

E-ISSN 2685-6506

P-ISSN 2684-7671

Jurnal Penelitian Kehutanan

BONITA



Volume 7

Nomor 1

Halaman 1-65

Juni 2025

Jurnal **BONITA** memuat hasil-hasil penelitian ilmiah pada berbagai bidang ilmu kehutanan diantaranya Manajemen dan Perencanaan Kehutanan, Konservasi, Sosial Kebijakan, Teknologi Hasil Hutan, Silvikultur dan bidang-bidang lain yang terapannya sangat berhubungan dengan bidang kehutanan.

Jurnal Bonita dengan ISSN Online No: 2685-6506 berdasarkan SK no: 0005.26856506/JI.3.1/SK.ISSN/2019.07 pada 31 Juli 2019 dan ISSN Cetak no: 2684-7671 berdasarkan SK no: 0005.26847671/J.I.3.1/SK.ISSN/2019.06 pada bulan Juni 2019. Jurnal Bonita terbit dua kali setiap tahun.

Editorial Team

Advisory Editorial Board

Rektor Universitas Andi Djemma Palopo
LPPM Universitas Andi Djemma Palopo
Dekan Fakultas Kehutanan Universitas Andi Djemma Palopo

Editor in Chief

Witno, S.Hut., M.Si

Managing Editor

Hadijah Asis Karim, S.Hut., M.Sc

Board of Editors

Liana, S.Hut., M.Hut
Srida Mitra Ayu, S.P., M.P
Nardy Noerman Najib, S.Hut., M.Ling
Dian Puspa Ningrum, S.Hut., M.Hut
Maria, S.Hut., M.Hut

Information Technology

Apriani
Rahmat

Administration

Novi Herman Sada

Diterbitkan Oleh :

Kehutanan Press Fakultas Kehutanan Universitas Andi Djemma

Alamat Redaksi :

Jl. Puang Haji Daud. No. 4A. Kelurahan Tompotikka, Kecamatan Wara, Palopo, Indonesia.

Telp/WA: 085340887930. Kode Pos: 91921

Email : Bonita.Unanda@gmail.com .Website : www.ojs.unanda.ac.id

DAFTAR ISI

- IDENTIFIKASI JENIS GULMA DI BAWAH TEGAKAN *Eucalyptus pellita* CEP 04 UMUR 6 BULAN (STUDI KASUS PT RAPP ESTATE TESSO TIMUR TEEB036)** 1 – 16
(The Identification of Weed Species Growing Around Eucalyptus pellita 6 Months Old (Case Study At PT. RAPP Estate Tesso Timur TEEB036))
- POTENSI SIMPANAN DAN SERAPAN KARBON PADA RUANG TERBUKA HIJAU KAMPUS UNIVERSITAS NUSA CENDANA, KOTA KUPANG, NUSA TENGGARA TIMUR** 17 - 24
(Potential Carbon Storage and Absorption in Forest Stands in the Campus Area of Nusa Cendana University, Kupang City, East Nusa Tenggara)
- PENGARUH WARNA SERBUK DAN KEKENTALAN PEREKAT TERHADAP KETAHANAN LUKISAN SERBUK GERGAJI** 25 – 32
(The Effect of Powder Color and Adhesive Visciousness on the Resistance of Sawsuddinary Painting)
- LINIERITAS DIAMETER DAN TINGGI TERHADAP BIOMASSA DAN KARBON TERSIMPAN *Gmelina arborea* DI HUTAN RAKYAT DESA MIRRORING** 33 – 39
(Linearity of Diameter and Height to Biomass and Carbon Storage of Gmelina arborea in Mirring Village Community Forest)
- PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PENGELOLAAN DAN PEMANFAATAN DAS BONE DI GORONTALO: IMPLIKASI BAGI STRATEGI KEBERLANJUTAN** 40 – 51
(Governance and Utilization of the Bode Watershed in Gorontalo: Public Perceptions and Sustainability Challenges)
- KEANEKARAGAMAN JENIS DAN ASOSIASI JENIS KUPU-KUPU (*Lepidoptera*) DI RIPARIAN SUNGAI PANEKI, DESA POMBEWE, KECAMATAN SIGI BIROMARU** 52 – 65
*(Diversity of Butterflies (*Lepidoptera*) Species and Associations in Paneki River, Pombewe Village, Sigi Biromaru District)*

Jurnal Penelitian Kehutanan BONITA	Volume 7	Nomor 1	Juni 2025	p-ISSN : 2684-7671 e-ISSN : 2685-6506
---------------------------------------	----------	---------	--------------	--

Lembar abstrak ini boleh diperbanyak tanpa izin dan biaya

Ika Lestari¹, Ervayenri², Trio Joko Susilo², Emy Sadjati²

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Riau, Panam, Pekanbaru 28292

²Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning, Rumbai, Pekanbaru, 28265

e-mail: ikalestari@lecturer.unri.ac.id

IDENTIFIKASI JENIS GULMA DI BAWAH TEGAKAN *Eucalyptus pellita* CEP 04 UMUR 6 BULAN (STUDI KASUS PT RAPP ESTATE TESSO TIMUR TEEB036)

(The Identification of Weed Species Growing Around Eucalyptus pellita 6 Months Old (Case Study At PT. RAPP Estate Tesso Timur TEEB036))

Jurnal Bonita.

Volume 7 Nomor 1, Juni 2025, Hal 1-16

*Industrial plantation forests play a crucial role in the industry by focusing on the management of wood as a raw material. The Eucalyptus CEP 04 plants used in HTI at PT RAPP Estate Tesso Timur require not only optimal growth but also careful attention to nutrient availability in the soil. Additionally, the presence of weeds under the main crop stands, such as Eucalyptus CEP 04, is an important factor in maintaining productivity. This research was conducted to identify the types of weeds found under the 6-month-old Eucalyptus CEP 04 stands. Data collection occurred in areas with denser weed growth beneath these 6-month-old plants. The methodology used for data collection involved creating observation plots, with a total of six plots being established through purposive sampling. The results of the weed identification revealed nine different weed species, including Acacia (*Acacia mangium*), Sapat Kecil (*Macaranga trichocarpa*), Paku Resam (*Dicranopteris linearis*), Senduduk (*Melastoma malabathricum*), Teki-tekian (*Pogonatherum crinitum*), and Tenggek Burung (*Melicope ptelefolia*). The methods for controlling various types of weeds include manual techniques such as weeding, plucking, and thinning, effective chemical methods using herbicides, and combination approaches.*

Keywords: *Ekaliptus, Growth Productivity, Industrial Plantation Forests, Weed Control, Weeds*

Laucia Lelita Erci Naylor¹, Lusya S. Marimpan¹, Pamona S. Sinaga¹

¹Program Studi kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana

e-mail: ersinnaylor408@gmail.com

POTENSI SIMPANAN DAN SERAPAN KARBON PADA RUANG TERBUKA HIJAU KAMPUS UNIVERSITAS NUSA CENDANA, KOTA KUPANG, NUSA TENGGARA TIMUR

(Potential Carbon Storage and Absorption in Forest Stands in the Campus Area of Nusa Cendana University, Kupang City, East Nusa Tenggara)

Jurnal Bonita.

Volume 7 Nomor 1, Juni 2025, Hal 17-24

The high level of activity on campus such as learning, teaching and administrative matters, as well as the large number of vehicles which produce complex carbon emissions, coupled with the lack of green open areas and plants around it can cause temperature increases and air pollution because the carbon produced from campus activities cannot be absorbed by plants. Green open space (RTH) aims to help absorb carbon dioxide in the air, improve atmospheric quality, lower temperatures and reduce air pollution levels. This research aims to determine the value of carbon savings and absorption as well as the economic valuation of carbon on the Undana campus, so that it can be used as a reference in managing green open space in the campus environment to reduce global warming. This research was carried out using the method non-destructive using allometric equations with plot placement proportionally based on the level of vegetation density. The results of this research show that the value of carbon storage in stands in the Nusa Cendana University campus area is 66.32 tons/ha and the value of CO uptake₂ in the Nusa Cendana University campus area of 243.40 Tons/Ha and a carbon economic valuation of \$ 39,876.61 USD or equivalent to IDR 615,418,524.

Keywords: Biomass, Carbon Storage, CO Absorption₂, Economic Valuation, Green Open Space

Muhammad Yusuf¹, Khadijah Aziz Karim¹, Srida Mitra Ayu¹, Wiwi Octaviani¹, Maria¹
¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Andi Djemma Palopo,
Kampus Agrokomples Unanda, Palopo 19211
e-mail: wiwi_octaviani@unanda.ac.id

PENGARUH WARNA SERBUK DAN KEKENTALAN PEREKAT TERHADAP KETAHANAN LUKISAN SERBUK GERGAJI

(The Effect of Powder Color and Adhesive Viscousness on the Resistance of Sawsuddinary Painting)

Jurnal Bonita.

Volume 7 Nomor 1, Juni 2025, Hal 25-32

Sawdust is a waste product of the sawmill industry. Generally it has no economic value, but it can have a higher selling value if processed into a work of art in the form of a painting from sawdust. The purpose of this study was to determine the effect of powder color and adhesive viscosity on the durability of sawdust paintings. Through an experiment using a completely randomized design factorial 2 factors, namely powder color and water volume. The powder color consists of 2 levels, S1 (brown) and S2 (black). The adhesive viscosity factor is 3 levels, A1 (80 gr glue + 75 ml water), A2 (80 gr glue + 100 ml water), A3 (80 gr glue + 150 ml water) and repeated 3 times so that the combination of treatments is 18 paintings with observation parameters of the number of points, shape and area of damage. Anova test was carried out on the parameters of the number of points and the area of damage. The results of the Anova test showed that the color of the powder (S) did not significantly affect the

durability of the painting either from the parameters of the number of points or the area of damage. Meanwhile, the adhesive viscosity (A) has a significant effect on the durability of the painting on the parameter of the area of damage. The results of the Tukey test showed that the comparison of adhesive viscosity A1 with a ratio of 80 grams of glue + 75 ml of water had the best effect on the durability of the painting seen from the smallest area of damage. This treatment was not significantly different from A3, but different from A2.

Keywords: Adhesive Viscosity, Damage Area, Durability, Painting, Sawdust Color

Daud Irundu¹, Faradilah Farid Karim¹, Asrul¹

¹Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Sulawesi Barat.

e-mail: daud_irundu@unsulbar.ac.id

LINIERITAS DIAMETER DAN TINGGI TERHADAP BIOMASSA DAN KARBON TERSIMPAN *Gmelina arborea* DI HUTAN RAKYAT DESA MIRRORING

(Linearity of Diameter and Height to Biomass and Carbon Storage of Gmelina arborea in Mirring Village Community Forest)

Jurnal Bonita.

Volume 7 Nomor 1, Juni 2025, Hal 33-39

Biomass and carbon are forest products stored in plants as a result of photosynthesis. Gmelina arborea, as a community forest plant in Mirring Village, produces biomass and stored carbon, influenced by various factors including diameter and plant height. The purpose of this study was to analyze the linear relationship between the diameter and height of Gmelina arborea and its biomass and stored carbon. The method used was a survey and measurement of the diameter and height of 35 Gmelina arborea trees, followed by an analysis of their linearity and the coefficient of determination (R^2) generated from the relationship analysis. The results showed a very strong linear relationship between diameter and biomass and stored carbon, and a fairly strong relationship between height and biomass and stored carbon. The R^2 values from both relationship analyses were 0.741 and 0.908, respectively. This shows that the diameter and height of Gmelina arborea plants significantly explain the variation in biomass and carbon storage values.

Keywords: Biomass, Carbon, Gmelina, Linear, Relationship

Eka Reza Saputra Widodo¹, Mohammad Bayu Irawan¹, Mawardi Heru Prasetyo¹, Fitryane Lihawa¹, Iswan Dunggio¹

¹Program Studi Magister Kependudukan dan Lingkungan Hidup,

Kampus Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96128

e-mail: ekarezas.widodo23@gmail.com

PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PENGELOLAAN DAN PEMANFAATAN DAS BONE DI GORONTALO: IMPLIKASI BAGI STRATEGI KEBERLANJUTAN

(Governance and Utilization of the Bode Watershed in Gorontalo: Public Perceptions and Sustainability Challenges)

Jurnal Bonita.

Volume 7 Nomor 1, Juni 2025, Hal 40-51

The Bone Watershed (DAS Bone) in Gorontalo Province serves as a vital resource supporting agriculture, fisheries, and clean water supply. However, it faces significant challenges such as land conversion, deforestation, resource exploitation, and weak oversight of illegal mining activities. This study aims to evaluate community perceptions of the management and utilization of DAS Bone and to identify sustainability challenges. A mixed-method approach was applied, combining quantitative surveys using a Likert scale with qualitative in-depth interviews involving 100 respondents living in the watershed area. Findings reveal that most community members have a positive perception of the importance of watershed conservation and believe that environmental sustainability has been considered in current management efforts. Nonetheless, respondents also highlighted a lack of regular outreach and insufficient government supervision, particularly concerning gold and C-excavation mining. Economically, water and fisheries usage provide tangible benefits, whereas agriculture is seen as less supportive of livelihoods due to flood vulnerability. On the other hand, there is strong community support for renewable energy development, such as mini-hydro and psycho hydro technologies, due to their environmental friendliness and socio-economic benefits. This study recommends enhancing community involvement, integrated monitoring systems, and sustainable infrastructure and energy planning. The findings are expected to serve as a policy input for local governments to design more community-based and sustainable watershed management strategies.

Keywords: *Bone Watershed, Community Perception, Conservation, Environmental Management, Renewable Energy*

Fauziah Ramadhana¹, Moh. Ihsan¹, Sri Ningsih¹, Rukmi¹, Sustri¹

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako

Jl. Soekarno Hatta Km.9 Palu, Sulawesi Tengah 94118

e-mail: framadhana24@gmail.com

KEANEKARAGAMAN JENIS DAN ASOSIASI JENIS KUPU-KUPU (*Lepidoptera*) DI RIPARIAN SUNGAI PANEKI, DESA POMBEWE, KECAMATAN SIGI BIROMARU (*Diversity of Butterflies (*Lepidoptera*) Species and Associations in Paneki River, Pombewe Village, Sigi Biromaru District*)

Jurnal Bonita.

Volume 7 Nomor 1, Juni 2025, Hal 52-65

*Butterflies play an important role in the riparian ecosystem, influencing the survival of flowering plants along riverbanks. The interactions among butterfly species within an ecosystem are referred to as species associations. These associations indicate complex relationships—both positive and negative—between butterfly species. This study aims to analyze species associations among butterflies (*Lepidoptera*) in the riparian area of the Paneki River, located in Pombewe Village, Sigi Biromaru District. Data were collected using the transect method and direct observations conducted from morning to afternoon. The results*

showed a total of 31 butterfly species, represented by 62 individuals. The diversity index (H') and species richness index (Dmg) recorded in the Paneki River riparian area were $H' = 3.25$ and $Dmg = 3.43$, respectively. Meanwhile, the evenness index (E) was $E = 0.94$. These three indices suggest that the riparian habitat of the Paneki River supports a high, balanced, and stable diversity of butterfly species. Based on the analysis of species associations in the riparian habitat, 26 butterfly species exhibited associative interactions, forming a total of 296 association links. In contrast, 5 species did not show any associations with other species. The degree of association varied among species, with some exhibiting a high number of associations and others showing fewer. Therefore, the protection of riparian vegetation must be prioritized in land-use planning, including the control of deforestation, land conversion, and human activities that may damage microhabitats.

Keywords: *Association, Butterflies, Paneki River*

**IDENTIFIKASI JENIS GULMA DI BAWAH TEGAKAN *Eucalyptus pellita* CEP 04
UMUR 6 BULAN (STUDI KASUS PT RAPP ESTATE TESSO TIMUR TEEB036)**

*The Identification of Weed Species Growing Around Eucalyptus pellita 6 Months Old
(Case Study At PT. RAPP Estate Tesso Timur TEEB036)*

Ika Lestari¹, Ervayenri², Trio Joko Susilo², Emy Sadjati²

¹Jurusan Kehutanan Fakultas Pertanian Universitas Riau, Panam, Pekanbaru 28292

²Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Lancang Kuning, Rumbai,
Pekanbaru, 28265

e-mail: ikalestari@lecturer.unri.ac.id

ABSTRACK

*Industrial plantation forests play a crucial role in the industry by focusing on the management of wood as a raw material. The Eucalyptus CEP 04 plants used in HTI at PT RAPP Estate Tesso Timur require not only optimal growth but also careful attention to nutrient availability in the soil. Additionally, the presence of weeds under the main crop stands, such as Eucalyptus CEP 04, is an important factor in maintaining productivity. This research was conducted to identify the types of weeds found under the 6-month-old Eucalyptus CEP 04 stands. Data collection occurred in areas with denser weed growth beneath these 6-month-old plants. The methodology used for data collection involved creating observation plots, with a total of six plots being established through purposive sampling. The results of the weed identification revealed nine different weed species, including Acacia (*Acacia mangium*), Sapat Kecil (*Macaranga trichocarpa*), Paku Resam (*Dicranopteris linearis*), Senduduk (*Melastoma malabathricum*), Teki-tekian (*Pogonatherum crinitum*), and Tenggek Burung (*Melicope ptelefolia*). The methods for controlling various types of weeds include manual techniques such as weeding, plucking, and thinning, effective chemical methods using herbicides, and combination approaches.*

Keywords: *Ekaliptus, Growth Productivity, Industrial Plantation Forests, Weed Control, Weeds*

ABSTRAK

Hutan tanaman industri menjadi bagian penting dalam industri karena berfokus pada pengelolaan kayu sebagai bahan baku. Tanaman Eucalyptus CEP 04 yang digunakan dalam HTI di PT. PT RAPP Estate Tesso Timur TEEB036 tidak hanya memerlukan pertumbuhan optimal, tetapi juga perhatian terhadap ketersediaan unsur hara di lahan. Disisi lain, keberadaan gulma di bawah tegakan tanaman utama, seperti Eucalyptus CEP 04, menjadi perhatian penting dalam menjaga produktivitasnya. Tujuan penelitian ini untuk mengidentifikasi jenis jenis gulma yang berada di bawah tegakan Eucalyptus CEP 04 umur 6 bulan. Pengambilan data dilakukan di bawah tegakan tanaman Eucalyptus CEP 04 umur 6 bulan yang memiliki pertumbuhan gulma lebih padat. Metode pengambilan data yang akan digunakan adalah dengan membuat petak pengamatan (plot) yang akan ditempatkan secara *purposive sampling* dengan jumlah 6 plot. Hasil penelitian identifikasi jenis gulma terdapat 9 jenis gulma yang terdiri dari Akasia (*Acacia mangium*), Sapat kecil (*Macaranga trichocarpa*), Paku resam (*Dicranopteris linearis*), Senduduk (*Melastoma malabathricum*), Teki-tekian (*Pogonatherum crinitum*) dan Tenggek burung (*Melicope ptelefolia*). Metode pengendalian dari berbagai jenis gulma adalah dengan metode mamual berupa penyiangan, pencambutan dan penjarangan, secara kimiawi menggunakan herbasida secara efisien serta dengan metode kombinasi.

