasi untuk mencapai beberapa tujuan. Teori kontrak berkaitan dengan hasil atau kinerja (Chiappori & Salanie,1997).

Rotasi audit, *key audit matters* (KAM), dan keahlian komite audit dapat dilihat sebagai mekanisme yang digunakan dalam kontrak antara prinsipal dan agen untuk memastikan kualitas audit yang tinggi. Rotasi audit dapat membantu memastikan independensi auditor dan mengurangi risiko kolusi antara auditor dan manajemen perusahaan. Ini sejalan dengan teori kontrak yang menekankan pentingnya mekanisme kontrol untuk memastikan bahwa agen bertindak sesuai dengan kepentingan principal. KAM adalah bagian penting dari laporan auditor yang memberikan transparansi lebih besar tentang area risiko signifikan dalam audit. Mereka dapat membantu pemegang saham memahami lebih baik area kritis dalam laporan keuangan perusahaan dan bagaimana auditor telah menangani risiko ini. Ini sejalan dengan teori kontrak yang menekankan pentingnya informasi dalam memastikan bahwa agen bertindak sesuai dengan kepentingan *principal*. Keahlian komite audit juga penting dalam

memastikan kualitas audit yang tinggi. Komite audit yang berpengetahuan dan berpengalaman lebih mungkin untuk memahami dan memantau kualitas audit. Ini sejalan dengan teori kontrak yang menekankan pentingnya pemantauan dalam memastikan bahwa agen bertindak sesuai dengan kepentingan principal.

- Teori Perilaku Terencana

Teori perilaku terencana dikemukakan oleh psikolog Icek Ajzen 1985. Teori ini mengemukakan bahwa perilaku seorang individu ditentukan oleh niatnya untuk melakukan perilaku tersebut, yang dipengaruhi oleh sikapnya terhadap perilaku tersebut, norma subjektif, dan kontrol perilaku yang dirasakan. Dalam konteks penelitian ini, teori perilaku terencana dapat digunakan untuk menjelaskan mengapa beberapa anggota komite audit lebih cenderung meneliti proses pelaporan keuangan dan pekerjaan auditor eksternal dibandingkan yang lain. Misalnya, jika anggota komite audit mempunyai sikap positif terhadap tugas-tugas ini, percaya bahwa mereka diharapkan untuk melakukan tugas-tugas ini (norma subjektif), dan merasa yakin dengan kemampuan mereka untuk melakukan tugas-tugas ini (kontrol perilaku yang dirasakan), mereka lebih kemungkinan besar akan melakukannya. Hal ini pada gilirannya dapat berkontribusi pada kualitas audit yang lebih baik.

Pengaruh Rotasi KAP Terhadap Hal Audit Utama

Hasil peneliti tentang pengaruh rotasi audit terhadap Hal Audit Utama (HAU) bervariasi. Sebuah studi yang dilakukan di Taiwan menemukan bahwa perubahan dalam pengungkapan HAU lebih mungkin terjadi ketika ada perubahan dalam partner audit dibandingkan ketika tidak ada perubahan (Lin & Yen, 2022a). Ini menunjukkan bahwa rotasi audit dapat mempengaruhi apa yang dianggap sebagai HAU dan bagaimana mereka diungkapkan. Studi ini juga menemukan bahwa rotasi audit cenderung mempengaruhi kualitas akrual hanya ketika HAU yang berbeda disediakan oleh partner audit yang menggantikan. Namun, beberapa peneliti lainnya menemukan bukti yang berbeda (Gipper et al., 2020) menemukan bukti terbatas tentang manfaat "*fresh-look*" dari rotasi audit, yang berarti mereka tidak menemukan bukti kuat bahwa rotasi audit menghasilkan perubahan signifikan dalam penilaian risiko atau strategi audit, yang mungkin tercermin dalam HAU dan (Gipper et al., 2020) juga menemukan bahwa rotasi audit mungkin tidak selalu memiliki efek positif pada HUA atau kualitas audit pada studi menemukan bahwa ada peningkatan kemungkinan kesalahan material setelah rotasi audit wajib, terutama ketika masa jabatan firma audit pendek. Dari uraian diatas dapat diusulkan hipotesis :

H1: Rotasi KAP Berpengaruh Positif Terhadap Hal Audit Utama

Pengaruh Keahlian Komite Audit Terhadap Hal Audit Utama

Sejalan dengan teori keagenan, kami berasumsi bahwa kemungkinan berkurangnya konflik keagenan antara manajemen dan pemegang saham bergantung pada pengawasan yang ketat oleh komite audit dalam sistem satu tingkat di Inggris. Sejalan dengan hasil empiris sebelumnya (Cassell et al., 2012; Hoitash dan Hoitash, 2009; Velte, 2018a, b), kami berasumsi bahwa keahlian keuangan komite audit akan berkontribusi pada kerja sama yang lebih baik dengan auditor eksternal dan peningkatan motivasi untuk pengambilan keputusan yang berguna bagi pelaporan auditor. Menurut UK Corporate Governance Code (FRC, 2018), komite audit harus memiliki setidaknya satu anggota yang memiliki keahlian keuangan. Keahlian keuangan berarti anggota komite audit memahami akuntansi keuangan dan standar audit. Karena pemegang saham menuntut bagian HUA yang mudah dibaca dalam laporan audit, keahlian keuangan komite audit akan menyebabkan asimetri informasi yang lebih rendah dan lebih sedikit konflik kepentingan.

Karena komite audit dan auditor eksternal harus mendiskusikan titik fokus audit, yang dapat diekstraksi untuk pengungkapan HUA, kami berasumsi bahwa gabungan keahlian keuangan dan industri pada komite audit lebih berguna dibandingkan dengan keahlian tunggal dalam satu bidang. Keahlian keuangan dan industri merupakan variabel komposisi komite audit yang saling melengkapi dan mengarah pada pengetahuan dan efektivitas komite audit yang lebih baik. Dengan mengacu pada pengawasan yang lebih ketat terhadap pelaporan keuangan dan audit eksternal serta keputusan pengungkapan auditor yang berguna karena adanya keahlian keuangan dan industri pada komite audit. Dari uraian diatas dapat diusulkan hipotesis :

H2 : Keahlian Komite Audit Berpengaruh Positif Terhadap Hal Audit Utama

Pengaruh Rotasi Audit Terhadap Kualitas Audit

Beberapa studi telah menunjukkan bahwa rotasi auditor dapat mempengaruhi kualitas pelaporan keuangan. Hamilton et al. (2005) menemukan bukti negatif antara rotasi partner audit dan akumulasi yang tidak terduga, yang menunjukkan akuntansi yang lebih konservatif setelah rotasi. Firth et al. (2012a) menemukan bahwa perusahaan dengan rotasi partner audit wajib memiliki kecenderungan yang lebih tinggi untuk menerima opini audit yang dimodifikasi daripada perusahaan non-rotasi. (Lennox et al., 2014) mendokumentasikan frekuensi yang jauh lebih tinggi dari penyesuaian audit pada tahun terakhir masa jabatan partner audit yang berangkat dan tahun pertama masa jabatan partner audit yang baru.

Rotasi auditor diyakini mempengaruhi kualitas pelaporan keuangan sebagian karena pandangan segar yang dibawa oleh auditor baru. Namun, pandangan segar ini umumnya tidak dapat diamati dan seringkali diasumsikan. Studi ini menunjukkan bahwa rotasi auditor cenderung mempengaruhi kualitas akumulasi hanya ketika KAM yang berbeda disediakan oleh partner audit yang menggantikan. Dari uraian diatas dapat diusulkan hipotesis :

H3 : Rotasi Audit Berpengaruh Positif Terhadap Kualitas Audit

Pengaruh Komite Audit Terhadap Kualitas Audit

Penelitian yang dilakukan oleh (Velte, 2020) menemukan bahwa keahlian keuangan dan industri dari anggota komite audit memiliki dampak positif pada keterbacaan Hal Audit Utama (HAU), yang dianggap sebagai indikator kualitas audit. Keahlian keuangan dan industri ini berfungsi sebagai pengetahuan komplementer yang memperkuat kemampuan komite audit dalam mengawasi proses pelaporan keuangan dan auditor eksternal. Penelitian ini juga menemukan bahwa keahlian keuangan dan industri yang dikombinasikan memiliki efek yang lebih kuat daripada keahlian keuangan atau industri saja. Penelitian lain oleh Hoitash dan Hoitash (2009) juga menemukan hubungan positif yang signifikan antara keahlian keuangan komite audit dan kualitas audit. Dari uraian diatas dapat diusulkan hipotesis :

H4 : Keahlian Komite Audit Berpengaruh Positif Terhadap Kualitas Audit

Pengaruh Hal Audit Utama Terhadap Kualitas Audit

Hal Audit Utama (HAU) adalah bagian penting dari laporan audit yang memberikan transparansi lebih besar tentang area risiko signifikan dalam audit. HAU dapat mempengaruhi kualitas audit dalam beberapa cara. Pertama, HAU dapat membantu meningkatkan kualitas audit dengan memastikan bahwa auditor memfokuskan perhatian dan sumber daya mereka pada area yang paling berisiko atau signifikan dalam laporan keuangan perusahaan. Misalnya, jika auditor mengidentifikasi area tertentu sebagai HAU, mereka mungkin akan menghabiskan lebih banyak waktu dan sumber daya untuk mengaudit area tersebut, yang pada gilirannya dapat membantu meningkatkan kualitas audit (Carey, P., & Simnett, R, 2006). Kedua, HAU dapat membantu meningkatkan kualitas audit dengan meningkatkan transparansi dan pemahaman pemegang saham tentang proses audit.

Pendapat para peneliti tentang pengaruh Hal Audit Utama (HAU) terhadap kualitas audit bervariasi. Beberapa peneliti berpendapat bahwa HAU dapat meningkatkan kualitas audit dengan meningkatkan transparansi dan pemahaman pemegang saham tentang proses audit. Sebuah studi menemukan bahwa pengungkapan HAU dapat membantu pemegang saham memahami lebih baik bagaimana auditor menangani risiko signifikan, yang pada gilirannya dapat meningkatkan kepercayaan mereka pada kualitas audit (Bedard, J., & Bera, P., (2018).

Sebuah studi menemukan bahwa meskipun HAU dapat meningkatkan transparansi audit, mereka juga dapat menciptakan peluang bagi manajemen untuk mempengaruhi proses audit dan mengurangi kualitas audit (Griffith et al., 2015). Dari uraian diatas dapat diusulkan hipotesis :

H5 : Hal Audit Utama Berpengaruh Positif Terhadap Kualitas Audit

Hal Audit Utama Memediasi Pengaruh Rotasi Audit Terhadap Kualitas Audit

Perubahan dalam pengungkapan HAU lebih mungkin terjadi ketika ada perubahan dalam partner audit dibandingkan ketika tidak ada perubahan (Lin & Yen, 2022b). Ini menunjukkan bahwa rotasi audit dapat mempengaruhi apa yang dianggap sebagai HAU dan bagaimana mereka diungkapkan. Studi ini juga menemukan bahwa rotasi audit cenderung mempengaruhi kualitas akrual hanya ketika HAU yang berbeda disediakan oleh partner audit yang menggantikan. HAU dapat mempengaruhi kualitas audit dalam beberapa cara. Pertama, HAU dapat membantu meningkatkan kualitas audit dengan memastikan bahwa auditor memfokuskan perhatian dan sumber daya mereka pada area yang paling berisiko atau signifikan dalam laporan keuangan perusahaan (Carey, P., & Simnett, R, 2006). Dengan memberikan informasi lebih detail tentang area risiko signifikan dalam audit, KAM dapat membantu pemegang saham memahami lebih baik bagaimana auditor telah menangani risiko ini, yang pada gilirannya dapat membantu meningkatkan kepercayaan mereka pada kualitas audit (Bedard, J., & Bera, 2018). Namun, penting untuk dicatat bahwa efek HAU pada kualitas audit mungkin tergantung pada sejumlah faktor lain, seperti kualitas dan relevansi informasi yang diungkapkan dalam HAU, serta kualitas dan keahlian auditor itu sendiri (Zeng et al., 2021). Maka diusulkan hipotesis :

H6 : Hal Audit Utama Memediasi Pengaruh Rotasi Audit Terhadap Kualitas Audit

Hal Audit Utama Memediasi Pengaruh Keahlian Komite Audit Terhadap Kualitas Audit

Sejalan engan hasil empiris sebelumnya (Cassell et al., 2012; Hoitash dan Hoitash, 2009; Velte, 2018a, b), keahlian keuangan komite audit akan berkontribusi pada kerja sama yang lebih baik dengan auditor eksternal dan peningkatan motivasi untuk pengambilan keputusan yang berguna bagi pelaporan auditor. Tanpa adanya keahlian industri dalam komite audit, komite audit tidak akan dapat membahas pengungkapan HAU yang spesifik untuk industri tertentu secara "eye level". HAU dapat mempengaruhi kualitas audit dalam beberapa cara. Pertama, HAU dapat membantu meningkatkan kualitas audit dengan memastikan bahwa auditor memfokuskan perhatian dan sumber daya mereka pada area yang paling berisiko atau signifikan dalam laporan keuangan perusahaan (Carey, P., & Simnett, R, 2006). Dengan memberikan informasi lebih detail tentang area risiko signifikan dalam audit, KAM dapat membantu pemegang saham memahami lebih baik bagaimana auditor telah menangani risiko ini, yang pada gilirannya dapat membantu meningkatkan kepercayaan mereka pada kualitas audit (Bedard, J., & Bera, 2018). Namun, penting untuk dicatat bahwa efek HAU pada kualitas audit mungkin tergantung pada sejumlah faktor lain, seperti kualitas dan relevansi informasi yang diungkapkan dalam HAU, serta kualitas dan keahlian auditor itu sendiri (Zeng et al., 2021). Maka diusulkan hipotesis :

H7 : Hal Audit Utama Memediasi Pengaruh Keahlian Komite Audit Terhadap Kualitas Audit

3. DATA AND RESEARCH TECHNIQUE ANALISYS

Populasi dan sampel

Populasi dalam penelitian ini adalah emiten yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia tahun 2022-2023 sebanyak 833 perusahaan. Pengambilan sampel dilakukan dengan *purposive sampling*. *Purposive sampling* hal ini digunakan karena informasi yang akan diambil berasal dari sumber yang sengaja dipilih berdasarkan kriteria yang telah ditetapkan peneliti, yaitu ketersediaan data LAI dan LAI yang dapat dibaca.

Tabel 1 Tabel Variabel Operasional

Variabel	Konsep Variabel	Indikator	Skala Ukur
Rotasi Audit	Rotasi auditor adalah perpindahan auditor yang terjadi karena adanya peraturan yang mewajibkan (<i>mandatory</i>) dan secara sukarela (<i>voluntary</i>) dari auditor dan keputusan manajemen (Davidson et al., 2005).	Diukur dengan jumlah tahun sejak rotasi audit terakhir (DeFond, M. L., & Zhang, J.,2014)	Rasio
Keahlian Komite Audit	Perusahaan wajib memiliki paling sedikit 1 (satu) anggota komite audit yang berlatar belakang pendidikan dan keahlian di bidang akuntansi dan keuangan (POJK Nomor 55/POJK.04/2015)	Persentase pakar keuangan dan industri dalam komite audit dibandingkan total anggota komite audit. (Patrick Velte,2019	Rasio
Kualitas Audit	Kualitas audit sebagai probabilitas dimana seorang auditor menemukan dan melaporkan tentang adanya suatu pelanggaran dalam system akuntansi kliennya (De Angelo ,1981:26)	<i>Discretionary accruals</i> (Becker, C. L., DeFond, M. L., Jiambalvo, J., & Subramanyam, K. R.,1998).	Rasio

Hal Audit Utama (HAU)	HAU adalah hal-hal yang, menurut pertimbangan profesional auditor, merupakan hal yang paling penting dalam audit atas laporan keuangan periode berjalan (IAASB, 2015)	Diukur berdasarkan jumlah dan jenis HAU yang diungkapkan dalam laporan audit (Bedard, J., & Bera, P., 2018).	Rasio
-----------------------	---	--	-------

Jenis dan Sumber Data

Data dan informasi dalam penelitian ini bersumber dari laporan keuangan perusahaan yang terdaftar di Bursa Efek Indonesia (BEI) periode 2022-2023 yang telah diaudit dan diperoleh dari website resmi www.idx.co.id

Analisis Data

Metode analisis data dalam penelitian ini adalah *analisis statistic deskriptive*, uji reliabilitas dan validitas data, uji normalitas data, uji determinasi, uji T, uji asumsi klasik yang terdiri dari uji multikolinieritas, dan uji heteroskedastisitas. Analisis regresi yang digunakan adalah analisis regresi linier berganda dengan menggunakan uji hipotesis menggunakan *path analysis* (analisis jalur).

4. RESULT AND DISCUSSION

Analisis Statistik Deskriptif

Hasil dari statistika deskriptif masing-masing variabel adalah sebagai berikut:

Tabel 2 Statistika deskriptif

Variable		Mean	Std. dev.	Min	Max	Observations
QA_Y	overall	.9754261	.8943001	-27.1429	5.662125	N = 1518
	between		.6852675	-13.88747	4.100143	n = 763
	within		.5736021	-12.28001	14.23086	T-bar = 1.98952
KAM_M	overall	406.3228	217.2789	0	2086	N = 1518
	between		198.0416	0	1705	n = 763
	within		91.7939	-126.6772	939.3228	T-bar = 1.98952
AUDITC~1	overall	.6431379	.2172773	0	1	N = 1518
	between		.1980338	.1666667	1	n = 763
	within		.0887519	.1431379	1.143138	T-bar = 1.98952
AUDITR~2	overall	.1844532	.3879812	0	1	N = 1518
	between		.3873185	0	1	n = 763
	within		0	.1844532	.1844532	T-bar = 1.98952

Sumber: Output STATA 17, 2024

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa jumlah observasi data yang diteliti pada penelitian ini adalah 1.518 dari 759 perusahaan yang terdaftar di BEI tahun 2022 – 2023. Pada setiap variable memiliki nilai minimum yang berbeda-beda diantaranya QA_Y (Kualitas Audit) memiliki nilai minimum sebesar -27,14, KAM_M memiliki nilai minimum sebesar 0 kata, AUDITCOMMITE_X1 memiliki nilai minimum sebesar 0 anggota yang ahli dibagian keuangan dan AUDITROTATION_X2 memiliki nilai minimal sebesar 0 yang tidak melakukan rotasi pada periode yang diteliti. Sedangkan nilai maksimum untuk masing-masing variabel adalah QA_Y memiliki nilai maksimum sebesar 5,66, KAM_M memiliki nilai maksimum sebesar 2083 Kata, AUDITCOMMITE_X1 memiliki nilai maksimum sebesar 1 yang ahli dibagian keuangan, dan AUDITROTATION_X2 memiliki nilai sebesar 1 yang melakukan rotasi audit pada periode yang diteliti, Beberapa variabel memiliki mean > standar deviasi diantaranya QA_Y ($0.98 > 0.89$), KAM_M ($406.32 > 217.28$), dan AUDITCOMMITE_X1 ($0.64 > 0.21$). Sedangkan untuk variabel AUDITROTATION_X2 memiliki Mean < Standar Deviasi yaitu $0.18 < 0.38$ hal tersebut disebabkan dominan perusahaan tidak melakukan Rotasi Audit pada periode tersebut. Hal tersebut dapat disimpulkan bahwa data cukup baik dimana data dapat mengidentifikasi bahwa standar error didalam variabel tersebut tidak besar.

Analisis Statistic Hipotesis

Analisis Hipoteis pertama yaitu menganalisis pengaruh Rotasi Audit, dan Komite Audit secara parsial terhadap Hal Audit Utama. Untuk Hasil statistika nya adalah sebagai berikut:

Tabel 3 Statistika Hipotesis KAM Sebagai Variabel Dependen

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	1,518
Model	498556.769	2	249278.385	F(2, 1515)	=	5.31
Residual	71119187.1	1,515	46943.3578	Prob > F	=	0.0050
				R-squared	=	0.0070
				Adj R-squared	=	0.0057
Total	71617743.8	1,517	47210.1146	Root MSE	=	216.66

KAM_M	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
AUDITCOMMITTE_X1	-65.92012	25.6085	-2.57	0.010	-116.152	-15.68825
AUDITROTATION_X2	-27.8457	14.34128	-1.94	0.052	-55.97657	.2851682
_cons	453.8548	17.52903	25.89	0.000	419.471	488.2385

Sumber: Output STATA 17, 2024

Dalam tabel 3 dapat disimpulkan sebagai berikut:

Rotasi Audit

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai T untuk variabel AUDITROTATION_X2 < 0.05 atau 0.010 < 0.05, hal tersebut menunjukkan bahwa variabel Rotasi Audit berpengaruh terhadap Hal Audit Utama. Selain itu, pada tabel 2 ditemukan bahwa variabel rotasi berpengaruh negative terhadap Hal Audit Utama. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan variabel AUDITROTAION_X2 memiliki nilai T_{hitung} sebesar 2.57 yang artinya bahwa Rotasi Audit memiliki pengaruh negative terhadap Hal Audit Utama. Dalam satu firma memiliki beberapa Auditor, maka dapat dipastikan tidak setiap perusahaan diaudit oleh Auditor yang sama dengan KAP yang sama maka ada kemungkinan Auditor yang baru yang belum memiliki pemahaman terkait perusahaan mengaudit laporan keuangan perusahaan tersebut. Perumpamaan tersebut menyebabkan ada beberapa resiko yang terlewat yang sudah teridentifikasi oleh Auditor sebelumnya. Maka dari itu jika diaudit oleh firma sebelumnya maka akan menurunkan Hal Audit Utama dikarenakan adanya kemungkinan Auditor baru atau yang belum pernah mengaudit perusahaan tersebut memeriksa laporan keuangan perusahaan tersebut namun dengan firma yang sama pada periode tersebut.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Gipper et al., (2020), juga menemukan bahwa rotasi audit mungkin tidak selalu memiliki efek positif pada HUA atau kualitas audit pada studi menemukan bahwa ada peningkatan kemungkinan kesalahan material setelah rotasi audit wajib, terutama ketika masa jabatan firma audit pendek.

Komite Audit

Pada Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai T untuk variabel AUDITCOMMITTE_X21 > 0.05 atau 0.052 > 0.05, hal tersebut menunjukkan bahwa variabel Komite Audit tidak berpengaruh terhadap Hal

Audit Utama. Hal tersebut dikarenakan Komite Audit hanya sebagai penghubung saja dalam komunikasi antara auditor dengan manajemen dan Komite Audit hanya membantu Dewan Komisaris dalam mengawasi jalannya perusahaan dari pada Resiko yang dikemukakan Auditor terhadap laporan keuangan perusahaan.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Goodwin Stewart dan Kent (2006) dan Rainsbury, Bradbury, dan Cahn (2009).

Dari tabel tersebut diperoleh persamaan regresi linier berganda yang dapat digambarkan sebagai berikut:

$$M = 25,89 - 2,57X_1 - 1,94X_2 + e$$

Dari persamaan berikut dapat disimpulkan bahwa Rotasi KAP (-2,57) memiliki pengaruh negative terhadap Hal Audit Utama yang artinya jika variabel X mengalami kenaikan maka Hal Audit Utama mengalami penurunan.

Selanjutnya Uji Hipotesis secara parsial maupun simultan pengaruh Rotasi Audit, Komite Audit dan Hal Audit Utama terhadap Kualitas Audit. Hasil statistika Hipotesis adalah sebagai berikut:

Tabel 4 Statistika Hipotesis Kualitas Audit Sebagai Variabel Dependen

Source	SS	df	MS	Number of obs	=	1,518
Model	2.10904749	3	.703015831	F(3, 1514)	=	0.88
Residual	1211.14601	1,514	.799964337	Prob > F	=	0.4514
Total	1213.25505	1,517	.799772613	R-squared	=	0.0017
				Adj R-squared	=	-0.0002
				Root MSE	=	.89441

QA_Y	Coefficient	Std. err.	t	P> t	[95% conf. interval]	
KAM_M	-.0000219	.0001061	-0.21	0.836	-.0002299	.0001861
AUDITCOMMITTE_X1	.1544792	.1059449	1.46	0.145	-.0533351	.3622936
AUDITROTATION_X2	.0357582	.0592756	0.60	0.546	-.0805127	.1520292
_cons	.8783763	.0869086	10.11	0.000	.7079023	1.04885

Sumber: Output STATA 17, 2024

Dalam Tabel 4 dapat disimpulkan sebagai berikut:

Rotasi Audit

Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai T untuk variabel AUDITROTATION_X2 > 0.05 atau 0.54 > 0.05, hal tersebut menunjukkan bahwa variabel Rotasi Audit tidak berpengaruh terhadap Kualitas Audit. Hal tersebut dikarenakan Rotasi Audit tidak dapat dijadikan sebagai acuan terkait Kualitas Audit. Rotasi Audit di perusahaan pada periode tersebut cenderung tidak banyak yang memiliki nilai 1 atau rata-rata berganti KAP pada periode yang diteliti maka Auditor tidak memahami secara

mendalam terkait klien tersebut.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Chi, Huang, Liao, dan Xie (2009), Kwon, Lim, dan Simnett (2014), Kuang, Li, Sherwood, dan Whited (2020), dan Gipper, Hail, dan Leuz (2021) yang menunjukkan bahwa Rotasi Audit tidak ada pengaruh signifikan terhadap kualitas audit.

Komite Audit

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai T untuk variabel AUDITCOMMITTE_X21 > 0.05 atau $0.14 > 0.05$, hal tersebut menunjukkan bahwa variabel Komite Audit tidak berpengaruh terhadap Kualitas Audit. Hal tersebut dikarenakan Komite Audit hanya sebagai penghubung saja dalam komunikasi antara auditor dengan manajemen dan Komite Audit lebih fokus terhadap regulasi dari pada Kualitas Audit itu sendiri.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Goodwin Stewart dan Kent (2006) dan Rainsbury, Bradbury, dan Cahn (2009) yang menunjukkan bahwa Komite Audit tidak memiliki dampak terhadap Kualitas Audit.

Hal Audit Utama

Pada Tabel 4 menunjukkan bahwa nilai T untuk variabel KAM_M > 0.05 atau $0.54 > 0.05$, hal tersebut menunjukkan bahwa variabel Hal Audit Utama tidak berpengaruh terhadap Kualitas Audit. Hal tersebut dikarenakan Hal Audit Utama lebih berfokus pada pendapat Auditor atau temuan Auditor atas risiko yang ada dalam laporan keuangan sedangkan Auditor sendiri memiliki sudut pandang atau penilaian yang berbeda satu sama lain.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Zeng et al., (2021) yang menunjukkan bahwa efek HAU pada kualitas audit mungkin tergantung pada sejumlah faktor lain, seperti kualitas dan relevansi informasi yang diungkapkan dalam HAU, serta kualitas dan keahlian auditor itu sendiri.

Dari tabel tersebut diperoleh persamaan regresi linier berganda yang dapat digambarkan sebagai berikut:

$$Y = 10,11 - 0,21X_1 + 1,46X_2 + 0,60X_3 + e$$

Selanjutnya dilakukan uji F atau simultan dapat dilihat pada Tabel 3 bahwa secara simultan Variabel Rotasi Audit, Komite Audit dan Hal Audit Utama tidak berpengaruh terhadap Kualitas Komite Audit karena memiliki nilai Sig > 0.05 yaitu $0.45 > 0.05$.

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Goodwin Stewart dan Kent (2006), Rainsbury, Bradbury, dan Cahn (2009), Zeng et al., (2021), Chi, Huang, Liao, dan Xie (2009), Kwon, Lim, dan Simnett (2014), Kuang, Li, Sherwood, dan Whited (2020), dan Gipper, Hail, dan Leuz (2021).

Selanjutnya adalah Uji hipotesis untuk modiasi menggunakan Sobel's test dan Monte Carlo.

Hasil dari statistika modiasi adalah sebagai berikut:

Tabel 5 Uji Hipotesis Mediasi dengan Variabel Rotasi Audit Sebagai Variabel Independen
Significance testing of indirect effect (unstandardised)

Estimates	Delta	Sobel	Monte Carlo*
	-0.005		0.007
Indirect effect	0.001	0.001	
Std. Err.	0.003	0.003	0.003
z-value	0.300	0.300	
p-value	0.764	0.764	
Conf. Interval	-0.005 ,		0.007 -

*You typed in mcreps < #of obs, your mcreps is however set to #of obs!

Baron and Kenny approach to testing mediation

STEP 1 - KAM_M:AUDITROTATION_X2 (X -> M) with B=-28.655 and p=0.046

STEP 2 - QA_Y:KAM_M (M -> Y) with B=-0.000 and p=0.761
As either STEP 1 or STEP 2 (or both) are not significant, there is no mediation!

Zhao, Lynch & Chen's approach to testing mediation

STEP 1 - QA_Y:AUDITROTATION_X2 (X -> Y) with B=0.037 and p=0.528
As the Monte Carlo test above is not significant and STEP 1 is not significant

0.009

you have no effect nonmediation (no mediation)!

$$RIT = (\text{Indirect effect} / \text{Total effect})$$

$$(0.001 / 0.038) = 0.024$$

Meaning that about 2 % of the effect of AUDITROTATION_X2 on QA_Y is mediated by KAM_M!

$$RID = (\text{Indirect effect} / \text{Direct effect})$$

$$(0.001 / 0.037) = 0.025$$

That is, the mediated effect is about 0.0 times as large as the direct effect of AUDITROTATION_X2 on QA_Y! Note: to read more about this package help medsem

Sumber: Output STATA 17, 2024

Hasil Tabel 5 menunjukkan bahwa P-value untuk AUDITROTATION_X2 adalah 0,046 yaitu < 0.05 yang menunjukkan AUDITROTATION_X2 memiliki hubungan signifikan terhadap KAM_M atau Hal Audit Utama. Namun AUDITROTATION_X2 tidak memiliki hubungan signifikan QA_Y atau Kualitas Audit dilihat dari nilai P-value sebesar 0,52 yaitu > 0.05. Maka sesuai dengan pendapat Baron and Kenny, dan Zhao, Lynch, dan Chen's bahwa jika variabel bebas tidak berpengaruh terhadap variabel terikat dapat disimpulkan bahwa tidak ada mediasi.

Hasil penelitian ini sejalan dengan Chi, Huang, Liao, dan Xie (2009), Kwon, Lim, dan Simnett (2014), Kuang, Li, Sherwood, dan Whited (2020), dan Gipper, Hail, dan Leuz (2021) yang menunjukkan bahwa Rotasi Audit tidak ada pengaruh signifikan terhadap kualitas audit.

Selanjutnya untuk variabel Komite Audit adalah sebagai berikut:

Tabel 6 Uji Hipotesis Mediasi DENGAN Variabel Komite Audit Sebagai Variabel Independen
Significance testing of indirect effect (unstandardised)

Estimates	Delta	Sobel	Monte	Carlo*
Indirect effect	0.002		0.002	0.002

Std. Err.	0.007	0.007			
			0.007		
z-value	0.236	0.236			
			0.279		
p-value	0.813	0.813			
			0.780		
Conf. Interval		0.016		-	
	-0.012	-0.012	0.016	0.012	0.019

*You typed in mcreps < #of obs, your mcreps is however set to #of obs!

Baron and Kenny approach to testing mediation

STEP 1 - KAM_M:AUDITCOMMITTE_X1 (X -> M) with B=-67.010 and p=0.009

STEP 2 - QA_Y:KAM_M (M -> Y) with B=-0.000 and p=0.813 As either STEP 1 or STEP 2 (or both) are not significant, there is no mediation!

Zhao, Lynch & Chen's approach to testing mediation

STEP 1 - QA_Y:AUDITCOMMITTE_X1 (X -> Y) with B=0.156 and p=0.141

As the Monte Carlo test above is not significant and STEP 1 is not significant you have no effect nonmediation (no mediation)!

RIT = (Indirect effect / Total effect)

$$(0.002 / 0.157) = 0.011$$

Meaning that about 1 % of the effect of AUDITCOMMITTE_X on QA_Y is mediated by KAM_M!

RID = (Indirect effect / Direct effect)

$$(0.002 / 0.156) = 0.011$$

That is, the mediated effect is about 0.0 times as large as the direct effect of AUDITCOMMITTE_X1 on QA_Y!

Sumber: Output STATA 17, 2024

Hasil pada Tabel 6 menunjukkan bahwa p-value AUDITCOMMITTE_X1 adalah 0,009 yaitu < 0,05 yang artinya memiliki hubungan signifikan terhadap KAM_M atau Hal Audit Utama. Namun AUDITCOMMITTE_X1 memiliki p-value 0,14 yang artinya tidak memiliki hubungan signifikan terhadap QA_Y atau Kualitas Audit. Maka sesuai dengan pendapat Baron and Kenny, dan Zhao, Lynch, dan Chen's bahwa jika variabel bebas tidak berpengaruh terhadap variabel terikat dapat disimpulkan bahwa tidak ada mediasi.

Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian Zeng et al., (2021) yang menunjukkan bahwa efek

HAU pada kualitas audit mungkin tergantung pada sejumlah faktor lain, seperti kualitas dan relevansi informasi yang diungkapkan dalam HAU, serta kualitas dan keahlian auditor itu sendiri.

5. CONCLUSION

Penelitian ini menunjukkan bahwa Keahlian Komite Audit dibidang keuangan, Rotasi firma, dan banyaknya kata dalam Hal Audit Utama tidak menentukan Kualitas Audit secara parsial maupun simultan. Karena Komite Audit lebih fokus pada pengawasan operasional perusahaan dalam membantu dewan komisaris dan membantu untuk menjalin hubungan antara manajemen perusahaan dengan Auditor untuk memperlancar proses Audit, untuk

Rotasi firma tidak dapat menentukan kualitas Audit karena hal tersebut harus dibarengi faktor lain seperti pengalaman Auditor dalam mengaudit sektor atau perusahaan dibidang yang berbeda, dan terakhir Hal Audit Utama tidak menjamin kualitas Audit karena lebih berfokus pada pendapat Auditor atau temuan Auditor atas risiko yang ada dalam laporan keuangan sedangkan Auditor sendiri memiliki sudut pandang atau penilaian yang berbeda satu sama lain. Sedangkan Rotasi Audit mempengaruhi secara negative terhadap Hal Audit Utama, Hal tersebut dikarenakan adanya kemungkinan Auditor baru atau yang belum pernah mengaudit perusahaan tersebut memeriksa laporan keuangan perusahaan tersebut namun dengan firma yang sama pada periode tersebut. Berbanding terbalik dengan Komite Audit yang tidak berpengaruh terhadap Hal Audit Utama dikarenakan lebih fokus pada pengawasan operasional perusahaan dalam membantu dewan komisaris dan membantu untuk menjalin hubungan antara manajemen perusahaan dengan Auditor untuk memperlancar proses Audit. Selain itu, Hal Audit Utama tidak memediasi pengaruh antara Keahlian Komite Audit dan Rotasi Audit. Dapat ditarik kesimpulan bahwa hipotesis dalam penelitian ini ditolak.

Bagi penelitian selanjutnya disarankan untuk melakukan penelitian lebih dari 2 periode dan disarankan juga untuk melakukan penelitian dengan variabel lain diluar variabel atau dengan alat ukur yang berbeda dengan yang diteliti dalam penelitian ini.

REFERENCE

- Abbott, L.J., Parker, S., and Peter, G. 2001. "Auditor Industry Specialization and Auditor reporting". Working Paper at University of Memphis
- Bedard, J., & Bera, P. (2018). The informational value of key audit matters in the auditor's report: Evidence from an eye-tracking study. *Accounting Horizons*, 32(2), 141.
- Becker, C. L., DeFond, M. L., Jiambalvo, J., & Subramanyam, K. R. (1998). The effect of audit quality on earnings management. *Contemporary Accounting Research*, 15 (1), 1 – 24.
- Carey, P., & Simnett, R. (2006). Audit partner tenure and audit quality. *The Accounting Review*, 81(3),

653-676.

Chi, W., Lisic, L. L., Long, X., & Wang, K. (2013). Do regulations limiting management influence over auditors improve audit quality? Evidence from China. *Journal of Accounting and Public Policy*, 32(2), 176–187. <https://doi.org/10.1016/j.jaccpubpol.2013.02.001>

Chi, W., Myers, L. A., Omer, T. C., & Xie, H. (2017). The effects of audit partner pre-client and client-specific experience on audit quality and on perceptions of audit quality. In *Review of Accounting Studies* (Vol. 22, Issue 1). *Review of Accounting Studies*. <https://doi.org/10.1007/s11142-016-9376-9>

DeAngelo, L.E. 1981-a. “Auditor Size and Audit Quality”. *Journal of Accounting and Economics*, Vol.3. No.3; pp. 183- 199

DeFond, M., & Zhang, J. (2014). A review of archival auditing research. *Journal of Accounting and Economics*, 58(2–3), 275–326. <https://doi.org/10.1016/j.jacceco.2014.09.002>

Firth, M., Rui, O. and Wu, X. (2012), “How do various forms of auditor rotation affect audit quality? Evidence from China”, *The International Journal of Accounting*, Vol. 47 No. 1, pp. 109-138.

Gipper, B., Leuz, C., & Maffett, M. (2020). Public oversight and reporting credibility: Evidence from the PCAOB audit inspection regime. *Review of Financial Studies*, 33(10), 4532–4579. <https://doi.org/10.1093/rfs/hhz149>

Griffith, E. E., Hammersley, J. S., & Kadous, K. (2015). Audits of Complex Estimates as Verification of Management Numbers: How Institutional Pressures Shape Practice. *Contemporary Accounting Research*, 32(3), 833–863. <https://doi.org/10.1111/1911-3846.12104>

Hamilton, J. M., Ruddock, C. M. S., Stokes, D. J., & Taylor, S. L. (2011). Audit Partner Rotation, Earnings Quality and Earnings Conservatism. *SSRN Electronic Journal*, 1–37. <https://doi.org/10.2139/ssrn.740846>

Hoitash dan Hoitash, 2009; The role of audit committees in managing relationships with external auditors after SOX: Evidence from the USA April 2009 *Managerial Auditing Journal* 24(May):368-397

Krishnan, G., dan G. Visvanathan. 2009. "Do Auditors Price Audit Committee’s Expertise? The Case of Accounting versus Nonaccounting Financial Experts". *Journal of Accounting, Auditing & Finance*

Jensen and Meckling. (1976). Theory of The Firm: Managerial Behavior, Agency Costs and Ownership Structure. *Journal of Financial Economics*, 3, 305– 360.

Lennox, C. S., Wu, X., & Zhang, T. (2014). Does mandatory rotation of audit partners improve audit quality? *Accounting Review*, 89(5), 1775–1803. <https://doi.org/10.2308/accr-50800>

Lin, H. L., & Yen, A. R. (2022a). Auditor rotation, key audit matter disclosures, and financial reporting quality. *Advances in Accounting*, 57(January), 100594. <https://doi.org/10.1016/j.adiac.2022.100594>

- Maysha, M. G. (2023). *OJK Beri Sanksi untuk AP dan KAP Terkait Wanaartha Life*. Kontan Co.Id.
- Sari, W., Preambul, H., & Informasi, B. K. dan L. (2019). *Ini Putusan Kasus Laporan Keuangan Tahunan PT Garuda Indonesia 2018*. Setjen.Kemenkeu.Go.Id.
- Rainsbury, E. A., M. Bradbury, dan S. F. Cahan. 2009. "The impact of audit committee quality on financial reporting quality and audit fees". *Journal of Contemporary Accounting & Economics*, Vol. 5, No., hlm: 20–33
- Velte, P. (2020). Associations between the financial and industry expertise of audit committee members and key audit matters within related audit reports. *Journal of Applied Accounting Research*, 21(1), 185–200. <https://doi.org/10.1108/JAAR-10-2018-0163>
- Zaman, M., M. Hudaib, dan R. Haniffa. 2011. "Corporate Governance Quality, Audit Fees and Non-Audit Services Fees". *Journal of Business Finance & Accounting*, Vol. 38(1) & (2), No., hlm: 165-197
- Zeng, Y., Zhang, J. H., Zhang, J., & Zhang, M. (2021). Key audit matters reports in china: Their descriptions and implications of audit quality. *Accounting Horizons*, 35(2), 162–192. <https://doi.org/10.2308/Horizons-19-189>

Optimizing Accounting Information Systems: 3 The Critical Roles of User Involvement and 4 Cloud Computing Integration in Bandung, Indonesia

Vicky Dzaky Cahaya Putra*¹, Ghea Revina Wigantini¹

1Universitas Jenderal Achmad Yani, Indonesia

ABSTRACT

Information technology within a company plays a crucial role in providing timely and accurate information that aligns with the needs of managers in decision-making. The quality of an Accounting Information System is reflected in a system that successfully integrates all necessary elements and sub-elements to produce high-quality information. This study aims to assess the influence of User Involvement and Cloud Computing on the Quality of Accounting Information Systems (QAIS) in private national banks located in Bandung, Indonesia. The method used in this study is SEM (Structural Equation Model) with the PLS (Partial Least Square) approach. The research sample consists of 81 respondents from 14 private banks. The results reveal that User Involvement has a notable and substantial impact on the Quality of Accounting Information Systems, contributing 49.7%. User engagement in the development and utilization of accounting information systems is vital for improving system quality. Meanwhile, Cloud Computing also significantly influences QAIS, though its contribution is smaller at 5.3%. Both factors contribute significantly, thus, these findings provide important insights for banking management, highlighting that improving the quality of Accounting Information Systems relies not only on the adoption of advanced technology but also on maximizing user engagement.

Keywords: Accounting Information System, User Involvement, Cloud Computing

1. INTRODUCTION

The rapid development of information technology has become the backbone for many companies in supporting their business advancement. Information technology is no longer merely a tool but a primary necessity to achieve operational efficiency and effectiveness. A high-quality information system is not only measured by the sophistication of the technology used but also by its compatibility with the users. The utilization of information technology, such as

Cloud Computing, enables companies to manage data and applications more quickly and effectively through the internet.

According to data from the Indonesian Internet Service Providers Association (APJII), internet penetration in Indonesia in 2024 continues to rise, with 221.5 million people connected to the internet, culminating in a new record high in 2024. This increase has accelerated the adoption of internet-based technologies, such as cloud-based applications, which are widely used to support daily activities, including in the banking sector. Banking * E-mail address: vicky.cahaya@lecture.unjani.ac.id applications, such as mobile banking, have become one of the most frequently used technologies by Indonesians, particularly in Java, which records the highest internet usage. However, despite the benefits offered by these technologies, there are still challenges in their implementation, particularly regarding the quality of accounting information systems. Issues that arise, demonstrate that large banking systems still face difficulties in managing high transaction volumes. This emphasizes the need for improvements in accounting information system quality, particularly in payroll and financial management. Furthermore, by the end of 2022, data from the Financial Services Authority indicated that the number of bank branches decreased by 2,597. It was revealed that the closure of bank branches was driven by the digitalization that the banking sector must confront. The impact of banking digitalization warrants special attention. Meanwhile, bank employees in finance and accounting should anticipate the threats posed by digitalization by honing new skills to understand digital accounting, and they should consider transitioning to other jobs if digitalization becomes increasingly challenging to keep up with.

One crucial factor influencing the quality of Accounting Information Systems (AIS) is user involvement. Active user involvement in the development of information systems has been shown to have a positive impact on system quality and performance. Various studies, including those by Nisa, et al (2020) and Van Velthoven (2018), suggest that user participation ensures that the developed systems meet their operational needs, thereby enhancing the effectiveness of the information system in supporting company activities. Moreover, technologies like cloud computing play an important role in supporting digital transformation in accounting. Cloud computing allows companies to simplify data management processes and migrate accounting documents to cloud-based platforms. While offering many advantages, these technologies also pose risks, particularly regarding data security. Therefore, companies need to balance the adoption of new technologies with risk management efforts to ensure that the information systems used truly provide added value to their operations. This study aims to explore and analyze the relationship between user involvement and cloud computing methods on the quality of Accounting Information Systems in private national banks in Bandung, Indonesia.

2. LITERATURE REVIEW

2.1. Accounting Information System

According to Susanto (2017:8), an accounting information system is defined as an integrated collection of physical and non-physical subsystems that are interrelated and work harmoniously together to process transaction data related to financial matters into financial information. Research by Laudon (2020) indicates that the quality of an information system is reflected in its ability to combine technical efficiency with responsiveness to human and organizational needs, ultimately enhancing job satisfaction and productivity. Therefore, a high-quality accounting information system is one that is reliable, efficient, effective, user friendly, and easy to learn quickly. The quality of an accounting information system can also be seen as the result of the integration of all components and subcomponents involved, aimed at producing high-quality information. Evaluating the quality of an accounting information system is often used as a benchmark for the performance of existing information technology infrastructure. The success of an accounting information system can be measured by improvements in efficiency, effectiveness, and productivity in a company's operational activities. Indicators used to assess the quality of accounting information systems include efficiency, ease of access, integration, system response time, relevance, accuracy, timeliness, and completeness (Buana and Wirawati, 2018). According to Bodnar (2013:14), a high-quality accounting information system should meet the following indicators: 1) Relevance; 2) Timeliness; 3) Accuracy; 4) Completeness; 5) Conciseness.

2.2. User Involvement

In the development of accounting information systems, whether manual or computerized, user involvement during the planning and development stages is a critical prerequisite. User involvement in this process can enhance the performance of the accounting information system by providing relevant feedback or tailoring the system to meet their specific needs. Users play a key role in the successful implementation of a particular system or technology. Therefore, addressing the needs and contributions of users is crucial in technology implementation, as the human aspects and the impacts of the resulting changes are integral to the operationalization of computer technology (Chomasatu, 2014).

According to Susanto (2013:254), user involvement refers to the extent to which system users—primarily operators and managers—engage with the developed information system. Susanto (2008:369) further states that the need for User Involvement in supporting the

functioning of accounting information systems can be seen through several indicators: 1) User needs; 2) Knowledge of local conditions; 3) Reluctance to change; 4) Users feeling threatened; 5) Enhancing democratic processes. Previous research conducted by Nisa et al. (2010), Ayu and Safria (2022), Rapina et al. (2022), and Susanto (2017) indicates that user involvement positively influences the quality of accounting information systems. In contrast, studies by Permana and Suryana (2018) and Sherly et al. (2023) suggest that user involvement does not affect the quality of accounting information systems.

2.3. Cloud Computing

Cloud Computing is a breakthrough in technology that utilizes the internet as the primary platform for managing data and applications, facilitating the execution of various tasks (Hassan et al., 2022). According to Wildana (2017), cloud computing is defined as internet services that leverage cloud computing technology, allowing customers to access accounting functions, financial analysis, and other activities through computers or connected devices. This shift is driven by efforts to streamline accounting documents and migrate various accounting operations to cloud-based electronic platforms, significantly transforming the landscape of accounting information systems (Ionescu et al., 2014). Advances in computing and networking have greatly impacted various aspects of accounting. Cloud computing technology has become increasingly popular in recent years, especially with the rapid digital transformation spurred by specific conditions. Indicators of Cloud Computing usage methods, as outlined by Sallehudin et al. (2018), include: 1) Compatibility; 2) Needs; 126 3) Reliability; 4) Functionality; 5) Storage Availability.

Subsequent research examining the relationship between variables has been conducted by Maswadeh (2023), KMaleh (2023), Syah et al. (2023), Balasem (2021), Syah and Iskandar 130 (2023), and Rashwan (2022), indicating that cloud computing positively influences the quality 131 of accounting information systems. In contrast, a study by Al Goubi (2017) asserts that cloud 132 computing does not affect the quality of accounting information systems.

3. METHODOLOGY

This study employs Structural Equation Modeling (SEM) using the Partial Least Squares (PLS) method as an analytical tool to identify the influence among the variables under investigation. In this research, data were collected through a survey conducted with 81 respondents from 14 national private banks operating in Bandung City, Indonesia. The application of SEM-PLS allows for a deeper exploration of the complex relationships among the variables involved in this study. To obtain relevant

data, primary data sources utilized in this study include a questionnaire specifically designed to gather information from the respondents. The research model comprises three latent variables, including two independent variables, user involvement (X1) and cloud computing (X2), and one dependent variable, which is the quality of accounting information systems (Y). Through this approach, the study aims to provide clearer insights into how user involvement and cloud computing can contribute to enhancing the quality of accounting information systems in the banking sector in Bandung City, Indonesia.

4. RESULTS AND DISCUSSION

In this study, validity and reliability tests were conducted to ensure that the questionnaire is both valid and reliable. The results of the validity test indicate that all items from each research variable: User Involvement variable (X1), Cloud Computing variable (X2), and Quality of Accounting Information Systems variable (Y), demonstrate valid results. The reliability of the measurement tools in this study was assessed using Cronbach's Alpha. The results show that all items in the questionnaire are reliable, confirming that the measures used for User Involvement (X1), Cloud Computing (X2), and Quality of Accounting Information Systems (Y) proceed consistent results. The results of the full model calculation as hypothesized were obtained as follows:

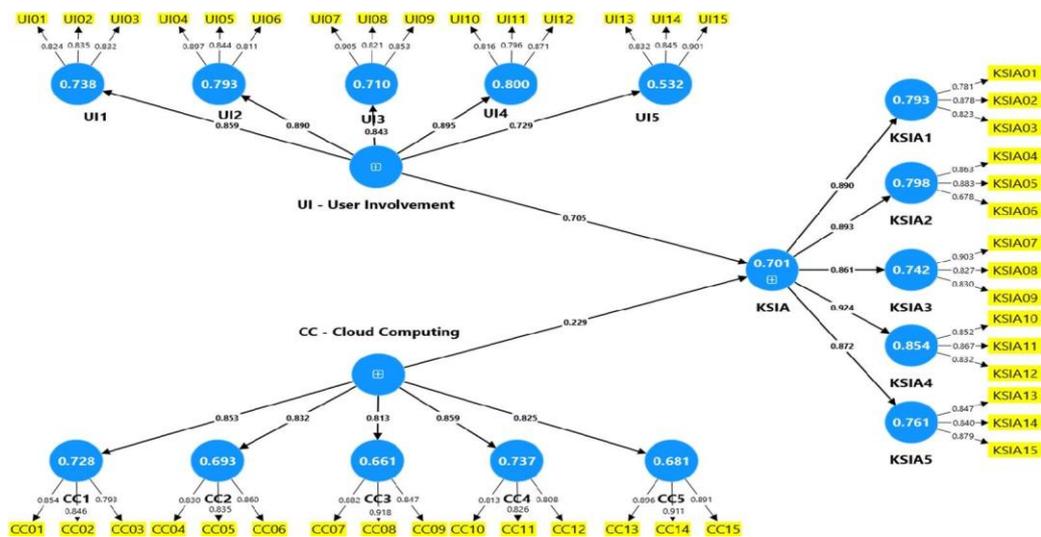


Fig. 1. Path diagram of the SEM model using the Partial Least Squares (PLS) approach

The structural equation model for the influence of User Involvement and Cloud Computing on the Quality of Accounting Information Systems is as follows:

$$\square = 0,705 \square 1 + 0,229 \square 2 + 0,299$$

The result of the calculation of the influence of User Involvement on the Quality of Accounting Information Systems is shown by the path coefficient value of 0.705. The influence of Cloud Computing on the Quality of Accounting Information Systems is indicated by the path coefficient

value of 0.229. The R-square value for the Quality of Accounting 174 Information Systems variable is 0.701, resulting in an error term model of $1 - 0.701 = 0.299$.

The results of the loading factor calculation for each indicator of the latent variables (User Involvement, Cloud Computing, and Quality of Accounting Information Systems) have met the Indicator Reliability, where the loading factor values for all variables exceed 0.7. The Indicator Reliability (λ^2) values from the table above, which are greater than 0.5, indicate that the latent variable indicators of User Involvement, Cloud Computing, and Quality of Accounting Information Systems have met the minimum requirements for indicator reliability.

Internal consistency is assessed based on two measures: Cronbach's alpha and Composite Reliability. The Internal Consistency Reliability test for the three latent variables has been fulfilled. All three variables demonstrate high (good) Internal Consistency Reliability.

Table 1. Internal Consistency Reliability Result

Variabel Laten	Composite Reliability (rho_c)	Cronbach's alpha
UI - User Involvement	0.939	0.931
CC - Cloud Computing	0.939	0.931
KSIA – Accounting Information	0.949	0.942

Convergent Validity is assessed by considering the Average Variance Extracted (AVE) value. Based on data processing, each research variable has an AVE value greater than 0.5. This AVE value meets the Convergent Validity requirement, which stipulates that the AVE value must exceed 0.5 (Hair, 2022). The AVE values obtained from each variable indicate that more than 50% of the information contained in each indicator is reflected through each variable. This demonstrates that the constructs formed by their indicators adequately represent the information from the variables being studied.

Table 2. Convergent Validity

Average Variance

Extracted (AVE)

UI - User Involvement	0.510
CC - Cloud Computing	0.509
<u>KSIA - Accounting Information</u>	<u>0.556</u>

Discriminant validity assesses how the validity of a construct compares with other constructs, ensuring that each concept of the latent variables differs from the others. The results of the Fornell-Larcker criterion calculation, can be seen in the following table:

Table 3. Discriminant Validity – (Fornell-Larcker criteria)

	UI – User Involvement	CC – Cloud Computing	KSIA – Accounting Information
UI - User Involvement	0.714		
CC - Cloud Computing	0.468	0.714	
KSIA – Accounting Information	0.812	0.559	0.746

The results of the correlation between constructs and the AVE square root values in the 207 table show that the square root of AVE for each variable is greater than the correlation 208 between the constructs of the research variables. In general, this result indicates that the Discriminant Validity of the latent variables is high. This demonstrates that all constructs 210 exhibit good consistency.

Table 4. Correlation Values of Latent Variables and AVE Root Values

	\sqrt{AVE}	Correlation Matrix			
		UI	CC	KSIA	AVE
UI - User Involvement	0.510	0.714	1	0.468	0.812
CC - Cloud Computing	0.509	0.714	0.468	1	0.559
KSIA- Accounting Information	0.556	0.746	0.812	0.559	1

The structural model testing (inner model) was conducted using the R-square and effect size f^2 values. The R^2 value indicates the predictive accuracy of the model (Hair, 2021). An R^2 value of 0.25 indicates a weak effect, 0.5 indicates a moderate effect, and 0.75 indicates a substantial effect (Chin, 2010). The R-square value for the Accounting Information System Quality variable is 0.701. This result indicates that 70.1% of the Accounting Information System Quality variable is influenced by the User Involvement and Cloud Computing variables. An R^2 value between 0.5 and 0.75 indicates that the model's predictive accuracy has a moderate effect.

Table 5. R-Square Value

	Variable	R Square	R Square Adjusted
<u>KSIA - Accounting Information</u>	<u>0.693</u>	<u>0.701</u>	

The effect size f^2 shows the contribution of each construct to the Accounting Information System Quality. An f^2 value of 0.02, 0.15, and 0.35 can be interpreted as indicating that the predictor latent variables have small, moderate, and large effects, respectively (Hair, 2021). The f^2 value for User Involvement is 1.295. With an f^2 value greater than 0.35, it can be stated that the effect size for the influence of User Involvement on Accounting Information System Quality is large. The f^2 value for Cloud Computing is 0.137. An f^2 value between 0.02 and 0.15 indicates that the effect size for the influence of Cloud Computing on Accounting Information System Quality is small.

Table 6. Assessment of Structural Model Effect Size

	No	Endogenous construct	f (Kualitas Sistem Informasi Akuntansi)
To assess the model fit in SEM-PLS, the SRMR (Standardized Root Mean Square Residual) value is used.	1	<i>User Involvement</i>	1,295
	2	<i>Cloud Computing</i>	0.137

SRMR is a measure of model fit in SEM-PLS models. The criteria for a good fit are an SRMR value below 0.08, indicating a good model fit, while an SRMR value between 0.08 and 0.10 is still acceptable (Hair et al., 2022:189). For the model used in this 242 study, the SRMR value was calculated to be 0.099. With an SRMR value between 0.08 and 243 0.10, it is still acceptable, indicating that the model fits well or has a good model fit.

Table 7. Fit summary

	<u>Saturated model</u>	<u>Estimated model</u>
SRMR	0.094	0.099
d_ULS	36.122	40.375
d_G	n/a	n/a
Chi-square	infinite	infinite
NFI	n/a	n/a

Hypothesis Testing

After explaining the results of the measurement model tests for each variable and the accuracy of the structural model, the next step is to test the partial significance of the exogenous variables (independent variables) on the endogenous variable (dependent variable) based on the proposed hypotheses. To test the hypotheses, the t-statistic value is used. The calculation of statistical significance in SEM analysis with the PLS approach is performed using the bootstrapping technique. The data used for bootstrapping is data that has already passed through the measurement phase.

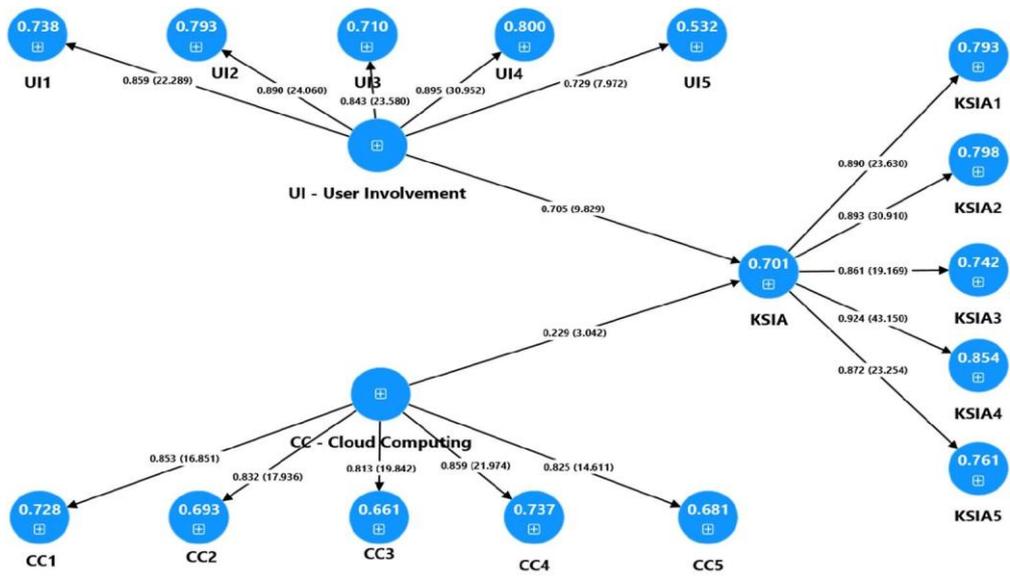


Fig. 2. Structural Model T statistic

Hypothesis testing is performed by comparing the t-statistic or t-value that has been determined. The t-value generated in the bootstrapping test must be greater than the critical value (Critical Value), which is 1.96, for an α (significance level) of 5%, or a p-value below 264 0.05 (Hair et al. 2022: 192).

Table 8. Results of Significance Testing

	Original Sample Sample (O) (M)	Mean	Standard Deviation	T Statistics	P Values
UI - User Involvement -> KSIA	0.705	0.700	0.072	9.829	0.000
CC - Cloud Computing -> KSIA	0.229	0.238	0.075	3.042	0.002

The results of hypothesis testing indicate that the relationship between User Involvement and Accounting Information System Quality is shown by a path coefficient value of 0.705, with a t-statistic value of 9.829 and a p-value of 0.000. The t-statistic obtained is greater than the critical value (1.96), and the p-value (0.000) is smaller than the alpha value of 0.05. This result indicates that User Involvement significantly affects the Accounting Information System Quality. The direct impact of User Involvement on Accounting Information System Quality is calculated as $(0.705 \times 0.705 \times 100\%) = 49.7\%$. This means that User Involvement contributes 49.7% to the Accounting Information System Quality. Based on the results, the f^2 value for User Involvement (UI) is 1.295. The f^2 effect size indicates the contribution of the construct to the endogenous variable. According to Hair (2022), f^2 values of 0.02, 0.15, and 0.35 are interpreted as small, medium, and large effects, respectively. Since the f^2 value exceeds 0.35, it can be concluded that the effect size of User Involvement on Accounting Information System Quality is large. Therefore, User Involvement has a significant impact on Accounting Information System Quality at private national banks in Bandung.

The hypothesis testing for the relationship between Cloud Computing and Accounting Information System Quality reveals a path coefficient value of 0.229, a t-statistic value of 285 3.042, and a p-value of 0.002. The t-statistic is greater than the critical value (1.96), and the 286 p-value (0.002) is smaller than the alpha value of 0.05. This result indicates that Cloud 287 Computing significantly affects the Accounting Information System Quality. The direct impact of Cloud Computing on Accounting Information System Quality is calculated as $(0.229 \times 0.229 \times 100\%) = 5.3\%$, meaning Cloud Computing contributes 5.3% to the Accounting Information System Quality. Based on the calculation, the f^2 value for Cloud Computing is 0.137. As per Hair (2022), f^2 values between 0.02 and 0.15 indicate a small effect size. Since the f^2 value falls within this range, it can be concluded that the effect size of Cloud Computing on Accounting Information System Quality is small. Therefore, Cloud Computing has a moderate (reasonably strong) contribution to the Accounting Information System Quality at private national banks in Bandung.

5. CONCLUSION

This study aims to evaluate the impact of User Involvement and Cloud Computing on the Quality of Accounting Information Systems (QAIS) in private national banks in Bandung. By employing the

Structural Equation Modeling (SEM) approach using Partial Least Squares (PLS) techniques, this research tests hypotheses regarding the contributions of each variable to system quality, measured based on statistical significance and effect size. The results of this analysis provide a clear picture of the extent to which these two variables influence QAIS in the banking organizational context.

The findings indicate that User Involvement has a significant and substantial effect on Quality of Accounting Information Systems, contributing 49.7%. User involvement in the development and use of accounting information systems is crucial for enhancing system quality. The large effect size signifies that User Involvement has a very strong and significant impact on Quality of Accounting Information Systems, particularly in private national banks in Bandung.

On the other hand, Cloud Computing also significantly affects Quality of Accounting Information Systems, although its contribution is smaller at 5.3%. Cloud Computing plays a role in improving the quality of accounting information systems, despite its effect being categorized as small. Nevertheless, Cloud Computing still provides a reasonably strong contribution to enhancing system quality.

Based on these research findings, it can be concluded that User Involvement has a more significant influence compared to Cloud Computing in improving the Quality of Accounting Information Systems. While both factors make meaningful contributions, active user participation in the development and utilization of information systems emerges as a key determinant of system quality. These results offer valuable insights for banking management, emphasizing that enhancing the quality of Accounting Information Systems depends not only on the implementation of advanced technology but also on optimal user involvement.

REFERENCES

- Ayu, Ari dan Safria Syarifuddin. (2022). Keterlibatan Pengguna, Budaya Organisasi dan Kompetensi Pengguna Terhadap Kualitas Sistem Informasi Akuntansi. *AKUA: Jurnal Akuntansi dan Keuangan*.
- Balaseem, Sabreen Kareem. Emad Mohammed Farhan. Aqeel Saleem Mohammed. (2021). The Use of Cloud Computing Technology and its Impact on The Accounting Information System. *IOSR Journal of Business and Management*.
- 340 Bodnar, G. H. and Hopwood, W. S. (2013) *Accounting Information Systems*. Pearson Prentice Hall. Available at: <https://books.google.co.id/books?id=wUuNJgAACAAJ>.
- Buana, I. B. G. M. M. and Wirawati, N. G. P. (2018) 'Pengaruh Kualitas Sistem Informasi , Kualitas Informasi , dan Perceived Usefulness Pada Kepuasan Pengguna Sistem Informasi

Akuntansi Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana (Unud), Bali , Indonesia Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Udayana’, 22, pp. 683–713

Chomasatu, Y. (2014) ‘Faktor – Faktor Yang Mempengaruhi Performance of Accounting Information Systems’, *Jurnal Paradigma Universitas Islam Batik Surakarta*, 12(01), p. 116288.

Hassan, A., Bhatti, S. H., Shujaat, S., & Hwang, Y. (2022). To adopt or not to adopt ? The determinants of Cloud Computing adoption in information technology sector. *Decision Analytics Journal*, 5(June), 100138. <https://doi.org/10.1016/j.dajour.2022.100138>.

Ionescu, B. et al. (2014) ‘Traditional Accounting vs . Cloud Accounting’, *Conference Paper: accounting and Management Information Systems*, (June 2013), pp. 1–21. doi: 10.13140/2.1.2092.8961.

Kmaleh, Ahmad Ibrahim Mtawaa. (2023). The Impact of Using The Cloud Computing Upon 361 The Quality of Accounting Information And It's Reflection Upon The Development of The World Standards Of Financial Reports In Jordanian Corporations. *International Journal of Professional Business Review*.

Laudon, K. C. and Laudon, J. (2020) *Management Information Systems, Management Information Systems: Managing the Digital Firm*.

Maswadeh, Saana N. (2023). The Role of Cloud Computing Features in Improving Accounting Information Systems. *Journal of System and Management Sciences*.

Nisa, Ayu Saadatun, Elly, dan Magnaz Lestira. (2010). Pengaruh Keterlibatan Penggunaan Dukungan Manajemen Puncak dalam Pengembangan Sistem terhadap Kualitas Sistem Informasi Akuntansi. *Prosiding Akuntansi UNISBA*.

Permana, Gusti Putu Lestara dan Wayan Atika Suryana. (2020). Pengaruh Keterlibatan Pemakai dan Kemampuan Teknik Personal Pada Kinerja Sistem Informasi Akuntansi Dengan Pendidikan Dan Pelatihan Sebagai Variabel Pemoderasi (Studi Empiris Pada Lembaga Perkreditan Desa di Kecamatan Denpasar Selatan). *Jurnal Ilmiah Akuntansi dan Bisnis*.

Rapina, Rapina. Yeni Carolina. Joni. Silvia Anggraeni. (2022). User Involvement in Information System Quality. *International Journal of Innovative Technologies in Social Science*.

Rashwan, El Rahman and Eitedal Alhelou. (2022). The Impact of The Adoption of Cloud Computing on Improving the Efficiency of Accounting Information Systems During The COVID-19 Pandemic. *Journal of the Arab American University*.

Susanto, Azhar. (2008). *Sistem informasi Akuntansi*, Bandung: Lingga Jaya

Susanto, Azhar. (2013). *Sistem Informasi Akuntansi*. Bandung: Lingga Jaya

Susanto, Azhar. (2017). *Sistem Informasi Akuntansi*. Bandung: Lingga Jaya

Susanto, Azhar. (2017). The Influence of User Involvement on Accounting Information System Quality. *Journal of Engineering and Applied Sciences*.

Syah, Dedy Husrizal. Azizul Kholis. Eko Wahyu Nugrahadi. Taufik Hidayat. Gaffar HafizSagala. (2023). The Role of the Cloud in moderating Management Support for the Quality of Hospitality Accounting Information Systems. *Jurnal Media Penggajian Manajemen dan Akuntansi*.

van Velthoven, M. H., Wyatt, J. C., Meinert, E., Brindley, D., & Wells, G. (2018). How standards and User Involvement can improve app quality: a lifecycle approach. *International Journal of Medical Informatics*, 118, 54-57.

Wildana, F. (2017) 'Implementasi Cloud Computing di Beberapa Instansi Pemerintahan Cloud Computing Implementation in Several Government Institutions', *Jurnal Masyarakat Telematika dan Informasi* Volume: 8 No. 2, pp. 97–108.

Management & Humaniora

PELATIHAN PENYUSUNAN LAPORAN KEUANGAN MESJID

Dwi Jayanti¹, R.Budi Hendaris², Dwi Indah Lestari^{3*}, Patria Prasetyo Adi⁴, Adelia Nidyanti⁵ ^{1,2,3,4,5}Program Studi Akuntansi, Universitas Jenderal Achmad Yani

e-mail: dwiindah@ak.unjani.ac.id

Abstrak

Masjid merupakan salah satu organisasi non laba yang sering mendapatkan dana dari masyarakat luas maupun dari pemerintah. Pengelolaan keuangan masjid yang akuntabel dan transparan merupakan syarat mutlak untuk mengembangkan ekonomi masjid melalui kepercayaan masyarakat terhadap pengelolaan dana mesjid yang baik. Saat ini masih belum banyak masjid mengelola laporan keuangannya secara transparan akuntabel dan profesional. Adapun tujuan dalam kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini adalah memberikan gambaran serta pengetahuan khususnya kepada pengelola mesjid di Kecamatan Cisarua Kabupaten Bandung Barat terkait dengan penyusunan laporan keuangan sederhana masjid berdasarkan ISAK 35. Solusi dari permasalahan yang terjadi yaitu memberikan sosialisasi mengenai pencatatan akuntansi masjid sesuai ISAK 35, memperkenalkan kepada pengelola masjid komponen laporan keuangan yang perlu dibuat, alur proses akuntansi masjid, termasuk contoh transaksi di masjid. Berdasarkan pelatihan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman yang cukup baik dari para peserta pengelola dana masjid di Kecamatan Cisarua Kabupaten Bandung Barat mengenai penyusunan laporan keuangan sederhana masjid sesuai dengan standar yang berlaku

Kata kunci Akuntabilitas laporan keuangan Masjid, ISAK 35, Laporan Keuangan Masjid, Masjid Profesional

Abstract

A mosque is a non-profit organization that received funds from public as well as from the government. Accountable and transparent financial management of mosques is a fundamental requirement for developing mosque economics by fostering public trust in the good management of mosque funds. However, not many mosques had managed their financial reports in a transparent, accountable, and professional manner. The aim of this community service activity was to provide insights and knowledge, especially to mosque managers in Cisarua District, West Bandung Regency, regarding the preparation of simple mosque financial reports based on ISAK 35. The solution to the existing problem was to provide socialization on mosque accounting records in accordance with ISAK 35, introduce mosque managers to the components of financial reports that needed to be prepared, the flow of

mosque accounting processes, including examples of transactions in mosques. Based on the training conducted, it was concluded that there had been a significant increase in the understanding of mosque fund managers in Cisarua District, West Bandung Regency, regarding the preparation of simple mosque financial reports in accordance with applicable standards.

Keywords: *Accountability of Mosque Financial Reports, ISAK 35, Mosque Financial Reports, Professional Mosque*

PENDAHULUAN

Masjid memiliki peran sentral dalam kehidupan umat Islam, tidak hanya sebagai tempat ibadah tetapi juga sebagai pusat kegiatan sosial, pendidikan, dan ekonomi. Hal ini sesuai dengan penuturan Dewan Masjid Indonesia (DMI) menyatakan bahwa masjid memiliki tiga fungsi. Pertama, masjid sebagai tempat ibadah selama dilakukan dalam batas-batas syariah. Kedua, masjid sebagai wadah pengembangan masyarakat melalui berbagai sarana dan prasana yang dimiliki masjid yang bersangkutan. Ketiga, masjid sebagai pusat komunikasi dan persatuan umat (1). Selain berfungsi sebagai tempat untuk menjalankan ibadah ritual, masjid sering kali menjadi pusat pengumpulan dan distribusi dana sosial seperti zakat, infaq, dan sedekah. (2) Hal ini menunjukkan bahwa masjid sebagai lembaga keagamaan Islam merupakan salah satu bentuk organisasi sektor publik yang dalam operasinya tidak berorientasi untuk menghasilkan laba, yaitu Organisasi Nirlaba (non-profit oriented). Dalam menjalankan fungsinya, pengelolaan keuangan yang transparan dan akuntabel sangat penting untuk menjaga kepercayaan jamaah dan pihak terkait. Pengelolaan sumber dana masjid merupakan hal yang sangat penting untuk diteliti dan dievaluasi khususnya dalam hal penyajian laporan keuangan (3). Masjid yang mendapatkan dana berasal dari masyarakat sudah seharusnya dapat memberikan pertanggungjawaban atas dana yang dikelola. Pendiri Institut Akuntansi Masjid, Absar Jannatin mengatakan bahwa pengelolaan keuangan masjid yang baik dan benar adalah syarat mutlak untuk mengembangkan ekonomi masjid (4). Akan tetapi, berdasarkan hasil temuan di lapangan, masjid menghadapi berbagai tantangan dalam pengelolaan laporan keuangan dimana masih sedikit masjid yang profesional, transparan dan akuntabel dalam pengelolaan keuangannya. Tantangan ini disebabkan oleh beberapa faktor, seperti kurangnya sumber daya manusia yang terampil dalam manajemen keuangan, kurangnya pengetahuan tentang prinsip-prinsip akuntansi dasar, serta kurangnya kesadaran akan pentingnya transparansi keuangan (4). Selain itu, kesadaran dan kemampuan berorganisasi pengurus masjid juga relatif rendah, apalagi kesadaran untuk menerapkan akuntansi pada organisasi masjid (5)

Kondisi ini berpotensi menimbulkan masalah di kemudian hari, baik dari segi kepercayaan masyarakat maupun dari sisi pengelolaan keuangan itu sendiri. Tanpa laporan keuangan yang baik, masjid akan kesulitan untuk mengelola dana secara efektif, mengalokasikan sumber daya dengan tepat, serta mempertanggungjawabkan penggunaan dana kepada jamaah dan masyarakat luas. Dalam jangka panjang, kurangnya transparansi dapat menurunkan citra dan kredibilitas lembaga masjid itu sendiri. Seperti yang kita ketahui, masjid hanya menyajikan laporan keuangan yang sederhana seperti laporan infaq/kotak amal keliling yang dilaporkan seminggu sekali (2). Salah satu usaha untuk menciptakan tata kelola yang baik adalah dengan menciptakan akuntabilitas yang baik dengan menyelenggarakan praktik akuntansi. Akuntansi pada organisasi keagamaan merupakan aktivitas yang tidak dapat dipisahkan dalam rangkaian pengelolaan kegiatan, dalam bentuk lengkap maupun secara sederhana sekalipun (5).

Berdasarkan data SIMAS (Sistem Informasi Masjid Jawa Barat), jumlah masjid di Kabupaten Bandung Barat sebanyak 3261. Jumlah masjid jami yang tersedia sangat banyak tersebut jelas menjadi potensi ekonomi yang harus dikelola dengan baik melalui penyusunan laporan keuangan berdasarkan standar akuntansi keuangan yang seharusnya. ISAK 35 diterbitkan dalam rangka memberikan panduan kepada entitas nonlaba dalam penyajian laporan keuangan. Sebelumnya, Ikatan Akuntansi Indonesia (IAI) menerbitkan PSAK No. 45 untuk mengatur pencatatan laporan keuangan pada organisasi nirlaba yang terdiri dari laporan posisi keuangan, laporan aktivitas, laporan arus kas dan catatan atas laporan keuangan sedangkan laporan perubahan aset neto merupakan alternatif.

Di Indonesia masih banyak organisasi non profit dan yayasan yang belum menerapkan ISAK 35 pada laporan keuangan tahunannya. Masjid sebagai salah satu organisasi nonprofit sebaiknya melaporkan keuangannya dalam laporan keuangan yang sesuai dengan ketentuan ISAK 35.

Potensi yang cukup baik dilihat dari jumlah masjid jami seharusnya membuat para pengelola dana masjid dapat mencatat transaksi dengan tepat serta memiliki laporan keuangan yang dapat dipertanggung jawabkan. Oleh karena itu, pengabdian masyarakat ini bertujuan membantu masjid dalam menyusun dan mengelola laporan keuangan yang sesuai dengan ISAK 35. Dengan adanya sistem pencatatan yang baik dan transparan, diharapkan pengelolaan dana masjid dapat dilakukan secara lebih efektif, efisien, dan akuntabel, serta mampu meningkatkan kepercayaan jamaah dan pihak terkait. Selain itu, pengabdian masyarakat ini juga diharapkan dapat memberikan edukasi kepada pengurus masjid tentang pentingnya tata kelola keuangan yang baik dalam mendukung berbagai kegiatan operasional dan sosial masjid.

METODE

Berdasarkan identifikasi masalah yang terjadi, maka metode sosialisasi pencatatan akuntansi

masjid sesuai ISAK 35 merupakan metode yang kami anggap tepat untuk mengatasi permasalahan yang dihadapi oleh mitra. Keterkaitan antara permasalahan dan solusi dapat dilihat pada tabel 1.1 di bawah ini

Tabel 1
Tabel Permasalahan dan Solusi

No	Permasalahan	Solusi permasalahan
1	Kemampuan para pengelola keuangan dana masjid belum cukup memadai	Memberikan sosialisasi mengenai pencatatan akuntansi masjid sesuai ISAK 35, memperkenalkan pengelola masjid mengenai komponen laporan keuangan yang perlu dibuat, alur proses akuntansi masjid, dan contoh transaksi di masjid.
2	Pencatatan transaksi terkait dengan pengelolaan dana masjid belum dicatat secara baik	
3	Laporan keuangan yang disajikan belum disusun berdasarkan standar akuntansi keuangan yang seharusnya	

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pelaksanaan Kegiatan

Kegiatan pengabdian pada masyarakat ini dilaksanakan dengan program Pelatihan Penyusunan Laporan Keuangan Sederhana bagi para pengelola keuangan masjid Se-Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat sebanyak 12 orang. Pelatihan ini dilaksanakan pada tanggal 4 Oktober 2024 secara luring atau offline di Masjid Arrasy, Kompleks Puri Melia Garden, Jalan Kolonel Masturi, Desa Jambudipa, Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat.