Kata Kunci: Ekaliptus, Gulma, Hutan Tanaman Industri, Produktivitas Pertumbuhan, Pengendalian Gulma

PENDAHULUAN

Pengelolaan hutan yang bergerak dalam bidang industri biasa disebut dengan hutan tanaman industri yang disingkat dengan HTI. Hutan tanaman industri ini dikelola dan diusahakan berdasarkan prinsip pemanfaatan yang optimal, dengan memperhatikan kelestarian lingkungan dan sumber daya alam. Menurut Yudistira *et al.*, (2019), HTI sering diartikan sebagai hutan tanaman yang dibangun dengan menggunakan tanaman jenis *fast growing species* yang bertujuan untuk meningkatkan potensi dan kualitas hutan produksi dengan menerapkan silvikultur intensif. Menurut Indartik *et al.*, (2011), kebijakan pembangunan HTI bertujuan untuk meningkatkan produktivitas hutan produksi dalam rangka pemenuhan bahan baku industri perkayuan, industri pulp dan kertas, dan penyediaan lapangan usaha dan lapangan kerja.

Salah satu perusahaan swasta yang bergerak dalam mengelola hutan tanaman industri khususnya di Provinsi Riau adalah PT. Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP). Perusahaan ini tersebar ke dalam beberapa estate unit pengelolaan diantaranya adalah Estate Tessno Nilo Timur wilayah Kecamatan Gunung Sahilan, Kabupaten Kampar. Adapun jenis pohon yang biasa ditanam adalah jenis *Acacia crasicarpa* yang ditanam di lahan basah dan *Eucalyptus pellita* ditanam di lahan mineral. Proses budidaya tanaman industri tergolong sangat intensif yang selalu mengutamakan kualitas semai yang akan ditanam dan kualitas tempat tumbuh. Selain itu juga proses pemeliharaan juga sangat intensif baik dalam pemupukan dan pemberantasan hama dan gulma. Gulma merupakan tanaman yang merugikan dan tanaman yang tidak dikehendaki keberadaannya.

Eucalyptus pellita yang ditanam di tanah mineral cenderung memiliki pesaing gulma yang lebih banyak dibandingkan

Acacia crasiacarpa yang ditanam di lahan basah. Oleh sebab itu perhatian secara intensif terkait gulma sering dioptimalkan pada tanaman *Eucalyptus pellita* karena dikhawatirkan akan mengganggu proses pertumbuhan tanaman. *Eucalyptus* CEP 04 merupakan salah satu jenis Ekaliptus yang dikembangkan di PT. RAPP yang memiliki sifat-sifat yang menguntungkan dan kriteria yang baik untuk kayu HTI. Tanaman mempunyai kriteria yang baik terhadap proses pertumbuhan juga harus tetap memperhatikan unsur hara yang tersedia terhadap lahan yang akan ditanam agar memperoleh hasil produktifitas yang baik.

Secara umum, keberadaan gulma pada suatu lahan produktif dapat memberikan pengaruh negatif kepada tanaman karena gulma memiliki daya kompetitif tinggi sehingga terdapat kemungkinan untuk terjadinya persaingan cahaya, CO₂, air, unsur hara dan ruang tumbuh yang digunakan bersamaan. Kehadiran gulma ini dapat merugikan tanaman utama karena adanya persaingan antar tanaman yang dapat mengurangi produktifitas tanaman (Ramlan *et al.*, 2019). Menurut Sari *et al.*, (2020), gulma dapat memberikan kerugian selama gulma hidup bersamaan dengan tanaman diantaranya membuat tanaman tidak berkembang, stunting dan mati karena tidak mendapatkan cadangan makanan yang dibutuhkan. Besarnya tingkat kerugian yang disebabkan gulma mendorong perlunya dilakukan tindakan pengendalian. Kerugian yang di sebabkan oleh gulma tidak hanya secara langsung di lapangan, akan tetapi juga mengakibatkan bertambahnya biaya produksi untuk pembelian herbisida dan upah tenaga kerja.

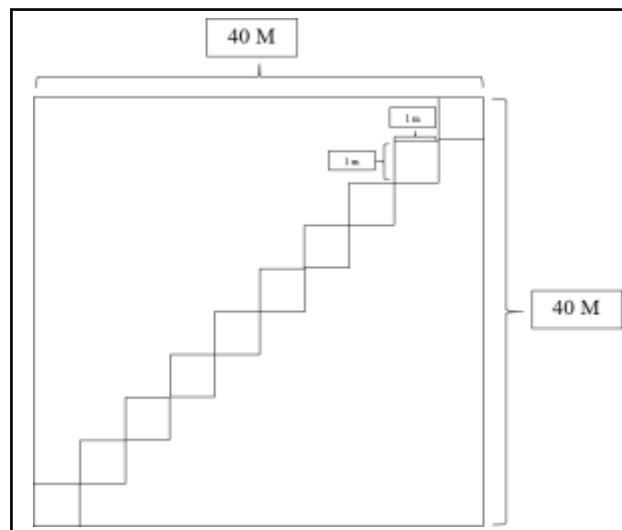
Umumnya di HTI gulma banyak tumbuh pada saat tanaman masih muda dan semakin bertambah dengan seiring umur dari tanaman utama tersebut. Kegiatan pengendalian gulma diintensifkan pada

tanaman Ekaliptus umur enam bulan, karena pada umur enam bulan tanaman sedang mengalami perkembangan dan pertumbuhan yang pesat, serta jumlah gulma pada tanama umur enam bulan lebih banyak jika dibandingkan pada tanaman dibawah enam bulan. Upaya pengendalian gulma harus dilakukan lebih intensif pada umur enam bulan karena dianggap priode kritis dan tetap memperhatikan faktor ambang ekonomis (Faisal *et al.*, 2011). Dalam upaya pengendalian gulma di tanaman *Eucalyptus* CEP 04 perlu dilakukan identifikasi jenis-jenis gulma yang bertujuan untuk mengetahui jenis pengendalian yang akan dilakukan. Karena setiap jenis gulma berbebeda pengendalian ataupun tindakannya. Ada gulma yang bisa dikendalikan dengan pemberian herbisia, ada yang dikendalikan secara teknik dan ada yang dikendalikan dengan metode campuran. Hasil identifikasi jenis-jenis gulma yang dilakukan akan memberi informasi terkait morfologi khususnya perakaran dan pembungaanya. Sehingga ketika diketahui jenis gulmakan diharapkan bisa menentukan tindakan pengendalian

yang akan dilakukan. Secara khusus tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengidentifikasi jenis-jenis gulma yang berada di bawah tegakan *Eucalyptus* CEP 04 umur 6 bulan.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di Hutan Tanaman Industri di PT. Riau Andalan Pulp & Paper (RAPP) Estate Tesso Timur pada *Compartement* TEEB036 Kecamatan Gunung Sahilan, Kabupaten Kampar pada bulan Mei sampai dengan Juni 2023. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah kamera, buku panduan pengenalan jenis gulma, tali raffia, ATK, meteran, parang, pancang, timbangan digital. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah jenis gulma yang berada di bawah tegakan *Eucalyptus* CEP 04 pada lahan mineral HTI, *tallysheet*, label dan kantong plastik. Pengambilan data dilakukan di bawah tegakan tanaman *Eucalyptus* CEP 04 umur enam bulan yang memiliki pertumbuhan gulma lebih padat.



Gambar 1 . Peta plot pengamatan

Metode pengambilan data yang digunakan adalah dengan membuat petak pengamatan (plot) yang akan ditempatkan secara purposive sampling. Prosedur pengamatan dilakukan dengan menentukan dan pembuatan plot berukuran 40 m x 40 m,

kemudian di dalam plot dibuat sub petak pengamatan (sub-plot) dengan ukuran 1 m x 1 m sebanyak 10 sub-plot. Penentuan sub-plot dilakukan secara sistematis pada garis diagonal dari plot. Plot yang dibuat sebanyak 6 plot dengan 60 sub-plot (Sari *et*

al., 2020). Sub plot yang dibuat dapat dilihat pada Gambar 1 diatas. Meode ini biasa digunakan untuk menghitung penutupan atau kerapatan tumbuhan bawah, mengidentifikasi jenis-jenis herba, semak, atau regenerasi pohon dan menilai keanekaragaman spesies tumbuhan bawah. Kelebihannya adalah distribusi pengambilan data yang merata, efisiensi waktu dan tenaga serta menghindari bias lokasi karena dapat diambil satu sisi atau bagian tengah petak saja. Beberapa penelitian serupa menggunakan penelitian ini analisis gulma dalam tanaman pertanian dengan pengambilan sampel dilakukan dengan metode kuadrat. Petak ukur pengamatan gulma dibuat persegi ukuran 1 x 1 m diulang lima kali dan diletakkan secara diagonal pada plot lahan (Yuliana & Ami, 2021). Analisis tumbuhan bawah dengan metode

irisn kuadrat dengan menentukan tempat penelitian secara purposive sampling yang dibagi menjadi 5 titik yang masing-masing plot berukuran 2x2 m (Sulfayanti *et al.*, 2023).

Gulma yang berada dalam petak akan dianalisis ciri-ciri morfologinya dan diidentifikasi untuk menentukan jenis gulmanya. Gulma yang terdapat dalam petak penelitian dicabut dengan hati-hati dan kemudian dibersihkan, dimasukkan kedalam kantong plastik, diidentifikasi jenisnya kemudian difoto dan diberi label sesuai dengan plot pengamatan (Ramlan *et al.*, 2019). Identifikasi jenis gulma menggunakan buku ilmu Gulma oleh Moenandir (2013). Adapun kriteria penggolongan identifikasi gulma dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini.

Tabel 1. Kriteria penggolongan identifikasi gulma

Komponen	Kriteria
Jenis daun	Berdaun Sempit, Berdaun Lebar, Teki
Siklus hidup	Gulma Setahun, Bermusim Ganda, Tahunan
Statur tumbuh	Tumbuh Tegak, Lurus Keatas, Menjalar, Memanjat
Struktur batang	Herba, Perdu, Semak
Bentuk akar	Serabut, Tunggang

Analisis Data

Data yang didapatkan dari lapangan lalu diolah untuk mengetahui tingkat kerapatan, frekuensi, indeks nilai penting dan nilai SRD. Menurut Sari *et al.*, (2020), nilai SDR menunjukkan dominansi suatu jenis gulma yang tumbuh di HTI. Jika nilai SRD suatu jenis gulma tinggi, maka tinggi pula dominansi gulma tersebut. Jika nilai SRD jenis gulma rendah maka rendah juga dominansi jenis gulmanya. Perhitungan nilai penting dan SRD akan dilakukan dengan rumus berikut:

1. Kerapatan (K) merupakan jumlah dari tiap spesies dalam tiap unit area (individu/m²). Kerapan relatif (KR)

$$K = \frac{\text{Jumlah individu suatu spesies}}{\Sigma \text{plot kuadrat sampel}}$$

$$KR = \frac{\text{Kerapatan suatu spesies}}{\Sigma \text{kerapatan seluruh spesies}} \times 100$$

2. Frekuensi (F) adalah perbandingan dari jumlah kenampakannya gulma dengan kemungkinannya pada suatu petak contoh yang dibuat. Frekuensi relatif (FR)

$$F = \frac{\text{Jumlah plot yang terdapat spesies tersebut}}{\Sigma \text{plot kuadrat sampel}}$$

$$FR = \frac{\text{Frekuensi suatu spesies}}{\Sigma \text{Frekuensi seluruh spesies}} \times 100$$

3. Berat Kering (BK) merupakan berat kering mutlak semua jenis gulma tertentu, diperoleh dari hasil berat gulma yang telah dioven lalu ditimbang dengan menggunakan timbangan analitik.

4. Berat kering relatif (BKR) merupakan perbandingan antara berat kering mutlak suatu jenis gulma dengan berat kering mutlak semua jenis dalam persen.

$$BKR = \frac{\text{berat kering mutlak suatu spesies}}{\Sigma \text{berat kering mutlak semua jenis}} \times 100$$

5. Menentukan nilai penting/ *Importance value* (IV)
 Nilai penting digunakan untuk mengamati dominansi jenis tumbuhan dalam kelompok bentuk hidup maupun kelompok umur di setiap petak penelitian. Nilai penting didapatkan dari hasil penjumlahan kerapatan relatif, frekuensi relatif dan dominansi relatif yang jika dijumlahkan akan bernilai 300. Adapun rumus yang digunakan untuk menghitung indeks nilai penting adalah sebagai berikut:

$$IV = KR + FR + BKR$$
6. Menentukan *Summed Dominance Ratio* (SDR)
7. *Summed Dominance Ratio* (SDR) adalah parameter yang digunakan untuk menyatakan tingkat dominasi spesies-spesies gulma dalam suatu komunitas.

Summed Dominance Ratio (SDR) adalah sebuah metode yang digunakan dalam analisis vegetasi atau ekologi untuk mengukur keberagaman dan distribusi relatif dari spesies-spesies tumbuhan dalam suatu area. Metode ini melibatkan perhitungan proporsi atau persentase dominansi relatif dari masing-masing spesies di suatu lokasi atau plot. Rumus SDR sebagai berikut:

$$SDR = \frac{IV}{3}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Identifikasi Jenis Gulma di *Compartement* TEEB036

Hasil identifikasi jenis gulma yang dilakukan pada 6 plot ditemukan 9 jenis gulma yang memiliki jumlah yang berbeda-beda. Hasil identifikasi jenis gulma dapat dilihat pada Tabel 2 dibawah ini.

Tabel 2. Jenis gulma di *compartement* TEEB036

No	Nama Ilmiah	Nama Lokal	Famili	Jumlah Individu	Plot					
					1	2	3	4	5	6
1	<i>Acacia mangium</i>	Akasia	<i>Fabaceae</i>	106	√	√	√	√	√	√
2	<i>Macaranga trichocarpa</i>	Sapat kecil	<i>Euphorbiaceae</i>	20	√	√	√	√	√	√
3	<i>Borreria sp</i>	Boreria	<i>Rubiaceae</i>	64	√	-	√	√	√	√
4	<i>Clidemia hirta</i>	Bulu Babi	<i>Melastomataceae</i>	41	√	√	√	√	√	√
5	<i>Cyperus rotundus</i>	Kerisan	<i>Cyperaceae</i>	42	√	√	√	√	√	√
6	<i>Dicranopteris linearis</i>	Paku Resam	<i>Gleicheniaceae</i>	44	√	√	√	√	√	√
7	<i>Melastoma malabathricum</i>	Senduduk	<i>Melastomaceae</i>	31	√	√	√	√	√	√
8	<i>Pogonatherum crinitum</i>	Teki-Tekian	<i>Poaceae</i>	126	√	√	√	√	√	√
9	<i>Melicope ptelefolia</i>	Tenggek Burung	<i>Rutaceae</i>	22	√	-	-	-	√	√

Pada Tabel 2. dapat dilihat jenis gulma yang mendominasi adalah Teki-tekian dengan jumlah individu sebanyak 126 individu yang ditemukan pada setiap plot. Jumlah individu gulma Teki-tekian yang tinggi dan mendominasi pada setiap plot menunjukkan adaptasi terhadap berbagai kondisi lingkungan. Hal ini menunjukkan kemampuan Teki-tekian mendominasi dan dapat menyebar pada kawasan penelitian dengan efektif. Sedangkan jenis gulma yang sedikit jumlahnya adalah Tenggek burung hanya ditemukan pada pada tiga plot. Hal ini

menunjukkan bahwa gulma Tenggek burung kemungkinan hanya dapat tumbuh pada kondisi lingkungan tertentu.

Jenis-jenis Gulma di *Compartement* TEEB036

Akasia (*Acacia mangium*)

Akasia yang menjadi salah satu gulma yang diidentifikasi pada penelitian yang dilakukan. Akasia memiliki sifat pertumbuhan dan perkembangan yang sangat cepat dalam berbagai kondisi lingkungan, biasanya disebut dengan Akasia liar. Akasia merupakan pohon yang tinggi

dan tegak dengan mampu berkembang dengan pertumbuhan rapat khususnya pada tingkat semai. Strata batang pada akasia merupakan pohon yang tinggi dan tegak dengan mencapai 25-30 meter atau lebih (Milaba, 2018). Akasia yang memiliki daun lebar yang memungkinkan menghalangi sinar matahari dari tanaman pokok, khususnya pada *Eucalyptus* yang berumur 6

bulan. Bentuk daun pada anakan akasia yang baru berkecambah adalah daun majemuk yang terdiri dari banyak anak daun. Namun setelah beberapa minggu, daun majemuk tidak akan terbentuk dan tangkai daun serta sumbu utama setiap daun majemuk akan tumbuh melebar dan berubah menjadi *phyllode*. Bentuk dan gambar daun Akasia disajikan pada Gambar 2. dibawah ini.