Gambar 1



Tim Pengmas Prodi Akuntansi FEB Unjani

Kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini diawali dengan pembukaan acara oleh mahasiswa yaitu Faradila dan Nadya dan dilanjutkan dengan pengisian materi oleh narasumber dari perwakilan dosen akuntansi yaitu Bapak R. Budi Hendaris mengenai pentingnya penyusunan laporan keuangan masjid, standar akuntansi yang mengatur, komponen laporan keuangan masjid sesuai ISAK 35, proses pencatatan akun-akun dalam pembukuan akuntansi masjid serta contoh transaksi yang terjadi.



Gambar 2
Pemberian Materi oleh Tim

Materi dan pelaksanaan kegiatan ini merupakan hasil pemikiran dan kerjasama yang baik dari dosen-dosen yang tergabung dalam tim pengabdian masyarakat. Sebelum pemaparan materi diberikan tim membagikan kuesioner oleh kedua mahasiswa kepada para peserta untuk menilai pengetahuan dan kemampuan awal peserta mengenai materi yang akan disampaikan. Setelah penyampaian materi dilakukan, mahasiswa membagikan kuesioner kembali untuk menilai kemampuan atau keberhasilan pelaksanaan pengabdian pada masyarakat. Hasil kuesioner sebelum dan sesudah penyampaian materi selanjutnya dibandingkan untuk melihat keberhasilan pelaksanaan pengabdian pada masyarakat apakah terdapat perubahan pola pikir atau budaya pada para peserta khususnya mengenai penyusunan laporan keuangan masjid sederhana berdasarkan standar akuntansi keuangan yang seharusnya yaitu ISAK 35.

Sebelum pelatihan, mayoritas peserta belum mengetahui pentingnya transparansi dari laporan keuangan mesjid. Para peserta mengutarakan bahwa nominal dana yang diterima mesjid jumlahnya

cukup banyak. Gambar 3 di bawah ini menunjukkan peserta pengelola dana mesjid ketika mendapatkan materi dari tim.



Gambar 3

Peserta Pengelola Dana Masjid Se-Kecamatan Cisarua Kab.Bandung Barat

Setelah sesi materi selesai, acara ditutup dengan penyerahan plakat dari Ketua Tim Pengabdian Pada Masyarakat, Prodi Akuntansi, Universitas Jenderal Achmad Yani kepada Ketua MUI Kecamatan Cisarua.



Gambar 4

Penyerahan Plakat FEB Unjani Kepada Ketua MUI Kecamatan Cisarua Kab. Bandung Barat

Hasil dan Evaluasi

Sebelum kegiatan dimulai, Tim melakukan aktivitas wawancara bersama salah satu mitra sebagai perwakilan yaitu Bapak H. Ceceng selaku Ketua Majelis Ulama Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat. Adapun hasil wawancara menunjukkan permasalahan terkait pengelolaan dana masjid, antara lain:

- Kemampuan para pengelola keuangan dana masjid mengenai akuntansi keuangan belum cukup memadai
- Pencatatan transaksi terkait dengan pengelolaan dana masjid belum dicatat secara baik
- Laporan keuangan yang disajikan belum disusun berdasarkan standar akuntansi yang seharusnya.

Selain wawancara, tim juga memberikan kuesioner kepada para mitra sebagai penilaian terhadap keberhasilan pelaksanaan pelatihan. Pengisian kuesioner wajib diisi oleh peserta pelatihan. Kuesioner dibagikan dalam dua sesi yaitu sesi pertama, dimana peserta belum mendapatkan pemaparan mengenai penyusunan laporan keuangan sederhana dana masjid. Selanjutnya, pada sesi kedua, kuesioner dibagikan kepada peserta setelah pemaparan dilakukan. Hasil kuesioner pada 12 peserta sebelum pelatihan dapat dilihat pada tabel 2 sedangkan hasil kuisisioner setelah pemaparan materi dapat dilihat pada tabel 3.

Tabel 2

Pemahaman peserta sebelum pelatihan dilaksanakan

No.	Pernyataan	Sebelum pelatihan		
		Paham	Kurang Paham	Tidak Paham
1.	Pemahaman anda saat ini, terkait pentingnya penyusunan laporan keuangan/pembukuan bagi masjid	0%	17%	83%
2	Pemahaman anda saat ini, standar akuntansi yang mengatur penyusunan LK masjid	8%	33%	58%
3	Pemahaman anda saat ini, terkait komponen laporan keuangan yang perlu dibuat untuk masjid sesuai standar.	8%	25%	66%
4	Pemahaman anda saat ini, terkait bagaimana proses pencatatan/pembukuan untuk masjid sesuai standar.	0%	25%	75%
5.	Pemahaman anda saat ini, terkait item/akunapa saja yang perlu dicatat dalam pembukuan masjid	8%	33%	58%
Rata-Rata		8%	26%	68%

Sumber: Data diolah tahun 2024

Berdasarkan hasil kuisioner pada tabel 2, tingkat ketidakpahaman mengenai pengelolaan dana masjid dan penyusunan laporan keuangan masjid masih tinggi yaitu sebesar 83%. Pemahaman peserta mengenai standar akuntansi yang mengatur penyusunan laporan keuangan masjid juga tergolong rendah yaitu 8% peserta paham, 33% peserta kurang paham, dan 58% peserta belum paham. Selain itu, pemahaman peserta mengenai komponen laporan keuangan yang perlu dibuat sesuai standar juga masih rendah, sebesar 66% peserta tidak paham, 25% peserta kurang paham dan hanya 8% peserta yang telah paham. Pemahaman peserta pelatihan terkait bagaimana proses pencatatan atau pembukuan untuk masjid sesuai standar juga masih tergolong rendah yaitu sebesar 75% peserta tidak paham, 25% peserta kurang paham dan 0% peserta yang memahami proses pencatatan/pembukuan dana masjid berdasarkan standar keuangan yang seharusnya. Pemahaman peserta mengenai komponen akun-akun yang perlu dicatat pada laporan keuangan masjid juga masih rendah, yaitu 58% peserta tidak paham,

33% kurang paham dan 8% peserta tidak paham mengenai akun-akun dalam pembukuan masjid.

Berdasarkan pencapaian secara rata-rata tersebut, dapat diketahui bahwa pemahaman para peserta pengelola dana masjid di Kecamatan Cisarua Kab. Bandung Barat untuk menyusun laporan keuangan dana masjid berdasarkan standar akuntansi tergolong masih sangat rendah dengan rata-rata 68%. Tujuan yang diharapkan dari kegiatan pengabdian pada masyarakat dalam bentuk pelatihan ini adalah terdapatnya peningkatan pemahaman dan perubahan pola berpikir dari para pengelola dana masjid mengenai pentingnya penyusunan laporan keuangan yang disusun berdasarkan standar yang seharusnya. Penyusunan laporan keuangan berdasarkan standar keuangan yang tepat akan meningkatkan kualitas dari informasi yang disajikan dan mampu meningkatkan kepercayaan para jamaah masjid dan masyarakat pada umumnya.

Upaya yang dilakukan untuk mengevaluasi apakah pelatihan ini memberikan dampak dan manfaat bagi peserta yaitu dilakukan penyebaran kuesioner kembali setelah peserta mendapat pemaparan materi pelatihan. Tabel 3 memperlihatkan kondisi tingkat pengetahuan peserta mengenai pengetahuan penyusunan laporan keuangan masjid sederhana sesuai standar akuntansi setelah pelatihan dilakukan.

Tabel 3
Pemahaman peserta setelah pelatihan dilaksanakan

No.	Pernyataan	Sebelum pelatihan		
		Paham	Kurang Paham	Tidak Paham
1	Pemahaman anda saat ini, terkait pentingnya penyusunan laporan keuangan/pembukuan bagi masjid	100%	0%	0%
2	Pemahaman anda saat ini, standar akuntansi yang mengatur penyusunan LK masjid	67%	33%	0%
3	Pemahaman anda saat ini, terkait komponen laporan keuangan yang perlu dibuat untuk masjid sesuai standar.	67%	33%	0%
4	Pemahaman anda saat ini, terkait bagaimana proses pencatatan/pembukuan untuk masjid sesuai standar.	75%	25%	0%
5	Pemahaman anda saat ini, terkait item/akun apa saja	58%	25%	17%

	yang perlu dicatat dalam pembukuan masjid			
Rata-Rata		73,4%	23,2%	3,4 %

Sumber: Data diolah tahun 2024

Tabel 3 menunjukkan bahwa setelah pelatihan dilaksanakan, pemahaman peserta pengelola dana masjid mengenai pentingnya penyusunan laporan keuangan dana masjid naik menjadi 100%. Pemahaman peserta mengenai standar akuntansi yang mengatur penyusunan laporan keuangan masjid setelah dilakukan pelatihan menjadi semakin baik yaitu sebesar 67% yang paham, 33% kurang paham mengenai standar yang mengatur pengelolaan dan pelaporan dana masjid. Pemahaman peserta mengenai komponen laporan keuangan yang perlu dibuat untuk masjid sesuai standar setelah pelatihan dilaksanakan menjadi semakin meningkat, sebesar 67% dan 33% peserta masih kurang paham mengenai komponen laporan keuangan pada masjid.

Persentase pemahaman peserta pelatihan terkait bagaimana proses pencatatan/pembukuan untuk masjid sesuai standar setelah pelatihan dilakukan menjadi semakin baik yaitu sebesar 58% peserta sudah paham, 25% kurang paham dan 17% peserta yang masih belum memahami proses pencatatan/pembukuan dana masjid berdasarkan standar keuangan yang seharusnya. Persentase pemahaman peserta pelatihan terkait akun-akun apa saja yang perlu dicatat dalam pembukuan masjid setelah dilakukan pelatihan menjadi semakin baik, 58% peserta paham, 25% peserta kurang paham, dan 17% peserta tidak paham mengenai akun-akun yang digunakan untuk pembukuan masjid.

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, pencapaian rata-rata mengenai pemahaman para peserta pengelola masjid di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat mengalami peningkatan setelah diadakan pelatihan penyusunan laporan keuangan sederhana dana masjid.

Hasil wawancara yang telah dilakukan pun mendukung, hampir 73% peserta merasa puas dan merasa kegiatan pengabdian yang dilakukan memberikan manfaat bagi mereka. Walaupun masih 23% peserta ada yang masih kurang paham dan 3,4% yang tidak paham, hal ini sangat mungkin terjadi disebabkan karena waktu pelatihan yang sangat singkat. Namun secara keseluruhan tujuan yang diharapkan dari kegiatan pengabdian masyarakat ini telah tercapai dengan baik, peserta pelatihan dapat meningkatkan pemahaman mengenai penyusunan laporan keuangan sederhana masjid sesuai standar akuntansi yang berlaku.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil pelatihan yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa terdapat peningkatan pemahaman yang cukup baik dari para peserta pengelola dana masjid di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat mengenai penyusunan laporan keuangan sederhana masjid sesuai dengan ISAK 35. Namun, masih perlu ditingkatkan kembali pelatihan yang memiliki durasi yang lebih lama agar peserta bisa lebih terampil menyusun laporan keuangan masjid sesuai standar akuntansi yang berlaku.

SARAN

Diperlukan *workshop* lanjutan bagi para pengelola dana masjid, dimana mitra dapat berlatih secara langsung dengan menggunakan excel dengan output laporan keuangan sederhana masing-masing mesjid.

UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Jenderal Achmad Yani, atas dukungan finansial yang telah diberikan untuk mendanai rangkaian kegiatan pengabdian pada Masyarakat yang dilaksanakan di Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat.

DAFTAR PUSTAKA

- Setiawan K. NU Online. [cited 2024 Oct 18]. Selain sebagai Tempat Sujud, Ini Berbagai Fungsi Masjid. Available from : <https://islam.nu.or.id/nasional/selain-sebagai-tempat-sujud-ini-berbagai-fungsi-masjid-aWYXF>
- Andikawati D, Winarno W. Laporan Keuangan Lembaga Masjid (Studi Kasus Pada Lembaga Masjid Agung Anaz Mahfudz Dan Masjid Al– Huda Lumajang). In: Artikel Ilmiah Mahasiswa 2014.
- Aulia MF, Nasution YSJ, Syafina L. Analisis Akuntabilitas dan Pengelolaan Keuangan Masjid di Kecamatan Belawan Berdasarkan ISAK 35. 2023;7.
- Sasongko A. Republika Online. 2022 [cited 2024 Oct 18]. Pentingnya Pengelolaan Keuangan Masjid. Available from: <https://republika.co.id/share/r6xlbs313>
- Halim A, Kusufi M. Teori, Konsep, dan Aplikasi Akuntansi Sektor Publik dari Anggaran hingga Laporan Keuangan, dari Pemerintah hingga Tempat Ibadah. 2nd ed. Jakarta: Salemba Empat; 2014. 447 p.
- Suchman MC. Managing Legitimacy: Strategic and Institutional Approaches. Acad Manage Rev. 1995;20(3):571–610.
- Deegan C. Introduction: The legitimising effect of social and environmental disclosures – a theoretical

foundation. *Account Audit Account J.* 2002 Aug 1;15(3):282–311.

Effendy AV, Citra Y N, Aulin Nuha G. Penerapan PSAK No. 45 Tentang Pelaporan Keuangan Entitas Nirlaba Pada Lksa Panti Asuhan Nurul Husna Patrang. *Int J Soc Sci Bus.* 2019;3(3):291.

Atufah ID. Penerapan Psak No.45 Tentang Pelaporan Keuangan Organisasi Nirlaba Yayasan Pendidikan Pondok Pesantren Al-Khairiyah. *Int J Soc Sci Bus.* 2018;2(3):115.

Guthrie J, Parker L. Corporate social disclosure practice: a comparative international analysis. *Adv Public Interest Account.* 1990;

Hogner HR. Corporate social reporting: eight decades... - Google Scholar. 1982;4:243–50.

Istan M. Analysis of Mosque Financial Management in the Development of Mosque Funds in Indonesia. *Int J Multicult Multireligious Underst.* 2022 Dec 15;9(12):316.

Hines RD. The Sociopolitical Paradigm in Financial Accounting Research. *Account Audit Account J* [Internet]. 1989 Apr 1 [cited 2024 Oct 18];2(1). Available from: <https://www.emerald.com/insight/content/doi/10.1108/09513578910134671/full/html>

Husaeni I, Indrawan A, Martaseli E. Penerapan Isak 35 Dalam Penyajian Laporan Keuangan Pada Masjid Besar Jampang Kulon. 2022;5(1).

Siregar DP, Soemitra A, Nasution J. Accountability and Financial Management of Mosques Based on ISAK 35 Concerning Financial Reporting of Non-Profit Organizations: Case Study at Al-Ikhlas Mosque. *J Bus Manag Econ Dev.* 2023 Sep 6;1(03):505–9.

Rahayu D, Berlian AAP. Penerapan Isak 35 Dalam Penyusunan Laporan Keuangan Pada Organisasi Nonlaba. *Jurakunman J Akunt Dan Manaj.* 2024 Feb 6;17(1):62–77.

Widianto A, Widiati H. Implementasi Isak 35 Dalam Pelaporan Keuangan Masjid Al-Hajj. *Owner.* 2023 Jul 1;7:2380–8.

Salsabila 123 K, Priantilianingtiasari R. Implementation Of Accountability And Transparency In Financial Management Of Miftahul Jannah Mosque In Blitar District Based On Isak 35. *Balance J Islam Account.* 2023 Dec 29;4(2):168–82.

Rezeki S, Harmain H, Tambunan K. Accountability For Financial Management Based On Isak 35 On The Financial Reports Of Non-Profit Organizations For Prosperity (Case Study At The Taqwa Muhammadiyah Mosque Kp. Dadap City Of Medan). *J Manag Econ Account.* 2023 Aug 23;2(2):223–34.

Kustinah S, Winars E, Mulyandini VC. ISAK 35 Socialization and Training in Non-profit Organizations (Case study on Mosque Management in Jambudipa Village West Bandung Regency). 2023.

**ANALISIS FAKTOR PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM
KEAGGOTAAN BANK SAMICI SEBAGAI BENTUK PARTISIPASI GRAK OMPIMPAH
KOTA CIMAHI**

Lela Juariah, Rosa Rosmanah

Program Studi Kesehatan Masyarakat (S-1) FITKes Universitas Jenderal Achmad Yani

juariah.lela@gmail.com

ABSTRAK

GRAK OMPIMPAH yang disosialisasikan oleh Pemerintah Kota Cimahi merupakan upaya pengelolaan sampah bertanggung jawab di lingkungan Masyarakat. Program GRAK OMPIMPAH mengacu pada prinsip pemanfaatan kembali sampah atau 3R (*Reduce, Reuse, Recycle*) sebagai upaya mengurangi timbulan sampah dari sumber (*reduce*). Komposisi sampah rumah tangga terbesar di Kota Cimahi meliputi sampah organik sebanyak 60%; sampah an-organik sebanyak 17%, sampah B3 sebanyak 2 % dan sampah residu sebanyak 21% (Sandro & Ainun, 2023). Sampah an-organik yang bernilai ekonomis dapat ditampung di Bank Samici (Bank Sampah Induk Cimahi). Banyak faktor yang mempengaruhi partisipasi masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi keanggotaan Bank SAMICI sebagai bentuk partisipasi Grak Ompimpah di Kota Cimahi.

Jenis penelitian *mixed method* dengan pendekatan *embedded*, dimana pengumpulan data kuantitatif dan data kualitatif secara bersamaan dikumpulkan, dianalisis dan diinterpretasikan. Populasi penelitian adalah masyarakat Kelurahan Padasuka Kota Cimahi sebanyak 42.043 jiwa dalam 10.556 KK, dengan rumusan Slovin diperoleh sampel sebanyak 100 sampel. Data dianalisis secara kuantitatif menggunakan analisis faktor dan data kualitatif dianalisis secara tematik, sehingga mendapatkan gambaran faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank SAMICI.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara kuantitatif terbentuk 3 faktor yang mempengaruhi partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank SAMICI, yaitu : Faktor 1 diberi label faktor internal kondisi ekonomi terdiri atas variabel jenis kelamin, pekerjaan, penghasilan, dan lama tinggal, dengan angka korelasi sebesar 0,917. Faktor 2 diberi label faktor eksternal terdiri atas variabel keanggotaan Bank Samici, pengetahuan, sosial informasi dan edukasi dengan angka korelasi sebesar 0,884. Faktor 3 diberi label faktor internal kondisi sosial terdiri atas variabel pendidikan dan lama tinggal, dengan angka korelasi sebesar 0,956. Hasil penelitian kualitatif diperoleh 12 tema sesuai preposisi teoritik,

dimana hasil menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank Samici tidak dapat menggambarkan partisipasi Grak Ompimpah di Kota Cimahi.

Disarankan untuk pihak DLH Kota Cimahi khususnya Bank Samici dan Penanggung Jawab Program Ompimpah dapat melakukan sosialisasi, edukasi dan informasi secara berkelanjutan melalui penyebaran Buku Saku: Grak Ompimpah dan Bank Samici kepada masyarakat. Terutama mengedukasi masyarakat dalam penimbangan dan pencatatan sampah an-organik bernilai ekonomis yang bekerjasama dengan pengepul secara ijon dapat melakukan penimbangan dan pencatatan timbangan sampah an-organik sebagai bentuk partisipasi Grak Ompipah terlepas dari keanggotaan Bank Samici.

Keyword: Pemilahan sampah, Grak Ompimpah, Bank Samici, Mixed Method

PENDAHULUAN

Sampah menurut UU No. 18 tahun 2008 adalah sisa kegiatan sehari-hari manusia dan/atau proses alam yang berbentuk padat. Upaya yang dapat dilakukan dalam mengelola sampah meliputi kegiatan pengurangan dan penanganan sampah (RI, 2008). Kegiatan pengurangan sampah yang berasal dari sumber sangat membantu dalam mengurangi timbulan sampah di tempat pembuangan akhir (TPA). Data timbulan sampah tahun 2023 di 280 kabupaten/kota di Indonesia sebanyak 30,96 juta ton/tahun, dimana 8,2 juta ton/tahun (26,46%) yang dapat dilakukan pengurangan sampah; 15,59 juta ton/tahun (50,36%) sampah yang dapat penanganan dan 23,79 juta ton/tahun (76,83%) sampah yang dapat terkelola dan 7,17 juta ton/tahun sampah yang tidak terkelola (SIPSN, 2023). Sementara data timbulan sampah di Kota Cimahi sebanyak 275,45 ton per hari, sementara kapasitas angkut ke TPA Sarimukti hanya 165,2 ton/hr (Defitri, 2023). Komposisi sampah rumah tangga terbesar di Kota Cimahi adalah sampah organik sebanyak 60%; sampah an-organik sebanyak 17%, sampah B3 sebanyak 2 % dan sampah residu sebanyak 21% (Sandro & Ainun, 2023). Menyikapi permasalahan tersebut, Pemerintah Kota Cimahi menginisiasi melalui Program GRAK OMPIMPAH (Gerakan Orang pilah sampah) sejak tahun 2023.

GRAK OMPIMPAH diinisiasi oleh Pemerintah Kota Cimahi sebagai upaya menciptakan pengelolaan sampah bertanggung jawab di lingkungan Masyarakat. Program GRAK OMPIMPAH mengacu pada prinsip pemanfaatan kembali sampah atau 3R (Reduce, Reuse, Recycle). Berbagai upaya cerdas, efisien, dan terprogram dilakukan agar produksi sampah harian dan pengangkutan sampah ke TPA bisa dikurangi (Defitri, 2023). Upaya pengurangan sampah dari sumber menjadi fokus utama dalam GRAK OMPIMPAH, dimana sampah dipilah menjadi sampah organik, an-organik dan sampah B3/residu. Sampah hasil pemilahan dapat bernilai ekonomi ketika sampah an-organik dikumpulkan

dan diserahkan kepada Bank Sampah. Bank Sampah Induk Cimahi (SAMICI) yang telah dirintis oleh Dinas Lingkungan Hidup Kota Cimahi sebagai tempat penampungan sampah an- organik dalam penanganan sampah di Kota Cimahi.

Bank Sampah Induk Cimahi atau Bank Samici, program yang diinisiasi Dinas Kebersihan dan Pertamanan Kota Cimahi, semakin tersebar luas dengan 189 unit bank sampah didirikan serta memiliki nasabah sebanyak 1.124 anggota di seluruh Kota Cimahi. (Defitri, 2023). Berdasarkan studi awal diperoleh bahwa partisipasi Masyarakat terkait keanggotaan Bank SAMICI lebih didominasi oleh masyarakat yang tinggal di Wilayah Kecamatan Cimahi Utara, sementara keberadaan Bank SAMICI terletak di wilayah Kecamatan Cimahi Tengah, yang cukup strategis kurang mendapat respon positif dari warga Kota Cimahi. Partisipasi masyarakat merupakan suatu hak yang dimiliki masyarakat untuk ikut andil dalam pengambilan keputusan di dalam tahap proses pembangunan, mulai dari awal perencanaan, pelaksanaan, pengawasan maupun pelestarian lingkungan, dimana masyarakat tidak hanya sebagai penerima fasilitas maupun manfaat, tetapi sebagai subjek pembangunan yang berkesinambungan (Dewi, 2013) Partisipasi masyarakat Kota Cimahi dalam keanggotaan Bank SAMICI dikhawatirkan menggambarkan perilaku pemilahan sampah di Kota Cimahi. Berbagai upaya perlu dilakukan oleh Pemerintah Kota Cimahi dalam upaya di Kota Cimahi meningkatkan partisipasi masyarakat dalam GRAK OMPIMPAH melalui partisipasi keanggotaan Bank SAMICI, sehingga perlu dieksplorasi faktor-faktor yang berhubungan dengan partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank SAMICI.

Dengan fenomena tersebut, maka perlu diketahui faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi warga dalam keanggotaan Bank SAMICI dan dieksplorasi harapan warga dalam berpartisipasi di Bank SAMICI.

Tujuan Penelitian

Menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank SAMICI sebagai bentuk partisipasi dalam GRAK OMPIMPAH Kota Cimahi.

Mengekplorasi faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank SAMICI sebagai bentuk partisipasi dalam GRAK OMPIMPAH Kota Cimahi.

METODE PENELITIAN

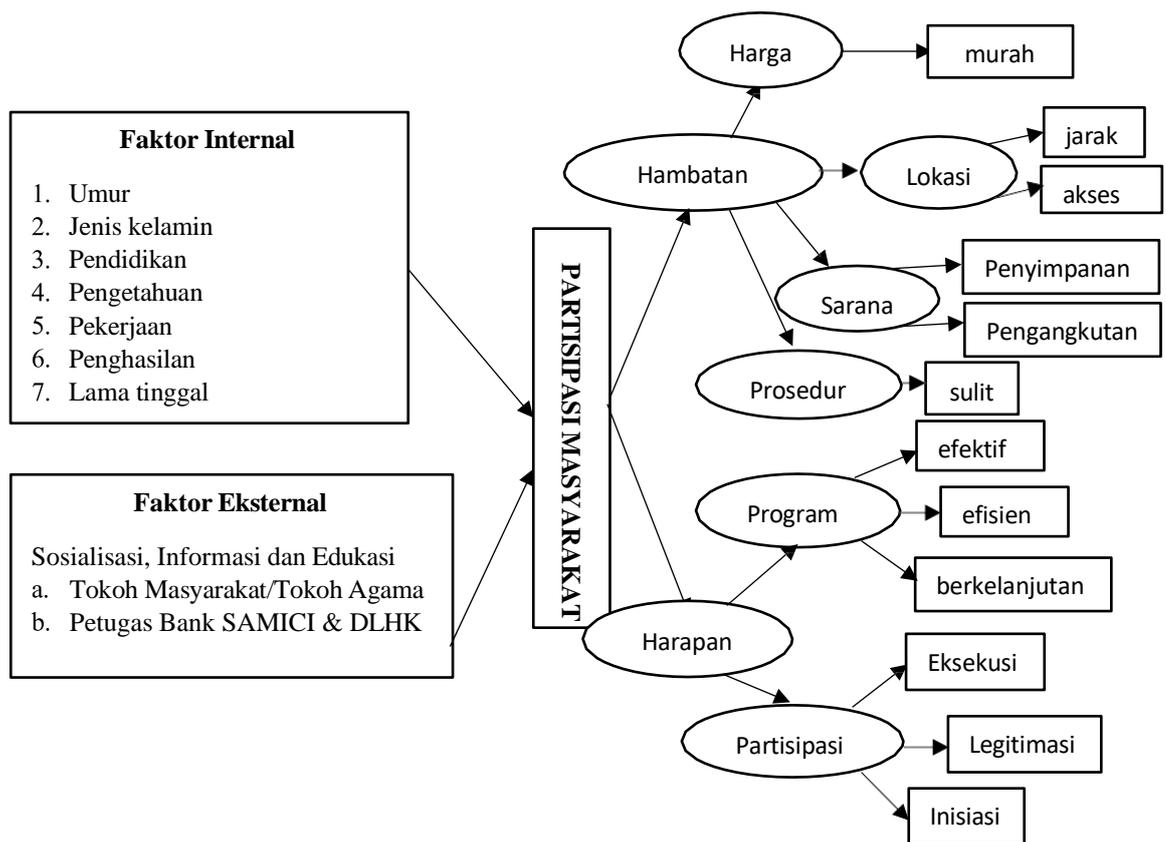
Metode penelitian menggunakan pendekatan *Mixed Methode Research* metode campuran *Embedded*, dimana penelitian kualitatif dan kuantitatif dilakukan secara bersamaan (Creswel, 2017). Penelitian kuantitatif dilakukan untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi partisipasi aktif masyarakat dalam keanggotaan Bank SAMICI, secara bersamaan dilakukan penelitian kualitatif untuk

mengeksplorasi faktor yang berhubungan dalam partisipasi keanggotaan Bank SAMIC. Populasi penelitian kuantitatif adalah masyarakat di Kelurahan Padasuka Kota Cimahi sebanyak 42.043 jiwa dalam 10.556 KK yang tersebar di 21 RW, dengan menggunakan rumusan Slovin diperoleh sampel sebanyak 100 KK. Adapun teknik pengambilan sampel penelitian kuantitatif menggunakan *purposive sampling*, dengan kriteria inklusi sebagai berikut:

- Masyarakat yang sudah memiliki KTP/KK di Kelurahan Padasuka
 - Masyarakat usia >17 tahun
 - 1 tempat tinggal = 1 sampel
 - Bersedia menjadi responden
- Kriteria eksklusi penelitian adalah :
- Masyarakat yang tinggal serumah dihuni oleh > 1 KK.
 - Masyarakat dengan gangguan komunikasi

Sumber informan data penelitian kualitatif adalah Penanggung Jawab Bank SAMICI DLHK Kota Cimahi dan Manager Bank SAMICI, Pihak Aparat Desa Padasuka serta masyarakat di kelurahan Padasuka sebanyak 4 orang.

Pengumpulan data kuantitatif dilakukan secara *dor to dor* mulai tanggal 2 – 9 Agustus 2024, diawali dengan pengambilan data melalui kuesioner. Selanjutnya data diolah secara kuantitatif untuk melihat gambaran partisipasi dan faktor- faktornya serta dianalisis hubungan dari masing-masing variabel. Pengumpulan data kualitatif dilakukan melalui *Indeep Interview (IDI)* secara bersamaan dengan pengambilan data kuantitatif untuk 4 informan yang berasal dari masyarakat; seorang informan dari pihak DLH Kota Cimahi, seorang Manager Bank Samici serta seorang aparat Desa/Kelurahan Padasuka dilaksanakan secara individual di ruang kerja masing-masing. Selanjutnya data kualitatif dianalisis melalui *analisis tematik* melalui tahapan transkripsi data, reduksi data, *Categorizing* sampai diperoleh tema-tema yang diharapkan dapat menjawab permasalahan penelitian. Peta penelitian ini dapat digambarkan sebagai berikut :



Gambar 3.1 Kerangka Penelitian dan Preposisi Teoretik

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Penelitian

Faktor yang mempengaruhi partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank Samici
 Distribusi Frekuensi Responden dalam Keanggotaan Bank Samici di Kota Cimahi

Tabel 1.1 Gambaran Responden dalam Keanggotaan Bank Samici Kota Cimahi

Variabel	Frekuensi	Persentase (%)
Usia Muda Dewasa		
Tua	3	3
	29	29
	68	68
Jenis Kelamin		

Laki-laki	29	29
Perempuan	71	71
Pendidikan		
Tidak Tamat SD	2	2
SMP	3	3
SMA	21	21
PT	63	63
	11	11
Pekerjaan		
PNS/Tentara/Polri		
Karyawan Swasta		2
Karyawan BUMN		2
Lainnya	10	10
	1	1
	87	87
Penghasilan		
> UMK	12	12
< UMK	60	60
Tidak ada penghasilan	28	28
Lama Tinggal		
Baru	2	2
Lama	98	98
Kenggotaan Bank Samici		
Ya	24	24
Tidak	76	76
Pengetahuan Kurang Cukup		
Baik	19	19
	27	27
	54	54
Sosialisasi, Informasi & Edukasi		
Kurang Baik	55	55
	45	45
TOTAL	100	100

Berdasarkan tabel 1.1 diatas, menunjukkan hasil bahwa karakteristik responden berdasarkan umur sebanyak 68% berusia tua, berdasarkan jenis kelamin sebanyak 71% berjenis kelamin perempuan, berdasarkan pendidikan sebanyak 63% berpendidikan SMA, berdasarkan pekerjaan

sebanyak 87% memiliki pekerjaan lainnya, berdasarkan penghasilan sebanyak 60% memiliki penghasilan < UMK Kota Cimahi, berdasarkan lama tinggal sebanyak 98% sudah tinggal lama di Kota Cimahi, berdasarkan pengetahuan sebanyak 54% memiliki pengetahuan baik, berdasarkan Pelaksanaan Sosialisasi, Informasi dan Edukasi Bank Samici dan Grak Ompimpah sebanyak 55% kurang mendapatkan sosialisasi, informasi dan edukasi tentang Bank Samici dan Grak Ompimpah. Berdasarkan keanggotaan Bank Samici sebanyak 76% diantaranya belum menjadi anggota Bank Samici.

Dari 24 responden (24%) yang berpartisipasi dalam keanggotaan Bank Samici, dianalisis secara *crosstab*, diperoleh hasil 14 responden (58,3%) diantaranya pada kelompok usia tua; 17 responden (70,8%) diantaranya berjenis kelamin perempuan; 12 responden (50%) diantaranya dengan pendidikan SMA; 20 responden (83,3) diantaranya dengan pekerjaan lainnya; 14 responden (58,3%) diantaranya memiliki penghasilan <UMK Kota Cimahi; 23 responden (95,8%) diantaranya sudah lama tinggal di Kelurahan Padasuka; 19 responden (79,2%) diantaranya memiliki pengetahuan baik tentang bank Samici dan Grak Ompimpah dan 14 responden (58,3%) diantaranya sudah mendapatkan sosialisasi, informasi dan edukasi tentang Bank Samici dan Grak Ompimpah. (terlampir)

Hasil Analisis Faktor

Sebelum dilakukan analisis faktor, diawali dengan melakukan identifikasi kecukupan data menggunakan nilai KMO dan MSA, dengan hasil diperoleh angka $0.522 > 0.5$, maka semua variabel dalam penelitian ini dapat dianalisis lebih lanjut dengan hasil Barlett's Test of Sphericity menunjukkan signifikansi sebesar $0.000 < 0.05$ artinya pada penelitian ini terdapat korelasi antar variabel dan variabel dianggap signifikan sehingga pengujian dapat dilanjutkan dengan melihat nilai dari MSA.

Hasil pengujian MSA, diperoleh 8 variabel memiliki nilai MSA > 0.50 (Widarjono, 2021) dan 1 variabel $< MSA$ yaitu variabel umur, sehingga dikeluarkan sebagai variabel penelitian dan 8 variabel yang memenuhi nilai MSA merupakan variabel penelitian dalam menentukan pengaruh antar variabel. Hasil pengaruh antar variabel menunjukkan enam variabel yang digunakan memiliki nilai *Extraction* $> 0,50$ (Santoso, 2006) maka dapat diartikan bahwa keenam variabel yang digunakan memiliki hubungan yang kuat dan bisa dinyatakan mampu menjelaskan factor yang terbentuk sedangkan variabel jenis kelamin 0,436 dan variabel anggota samici ($< 0,50$) artinya memiliki hubungan yang lemah dan cukup menjelaskan factor yang terbentuk, selanjutnya menentukan jumlah faktor yang dapat terbentuk. Hasil jumlah faktor menunjukkan bahwa nilai *eigen value* yang bernilai lebih besar dari satu yaitu berjumlah tiga dari total delapan variabel, hal ini menjelaskan jumlah faktor yang berhasil terbentuk yaitu tiga faktor baru.

Hasil Analisis Faktor

Sebelum dilakukan analisis faktor, diawali dengan melakukan identifikasi kecukupan data menggunakan nilai KMO dan MSA, dengan hasil diperoleh angka $0.522 > 0.5$, maka semua variabel dalam penelitian ini dapat dianalisis lebih lanjut dengan hasil Barlett's Test of Sphericity menunjukkan signifikansi sebesar $0.000 < 0.05$ artinya pada penelitian ini terdapat korelasi antar variabel dan variabel dianggap signifikan sehingga pengujian dapat dilanjutkan dengan melihat nilai dari MSA.

Hasil pengujian MSA, diperoleh 8 variabel memiliki nilai $MSA > 0.50$ (Widarjono, 2021) dan 1 variabel $< MSA$ yaitu variabel umur, sehingga dikeluarkan sebagai variabel penelitian dan 8 variabel yang memenuhi nilai MSA merupakan variabel penelitian dalam menentukan pengaruh antar variabel.

Hasil pengaruh antar variabel menunjukkan enam variabel yang digunakan memiliki nilai *Extraction* $> 0,50$ (Santoso, 2006) maka dapat diartikan bahwa keenam variabel yang digunakan memiliki hubungan yang kuat dan bisa dinyatakan mampu menjelaskan factor yang terbentuk sedangkan variabel jenis kelamin $0,436$ dan variabel anggota samici ($< 0,50$) artinya memiliki hubungan yang lemah dan cukup menjelaskan factor yang terbentuk, selanjutnya menentukan jumlah faktor yang dapat terbentuk.

Hasil jumlah faktor menunjukkan bahwa nilai *eigen value* yang bernilai lebih besar dari satu yaitu berjumlah tiga dari total delapan variabel, hal ini menjelaskan jumlah faktor yang berhasil terbentuk yaitu tiga faktor baru.

Faktor pertama memiliki nilai eigenvalues sebesar 2,070 dan mampu menjelaskan 25,876 % keragaman total item-item penelitian, Faktor kedua memiliki nilai eigenvalues sebesar 1,658 dan mampu menjelaskan 20,695 % dari keragaman total, Faktor ketiga memiliki nilai eigenvalues sebesar 1,027 dan mampu menjelaskan 12,835 %. Faktor-faktor yang terbentuk memiliki total *total percentage of variance* sebesar 59,406 % yang artinya adalah sebesar 59,406 % dari delapan variabel yang diteliti dapat dijelaskan oleh tiga faktor yang terbentuk dengan melihat nilai korelasi antar setiap faktor dan variabel- variabel yang dianalisis (Simamora, 2005), yang dapat dilihat pada tabel 1.2 berikut ini :

Tabel 1.2 Gambaran Analisis Faktor Partisipasi Masyarakat dalam Keanggotaan Bank Samici Kota Cimahi

Variabel	Komponen		
	1	2	3
Jenis Kelamin	0.616		
Pendidikan			0.685
Pekerjaan	0.684		
Penghasilan	0.793		
Lama Tinggal	0.551		0.580
Keanggotaan Bank Samici		-.582	
Pengetahuan		0.720	
Sosialisasi, Informasi & Edukasi		0.597	
Nilai Korelasi	0.917	0.884	0.956

Tabel 1.2 diatas, menunjukkan bahwa secara kuantitatif terbentuk 3 faktor yang mempengaruhi partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank SAMICI, yaitu : Faktor 1 diberi label faktor internal kondisi ekonomi terdiri atas variabel jenis kelamin, pekerjaan, penghasilan, dan lama tinggal, dengan angka korelasi sebesar 0,917. Faktor 2 diberi label faktor eksternal terdiri atas variabel keanggotaan Bank Samici, pengetahuan, sosial informasi dan edukasi dengan angka korelasi sebesar 0,884. Faktor 3 diberi label faktor internal kondisi sosial terdiri atas variabel pendidikan dan lama tinggal, dengan angka korelasi sebesar 0,956. Hasil penelitian kualitatif diperoleh 12 tema sesuai preposisi teoritik, dimana hasil menunjukkan bahwa partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank Samici belum menggambarkan partisipasinya dalam Grak Ompimpah Kota Cimahi.

Eksplorasi Faktor yang mempengaruhi partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank Samici Pengumpulan data melalui *IDI (Indeepth Interview)*, selanjutnya dilakukan transkripsi sebanyak 15 halaman, direduksi menjadi 10 halaman, dan *categorizing* diperoleh 12 tema sesuai preposisi teoritik, dimana hasil dapat disimpulkan bahwa partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank Samici belum menggambarkan partisipasinya dalam Grak Ompimpah Kota Cimahi di Kota Cimahi.

Melalui Program Grak Ompimpah yang digebyarkan di Bulan Maret 2023 oleh DLH Kota Cimahi, aktivitas dan kegiatan bank Samici baru warga ketahui sebagai tempat kegiatan penampungan hasil pemilahan sampah an- organik bernilai ekonomis. Grak Ompimpah pun hanya berjalan beberapa bulan setelah gebyar Grak Ompimpah, setelah itu tidak ada kegiatan lainnya di masyarakat, kegiatan lainnya dilakukan melalui kelurahan dengan program ODOP, yaitu kegiatan *One Desa One Produk* hasil pemanfaatan sampah an- organik, dimana pihak desa mengeluhkan tidak adanya yang membeli produk yang telah mereka jadikan produk berbahan dasar sampah (*informan 3,4, 5, 6 dan 7*).

Tujuan utama Grak Ompimpah adalah untuk membangun budaya masyarakat melakukan gerakan pemilahan sampah menjadi sampah organik, an-organik, sampah B3 dan residu, namun temuan di lapangan, masyarakat pada umumnya membagi sampah menjadi sampah organik dan an-organik saja. Permasalah utama masyarakat tidak melakukan pemilahan sampah ini dipengaruhi oleh ketidakmauan warga melakukan pemilahan sampah akibat kemanjaan/kebiasaan masyarakat kota Cimahi akan kepedulian akan timbulan sampah. Sesungguhnya Program Grak Ompimpah ini merupakan kesinambungan dari Program *Cimahi Barengras* (Bareng-bareng kurangi sampah), untuk memperoleh hasil yang maksimal dalam upaya pengolahan sampah di Kota Cimahi. Adapun warga masyarakat yang telah melakukan pemilahan sampah an-organik memiliki kecenderungan menjual sampah plastiknya ke pengepul sampah dengan sistem ijon, dengan alasan harganya lebih kompetitif. Harapan pengelola Bank Samici, walaupun mereka menjualnya kepada pengepul sampah plastik, pengelola berharap mendapatkan informasi dan laporan timbangan sampahnya dari warga masyarakat yang melakukan pemilahan sampah sebagai bentuk/bagian dari upaya pengurangan sampah dari sumber. (*Informan 1 dan 2*) menjualnya kepada pengepul sampah plastik, pengelola berharap mendapatkan informasi dan laporan timbangan sampahnya dari warga masyarakat yang melakukan pemilahan sampah sebagai bentuk/bagian dari upaya pengurangan sampah dari sumber. (*Informan 1 dan 2*)

Pada awal perjalanannya, Bank Samici yang berada dibawah naungan DLH Kota Cimahi secara kelembagaan, namun secara manajerial dikelola oleh pihak ketiga (swasta). Bank Samici bekerjasama dengan BSB (Bank Sampah Bersinar) sebagai bank sampah swasta yang telah berhasil melakukan pengolahan sampah tingkat nasional dan memiliki predikat terbaik di Jawa Barat. Hal inilah yang memotivasi pihak DLH Kota Cimahi dalam upaya mengurangi sampah dari sumber, sehingga sampah yang diangkut ke TPA Sarimukti dapat berkurang. (*informan 1 dan 2*)

KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa partisipasi masyarakat dalam keanggotaan Bank Samici tidak menggambarkan partisipasi masyarakat dalam Program Ompimpah di Kota Cimahi. Masyarakat yang telah melakukan pemilahan sampah, sampah hasil pilahannya dijual pada pengepul sampah plastik dengan sistem ijon. Tujuan keberadaan Bank Samici sebagai tempat pengumpulan anorganik bernilai ekonomi ini adalah dapat mengidentifikasi jumlah sampah yang dikumpulkan di Bank sampah sebagai upaya mereduksi sampah berasal dari sumbernya. Perlu penelitian lebih lanjut, terkait Model yang tepat dalam pemberdayaan masyarakat Kota Cimahi dalam upaya mereduksi sampah berasal dari sumbernya.

DAFTAR PUSTAKA

Buku

- Creswel, J. W. (2017). *Research Design: Pendekatan Metode Kualitatif, Kuantitatif, dan Campuran*. Yogyakarta: Cetakan II. Pustaka Pelajar. ISBN:978-602-229-584-6.
- Santoso, S. (2006). *Seri Solusi Bisnis Berbasis TI: Menggunakan SPSS untuk Statistik Multivariat* (ISBN: 9792097899 ed.). Jakarta: Elex Media Komputindo.
- Simamora, B. (2005). *Analisis Multivariat Pemasaran*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.
- Widarjono, A. (2021). *Analisis Statistika Multivariat Terapan* (kedua, ISBN 9789793532967 ed.). Indonesia: UPP STIM YKPN.

Artikel Jurnal

- Dewi, F. &. (2013). Pengembangan Desa Wisata Berbasis Partisipasi Masyarakat Lokal di Desa Wisata Jatiluwih. *Jurnal Kawistara, Vol.3*.
- Muttaqin, A. I. (2018, Maret). Partisipasi Masjid Dalam Mendorong Tata Kelola Sampah Pedesaan Di Desa Genteng Kulon Kecamatan Genteng Kabupaten Banyuwangi. *Nidhomul Haq Vol 3 No: 1 ISSN 2503-1481*. doi:<https://doi.org/10.31538/ndh.v3i1.36>
- Suroso, H., & et.al. (2014). Faktor-Faktor Yang Mempengaruhi Partisipasi Masyarakat Dalam Perencanaan Pembangunan Di Desa Banjaran Kecamatan Driyorejo. *Wacana – Vol. 17, No. 1, ISSN : 1411-0199, E-ISSN : 2338-1884*.

Artikel diterbitkan di Proceeding

- Sandro, R., & Ainun, S. (2023). Identifikasi Timbulan dan Komposisi Sampah Rumah Tangga di Kota Cimahi. *Prosiding FTSP*.

Halaman Web

Defitri, M. (2023, Juni). Cara Kota Cimahi Tangani Masalah Sampah dengan GRAK OMPIMPAH. Cimahi, Jawa Barat, Indonesia. Diambil kembali dari waste4change: <https://waste4change.com/blog/cara-kota-cimahi-tangani-masalah-sampah-dengan-grak-ompimpah/>
SIPSN. (2023). *Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional*. Kementerian LHK, Kementerian LHK. Jakarta: Kementerian LHK. Diambil kembali dari <https://sipsn.menlhk.go.id/sipsn/>

Peraturan

RI, P. (2008). *UU No. 18 Tahun 2008 Tentang Pengelolaan Sampah*. Diambil kembali dari Data Base Peraturan BPK: <https://peraturan.bpk.go.id/Details/39067/uu-no-18-tahun-2008>

**SELF-CARE PRACTICES THROUGHOUT MISCARRIAGES: EXPERIENCES OF THE
WOMEN, THEIR HUSBANDS, AND MIDWIVES (DESCRIPTION OF MIDWIVES:
PRELIMINARY STUDY)**

Novie E. Mauliku¹, Ati Nurwita², Musri³

*¹Program Studi Magister Kesehatan Masyarakat, FITKES, Unjani ²Program Studi Kebidanan (D3),
FITKES, Unjani ³Program Studi Keperawatan (S1), FITKES, Unjani*

email@korespondens: atinurwita@yahoo.com

ABSTRAK

Women and their partners look forward to celebrate the outcomes of pregnancy, with joy. Unfortunately, some couples experience miscarriages resulting in immense grief and bereavement. Research evidence have shown that women who experienced miscarriages and individuals surrounding them or who provide care for them have differing experiences. Healthcare provisions include follow-up care for the women, but at times, these follow-ups are either not attended or not further tracked. Other individuals, specifically husbands, nurses and midwives who are involved in providing care to these women may also be adversely affected and their needs may be overlooked in view of their caregiving roles. Additionally, current global evidence on the self-care practices among these individuals are also very limited. This research project is correlation between Faculty of Health Sciences and Technology, Unjani Indonesia and Pengiran anak Puteri Rashidah Sa'adatul Bolkiah Institute of Health Sciences, Brunei for drawing social selfcare practice condition to miscarriage mother in Indonesia and Brunei Darussalam so the researcher creates a self-care Practice Model. The purpose of this study was to conduct a needs assessment as a preliminary study on the characteristics of midwives who have practiced self-care practices during miscarriages in mothers as a basis for further research to explore the social process underpinning self-care practices among women, their husbands, nurses and midwives, who were affected by the experience of miscarriages.

This A quantitative research design will be employed, to collect characteristics of midwives, with a description study. The population target is all midwives in Bandung Kiwari Hospital, with sample thechnique total sampling. The sample was selected by setting inclusion and exlusion criteria. Inclusion criteria in this study: working in a pregnant patient care room, having experience working in a care room for at least 2 years, having experience in providing health services and support to women who have had miscarriages and are willing to share their experiences. Exclusion criteria:

refusing to participate in this study. Data analysis was carried out using univariate analysis.

The results in this paper are preliminary studies. Data collection about description characteristics midwives who have experienced self-care practices throughout women miscarriages. They were 8 midwives in the preliminary study at Bandung Kiwari Hospital, with the following result: half of the respondents (50%) were aged 40-50 years, almost all respondents (87.5%) had a Diploma III education, almost all respondents (87.5%) had more than 10 years of work experience, and almost all respondents (87.5%) had worked at the hospital for more than 10 years.

The main outcome of this study is the development of a model or theoretical framework on the self-care practices following the experience of miscarriage which can be shared with the global audiences. The study results may also be used locally to develop guidelines on self-care practices for all those affected by miscarriages, empowering them of their health. The guidelines may be disseminated in seminar, workshops, conference, leaflets, booklets, software application and also publication in the journal.

Kata Kunci : self-care practices, midwives

BACKGROUND

In broad term, self-care is the ability of individuals, families, and communities to promote health, prevent disease, maintain health, and cope with illness and disability with or without the support of a health worker ((World Health Organization, 2023b, 2023a). For the purpose of this research, self-care practices refer to any interventions employed/practices/undertaken or management of self to enhance holistic health (World Health Organization, 2023a, 2023b; World health Organization, 2023). This research will specifically focus on the women, husbands, nurses and midwives. Self-care practices are imperative to women who experienced miscarriages and their families. Nurses and midwives play an important role in providing care related to miscarriages and after care.

A systematic review conducted including studies from Australia (n=6), Europe/the United Kingdom (n=10), Canada/the United States (n=8), Middle-East (n=1) and Asia (n=2) (Due et al., 2017) concluded that both women and their partners went through an emotional journey of grief, anxiety, stress and depression. Yet, in another systematic review of 46 research studies (qualitative n=26, quantitative n=19, mixed methods studies n=1) from the United States of America (USA) and Canada (n=21), Australia (n=10), United Kingdom (UK) (n=6), Europe (n=1), Sweden (n=6), and the Middle East (n=3), it was reported that men have delayed response to loss and less frequently express emotional pain and feelings in comparison with women who respond immediately and frequently reported their negative experiences and feelings (Obst et al., 2020) This may be due to the notion that men are a women's initial line of support prior to support from nurses and midwives. Husbands'/ partners' support and presence throughout the period of miscarriage is fundamental for reducing emotional pain and providing comfort (Freidenfelds, 2020). the husband's presence during pregnancy and birth of a live baby is regarded very important (Kashaija et al., 2020), similarly his presence during miscarriages is also as important and critical. Due to their social roles as husbands/ partners, there exists a lack of social recognition for husband's grief (Obst et al., 2020). A better understanding of men's experience when facing miscarriages are vital as it will directly affect how they will be able to support their wives.

Additionally, the qualitative research conducted in Australia (N=15) reported that guilty feelings, internal conflicts with own feelings, and putting up brave fronts are among the emotional feelings experienced by midwives (Sheehy & Baird, 2022). Other experiences reported include feeling demotivated, overwhelmed, horrible, extreme sadness, difficulty in coping with the burnout of providing care to women (and their husbands) who experienced perinatal loss (Jensen et al., 2019; Yu et al., 2022). As a result, some nurses and midwives even felt the urge to leave their profession while others have exhibited symptoms of post-traumatic stress disorder and have become reluctant to provide care for perinatal losses ((FernándezOrdoñez et al., 2021)).

As nurses and midwives are the first point of contact for the women (and their husbands), and are always viewed in an ideal position to provide the required care following miscarriages (Lacchi-Reilly et al., 2023), their own negative experiences may often be overlooked. Hence, it is vital that not only the nurses and midwives be able to provide care to women (and their husbands) but also to take care of themselves.

The overview above indicated that women, husbands, nurses and midwives react and individually handled the experience of miscarriages differently. Unlike the other cultures that encourages free expression of feelings particularly sadness, the Asian culture, specifically Indonesian and Brunei cultures are different in many ways. Sadness and difficulties in coping with miscarriages are viewed as private personal experiences that are usually meant to be kept private or shared only amongst close family and friends (Abd Razak, 2016). Due to this, women, their husbands, nurses and midwives who are affected by miscarriages may have problems with responsibly expressing and handling their grief, which may cause detrimental effects on mental health of everyone involved (Shulman, 2010). The purpose of this study was to conduct a needs assessment as a preliminary study on the characteristics of midwives who have practiced self-care practices during miscarriages in mothers as a basis for further research to explore the social process underpinning self-care practices among women, their husbands, nurses and midwives, who were affected by the experience of miscarriages

METHODS RESEARCH

A quantitative research design will be employed, to collect characteristics of midwives, with a description study. The population target is all midwives in Bandung Kiwari Hospital, with sample technique total sampling. The sample was selected by setting inclusion and exclusion criteria. Inclusion criteria in this study: working in a pregnant patient care room, having experience working in a care room for at least 2 years, having experience in providing health services and support to women who have had miscarriages and are willing to share their experiences. Exclusion criteria: refusing to participate in this study. Data analysis was carried out using univariate analysis.

RESULT AND DISCUSSION

The result from this study is:

Table 1. Description of characteristic Midwives at Bandung Kiwari Hospital

Number	Variable	Frequency (n)	Persentage (n)
1.	Age		

	20-30 years	1	12,5
	30-40 years	3	37,5
	40-50 years	4	50
	>50 years	0	0
2.	Last education		
	D3	7	87,5
	D4	0	0
	S1	1	12,5
	S2	0	0
3.	Length of Work as a Midwife		
	<1 years	0	0
	1-3 years	1	12,5
	4-6 years	0	0
	7-10 years	0	0
	>10 years	7	87,5
4.	Length of Work in Clinical Field		
	<1 years	0	0
	1-3 years	0	0
	4-6 years	1	12,5
	7-10 years	0	0
	>10 years	7	87,5

The table show, they were 8 midwives in the preliminary study at Bandung Kiwari Hospital, with the following result: half of the respondents (50%) were aged 40-50 years, almost all respondents (87.5%) had a Diploma III education, almost all respondents (87.5%) had more than 10 years of work experience, and almost all respondents (87.5%) had worked at the hospital for more than 10 years. Self-care is the ability of individuals, families, and communities to promote health, prevent disease, maintain health, and cope with illness and disability with or without the support of a health worker (World Health Organization, 2023b, 2023a). Self-care practices are imperative to women who experienced miscarriages and their families. Nurses and midwives play an important role in providing care related to miscarriages and after care.

The background of nurses and midwives can encourage their ability to provide self-care practices which are very important for women who experience miscarriage. In addition, a qualitative study conducted in Australia (N=15) reported that feelings of guilt, internal conflict with one's own feelings,

and being brave were some of the emotional feelings experienced by midwives (Sheehy & Baird, 2022). Other reported experiences included feeling unmotivated, overwhelmed, terrible, extreme sadness, difficulty coping with exhaustion in providing care to women (and their husbands) who have experienced perinatal loss (Jensen et al., 2019; Yu et al., 2022). As a result, some nurses and midwives have even felt the need to leave their profession while others have shown symptoms of post-traumatic stress disorder and become reluctant to provide care for perinatal loss (FernándezOrdoñez et al., 2021). Therefore, to support this study, which aims to explore the social processes underlying self-care practices among women, their husbands, nurses and midwives, who have been affected by the experience of miscarriage, it is important to conduct research related to the characteristics of midwives/nurses.

CONCLUSION

The characteristics of midwives/nurses are important to know in this research. The background of nurses and midwives can influence their ability to provide self-care practices that are very important for women who experience miscarriage.

BIBLIOGRAPHY

- Abd Razak, N. (2016). Psychosocial impacts of infertility amongst male and female in Brunei Darussalam [Master of Health Sciences in Public Health Thesis]. Universiti Brunei Darussalam.
- Alqassim, M. Y., Kresnye, K. C., Siek, K. A., Lee, J., & Wolters, M. K. (2022). The miscarriage circle of care: towards leveraging online spaces for social support. *BMC Women's Health*, 22(1), 23. <https://doi.org/10.1186/s12905-022-01597-1>
- Batool, S. S., & Azam, H. (2016). Miscarriage: Emotional burden and social suffering for women in Pakistan. *Death Studies*, 40(10), 638–647. <https://doi.org/10.1080/07481187.2016.1203376>
- Brier, N. (2008). Grief Following Miscarriage: A Comprehensive Review of the Literature. *Journal of Women's Health*, 17(3), 451–464. <https://doi.org/10.1089/jwh.2007.0505>
- Charmaz, K. (2014). *Constructing Grounded Theory (Second)*. Sage Publications. Charmaz, K. (2017). The Power of Constructivist Grounded Theory for Critical Inquiry. *Qualitative Inquiry*, 23(1), 34–45. <https://doi.org/10.1177/1077800416657105>

Ciolan, L., & Manasia, L. (2017). Reframing Photovoice to Boost Its Potential for Learning Research. *International Journal of Qualitative Methods*, 16(1), 160940691770290. <https://doi.org/10.1177/1609406917702909>

Collaço, N., Wagland, R., Alexis, O., Gavin, A., Glaser, A., & Watson, E. K. (2021). Using the Framework Method for the Analysis of Qualitative Dyadic Data in Health Research. *Qualitative Health Research*, 31(8), 1555– 1564. <https://doi.org/10.1177/10497323211011599>

Creswell, W., & Poth, N. (2017). *Qualitative Inquiry & Research Design: Choosing among Five Approaches*. Sage Publications. [https://www.scirp.org/\(S\(lz5mqp453ed%20snp55rrgict55\)\)/reference/referencenbspapers.aspx?referenceid=2573627](https://www.scirp.org/(S(lz5mqp453ed%20snp55rrgict55))/reference/referencenbspapers.aspx?referenceid=2573627)

deMontigny, F., Verdon, C., Meunier, S., & Dubeau, D. (2017). Women’s persistent depressive and perinatal grief symptoms following a miscarriage: the role of childlessness and satisfaction with healthcare services. *Archives of Women’s Mental Health*, 20(5), 655–662. <https://doi.org/10.1007/s00737-017-0742-9>

Due, C., Chiarolli, S., & Riggs, D. W. (2017). The impact of pregnancy loss on men’s health and wellbeing: a systematic review. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 17(1), 380. <https://doi.org/10.1186/s12884-017-1560-9>

Fernández-Ordoñez, E., González-Cano-Caballero, M., Guerra-Marmolejo, C., FernándezFernández, E., & García-Gámez, M. (2021). Perinatal Grief and Post-Traumatic Stress

Disorder in Pregnancy after Perinatal Loss: A Longitudinal Study Protocol. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(6), 2874. <https://doi.org/10.3390/ijerph18062874>

Figueredo-Borda, N., Ramírez-Pereira, M., Gaudiano, P., Cracco, C., & Ramos, B. (2022). Experiences of miscarriage: the voice of parents and health professionals. *OMEGA - Journal of Death and Dying*, 003022282210851. <https://doi.org/10.1177/00302228221085188>

Harty, T., Trench, M., Keegan, O., O’Donoghue, K., & Nuzum, D. (2022). The experiences of men following recurrent miscarriage in an Irish tertiary hospital: A qualitative analysis. *Health*

Expectations, 25(3), 1048–1057. <https://doi.org/10.1111/hex.13452>

Jensen, K. L. B., Temple-Smith, M. J., & Bilardi, J. E. (2019). Health professionals' roles and practices in supporting women experiencing miscarriage: A qualitative study. *Australian and New Zealand Journal of Obstetrics and Gynaecology*, 59(4), 508–513. <https://doi.org/10.1111/ajo.12910>

Kalu, F. (2019). Women's Experiences of Utilizing Religious and Spiritual Beliefs as Coping Resources After Miscarriage. *Religions*, 10(3), 185. <https://doi.org/10.3390/rel10030185>

Kashaija, D. K., Mselle, L. T., & Mkoka, D. A. (2020). Husbands' experience and perception of supporting their wives during childbirth in Tanzania. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 20(1), 85. <https://doi.org/10.1186/s12884-019-2715-7>

Kunaviktikul, W., Ang, E., Baridwan, Ns. S., Bernal, A. B., Dones, L. B. P., Flores, J. L., FreedmanDoan, R., Klunklin, A., Lee, W. L., Lin, C.-C., Luk,

T. T., Nguyen, A. T. H., Nurumal, M. S., Setiawan, A., Sumaiyah Jamaluddin, T. S., Huy, T. Q., Tungpunkom, P., Wati, Ns. D. N. K., Xu, X., & Shorey, S. (2022). Nursing students' and faculty members' experiences of online education during COVID-19 across Southeast Asia: A Photovoice study. *Nurse Education Today*, 111, 105307. <https://doi.org/10.1016/j.nedt.2022.105307>

Lacci-Reilly, K. R., Brunner Huber, L. R., Quinlan, M. M., Hutchison, C. B., & Hopper, L. N. (2023). A Review of Miscarriage and Healthcare Communication in the United States. *Health Communication*, 1–8. <https://doi.org/10.1080/10410236.2023.2245205>

Larivière-Bastien, D., deMontigny, F., & Verdon, C. (2019). Women's Experiences of Miscarriage in the Emergency Department. *Journal of Emergency Nursing*, 45(6), 670–676. <https://doi.org/10.1016/j.jen.2019.06.008>

Latiff, H.-S.-B., Idris, D. R., & Abdul-Mumin, K. H. (2023). Perspectives of women on paternal coping experiences following miscarriage [Thesis for Master of Health Sciences in Midwifery]. Universiti Brunei Darussalam.

Lee, L., Ma, W., Davies, S., & Kammers, M. (2023). Toward Optimal Emotional Care During the

Experience of Miscarriage: An Integrative Review of the Perspectives of Women, Partners, and Health Care Providers. *Journal of Midwifery & Women's Health*, 68(1), 52–61.

<https://doi.org/10.1111/jmwh.13414>

Lincoln, Y. S., & Guba, E. G. (2013). *The constructivist credo* (First Edition). Routledge, Taylor and Francis Group. Meaney, S., Corcoran, P., Spillane, N., & O'Donoghue, K. (2017a). Experience of miscarriage: an interpretative phenomenological analysis. *BMJ Open*, 7(3), e011382.

<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011382>

Meaney, S., Corcoran, P., Spillane, N., & O'Donoghue, K. (2017b). Experience of miscarriage: an interpretative phenomenological analysis. *BMJ Open*, 7(3), e011382.

<https://doi.org/10.1136/bmjopen-2016-011382>

Obst, K. L., Due, C., Oxlad, M., & Middleton, P. (2020). Men's grief following pregnancy loss and neonatal loss: a systematic review and emerging theoretical model. *BMC Pregnancy and Childbirth*, 20(1), 11. <https://doi.org/10.1186/s12884-019-2677-9>

O.Nyumba, T., Wilson, K., Derrick, C. J., & Mukherjee, N. (2018). The use of focus group discussion methodology: Insights from two decades of application in conservation. *Methods in Ecology and Evolution*, 9(1), 20–32. <https://doi.org/10.1111/2041-210X.12860>

Rosenthal, M. (2016). Qualitative research methods: Why, when, and how to conduct interviews and focus groups in pharmacy research. *Currents in Pharmacy Teaching and Learning*, 8(4), 509–516.

<https://doi.org/10.1016/j.cptl.2016.03.021>

Saime, N. S., Hashim, S., Mohamad, S. M., Sharbini, S. H., McKenna, L., & Abdul-Mumin, K. H. (2023). Initial Care during Miscarriage in the emergency department: a discussion of international context. In *British Journal of Midwifery* (Vol. 31, Issue In press, pp. 2–7). Sheehy, A., &

Baird, K. (2022). A qualitative study of early career Australian midwives' encounters with perinatal grief, loss and trauma. *Women and Birth*, 35(6), e539–e548.

<https://doi.org/10.1016/j.wombi.2022.01.009>

Shulman, L. P. (2010). A 1-year longitudinal study of psychological morbidity after miscarriage.

Yearbook of Obstetrics, Gynecology and Women's Health, 2010, 75–76.
[https://doi.org/10.1016/S1090-798X\(10\)79169-4](https://doi.org/10.1016/S1090-798X(10)79169-4)

Story Chavez, M., Handley, V., Lucero Jones, R., Eddy, B., & Poll, V. (2019). Men's Experiences of Miscarriage: A Passive Phenomenological Analysis of Online Data. *Journal of Loss and Trauma*, 24(7), 664–677. <https://doi.org/10.1080/23802359.2019.1611230>

Yauch, C. A., & Steudel, H. J. (2003). Complementary Use of Qualitative and Quantitative Cultural Assessment Methods. *Organizational Research Methods*, 6(4), 465–481.
<https://doi.org/10.1177/1094428103257362>

Yu, A. Y., Temple-Smith, M. J., & Bilardi, J. E. (2022). Health care support following miscarriage in Australia: a qualitative study. How can we do better? *Australian Journal of Primary Health*, 28(2), 172–178. <https://doi.org/10.1071/PY21090>

Edukasi Lingkungan: Meningkatkan Kesadaran Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah di Curug Layung

^{1*}Rosmini Ramli, ²Leni Evangelista, ³Faisal Fardani S., ⁴Aam Rachmat, ⁵Novi Susyani ¹⁻

^{5*}Management Department, Faculty of Economics and Business, Universitas Jenderal Achmad Yani. Jl. Terusan Jend. Sudirman, Cimahi, Indonesia. Postal code: 40525

*Corresponding Author e-mail: rosminiramli@mn.unjani.ac.id

Abstrak: Tujuan pengabdian ini untuk meningkatkan pemahaman dan kesadaran masyarakat setempat tentang pentingnya pengelolaan sampah yang baik dan berkelanjutan. Program ini bertujuan untuk memberikan edukasi mengenai cara-cara yang tepat dalam mengelola sampah, seperti memilah sampah organik dan anorganik, serta mendaur ulang, guna mengurangi dampak negatif sampah terhadap lingkungan dan kesehatan masyarakat di Curug Layung. Permasalahan pada tempat wisata Curug Layung adalah terutama dalam pengelolaan sampah. Kurangnya ketersediaan sistem pengelolaan sampah yang memadai serta kurangnya kesadaran masyarakat, baik pengunjung maupun warga sekitar sehingga kebersihan lingkungan di lokasi dan sekitarnya masih perlu perhatian berbagai pihak, termasuk akademisi, pemerintah setempat dan masyarakat. Hal ini menyebabkan volume sampah yang terbuang secara sembarangan meningkat. Kondisi ini tidak hanya mengganggu estetika alam Curug Layung, tetapi juga berpotensi merusak ekosistem setempat. Metode yang akan digunakan dalam memecahkan masalah tersebut adalah memberikan edukasi langsung di lokasi wisata dengan memberikan pendampingan cara pengelolaan limbah atau sampah termasuk memilah jenis-jenis sampah. Hasil menunjukkan bahwa

Kata Kunci: Edukasi, Sampah, Lingkungan

PENDAHULUAN

Isu lingkungan yang mendesak, terutama di wilayah-wilayah yang menjadi tujuan wisata. Berdasarkan data dari Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Indonesia menghasilkan sekitar 67,8 juta ton sampah pada tahun 2022, di mana 16% dari jumlah tersebut adalah sampah plastik yang sering kali sulit terurai. Di kawasan wisata, sampah plastik sering kali ditemukan berserakan, yang dapat mencemari air dan merusak habitat flora serta fauna setempat. Situasi ini menuntut adanya intervensi yang sistematis dan berkelanjutan, salah satunya melalui peningkatan kesadaran masyarakat terkait pengelolaan sampah.

Edukasi lingkungan merupakan salah satu pendekatan efektif dalam mengatasi permasalahan sampah. Edukasi ini tidak hanya berfokus pada peningkatan pengetahuan, tetapi juga perubahan perilaku masyarakat dalam memperlakukan sampah. Melalui kegiatan edukasi lingkungan, diharapkan masyarakat Curug Layung dapat memahami pentingnya pemilahan sampah, daur ulang, serta mengurangi penggunaan bahan yang sulit terurai, seperti plastik. Sebagai bentuk kontribusi nyata, kegiatan pengabdian kepada masyarakat ini bertujuan untuk memberikan edukasi dan pelatihan kepada masyarakat lokal serta pengunjung mengenai praktik pengelolaan sampah yang baik dan berkelanjutan.

Beberapa penelitian mendukung pentingnya edukasi lingkungan dalam pengelolaan sampah. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Sembiring dan Nitivattananon (2010), keterlibatan masyarakat dalam pengelolaan sampah, terutama melalui kegiatan edukasi, terbukti meningkatkan tingkat kesadaran dan partisipasi mereka dalam upaya menjaga kebersihan lingkungan. Penelitian ini juga menunjukkan bahwa pengelolaan sampah yang efektif memerlukan perubahan perilaku masyarakat, yang dapat dicapai melalui program edukasi berkelanjutan. Hal ini juga sejalan dengan penelitian dari Yuliana (2020) yang menegaskan bahwa edukasi lingkungan di daerah wisata dapat mengurangi volume sampah yang dihasilkan dan meningkatkan kesadaran masyarakat dalam menjaga kelestarian alam.

Berdasarkan latar belakang di atas, pengabdian kepada masyarakat dengan tema "Edukasi Lingkungan: Meningkatkan Kesadaran Masyarakat dalam Pengelolaan Sampah di Curug Layung" diharapkan mampu memberikan dampak positif dalam upaya pengelolaan sampah yang lebih baik di kawasan tersebut. Kegiatan ini diharapkan tidak hanya memperbaiki kondisi lingkungan, tetapi juga menginspirasi masyarakat lokal untuk secara aktif terlibat dalam menjaga kebersihan dan kelestarian alam Curug Layung.

Pengelolaan sampah merupakan salah satu aspek krusial dalam menjaga kelestarian lingkungan, terutama di kawasan wisata. Edukasi masyarakat mengenai pengelolaan sampah di tempat wisata bertujuan untuk menciptakan kesadaran dan perilaku ramah lingkungan, yang pada akhirnya dapat memperpanjang daya tarik serta kelestarian tempat wisata itu sendiri. Kawasan wisata sering kali menghadapi tantangan besar dalam pengelolaan sampah karena jumlah pengunjung yang tinggi serta aktivitas yang padat. Menurut penelitian oleh Riza (2020), tempat wisata yang tidak dikelola dengan baik dalam hal sampah berpotensi menurunkan daya tariknya dan merusak lingkungan sekitarnya. Pengelolaan sampah yang efektif harus mencakup berbagai tahap, mulai dari pengurangan, pemilahan, hingga daur ulang sampah. Edukasi masyarakat tentang pengelolaan sampah memiliki dampak signifikan dalam mendorong perilaku yang lebih bertanggung jawab di tempat wisata. Menurut Sudarmadji et al. (2019), peningkatan kesadaran publik tentang pentingnya menjaga kebersihan di kawasan wisata dapat mengurangi sampah yang dihasilkan. Mereka mengidentifikasi bahwa program

edukasi yang berkelanjutan dan berbasis komunitas mampu mengubah perilaku pengunjung wisata, seperti membuang sampah pada tempatnya dan mengurangi penggunaan produk sekali pakai.

Strategi edukasi yang melibatkan komunitas lokal, pemerintah daerah, dan pengelola tempat wisata terbukti efektif dalam mempromosikan pengelolaan sampah yang baik. Menurut Handayani & Widyastuti (2018), kampanye lingkungan yang melibatkan komunitas lokal dan kelompok masyarakat setempat memberikan dampak lebih signifikan karena komunitas merasa terlibat langsung dalam menjaga lingkungan mereka. Kegiatan seperti sosialisasi, penyediaan fasilitas tempat sampah yang memadai, dan kampanye daur ulang adalah contoh dari inisiatif edukasi yang sering diterapkan. Perkembangan teknologi juga dapat dimanfaatkan untuk mendukung upaya edukasi masyarakat terkait pengelolaan sampah. Penerapan aplikasi digital untuk pelaporan kebersihan dan pengelolaan sampah, serta media sosial untuk kampanye kesadaran lingkungan, telah menunjukkan hasil yang positif dalam mendorong partisipasi masyarakat. Studi oleh Purnomo (2021) menunjukkan bahwa media digital dapat menjangkau masyarakat lebih luas dan lebih cepat, terutama di kalangan generasi muda yang sering menjadi mayoritas pengunjung tempat wisata.

Salah satu studi di kawasan wisata yaitu Pantai Kuta Bali (Setiawan, 2022) menunjukkan bahwa edukasi mengenai pengelolaan sampah melalui berbagai kampanye publik dan keterlibatan langsung masyarakat berhasil menurunkan volume sampah plastik hingga 25% dalam periode dua tahun. Program edukasi ini melibatkan berbagai pihak, seperti pemerintah daerah, komunitas pesisir, dan organisasi non-pemerintah, yang bekerja sama dalam mengedukasi pengunjung tentang pentingnya pengurangan sampah dan daur ulang. Edukasi masyarakat mengenai pengelolaan sampah di tempat wisata sangat penting untuk menjaga kelestarian lingkungan dan memperpanjang umur kawasan wisata itu sendiri. Dengan strategi yang melibatkan komunitas, penggunaan teknologi, serta kerjasama lintas sektor, perilaku masyarakat dalam mengelola sampah dapat berubah menjadi lebih baik. Upaya ini memerlukan dukungan penuh dari berbagai pihak agar dapat berlangsung secara berkelanjutan.

METODE PELAKSANAAN

Pelaksanaan pengmas dilakukan secara bertahap, dimulai dengan melakukan survei awal ke lapangan dan dilanjutkan dengan tahap pelaksanaan yaitu memberikan edukasi langsung kepada pengunjung wisata dan masyarakat sekitar serta sosialisasi operasi sampah.

Edukasi

Memberikan materi secara langsung dan menjelaskan pentingnya pengelolaan sampah dalam meningkatkan kualitas lingkungan, serta menjaga keberlangsungan ekosistem.

Sosisialisasi

Mempraktekkan secara langsung pemungutan sampah bersama pengunjung wisata yang didampingi tim pengelola tempat wisata.

PELAKSANAAN KEGIATAN

Pelaksanaan kegiatan melibatkan beberapa tim yaitu pengelola tempat wisata, guru dan murid sebagai pengunjung wisata, serta mahasiswa yang tentunya memiliki peran dalam mewujudkan lingkungan wisata yang bersih, tertata dengan baik dan menarik sehingga pengunjung merasa nyaman selama berada di lokasi. Penyampaian materi Edukasi dan Sosialisasi operasi sampah dilaksanakan di lokasi wisata Curug Layung pada Senin, 28 Oktober 2024.

Edukasi

Materi pertama disampaikan oleh Dr. Rosmini Ramli, SE, MM kemudian jeda untuk relaksasi dengan metode Ice Breaking oleh Novi Susyani bersama panitia lainnya, dan materi kedua oleh Faizal Fardani Sigarlaki, SE, M.Si.

Sosialisasi

Operasi sampah yang dilakukan secara bersama- sama dengan panitia dan peserta/pengunjung wisata mulai dari Pos 1 hingga Pos 3 melalui jalur trekking. Peserta dibagi dua kelompok yang dibekali dengan sarung tangan dan trash bag sebagai wadah pengumpulan sampah sebelum akhirnya dimasukkan ke dalam tong sampah yang disediakan.

Panitia pelaksana juga memasang papan informasi atau papan edukasi serta beberapa tong sampah di beberapa titik, terutama jalur yang dilalui oleh pengunjung.

Berikut adalah poster edukasi sampah di lokasi Curug Layung dan beberapa kegiatan pokok dan pendukung lainnya.



Gambar 1.

Penyampaian Materi Pengenalan Sampah dan Pengelolaannya

Gambar 1 tersebut merupakan penyampaian materi edukasi oleh 2 (dua) pemateri oleh Dr. Rosmini Ramli, SE, MM dan Faizal Fardani Sigarlaki, SE, M.Si dimana peserta sangat antusias dalam menyimak materi yang disampaikan. Materi yang disampaikan tentunya berfokus pada jenis-jenis sampah (organik dan non-organik) serta pentingnya pengelolaan sampah yang benar. Peserta diberikan contoh langsung tentang jenis-jenis sampah dan bagaimana sampah tersebut dapat berdampak negatif terhadap lingkungan apabila tidak ada pengelolaan yang tepat.