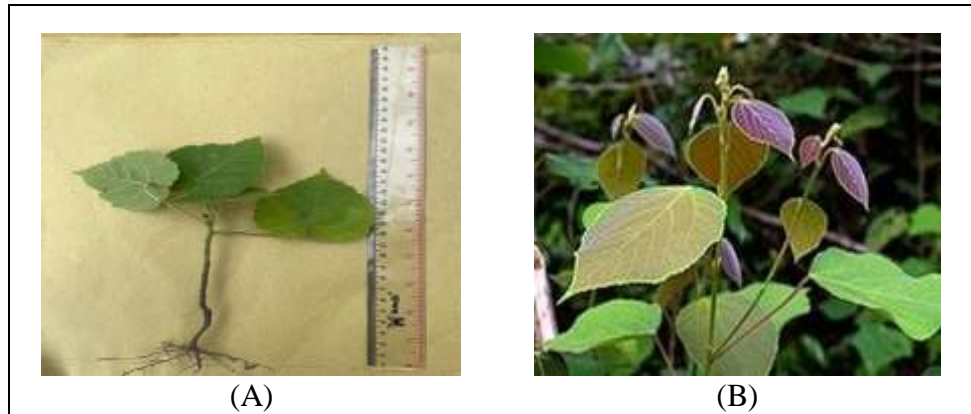
Gambar 2. (A) Akasia (*Acacia mangium*), (B) daun Akasia

Secara morfologi Akasia memiliki akar tunggang yang tumbuh secara lurus dan menembus tanah untuk memperoleh unsur hara dan air untuk berkembang dan bertumbuh. Selain itu akasia berkembang melalui penyebaran biji yang dapat tumbuh dimana saja serta melalui peranakan alami. Kerugian yang diakibatkan Akasia mencakup persaingan untuk sumber daya seperti air dan unsur hara, penyusutan tanah, potensi penyebaran penyakit dan hama, serta gangguan terhadap struktur tegakan yang diinginkan. Tindakan pengendalian yang tepat waktu dan efektif diperlukan untuk menjaga keberhasilan tanaman budidaya, termasuk penanganan masalah potensial yang dapat muncul akibat keberadaan akasia liar di lahan tersebut. Penyiangan rutin menjadi langkah pertama yang penting, di mana tanaman liar dapat dicabut atau dipangkas secara manual untuk mencegah persaingan dengan tanaman yang diinginkan (Dinarto & Astriani, 2012). Serta pemotongan dan pemangkasan secara teratur juga diperlukan untuk mengendalikan pertumbuhan Akasia liar, memastikan ukurannya terbatas, dan memberikan ruang

serta cahaya yang cukup bagi tanaman (Kusumaningsih & Woenson, 2023).

Sapat kecil (*Macaranga trichocarpa*)

Sapat kecil adalah sejenis tumbuhan yang tergolong dalam famili *Euphorbiaceae*. Sapat Kecil cenderung tumbuh baik di hutan-hutan lebat dan cenderung mendominasi di tepi-tepi hutan (Putri *et al.*, 2023). Gulma ini berdaun sempit, helai daunnya tersusun secara berseling di sepanjang batang dan cabang tanaman. Daun berbentuk oval dengan ujung yang meruncing memiliki tepi bergerigi dan tersusun secara bertahap pada tangkai daunnya. Sapat kecil sebagai gulma fokusnya lebih pada pertumbuhannya yang invasif dan potensial untuk mengganggu tanaman (Sitepu, 2020). Siklus hidup gulma ini tahunan yang berarti tumbuh, berbunga dan menghasilkan buah. Sapat kecil termasuk tumbuhan perdu, tumbuh tegak tergantung pada kondisi pertumbuhan (Agil, 2021). Bentuk dan gambar Sapat kecil disajikan pada Gambar 3. dibawah ini.

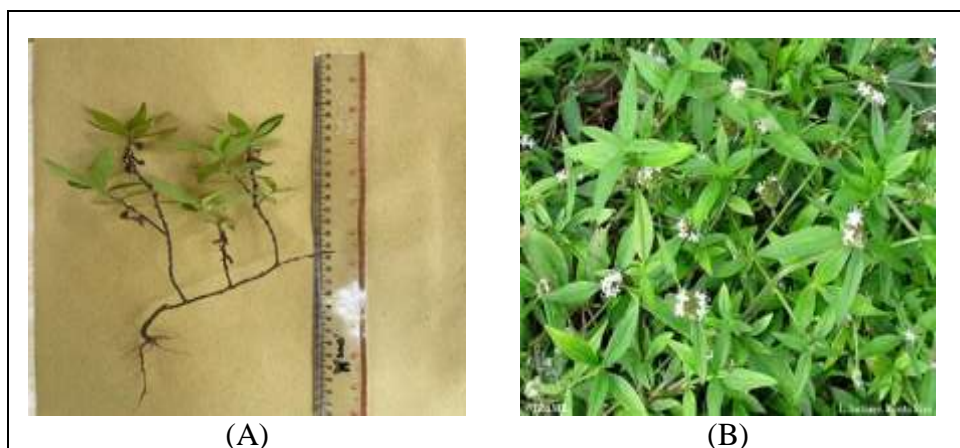


Gambar 3. (A) Sapat kecil (*Macaranga trichocarpa*), (B) daun Sapat kecil

Sapat kecil memiliki akar tunggang yang tumbuh secara vertikal kedalam tanah yang menopang batang dan menyerap unsur hara dari tanah (Tanjung *et al.*, 2018). Siklus hidup dari Sapat kecil ini adalah siklus tahunan yang berarti berpotensi memiliki kerugian. Kerugian yang mungkin diakibatkan oleh Sapat Kecil sebagai gulma mencakup persaingan dengan tanaman lain di hutan dengan penutupan yang berlebihan dapat menghambat pertumbuhan tanaman utama. Pengendalian yang dapat diterapkan adalah penyiangan manual secara teratur. Dengan mencabut tanaman Sapat Kecil secara langsung dari akarnya, pertumbuhannya dapat dikontrol secara efektif.

Borreria (*Borreria sp*)

Borreria adalah sejenis gulma yang termasuk dalam famili *Rubiaceae*. Secara umum, beberapa spesies Borreria, seperti *Borreria laevis* dapat ditemukan tumbuh di dataran rendah hingga dataran tinggi dengan ketinggian hingga sekitar 1.500 meter di atas permukaan laut (Rachmawati *et al.*, 2021). Daun Borreria merupakan berdaun sempit atau lanset dimana daun gulma ini memiliki bentuk yang panjang dan sempit. Borreria termasuk dalam kategori gulma setahun, Borreria tumbuh tegak dengan batang yang berdiri tegak. Tinggi borreria dapat tumbuh hingga 15-20 cm bergantung pada jenis lingkungan (Kilkoda, 2015). Bentuk dan gambar Borreria disajikan pada Gambar 4. dibawah ini.



Gambar 4. (A) Borreria (*Borreria sp*), (B) daun Borreria

Borreria juga termasuk dalam kategori herba dengan batang cenderung lunak dan tidak berkayu serta gulma ini memiliki sifat

yang merambat atau menjalar pada permukaan tanah dengan bentuk akar serabut. Borreria, sebagai salah satu jenis

gulma, memiliki potensi menyebabkan sejumlah kerugian, terutama dalam konteks pertanian dan ekosistem alam. Borreria dapat bersaing dengan tanaman pokok mendapatkan unsur hara tanah, mengakibatkan penurunan ketersediaan unsur hara bagi tanaman yang diinginkan dan potensial penghambatan pertumbuhan.

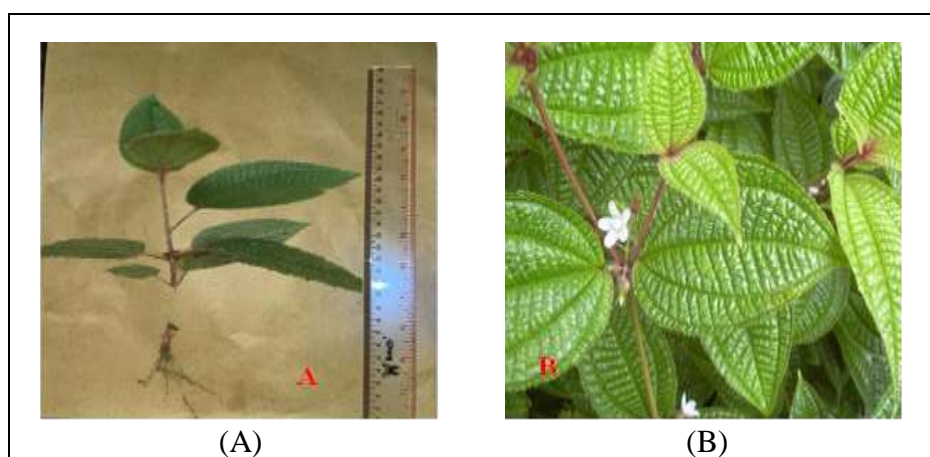
Selain itu pertumbuhan cepat dan merayap, dapat menyebabkan penutupan tanah yang intens, menghambat pertumbuhan tanaman lain, dan berkontribusi pada degradasi habitat (Imamah, 2022). Pengendalian Borreria sebagai gulma dapat dikendalikan secara mekanis seperti penyiangan manual atau pencabutan langsung Metode lainnya adalah penggunaan herbisida yang sesuai dan aman juga dapat menjadi opsi, dengan catatan memilih produk yang spesifik untuk tanaman yang diinginkan dan mengikuti petunjuk penggunaannya dengan benar (Panggabean & Simarmata, 2022)

Bulu Babi (*Clidemia hirta*)

Bulu babi adalah sejenis gulma yang

termasuk dalam famili *Melastomataceae*. Gulma Bulu babi juga dikenal sebagai alang-alang, dapat tumbuh di berbagai ketinggian tergantung pada kondisi lingkungan setempat. Gulma ini dapat tumbuh di ketinggian rendah di dataran rendah, tetapi juga dapat menyebar hingga ke ketinggian yang lebih tinggi, tergantung pada kondisi iklim dan lingkungan setempat (Darmawan, 2023).

Daun bulu babi berbentuk berpetak sempit dan lanset yang merupakan daun-daunnya memiliki bentuk panjang dan sempit. Daunnya berbentuk lonjong dengan ujung meruncing, tersusun secara berlawanan (*opposite*) dibatangnya, memiliki permukaan yang berbulu (*hirta*) (Wibisono & Azham, 2017). Bulu babi termasuk kategori gulma setahun yang menunjukkan siklus hidupnya hanya berlangsung satu tahun dan termasuk dalam kategori herba (Alwi *et al.*, 2020). Bentuk dan gambar Bulu babi disajikan pada Gambar 5. dibawah ini.



Gambar 5. (A) Bulu babi (*Clidemia hirta*), (B) daun Bulu babi

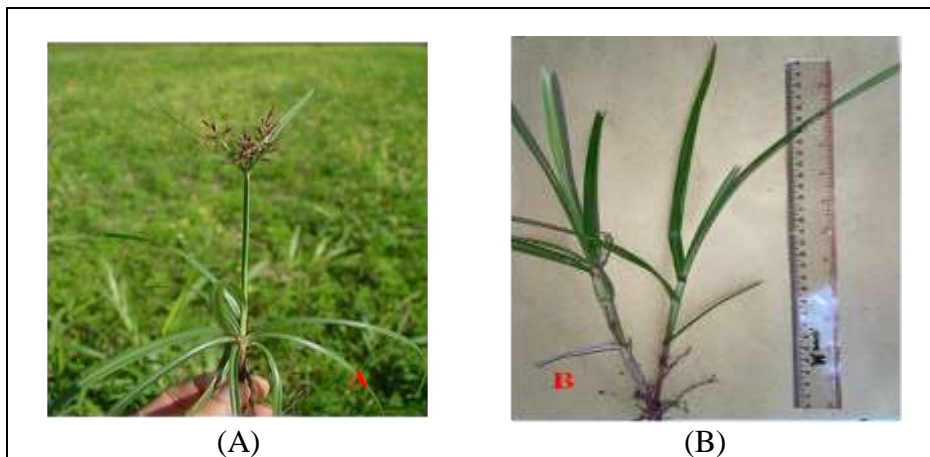
Kerugian signifikan yang disebabkan oleh Bulu babi adalah pada tanaman sebagai gulma invasif bulu babi memiliki kemampuan tumbuh dengan sangat cepat dan menyebar secara agresif. Hal ini dapat menghambat pertumbuhan tanaman budidaya dengan bersaing untuk sumber daya air, unsur hara dan cahaya matahari akibatnya menghambat tanaman utama. Selain itu kemampuan bulu babi untuk

membentuk padang rumput yang rapat dan menutupi tanah dengan vegetasi yang sangat padat dan merugikan tanaman asli (Yanto, 2021). Upaya pengendalian yang terkoordinasi dan efektif diperlukan untuk mengatasi masalah gulma ini dengan metode mekanis, seperti penyiangan manual dan penggunaan herbisida yang selektif.

Kerisan (*Cyperus rotundus*)

Kerisan adalah sejenis gulma yang termasuk dalam famili *Cyperaceae*. Kerisan adalah jenis rumput-rumputan yang dapat ditemukan tumbuh di berbagai tipe habitat dan ketinggian. Tanaman ini juga dapat beradaptasi dengan kondisi tanah yang lebih

kering. Ketinggian tempat tumbuhnya dapat mencakup berbagai rentang, mulai dari dataran rendah hingga ketinggian menengah (Makmur *et al.*, 2022). Bentuk dan gambar Kerisan dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. (A) batang Kerisan (B), Kerisan (*Cyperus rotundus*)

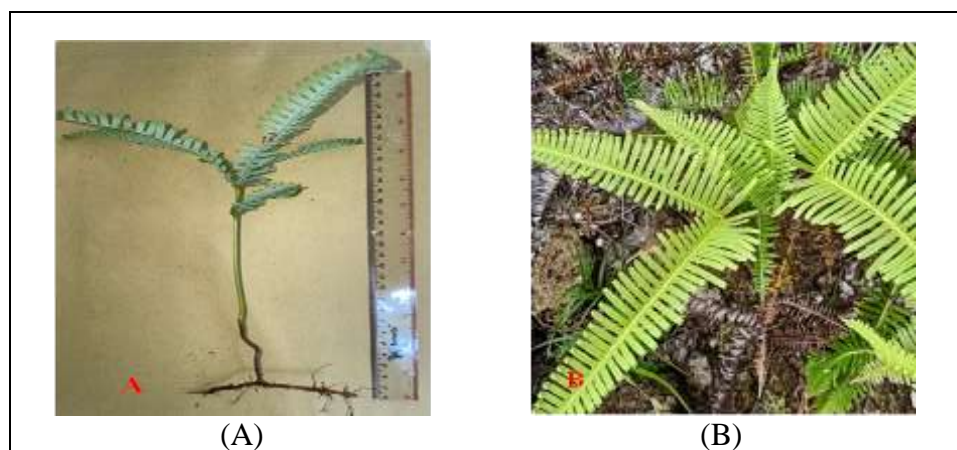
Kerisan tergolong pada jenis daun yang berdaun sempit atau lanset dengan tepi daun yang rata atau bergelombang. Daunnya tipis, panjang dan runcing, terletak pada bagian bawah tanaman. Kerisan termasuk dalam kategori gulma setahun yang menunjukkan siklus hidup tanaman ini hidupnya hanya berlangsung dalam dalam satu tahun. Kerisan dengan statur gulma ini yang tumbuh tegak dengan batang yang berdiri tegak (Makmur *et al.*, 2022).

Kerisan merupakan tanaman gulma yang sering kali menimbulkan sejumlah masalah di berbagai konteks. Salah satu kerugian utamanya adalah kompetisinya dengan tanaman budidaya, dimana tanaman ini bersaing untuk mendapatkan sumber daya vital seperti air, unsur hara dan cahaya matahari. Kompetisi ini dapat menghambat pertumbuhan tanaman yang diinginkan dan berpotensi merugikan. Kemampuan Kerisan untuk berkembang biak melalui umbi di dalam tanah menjadi tantangan tambahan. Umbi ini sulit dihilangkan dan bisa

menyebabkan tanaman kembali tumbuh setelah dianggap terhapus (Freddy, 2023). Pengendalian Kerisan sering kali sulit karena kemampuannya untuk tumbuh kembali melalui umbi yang tersisa di dalam tanah. Oleh karena itu, strategi pengendalian yang efektif dan terpadu perlu diterapkan, termasuk metode mekanis, kimiawi, dan biologis.

Paku Resam (*Dicranopteris linearis*)

Paku resam adalah sejenis paku-pakuan yang termasuk dalam famili *Gleicheniaceae*. Paku resam merupakan jenis paku-pakuan yang besar yang biasa tumbuh pada tebing-tebing di tepi jalan dan lahan terbuka. Jenis daun pada gulma paku resam adalah berdaun sempit (Khasanah, 2020). Daunnya berbentuk panjang-lancip dengan tepi yang bergelombang atau bergerigi, tersusun secara bertahap ditangkai daunnya. Bentuk dan gambar Paku resam dapat dilihat pada Gambar 7.



Gambar 7. (A) Paku resam (*Dicranopteris linearis*) (B) Daun paku resam

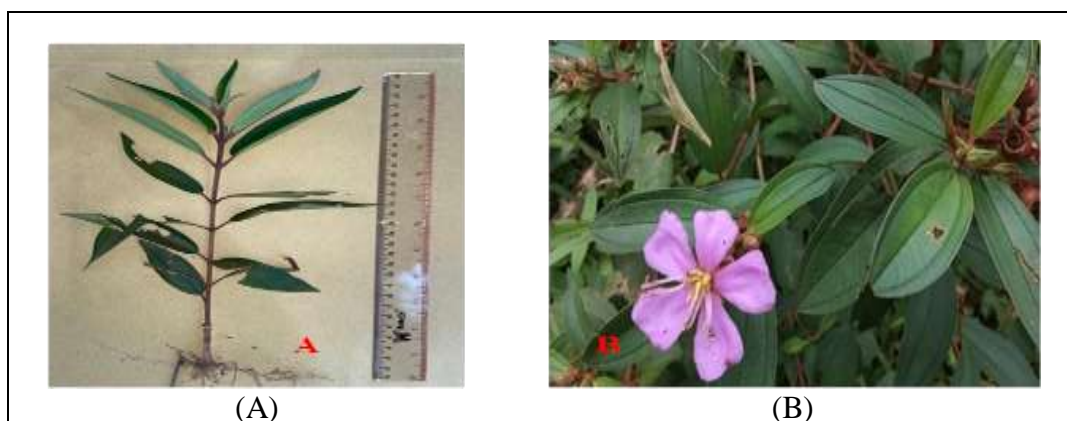
Paku resam berkembang biak melalui spora yang dihasilkan melalui bawah daunnya dengan pola akar serabut. Paku resam menimbulkan sejumlah kerugian, salah satu potensi masalah utama adalah invasivitasnya yang tinggi (Ramya *et al.*, 2021). Kemampuannya untuk tumbuh subur dan menutupi luas lahan dengan rimbunnya dapat menyebabkan persaingan sengit dengan tanaman utama. Paku resam yang tumbuh secara invasif juga dapat menghambat pertumbuhan tanaman lain yang berada di bawahnya menghalangi sinar matahari dan akses ke unsur hara.

Pengendalian Paku resam dengan metode mekanis, seperti penyiang manual, dapat diterapkan untuk mengurangi populasi paku resam secara langsung. Pemanfaatan hewan pemakan paku resam, seperti ternak atau hewan herbivora lainnya, dapat menjadi pendekatan biologis yang membantu mengontrol pertumbuhan tanaman ini secara alami. Penggunaan herbisida yang selektif

dan sesuai petunjuk dapat menjadi solusi kimia untuk mengendalikan paku resam, terutama pada infestasi yang lebih luas (Zulhusni *et al.*, 2023).

Senduduk (*Melastoma malabathricum*)

Senduduk adalah sejenis gulma yang termasuk dalam famili *Melastomataceae*. Senduduk merupakan semak atau perdu yang umumnya ditemukan di berbagai tipe habitat, terutama di daerah tropis dan subtropis (Aji, 2022). Senduduk memiliki daun yang berdaun lebar atau elips dan daun-daun pada gulma ini biasanya berukuran sedang hingga besar dan memiliki tepi yang rata atau bergerigi. Senduduk termasuk dalam kategori gulma tahunan yang berarti memiliki siklus hidup dalam satu tahun. Starata gulma senduduk adalah tumbuh tegak dengan batang yang berdiri tegak (Kusumaningsih & Woesono, 2023). Bentuk dan gambar Senduduk disajikan pada Gambar 8. dibawah ini.

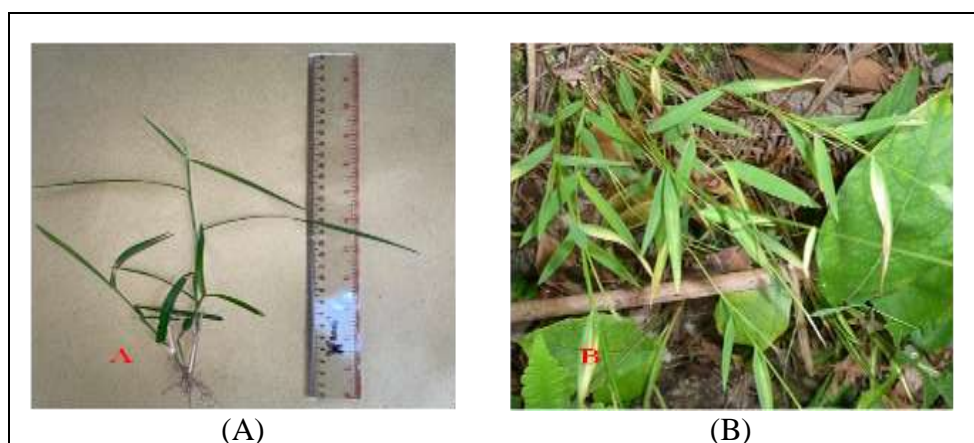


Gambar 8. (A) Senduduk (*Melastoma malabathricum*), (B) daun dan bunga Senduduk

Akar senduduk merupakan akar serabut, yang berfungsi untuk menyerap air dan unsur hara tanah untuk mendukung pertumbuhan dan perkembangan senduduk. Kerugian yang ditimbulkan senduduk ketika pertumbuhannya tidak terkendal dan sifat invasifnya mengakibatkan beberapa dampak negatif dalam pengelolaan lahan. Senduduk bersaing dengan tanaman lain di sekitarnya untuk mendapatkan sumber daya, seperti air, unsur hara dan cahaya matahari. Tanaman ini juga memiliki potensi untuk menggantikan tanaman pokok dan mengubah struktur ekosistem dan mengancam keseimbangan ekologis setempat (Sari *et al.*, 2021). Strategi pengendalian yang tepat perlu diterapkan untuk mengurangi dampak negatif senduduk kombinasi metode mekanis, kimia, atau biologis, disesuaikan dengan tingkat infestasi dan karakteristik lingkungan setempat.

Teki-tekian (*Pogonatherum crinitum*)

Teki-tekian adalah sejenis tumbuhan rumput yang termasuk dalam famili *Poaceae* (rumput-rumputan). Teki-tekian dapat tumbuh dengan baik di area yang memiliki ketinggian rendah hingga menengah, terutama di daerah tropis dan subtropis. Kemampuannya untuk beradaptasi dengan berbagai kondisi lingkungan membuatnya sering ditemukan di tepi hutan, lahan terbuka, atau area yang lembab (Faisal *et al.*, 2011). Teki-tekian berdaun sempit yang berarti daun-daunnya berukuran kecil hingga sedang dan memiliki tepi yang rata. Teki-tekian memiliki bentuk rumput yang tegak dan tumbuh dalam pola berumpun. Tinggi tanaman bervariasi, tetapi umumnya mencapai ketinggian sekitar 30-60 cm (Amin, 2019). Bentuk dan gambar Teki-tekian disajikan pada Gambar 9. dibawah ini.



Gambar 9. (A) Teki-tekian (*Pogonatherum crinitum*), (B) daun Teki-tekian

Teki-tekian pada awalnya mungkin tampak indah dan rimbun, namun memiliki potensi menjadi gulma yang dapat menimbulkan sejumlah kerugian dalam pengelolaan lahan. Pertumbuhannya yang padat dan rimbun dapat menyebabkan persaingan yang intens dengan tanaman-tanaman di sekitarnya untuk mendapatkan air, unsur hara dan cahaya matahari. Dampaknya dapat terasa terutama pada tanaman yang lebih lemah atau tanaman pokok yang menjadi sasaran persaingan.

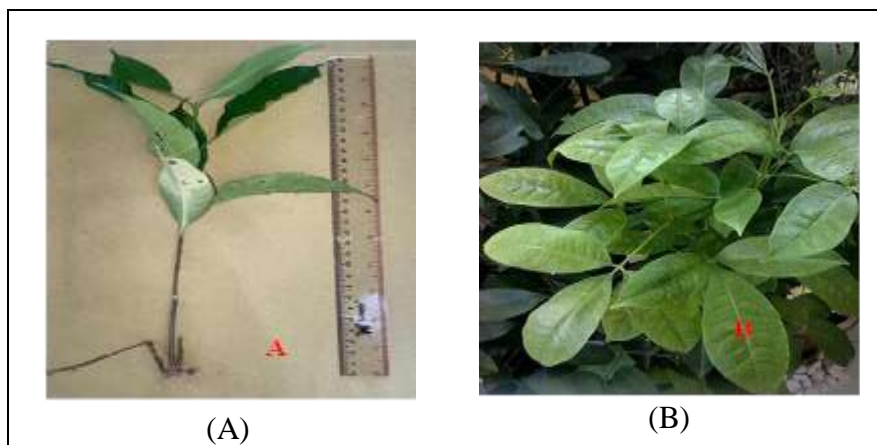
Tanaman ini memiliki kemampuan untuk merambat melalui rizoma, menyebabkan penyebaran yang cepat dan sulit dikendalikan (Mosyaftiani *et al.*, 2018). Pengelolaan yang efektif diperlukan untuk mengendalikan pertumbuhan Teki-tekian seperti penyiangan secara manual, pemotongan rutin, atau penggunaan herbisida yang selektif bisa menjadi langkah-langkah pengendalian yang perlu dipertimbangkan.

Tenggek Burung (*Melicope ptelefolia*)

Tenggek burung adalah sejenis tumbuhan yang termasuk dalam suku *Rutaceae*. Tumbuhan ini dapat tumbuh baik di hutan-hutan lebat maupun di tepi hutan, menunjukkan sifat adaptif terhadap berbagai kondisi lingkungan (Silvana & Mambang, 2021). Daun tenggek burung merupakan jenis daun, berdaun sempit atau lanset yang berarti daun-daunnya memiliki bentuk panjang dan sempit. Daunnya yang bersifat majemuk dengan daun-daun kecil yang teratur pada tangkai daunnya. Tenggek burung termasuk dalam kategori gulma tanaman yang berarti memiliki siklus hidup yang berlangsung dalam satu tahun. Tinggi tenggek burung menjadi semak yang tingginya bervariasi sekitar 2 - 8 meter (Purba, 2020). Bentuk dan gambar Tenggek burung disajikan pada Gambar 10 dibawah ini.

Tenggek burung sebagai gulma tegak dengan batang yang berdiri tegak lurus juga

termasuk dalam kategori perdu (Hayatillah & Hapsari, 2023). Pada gulma tenggek burung memiliki batang yang keras dan berkayu. Akar tenggek burung merupakan akar serabut. Kerugian yang diakibatkan oleh tenggek burung, potensi kerugian adalah persaingan dengan tanaman lain di sekitarnya untuk mendapatkan sumber daya vital seperti air, unsur hara, dan cahaya matahari. Meskipun jarang bersifat invasif, persaingan ini dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman utama. Pengendalian pertumbuhan Tenggek Burung penyiangan manual dan pemangkasan secara teratur juga dapat membentuk kendali terhadap pertumbuhan yang berlebihan khususnya pada saat penyebaran yang agresif (Silvana & Mambang, 2021). Bentuk dan gambar Tenggek burung dapat dilihat pada Gambar 10.



Gambar 10. (A) Tenggek burung (*Melicope ptelefolia*), (B) daun Tenggek burung

Kerapatan, Frekuensi, Berat Kering Relatif, Nilai Penting dan Summed Dominance Ratio (SDR) Gulma di Compartement TEEB036

Analisis gulma dilakukan pada lima plot pengamatan menunjukkan adanya variasi komposisi dan dominansi spesies di tiap plot. Parameter yang digunakan meliputi frekuensi relatif, kepadatan relatif, dominansi relatif, dan nilai penting sebagai indikator pengaruh ekologis masing-masing spesies dalam komunitas. Gulma yang

mendominasi pada suatu kawasan dapat merugikan dan menekan pertumbuhan serta perkembangan pada tanaman budidaya. Pada penelitian yang dilakukan pada kawasan *Eucalyptus* umur 6 bulan dengann terdiri dari 6 Plot terdapat beberapa keanekaragaman jenis tumbuhan yang mendominasi pada setiap Plot. Pada Tabel 3. dapat dilihat nilai kerapatan, kerapatan relatif, frekuensi, frekuensi relatif, berat kering dan nilai penting.

Tabel 3. Nilai kerapatan, kerapatan relatif, frekuensi, frekuensi relatif, berat kering relatif dan nilai penting di *compartement* TEEB036

Plot	No	Gulma	Berat Kering Relatif	Kerapatan Relatif	Frekuensi Relatif	Nilai Penting
1	1	Akasia Liar	0,12	8,33	12,12	20,57
	2	Teki-tekian	0,09	28,13	9,09	37,31
	3	Bulu babi	0,11	13,54	18,18	31,83
	4	Senduduk	0,10	6,25	12,12	18,47
	5	Boreria	0,11	28,13	18,18	46,42
	6	Paku resam	0,11	8,33	15,15	23,60
	7	Kerisan	0,12	2,08	6,06	8,26
	8	Tenggek Burung	0,12	3,13	6,06	9,30
	9	Sapat kecil	0,12	2,08	3,03	5,24
2	1	Akasia Liar	0,15	23,08	8,33	31,56
	2	Teki-tekian	0,13	25,00	8,33	33,46
	3	Bulu babi	0,14	21,15	55,56	76,85
	4	Senduduk	0,13	7,69	8,33	16,16
	5	Paku resam	0,14	19,23	11,11	30,48
	6	Kerisan	0,15	1,92	5,56	7,63
	7	Sapat kecil	0,15	1,92	2,78	4,85
3	1	Akasia Liar	0,13	26,00	28,00	54,13
	2	Teki-tekian	0,12	30,00	20,00	50,12
	3	Bulu babi	0,12	6,00	8,00	14,12
	4	Senduduk	0,12	2,00	4,00	6,12
	5	Boreria	0,12	6,00	12,00	18,12
	6	Paku resam	0,13	8,00	8,00	16,13
	7	Kerisan	0,13	20,00	16,00	36,13
	8	Sapat kecil	0,13	2,00	4,00	6,13
4	1	Akasia Liar	0,13	21,05	22,22	43,40
	2	Teki-tekian	0,12	26,32	22,22	48,65
	3	bulu babi	0,12	6,32	7,41	13,85
	4	Senduduk	0,12	8,42	7,41	15,95
	5	Boreria	0,11	8,42	14,81	23,35
	6	Paku resam	0,12	18,95	18,52	37,59
	7	Kerisan	0,14	9,47	3,70	13,32
	8	Sapat kecil	0,14	1,05	3,70	4,89
5	1	Akasia Liar	0,12	28,74	30,00	58,85
	2	Teki-tekian	0,10	19,54	20,00	39,64
	3	bulu babi	0,11	1,15	3,33	4,59
	4	Senduduk	0,10	2,30	3,33	5,74
	5	Boreria	0,10	11,49	16,67	28,26
	6	Paku resam	0,11	3,45	3,33	6,89
	7	Kerisan	0,12	1,15	3,33	4,61
	8	Tenggek Burung	0,11	19,54	6,67	26,32
	9	Sapat kecil	0,12	12,64	13,33	26,10
6	1	Akasia Liar	0,12	22,64	25,00	47,76
	2	Teki-tekian	0,10	20,75	25,00	45,86
	3	bulu babi	0,11	6,60	6,25	12,97
	4	Senduduk	0,10	9,43	6,25	15,79
	5	Boreria	0,10	15,09	15,63	30,82
	6	Paku resam	0,11	5,66	6,25	12,02
	7	Kerisan	0,12	14,15	9,38	23,65
	8	Tenggek Burung	0,11	1,89	3,13	5,12
	9	Sapat kecil	0,12	3,77	3,13	7,02

Pada Plot 1 spesies yang mendominasi adalah Boreria dengan nilai penting sebesar 46,42 diikuti oleh Teki-tekian 37,31 dan Bulu babi 31,83. Ketiga spesies ini memiliki nilai frekuensi dan kepadatan relatif yang

tinggi, menunjukkan bahwa ketiga spesies ini tersebar luas dan hadir dalam jumlah besar di area tersebut. Hal ini mengindikasikan daya saing dan adaptasi yang baik terhadap kondisi lingkungan lokal.

Pada Plot 2 Bulu babi menjadi spesies yang paling dominan dengan nilai penting tertinggi sebesar 76,85 nilainya lebih besar dari Teki-tekian 33,46 dan Paku resam 30,48. Hal ini menunjukkan bahwa meskipun terdapat kesamaan spesies antar plot, urutan dominansinya dapat bervariasi tergantung pada kondisi tempat tumbuh. Pada plot 3 dominansi masih diduduki oleh Akasia 54,13 dan Kerisam 50,12 selanjutnya kerisam 36,13. Hal ini mulai menunjukkan perbedaan dengan adanya kehadiran spesies yang baru dan berpotensi untuk mendominasi.

Pada Plot 4, 5 dan 6 memperlihatkan kecenderungan serupa, dengan Teki-Teki dan Akasia liar mendominasi, kemudian diikuti oleh Paku resam dan Boreria. Pola ini menegaskan bahwa Teki-Tekian dan Akasia, meskipun bukan spesies dengan dominansi tertinggi di semua Plot, tetap memiliki potensi dominan di kondisi tertentu. Secara keseluruhan jenis yang memiliki potensi untuk tumbuh dan mendominasi tegakan Ekaliptus adalah Teki-tekian, Akasia liar, Paku resam dan Boreria. Hal ini menunjukkan kemampuan adaptasi gulma tersebut cukup tinggi dan harus menjadi perhatian pengelola dalam upaya pemeliharaan serta pengendalian.

SIMPULAN

Identifikasi yang dilakukan pada Compartement TEEB036 yang berada di bawah tegakan Eucalyptus CEP 04 diperoleh sembilan jenis gulma yang terdiri dari Akasia (*Acacia mangium*), Sapat kecil (*Macaranga trichocarpa*), Boreria (*Borreria sp*), Bulu babi (*Clidemia hirta*), Kerisan (*Cyperus rotundus*), Paku resam (*Dicranopteris linearis*), Senduduk (*Melastoma malabathricum*), Teki-Tekian (*Pogonatherum crinitum*) dan Tenggek Burung (*Melicope ptelefolia*). Keseluruhan gulma merupakan jenis gulma tahunan dan bersifat invasif yang dapat mengganggu dan menghambat pertumbuhan tanaman pokok, khususnya Eucalyptus CEP 04. Metode pengendalian dari berbagai jenis gulma

adalah dengan metode manual berupa penyiangan, pencambutan dan penjarangan, secara kimiawi menggunakan herbisida secara efisien serta dengan metode kombinasi. Secara keseluruhan jenis yang memiliki potensi untuk tumbuh dan mendominasi tegakan Ekaliptus adalah Teki-tekian, Akasia liar, Paku resam dan Boreria. Hal ini menunjukkan kemampuan adaptasi gulma tersebut cukup tinggi dan harus menjadi perhatian pengelola dalam upaya pemeliharaan serta pengendalian.