Gambar 2 Simulasi Operasi Sampah

KESIMPULAN

Pengabdian masyarakat di Curug Layung merupakan langkah strategis yang dapat memberikan dampak positif dalam tiga aspek utama: **pelestarian lingkungan, pemberdayaan masyarakat lokal, dan pengembangan potensi wisata berkelanjutan.**

Curug Layung sebagai destinasi wisata alam harus dijaga kelestariannya untuk memastikan daya tarik wisata jangka panjang. Melalui kegiatan edukasi lingkungan, reboisasi, dan pengelolaan sampah berbasis komunitas, pengabdian masyarakat dapat membantu mencegah kerusakan ekosistem dan meningkatkan kesadaran lingkungan.

Pengabdian masyarakat dapat memberdayakan masyarakat setempat melalui pelatihan kewirausahaan, promosi produk lokal, dan pembukaan peluang kerja di sektor wisata. Pendekatan ini akan meningkatkan pendapatan masyarakat, memperkuat keterlibatan mereka dalam pengelolaan wisata, dan membangun ekonomi lokal yang mandiri.

Keterlibatan mahasiswa, profesional, dan organisasi dalam pengmas dapat mendukung pengembangan infrastruktur ramah lingkungan, seperti jalur trekking, toilet bersih, dan tempat pembuangan sampah yang memadai. Hal ini akan meningkatkan kenyamanan wisatawan tanpa mengorbankan kelestarian alam.

Pengabdian masyarakat di Curug Layung adalah inisiatif penting untuk menciptakan harmoni antara pariwisata, konservasi, dan kesejahteraan masyarakat. Dengan kolaborasi yang baik antara mahasiswa, pemerintah, pengelola wisata, dan masyarakat lokal, Curug Layung dapat berkembang menjadi destinasi wisata unggulan yang berkelanjutan, berdaya saing, dan bermanfaat bagi semua pihak.

DAFTAR PUSTAKA

- Sembiring, M., & Nitivattananon, V. (2010). "Sustainable solid waste management toward an inclusive society: Integration of the informal sector". *Resources, Conservation and Recycling*, 54(11), 802-809.
- Yuliana, E. (2020). "Edukasi Lingkungan dalam Pengelolaan Sampah di Kawasan Wisata". *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 5(1), 45-56.
- Handayani, S., & Widyastuti, E. (2018). Community-Based Waste Management in Tourism Areas: A Case Study in Yogyakarta. *Journal of Environmental Management*, 15(2), 112- 121.
- Nugroho, A. (2020). Environmental Education and Public Awareness for Waste Reduction: Challenges in Indonesia. *Environmental Science Journal*, 25(4), 255-263.
- Purnomo, T. (2021). Digital Media as a Tool for Environmental Awareness Campaigns in Tourist Areas. *Journal of Digital Communication*, 18(3), 89-101.
- Riza, M. (2020). The Impact of Poor Waste Management on Tourism Destinations: A Review. *Tourism and Environmental Sustainability*, 10(1), 33-45.
- Setiawan, B. (2022). Community Involvement in Waste Management: A Case Study of Kuta Beach, Bali. *Journal of Tourism Development*, 17(1), 45-56.
- Sudarmadji, M., Sari, R., & Utomo, D. (2019). The Role of Environmental Education in Reducing Waste in Tourism Spots. *Journal of Environmental Education*, 14(3), 70-78.

**FEAR DAN AVOIDANCE:
POTRET KECEMASAN SOSIAL DI KALANGAN MAHASISWA**

Miryam Ariadne Sigarlaki

Dita Mediasari

Rina Sari

Fakultas Psikologi, Universitas Jenderal Achmad Yani

Miryam.ariadne@lecture.unjani.ac.id

ABSTRAK

Kecemasan sosial adalah kondisi psikologis yang memengaruhi kemampuan individu untuk berinteraksi dan tampil di lingkungan sosial, yang berpotensi menghambat perkembangan pribadi dan akademik. Penelitian ini bertujuan menelusuri tingkat kecemasan sosial mahasiswa Universitas Jenderal Achmad Yani dengan fokus pada dua dimensi utama, yaitu ketakutan (fear) dan penghindaran (avoidance). Partisipan penelitian adalah 633 mahasiswa dari berbagai fakultas. Metode penelitian menggunakan pendekatan kuantitatif deskriptif. Pendekatan ini bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai fenomena yang diteliti tanpa melakukan manipulasi terhadap variabel. Alat ukur yang digunakan adalah Liebowitz Social Anxiety Scale versi Indonesia. Hasil penelitian menunjukkan bahwa 27 % mahasiswa mengalami kecemasan sosial tingkat sedang (moderate), diikuti oleh 19% pada tingkat marked, sebanyak 8% pada tingkat severe dan 6% pada tingkat berat (very severe). Dimensi fear memiliki persentase lebih tinggi (52%) dibandingkan avoidance (48%), dengan ketakutan terhadap performance lebih tinggi dibandingkan pada dimensi social interaction. Analisis demografis menunjukkan mahasiswa perempuan memiliki tingkat kecemasan sosial lebih tinggi dibandingkan laki-laki ($p < 0,001$). Temuan ini menggarisbawahi perlunya intervensi khusus, seperti pelatihan keterampilan presentasi dan konseling psikologis berbasis kognitif, untuk membantu mahasiswa mengelola kecemasan mereka. Dengan memahami pola kecemasan sosial ini, pihak universitas dapat mengembangkan strategi yang lebih inklusif untuk meningkatkan kesejahteraan dan prestasi akademik mahasiswa.

Kata Kunci : Kecemasan Sosial, Fear, Avoidance, Social Intercation, Performance

PENDAHULUAN

WHO mendefinisikan kesehatan mental sebagai keadaan yang memungkinkan individu untuk menyadari potensi mereka sendiri, mengatasi tekanan hidup yang normal, bekerja secara produktif dan bermanfaat, serta memberikan kontribusi positif kepada komunitas mereka (WHO, 2004). Kondisi kesehatan mental seseorang berpengaruh pada pengalaman hidup mereka secara keseluruhan. Selain itu, kemampuan individu dan kelompok juga memiliki dampak signifikan pada kesejahteraan mental seseorang. Ketika seseorang memiliki kesehatan mental yang baik, mereka dapat merasakan ketenangan batin yang memungkinkan mereka menikmati kehidupan sehari-hari dengan lebih baik. Sebaliknya, kesehatan mental yang buruk dapat mengganggu fungsi kognitif, emosional, serta hubungan interpersonal, yang pada akhirnya dapat menyebabkan perilaku yang tidak diinginkan dan bahkan masalah kesehatan fisik (Dewi, 2012).

Manusia, sebagai makhluk sosial, secara terus-menerus berhubungan dengan orang lain untuk memenuhi kebutuhan mereka. Mereka berusaha untuk berkomunikasi, dicintai, dihargai, dan diterima oleh orang lain. Dalam proses membangun hubungan dan interaksi sosial, seringkali individu mengalami hambatan yang dipengaruhi oleh kesehatan mental mereka. Ketidaknyamanan saat berinteraksi atau tampil di depan orang lain karena takut dinilai salah, tidak kompeten, atau merasa bahwa apa yang mereka tunjukkan tidak pantas, adalah tanda bahwa individu tersebut mungkin mengalami kecemasan sosial atau social anxiety (Hofmann & DiBartolo, n.d.-a 2010).

Menurut DSM-5 (American Psychiatric Association, 2013), kecemasan sosial atau yang sering disebut sebagai social phobia adalah rasa takut atau kecemasan yang signifikan terhadap situasi sosial di mana individu berada di bawah perhatian orang lain atau terlibat dalam interaksi sosial. Manifestasi dari kecemasan ini dapat termasuk perasaan diawasi atau diamati saat bertemu dengan orang lain, saat makan atau minum, atau saat tampil di depan umum seperti saat memberikan presentasi atau pidato. Orang yang mengalami kecemasan sosial biasanya merasa cemas atau takut dalam sebagian besar situasi sosial, dan hal ini berlangsung minimal selama 6 bulan. Mereka cenderung menghindari atau menghadapi situasi tersebut dengan kecemasan yang intens. Kecemasan sosial, atau social anxiety, adalah kondisi psikologis yang ditandai oleh rasa takut atau kecemasan yang berlebihan dalam situasi sosial atau interaksi dengan orang lain. Individu yang mengalami social anxiety cenderung merasa tidak nyaman atau takut di hadapan orang lain dan khawatir akan dinilai negatif oleh orang lain. Dua dimensi utama dari kecemasan sosial adalah fear (ketakutan) dan avoidance (penghindaran). Fear mengacu pada perasaan takut atau kecemasan yang muncul saat individu dihadapkan dengan situasi sosial yang menimbulkan kecemasan, seperti berbicara di depan umum atau bertemu dengan orang baru. Sementara itu, avoidance merujuk pada perilaku menghindari situasi-situasi yang memicu

kecemasan sosial, seperti menghindari pertemuan sosial atau menghindari berbicara di depan umum.

Dari segi epidemiologi, kecemasan sosial (social phobia) adalah gangguan kejiwaan yang umum, menempati peringkat keempat dalam tingkat prevalensi seumur hidup di AS, mencapai 12,1% (Kessler dkk., 2005; Weeks dkk., 2008a), ditandai dengan ketakutan berlebihan terhadap situasi sosial atau situasi di mana seseorang perlu unjuk kinerja. Di Eropa, laporan prevalensi selama 12 bulan mencapai 0,8% (Kessler dkk., 2005 dalam Jefferies & Ungar, 2020), sementara di Cina mencapai 0,2% (Alonso dkk., 2004 dalam Jefferies & Ungar, 2020).

Hofmann dan Dibartolo (2010) mengidentifikasi tiga tanda yang dialami individu akibat kecemasan sosial. Pertama, tanda fisik yang mencakup reaksi abnormal dari organ tubuh, seperti detak jantung yang meningkat, kemerahan pada pipi, dan keringat berlebihan. Kedua, tanda kognitif seperti pemikiran negatif tentang diri sendiri, perasaan tidak puas, sikap pesimis, dan persepsi diri yang negatif dari orang lain. Ketiga, tanda perilaku seperti menghindari kontak mata, membatasi interaksi sosial, atau bahkan menghindari situasi yang memicu kecemasan.

Kecemasan sosial memiliki dampak yang tidak proporsional pada individu yang lebih muda, dengan tingkat prevalensi mencapai sekitar 10% pada akhir masa remaja, dan sekitar 90% kasus terjadi pada usia 23 tahun. Hal ini menunjukkan bahwa individu pada rentang usia tersebut lebih rentan terhadap kecemasan sosial (Burstein et al., 2011 dalam Jefferies & Ungar, 2020; Kessler RC et al., 2005 dalam Jefferies & Ungar, 2020).

Beberapa situasi juga dapat meningkatkan kecemasan sosial individu. Myers (2008) menjelaskan bahwa individu mungkin merasa lebih cemas dalam situasi yang menekan, situasi yang memerlukan penampilan yang baik (misalnya di hadapan orang berpengaruh), situasi yang mengevaluasi kinerja, atau situasi yang tidak terstruktur seperti pasar atau tempat umum. Sementara menurut Liebowitz (dalam Safrani, 2017), kecemasan sosial berkaitan dengan ketakutan akan performa dan hubungan sosial. Performa mencakup situasi di mana individu harus berperilaku di depan orang lain, seperti berbicara di depan umum, sementara hubungan sosial mencakup interaksi sehari-hari seperti berbicara, mendengarkan, dan memberikan respons terhadap orang lain.

Proses perkuliahan menuntut mahasiswa untuk menghadapi situasi-situasi yang mungkin meningkatkan kecemasan sosial, terutama karena mereka berada dalam fase emerging adulthood, yaitu masa transisi dari remaja akhir ke dewasa awal, yang umumnya terjadi pada usia 18-25 tahun. Mahasiswa, sebagai bagian dari kelompok usia ini, sering mengalami kecemasan sosial saat menjalani masa kuliah. Sebuah penelitian di Fakultas Psikologi Universitas Muhammadiyah Malang menemukan bahwa sekitar 22,27% mahasiswa mengalami kecemasan sosial, dan sekitar 20,85% menunjukkan indikasi gangguan kecemasan sosial (Suryaningrum dalam Asrori, 2015). Kecemasan sosial yang

dialami oleh mahasiswa tersebut menyebabkan penurunan konsentrasi saat belajar di kelas, yang pada akhirnya dapat mengganggu pencapaian akademik mereka (Leigh et al., 2021). Temuan ini didukung oleh penelitian Brook & Willoughby (2015) yang menyatakan bahwa kecemasan sosial memiliki dampak negatif dan signifikan pada prestasi akademik. Penelitian terbaru oleh Alsibani et al. (2022) juga menegaskan adanya korelasi negatif antara social phobia dan prestasi akademik. Selain itu, penelitian Cahyaning (2019) menyatakan bahwa kecemasan yang dialami oleh mahasiswa dapat mempengaruhi kemampuan mereka dalam mengingat, penyesuaian di lingkungan perguruan tinggi, pencapaian akademik yang rendah, dan bahkan kecenderungan untuk drop out. Selain itu, Cahyaning (2019) menambahkan bahwa kecemasan sosial juga dapat memengaruhi hubungan sosial, kesuksesan karier, pendidikan, dan aktivitas lainnya. Penelitian yang dilakukan oleh Russell & Topham, sebagaimana dilaporkan dalam jurnal *Mental Health* (2012), juga menunjukkan bahwa kecemasan sosial memiliki dampak negatif pada pembelajaran dan kesejahteraan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dengan desain deskriptif yang bertujuan untuk memberikan gambaran mengenai tingkat kecemasan sosial pada mahasiswa Universitas Jenderal Achmad Yani. Partisipan penelitian berjumlah 633 mahasiswa dari berbagai fakultas. Data dikumpulkan menggunakan kuesioner *Liebowitz Social Anxiety Scale (LSAS)* versi Indonesia, yang telah teruji validitas dan reliabilitasnya. LSAS terdiri dari dua dimensi utama, yaitu *fear* (ketakutan) dan *avoidance* (penghindaran), yang diukur berdasarkan berbagai *social interaction* dan *performance*. Analisis data dilakukan secara statistik deskriptif untuk memahami tingkat kecemasan sosial, serta analisis uji chi-square untuk mengidentifikasi hubungan antara variabel demografis, seperti jenis kelamin, agama, fakultas, semester dan suku bangsa, dengan tingkat kecemasan sosial.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian menelusuri kecemasan sosial yang dilakukan kepada 633 mahasiswa UNJANI menunjukkan kecemasan sosial tersebut terbagi ke dalam enam kategori yaitu *no*, *mild*, *moderate*, *marked*, *severe*, dan *very severe*, sebagai berikut:

Frequencies for Category

Category	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
No	124	20	19.589	86.730
Mild	135	21	21.327	40.126

Frequencies for Category

Category	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
Moderate	171	27	27.014	67.141
Marked	119	19	18.799	18.799
Severe	49	8	7.741	94.471
Very Severe	35	6	5.529	100.000
Missing	0	0.000		
Total	633	100.000		

Tabel 1. Statistik Deskriptif Social Anxiety pada Mahasiswa UNJANI

Di dapatkan kelompok terbesar dari partisipan mahasiswa berada dalam kategori kecemasan sosial *moderate* sebesar (27%) kemudian mild (21%), pada tingkat ini mahasiswa yang, meskipun mengalami kecemasan dalam beberapa situasi sosial, tetap dapat menjalankan aktivitas sosial dan akademik mereka dengan gangguan minimal. Selanjutnya pada kategori kecemasan sosial *no* (20%) mahasiswa yang berada dalam tingkat ini tidak menunjukkan tanda-tanda kecemasan sosial. Kemudian *marked* (19%). Kemudian sebesar (8%) mahasiswa mengalami kecemasan sosial pada tingkat *severe*, dan (6%) pada tingkat *very severe*. Walaupun persentase ini relatif kecil, namun dampaknya terhadap kualitas hidup mahasiswa cukup besar. Kecemasan sosial yang parah dan sangat parah umumnya ditandai dengan ketakutan intens terhadap evaluasi negatif, yang bisa mengganggu kehidupan akademik dan sosial mereka. Mahasiswa yang mengalami kecemasan sosial parah sering kali merasa terbatas dalam partisipasi akademik, seperti enggan mengikuti diskusi kelas atau kegiatan yang memerlukan interaksi dengan rekan-rekan mereka. Kecemasan pada tingkat *very severe* dapat menyebabkan penghindaran total dari situasi sosial yang bahkan bisa menghambat perkembangan akademik (Rapee & Spence, 2004).

Kecemasan sosial dalam penelitian memiliki dua dimensi utama, yaitu *fear* dan *avoidance*. Berdasarkan hasil penelitian, dimensi *fear* memiliki persentase yang lebih tinggi, yaitu (52%), dibandingkan dengan *avoidance* yang berada di angka (48%).

Total FEAR	Total Avoidance
18037	16529
(52%)	(48%)

Tabel 2. Fear & Avoidance

Hal ini menandakan bahwa mahasiswa UNJANI lebih merasakan ketakutan ketika menghadapi situasi sosial, daripada menghindarinya. seperti berbicara di depan umum atau melakukan interaksi sosial sehari-hari.

Gambaran dimensi *fear* (takut), hasilnya menunjukkan (57%) mahasiswa mengalami *high fear* pada dimensi *performance*, sedangkan (55%) mahasiswa menunjukkan *high fear* pada *social interaction*.

Frequencies for Kategori Fear Social Interaction				
Kategori	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
High	349	55.134	55.134	55.134
Low	284	44.866	44.866	100.000
Missing	0	0.000		
Total	633	100.000		

Frequencies for Kategori Fear Performance				
Kategori	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
High	359	56.714	56.714	56.714
Low	274	43.286	43.286	100.000
Missing	0	0.000		
Total	633	100.000		

Tabel 3. Fear Social Interaction & Performance

Menandakan bahwa mayoritas mahasiswa merasakan kecemasan atau ketakutan ketika harus tampil di depan umum atau dinilai berdasarkan kinerjanya. Ini termasuk situasi seperti presentasi di kelas, berpidato, atau berbicara di depan audiens. Kondisi ini sangat umum terjadi di lingkungan akademik yang menekankan penilaian berbasis kinerja, seperti presentasi atau ujian lisan, yang menuntut keterampilan komunikasi yang baik. Lebih lanjut, ketakutan terkait *performance* seringkali juga dipicu oleh rasa takut membuat kesalahan di depan umum, yang dapat mempengaruhi rasa percaya diri mahasiswa.

Demikian juga pada dimensi *avoidance*, hasilnya menunjukkan bahwa tingkat *avoidance* (penghindaran) pada dimensi *performance* lebih tinggi dibandingkan dengan pada dimensi *social interaction* di kalangan mahasiswa UNJANI. Sebanyak (60%) mahasiswa menunjukkan *high avoidance* pada *performance*, sedangkan (52%) mahasiswa menunjukkan *high avoidance* pada *social interaction*.

Frequencies for Kategori Avoidance Social Interaction				
Kategori	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
High	332	52.449	52.449	52.449
Low	301	47.551	47.551	100.000
Missing	0	0.000		
Total	633	100.000		

Frequencies for Kategori Avoidance Performance				
Kategori	Frequency	Percent	Valid Percent	Cumulative Percent
High	378	59.716	59.716	59.716
Low	255	40.284	40.284	100.000
Missing	0	0.000		
Total	633	100.000		

Tabel 4. Avoidance Social Interaction & Performance

Temuan ini memperlihatkan bahwa mahasiswa lebih menghindari situasi yang berkaitan dengan kinerja atau penampilan di hadapan publik dibandingkan dengan interaksi sosial sehari-hari. Tingginya tingkat *avoidance* pada dimensi *performance* menandakan bahwa banyak mahasiswa yang menghindari situasi di mana mereka harus tampil atau dinilai secara langsung. Situasi ini mencakup kegiatan seperti presentasi di kelas, ujian lisan, atau kegiatan yang menuntut penampilan akademik di depan umum. Ketakutan yang terkait dengan evaluasi dan ekspektasi dari orang lain sering kali menjadi pemicu penghindaran dalam situasi semacam ini. Penghindaran pada situasi *performance* umumnya berhubungan dengan kecemasan bahwa kesalahan atau kegagalan yang terjadi di hadapan publik akan memberikan dampak buruk bagi citra diri mahasiswa.

Hasil uji *chi-square* antara data demografi agama, fakultas, tingkat semester, dan suku bangsa menunjukkan bahwa data tersebut tidak memiliki korelasi signifikan dengan variabel kecemasan sosial. Sedangkan pada data demografi jenis kelamin dengan variabel kecemasan sosial menunjukkan nilai *p-value* sebesar $< .001$ yang memiliki nilai < 0.05 dan koefisien korelasi sebesar 0.284, yang menunjukkan arah positif dengan derajat korelasi yang sedang. Artinya, lamanya berjualan pakaian memiliki korelasi dengan kecemasan sosial. Dari hasil penelitian data demografi jenis kelamin, ditemukan bahwa perempuan memiliki kecemasan sosial yang lebih tinggi daripada laki-laki. Sejalan dengan penelitian Nurhasanah, dkk (2023), bahwa tingkat kecemasan berbicara didepan umum lebih tinggi dialami oleh mahasiswa perempuan dibandingkan dengan mahasiswa laki-laki.

Tingginya tingkat kecemasan sosial pada mahasiswa perempuan dibandingkan laki-laki dapat dihubungkan dengan berbagai faktor. Secara umum, penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa perempuan cenderung lebih sensitif terhadap tekanan sosial dan evaluasi dari orang lain, yang meningkatkan kerentanan mereka terhadap kecemasan sosial (McLean & Anderson, 2009). Faktor-

faktor seperti ketakutan terhadap penilaian negatif, kesadaran diri yang lebih tinggi, serta tuntutan sosial yang berbeda antara perempuan dan laki-laki, dapat memperkuat kecenderungan perempuan untuk mengalami kecemasan dalam situasi sosial. Selain itu, perempuan sering kali menghadapi ekspektasi sosial yang lebih besar terkait dengan penampilan dan perilaku mereka di depan umum, yang dapat memperburuk perasaan cemas dan rasa tidak nyaman dalam situasi sosial atau performa (Cisler & Koster, 2010).

Dari hasil penelitian ini, dapat disimpulkan bahwa jenis kelamin memiliki hubungan yang signifikan dengan tingkat kecemasan sosial pada mahasiswa UNJANI, dengan mahasiswa perempuan cenderung mengalami kecemasan sosial yang lebih tinggi dibandingkan dengan laki-laki. Korelasi yang ditemukan bersifat positif dengan derajat korelasi sedang.

Penelitian ini memberikan gambaran bagi pihak universitas dalam memahami kecemasan sosial pada mahasiswa. Dengan adanya temuan bahwa *performance fear* lebih tinggi, perlu diadakan intervensi seperti pelatihan keterampilan presentasi dan teknik relaksasi untuk membantu mahasiswa mengelola kecemasan mereka. Lebih lanjut, karena perempuan menunjukkan tingkat kecemasan yang lebih tinggi, perhatian khusus dapat diberikan kepada kelompok ini untuk menyediakan dukungan yang lebih baik dalam menghadapi situasi evaluasi sosial. Jika kecemasan sosial ini tidak ditangani, dampaknya bisa lebih luas, seperti mengurangi kesempatan untuk berpartisipasi dalam kegiatan organisasi atau menghambat pencapaian potensi karier yang memerlukan keterampilan komunikasi publik.

Untuk itu mahasiswa dapat diberikan pelatihan dalam hal komunikasi dan keterampilan berbicara di depan umum untuk membantu mengurangi ketakutan performa. Pendekatan ini dapat mencakup latihan relaksasi, simulasi situasi. kemudian meningkatkan akses ke konseling dan layanan psikologis dapat membantu mahasiswa mengelola kecemasan sosial mereka, khususnya yang berkaitan dengan evaluasi performa. Ini bisa melalui konseling kelompok atau terapi kognitif-behavioral (CBT) yang berfokus pada modifikasi pikiran negatif. Kemudian juga membangun lingkungan akademis yang suportif di mana mahasiswa merasa aman untuk mengekspresikan diri tanpa takut dinilai secara negatif dapat membantu mengurangi kecemasan performa, dukungan dari dosen, teman sebaya, dan pendidik sangat penting dalam hal ini. Dan juga pengaturan strategi belajar yang inklusif, penilaian tidak hanya berdasarkan performa di depan umum, tetapi juga melalui metode lain yang memungkinkan mahasiswa yang cemas dalam situasi performa tetap bisa menunjukkan kemampuan mereka. Implementasi intervensi ini diharapkan dapat membantu mahasiswa mengatasi kecemasan sosial, terutama yang terkait dengan aspek performa, sehingga mereka bisa lebih percaya diri dalam menghadapi tantangan akademik dan sosial.

KESIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa mahasiswa Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI) mengalami kecemasan yang lebih besar terkait dengan performa mereka di hadapan publik (*performance*) dibandingkan kecemasan dalam berinteraksi secara sosial (*social interaction*). Mahasiswa kebanyakan lebih merasakan ketakutan (*fear*) dibandingkan penghindaran (*avoidance*) dalam menghadapi situasi sosial. Perbedaan kecil antara *fear* dan *avoidance* menunjukkan bahwa meskipun mahasiswa merasakan ketakutan dalam situasi sosial, mereka belum sepenuhnya menghindari situasi tersebut. Pada dimensi *fear dan avoidance* keduanya lebih tinggi di *performance* menunjukkan adanya kebutuhan untuk intervensi khusus dalam membantu mahasiswa mengatasi ketakutan mereka dalam hal menghadapi perkuliahan dan situasi akademik di kampus, terutama dalam situasi yang memerlukan penilaian perform/kinerja. Kemudian jenis kelamin berkorelasi dalam kecemasan sosial, di mana mahasiswa perempuan memiliki tingkat kecemasan yang lebih tinggi dibandingkan mahasiswa laki-laki. Saran dari penelitian ini adalah melakukan pendekatan yang komprehensif mulai dari pelatihan keterampilan, edukasi, hingga dukungan psikologis dapat membantu mahasiswa UNJANI mengelola kecemasan mereka, khususnya dalam situasi yang membutuhkan performa. Kampus perlu berperan aktif menciptakan lingkungan yang mendukung kesehatan mental mahasiswa dan menyediakan fasilitas layanan konseling, terutama mereka yang lebih rentan, seperti mahasiswa perempuan.

DAFTAR PUSTAKA

- American Psychiatric Association. *Diagnostic and Statistical Manual of Mental Disorders 5th ed.* 2013.
- Arikunto, Suharsimi. (2010). *Prosedur Penelitian: Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta : Rineka Cipta 2010
- Burstein, M., He, J. P., Kattan, G., Albano, A. M., Avenevoli, S., & Merikangas, K. R. (2011). *Social phobia and subtypes in the national comorbidity survey-adolescent supplement: prevalence, correlates, and comorbidity*. *Journal of the American Academy of Child and Adolescent Psychiatry*, 50(9), 870–880. <https://doi.org/10.1016/j.jaac.2011.06.005>
- Cisler, J.M. and Koster, E.H., 2010. *Mechanisms of attentional biases towards threat in anxiety disorders: An integrative review*. *Clinical psychology review*, 30(2), pp.203-216.
- Clinical Manual of Anxiety Disorders*. (n.d.).
- Christensen, L. B., Johnson, R. B., & Turner, L. A. (2015). *Research Methods, Design, and Analysis*

twelfth edition. In Pearson.

Dryman, M. T., Gardner, S., Weeks, J. W., & Heimberg, R. G. (2016). *Social anxiety disorder and quality of life: How fears of negative and positive evaluation relate to specific domains of life satisfaction.* Journal of anxiety disorders, 38, 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.janxdis.2015.12.003>

Hofmann S. G. (2007). *Cognitive factors that maintain social anxiety disorder: a comprehensive model and its treatment implications.* Cognitive behaviour therapy, 36(4), 193–209. <https://doi.org/10.1080/16506070701421313>

Hofmann, S. G., & DiBartolo, P. M. (n.d.-a). *Social Anxiety, Second Edition: Clinical, Developmental, and Social Perspectives.*

Hulukati, W., dan Djibran, M. R. (2018). *Analisis Tugas Perkembangan. Mahasiswa Fakultas Ilmu Pendidikan Universitas Negeri Gorontalo.* Jurnal BIKOTETIK, 73-80

Jefferies, P., & Ungar, M. (2020). *Social anxiety in young people: A prevalence study in seven countries.* PLoS ONE, 15(9 September). <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0239133>

Kessler, R. C., Berglund, P., Demler, O., Jin, R., Merikangas, K. R., & Walters, E. E. (2005). *Lifetime prevalence and age-of-onset distributions of DSM-IV disorders in the National Comorbidity Survey Replication.* Archives of general psychiatry, 62(6), 593–602. <https://doi.org/10.1001/archpsyc.62.6.593>

McLean, C.P. and Anderson, E.R., 2009. *Brave men and timid women? A review of the gender differences in fear and anxiety.* Clinical psychology review, 29(6), pp.496-505.

Nurhasanah, D., Mukhyi, T.F., Wirda, R., Nadhira, M., Tsabitah, G., Salsabila, A. and Amna, Z., 2023. *Tingkat Kecemasan Berbicara Di Depan Umum Pada Mahasiswa.* Syiah Kuala Psychology Journal, 1(2), pp.34-44.

Safren, S. A., Heimberg, R. G., Brown, E. J., & Holle, C. (1996). *Quality of life in social phobia. Depression and anxiety,* 4(3), 126–133. [https://doi.org/10.1002/\(SICI\)1520-6394](https://doi.org/10.1002/(SICI)1520-6394)

Srisayekti dkk (2023). *The Indonesian Version of the Liebowitz Social Anxiety Scale - Self Report (LSAS-SR-Indonesia): Psychometric Evaluation and Analysis Related to Gender and Age.* <http://dx.doi.org/10.2174/18743501-v15-e221227-2022-119>

Rapee, R. M., & Spence, S. H. (2004). The etiology of social phobia: Empirical evidence and an initial model. Clinical Psychology Review, 24, 737–767.

Fostering Eco-Tourism for a Sustainable Future

(Mendorong Ekowisata untuk Masa Depan yang Berkelanjutan pada objek wisata Curug Layung Kab. Bandung Barat)

Eka Yulianti¹, Yun Yun², Edi Nurtjahjadi³, Intan Permata Dewi⁴, Abdurohim⁵

Universitas Jenderal Achmad Yani

ekayulianti@mn.unjani.ac.id

ABSTRAK

Program pengabdian masyarakat bertajuk "Ekowisata untuk Masa Depan yang Berkelanjutan" dilaksanakan sebagai upaya untuk meningkatkan kapasitas masyarakat dalam mengelola ekowisata berbasis lingkungan di kawasan Curug Layung. Program ini melibatkan kolaborasi antara Fakultas Ekonomi dan Bisnis Universitas Jenderal Achmad Yani (FEB UNJANI), pengelola ekowisata, serta masyarakat setempat. Tujuan utamanya adalah untuk memberikan edukasi tentang praktik pengelolaan ekowisata yang berkelanjutan dan memperkuat sinergi antara pemangku kepentingan. Kegiatan utama yang dilakukan meliputi penyuluhan, diskusi kelompok terarah (FGD), serta penanaman pohon sebagai bentuk nyata pelestarian lingkungan. Hasil dari program ini menunjukkan peningkatan pemahaman masyarakat dan stakeholder lokal mengenai pentingnya menjaga keseimbangan antara pemanfaatan sumber daya alam dan konservasi lingkungan. Selain itu, program ini juga mendorong pengembangan ekowisata berbasis komunitas yang dapat meningkatkan kesejahteraan ekonomi lokal. Rekomendasi yang diberikan mencakup perlunya penguatan manajerial berkelanjutan, kerja sama yang lebih erat dengan pihak eksternal, serta monitoring dan evaluasi jangka panjang. Dengan adanya program ini, diharapkan dapat terwujud pengelolaan ekowisata yang lebih bertanggung jawab dan berkelanjutan di masa depan.

Kata Kunci : Ekowisata, Pariwisata Berkelanjutan, Pengembangan Pariwisata, Konservasi, Manfaat Sosial Ekonomi, Dampak Lingkungan

PENDAHULUAN

Pariwisata berkelanjutan adalah pariwisata yang memperhitungkan dampak ekonomi, sosial dan lingkungan saat ini dan masa depan, memenuhi kebutuhan pengunjung, industri, lingkungan dan masyarakat setempat serta dapat diaplikasikan ke semua bentuk aktifitas wisata di semua jenis

destinasi wisata, termasuk wisata masal dan berbagai jenis kegiatan wisata lainnya (Kemenparekraf, 2021). Pembangunan kepariwisataan nasional tercermin pada (Undang-Undang Nomor 10 Tahun 2009) tentang Kepariwisata, yang menyatakan bahwa pembangunan kepariwisataan diwujudkan melalui pelaksanaan rencana pembangunan kepariwisataan dengan memperhatikan keanekaragaman, keunikan dan kekhasan budaya dan alam serta kebutuhan manusia untuk berwisata. Dengan menempatkan pada tataran pemahaman tersebut, salah satu rencana pembangunan kepariwisataan diterjemahkan dalam kebijakan destinasi pariwisata berkelanjutan yang mampu mewujudkan pembangunan pariwisata nasional yang layak menurut budaya setempat, dapat diterima secara sosial, memprioritaskan masyarakat setempat, tidak diskriminatif, dan ramah lingkungan.

Salah satu objek wisata yang giat terkonsentrasi untuk melestarikan kegiatan ekowisata dilakukan oleh objek wisata Objek Wisata Curug Layung yang berlokasi di Bandung Barat telah menerapkan pengelolaan sampah dengan sistem ecobrick yang bertujuan untuk mengurangi sampah khususnya sampah hasil kegiatan wisata (Nurifah & Nabiilah, 2022), serta melaksanakan pembudidayaan pohon kopi oleh masyarakat untuk dijual Kembali dalam bentuk biji kopi yang disebut “kopi layung”. Untuk menjaga wisata Curug Layung ini, Perum Perhutani KPH Bandung Utara bekerja sama dengan Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH) Desa Kertawangi, serta lembaga lainnya. Wisata alam Curug Layung ini dibangun oleh Perum Perhutani di wilayah hutan lindung terbatas, tanpa mengubah fungsi utamanya.

Membina ekowisata sangat penting untuk mencapai masa depan yang berkelanjutan karena secara efektif menggabungkan upaya konservasi lingkungan dengan manfaat sosial-ekonomi. Ekowisata memberikan kontribusi ekonomi yang signifikan melalui penciptaan lapangan kerja dan dukungan bagi bisnis lokal, yang pada akhirnya membantu membiayai proyek-proyek pelestarian alam (Patil dan Pattanshetti, 2020). Ekowisata dapat memanfaatkan kekayaan budaya dan lanskap yang beragam untuk menggerakkan ekonomi lokal, sembari mengedepankan praktik berkelanjutan (Lakshmi et al., 2024). Namun, ekowisata yang dikelola dengan buruk dapat berdampak negatif pada habitat alami dan satwa liar, sehingga tata kelola yang baik dan keterlibatan masyarakat lokal sangat penting (Patil dan Pattanshetti, 2020).

Ekowisata juga memainkan peran penting dalam melibatkan komunitas lokal dengan mendorong inisiatif yang memperkuat pelestarian budaya dan meningkatkan kesejahteraan masyarakat setempat (Lakshmi et al., 2024). Pendekatan ini tidak hanya melestarikan sumber daya alam, tetapi juga memberdayakan masyarakat dalam proses tersebut. Selain itu, penerapan strategi pemasaran hijau dapat lebih mendukung pariwisata berkelanjutan dengan menekankan manfaat ekonomi dan lingkungan. Meskipun ekowisata menawarkan berbagai keuntungan, penting untuk mengatasi

tantangan seperti potensi pariwisata massal dan dampaknya terhadap lingkungan, guna memastikan ekowisata tetap menjadi jalur yang efektif menuju keberlanjutan.

Berdasarkan pemaparan di atas, dalam hal ini kami ingin berfokus dalam melakukan pengamatan dan penyuluhan guna membantu peningkatan kesadaran dan pengetahuan mengenai potensi yang sudah dimiliki oleh objek curug layung serta cara pengelolaannya, hasil dari pelaksanaan observasi dan penyuluhan ini diharapkan dapat memberikan pandangan yang lebih luas terkait ekowisata khususnya bagi masyarakat yang berada di daerah objek wisata.

METODE PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini meliputi pelatihan/penyuluhan, dan Focus Group Discussion (FGD). Pelatihan difokuskan pada peningkatan keterampilan teknis dalam pengelolaan hutan, yang mencakup konservasi, teknik pertanian berkelanjutan, serta pengembangan ekowisata. Selain itu, dilakukan pula penguatan kapasitas manajerial melalui pelatihan kepemimpinan dan komunikasi yang efektif guna meningkatkan keterlibatan komunitas secara aktif. Implementasi metode ini diwujudkan melalui pelaksanaan pelatihan dan penyuluhan yang berfokus pada manajemen, organisasi, dan pengelolaan hutan berkelanjutan. Pendampingan diberikan dalam proses pembentukan dan penguatan organisasi Lembaga Masyarakat Desa Hutan (LMDH), serta diiringi dengan kerja sama dengan pihak-pihak yang memiliki keahlian untuk mendukung peningkatan kapasitas komunitas. Kegiatan ini dilakukan dalam satu hari, dengan tujuan memberikan pengetahuan dan keterampilan praktis yang relevan bagi peserta.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini akan memaparkan hasil dan diskusi dari kegiatan pengabdian masyarakat yang dilaksanakan dengan tema "*Ekowisata untuk Masa Depan yang Berkelanjutan.*" Kegiatan ini melibatkan kolaborasi antara Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB) Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI), pengelola ekowisata Curug Layung, serta masyarakat dan pemangku kepentingan lokal. Adapun tujuan utama dari program ini adalah meningkatkan pemahaman dan keterampilan stakeholder terkait pengelolaan ekowisata yang berkelanjutan, sekaligus memperkuat peran komunitas dalam melestarikan lingkungan alam.

Beragam kegiatan telah dilaksanakan, dimulai dari sesi penyuluhan dan Focus Group Discussion (FGD) hingga aksi penanaman pohon di kawasan Curug Layung. Penyuluhan dan FGD berfungsi sebagai wadah untuk berbagi pengetahuan dan ide terkait strategi ekowisata yang berkelanjutan, sementara penanaman pohon merupakan wujud nyata komitmen terhadap pelestarian alam.