DAFTAR PUSTAKA

- Agil, M. (2021). Identifikasi Tumbuhan Famili Leguminosae sebagai Penyusun Struktur Vegetasi Hutan Kayu Putih. *Borneo Journal of Science and Mathematics Education*, 1(1), 7-16.
- Aji, S. (2022). Keanekaragaman Gulma pada Perkebunan Kelapa Sawit Masyarakat pada Pasar 7 Marelan Kecamatan Medan Marelan Kota Medan. *Jurnal Agroprimatech*, 6(2), 47-62.
- Alwi, D., Muhammad, S., & Tae, I. (2020). Karakteristik Morfologi dan Indeks Ekologi Bulu Babi (Echinoidea) di Perairan Desa Wawama Kabupaten Pulau Morotai. *Jurnal Sumberdaya Akuatik Indopasifik*, 4(23), 23-32.
- Amin, M. R. 2019. Pengaruh pemberian ekstrak Alang-alang (*Imperata cylindrica L.*), Teki (*Cyperus rotundus L.*), dan Bandotan (*Ageratum conyzoides L.*) terhadap gulma di lahan tanaman Cabai Rawit (*Capsicum frutescens L.*) Desa Belung Kecamatan Poncokusumo Kabupaten Malang. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Darmawan, H. (2023). Keanekaragaman dan Pola Sebaran Spesies Tumbuhan Asing Invasif di Kawasan Cagar Alam Durian Luncuk II. [Skripsi]. Universitas Jambi.
- Dinarto, W., & Astriani, D. (2012). Produktivitas Kacang Tanah di Lahan

- Kering pada Berbagai Intensitas Penyiangan. *Jurnal AgriSains*, 3(4), 33-43.
- Faisal, R., Siregar, E. B. M., & Anna, N. (2011). Inventarisasi Gulma pada Tegakan Tanaman Muda Eucalyptus spp. *Peronema Forestry Science Journal*, 2(2), 44–49.
- Freddy, A. S. (2023). *Efektivitas Campuran Ekstrak Talas (Colocasia esculenta (L) Schott dan Ekstrak Buah Lerak untuk Mengendalikan Gulma Praxelis clematidea*. [Tesis]. Fakultas Pertanian. Universitas Lampung.
- Hayatillah, R., & Hapsari, W. K. (2023). Review Artikel: Potensi Tenggek Burung (*Melicope ptelefolia*) sebagai Kandidat Obat. *Jurnal Tadris IPA Indonesia*, 3(1), 99–105.
- Imamah, S. (2022). *Upaya Penanggulangan Gulma Secara Kimiawi dan Mekanik Terhadap Indeks Keanekaragaman Jenis Gulma pada Fase Pertumbuhan Tanaman Tebu (Saccharrum Officinarum. L) Varietas PS 881*. [Tesis]. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim.
- Indartik, I., Parlinah, N., & Lugina, M. (2011). Upaya Pembangunan Hutan Tanaman Industri untuk Penurunan Emisi Karbon. *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, 8(2), 29-43.
- Khasanah, Y. I. (2020). *Analisis Vegetasi Tumbuhan Paku di Kawasan Jeget Ayu Kecamatan Jagong Jeget Kabupaten Aceh Tengah Sebagai Referensi Praktikum Matakuliah Botani Tumbuhan Rendah*. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry.
- Kilkoda, A. (2015). Respon Allelopati Gulma *Ageratum conyzoides* dan *Borreria alata* terhadap Pertumbuhan dan Hasil Tiga Varietas Kedelai (*Glycine max*). *Jurnal Agro*, 2(1): 39-49.
- Kusumaningsih, K. R., & Woesono, H. B. (2023). Pengendalian Gulma di Bawah Tegakan *Eucalyptus pellita* di Areal Semi Lowland PT. Riau Andalan Pulp and Paper. *Agroforetech*, 1(2), 1251–1259.
- Makmur, A., Rahmi, E., Sari, S. I., & Ridhana, F. (2022). Evaluasi Preferensi Pakan Gajah Sumatera (*Elephas Maximus Sumatranus*) di Pusat Latihan Gajah Holiday Resort Aek Raso Sumatera Utara. *Jurnal Biosense*, 5(2), 1–13.
- Milaba, A. C. (2018). *Variasi Morfologi Klon Hibrid Akasia (Acacia mangium x Acacia auriculiformis) di Plot Uji Klon, Wonogiri, Jawa Tengah*. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada.
- Moenandir, J. (2013). *Ilmu Gulma (D. Y. Hersanjaya, Ed.)*. Malang: Universitas Brawijaya Press.
- Mosyaftiani, A., Kaswanto, R. L., & Arifin, H. S. (2018). Potensi tumbuhan liar di sempadan terbangun Sungai Ciliwung di Kota Bogor sebagai upaya restorasi ekosistem sungai. *Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian Dan Lingkungan*, 5(1), 1–13.
- Panggabean, B. N., & Simarmata, M. (2022). Waktu Pengendalian Gulma dan Dosis Pupuk Organik Abu Jenjang Kelapa Sawit (AJKS) Pada Tanaman Jagung Manis. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian Pesisir*, 1(1), 274–285.
- Purba, B. (2020). *Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Bersimbiosis di Akar Gulma di Sekitar Tanaman Nanas (Ananas comosus (L.) di Lahan Gambut Desa Kualu Nenas Kabupaten Kampar*. [Skripsi]. Universitas Islam Negeri Sultan Syarif Kasim Riau.
- Rachmawati, N., Pujawati, E. D., & Naemah, D. (2021). Struktur dan Komposisi Jenis Tumbuhan Bawah

- Hutan Rawa Gambut di Kota Banjarbaru. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 6(2).
- Ramlan, D., Riry, J., & Tanasale, V. (2019). Inventarisasi Jenis Gulma di Areal Perkebunan Karet (*Hevea brasiliensis*) pada Ketinggian Tempat yang Berbeda di Negeri Liang Kecamatan Teluk Elpaputih Kabupaten Maluku Tengah. *Jurnal Budidaya Pertanian*, 15(2), 80-89.
- Ramya, R., Othman, R., Hatta, F. A. M., Sulaiman, W. S. H. W., & Latif, N. H. M. (2021). Pencirian Kandungan Fenolik dan Aktiviti Antimikrob oleh Spesies Paku Pakis Yang Digunakan oleh Masyarakat Melayu dalam Perubatan Tradisional. *Asian Journal of Environment, History and Heritage*, 5(2), 77-91.
- Sari, N. M., Kusuma, I. W., Amirta, R., & Fitirah, N. I. (2021). Aktivitas Antioksidan dan Antibakteri Bagian Ranting dan Batang Tumbuhan Karamunting (*Melastoma malabathricum*). *Perennial*, 17(2), 62-66.
- Sari, W., Ardi, A., & Efendi, S. (2020). Analisis Vegetasi Gulma pada Beberapa Kelas Umur *Acacia Mangium* Willd. di Hutan Tanaman Industri (HTI). *Jurnal Hutan Tropis*, 8(2), 185-194.
- Silvana, A., & Mambang, D. E. P. (2021). Aktivitas Antibakteri Ekstrak Metanol Daun Tenggek Burung (*Melicope ptelefolia* (Champ. Ex Benth.) T.G.Hartley) terhadap *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*. *Jurnal Farmasi, Sains dan Kesehatan*, 1(1), 47-55.
- Sitepu, B. (2020). Keragaman dan Pengendalian Tumbuhan Invasif di KHDTK Samboja, Kalimantan Timur. *Jurnal Sylva Lestari*, 8(3), 351-365.
- <https://doi.org/10.23960/jsl38351-365>
- Sulfayanti, R., Dirhamzah, D., & Nurindah, N. (2023). Analisis Vegetasi Tumbuhan Bawah di Kawasan Hutan Konservasi Topidi Kecamatan Tinggimoncong Kabupaten Gowa. *Filogeni: Jurnal Mahasiswa Biologi*, 3(1), 38-43.
- Tanjung, M., Juliawaty, L. D., Hakim, E. H., & Syah, Y. M. (2018). Flavonoid and stilbene derivatives from *Macaranga trichocarpa*. *Fitoterapia*, 126, 74-77.
- Wibisono, Y., & Azham, Z. (2017). Inventarisasi Jenis Tumbuhan yang Berkhasiat sebagai Obat pada Plot Konservasi Tumbuhan Obat di KHDTK Samboja Kecamatan Samboja Kabupaten Kutai Kartanegara. *Agrifor*, 16(1), 125-140.
- Yanto, F. (2021). *Pengendalian Gulma pada Tanaman Kelapa Sawit (Elaeis Guineensis Jacq.) Menghasilkan Secara Mekanis*. [Diploma Thesis]. Politeknik Negeri Lampung.
- Yudistira, P., Karuniasa, M., & Wardhana, Y. (2019). Model Pengelolaan *Eucalyptus pellita* pada Hutan Industri Berkelanjutan. *Jurnal Selulosa*, 9(1), 33-38.
- Yuliana, A. I., & Ami, M. S. (2021). Analisis Vegetasi dan Potensi Pemanfaatan Jenis Gulma Pasca Pertanaman Jagung. *Jurnal Agroteknologi Merdeka Pasuruan*, 4(2), 20-28.
- Zulhusni, Wijayani, S., & Suryanti, S. (2023). Kajian Indeks Keanekaragaman Gulma pada Tanaman Menghasilkan di Topografi Datar dan Berbukit di Perkebunan Kelapa Sawit. *Agroforetech: Jurnal Online Mahasiswa Instiper*, 1(3), 1565-1574.

**POTENSI SIMPANAN DAN SERAPAN KARBON PADA RUANG TERBUKA HIJAU
KAMPUS UNIVERSITAS NUSA CENDANA, KOTA KUPANG,
NUSA TENGGARA TIMUR**

*Potential Carbon Storage and Absorption in Forest Stands in the Campus Area of Nusa
Cendana University, Kupang City, East Nusa Tenggara*

Laucia Lelita Erci Naylom¹, Lusia S. Marimpan¹, Pamona S. Sinaga¹
¹*Program Studi kehutanan, Fakultas Pertanian Universitas Nusa Cendana*
e-mail: ersinnaylom408@gmail.com

ABSTRACT

The high level of activity on campus such as learning, teaching and administrative matters, as well as the large number of vehicles which produce complex carbon emissions, coupled with the lack of green open areas and plants around it can cause temperature increases and air pollution because the carbon produced from campus activities cannot be absorbed by plants. Green open space (RTH) aims to help absorb carbon dioxide in the air, improve atmospheric quality, lower temperatures and reduce air pollution levels. This research aims to determine the value of carbon savings and absorption as well as the economic valuation of carbon on the Undana campus, so that it can be used as a reference in managing green open space in the campus environment to reduce global warming. This research was carried out using the method non-destructive using allometric equations with plot placement proportionally based on the level of vegetation density. The results of this research show that the value of carbon storage in stands in the Nusa Cendana University campus area is 66.32 tons/ha and the value of CO uptake₂ in the Nusa Cendana University campus area of 243.40 Tons/Ha and a carbon economic valuation of \$ 39,876.61 USD or equivalent to IDR 615,418,524.

Keywords: *Biomass, Carbon Storage, CO Absorption₂, Economic Valuation, Green Open Space*

ABSTRAK

Tingginya aktivitas di kampus seperti pembelajaran, pengajaran, dan urusan administrasi, serta banyaknya kendaraan yang menghasilkan emisi karbon yang kompleks, ditambah dengan kurangnya area terbuka hijau dan tumbuhan di sekitarnya bisa menyebabkan kenaikan suhu dan pencemaran udara karena karbon yang dihasilkan dari aktivitas kampus tidak dapat diserap oleh tanaman. Ruang terbuka hijau (RTH) bertujuan untuk membantu dalam menyerap karbondioksida di udara, meningkatkan kualitas atmosfer, menurunkan suhu dan menurunkan kadar polusi udara. Penelitian ini bertujuan mengetahui nilai simpanan dan serapan karbon serta valuasi ekonomi karbon di kampus Undana, agar dapat dijadikan rujukan dalam mengelola RTH di lingkungan kampus untuk mengurangi pemanasan global. Penelitian ini dilakukan dengan metode *non-destructive* menggunakan persamaan alometrik dengan penempatan plot secara proporsional berdasarkan tingkat kerapatan vegetasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa nilai simpanan karbon pada tegakan di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah sebesar 66,32 Ton/Ha dan nilai serapan CO₂ di area kampus Universitas Nusa cendana sebesar 243,40 Ton/Ha serta valuasi ekonomi karbon sebesar \$ 39.876,61 USD atau setara dengan Rp 615.418.524.

Kata kunci: Biomassa, Simpanan Karbon, Penyerapan CO₂, Ruang Terbuka Hijau, Valuasi Ekonomi

PENDAHULUAN

Perubahan iklim adalah salah satu isu lingkungan yang sedang terjadi pada bumi sekarang ini yang diakibatkan oleh pemanasan global. Pemanasan global diakibatkan oleh gas rumah kaca. Salah satu gas bumi yang sangat berpengaruh dalam perubahan suhu bumi yaitu karbondioksida (Rinjani *et al.*, 2016). Peranan hutan dalam menyerap karbondioksida sedang marak dibicarakan pada masa sekarang ini karena peningkatan suhu udara atau pemanasan global. Penyebab terjadinya pemanasan global ini karena adanya konsentrasi Gas Rumah Kaca (GRK) di atmosfer sehingga terjadi kesetimbangan radiasi sehingga suhu bumi menjadi lebih panas.

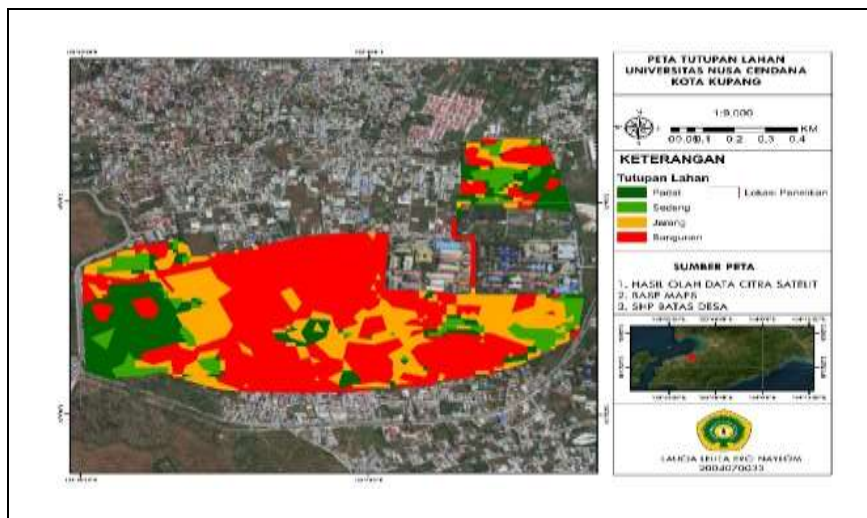
Dalam upaya menurunkan emisi gas rumah kaca ini sektor kehutanan dapat melakukan kegiatan menanam pohon sebagai bentuk upaya pencegahan peningkatan emisi GRK (Fredyanti *et al.*, 2022). Mitigasi emisi gas rumah kaca juga dapat dilakukan dengan memanfaatkan pepohonan pada beberapa RTH yang juga berperan penting dalam penyerapan karbon (Hermon, 2012; Banurea *et al.*, 2012 dalam (Fredyanti *et al.*, 2022). Menurut Peraturan Pekerjaan Umum Nomor 05/PRT/M/2008 tentang Pedoman Penyediaan dan Pemanfaatan Ruang Terbuka Hijau (RTH), mengartikan RTH adalah area memanjang, jalur, dengan sifat terbuka dan ditanami tumbuhan, dengan tujuan dapat membantu dalam menyerap karbondioksida di udara, meningkatkan kualitas atmosfer, menurunkan suhu dan menurunkan kadar polusi udara. Menurut Joga & Ismaun (2011) dalam Sartika *et al.*, (2023) RTH berperan penting dalam mengembalikan kreativitas kehidupan masyarakat dari keseharian dan kejenuhan dalam bekerja di perkotaan. Menurut Adinugroho (2006) dalam Sultan *et al.*, (2020), pengelolaan RTH yang baik, termasuk penanaman vegetasi pada lahan kosong, dapat membantu mengurangi pemanasan global dengan cara menyerap CO₂ di atmosfer dan menghasilkan oksigen.

Sejauh ini sudah dilakukan pemanfaatan dan pengembangan RTH di lingkungan Undana hanya sebatas perencanaan gedung atau bangunan saja, namun kurang memperhatikan keberadaan RTH dan vegetasi didalamnya yang sangat mutlak diperlukan dan diatur dengan baik (Jerobisonif *et al.*, 2022). Sebanyak 34.720 civitas akademika di Undana berkontribusi pada emisi karbondioksida yang sebagian besar dihasilkan dari aktivitas kendaraan. Ditambah dengan RTH kampus masih terbatas yang dapat mengakibatkan peningkatan suhu dan pencemaran udara dikarenakan karbon yang dihasilkan oleh aktivitas kampus tidak dapat diserap oleh vegetasi. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan mengetahui nilai simpanan dan serapan karbon, serta valuasi ekonomi karbon. Valuasi ekonomi karbon pada lingkungan bisa membantu memahami nilai barang atau jasa lingkungan yang tidak dapat dihitung secara langsung (Najib *et al.*, 2022). Penelitian ini berguna untuk dijadikan rujukan dalam mengelola RTH di lingkungan kampus untuk mengurangi pemanasan global dan informasi mengenai valuasi ekonomi karbon dalam penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran seluruh civitas akademika tentang pentingnya menjaga lingkungan kampus

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juni – Juli 2024 di area kampus Universitas Nusa Cendana, Kota Kupang Nusa Tenggara timur. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode *non-destructive* menggunakan persamaan alometrik. Pengukuran dilakukan dengan cara tidak melakukan pengrusakan (*non-destructive*) pada tegakan yang akan diukur diameter dan tingginya. Berdasarkan hasil olah data citra satelit Landsat 9 OLI/TRIS C2 L1 (path/row:111/67) tanggal 27 Maret 2024 didapatkan luas keseluruhan Universitas Nusa Cendana 89 Ha dan luas tutupan lahan 43 Ha. Luas tutupan lahan dibagi

berdasarkan vegetasi yaitu rapat 22 Ha, sedang 14 Ha, dan jarang 7 Ha.