Hasil yang didapatkan dari kegiatan ini menunjukkan antusiasme yang tinggi dari peserta, baik dalam menerima materi maupun dalam terlibat langsung dalam aktivitas lingkungan. Diskusi yang berlangsung dalam FGD memperlihatkan pemahaman yang berkembang di kalangan peserta tentang pentingnya kolaborasi antara berbagai pihak dalam menjaga keseimbangan antara eksploitasi sumber daya alam dan keberlanjutan lingkungan. Selain itu, aksi penanaman pohon mencerminkan kesadaran dan tanggung jawab yang mulai tumbuh terhadap pentingnya menjaga ekosistem wisata alam.

Pada bagian selanjutnya, hasil dari setiap kegiatan yang terlaksana akan dijelaskan secara lebih mendalam, diikuti dengan dokumentasi berupa gambar yang merepresentasikan setiap tahapan penting dalam pengabdian masyarakat ini.



Gambar 1 Kegiatan Penyuluhan dan FGD

Pada gambar, tampak pelaksanaan kegiatan penyuluhan dan Focus Group Discussion (FGD) bertajuk "*Ekowisata untuk Masa Depan yang Berkelanjutan.*" Kegiatan ini resmi dimulai pada pukul 09.30 WIB, diawali dengan sambutan pembukaan oleh Ketua Lembaga Desa setempat, diikuti oleh perwakilan dari Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB) Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI). Dalam sambutan tersebut, disampaikan pentingnya kolaborasi antara akademisi, masyarakat, dan pemangku kepentingan lokal dalam mengembangkan ekowisata yang berkelanjutan.

Setelah pembukaan, acara dilanjutkan dengan sesi pemberian materi yang disampaikan kepada para stakeholder, yang meliputi pengelola ekowisata, masyarakat lokal, dan peserta pengabdian masyarakat. Materi tersebut mencakup strategi dan praktik terbaik dalam mengelola destinasi ekowisata seperti Curug Layung dengan mempertimbangkan aspek lingkungan dan sosial. Penyuluhan juga menyoroti peran ekowisata dalam menjaga keseimbangan antara konservasi alam dan peningkatan kesejahteraan ekonomi masyarakat lokal.

Selain itu, peserta kegiatan menerima penyuluhan langsung dari pihak pengelola Curug Layung, yang membagikan pengalaman praktis dalam mengelola dan mengembangkan destinasi ekowisata secara berkelanjutan. Diskusi yang terjadi pada sesi FGD memungkinkan peserta dan stakeholder untuk berpartisipasi aktif dalam merumuskan strategi kolaboratif yang dapat diterapkan di masa depan.



Gambar 2 Kegiatan Penanaman Pohon

Kegiatan ini dilaksanakan setelah sesi penyuluhan dan Focus Group Discussion (FGD), dengan tujuan mendukung kelestarian lingkungan melalui aksi nyata. Penanaman pohon dilakukan oleh para peserta pengabdian masyarakat, stakeholder lokal, dan perwakilan dari Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB) Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI), sebagai bentuk komitmen kolektif terhadap pelestarian alam di kawasan Curug Layung.

Aktivitas penanaman pohon ini diinisiasi untuk memperkuat upaya konservasi ekosistem lokal, yang merupakan bagian integral dari pengembangan ekowisata berkelanjutan. Selain sebagai upaya mitigasi perubahan iklim, kegiatan ini juga bertujuan untuk meningkatkan kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga keseimbangan antara pengelolaan sumber daya alam dan pengembangan ekonomi berbasis pariwisata. Dengan terlibat dalam kegiatan ini, para peserta diharapkan dapat menjadi agen perubahan dalam mendorong praktik ekowisata yang bertanggung jawab dan berkelanjutan di masa depan.

KESIMPULAN

Program pengabdian masyarakat bertema "*Ekowisata untuk Masa Depan yang Berkelanjutan*" telah berjalan dengan baik, melibatkan berbagai stakeholder seperti Fakultas Ekonomi dan Bisnis (FEB) Universitas Jenderal Achmad Yani (UNJANI), pengelola ekowisata Curug Layung, serta masyarakat dan pemangku kepentingan lokal. Kegiatan ini memberikan manfaat nyata bagi para peserta dalam memahami dan menerapkan prinsip-prinsip ekowisata berkelanjutan, termasuk pelatihan manajerial, penyuluhan tentang pengelolaan lingkungan, dan aksi penanaman pohon.

Kegiatan ini juga memperkuat kesadaran akan pentingnya sinergi antara pemangku kepentingan

dalam mendukung pelestarian lingkungan serta meningkatkan kesejahteraan ekonomi masyarakat lokal. Namun, untuk memastikan hasil program ini berkelanjutan, diperlukan langkah-langkah perbaikan yang sistematis dan berkelanjutan

DAFTAR PUSTAKA

- Batubara, R. P. (2020). Strategi Pengembangan Cukup Sebagai Ekowisata Kesehatan Kabupaten Karo. *Jurnal Ilmiah Pariwisata*, Volume 25 No. 2 Juli 2020, 121-132.
- Gantina, D., & Lintangkawuryan, Y. (2018). Analisis Pengaruh Citra Destinasi, Kualitas Perjalanan Terhadap Minat Berprilaku Wisatawan Di Kepulauan Seribu DKI Jakarta Sebagai Destinasi Prioritas Indonesia. *Jurnal Ilmiah Pariwisata*, 179-186
- Kememparekaf. (2021). Peraturan Menteri Pariwisata dan Ekonomi Kreatif Republik Indonesia Nomor 9 Tahun 2021 Tentang Pedoman Destinasi Pariwisata Berkelanjutan. *Kememparekaf, Kememparek*, 2–75. <https://peraturan.bpk.go.id/Details/203906/permenpar-no-9-tahun-2021>
- Nugroho, I. (2015). *Ekowisata dan Pembangunan Berkelanjutan*. Yogyakarta: Pustaka Belajar.
- Nurifah, I., & Nabiilah, P. A. (2022). Pengelolaan Sampah di Desa Cileunyi Kulon, Desa Jati Endah, Objek Wisata Curug Layung Kabupaten Bandung dan Kabupaten Bandung Barat Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Pecinta Alam Dan Lingkungan*, 1(1), 31–42.
- Poerwanto, S. (2017). Pembangunan Masyarakat Berbasis Pariwisata: Reorientasi dari Wisata Rekreatif ke Wisata Kreatif. *Journal of Tourism and Creativity*, 105-120.
- Shivanand Patil, D. M. P. (2020). The Role of Ecotourism in Sustainable Development : A Comperhensive Systematic Revie. *E-Review of Tourism Research*, 18(2), 215–233.
- Tisnawati, E., Natalia, D. A. R., Ratriningsih, D., Putro, A. R., Wirasmoyo, W., Brotoatmodjo, H. P., & Asyifa, A. (2019). Strategi Pengembangan Ekowisata Berbasis Masyarakat di Kampung Wisata Rejowinangun. *INERSIA*, XV(1): 1-11.
- Vijaya Lakshmi, Srivalli, Srinivas, U. (2024). Exploring Eco-Tourism Perspectives for Sustainable Tourism in Telangana. *International Journal of Humanities and Social Science*, 11(3), 8–13. <https://doi.org/10.14445/23942703/ijhss-v11i3p102>

Engineering

PEMANFAATAN LIMBAH PLASTIK DAN KARET UNTUK MENSUBSTITUSI ASPAL ALAM DENGAN MENGGUNAKAN PELARUT OIL BEKAS

Ate Romli, Suhartono, Talita NabilaNuraini, Julfa Nurhaliza

Universitas Jenderal Achmad Yani

Email : Aateromli@gmail.com

ABSTRAK

Limbah adalah sisa atau hasil sampingan dari kegiatan manusia dalam upaya memenuhi kebutuhan hidupnya (Rizalia, 2019). Volume sampah yang dihasilkan masyarakat di Kota Cimahi mencapai 1523 m³/hari dengan jumlah sampah plastik berkisar 6,0 % - 7,7 % dari volume sampah. Limbah plastik merupakan bahan yang sukar terurai, sehingga dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Upaya masyarakat umum yang sering dilakukan untuk mengurangi limbah tersebut yaitu melalui proses pembakaran. Namun proses pembakaran pada suhu dibawah 600 °C dapat menghasilkan senyawa yang berbahaya yang bersifat karsinogen seperti poly chloro dibenzodioxins dan poly chloro dibenzofurans. Meningkatnya volume kendaraan khususnya roda dua mengakibatkan limbah karet ban dan oli bertambah. Jumlah kendaraan roda dua di Kota Cimahi berjumlah 230.172 unit. Dapat diperkirakan jumlah limbah karet ban di Kota Cimahi mencapai 460.344 unit dan jumlah limbah oli mencapai 184.137 liter. Limbah dari plastik, karet ban, dapat diolah menjadi aspal sintetis dengan pelarut oli bekas. Meninjau pada saat ini pembangunan jalan raya adalah salah satu sektor pembangunan yang diprioritaskan. Dampak dari kegiatan ini adalah meningkatnya kebutuhan aspal tetapi tidak diimbangi oleh pasokan aspal yang memadai. Produsen aspal alam yaitu PT. Pertamina (Persero) dan PT. Sarana Karya masing-masing produksi sebanyak 600.000 ton/tahun dan 300.000 ton/tahun. Untuk menutupi kekurangan pasokan, pemerintah mengimpor aspal dari Singapura, Arab Saudi, Iran, Kuwait dan Uni Emirat Arab. Untuk itu berbagai inovasi dilakukan, salah satunya dengan memproduksi aspal sintetis. Penelitian tentang pemanfaatan limbah karet ban dan plastik jenis HDPE dan PP dengan pelarut oli bekas dan minyak jelantah menjadi aspal telah dilakukan, hasil yang didapatkan untuk penelitian dengan pelarut oli bekas memiliki massa jenis 1,04 gr/cm³ dan memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI), sedangkan untuk pelarut minyak jelantah memiliki massa jenis 0,87 gr/cm³ dan tidak memenuhi SNI Aspal adalah material termoplastik yang akan menjadi keras jika temperatur berkurang dan akan lunak jika temperatur bertambah. Semakin tinggi temperatur aspal, maka viskositasnya akan semakin rendah. Pada penelitian ini telah dilakukan teknologi sintesis aspal dengan memanfaatkan limbah plastik, limbah karet dan pelarut yang digunakan memanfaatkan oli bekas. Percobaan dilakukan dengan

beberapa tahap diawali dengan mempersiapkan bahan dari limbah plastik jenis HDPE dan PET, limbah karet ban dalam motor, dan oli bekas. Komposisi limbah plastik dan limbah karet ban pada massa total 300 gram divariasikan dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 4:1, 3:1, dan 2:1 dan dipanaskan pada suhu 540 °C dengan oli bekas sebanyak 250 mL. Sintesis aspal menggunakan metode pemanasan dan pengadukan. Dari ketujuh variasi komposisi tersebut pada perbandingan 1:4 diperoleh nilai penetrasi 41 (0,1 mm), titik lembek 63°C, titik nyala 205 °C, daktilitas 134 cm dan berat jenis 1,093 gr/ml dan pada perbandingan 1:3 diperoleh nilai penetrasi 47 (0,1 mm), titik lembek 58°C, titik nyala 200 °C, daktilitas 180,667 cm dan berat jenis 1,03 gr/ml.

Hal ini dapat disimpulkan bahwa aspal sintetis yang dihasilkan memenuhi standar aspal Pen 40/50.

Kata Kunci: Aspal Sintetis, Plastik HDPE & PET,

BAB 1 PENDAHULUAN

Limbah adalah sisa atau hasil sampingan dari kegiatan manusia dalam upaya memenuhi kebutuhan hidupnya (Rizalia, 2019). Volume sampah yang dihasilkan masyarakat di Kota Cimahi mencapai 1523 m³/hari dengan jumlah sampah plastik berkisar 6,0 % - 7,7 % dari volume sampah (Pemkot Cimahi, 2015). Limbah plastik merupakan bahan yang sukar terurai, sehingga dapat menimbulkan masalah bagi lingkungan. Upaya masyarakat umum yang sering dilakukan untuk mengurangi limbah tersebut yaitu melalui proses pembakaran. Namun proses pembakaran pada suhu dibawah 600 °C dapat menghasilkan senyawa yang berbahaya yang bersifat karsinogen seperti poly chloro dibenzodioxins dan poly chloro dibenzofurans (Rahyani, 2011).

Meningkatnya volume kendaraan khususnya roda dua mengakibatkan limbah karet ban dan oli bertambah. Jumlah kendaraan roda dua di Kota Cimahi berjumlah 230.172 unit pada tahun 2016 (Badan Pusat Statistik, 2016). Dapat diperkirakan jumlah limbah karet ban di Kota Cimahi mencapai 460.344 unit dan jumlah limbah oli mencapai 184.137 liter.

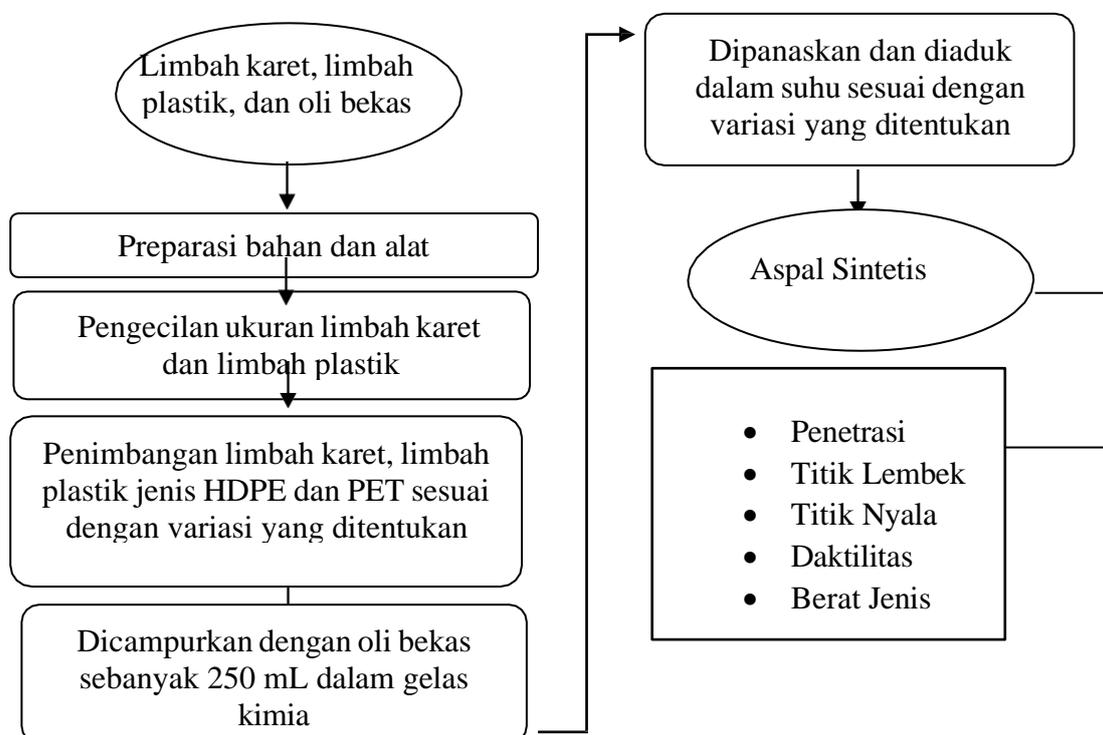
Limbah dari plastik, karet ban, dapat diolah menjadi aspal sintetis dengan pelarut oli bekas. Meninjau pada saat ini pembangunan jalan raya adalah salah satu sektor pembangunan yang diprioritaskan. Dampak dari kegiatan ini adalah meningkatnya kebutuhan aspal tetapi tidak diimbangi oleh pasokan aspal yang memadai. Produsen aspal alam yaitu PT. Pertamina (Persero) dan PT. Sarana Karya masing- masing produksi sebanyak 600.000 ton/tahun dan 300.000 ton/tahun. Untuk menutupi kekurangan pasokan, pemerintah mengimpor aspal dari Singapura, Arab Saudi, Iran, Kuwait dan Uni Emirat Arab. Untuk itu berbagai inovasi dilakukan, salah satunya dengan memproduksi aspal sintetis.

Penelitian tentang pemanfaatan limbah karet ban dan plastik jenis HDPE dan PP dengan pelarut oli bekas dan minyak jelantah menjadi aspal telah dilakukan, hasil yang didapatkan untuk penelitian dengan pelarut oli bekas memiliki massa jenis 1,04 gr/cm³ dan memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI), sedangkan untuk pelarut minyak jelantah memiliki massa jenis 0,87 gr/cm³ dan tidak memenuhi SNI (Nurul dkk, 2003). Percobaan yang dilakukan oleh Nurul dkk pengujiannya hanya didasarkan terhadap massa jenis sedangkan untuk parameter aspal SNI No. 1737-1989-F sifat-sifat standar aspal meliputi penetrasi, titik lembek, titik nyala, daktilitas, berat jenis.

Target yang dikembangkan pada penelitaian ini adalah mensistesa limbah plastik karet ban dan oli bekas sebagai pelarut menjadi aspal. Karakterisasi dan uji parameter aspal SNI No. 1737-1989-F sifat-sifat standar aspal meliputi penetrasi, titik lembek, titik nyala, daktilitas, dan berat jenis., Diharapkan produk sintesa aspal yang dihasilkan setara aspal alam dari residu hidrokarbon yang dihasilkan dari kilang minyak.

BAB 2. METODE PENELITIAN

Tahapan penelitian proses pembuatan aspal yaitu persiapan bahan baku , preparasi bahan, pengkomposisian bahan baku le,udian dilakukan pemanasan dan pengadukan. Produk yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi. Kegiatan penelitian ini dibagi menjadi beberapa tahap yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 Variabel bebas dalam penelitian ini adalah komposisi plastik dan karet ban pada massa total 300 gram dengan perbandingan 1:1, 1:2, 1:3, 1:4, 4:1, 3:1, 2:1 dan variasi suhu yaitu 540°C. Variabel tetap dalam penelitian ini adalah oli bekas sebanyak 250 mL dan perbandingan komposisi jenis plastik HDPE dan PET 1:1.



BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

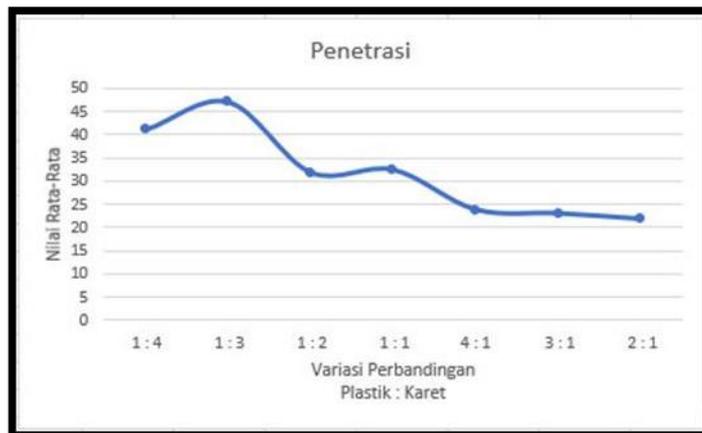
Pada penelitian ini telah dilakukan pembuatan aspal dari limbah plastik, limbah karet dan oli bekas. Data hasil pengamatan diperoleh dari hasil pengujian yang dilakukan dengan hasil yang disajikan pada Tabel di bawah ini:

Tabel 4.1 Hasil Pengujian Karakteristik Aspal Sintesis

Komposisi	Pengujian				
	Penetrasi	Titik lembek	Titik Nyala	Daktalitas	Berat Jenis
1 : 4	41	63°C	205°C	134	1,093
1 : 3	47	58°C	200°C	180,67	1,03
1 : 2	33,8	117°C	185°C	110,67	1,11
1 : 1	32,4	114°C	195°C	100	1,052
4 : 1	23,8	120°C	185°C	98	1,042
3 : 1	23	123°C	190°C	80	1,004
2 : 1	21,8	125°C	190°C	92,667	1,073

Penetrasi

Hasil pengujian penetrasi diamati sebanyak 5 (lima) kali terhadap variasi perbandingan komposisi aspal sintesis yang ditunjukkan oleh grafik pada Gambar 4.1



Gambar 4.1 Grafik Pengujian Penetrasi

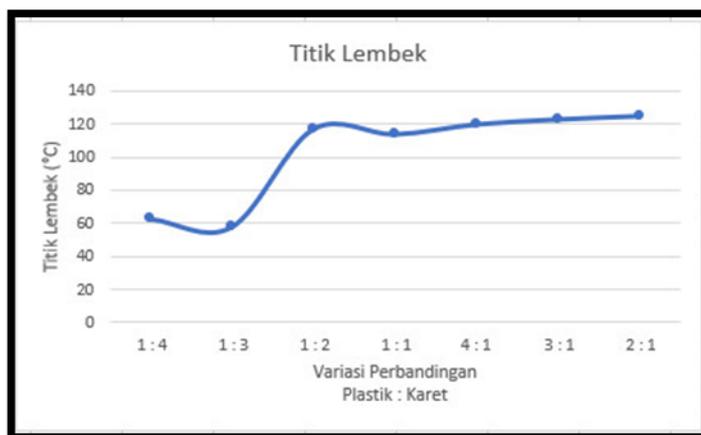
Angka penetrasi aspal digunakan sebagai acuan spesifikasi pada karakteristik lainnya sehingga untuk variasi perbandingan yang tidak memenuhi nilai penetrasi tidak bisa ditentukan. Berdasarkan Gambar 4.1 data hasil pengujian penetrasi aspal sintetis, pada variasi perbandingan 1:4 dan 1:3 penetrasinya terdapat pada rentan 40-50 sehingga karakteristiknya sudah memenuhi standar aspal pen

40/50, sedangkan untuk variasi perbandingan 1:2, 1:1, 4:1, 3:1, dan 2:1 nilai penetrasinya tidak memenuhi standar minimal.

Aspal dengan nilai penetrasi rendah wujudnya lebih keras, cocok untuk digunakan lapis perkerasan jalan pada wilayah yang belum berkembang, sepi lalu lintas, jalanan tidak terlalu panjang, dan beban sumbu kendaraan tidak berat pengerjaannya dengan menggunakan Metoda *Surface Dressing* dan Metoda Penetrasi Macadam. Aspal pen 40/50 memiliki sifat mudah mengering, mudah mengental dan cepat dingin (Soehartono, 2010).

Titik Lembek

Berikut merupakan grafik antara variasi perbandingan terhadap suhu titik lembek yang ditunjukkan pada Gambar 4.2

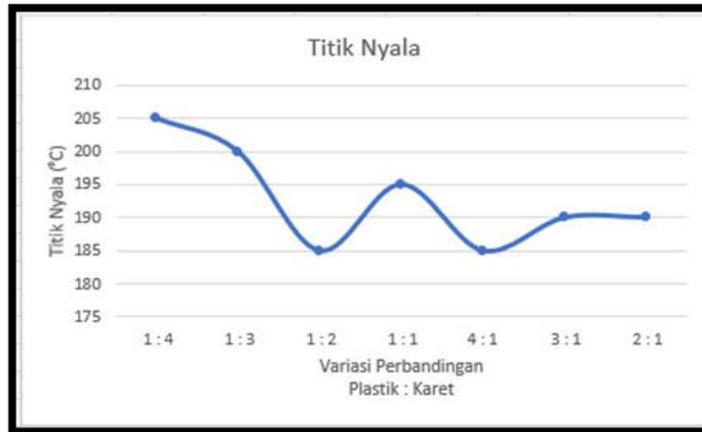


Gambar 4.2 Grafik Pengujian Titik Lembek

Persyaratan titik lembek berada pada rentan 51-63°C. Berdasarkan Gambar 4.2 data hasil pengujian titik lembek aspal sintetis, variasi perbandingan 1:4 dan 1:3 berada pada rentan 51-63 °C yaitu sebesar 63 °C dan 58°C. Maka sudah memenuhi persyaratan titik lembek aspal pen 40/50. Titik lembek aspal perlu diketahui untuk memastikan pada suhu berapa aspal tersebut akan melembek. Dalam pengujian titik lembek hendaknya suhu aspal lebih tinggi dari suhu permukaan jalan sehingga tidak terjadi pelelehan akibat temperatur permukaan jalan.

Titik Nyala

Berikut merupakan grafik antara variasi perbandingan terhadap suhu titik nyala yang ditunjukkan pada Gambar 4.3

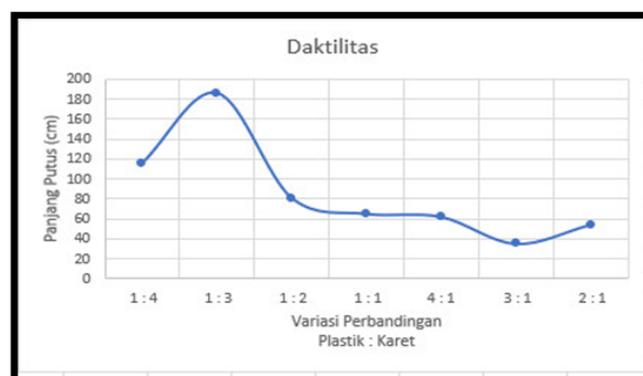


Gambar 4.3 Grafik Pengujian Titik Nyala

Persyaratan suhu minimal untuk titik nyala aspal pen 40/50 adalah 200°C. Berdasarkan Gambar 4.3 data hasil pengujian titik nyala aspal sintetis, dengan variasi perbandingan 1:4 dan 1:3 yaitu sebesar 205 °C dan 200°C. Maka sudah memenuhi persyaratan titik nyala aspal pen 40/50. Aspal merupakan bahan bersifat thermoplastik, dimana kekentalan dipengaruhi oleh temperatur. Semakin tinggi temperatur maka semakin lunak atau cair. Pengujian titik nyala aspal bertujuan untuk mengetahui batas temperatur dimana aspal masih cukup aman untuk dipanaskan (Fauziah, 2015).

Daktilitas

Hasil pengujian daktilitas diamati sebanyak 3 (tiga) kali yaitu pada titik awal, titik akhir dan panjang putus terhadap variasi perbandingan komposisi aspal sintesis yang ditunjukkan oleh Grafik pada Gambar 4.4

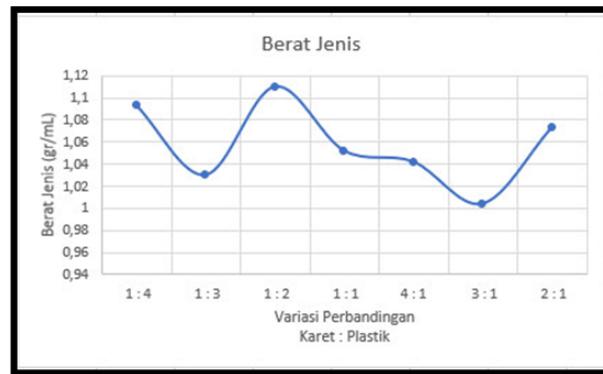


Gambar 4.4 Grafik Pengujian Daktilitas

Persyaratan daktilitas minimal aspal pen 40/50 adalah 100 cm. Berdasarkan Gambar 4.4 data hasil pengujian daktilitas aspal sintetis, dengan variasi perbandingan 1:4 dan 1:3 yaitu sebesar 134 cm dan 180,667 cm. Maka sudah memenuhi persyaratan daktilitas aspal pen 40/50. Daktilitas yang tinggi mengindikasikan bahwa aspal semakin lentur, sehingga semakin baik digunakan sebagai bahan ikat perkerasan (Sukirman, 2003).

Berat Jenis

Pengujian ini dilakukan dengan cara menimbang *beaker glass* kosong, kemudian aspal sintetis dipanaskan hingga cair. 50mL aspal cair dimasukkan kedalam *beaker glass* dan ditimbang. Massa jenis aspal dihitung dengan persamaan. Hasil perhitungan berat jenis terhadap variasi perbandingan komposisi aspal sintesis disajikan pada Gambar 4.5



Gambar 4.5 Grafik Pengujian Berat Jenis

Persyaratan berat jenis minimal aspal pen 40/50 adalah 1 gr/ml. Berdasarkan Gambar 4.5 data hasil pengujian titik nyala aspal sintetis, dengan variasi perbandingan 1:4 dan 1:3 yaitu sebesar 1,093 gr/ml dan 1,03 gr/ml. Maka sudah memenuhi persyaratan berat jenis aspal pen 40/50. Semakin besar nilai berat jenis aspal, maka semakin kecil kandungan mineral minyak dan partikel lain didalam aspal. Semakin tinggi nilai berat jenis aspal, maka semakin baik kualitas aspal (Riadi, 2019).

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, didapatkan kesimpulan bahwa:

Variasi perbandingan campuran yang memenuhi persyaratan minimal penetrasi aspal pen yaitu 1:4 dan 1:3, variasi tersebut memenuhi syarat aspal pen. 40/50.

Hasil pengujian karakteristik aspal sintetis yaitu sebagai berikut : Penetrasi = 41 dan 47

Titik Lembek = 63°C dan 58 °C Titik Nyala = 205 °C dan 200 °C

Daktilitas = 134 cm dan 180,667 cm

Berat Jenis = 1,093 gr/cm³ dan 1,03 gr/cm³

Perbandingan variasi campuran untuk proses sintesis aspal mempengaruhi karakteristik aspal sintetis yang dihasilkan.

Aspal pen. 40/50 merupakan aspal dengan nilai penetrasi terendah sehingga wujudnya lebih keras dibandingkan dengan nilai penetrasi aspal yang lebih besar

DAFTAR PUSTAKA

B.K.Huat, B. (2008). Application of Scrap Tires as Eart Reinforcement for Repair of Tropical Residual Soil Slope. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 13, 1-9.

Bitumen, S. (1990). *The Shell Bitumen Handbook*. East Molesey Surrey: Shell Bitumen U.K.

Brown, S. F. (1984). *An Introduction to The Analytical Design of Bituminous Pavements*. Flin, T. (1975).

B.K.Huat, B. (2008). Application of Scrap Tires as Eart Reinforcement for Repair of Tropical Residual Soil Slope. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 13, 1-9.

Bitumen, S. (1990). *The Shell Bitumen Handbook*. East Molesey Surrey: Shell Bitumen U.K.

Brown, S. F. (1984). *An Introduction to The Analytical Design of Bituminous Pavements*.

Flin, T. (1975). Subeno, B. and Kuncoro, E. 2011. Heat Transfer. International Student Edition. Mc. Graw Hill. Int. Book. Co. Tokyo.

Kavitha, D. and Namasivayam, C. 2007. Experimental and kinetic studies on methylene blue adsorption by coir pith carbon. *Bioresource Technology*, 98:14-21.

Hernandez, L. G., Rueda, L. I., Diaz, A. R., and Anton, C. 1986. Preparation of amorphous silica by acid dissolution of sepiolite: kinetic and textural study. *Journal of Colloid and Interface Science*, 109:150–160

B.K.Huat, B. (2008). Application of Scrap Tires as Eart Reinforcement for Repair of Tropical Residual Soil Slope. *Electronic Journal of Geotechnical Engineering*, 13, 1-9.

Bitumen, S. (1990). *The Shell Bitumen Handbook*. East Molesey Surrey: Shell Bitumen U.K.

- Brown, S. F. (1984). *An Introduction to The Analytical Design of Bituminous Pavements*.
- Flin, T. (1975). *Engineering Materials and Their Applications*. Boston: HonhTonMifflinCo.
- Harper. (1975). *Handbook of Plastic and Elastomer*. Maryland: Westing House Electric Corporation.
- Honggokusumo. (1978). *Bahan Kimia Penyusun Kompon*. Bandung: Ba;ai Industri Teknologi Karet.
- Hulu, T. (2013). Pengaruh ekstrak nenas (*Ananas sativus*) sebagai koagulan terhadap kualitas lembaran karet. (*Master's thesis*).
- Indra Ade, N. N. (2013). Pengaruh Temperatur Pembakaran pada Komposit Lempung/Silika RHA terhadap Sifat Fisis (Aplikasi pada Bata Merah). *Jurnal Teknik Mesin*, 3(2).
- Kristanto, P. (2004). *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Andi Publisher.
- Maulida, A. (2014). Peningkatan Kualitas Aspal Sintetis dari Campuran Limbah Ban Alam dan Plastik (Polyethylene Terephthalate) dengan Pelarut Oli Motor Bekas. *Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- Nurkhayati, D. (2007). Pengaruh Bahan Tambahan Karet Padat Terhadap Karakteristik Campuran Hot Rolled Sheet Wearing Course (HRS - WC). *Tesis Program Sarjana*.
- Nurminah, M. (2003). Penelitian Sifat Berbagai Bahan Kemasan Plastik dan Kertas Serta Pengaruhnya Terhadap Bahan yang Dikemas.
- Nuryanto, A. (2008). Aspal Buton (ASBUTON) Sebagai Bahan Bakar Roket Padat. *Jurnal Teknologi Dirgantara*, 7(1).
- Pemkot, C. (2015). *Dokumen Informasi Kinerja Pemerintahan Kota Cimahi*. Cimahi: Dinas Lingkungan Hidup.
- Rahyani, E. (2011). Konversi Limbah Plastik Sebagai Sumber Energi Alternatif. *Jurnal Riset Industri*, 5, 257-263.
- Rizalia, U. a. (2019). Pengolahan Limbah Tekstil Menggunakan Teknik Mixed Media Pada Busana Secondhand. *eProceedings of Art & Design*.
- Rokade, S. (2012). Use of Waste Plastic and Waste Rubber Tyres in Flexible Highway. *International Conference on Future Environment and Energy*, 28.
- Sacharow, S. G. (1970). *Principles of Food Packaging*. AVI Pub.Co. Sukarman, S. (2003). Beton Aspal Campuran Panas. *Yayasan Obor Indonesia*.
- Surono, U. B. (2013). Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak. *Jurnal Teknik*, 3(1), 32-40.
- Syahputri, R. T. (2014). Penentuan Karakteristik Aspal Sintetis dari Campuran Limbah Plastik Hdpe dan Karet Ban Bekas dengan Pelarut Oli Bekas. *Doctoral dissertation, Politeknik Negeri Sriwijaya*.
- Syarief, R. (1988). *Pengetahuan Bahan Untuk Industri Pertanian*. Jakarta: PT. Mediyatama Sarana

Perkasa.

Utomo, R. A. (2008). Studi Komparasi Pengaruh Gradasi Gabungan di Laboratorium dan Gradasi Hot Bin Asphalt Mixing Plant Campuran Laston (AC-Wearing Course) Terhadap Karakteristik Uji Marshall. *Doctoral dissertation, Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro.*

Wardoyo, J. (2000). Pengaruh Bahan Tambah Gilsonite pada Asphalt Concrete Wearing Course (ACWCI) Terhadap Nilai Properties Marshall dan Modulus Kekakuan. *Doctoral dissertation, Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.*

Wignall, A. (2003). *Proyek Jalan Teori dan Praktek (4 ed.)*. Jakarta: Erlangg

Implementation of Fuzzy Logic Controller and Real Time Monitoring System for Humidity and Temperature Control of Poultry Farm using The Internet-of-Things Platform

<https://doi.org/10.3991/ijxx.vx.ix.xxxx>

Asep Najmurrokhman(□), Kusnandar, Cardi

Dept. of Electrical Engineering, Universitas Jenderal Achmad Yani, Cimahi, Indonesia

asep.najmurrokhman@lecture.unjani.ac.id

Abstract—Livestock contributes to the country's economy in the form of meat commodity transactions from livestock. To ensure the quality and quantity of meat production, housing management, including monitoring the temperature and humidity of the chicken coop, must be carried out because it is correlated with the livestock yields obtained. This paper describes an information system for monitoring the temperature and humidity of a closed chicken coop using the Internet-of-Things (IoT) platform. The temperature and humidity of the cage are detected by the DHT11 sensor. Sensor data and humidity are sent and processed by the NodeMCU ESP32. The data is stored in the cloud which can be accessed using the ThingSpeak IoT platform. Furthermore, an application that was built using MIT App Inventor was installed in a cell phone to access data on the temperature and humidity of the cage. The test results show that information related to temperature and humidity can be obtained through the application. Temperature and humidity conditions can be monitored at any time and the graph feature created can provide information about trends in temperature and humidity data changes that occur in the cage. Based on the test results for a certain period of time, the average value of temperature and humidity in room 1 is around 26.57°C and 62.53%, while for room 2 it is around 26.73°C and 64.87%. Meanwhile, the average temperature and humidity of room 3 are around 25.95°C and 57.16%. The accuracy of showing temperature in applications installed on cellular phones is 98.4%, while the accuracy for humidity is about 97.47%.

Keywords— information systems, temperature, humidity, closed chicken coop, internet-of-things.

Introduction

Livestock contributes to the country's economy in the form of meat commodity transactions from livestock. Based on data from the Central Statistics Agency, chicken meat production in Indonesia in 2018 reached 3.40 million tons and increased in 2019 by 3.49 million tons. Meanwhile, temporary data

for 2020, production reached 3.2 million tons [1]. The quality and quantity of chicken meat production is related to the housing management system. A well-managed housing management will produce a good and satisfactory level of production. One form of cage management action is monitoring the conditions of temperature and humidity in the cage [2]. To obtain good chicken growth quality, especially the initial period of chicken rearing (starter period), it is very important to regulate the temperature and humidity conditions of the cage for all types of chickens, including breeders, broilers or layers. In addition to feed quality, drinking water and air ventilation [3].

The chicken body temperature regulation system maintains its temperature in a certain range of around 40- 41°C. However, when the chicken is 0-5 days old, the chicken has not been able to regulate its own body temperature, because the growth of feathers as one of the complete body temperature regulators is not complete. Chickens are only starting to be able to regulate their own body temperature optimally since the age of two weeks. Aviagen as a chicken supply company in the world provides instructions on regulating the temperature and humidity of the chicken coop in order to obtain good growth for chicks as listed in Table 1 [3], [4]. Thus, monitoring of the temperature and humidity of the cage must be carried out continuously so that immediate treatment can be carried out if anomalous conditions occur in the cage such as very high or low temperature and humidity values.