Gambar 1. Peta Tutupan Lahan

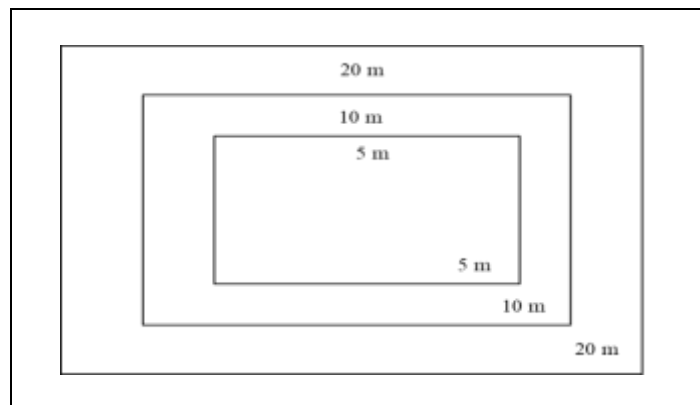
Penentuan Plot

Intensitas sampling yang digunakan 5% dan luas petak ukur 20x20 meter. Penentuan jumlah plot pengamatan menurut Simon, 1996 dalam (Goasyah *et al.*, 2021) adalah sebagai berikut:

$$\begin{aligned} \text{Luas seluruh plot yang diamati} &= IS \times \text{Luas area} \\ &= 5\% \times 43 \text{ Ha} \\ &= 2,15 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{Jumlah plot yang akan dibuat} &= \frac{\text{Luas Plot yang diamati}}{\text{Luas Petak Ukur}} \\ &= \frac{2,15}{0,04} \\ &= 53,75 \\ &= 54 \text{ plot} \end{aligned}$$

Berdasarkan hasil perhitungan diatas, maka diperoleh total 54 plot yang akan dibuat. menentukan titik pembuatan plot dilakukan dengan membagi total jumlah keseluruhan plot tersebut berdasarkan vegetasi rapat, sedang dan jarang, kemudian sampel diambil secara acak dengan penempatan plot secara proposional berdasarkan tingkat kerapatan vegetasi (Marimpan *et al.*, 2022). Pengambilan data tegakan pada penelitian ini dengan membuat plot per tingkat tegakan pohon 20x20m, tiang 10x10m, dan pancang 5x5m.



Gambar 2. Bentuk dan ukuran plot

Analisis Data

a. Pengukuran biomassa persamaan alometrik dari peneliti - peneliti Biomassa dari pohon, tiang, dan pancang dihitung menggunakan rumus sebelumnya.

Tabel 1. Persamaan Alometrik

Spesies	Alometrik	Sumber
Gamal (<i>Gliricidia sepium</i>)	$Bt = 0,084(D)^{2,683}$	(Yuliana <i>et al.</i> , 2011)
Mahoni (<i>Swietenia mahagoni</i>)	$Bt = 0,9029(D^2.H)^{0,684}$	(Tim ARuPA, 2014)
Jati Putih (<i>Gmelina arborea</i>)	$Bt = 0,06 (D^2H)^{0,88}$	(Krisnawati <i>et al.</i> , 2012)
Flamboyan (<i>Delonix regia</i>)	$Bt = \exp[-2,289 + 2,649 * \ln(D) - 0,021 * (\ln(D))^2]$	(IPCC, 2003 dalam Nursyahbandi <i>et al.</i> , 2020)
Sonokeling (<i>Dalbergia latifolia</i>)	$Bt = 0,7458(D^2.H)^{0,6394}$	(Tim ARuPA, 2014)
Jati (<i>Tectona grandis</i>)	$Bt = 0,0149(D^2.H)^{1,0835}$	(Krisnawati <i>et al.</i> , 2012)
Johar (<i>senna siamea</i>)	$Bt = 0,3699(D)^{1,9374}$	(Ilyas, 2013)
Angsana (<i>Pterocarpus indicus</i>)	$Bt = 0,1277(D)^{2,3943}$	(Hung <i>et al.</i> ., 2012 dalam Nursyahbandi <i>et al.</i> , 2020)
Jenis Lainnya	$Bt = 0.11 \rho D^{2,62}$	(Ketterings <i>et al.</i> , 2001)

Keterangan: Bt; Biomassa total (Kg), D; Diameter tegakan (Kg) dan H; Tinggi tegakan (m).

b. Perhitungan simpanan karbon

Perhitungan Simpanan karbon dari biomassa tegakan pohon, tiang, pancang menggunakan rumus sebagai berikut: (Standar Nasional Indonesia, 2011)

$$C = B \times 0,47$$

Keterangan =

- C: kandungan karbon dari biomassa (Kg)
- B: total biomassa (Kg)

c. Perhitungan serapan karbon

Potensi serapan karbon diperoleh dari konversi sebagai berikut: Diketahui Massa Atom C = 12 dan O = 16, Maka Massa Atom CO₂ = (1 x 12) + (2 x 16) = 44. Perbandingan Massa Atom CO₂ terhadap karbon = (44 : 12) = 3,67. Sehingga potensi serapan karbon pada tegakan hutan di area kampus Universitas Nusa Cendana = 3,67 x potensi penyerapan karbon. Mudiyarso (2004) dalam Valensari (2013), menyebutkan, 1 juta metrik ton karbon memiliki ekuivalen berat dengan 3,67 juta metrik ton CO₂. Simpanan karbon yang sudah didapatkan kemudian dikonversi

menjadi serapan CO₂ menggunakan rumus perbandingan massa atom sebagai berikut: (Saputri *et al.*, 2022)

$$CO_2 = C \times 3,67$$

Keterangan =

- CO₂: Serapan Karbondioksida (tCO₂/ha)
- C : Cadangan karbon (ton)
- 3,67: Konversi unsur C ke CO₂

d. Nilai ekonomi karbon

Berdasarkan IDX Carbon Indonesia, harga karbon per unit (ton CO₂e atau setara dengan satu ton karbondioksida) adalah \$3.81 USD atau setara dengan Rp 58.800 per unit karbon (IDXCarbon, 2024). Menurut Farista & Virgota (2021), untuk menentukan nilai ekonomi karbon menggunakan rumus sebagai berikut:

$$NEK = \text{Serapan CO}_2 \text{ (ton)} \times \text{Rp } 58.800$$

Keterangan =

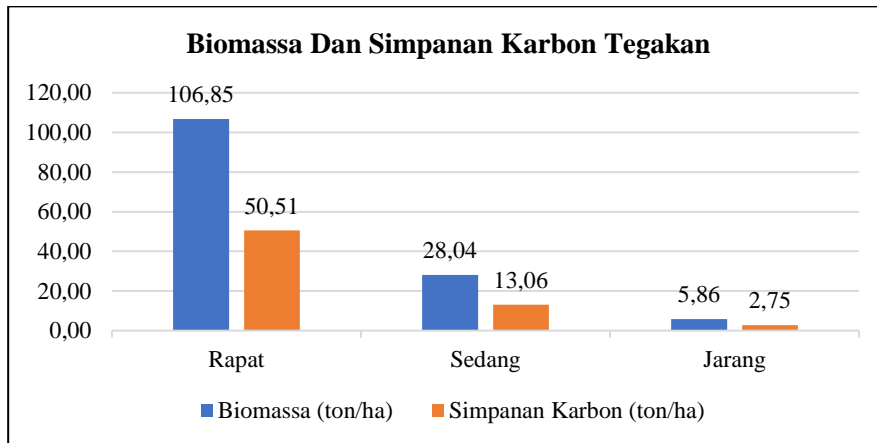
- NEK: Nilai Ekonomi Karbon
- HargaPasarKarbon: Rp58.800

HASIL DAN PEMBAHASAN

Potensi Biomassa dan Simpanan Karbon Pada Tegakan

Potensi biomassa dan karbon pada tegakan merupakan total nilai simpanan pada

beberapa tingkatanutupan lahan yaitu tingkat rapat, sedang, dan jarang. Hasil perhitungan biomassa dan karbon disajikan pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Potensi Biomassa dan Simpanan Karbon Tegakan

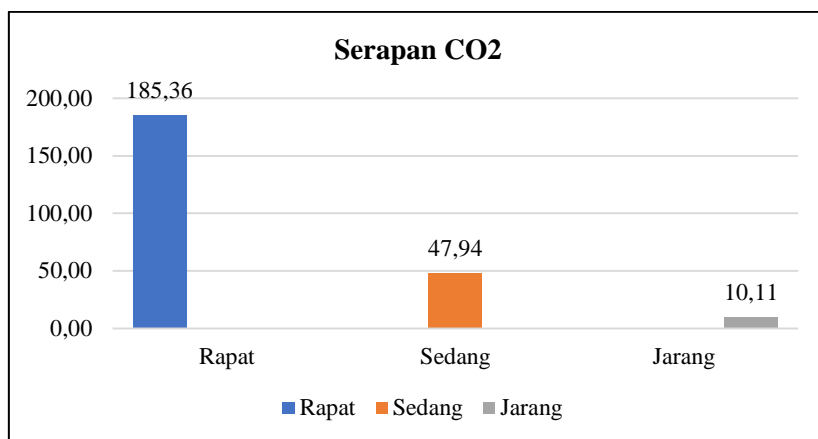
Berdasarkan Gambar 3. potensi biomassa pada tingkat rapat 106,86 ton/ha dan simpanan karbon 50,51 ton/ha. Pada Tingkat sedang biomassa 28,04 ton/ha dan simpanan karbon 13,06 ton/ha. Tingkat jarang biomassa 5,86 ton/ha dan simpanan karbon 2,75 ton/ha. Total biomassa di Undana sebesar 140,76 ton/ha dan simpanan karbon 66,32 ton/ha. Kontribusi terbesar dalam menyumbang biomassa dan karbon adalah pada tingkatan rapat. Hal ini dikarenakan vegetasi pada tingkat rapat memiliki jumlah yang banyak serta memiliki komponen kayu sebagai tempat penyimpanan cadangan karbon dari hasil fotosintesis sehingga mampu menyimpan biomassa dan karbon yang banyak. Berdasarkan penelitian Istomo dan Farida (2017) dalam Drupadi *et al.*, (2021), biomassa tegakan semakin meningkat dengan meningkatnya kerapatan tegakan, demikian pula karbon yang tersimpan dipengaruhi oleh kerapatan tegakan.

Jika dibandingkan dengan total simpanan karbon di kampus Universitas Tanjungpura (Untan) sebesar 248,85 ton/ha, kampus Undana masih tergolong rendah hal ini dikarenakan luas area hijau dan Tingkat

kepadatan vegetasi di Untan lebih tinggi sehingga mendukung Cadangan karbon yang jauh lebih besar. Namun perbedaan penggunaan persamaan allometric dan kisaran diameter tegakan yang diambil harus diperhatikan Kembali sebagai perbandingan (Raynaldo & Linda, 2018). Dari perbandingan ini menunjukkan pentingnya pengelolaan lahan hijau dalam menentukan kapasitas penyimpanan karbon pada area kampus.

Potensi Serapan CO₂

Perhitungan serapan CO₂ didapatkan dengan cara kalikan nilai karbon dengan 3,67 yang merupakan nilai konversi unsur C ke CO₂. Berdasarkan Gambar 3 Serapan karbondioksida tertinggi terdapat pada tingkatan rapat dengan jumlah serapan 185,36 ton/ha. Hal ini dikarenakan pada tingkatan rapat memiliki nilai karbon yang lebih tinggi. Serapan karbon sangat dipengaruhi oleh nilai simpanan karbon oleh karena itu apapun yang menyebabkan bertambah atau berkurangnya potensi simpanan karbon akan berpengaruh pula terhadap serapan karbon (Wulandari, 2015). Total potensi serapan CO₂ di area kampus Undana sebesar 243,40 ton/ha.



Gambar 4. Grafik Serapan CO₂

Valuasi Ekonomi Karbon

Perhitungan serapan CO₂ didapatkan dengan cara kalikan nilai serapan CO₂ dengan masing- masing carbon pool sesuai tingkatan dengan harga karbon \$3,81 atau

setara dengan Rp 58.800 per ton CO₂ (IDXCarbon, 2024).

Tabel 2 . Valuasi Ekonomi Karbon

No	Tingkatan	CO ₂ ton	Valuasi karbon (\$)	Valuasi karbon (Rp)
1	Rapat	7.970,30	30.366,85	465.653.800
2	Sedang	2.061,26	7.853,40	121.202.145
3	Jarang	434,74	1.656,35	25.562.579
Jumlah		10.466,30	39.876,61	615.418.524

Sumber: (Data Primer 2024)

Berdasarkan Tabel 2. dapat dilihat bahwa valuasi ekonomi karbon tegakan di area kampus Universitas Nusa Cendana menghasilkan \$ 39.876,61 US Dollar atau setara dengan Rp 615.418.524 (Enam Ratus Lima Belas Juta Empat ratus Delapan Belas Ribu Lima Ratus Dua Puluh Empat Rupiah). Informasi mengenai valuasi ekonomikarbon pada lingkungan kampus Undana tersebut dapat dipergunakan untuk keikutsertaan kampus dalam Perdagangan karbon. Dengan adanya IDXCarbon dari BEI, semua instansi yang mengelola hutan ataupun Ruang Terbuka Hijau (RTH) termasuk lingkungan kampus bisa menambah pendapatan negara dengan ikut serta dalam perdagangan karbon di BEI.

Informasi mengenai valuasi ekonomi karbon dalam penelitian ini dapat meningkatkan kesadaran seluruh civitas akademika tentang pentingnya menjaga lingkungan kampus. Dengan terus menjaga kampus dari kerusakan lingkungan maka

kita dapat menambah pendapatan sebesar \$ 39.876,61 US Dollar atau setara 39 dengan Rp 615.418.524. Begitu pun sebaliknya jika kampus mengalami kerusakan lingkungan, maka akan berpotensi kehilangan kontribusi ekologis dan kerugian keuangan sebesar \$ 39.876,61 US Dollar atau setara dengan Rp 615.418.524.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan di Kampus Universitas Nusa Cendana, didapatkan hasil potensi biomassa pada tegakan di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah sebesar 140,76 Ton/Ha dan simpanan karbon pada tegakan di area kampus Universitas Nusa Cendana adalah sebesar 66,32 Ton/Ha. Nilai serapan CO₂ di area kampus Universitas Nusa cendana sebesar 243,40 ton/ha dan valuasi ekonomi karbon di area kampus Universitas Nusa Cendana sebesar \$ 39.876,61 US Dollar atau setara dengan Rp 615.418.524. Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi

sebuah acuan dalam membangun RTH di kampus Universitas Nusa Cendana. Perlu dilakukan penelitian lanjutan tentang potensi biomassa, karbon dan serapan CO₂ serta valuasi ekonomi karbon bawah permukaan tanah untuk mengetahui potensi biomassa, karbon dan serapan CO₂ serta valuasi ekonomi karbon total di Universitas Nusa Cendana.

DAFTAR PUSTAKA

- Drupadi, T. A., Ariyanto, D. P., & Sudadi, S. (2021). Pendugaan Kadar Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Berbagai Kemiringan dan Tutupan Lahan di KHDTK Gunung Bromo UNS. *Agrikultura*, 32(2), 112-119
- Fredyanti, M. P., Diana, R., & Sutedjo, S. (2022). Potensi Serapan Karbondioksida pada Beberapa Ruang Terbuka Hijau Kampus Universitas Mulawarman Gunung Kelua Samarinda. *ULIN: Jurnal Hutan Tropis*, 6(1), 105-113.
- Goasyah, I., Purnama, M. M. E., & Rammang, N. (2021). Keanekaragaman Vegetasi Mangrove (Studi Kasus di Desa Kalikur Waikoro Leulaleng, Kecamatan Buyasuri, Kabupaten Lembata, Provinsi Nusa Tenggara Timur). *Jurnal Wana Lestari*, 3(2), 198-207.
- IDXCarbon. (2024). *IDXCarbon Monthly Report August 2024*. 164, 4-15.
- Ilyas, S. (2013). Carbon sequestration and growth of stands of *Cassia siamea* Lamk. in coal mining reforestation area. *Indian J Sci Technol*, 6(11), 540-510.
- Jerobisonif, A., Amabi, D. A., & Johannis, D. E. (2022). Identifikasi Pemanfaatan Ruang Terbuka di Kampus Universitas Nusa Cendana-Penfui, Kupang. *GEWANG: Gerbang Wacana dan Rancang Arsitektur*, 4(2), 76-90.
- Ketterings, Q. M., Coe, R., van Noordwijk, M., & Palm, C. A. (2001). Reducing Uncertainty in the Use of Allometric Biomass Equations for Predicting Above-Ground Tree Biomass in Mixed Secondary Forests. *Forest Ecology and management*, 146(1-3), 199-209.
- Krisnawati, H., Adinugroho, W. C., & Imanuddin, R. (2012). *Monograf pada Berbagai Tipe Ekosistem Hutan di Indonesia CO*. Bogor: Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kementerian Kehutanan.
- Marimpan, L. S., Purwanto, R. H., Wardhana, W., & Sumardi. (2022). Carbon storage potential of *Eucalyptus urophylla* at several density levels and forest management types in dry land ecosystems. *Biodiversitas*, 23(6), 2830-2837.
- Najib, N. N., & Anisa. (2022). Valuasi Ekonomi Kawasan Ekowisata dengan Metode Travel Cost di Desa Baloli, Kabupaten Luwu Utara (Economic Valuation of Ecotourism Using the Travel Cost Method in Baloli Village, North Luwu Regency). *Jurnal Penelitian Kehutanan Bonita*, 4(1), 38-47.
- Nursyahbandi, U. H., Subchan, W., & Suratno. (2020). The estimation of CO₂ absorption and O₂ production from trees on main street in the City of Jember. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 485(1), 012-047.
- Raynaldo, A., & Linda, R. (2018). *Kerapatan dan Biomassa Pohon di Kampus Universitas Tanjungpura sebagai Kantong Karbon Kota Pontianak*. *Protobiont*, 7(1), 6-12.
- Rinjani, A. R., Setyaningsih, L., & Rusli, A. R. (2016). Potensi Serapan Karbon di Jalur Hijau Kota Bogor. *Jurnal Nusa Sylva*, 16(1), 32-40.
- Saputri, R. E., Senoaji, G., & Hidayat, M. F. (2022). Estimasi Serapan dan Emisi Karbon Dioksida dari Sektor Rumah Tangga di Desa Tanjung Harapan Jaya Kabupaten Bengkulu Utara Propinsi

- Bengkulu. *Journal of Global Forest and Environmental Science*, 2(1), 51–60.
- Sartika, R., Putra, E. V., & Fahmi, K. (2023). Pemanfaatan Fungsi Sosial Budaya RTH (Ruang Terbuka Hijau) di Kota Payakumbuh. *Jurnal Perspektif*, 6(2), 198–206.
- Standar Nasional Indonesia, S. (2011). Penyusunan persamaan alometrik untuk penaksiran cadangan karbon hutan berdasar pengukuran lapangan (ground based forest carbon accounting). *Standar Nasional Indonesia*, 1–6.
- Sultan, S., Hasanuddin, H., Latifah, H., & Awal, N. (2020). Nilai Serapan Karbon Hutan Pinus Di Desa Pesse Kecamatan Donri – Donri Kabupaten Soppeng. *Jurnal Penelitian Kehutanan BONITA*, 2(1), 32-36.
- Tim Arupa. 2014. Menghitung Cadangan Karbon di Hutan Rakyat Panduan bagi Para Pendamping Petani Hutan Rakyat. Sleman: Biro Penerbit Arupa.
- Valensari, A. (2013). *Estimasi Cadangan Karbon Pada Perkebunan Kelapa Sawit (Elaeis guineensis Jacq) Ptpn XIV di Luwu Timur*. [Thesis]. Universitas Hasanuddin.
- Wulandari, C., & Putri, A. H. M. (2015). Potensi Penyerapan Karbon pada Tegakan Damar Mata Kucing (*Shorea javanica*) di Pekon Gunung Kemala Krui Lampung Barat. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(2), 13-20.
- Yuliana, E. F. (2011). *Potensi Biomassa dan Karbon Akar Jenis Gamal (Gliricidia Sepium Jacq.) di Hutan Pendidikan Wanagama I, Yogyakarta*. [Skripsi]. Universitas Gadjah Mada.

PENGARUH WARNA SERBUK DAN KEKENTALAN PEREKAT TERHADAP KETAHANAN LUKISAN SERBUK GERGAJI

The Effect of Powder Color and Adhesive Viscousness on the Resistance of Sawsuddinary Painting

Muhammad Yusuf¹, Khadijah Aziz Karim¹, Srida Mitra Ayu¹, Wiwi Octaviani¹, Maria¹

¹Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan, Universitas Andi Djemma Palopo,

Kampus Agrokompleks Unanda, Palopo 19211

e-mail: wiwi_octaviani@unanda.ac.id

ABSTRACT

Sawdust is a waste product of the sawmill industry. Generally it has no economic value, but it can have a higher selling value if processed into a work of art in the form of a painting from sawdust. The purpose of this study was to determine the effect of powder color and adhesive viscosity on the durability of sawdust paintings. Through an experiment using a completely randomized design factorial 2 factors, namely powder color and water volume. The powder color consists of 2 levels, S1 (brown) and S2 (black). The adhesive viscosity factor is 3 levels, A1 (80 gr glue + 75 ml water), A2 (80 gr glue + 100 ml water), A3 (80 gr glue + 150 ml water) and repeated 3 times so that the combination of treatments is 18 paintings with observation parameters of the number of points, shape and area of damage. Anova test was carried out on the parameters of the number of points and the area of damage. The results of the Anova test showed that the color of the powder (S) did not significantly affect the durability of the painting either from the parameters of the number of points or the area of damage. Meanwhile, the adhesive viscosity (A) has a significant effect on the durability of the painting on the parameter of the area of damage. The results of the Tukey test showed that the comparison of adhesive viscosity A1 with a ratio of 80 grams of glue + 75 ml of water had the best effect on the durability of the painting seen from the smallest area of damage. This treatment was not significantly different from A3, but different from A2.

Keywords: *Adhesive Viscosity, Damage Area, Durability, Painting, Sawdust Color*

ABSTRAK

Serbuk kayu atau serbuk gergaji merupakan hasil sisa industri penggergajian kayu. Umumnya sudah tidak memiliki nilai ekonomis, tetapi dapat memiliki nilai jual yang lebih apabila diproses menjadi sebuah karya seni berupa lukisan dari serbuk kayu. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh warna serbuk dan kekentalan perekat terhadap ketahanan lukisan serbuk gergaji. Melalui percobaan menggunakan rancangan acak lengkap faktorial 2 faktor yaitu warna serbuk dan volume air. Warna serbuk terdiri atas 2 taraf, S1 (coklat) dan S2 (hitam). Faktor kekentalan perekat sebanyak 3 taraf, A1 (80 gr lem + 75 ml air), A2 (80 gr lem + 100ml air), A3 (80 gr lem + 150ml air) dan diulang sebanyak 3 kali sehingga kombinasi perlakuan sebanyak 18 lukisan dengan parameter pengamatan jumlah titik, bentuk dan luas kerusakan. Uji Anova dilakukan terhadap parameter jumlah titik dan luas kerusakan. Hasil uji Anova menunjukkan bahwa warna serbuk (S) tidak signifikan pengaruhnya terhadap ketahanan lukisan baik dari parameter jumlah titik maupun luas kerusakan. Sedangkan kekentalan perekat (A) memberikan pengaruh nyata terhadap ketahanan lukisan pada parameter luas kerusakan. Hasil uji tukey menunjukkan bahwa perbandingan kekentalan perekat A1 dengan perbandingan 80 gram lem + 75 ml air paling baik pengaruhnya terhadap ketahanan lukisan dilihat dari luas kerusakan paling kecil. Perlakuan tersebut tidak berbeda nyata dengan A3, namun berbeda dengan A2

Kata kunci: Kekentalan Perekat, Luas Kerusakan, Ketahanan, Lukisan, Warna Serbuk Gergaji

PENDAHULUAN

Industri kehutanan memegang peran krusial dalam perekonomian Indonesia, terutama dalam penyediaan bahan baku kayu yang mencapai 63,4 juta m³ per tahun (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2023). Namun, limbah hasil pengolahan kayu, seperti serbuk gergaji, masih menjadi tantangan lingkungan yang belum terselesaikan. Data terbaru menunjukkan bahwa 12-15% dari total kayu olahan berubah menjadi serbuk gergaji, yang umumnya dibakar atau ditimbun, memperparah emisi karbon dan pencemaran udara (Sofyan, 2023). Padahal, serbuk gergaji mengandung komponen lignoselulosa yang berpotensi dimanfaatkan sebagai material bernilai tambah, termasuk dalam bidang seni dan kerajinan (Dewi *et al.*, 2024).

Inovasi pemanfaatan serbuk gergaji sebagai media lukis telah berkembang sebagai upaya mengurangi limbah kehutanan sekaligus menciptakan produk kreatif berkelanjutan (Budiwiyanto *et al.*, 2016). Namun, aplikasi ini menghadapi kendala teknis, terutama rendahnya ketahanan lukisan terhadap kelembaban, gesekan, dan perubahan suhu, yang berakibat pada cepatnya degradasi estetika dan struktural (Dewi *et al.*, 2024).

Studi terdahulu dalam bidang teknologi komposit kayu menyebutkan bahwa penambahan pelarut perekat sintetis seperti *urea-formaldehida* atau polimer berbasis lignin dapat meningkatkan stabilitas dimensi dan kekuatan mekanis material kayu (Rachmawati *et al.*, 2018). Namun, penelitian ini belum diadaptasi secara spesifik untuk media seni berbasis serbuk gergaji yang memerlukan keseimbangan antara ketahanan, tekstur, dan ramah lingkungan.

Isu terkini dalam industri kayu global menekankan pentingnya prinsip *circular economy* dan substitusi bahan kimia

berbahaya dengan alternatif ramah lingkungan. Pelarut perekat konvensional seperti epoksi dan akrilik dinilai berisiko menghasilkan emisi *volatile organic compounds* (VOC) yang bertentangan dengan standar keberlanjutan kehutanan (FAO, 2022). Di sisi lain, pelarut alami seperti *tannin* ekstrak kulit kayu atau pati termodifikasi mulai diuji sebagai solusi hijau, meski efektivitas adhesifnya pada partikel serbuk halus masih terbatas (Rachmawati *et al.*, 2018). Selain itu, kebijakan Indonesia tentang Pengelolaan Hutan Lestari (PHL) menuntut inovasi material yang mendukung *zero-waste production* dalam industri kayu (PP No. 23 Tahun 2021).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh warna serbuk dan kekentalan perekat terhadap ketahanan lukisan serbuk gergaji. Hasil studi diharapkan tidak hanya memperkaya literatur di bidang kehutanan tentang valorisasi limbah kayu, tetapi juga menjadi rekomendasi teknis bagi industri dan pengrajin dalam memproduksi karya seni berdaya tahan tinggi yang selaras dengan prinsip kelestarian hutan.

METODE PENELITIAN

Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kelurahan Wara Timur Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan pada bulan Oktober - November 2024.

Jenis Data

Jenis data yang digunakan terbagi atas :

1. Data primer dalam penelitian ini adalah jumlah titik, bentuk dan luas kerusakan sebagai parameter ketahanan lukisan
2. Data sekunder dalam penelitian ini adalah literatur, artikel, jurnal situs di internet serta yang berkaitan dengan penelitian yang terkait.

Teknik Pengumpulan Data

1. Tahap persiapan

Dalam tahapan ini menyiapkan alat dan bahan yang disiapkan dalam melakukan eksperimen penelitian. Tahapan ini sangat berguna untuk mengumpulkan alat dan bahan, persiapan alat dan bahan membutuhkan waktu ± 1 hari.

2. Tahap Pembuatan

Serbuk gergaji disangrai dalam wajan dengan menggunakan kompor gas. Lama penyangraian membutuhkan waktu sekitar 3 menit untuk mendapatkan warna serbuk gergaji yang lebih gelap yaitu berwarna coklat. Untuk mendapatkan warna serbuk hitam dilakukan penyangraian 5 menit. Setelah itu, hasil penyangraian dimasukkan ke dalam wadah baskom dan didiamkan selama 20 – 30 menit agar serbuk tersebut dingin secara sempurna dan siap untuk diproses selanjutnya.

Kemudian pembuatan sketsa gambar di atas tripleks berukuran 20 x 20 cm. Proses berikutnya adalah pemberian lem perekat pada gambar sketsa di atas lapisan tripleks dengan cara pengolesan menggunakan kuas lukis, kemudian serbuk gergaji ditabur sesuai bentuk gambar sketsa yang dibuat.

3. Tahap Akhir

Setelah tahap penaburan selesai, proses pengeringan alami merupakan tahap final dalam pembuatan lukisan serbuk kayu, dilakukan selama kurang lebih satu jam baik

di lingkungan *indoor* maupun *outdoor*. Hal ini bertujuan untuk mendapatkan serbuk dan perekat yang ketahanan dan keawetan serbuknya bertahan lama. Untuk menguji ketahanan dilakukan proses perendaman selama ± 1 menit. Perendaman ini tidak membutuhkan waktu yang lama karena merusak lukisan dan pembekakan lapisan frame (tripleks).

Ketahanan Lukisan

Uji ketahanan lukisan serbuk gergaji kayu dilakukan melalui percobaan Rancangan Faktorial dengan menggunakan 2 faktor yaitu :

1. Faktor I, Warna serbuk (S) yang terdiri atas 2 taraf :
 - a. Warna serbuk coklat (S1)
Serbuk gergaji coklat dilakukan dengan cara penyangraian selama 3 menit dengan suhu 80 C^o agar mendapatkan warna serbuk coklat.
 - b. Warna serbuk hitam (S2)
Serbuk gergaji hitam dilakukan penyangraian selama 5 menit dengan suhu 160 C^o sehingga mendapatkan warna yang lebih gelap yaitu warna serbuk hitam.
2. Faktor II, Kekentalan Perekat (A) yang terdiri atas 3 taraf yaitu :
 - a. 80 gr lem + 75 ml air (A1)
 - b. 80 gr lem +100 ml air (A2)
 - c. 80 gr lem +150 ml air (A3)

Sehingga diperoleh 6 kombinasi perlakuan seperti tabel berikut :

Tabel 1. Kombinasi Perlakuan

Warna Serbuk	Kekentalan Perekat (A)		
	A1	A2	A3
Serbuk Coklat (S1)	S ₁ A ₁	S ₁ A ₁	S ₁ A ₁
	S ₁ A ₂	S ₁ A ₂	S ₁ A ₂
	S ₁ A ₃	S ₁ A ₃	S ₁ A ₃
Serbuk Hitam (S2)	S ₂ A ₁	S ₂ A ₁	S ₂ A ₁
	S ₂ A ₂	S ₂ A ₂	S ₂ A ₂
	S ₂ A ₃	S ₂ A ₃	S ₂ A ₃

Berdasarkan Tabel 1. dapat dilihat bahwa percobaan tersebut diulang sebanyak 3 kali sehingga kombinasi perlakuan sebanyak 6 x 3 = 18 lukisan.

Analisis Data

Data dianalisis secara deskriptif kuantitatif yaitu menggambarkan kekentalan perekat yang menghasilkan lukisan tahan terhadap air. Penelitian menggunakan

rancangan faktorial. Proses analisis data diawali dengan uji *Analysis of Variance* (ANOVA) pada tingkat kepercayaan 95%. Bila diperoleh hasil yang signifikan, analisis dilanjutkan dengan uji pembandingan beda nyata terkecil (BNT) untuk mengidentifikasi perbedaan antar kelompok perlakuan. Model matematis Rancangan Percobaan Faktorial adalah :

$$Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + \beta_j + (\alpha\beta)_{ij} + \epsilon_{ijk}$$

Dimana :

- Y_{ijk} = Pengamatan faktor (I) taraf ke-i dan faktor (II) taraf ke-j dan ulangan ke-k.
- μ = Rataan umum
- α_i = Pengaruh faktor (I) pada taraf ke-i
- β_j = Pengaruh faktor (II) pada

- taraf ke-j
- $\alpha\beta_{ij}$ = interaksi antara faktor A dan faktor B
- ϵ_{ijk} = Pengaruh galat pada faktor I taraf ke-i, faktor II taraf ke-j dan ulangan ke-k.

Hipotesis

$H_0 = U_1 : U_2 : U_3 = 0$ atau sama

$H_1 =$ Paling sedikit ada perbedaan

Jika:

- a. $F_{hitung} > F_{tabel 5\%}$ = Tolak H_0 , terima H_1 artinya ada perbedaan antara perlakuan yang diberikan.
- b. $F_{hitung} < F_{tabel 5\%}$ = Terima H_0 artinya tidak ada perbedaan antar perlakuan

Rumus analisis sidik ragam :

Tabel. 2 Analisis Variansi (ANOVA)

Sumber Keragaman(SK)	Derajat Bebas (db)	Jumlah Kuadrat (JK)	Kuadrat Tengah (KT)	F_{hitung}	F_{tabel}	
					5%	1%
Perlakuan	ab-1	JKP	KTP	KTP/KTG		
Faktor I	a-1	JK(I)	KT(I)	KT(I)/KTG		
Faktor II	b-1	JK(II)	KT(II)	KT(II)/KTG		
AB IxII	(a-1)(b-1)	JK(IxII)	KT(IxII)	KT(IxII)/KTG		
Galat	ab(r-1)	JKG	KTG			
Total	abr-1	JKT				

HASIL DAN PEMBAHASAN

Jumlah Titik dan Bentuk Kerusakan

Untuk perlakuan yang mengalami kerusakan, jumlah titik kerusakannya yang

berbeda beda seperti yang terlihat pada tabel 3.

Tabel 3. Jumlah Titik dan Betuk Kerusakan

Perlakuan	Ulangan			Total	Rata rata
	1	2	3		
S1A1	0	0	0	0	0
S1A2	1 (segi panjang)	1 (persegi)	1 (lingkaran)	3	1
S1A3	1 (segi panjang)	1 (segi panjang)	3 (segi panjang)	5	1,67
S2A1	0	0	0	0	0
S2A2	3 (segitiga 1) (segi panjang 2)	1 (segitiga)	3 (segi panjang)	7	2,33
S2A3	3 (segi panjang 2) (segitiga 1)	2 (segi panjang)	2 (segi panjang 1) (lingkaran 1)	7	2,33

Sumber : Data primer (2024)

Berdasarkan Tabel 3. rata-rata jumlah titik kerusakan tertinggi terjadi pada

perlakuan S2A2 dan S2A3 dengan nilai 2,33, sedangkan rata-rata titik kerusakan

terendah terjadi pada perlakuan S1A2 dengan nilai rata-rata 1. Perlakuan S1A1 dan S2A1 tidak mengalami kerusakan.

Perlakuan warna serbuk baik coklat maupun hitam tidak mengalami kerusakan pada pada kekentalan perekat A1, namun mengalami kerusakan pada kekentalan perekat A2 dan A3 dengan rata-rata titik kerusakan terbanyak pada A3. Dengan demikian, semakin cair perekatnya maka jumlah titik kerusakan semakin banyak, karena kekentalan perekat mempengaruhi kekuatannya untuk merekatkan. Semakin kental perekat, kekuatannya semakin tinggi sehingga tahan terhadap kerusakan. Hal ini sejalan dengan pendapat Santoso (2005) dalam Santoso & Abdurachman (2016), yang mengatakan bahwa cairan lem yang menunjukkan ukuran kekentalan dimana

semakin kental cairan lem berarti semakin tinggi tingkat ketahanannya.

Perekat yang baik adalah yang memiliki bentuk tidak terlalu kental maupun tidak terlalu encer. Perekat yang nilai viskositasnya (kekentalan) sesuai, akan membuat perekat mampu menembus pori-pori dengan baik dan membentuk ikatan yang optimum, sehingga menghasilkan daya rekat yang baik dan tahan lama.