Table 1. Air Temperature and Humidity Comfortable For Chicken [3]

BROILER			LAYING HENS		
AGE (DAYS)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITY (%)	AGE (DAYS)	TEMPERATURE (°C)	HUMIDITY (%)
1	29-32	60-70	0-3	31-33	55-60
3	27-30	60-70	4-7	31-32	55-60
6	25-28	60-70	8-14	28-30	55-60
9	25-27	60-70	15-21	26-28	55-60
12	25-26	60-70	21-24	23-25	55-65
□15	24-25	60-70	□25	23-25	55-65

This paper describes an information system for monitoring the temperature and humidity of a closed chicken coop using the Internet-of-Things (IoT) platform. The temperature and humidity of the cage are detected by the DHT11 sensor. These sensors have been widely used for temperature and/or humidity detection in the implementation of cold storage for storing eggs [5], oyster mushroom

cultivation [6], information system server rooms [7], telehealth applications to realize digital clinics [8], and so on.

Previous studies related to monitoring the condition of chicken coops have been reported in several papers [9]–[13]. Ramadiani et al. in [9] made a temperature and humidity control system for broiler type chicken coops using an Arduino microcontroller, while Ezema et al. in [10] built a chicken coop condition control system for broiler chicks aged one day to four weeks using the NodeMCU ESP 32 microcontroller. Meanwhile, Zheng et al. in [11] proposed a chicken farm information management based on data storage in the cloud to streamline farm management in an area in China and Kostarev et al. in [12] realized a temperature and humidity control system using an Omron PLC for a closed chicken coop in an area in Russia. Paputungan et al. in [13] used the Blynk IoT platform in managing the temperature and humidity information of the chicken coop so that the chicks kept in the cage are always at the best temperature and humidity.

Other parts of this paper include the following. The second part describes the research method which includes a schematic diagram of the system, the main components used, the ThingSpeak IoT platform and applications built to be installed in mobile phones. Meanwhile, the realization of the system prototype and the results of testing and analysis are discussed in the third section. Realization of the prototype in the form of a miniature chicken coop with certain dimensions and the layout of the sensors in the cage which is partitioned into three rooms. The test includes connectivity between sensors, microcontrollers, and data accessibility observed in mobile phones installed with the application described in the second part. The paper closes with conclusions about the system created and contains recommendations for further research to improve the system.

Methods

In this study, an information system about the condition of the chicken coop which includes temperature and humidity conditions was built using an IoT platform. The schematic diagram is given in Figure 1. In the system built, temperature and humidity data is obtained through the DHT 11 sensor. The sensor readings are then sent and processed by the NodeMCU ESP32S microcontroller to be stored in a web server stored in the cloud. The IoT platform used to access the data is ThinkSpeak. By installing the application on a mobile phone or personal computer, temperature and humidity data can be monitored at any time and observed changes in their values. Thus, if anomalous data occurs, for example, the temperature becomes higher or the humidity is very low, the handling will be easier.

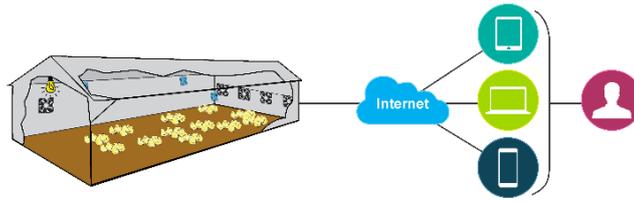


Fig. 1. Schematic Diagram of a Closed Chicken Coop Temperature and Humidity Information

The temperature and humidity in the built system are detected by the DHT11 sensor. The shape of the sensor is given in Figure 2. The sensor has three pins, each of which functions as a pin for power supply, data, and ground. The sensor works in the voltage range of 3.5-5 V and the current in standby is 60 A and when working is 0.3 mA. In addition, the DHT11 sensor has technical specifications that can measure temperature in the range of 0-50°C and humidity of 20-90%. Based on the data sheet released by the manufacturer, the bit resolution is 16 bits and the measurement accuracy for temperature is 1°C and for humidity is 1 %.

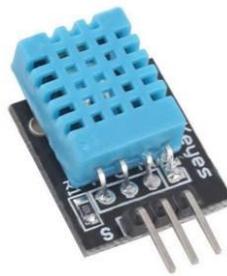


Fig. 2. DHT11 temperature and humidity sensor.

Meanwhile, the microcontroller used to process sensor data is NodeMCU ESP32. Its physical form is given in Figure 3. The ESP32 NodeMCU is an extension of the ESP8266 NodeMCU. NodeMCU ESP32 has the features of low power, low cost, and integrated wireless local area network or WiFi module. In addition, the module is also equipped with power saving features and dual mode bluetooth. NodeMCU ESP32 can connect with IoT platforms and mobile devices. The pins used on the NodeMCU ESP32 are D15, D4, D18, 3.3V and ground.



Fig. 3. NodeMCU ESP32

Data processed by NodeMCU ESP32 and stored in the cloud can be accessed using the IoT platform. In this study, the IoT platform used is ThingSpeak. Through the ThingSpeak platform, data in the form of graphs as well as temperature and humidity values can be displayed through a page created to access the data or can be obtained through an application installed on a cellular phone based on the Android operating system. To be able to use the ThingSpeak platform, registration is done via the <https://thingspeak.com/> link to obtain a code to access data through the platform. The front page of the link is given in Figure 4 while the program code created and installed in NodeMCU ESP32 to access data from the cloud using the ThingSpeak platform is shown in Figure 5.



Fig. 4. Home page links to use the ThingSpeak platform

```
----- THINGSPEAK -----
#include <WiFi.h>
#include "ThingSpeak.h"
char ssid[] = "XXXXXXXXXX"; // your network SSID (name)
char pass[] = "YYYYYYYYYY"; // your network password
int keyIndex = 0; // your network key Index number (needed only for WEP)
WiFiClient client;
unsigned long myChannelNumber = 1345830;
unsigned long counterChannelNumber = 1345830;
unsigned int counterFieldNumber = 5;
unsigned int counterFieldNumber = 6;
const char * myCounterReadAPIKey = "IWFEMJWV6XA0I3P6";
const char * myWriteAPIKey = "006B770MVMAC7SZL";
String myStatus = "";
```

Fig. 5. Program code for accessing data in the cloud using the ThingSpeak platform

In this study, temperature and humidity data were accessed through a cellular phone based on the Android operating system. To make it happen, a human-machine interface was created and installed on the cellular phone using the MIT App Inventor application. MIT App Inventor is a visual and intuitive form of programming developed by a team from the Massachusetts Institute of Technology that can be used by anyone to build functional applications for Android or iOS-based mobile phones or tablets [14]. A screenshot of the application is given in Figure 6 and the results of the compilation of the programs made in the application are obtained by displaying the mobile phone screen in the desired form and can be used to access data from the cloud.



Fig. 6. Application program on MIT App Inventor.

Methods

To test the information system made, a closed chicken coop prototype was made with dimensions of 45 x 30 x 20 cm³ which looks outside and inside are shown in Figures 7 and 8. In this prototype, the closed cage is partitioned into three spaces representing three cages that must be monitored. temperature and humidity using a cell phone.



Fig. 7. Closed chicken coop prototype (outside view)



Fig. 8. Three-chamber partition in a closed chicken coop prototype.

Each sensor in the room is connected to the NodeMCU ESP32 via a predefined pin as shown in Figure 9.

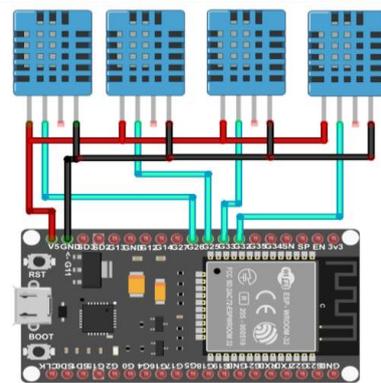


Fig. 9. Interconnection of DHT11 sensor with NodeMCU ESP3

The results of compiling an application program using MIT App Inventor installed on an Android-based cellular phone are shown in Figure 10. There are two features made in this application, namely Monitoring and Sensor Information. The Monitoring feature produces a graph of the temperature and humidity in the chicken coop, while the Sensor Information feature contains the temperature and humidity values for each sensor.

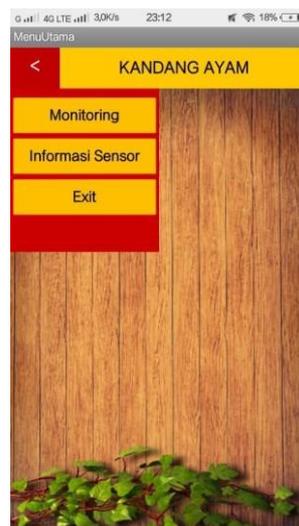


Fig. 10. Display of temperature and humidity information system on a cellular phone screen with two features, namely Monitoring and Sensor Information.

The results of the prototype test with the duration of data collection every 5 minutes for a certain period of time are shown in Table 2. The notations T1, T2, T3 are used to mark the temperature that is read by the sensor and accessed via a cellular phone, while H1, H2, and H3 respectively. also is the humidity value detected by the sensor for each room and received in the application installed in the mobile phone. Based on the data in TABLE 2, changes in temperature and humidity values can be observed and become very important information for chicken coop managers in keeping these conditions in accordance with the conditions needed for chickens to grow well. The test shows that there is connectivity between sensors, microcontrollers as data processors, and applica- tions installed in cellular phones. If the average value of temperature and humidity is taken, the temperature and humidity of room 1 are around 26.57°C and 62.53%, while for room 2 it is around 26.73°C and 64.87%. Meanwhile, the average temperature and humidity of room 3 are around 25.95°C and 57.16%.

Table 2. Data of Temperature and Humidity for every room in a closed chicken cage

No	Time	Temperature (°C)			Humidity (%)		
		T1	T2	T3	H1	H2	H3
1	18:58:04	25	25	25	64	66	58
2	19:03:05	25	25	25	64	66	59
3	19:08:07	26	27	26	63	62	56
4	19:13:08	27	28	27	57	56	52
5	19:18:10	27	28	27	53	51	49
6	19:23:12	28	29	28	52	50	47
7	19:28:13	29	29	28	51	48	46
8	19:33:15	29	29	28	51	47	46
9	19:38:16	29	29	28	51	48	46
10	19:43:17	26	26	25	58	56	52
11	19:48:19	25	25	25	60	68	54
12	19:53:20	25	25	25	66	66	60
13	19:58:22	25	25	24	65	65	59
14	20:03:23	26	26	25	60	59	53
15	20:08:25	27	27	27	58	56	52
16	20:13:27	25	26	25	65	66	59
17	20:18:28	24	25	25	67	69	62

18	20:23:30	25	25	24	67	69	60
19	20:28:31	25	25	24	67	68	60
20	20:33:33	25	25	25	66	67	59
21	20:38:35	26	25	25	66	67	59
22	20:43:36	25	25	25	64	66	58
23	20:49:06	26	26	25	65	66	58
24	20:54:08	30	30	28	51	49	50
25	20:59:09	29	29	27	53	52	51
26	21:04:11	27	27	25	55	54	52
27	21:09:12	26	26	25	63	63	58
28	21:14:14	26	26	25	67	71	62
29	21:19:16	25	25	25	68	75	64
30	21:24:17	25	25	25	70	79	65
31	21:29:19	25	25	25	70	80	65
32	21:34:21	27	27	26	66	73	63
33	21:39:22	28	28	27	61	66	57
34	21:44:23	29	29	28	59	61	56
35	21:49:25	29	29	28	58	58	53
36	21:54:27	28	28	27	63	65	58
37	21:59:28	26	26	25	67	72	63
38	22:04:30	26	26	25	72	80	65
39	22:09:32	25	26	25	70	81	65
40	22:14:33	26	26	25	71	80	64
41	22:19:35	26	26	25	70	78	63
42	22:24:36	26	26	26	68	76	63
43	22:29:38	26	26	25	68	76	62
44	22:34:39	26	26	25	68	76	63
45	22:39:41	27	27	26	67	75	62
46	22:44:43	27	27	26	64	70	59
47	22:49:45	29	30	29	58	54	50
48	22:54:46	30	31	30	56	53	48
49	22:59:47	28	28	27	61	60	56

By using a temperature and humidity measuring instrument, the temperature and humidity in each room when testing the prototype were 26°C and 64% respectively. The temperature and humidity values given in Table 2 for the duration of the test seem to fluctuate around these values. This value fluctuation occurs because of the sensitivity of the sensor components placed in the miniature enclosures. Based on the average value of temperature and humidity, the accuracy of temperature indication in applications installed on cellular phones is 98.4%, while the accuracy for humidity is around 97.47%.

In the connectivity test carried out, when using the Monitoring feature in an application installed on a cellular phone, a graph of changes in temperature and humidity data appears on the cellular phone screen as shown in Figure 11. The temperature and humidity values when data is taken are given at the top of the display which is numbered 27°C and 59%, while the graph at the bottom shows changes in temperature and humidity in the cage space within a certain time duration which can be set in the Monitoring menu. From the graph form, the trend of changes in temperature and humidity values can be seen at any time and action can be taken immediately if data anomalies are observed, for example, the temperature seems to be increasing continuously or humidity continuously dropping, and so on.

Fig. 11. Graphical display of the temperature and humidity of the cage visible on the mobile phone screen.



Conclusion

The design of the temperature and humidity information system of the closed chicken coop prototype has been described in this paper. The temperature and humidity data is obtained by using the DHT11 sensor, then processed by the NodeMCU ESP32. By utilizing an IoT platform called ThingSpeak, temperature and humidity data can be accessed at any time through other devices such as cell phones or personal computers by installing an application into the device. With an application made using the MIT App Inventor, the test results show that the temperature and humidity data of the enclosure can be monitored at any time via a cellular phone based on the Android operating system so that connectivity between components in the system created has been fulfilled. The temperature and humidity values of each room in the cage can be observed both at the time and the trend of changes in value. Thus, if there is an anomaly in the temperature or humidity value that occurs in the cage, it can be resolved quickly because the cage manager obtains information faster from the application installed on the cell phone. Based on the average value of temperature and humidity generated for a certain duration of time, the accuracy of temperature display in applications installed on cellular phones is 98.4%, while the accuracy for humidity is around 97.47%.

In this study, the testing of the new system is limited to the connectivity between parts of the system. Testing the information system in the form of a user acceptance test can be carried out in further research when implementing the system into a real system by involving the owner of the chicken coop or the manager of the chicken farm. Other research that can be done to improve the system made is to develop a temperature and humidity control system so that the control process is carried out automatically. Control methods that can be used are for example PID controllers or artificial intelligence techniques such as fuzzy logic, artificial neural networks, and so on.

Acknowledgement

Thanks are conveyed to the Directorate of Research, Technology, and Community Service of the Ministry of Education, Culture, Research, and Technology for funding this research in the National Competitive Basic Research scheme for the 2024 fiscal year. Thanks are also conveyed to the University Research and Community Service Institute Universitas Jenderal Achmad Yani who has partially supported this research in the Research scheme for the 2024 Fiscal Year.

References

“Produksi Daging Ayam Ras Pedaging menurut Provinsi (Ton), 2018-2020,” Badan Pusat Statistik, 2021. <https://www.bps.go.id/indicator/24/488/1/produksi-daging-ayam-ras-pedaging-menurut-provinsi.html>.

FAO, Poultry Development Review. 2013.

R. Seto, "Kontrol Suhu dan Kelembapan saat Brooding," *Majalah Infovet : Majalah Kesehatan dan Peternakan Hewan*, 2018.

Aviagen, *Ross Broiler Management Handbook 2018*. 2018.

A. Najmurokhman, Kusnandar, dan Amrulloh, "Prototipe Pengendali Suhu Dan Kelembaban Untuk Cold Storage Menggunakan Mikrokontroler ATMEGA328 dan Sensor DHT11," *J. Teknol.*, vol. 10, no. 1, pp. 73–82, 2018.

A. Najmurokhman, Kusnandar, A. Daelami, E. Nurlina, U. Komarudin, and H. Ridhatama, "Development of Temperature and Humidity Control System in Internet-of-Things based Oyster Mushroom Cultivation," in *The 3rd International Seminar on Research of Information Technology and Intelligent Systems (ISRITI)*, 2020, pp. 551–555.

J. Waworundeng, O. Dumanaw, and T. Rumawouw, "Prototipe Detektor Suhu dan Kelembaban Berbasis IoT di Ruang Server Sistem Informasi Universitas Klabat," *Cogito Smart J.*, vol. 7, no. 1, pp. 193–203, 2021.

H. M. A. Saber and Y. A. M. Sobhi, "The Digital Clinic : A New Developed way for diagnosis and medication," *Sci. Res. J.*, vol. IX, no. III, pp. 23–26, 2021, doi: 10.31364/SCIRJ/v9.i03.2021.P0321847.

Ramadiani, E. W. Setio Budianto, D. Widada, M. Widiastuti, and M. L. Jundillah, "Temperature and humidity control system for broiler chicken coops," *Indones. J. Electr. Eng. Comput. Sci.*, vol. 22, no. 3, pp. 1327–1333, 2021, doi: 10.11591/ijeecs.v22.i3.pp1327-1333.

L. S. Ezema, E. C. Ifediora, A. A. Olukunle, and N. C. Onuekwusi, "Design and Implementation of an Esp32-Based Smart Embedded Industrial Poultry Farm," *Eur. J. Eng. Technol. Res.*, vol. 6, no. 3, pp. 38–43, 2021, doi: 10.24018/ejers.2021.6.3.2397.

H. Zheng, T. Zhang, C. Fang, J. Zeng, and X. Yang, "Design and implementation of poultry farming information management system based on cloud database," *Animals*, vol. 11, no. 3, pp. 1–15, 2021, doi: 10.3390/ani11030900.

S. Kostarev, O. Kochetova, A. Hamidullina, and T. Sereda, "Microclimate control system at poultry enterprises of closed type," *E3S Web Conf.*, vol. 282, p. 07024, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202128207024.

I. V. Papatungan et al., "Temperature and Humidity Monitoring System in Broiler Poultry Farm," *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 803, no. 1, pp. 0–6, 2020, doi: 10.1088/1757-899X/803/1/012010.

"MIT App Inventor." <https://appinventor.mit.edu/about-us>.

DESAIN EKSPERIMEN TAGUCHI DALAM MEMINIMALISASI PRODUK *OFF MERGE* DI PT. ASIA PACIFIC FIBERS, TBK

Hendy Suryana, Sifa Nurul Islam, Achmad Lukman Nulhakim
Fakultas Teknologi Manufaktur, Unjani hendies.free@gmail.com

ABSTRAK

PT. Asia Pacific Fibers, Tbk merupakan perusahaan kimia tekstil yang bergerak pada bidang industri manufaktur pembuatan produk *polyester staple fiber*. pada tahun 2022 jenis kecacatan *off merge* merupakan jenis kecacatan yang memiliki presentase paling tinggi dibandingkan jenis kecacatan lainnya sebesar 14,35% dari total produksi pada tahun 2022. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui faktor – faktor yang menyebabkan kecacatan *off merge*, dan menentukan nilai *setting* terbaik pada mesin *heat setter* untuk mendapatkan sifat *crystallinity* yang lebih baik, sehingga dilakukannya eksperimen dengan menggunakan desain eksperimen taguchi untuk mengetahui faktor – faktor yang berpengaruh pada jenis kecacatan *off merge*, dan mencari nilai *setting* yang terbaik untuk mengurangi tingkat kecacatan pada jenis *off merge*. Dari hasil eksperimen ini, dilakukan analisis dengan menggunakan *analisis of varians* dan *Signal to Noise ratio* “*smaller the better*”. Dari hasil analisis tersebut didapatkannya faktor-faktor yang memengaruhi nilai *Dyeing Take Up* (DTU) yang tidak sesuai standar terdapat pada faktor *temperatur* pemanas mesin *heat setter* dan faktor kecepatan tow. nilai *setting* yang terpilih dari eksperimen Taguchi, yaitu Faktor *temperatur* pemanas mesin *heat setter* dengan *setting* 200°C dan Faktor kecepatan tow dengan *setting* 260 mpm. Penggunaan nilai *setting* tersebut dapat menurunkan kecacatan jenis *off merge* sebesar 3,25%, hasil ini dapat dilihat dari perbandingan nilai *setting* yang digunakan pada kondisi aktual perusahaan dengan nilai *setting* pada eksperimen konfirmasi.

Kata Kunci: Off merge, Taguchi, Crystallinity, Dyeing Take Up, Heat setter

PENDAHULUAN

PT. Asia Pacific Fibers, Tbk merupakan perusahaan manufaktur yang bergerak pada bidang kimia textile dalam pembuatan produk *polyester chips* dan *polyester staple fiber*. Perusahaan ini berdiri pada tahun 1984 bertempat di Jalan Raya Klari Desa Kiara Payung Kecamatan Klari Karawang Timur Jawa Barat 41371. Poduk yang dihasilkan PT. Asia Pacific Fibers, Tbk adalah *polyester chips* dan *polyester staple fibers* kedua produk ini memerlukan *polimer melt* sebagai bahan baku dalam pembuatan produk tersebut, dalam membuat *polimer melt* dibutuhkan bahan baku seperti PTA

(*Purified Terephthalic Acid*), EG (*Ethylene Glycol*), *catalis antimony asetat* SbAc₃, *additive cobalt asetat* TiO₂, dan *stabilizer asam posfat* H₃PO₄. Bahan baku tersebut akan mengalami proses seperti *esterifikasi*, *Prepoly Kondensasi*, dan *Poly Kondensasi* yang nantinya akan menjadi *polimer melt*.

Polyester staple fiber adalah serat sintetis yang digunakan dalam pembuatan kain, dimana kualitas serat sintetis memiliki peran penting dalam mencapai spesifikasi kain yang berkualitas tinggi. Namun, serat sintetis ini memiliki beberapa jenis cacat yang mungkin muncul akibat kurangnya optimalisasi dalam proses produksi. Jenis kecacatan yang memiliki presentase terbesar pada tahun 2022 adalah *off merge*, jenis cacat ini memiliki persentase sebesar 14,35% atau 1335 ton dari total produksi pada tahun 2022 sebesar 9303 ton.

Produk yang dikategorikan sebagai *off merge* menjadi permasalahan utama yang membuat perusahaan tidak secara maksimal dalam memperoleh keuntungan dari harga penjualan produk, hal ini dikarenakan terdapat perbedaan dari selisih harga jual dari produk yang dikategorikan *off merge* dengan produk yang tidak dikategorikan *off merge*. *Off merge* adalah suatu standart nilai warna pada serat polyester yang disebut *Dyeing Take Up* (DTU) yaitu kemampuan daya serap *polyester staple fibre* dalam menyerap warna. Untuk memiliki kemampuan daya serap yang baik terhadap warna, polyester staple fibre harus memiliki sifat *crystallinity* pada seratnya, sifat *crystallinity* merupakan sifat yang mengatur susunan molekul-molekul pada serat *poliyester*, sehingga meningkatkan kekuatan serat, ketahanan, dan daya serap warna pada serat *polyester*. Sifat *crystallinity* didapatkan dari proses pemanasan pada mesin *Heat Setter*, mesin ini digunakan untuk memanaskan tow sehingga sifat serat yang berawal dari *amorf* (susunan molekul berantakan) menjadi *crystallinit*.

METODE PENELITIAN

Kualitas merupakan konsistensi peningkatan atau perbaikan terkait penurunan variasi karakteristik dari suatu produk yang dihasilkan. Tujuannya untuk memenuhi kebutuhan yang telah dilakukan spesifikasi guna untuk meningkatkan kepuasan pelanggan internal maupun eksternal[1]. Produk berkualitas dalam dunia industri adalah produk yang dapat memenuhi harapan pelanggan, oleh karena itu istilah produk berkualitas akan membuat kesan bahwa produk tersebut bagus dan unggul[2].

Pengendalian kualitas secara umum merupakan suatu sistem yang menjaga kualitas pada level yang diinginkan melalui karakteristik produk dan implementasi perbaikan dari penyimpangan karakteristik dari standar yang ditentukan[3]. Pengendalian kualitas adalah langkah-langkah yang diambil untuk mengurangi kerugian yang disebabkan oleh produk yang rusak atau cacat, serta mengurangi jumlah sisa produk yang tidak dapat digunakan atau *scrap*[4]

Eksperimen dapat diartikan sebagai serangkaian percobaan di mana variabel masukan dari suatu proses atau sistem diubah sedemikian rupa sehingga memungkinkan kita untuk mengamati dan mengidentifikasi perubahan dalam respon output[5]. Desain eksperimen adalah bagian dari statistik terapan yang mengacu pada desain, pelaksanaan, dan analisis eksperimen untuk menentukan pengaruh satu atau lebih faktor terhadap variabel respons[6].

Metode Taguchi adalah sebuah pendekatan yang dikembangkan oleh Dr. Genichi Taguchi pada tahun 1940. Awalnya, metode ini digunakan untuk meningkatkan penerapan total quality control di Jepang. Metode Taguchi didasarkan pada desain percobaan untuk mencapai karakteristik kualitas yang optimal guna mencapai tujuan tertentu. Metode Taguchi juga digunakan sebagai pendekatan alternatif untuk perbaikan kualitas dengan tingkat kepercayaan yang setara dengan SPC (*Statistical Process Control*)[7].

Orthogonal array adalah sekumpulan eksperimen yang hanya menggunakan sebagian dari kondisi total, yang mungkin mencakup setengah, seperempat, atau seperdelapan dari eksperimen *full factorial*[7]. *Signal to noise ratio* berfungsi sebagai alat pengukuran untuk menentukan ketahanan suatu sistem. Kebisingan dapat muncul dalam berbagai bentuk, termasuk kebisingan lingkungan luar, kebisingan internal yang menandakan kerusakan, atau variasi antar unit produk[8].

HASIL DAN PEMBAHASAN EKSPERIMEN AKTUAL

Pada eksperimen awal dilakukan dengan kondisi aktual perusahaan. Eksperimen awal ini dilakukan sebanyak 4 kali eksperimen dengan menggunakan *Input* nilai parameter *temperatur Heat setter* sebesar 180°C, dan *Input* nilai parameter kecepatan tow sebesar 240 mpm.

Tabel 2. 1 Hasil eksperimen kondisi aktual

Eksperimen	Total Produksi	Jumlah Produk Cacat	Peresentase kecacatan
1	15000	1950	13%
2	15000	1500	10%
3	15000	1800	12%
4	15000	1650	11%
Total	60000	6900	11,5%

Sumber : Hasil Eksperimen, 2023

Eksperimen awal ini dilakukan untuk membandingkan hasil dari eksperimen awal dengan eksperimen konfirmasi, untuk mengetahui perbedaan dari kedua nilai eksperimen yang telah dilakukan.

DESAIN EKSPERIMEN

Metode desain eksperimen yang digunakan pada penelitian ini adalah metode taguchi, metode ini bertujuan untuk memperbaiki kualitas produk dan proses dalam waktu bersamaan serta dapat menekan biaya eksperimen yang dilakukan [7]. Selanjutnya penelitian ini dilakukan penentuan faktor dan level faktor yang mempengaruhi kualitas produk terhadap kecacatan jenis *off merge*, berikut merupakan faktor dan level faktor yang digunakan pada penelitian ini.

Tabel 2. 2 Faktor dan nilai faktor

Faktor	Kode	Level 1	Level 2
Input nilai parameter temperatur Heat setter (°C)	A	185	200
Input nilai parameter kecepatan tow (mpm)	B	245	260

(Sumber : Hasil pengamatan, 2023)

Langkah selanjutnya adalah menentukan *orthogonal array* yang akan digunakan dalam eksperimen, dalam menentukan *orthogonal array* yang akan digunakan diperlukannya perhitungan *degree of freedom* pada masing – masing faktor.

$$F_A = n_A - 1. \quad [9]$$

$$= 1$$

$$F_B = n_B - 1. \quad [9]$$

$$= 1$$

$$F_{A \times B} = n_{A \times B} - 1. \quad [9]$$

$$= 1$$

$$\text{Total} = F_A + F_B + F_{A \times B} \quad [9]$$

$$= 3$$

Dari total *degree of freedom* didapatkannya jumlah eksperimen minimum adalah sebanyak 3 kali dan *orthogonal array* yang sesuai adalah *L4*. Berikut merupakan *orthogonal array L4*.

Tabel 2. 3 *orthogonal array L4*

Eksperime n	Faktor		
	A	B	AxB
1	1	1	1
2	1	2	2
3	2	1	2
4	2	2	1

(Sumber : Phillip J. Ross, 1989)

Orthogonal array tersebut akan digunakan sebagai desain eksperimen pada penelitian ini, eksperimen ini akan dilakukan sebanyak 4 kali dengan 3 replikasi. Replikasi ini dilakukan dengan tujuan untuk memperkirakan efek rata-rata faktor dengan lebih baik dan memberikan perkiraan kesalahan eksperimen yang dapat digunakan untuk menentukan panjang selang kepercayaan[10]. Berikut merupakan hasil dari eksperimen yang dilakukan dengan menggunakan *orthogonal array L4*.

Tabel 3. 1 Hasil Eksperimen Taguchi

Eksperimen	Faktor			Replikasi		
	A	B	AxB	1	2	3
1	1	1	1	1500	1650	1500
2	1	2	2	1350	1200	1350
3	2	1	2	1200	1200	1350
4	2	2	1	1200	1350	1050

ANALYSIS OF VARIANCE

Tabel 3. 2 Hasil ANOVA mean

Faktor	Sum Of Square	Degree of Freedom	Mean of Square	F tabel	F rasio	Presentase Kontribusi
A	120000	1	120000	4,26	10,6666 667	39,02%

B	67500	1	67500		6	21,95%
A x B	30000	1	30000		2,666666 667	9,76%
Error	90000	8	11250	-	-	29,27%
Total	-	11	-			100%

Sumber : Olah data, 2023

Dari hasil perhitungan presentase kontribusi, faktor A menunjukkan pengaruh yang paling besar, sekitar 39,02%, artinya variasi hasil eksperimen sebagian besar disebabkan oleh variasi dalam faktor A. Faktor B juga cukup berpengaruh dengan kontribusi sekitar 21,95%.

Interaksi antara faktor A dan B memiliki pengaruh yang lebih kecil, sekitar 9,76%, tetapi masih memiliki kontribusi variasi hasil eksperimen. Sebaliknya, nilai Error sekitar 29,27%, menunjukkan bahwa masih ada variasi yang tidak dapat dijelaskan oleh faktor - faktor yang telah diamati. Dengan kata lain, hasil eksperimen yang telah dilakukan faktor yang memiliki pengaruh paling besar adalah faktor A, diikuti oleh faktor B, dan kemudian interaksi antara keduanya.

Tabel 3. 3 Hasil Uji Hipotesa

Hipotesa	Nilai F	F(0,05;2;9)	Hasil hipotesa
H0 : Tidak ada pengaruh faktor A	10,66666	4,26	H1 Diterima
H1 :Ada pengaruh faktor A	667		
H0 : Tidak ada pengaruh faktor B	6		H1 Diterima
H1 :Ada pengaruh faktor B			
H0 : Tidak ada pengaruh faktor A x B	2,666666		H0 Diterima
H1 :Ada pengaruh faktor A x B	667		

Pada uji hipotesis ini dilakukan dengan cara membandingkan nilai F rasio dengan nilai F tabel dengan selang kepercayaan 5%. F tabel yang digunakan adalah F(0.05;2;9) yang memiliki nilai 4,26. Pada faktor A nilai F rasionya adalah 10,66, faktor B nilai F rasionya adalah 6, dan faktor

interaksi nilai F rasionya adalah 2,66. Dari nilai f rasio ini akan dibandingkan dengan F tabel, jika nilai F rasio lebih kecil dari F tabel maka dapat disimpulkan bahwa faktor tersebut tidak memiliki pengaruh dari eksperimen yang dilakukan, akan tetapi jika F rasio memiliki nilai yang lebih besar dibandingkan F tabel maka dapat disimpulkan faktor tersebut memiliki pengaruh dalam eksperimen. Dari hasil uji hipotesis ini, dari semua faktor yang ada, hanya faktor A dan faktor B yang memiliki kesimpulan berpengaruh dalam eksperimen, hal ini dikarenakan faktor A dan faktor B memiliki nilai f rasio yang lebih besar dibandingkan F tabel.

Perhitungan nilai rata – rata dan *Signal to noise rasio* bertujuan untuk mengetahui faktor – faktor yang mempengaruhi nilai variansi pada eksperimen taguchi, nilai rata – rata dan *Signal to noise rasio* yang digunakan pada penelitian ini adalah *smaller the better*, hal ini dikarenakan karakteristik kualitas yang diamati yaitu persentase produk cacat *off merge*. Berikut rumus persamaan SNR *smaller the better*.

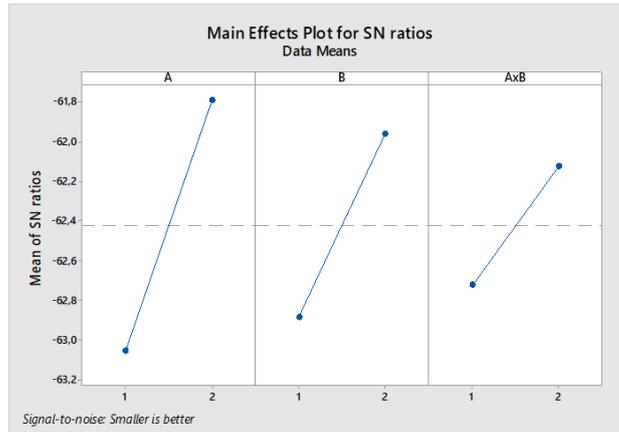
$$S/N = - 10 \log \left[\frac{\sum Ni - 1Yr^2}{r} \right] \dots\dots\dots [8]$$

Tabel 3. 4 Hasil Perhitungan SNR *smaller the better*

Eksperimen	Faktor			SNR
	A	B	AxB	
1	1	1	1	-63,816
2	1	2	2	-62,292
3	2	1	2	-61,952
4	2	2	1	-61,629

Sumber : Olah data, 2023

Dari hasil perhitungan mean *signal to noise rasio*, pada faktor A, faktor B, dan faktor interaksi terdapat perbedaan antara nilai *signal to noise rasio* level 1 dan level 2 disetiap faktor, pada setiap faktor level 2 memiliki nilai *signal to noise rasio* yang lebih kecil dibandingkan level 1. Dengan mempertimbangkan bahwa *signal to noise rasio* yang digunakan adalah "*smaller the better*", Dengan kata lain, hasil eksperimen menunjukkan bahwa pengaturan pada Level 2 memberikan kualitas produk yang lebih baik dari pada pada level 1, dan dari hasil perhitungan tersebut, faktor A memiliki signal yang paling tinggi dibandingkan faktor lainnya. Beriku grafik gambaran dari hasil perhitungan *signal to noise rasio*.



Gambar 3. 1 Grafik hasil perhitungan rata - rata SNR

Sumber : Olah data, 2023

Dari grafik tersebut terlihat bahwa level 2 pada setiap faktor menunjukkan hasil kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan level 1 pada setiap faktor, sehingga nilai setting level 2 ini akan digunakan pada eksperimen konfirmasi.

EKSPERIMEN KONFIRMASI

Dilakukannya eksperimen konfirmasi untuk menguji nilai prediksi pada *setting* level faktor yang terpilih pada kondisi optimal. Berikut merupakan faktor dan nilai *setting* faktor yang akan digunakan dalam eksperimen konfirmasi ini.

Tabel 3. 5 Nilai *setting* eksperimen konfirmasi

No.	Faktor	Nilai <i>setting</i>
1	Input nilai parameter <i>steam pressure Heat setter</i> (A)	200 °C
2	Input nilai parameter kecepatan tow (B)	260 mpm

Sumber : Olah data, 2023

Pada eksperimen konfirmasi faktor dan nilai *setting* yang digunakan merupakan hasil dari perhitungan *signal to noise ratio*, dimana *signal* dan respon terbesar adalah faktor (A) Input nilai parameter *temperatur Heat setter* level 2, dan faktor (B) Input nilai parameter terbesar adalah faktor (A) Input nilai parameter *temperatur Heat setter* level 2, dan faktor (B) Input nilai parameter

kecepatan tow level 2. Berikut merupakan hasil dari eksperimen konfirmasi.

Tabel 3. 6 Hasil eksperimen konfirmasi

Eksperimen	Jumlah Produk Normal	Jumlah Produk cacat	Peresentase kecacatan
1	13950	1050	7%
2	13650	1350	9%
3	13500	1500	10%
4	13950	1050	7%
Total	55050	4950	8,25%

Sumber : Olah data, 2023

PERBANDINGAN EKSPERIMEN AWAL DENGAN EKSPERIMEN KONFIRMASI

Perbandingan antara eksperimen awal dengan eksperimen konfirmasi dilakukan untuk mengetahui seberapa besar perubahan yang terjadi antara eksperimen dengan kondisi aktual dengan eksperimen konfirmasi. Pada eksperimen awal nilai *setting* yang digunakan adalah 180°C untuk faktor *temperatur* mesin *heat setter*, dan 240 mpm untuk faktor kecepatan tow berjalan, sedangkan untuk nilai *setting* yang digunakan pada eksperimen konfirmasi adalah 200°C untuk faktor *temperatur* mesin *heat setter*, dan 260 mpm untuk faktor kecepatan tow berjalan. Berikut merupakan perbandingan hasil eksperimen awal dengan eksperimen konfirmasi.

Tabel 3. 7 Hasil Perbandingan Eksperimen

Eksperimen	Jumlah eksperimen	Jumlah Produk Cacat	Persentase Kecacatan
Eksperimen Awal	4	6900	11,5%
Eksperimen Konfirmasi	4	4950	8,25%

Sumber : Olah data, 2023

Berdasarkan hasil eksperimen awal dengan *setting temperatur* 180°C dan kecepatan tow 240 mpm, diperoleh total produksi sebesar 60.000 Kg, dengan 6.900Kg produk cacat jenis *off merge*. Persentase kecacatan pada eksperimen awal sebesar 11,5 %. Melalui eksperimen konfirmasi yang nilai *settingnya* berdasarkan level terpilih pada eksperimen taguchi, didapatkan hasil yang berbeda dengan eksperimen konfirmasi, terdapat penurunan kecacatan yang terjadi sebesar 3,25%. Dengan demikian faktor temperatur dan kecepatan tow terbukti berpengaruh terhadap respon kecacatan yang terjadi pada eksperimen awal maupun eksperimen konfirmasi.

KESIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini mengamati respon kecacatan jenis *off merge* pada produk *polyester staple fiber* menggunakan desain eksperimen Taguchi dan dianalisis menggunakan ANOVA serta *Signal to noise ratio*. Berdasarkan hasil ANOVA faktor yang berpengaruh terhadap kecacatan jenis *off merge* adalah faktor suhu pemanas mesin *heat setter* dan faktor kecepatan tow. Berdasarkan hasil *signal to noise ratio* didapatkannya nilai *setting* terbaik dari eksperimen yang telah dilakukan, pada nilai *setting* level 2 pada setiap faktor menunjukkan respon kualitas yang lebih baik dibandingkan level 1, dengan menggunakan nilai *setting* tersebut pada eksperimen konfirmasi didapatkannya penurunan kecacatan sebesar 3,25% dibandingkan dengan eksperimen kondisi awal perusahaan. Peneliti menyarankan untuk mencari faktor – faktor lain yang berpengaruh terhadap kecacatan jenis *off merge*.

DAFTAR PUSTAKA

- Gaspersz Vincent, *TOTAL QUALITY MANAGEMENT*. Jakarta: Vinchristo Publication, 2011.
- Besterfield Dale H., *QUALITY CONTROL*. united states: New jersey Prentice hall, 1979.
- nur habyda anik Fitriana Rina, kemala sari debbie, *Pengendalian dan penjaminan mutu*. Banyumas: wawasan ilmu, 2021.
- T. H. Handoko, *Dasar-dasar manajemen produksi dan operasi*, Pertama. yogyakarta: BPFE, 1999.
- D. . Montgomery, *Introduction to Statistical Quality Control*, 4th ed. New York: John Wiley & Sons, Inc, 2001.
- Yanto, *Perancangan Eksperimen Untuk Teknik Industri: Konsep Dasar dan Aplikasi*, Pertama. Jakarta: Universitas Katolik Indonesia Atma Jaya, 2019.
- I. didi Haryono, *Pengendalian kualitas statistik*, 1st ed. Makasar: ALFABETA, 2015.
- Glen Stuart Peace, *Taguchi methods*. Addison-Wesley, 1993.
- P. J. Ross, *Taguchi Techniques for quality engineering*. McGraw-Hill, 1989.
- Suwanda, *Desain Eksperimen untuk penelitian ilmiah*, 2nd ed. Bandung: ALFABETA, 2015

**ANALISIS STABILITAS LERENG SUNGGAI MENGGUNAKAN
METODE MOHR-COULOMB DAN HARDENING SOIL
(STUDI KASUS: LERENG SUNGGAI SEKANAK, KOTA PALEMBANG)**

**Xbal Meiprastyo, Ronni I. S. Rono Hadinagoro,
Agus Sulaeman, Sumargo, dan Asep Supriatna**

*Program Studi Sarjana Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Jenderal
Achmad Yani, Cimahi, Indonesia*

xbal.meiprastyo@lecture.unjani.ac.id

ABSTRAK

Sungai Sekanak ialah sungai yang masih aktif di Kota Palembang, untuk mengembalikan fungsi sungai, restorasi diperlukan. Direncanakan jika sungai ini akan menjadi simbol wisata air Kota Palembang. Perbaikan lereng sungai Sekanak diperlukan agar restorasi bisa diselenggarakan.. Analisis stabilitas lereng yang diuraikan disini ialah survei pendahuluan, survei detail untuk mengumpulkan data-data parameter tanah seperti survei topografi, tinjauan lapangan, penyelidikan tanah dan pengujian di laboratorium. Analisis stabilitas lereng sungai terhadap faktor keamanan lereng Sungai ini dilakukan dalam beberapa metode analisis, metode tersebut adalah metode mohr-coloumb dan hardening soil. Pengaruh cut di setiap model memperlihatkan perbedaan yang tidak terlalu jauh untuk nilai deformasi, sedangkan untuk nilai momen maksimum dan faktor keamanan terlihat cukup signifikan. Pengaruh perbedaan ketinggian level muka air di kedua model memperlihatkan nilai yang cukup signifikan untuk deformasi sekitar dua kali lipat lebih besar daripada muka air normal. Hasil penyelidikan tanah didapatkan jika situasi tanah lokasi penelitian beberapa sudah memenuhi nilai faktor keamanan. Hasil analisis menerapkan perangkat FEM dengan dua variasi penanganan yang diamati.

Kata Kunci : sungai, lereng, faktor aman.

PENDAHULUAN

Sungai merupakan saluran terbuka yang tercipta secara natural di muka bumi yang mengalir menurut keadaan permukaan bumi dari mata air melewati sebagian alur sungai mengarah ke danau ataupun laut secara dinamis. Air yang mengalir di dalam sungai akan mengakibatkan penggerusan tanah dasarnya. Gerusan merupakan fenomena alam yang terjadi karena erosi terhadap aliran air pada dasar serta tebing saluran alluvial ataupun proses menyusutnya ataupun semakin dalam sungai di bawah elevasi permukaan alami (datum) disebabkan interaksi antara aliran dengan material bawah sungai (Hoffmans & Verheij, 1997).

Lereng merupakan daerah di permukaan tanah yang menghubungkan tempat yang lebih tinggi dengan tempat yang lebih rendah. Lereng yang mengalami keruntuhan dapat berarti mempunyai nilai faktor keamanan yang rendah. Sedangkan, lereng kondisi stabil dianggap tidak mengalami pergerakan secara horizontal dan vertikal. Namun, lereng yang stabil juga dapat mempunyai faktor keamanan yang kecil sehingga pada suatu saat akan mengalami keruntuhan. Keruntuhan tanah merupakan bencana alam yang terjadi pada lereng salah satunya diakibatkan peningkatan tekanan air pori pada saat musim hujan, hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan kuat geser tanah (c) dan sudut geser dalam (ϕ) sehingga menyebabkan keruntuhan tanah. Proses gerusan lereng/tebing sungai dapat terjadi karena adanya perubahan morfologi sungai berupa tikungan dan pelebaran sungai akibat aliran air sungai yang mengalami kenaikan tinggi muka air. Penambahan gerusan akan terjadi sehingga ada perubahan setempat dari geometri sungai seperti sifat tanah dasar setempat. Terjadinya gerusan tebing sungai tersebut akan menyebabkan perubahan pola aliran yang mengakibatkan terjadinya pelebaran di sekitar tebing sungai tersebut.

Sungai Sekanak ini direncanakan akan menjadi simbol wisata air kota Palembang . Perbaikan lereng sungai Sekanak diperlukan agar restorasi tersebut bisa diselenggarakan. Analisis stabilitas lereng dilakukan untuk melihat seberapa aman lereng pada kondisi eksisting maupun kondisi rencana perbaikan. Gambar 1 merupakan gambaran Sungai Sekanak pada saat dilakukan pengukuran.



Gambar 1. Lokasi Pekerjaan.

Tujuan yang ingin dicapai dalam pembuatan analisis ini adalah mendapatkan nilai faktor keamanan pada area sungai dan alternatif perkuatan lereng yang dapat digunakan untuk menjadi solusi penanganan longsor dengan kondisi yang ada.

METODE PENELITIAN

A. Longsoran dan Lereng

Tanah longsor terjadi karena terganggunya keseimbangan lereng akibat pengaruh gaya-gaya yang berasal dari dalam lereng seperti gaya gravitasi bumi, tekanan air pori dalam tanah/lereng, dan gaya-gaya dari luar lereng seperti getaran kendaraan dan pembebanan kendaraan. Analisis stabilitas pada permukaan tanah yang miring, disebut analisis stabilitas lereng (Christady, 2012).

Keruntuhan tanah merupakan bencana alam yang terjadi pada lereng salah satunya diakibatkan peningkatan tekanan air pori pada saat musim hujan, hal ini mengakibatkan terjadinya penurunan kuat geser tanah (c) dan sudut geser dalam (ϕ) sehingga menyebabkan keruntuhan tanah. Proses gerusan lereng/tebing sungai dapat terjadi karena adanya perubahan morfologi sungai berupa tikungan dan pelebaran sungai akibat aliran air sungai yang mengalami kenaikan tinggi muka air.

Pada pergerakan kelongsoran tanah terdapat enam jenis tanah longsor, diantaranya: longsoran translasi, longsoran rotasi, pergerakan blok, runtuh batu, rayapan tanah dan aliran bahan rombakan. Jenis longsoran translasi dan rotasi sering terjadi di Indonesia. Sedangkan longsoran yang paling banyak memakan korban jiwa adalah aliran bahan rombakan (Badan Penanggulangan Bencana Daerah, 2005).

B. Analisis Stabilitas Lereng

Analisis stabilitas lereng perlu dilakukan bila di atas dan dibawah lereng terdapat pembangunan. Dasar dari analisis stabilitas lereng adalah *limit plastic equilibrium*. Analisis ini dilakukan untuk menentukan faktor aman dari bidang longsor yang potensial (Braja M & Das, 2013). Faktor aman merupakan perbandingan antara gaya yang menahan dengan gaya menggerakkan:

$$F = \frac{\tau}{\tau_d} \quad (1)$$

Menurut teori *Mohr-Coulomb*, kekuatan geser (τ) yang dapat dikerahkan oleh tanah, di sepanjang bidang longsornya, ditentukan dengan formula:

$$\tau = c + \sigma \operatorname{tg} \varphi_d \quad (2)$$

Nilai-nilai c dan φ adalah parameter kuat geser tanah di sepanjang bidang longsor. Persamaan *Coulomb* dalam bentuk tegangan efektif akibat beban tanah dan beban-beban lain pada bidang longsornya dihitung dengan formula berikut:

$$\tau' = c' + \sigma' \operatorname{tg} \varphi' \quad (3)$$

Dengan c' dan φ' adalah kohesi dan sudut geser dalam yang terjadi atau yang dibutuhkan untuk keseimbangan pada bidang longsornya. Substitusikan persamaan (2) dan (3) ke persamaan (1) diperoleh persamaan faktor aman:

$$F = \frac{c + \sigma \operatorname{tg} \varphi}{c' + \sigma \operatorname{tg} \varphi'} \quad (4)$$

Faktor aman terhadap masing-masing kondisi yaitu kondisi tanpa rembesan dan kondisi rembesan dapat dinyatakan dalam:

$$F = \frac{c}{\gamma H \operatorname{Cos}^2 \alpha \tan \alpha} + \frac{\tan \varphi}{\tan \varphi} \quad (5)$$

$$F = \frac{c}{\gamma_{sat} H \operatorname{Cos}^2 \alpha \tan \alpha} + \frac{\tan' \varphi}{\tan_{sat} \varphi} \quad (6)$$

C. Kriteria Pembebanan

Analisis pada lereng galian dan timbunan harus memperhitungkan beban hidup, beban mati, dan gempa. Pada permukaan lereng beban tambahan harus diterapkan sebesar 10 kN/m² kecuali pada persyaratan lain sesuai peruntukannya. Berikut ini beberapa kriteria untuk pembebanan. Untuk analisis pseudo-statik dari lereng galian, maupun timbunan, beban gempa yang lebih spesifik disarankan dengan kondisi geologi dan area kegempaan serta kepentingan lereng.

1. Beban gempa, diperhitungkan jika lereng galian atau timbunan direncanakan dibangun pada area dengan kriteria kepentingan strategis. Nilai faktor keamanan untuk kondisi gempa harus lebih besar dari 1,1.
2. Beban lalu lintas ditentukan berdasarkan kelas jalannya. Untuk kelas jalan I, beban lalu lintas yang diterapkan sebesar 15 kPa, untuk kelas jalan II dan III beban lalu lintas yang diterapkan sebesar 12 kPa. Sedangkan untuk Beban di luar

jalan beban yang diterapkan sebesar 10 kPa untuk seluruh kelas jalan.

3. Perancangan lereng timbunan dan galian harus memperhitungkan tegangan vertikal dan horizontal.
4. Kriteria umur rencana struktur, tergantung dari peninjauan yang diambil berdasar kondisi jangka pendek atau jangka panjang.

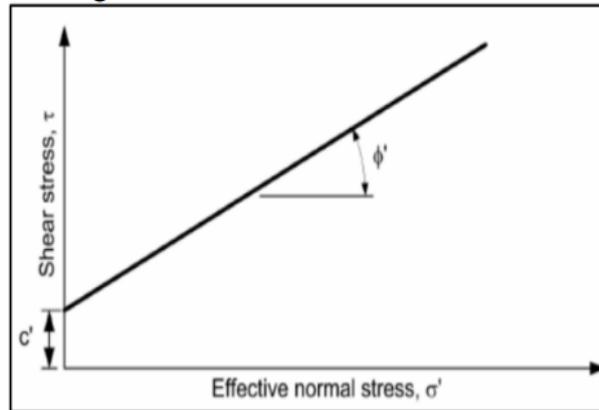
D. Keluaran deformasi meliputi penurunan jangka pendek, penurunan jangka panjang, deformasi vertikal, deformasi horizontal dan dampak terhadap bangunan sekitarnya. Kriteria Faktor Keamanan

Berdasarkan (Standar Nasional Indonesia, 2017) rekomendasi nilai faktor keamanan untuk lereng batuan dengan kondisi lereng batuan permanen sebesar 1,5 dan untuk lereng batuan dengan kondisi sementara sebesar 1,3. Pada kriteria untuk nilai faktor keamanan pada lereng tanah mensyaratkan kriteria sebagai berikut :

1. Struktur dengan biaya perbaikan sebanding dengan biaya tambahan dan tingkat ketidakpastian kondisi analisis rendah sebesar 1,25.
2. Struktur dengan biaya perbaikan sebanding dengan biaya tambahan dan tingkat ketidakpastian kondisi analisis tinggi sebesar 1,5.
3. Struktur dengan biaya perbaikan lebih besar dari biaya tambahan dan tingkat ketidakpastian kondisi analisis rendah sebesar 1,5.
4. Struktur dengan biaya perbaikan lebih besar dari biaya tambahan dan tingkat ketidakpastian kondisi analisis tinggi lebih besar sama dengan 2,0.

E. Metode *Mohr-Coulomb*

Pada umumnya dalam analisis kestabilan lereng digunakan persamaan *Mohr-Coulomb* untuk menyatakan kekuatan geser material. Menurut kriteria *Mohr-Coulomb*, kekuatan geser material terdiri dari dua komponen yaitu kohesi dan sudut gesek dapat dilihat pada Gambar 2. (Alvin Iranto Purnnana).



Gambar 2. Ilustrasi Kekuatan Geser *Mohr-Coulomb*

F. Kriteria Faktor Keamanan

Model ini digunakan apabila deformasi menjadi masalah utama, dan data geoteknik (laboratorium dan lapangan) tersedia dengan baik. Oleh karenanya model lanjut ini pada umumnya digunakan sebagai analisis akhir pada penyelesaian permasalahan geoteknik. (Ready, 2020). Ketika terjadi beban deviator utama, tanah cenderung terjadi penurunan kekakuan dan sekaligus terjadi regangan plastis yang permanen. Sejumlah ciri khas dari model ini meliputi:

1. Kekakuan bervariasi secara eksponensial tergantung pada tegangan, dengan parameter m
2. Peregangan plastis yang timbul karena beban deviator utama, ditentukan oleh parameter E_{50}^{ref}
3. Peregangan plastis yang berlangsung akibat beban kompresi primer, disebabkan oleh parameter $E_{\text{oed}}^{\text{ref}}$
4. Pengurangan atau pemberian beban elastis, disebabkan oleh parameter $E_{\text{ur}}^{\text{ref}}, \nu_{\text{ur}}$
5. Keruntuhan sejalan model *Mohr-Coulomb*, parameter c, ϕ dan ψ .

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Kondisi Geologi

Geologi umum Kota Palembang merupakan hasil kajian dari peta geologi lembaran Palembang Sumatera Selatan. Berdasarkan hasil penelitian, secara umum geologi daerah sekitar Kota Palembang dapat dikelompokkan menurut jenis dan umur batuanannya, dari tua sampai muda sebagai berikut :

1. Formasi Air Benakat tercipta selama fase regresi dan akhir dari deposisi Formasi Gumai pada periode Miosen tengah. Formasi ini terdiri dari batuan lempung putih kelabu dengan lapisan batu pasir halus, batu pasir abu-abu kehitaman, serta tersedia glaukonit setempat yang mengandung lignit. Bagian atasnya mengandung tufa sedangkan bagian tengahnya kaya akan fosil foraminifera. Tebal formasi ini diperkirakan antara 1000 hingga 1500 meter.
2. Formasi Muara Enim tercipta pada periode Miosen Akhir hingga Pliosen dan merupakan siklus regresi kedua, terdiri dari deposisi laut dangkal hingga *continental sands, delta*, dan batuan lempung.
3. Formasi Kasai tercipta pada periode Pliosen hingga Pleistosen menjadi hasil dari erosi yang dikarenakan oleh pengangkatan Bukit Barisan dan Pegunungan Tigapuluh, serta akibat pengangkatan perlipatan di cekungan. Formasi ini terdiri dari batu pasir kontinental, lempung, dan material piroklastik.

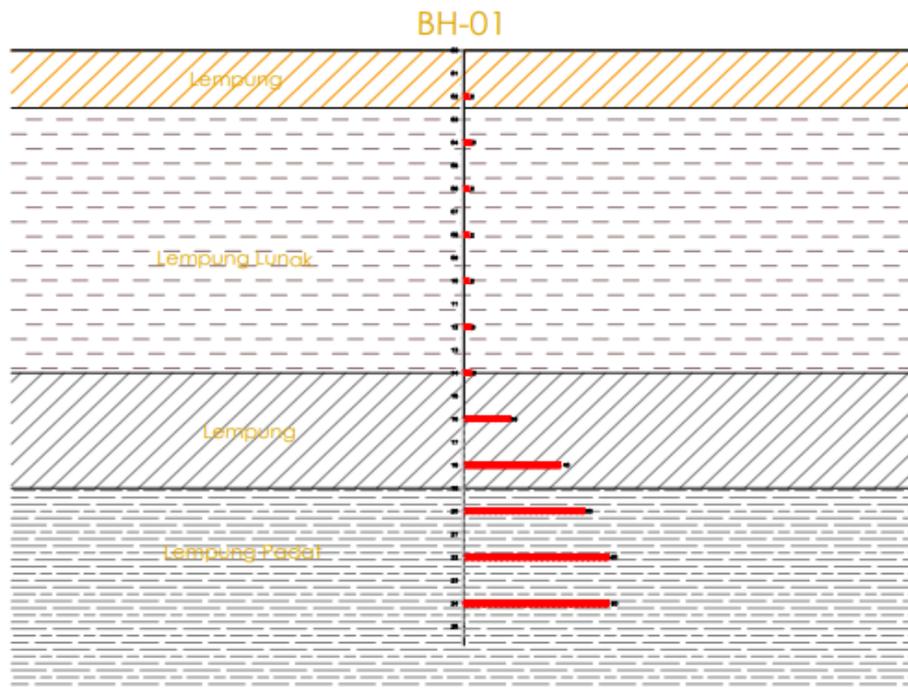
B. Data Topografi

Secara keseluruhan, Kota Palembang terletak di dataran rendah dengan elevasi rata-rata berkisar antara 4 hingga 12 meter di atas permukaan laut. Titik tertinggi di kota ini tersedia di Bukit Siguntang, yang terletak di Kecamatan Ilir Barat I, dengan elevasi sekitar 10 meter di atas permukaan laut. Sementara itu, titik terendah tersedia di daerah Sungai Lais, Kecamatan Ilir Timur II.

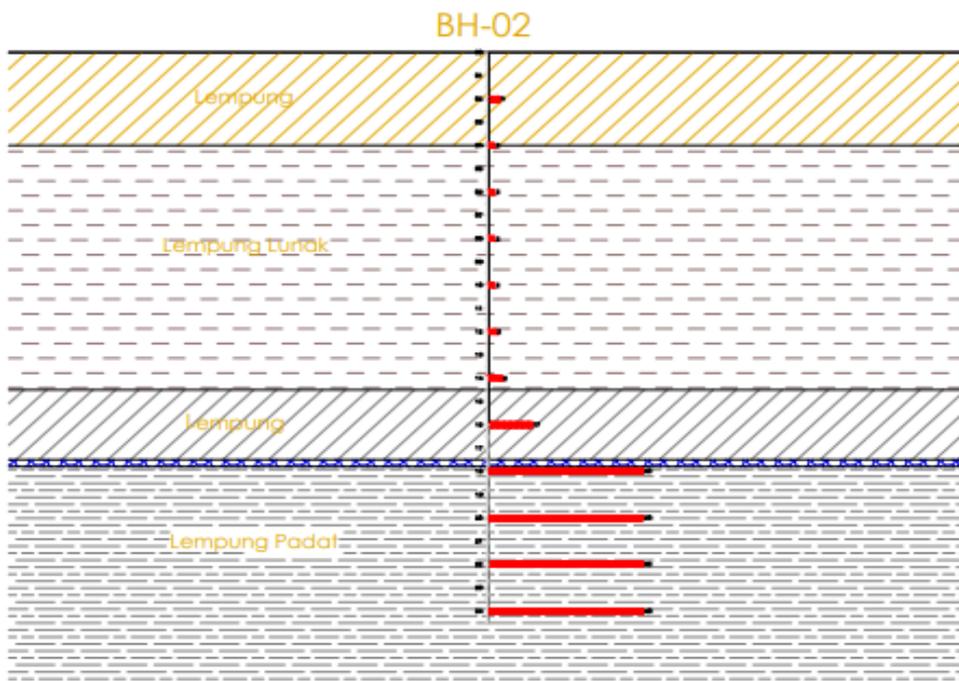
C. Profil Lapisan Tanah

Data tanah dibutuhkan untuk menganalisis stabilitas lereng pada lereng sungai. Dalam penyelidikan pekerjaan ini terdapat 3 titik penyelidikan tanah pengujian Bor Dalam, dari data tanah tersebut dapat diketahui stratigrafi tanahnya. Stratigrafi tanah merupakan ilustrasi lapisan tanah yang memberikan informasi mengenai karakteristik tanah pada lokasi pekerjaan. Gambaran umum lapisan tanah pada lokasi.

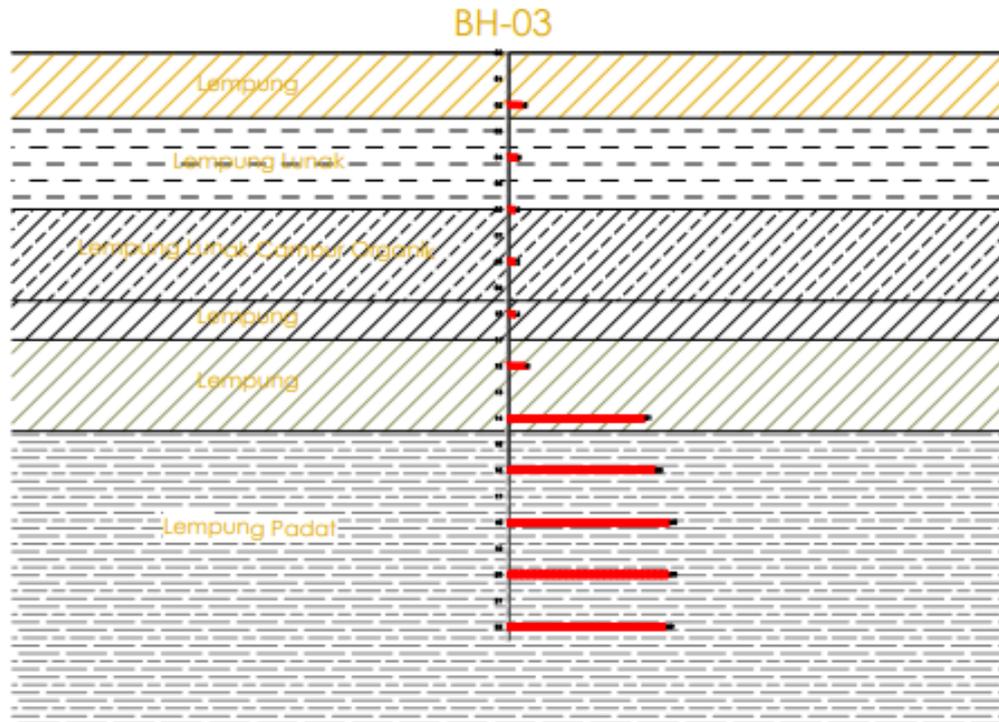
Kestabilan lereng ditentukan oleh nilai faktor keamanan (FK) minimum sebesar 1,5 untuk mencapai kondisi kestabilan lereng yang memenuhi kriteria aman. Analisis dilakukan dalam kondisi eksisting dan kondisi dengan perkuatan. Berikut ini disampaikan profil lapis tanah berdasarkan titik pengujian sebagai dasar analisis dan pemodelan.



Gambar 1. Statigrafi BH-01



Gambar 2. Statigrafi BH-02



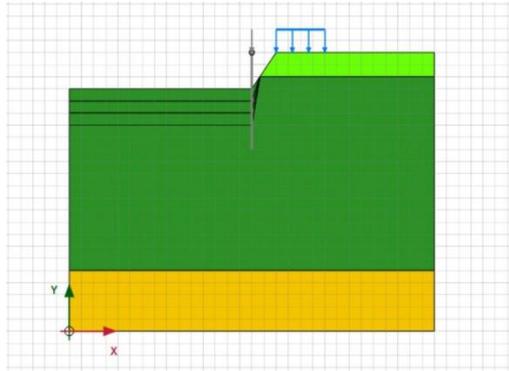
Gambar 3. Statigrafi BH-03

Berdasarkan hasil analisis dan pendekatan nilai korelasi, selanjutnya didapatkan parameter input untuk pemodelan lereng sungai. Parameter input dapat dilihat berikut ini.

Tabel 1. Parameter Tanah

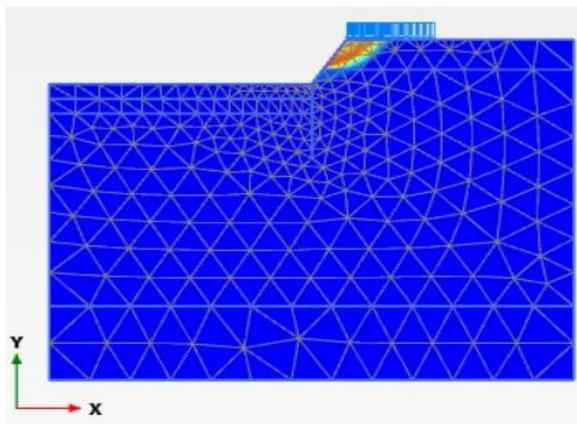
No	Jenis Tanah	N-SPT	E (kN/m ²)	γ_{unsat} (kN/m ³)	γ_{sat} (kN/m ³)	ϕ	C (kPa)
1	Lempung Lunak	2	7000	8	14	5	12.00
2	Lempung Kaku	3	9000	12.5	17.6	8	18.00
3	Lempung Abu	40	12000	18	20	10	24.00

Berdasarkan data topografi dan parameter input pada Tabel 1, selanjutnya dilakukan pemodelan lereng sungai pada kondisi eksisting, Pada Gambar 6 berikut ini ditampilkan pemodelan lereng sungai pada kondisi eksisting.



Gambar 4. Kondisi Sungai Eksisting

Parameter tanah seperti berat volume tanah basah (γ), kohesi (c), sudut geser (ϕ) didapatkan dari hasil uji laboratorium. Hasil analisis kondisi eksisting lereng menggunakan software Plaxis ditunjukkan pada Gambar 7. Dari Gambar tersebut dapat diketahui nilai faktor keamanan (Msf) sebesar 1,03. Dengan hasil tersebut dapat disimpulkan nilai faktor keamanan tersebut masih belum mencukupi faktor keamanan yang disyaratkan b SNI Geoteknik 8460-2017 (FK minimal harus lebih besar dari 1,5), Perlu dilakukan analisis perkuatan agar didapat faktor keamanan yang memenuhi kondisi aman.



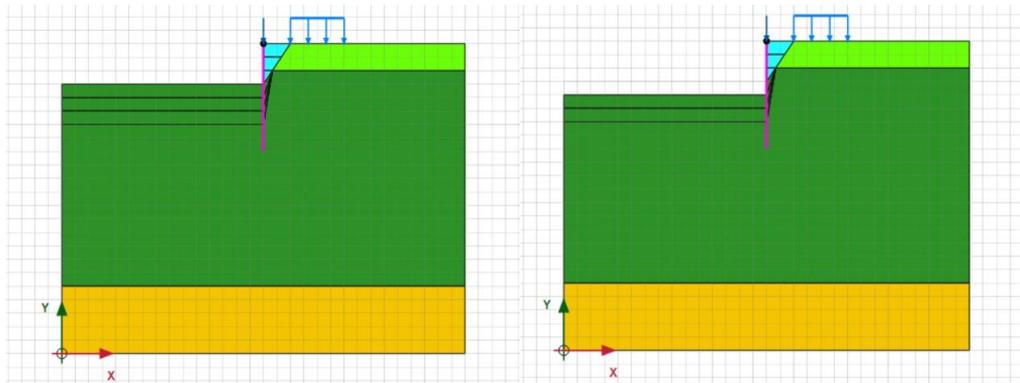
Gambar 5. Hasil Analisis Kondisi eksisting

D. Analisis

Dari hasil analisis sebelumnya kondisi eksisting lereng belum memenuhi faktor keamanan yang disyaratkan, sehingga diperlukan metode yang tepat agar didapatkan kondisi keamanan pada lereng tersebut. Berikut ini disampaikan hasil analisis perkuatan lereng lereng dengan menggunakan metode *Mohr-coloumb* dan *Hardening soil*. Penggunaan kedua metode ini dilakukan untuk mengetahui seberapa besar deviasi hasil analisis pada kedua metode tersebut.

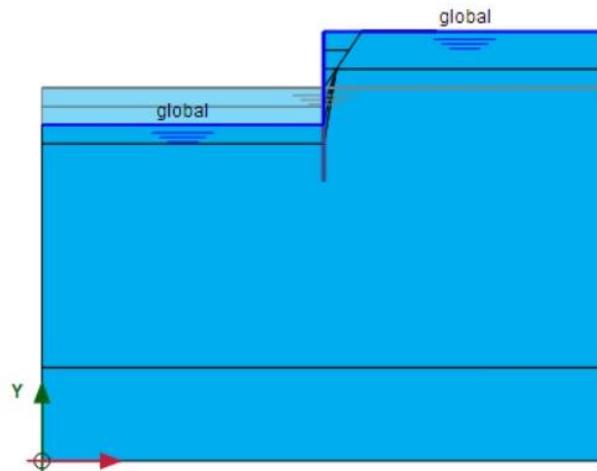
E. Analisis Metode *Mohr-Coulomb*

Analisis menggunakan metode *Mohr-Coulomb* dengan asumsi beban jalan 12 kPa, *sheet pile* dengan berat 459 kg/m sepanjang 8 meter dan 12 meter dengan perbedaan area *freestand* disetiap model. Adapun hasil analisis menggunakan *software Plaxis* adalah sebagai berikut:



Gambar 6. Pemodelan Lereng menggunakan Metode *Mohr-Coulomb*

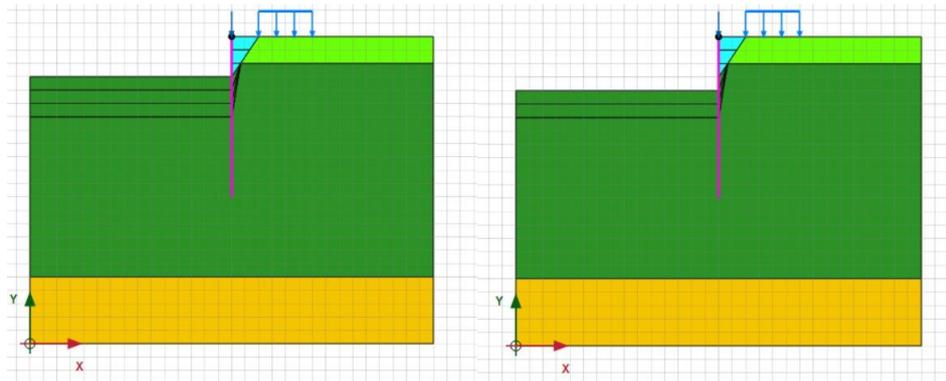
Pada desain perkuatan *sheet pile* sebelumnya yang direncanakan, muka air tanah masih diasumsikan sejajar pada permukaan tanah. Pada penelitian ini muka air tanah diasumsikan berada pada level ketinggian yang berbeda.



Gambar 7. Pemodelan Muka Air Tanah Pada Model *Mohr-Coulomb*

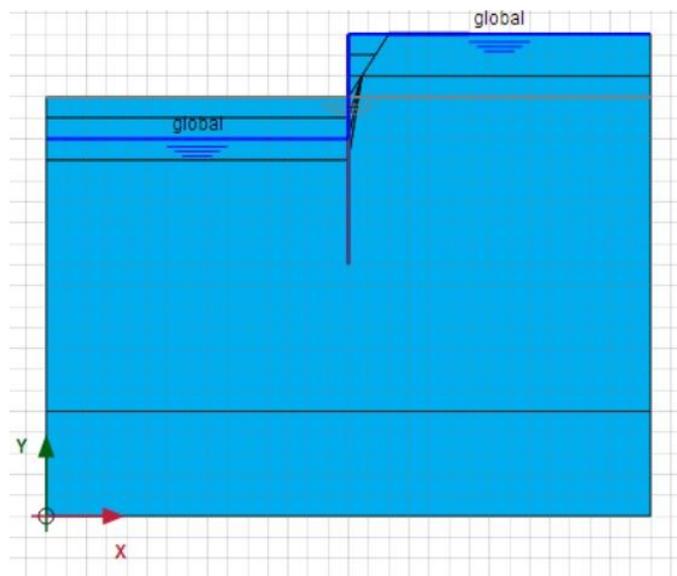
F. Analisis Metode *Hardening Soil*

Desain selanjutnya dimodelkan menerapkan metode *Hardening Soil* dengan asumsi beban jalan 12 kPa, *sheet pile* dengan berat 459 kg/m sepanjang 12 meter, dengan perbedaan area *freestand* di setiap modelnya.



Gambar 8. Pemodelan Lereng menggunakan Metode Hardening Soil

Pada desain perkuatan *sheet pile* sebelumnya yang direncanakan, muka air tanah masih diasumsikan sejajar pada permukaan tanah. Pada penelitian ini muka air tanah diasumsikan berada pada level ketinggian yang berbeda.



Gambar 9. Pemodelan Muka Air Tanah Pada Model Hardening Soil

G. Rekapitulasi Hasil Analisis Lereng

Berikut ini disampaikan rekapitulasi hasil analisis stabilitas lereng menggunakan metode *Mohr Coloumb* dan Metode *Hardening Soil*.

Tabel 2. Rekapitulasi Hasil Analisis Dengan Metode *Mohr-Coloumb*

Situasi		Deformasi Pred		Deformasi Izin	Bending Moment		Bending Moment		Safety Factor (SF)	
		(cm)			Situasi Normal		Situasi Gempa			
L	m.a.t (m)	Statik	Dinamis	(cm)	(kNm)		(kNm)		Statik (>1.5)	Dinamis (>1.1)
					Momen Prediksi	Momen Crack	Momen Prediksi	Momen Crack		
8	3.00	1.94	7.74	1,5	13.86	263.80	41.84	263.80	2.38	2.01
	4.00	2.12	2.89	2.00	23.60	263.80	66.19	263.80	1.78	1.47
	3.00	4.31	4.79	1,5	8.74	263.80	39.95	263.80	1.84	1.56
	4.00	4.46	9.20	2.00	12.01	263.80	72.14	263.80	1.51	1.10

Tabel 3. Rekapitulasi Hasil Analisis Dengan Metode *Hardening Soil*

Situasi		Deformasi Pred		Deformasi Izin	Bending Moment		Bending Moment		Safety Factor (SF)	
		(cm)			Situasi Normal		Situasi Gempa			
L	m.a.t (m)	Statik	Dinamis	(cm)	(kNm)		(kNm)		Statik (>1.5)	Dinamis (>1.1)
					Momen Prediksi	Momen Crack	Momen Prediksi	Momen Crack		
8	3.00	2.52	3.94	1,5	20.68	263.80	54.46	263.80	2.88	2.60
	4.00	2.73	7.79	2.00	18.72	263.80	108.60	263.80	2.16	1.94
	3.00	4.45	4.77	1,5	7.95	263.80	40.97	263.80	1.97	1.79
	4.00	4.31	4.99	2.00	11.61	263.80	86.38	263.80	1.62	1.93

KESIMPULAN

Analisis menggunakan software *Finite Element Methode* (FEM) dengan dua variasi metode menghasilkan nilai *safety factor* (SF) yang cukup besar selisihnya. Model *Mohr-Coulomb* menunjukkan SF terendah sebesar 1.51 dan SF tertinggi sebesar 2.38 sedangkan pada metode *Hardening Soil* SF terendah sebesar 1.62 dan SF tertinggi sebesar 2.88. terdapat deviasi nilai SF sebesar 6.79% pada nilai SF terendah sedangkan pada nilai terbesar deviasi sebesar 21.01%. Berdasarkan analisis stabilitas lereng sungai sekanak, didapatkan bahwa nilai SF dengan metode *Hardening Soil* menunjukkan nilai yang lebih besar daripada menggunakan metode *Mohr-Coloumb*. Berdasarkan hasil analisis menggunakan beberapa metode tersebut dapat dinyatakan lereng memenuhi batas aman dari sisi *safety factor* (SF) berdasarkan SNI Geoteknik 8460-2017

DAFTAR PUSTAKA

- Apriyono, A., Sumiyanto, & Wariyatno, N. G. (2016). *Analisis Penanggulangan Kelongsoran Tanah pada Ruas Jalan Gunung Tugel Patikraja Banyumas*. Purbalingga.
- Badan Standarisasi Nasional. (2017). *SNI 8460:2017 Persyaratan Perancangan Geoteknik*.
- Purnama, A. I., & Kopa, R. (2023). *Analisis Kestabilan Lereng pada Lereng Akhir Penambangan PT. Koto Alam Sejahtera Kecamatan Pangkalan Koto Baru Kabupaten Lima Puluh Kota Provinsi Sumatera Barat*. Lima puluh Kota.
- Ready, B. (2020). Kestabilan Lereng Timbunan di atas Tanah Lunak dengan Pemodelan *Hardening Soil* dan Perkuatan Matras Bambu Akibat Beban Dinamis. 49.
- Rizki, M. (2023). *Analisis Stabilitas Lereng dengan Perkuatan Sheet Pile yang diangkur pada Sungai Ciliwung Ruas Cawang-Rawajati menggunakan Program PLAXIS*. Yogyakarta.
- RKPD Kota Palembang*. (2020)