Pengujian perlakuan terhadap jumlah titik kerusakan dilakukan dengan Uji ANOVA RAL menggunakan SPSS 21 for windows. Pengujian ini dilakukan untuk mengetahui apakah perlakuan warna serbuk maupun kekentalan perekat berpengaruh nyata atau tidak terhadap jumlah titik kerusakan.

Tabel 4. Uji Anova Jumlah Titik Kerusakan

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	11.278 ^a	7	1.611	1.362	.318
Intercept	30.609	1	30.609	25.867	.000
S	4.183	1	4.183	3.535	.089
A	5.126	2	2.563	2.166	.165
ULANGAN	2.250	2	1.125	.951	.419
S * A	.244	2	.122	.103	.903
Error	11.833	10	1.183		
Total	50.000	18			
Corrected Total	23.111	17			

Sumber : Data primer (2024)

Berdasarkan hasil uji anova pada Tabel 4. dapat dilihat bahwa baik warna maupun kekentalan perekat tidak signifikan terhadap jumlah titik kerusakan lukisan serbuk.

Luas Kerusakan

Luas kerusakan yang terjadi pada lukisan serbuk gergaji yang diberi perlakuan warna serbuk dan kekentalan perekat yang berbeda beda tersaji pada Tabel 5. berikut :

Tabel 5. Luas Kerusakan

Perlakuan	Luas Kerusakan(cm ²)			Total (cm ²)	Rata-Rata(cm ²)
	Tiap ulangan				
	1	2	3		
S1A1	0	0	0	0	0
S1A2	3,5	1	0,62	5,12	1,7
S1A3	0,45	3,8	11,03	15,8	5,09
S2A1	0	0	0	0	0
S2A2	16	4,5	13,75	34,5	11,41
S2A3	6,47	7,3	4,22	17,9	5,99

Sumber : Data primer (2024)

Pada Tabel 5. dapat dilihat bahwa rata-rata kerusakan terluas terjadi pada perlakuan S2A2 dengan nilai sebesar 11,41 cm², Sedangkan luas kerusakan yang terkecil terjadi pada perlakuan S1A2 dengan rata rata 1,7 cm². Besar kecilnya luas kerusakan yang terjadi adalah indikator ketahanan lukisan serbuk yang diberi perlakuan warna serbuk dan kekentalan perekat.

Hasil uji anova terhadap luas kerusakan menunjukkan bahwa kekentalan perekat signifikan terhadap luas kerusakan dengan signifikansi $0,021 < 0,05$ sesuai

dengan Tabel 7. Menurut Sulistyanto (2015), faktor yang dapat mempengaruhi nilai ketahanan rekat lukisan serbuk yaitu bahan dasar/penambahan pelarut dari lem itu sendiri. Jumlah lem yang diberikan ke permukaan bahan, serta tingkat kehalusan permukaan benda yang akan direkatkan. Hal ini bertujuan supaya lem yang terlebur akan dapat masuk ke dalam pori-pori, faktor yang mempengaruhi tingkat ketahanan rekat pada permukaan bahan antara lain faktor kekasaran permukaan benda yang akan direkat, dan kekentalan perekat.

Tabel 6. Luas Kerusakan

Source	Type III Sum of Squares	Df	Mean Square	F	Sig.
Corrected Model	307.666 ^a	7	43.952	3.450	.038
Intercept	293.143	1	293.143	23.010	.001
S	56.321	1	56.321	4.421	.062
A	149.672	2	74.836	5.874	.021
Ulangan	15.344	2	7.672	.602	.566
S * A	86.329	2	43.164	3.388	.075
Error	127.400	10	12.740		
Total	728.210	18			
Corrected Total	435.067	17			

Sumber : Data primer (2024)

Berdasarkan hasil uji anova pada Tabel 6. dimana kekentalan perekat signifikan terhadap luas kerusakan lukisan, maka dilanjutkan dengan uji Tukey untuk

mengetahui perbandingan pengaruh kekentalan perekat terhadap luas kerusakan lukisan serbuk.

Table 7. Uji Tukey Luas Kerusakan

	Perlakuan A	N	Subset	
			1	2
TukeyHSD ^{a,b}	A 1	6	.0000	
	A 3	6	5.5450	5.5450
	A 2	6		6.5617
	Sig.		.054	.876

Sumber : Data primer (2024)

Dari hasil uji Tukey pada Tabel 7. terlihat bahwa kekentalan perekat A1 berbeda secara signifikan dengan kekentalan perekat A2, namun tidak berbeda dengan A3. Hal tersebut menunjukkan bahwa perlakuan A1 dengan kekentalan paling tinggi menunjukkan pengaruh yang paling baik terhadap ketahanan lukisan serbuk gergaji dilihat dari luas kerusakannya yang

paling kecil. Menurut Jalaluddin *et al.*, (2023), kandungan bahan perekat dapat memberikan pengaruh yang nyata terhadap serbuk gergaji.

Waktu Pengeringan

Hasil Pengamatan terhadap waktu pengeringan lukisan serbuk gergaji tersaji pada tabel berikut:

Tabel 8. Waktu Pengeringan

Perlakuan	Waktu (menit)
S1A1	118
S1A2	116
S1A3	114
S2A1	118
S2A2	116
S2A3	114

Sumber : Data Primer 2024

Pada Tabel 8. dapat dilihat bahwa waktu pengeringan dilakukan selama 1 jam 58 menit, proses tersebut dilakukan dengan cara perendaman selama 2 menit pada setiap lukisan, kemudian diberikan jeda waktu 2 menit setiap melakukan perendaman. Setelah perendaman kemudian akan dilanjutkan pengeringan untuk melihat bentuk kerusakan yang terjadi pada lukisan serbuk. Penelitian Zikri *et al.*, (2015), mengungkapkan adanya korelasi positif antara lamanya waktu pengeringan dengan laju pengeringan. Selain itu, suhu udara yang lebih tinggi menghasilkan energi panas lebih besar yang mampu meningkatkan kecepatan evaporasi perekat dari substrat.

Amin *et al.*, (2018), menjelaskan bahwa peningkatan suhu udara pengering akan meningkatkan kapasitas bahan dalam melepaskan pelarut dari permukaannya. Hal ini terjadi karena udara bersuhu tinggi membawa lebih banyak energi panas, yang berakibat pada peningkatan laju penguapan cairan dari material yang dikeringkan sehingga semakin lama waktu pengeringan maka semakin kuat ketahanan lukisan.

SIMPULAN

Kekentalan perekat 80gram lem + 75ml air memberikan pengaruh paling baik terhadap ketahanan lukisan serbuk dilihat dari luas kerusakan. Semakin rendah kekentalan perekat semakin rendah ketahanan lukisan serbuk gergaji begitu pula dengan warna serbuk, semakin gelap warna serbuk maka semakin rendah daya lekatnya. Diperlukan pengujian ketahanan material terhadap faktor eksternal seperti kelembaban tinggi, paparan UV, atau perubahan suhu untuk simulasi rill pemajangan karya.

DAFTAR PUSTAKA

- Amin, S., Jamaluddin, J. & Rais, M. (2018). Laju pindah panas dan massa pada proses pengeringan gabah menggunakan alat pengering tipe bak (*batch dryer*). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*, 4, pp.S87-S104.
- Budiwiyanto, J., Badriyah, S., & Fauza, D.H. (2016). *Pengembangan Desain Furnitur dan Accessories Interior "Limbukyu" Dengan Menggali Budaya Tradisi Jawa sebagai Upaya Membangun "Brand I Mage" Produk Ekonomi Kreatif Perguruan Tinggi Seni*. Laporan Penelitian Hibah Bersaing.
- Dewi, S. S., Asfar, A. M. I. T., Asfar, A. M. I. A., Nurannisa, A., Damayanti, W., & Erfiana, I. (2024). *Eco-Substrate Innovative dari Limbah Serbuk Gergaji*. Sleman-DIY: Penerbit KBM Indonesia.
- FAO. (2022). *Global Forest Products Statistic: Trends in Wood-Based Circular Economy*. Food and Agriculture Organization.
- Jalaluddin, Muarif, A., Suryati, S., & Masrullita, M. (2023). Pengaruh Perbandingan Komposisi Briket dari Arang Serbuk Gergaji Kayu dan Cangkang Sawit Dengan Perekat Molase Terhadap Kadar Air, Kadar Abu, Laju Pembakaran dan Nilai Kalor Briket. *Chemical Engineering Journal Storage*, 3(5), 629-640
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2023). *Statistik*

Lingkungan Hidup dan Kehutanan Tahun 2022. Jakarta: KLHK.

- Rachmawati, O., Sugita, P., & Santoso, A. (2018). Sintesis Perekat Tanin Resorsinol Formaldehida dari Ekstrak Kulit Pohon Mangium untuk Peningkatan Kualitas Batang Sawit. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 36(1), 33-46.
- Santoso, A., & Abdurachman, A. (2016). Karakteristik ekstrak kulit kayu mahoni sebagai bahan perekat kayu. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 34(4), 269-284.
- Sofyan, A., 2023. *Pemanfaatan Limbah Kayu Dengan Menggunakan Metode Green Productivity Pada Ud. Dongan Sahuta Medan*. [Doctoral dissertation]. Universitas Medan Area
- Sulistyanto, E. P., Darmanto, Y. S., & Amalia, U. (2015). Karakteristik Lem Ikan dari tiga Jenis Ikan Laut yang Berbeda. *Ilmu Dan Kelautan Tropis*, 7(1), 23–32.
- Zikri, A. & Erlinawati, I.R. (2015). Uji Kinerja Rotary Dryer Berdasarkan Efisiensi Termal Pengeringan Serbuk Kayu Untuk Pembuatan Biopelet. *Jurnal Teknik Kimia*, 21(2), 50-58.

**LINIERITAS DIAMETER DAN TINGGI TERHADAP BIOMASSA DAN KARBON
TERSIMPAN *Gmelina arborea* DI HUTAN RAKYAT DESA MIRRORING**

*Linearity of Diameter and Height to Biomass and Carbon Storage of *Gmelina arborea* in
Mirring Village Community Forest*

Daud Irundu¹, Faradilah Farid Karim¹, Asrul¹

¹*Program Studi Kehutanan Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Sulawesi Barat.
e-mail: daud_irundu@unsulbar.ac.id*

ABSTRACT

*Biomass and carbon are forest products stored in plants as a result of photosynthesis. *Gmelina arborea*, as a community forest plant in Mirring Village, produces biomass and stored carbon, influenced by various factors including diameter and plant height. The purpose of this study was to analyze the linear relationship between the diameter and height of *Gmelina arborea* and its biomass and stored carbon. The method used was a survey and measurement of the diameter and height of 35 *Gmelina arborea* trees, followed by an analysis of their linearity and the coefficient of determination (R^2) generated from the relationship analysis. The results showed a very strong linear relationship between diameter and biomass and stored carbon, and a fairly strong relationship between height and biomass and stored carbon. The R^2 values from both relationship analyses were 0.741 and 0.908, respectively. This shows that the diameter and height of *Gmelina arborea* plants significantly explain the variation in biomass and carbon storage values.*

Keywords: *Biomass, Carbon, *Gmelina*, Linear, Relationship*

ABSTRAK

Biomassa dan karbon merupakan produk hasil hutan yang tersimpan pada tanaman hasil dari fotosintesis. *Gmelina arborea* sebagai tanaman hutan rakyat di Desa Mirring dalam menghasilkan biomassa dan karbon tersimpan dipengaruhi berbagai faktor, diantaranya yaitu diameter dan tinggi tanaman. Tujuan penelitian ini adalah menganalisis hubungan linier yang terbentuk antara diameter dan tinggi *Gmelina arborea* terhadap biomassa dan karbon tersimpannya. Metode yang digunakan adalah survey dan pengukuran diameter dan tinggi 35 tanaman *Gmelina arborea* kemudian dianalisis linieritasnya serta koefisien determinasi (R^2) yang ditumbulkan dari analisis hubungan yang dibangun. Hasil analisis menunjukkan hubungan linieritas yang terbagun antara diameter terhadap biomassa dan karbon tersimpan sangat baik., begitupula hubungan antara tinggi terhadap biomassa dan karbon tersimpan cukup baik. Nilai R^2 dari kedua analisis hubungan yang terbangun masing-masing 0,741 dan 0,908. Hal ini menunjukkan bahwa diameter dan tinggi tanaman *Gmelina arborea* signifikan menjelaskan variasi nilai biomassa dan karbon tersimpannya dengan baik.

Kata Kunci: Biomassa, Karbon, *Gmelina*, Linier, Hubungan

PENDAHULUAN

Jati putih (*Gmelina arborea*) merupakan tanaman pokok kehutanan yang banyak dibudidayakan masyarakat Indonesia, salah satunya di Desa Mirring, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat. Keberadaan jenis kayu ini pada hutan rakyat dikarenakan kemampuan cepat tumbuhnya (*fast growing*) dan juga nilai ekonominya yang cukup baik. Menurut Irundu dkk., (2018), jenis *Gmelina arborea* merupakan jenis tanaman kehutanan yang mendominasi pada hutan rakyat di desa mirring, dalam pengelolaan hutan rakyat yang didominasi *Gmelina arborea* ini mampu menghasilkan nilai ekonomi Rp. 191.169.056 tahun/ha. Kemampuan simpan dan serapan karbon oleh tanaman *Gmelina arborea* masing-masing dapat mencapai 44,86 ton/ha dan 164,63 ton/ha (Afriansyah dkk., 2019).

Gmelina arborea menghasilkan produk bernilai ekonomi dan jasa lingkungan. Biomassa dan karbon tersimpan adalah produk yang bernilai ekonomi dan jasa lingkungan. Hal ini memberi gambaran bahwa tanaman *Gmelina arborea* jika dikelola dengan baik akan memberikan manfaat ekonomi dan lingkungannya dengan maksimal. Karena sifatnya yang *fast growing* tanaman ini juga mampu menyerap karbon dioksida (CO₂) dengan baik. *Gmelina arborea* dapat menghasilkan biomassa dan karbon tersimpan masing-masing sebesar 24,81 ton/ha dan 11,66 ton/ha, melalui pendekatan diameter dan tinggi tanaman yang tidak menggambarkan bagaimana hubungan keterkaitan hubungan variabelnya (Irundu dkk., 2023).

Biomassa yang dihasilkan tanaman *Gmelina arborea* dapat dijadikan kayu pertukangan dan kayu energi, bahkan sebagian dari biomassa yang dihasilkan adalah karbon (C) yang tersimpan dalam bahan organiknya. Pengelolaan hutan rakyat sejatinya harus memiliki rencana yang berorientasi terhadap hasil yang diinginkan, salah satunya adalah menghasilkan biomassa dan karbon tersimpan yang besar. Indikator

yang dapat diukur kaitannya dengan nilai biomassa dan karbon tersimpan tanaman adalah diameter dan tinggi tanaman. Sehingga dengan adanya informasi hubungan diameter dan tinggi tanaman terhadap biomassa maka dapat menjadi bahan pertimbangan pengelolaan hutan rakyat kedepannya yang berfokus pada perkembangan diameter dan tinggi tanaman.

Trend pertumbuhan *Gmelina arborea* sangat dipengaruhi oleh berbagai faktor, baik dari sisi genetik maupun lingkungannya. Semua pengaruh faktor tersebut akan tergambarkan melalui kondisi fenotip tanaman. Diameter dan tinggi tanaman adalah dimensi fenotip tanaman *Gmelina arborea* yang dapat menggambarkan kondisi biomassa pada tanaman ini. Oleh karenanya perlu untuk mengetahui seberapa besar pengaruh informasi diameter dan tinggi tanaman terhadap pertambahan biomassa dan karbon tersimpan *Gmelina arborea*. Informasi tersebut dapat diketahui melalui analisis hubungan linier dan koefisien determinasi (R²) yang terbangun dalam proses regresi. Linieritas merupakan hubungan fungsional yang terbangun karena adanya fungsi sebab akibat (Sudaryono, 2014).

Nilai biomassa dan karbon tersimpan tanaman *Gmelina arborea* dapat diketahui melalui pendekatan dimensi diameter dan tinggi tanaman, sehingganya terdapat hubungan fungsional didalamnya. penjelasan linieritas baik jika didukung dengan nilai R² yang terbangun dalam analisis hubungan. Menurut Nugroho (2022), nilai R² secara signifikan dapat menjelaskan seberapa besar determinasi *independent variable* menjelaskan variasi atau perubahan nilai *dependent variable*. Dalam hal ini diameter dan tinggi tanaman adalah *independent variable* serta biomassa dan karbon tersimpan adalah *dependent variable*.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui linieritas hubungan diameter dan tinggi tanaman *Gmelina arborea* terhadap biomassa dan karbon tersimpan yang

dihasilkan. Studi kasus tanaman *Gmelina arborea* yang terdapat pada hutan rakyat di Desa Mirring, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat.

METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan juni hingg desember 2023 pada hutan rakyat yang yang berada di Desa Mirring, Kecamatan Binuang, Kabupaten Polewali Mandar, Provinsi Sulawesi Barat.

B. Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang dingakan meliputi hagameter, pita meter, meteran roll, *tally sheet*, alat dokumentasi, dan alat tulis menulis.

C. Tahapan Pelaksanaan

Tahapan kegiatan penelitian ini meliputi;

1. Menyiapkan alat dan bahan penelitian meliputi identifikasi alat dan bahan yang diperlukan serta persiapan penggunaannya sesuai dengan kebutuhan penelitian.
2. Menentukan 35 pohon sampel secara *purposive* berdasarkan variasi diameter dan tinggi tanaman, dengan pertimbangan keterwakilan polupasi diameter dan tinggi tanaman maka dilakukan penentuan sampel berdasarkan kelas diameter dan tinggi tanaman. Kelas diameter yang digunakan adalah kelipatan 5 cm dengan 7 kelas diameter, begitupun tinggi tanaman menggunakan kelipatan 5 m dengan 5 kelas tinggi tanaman.
3. Mengukur diemater tanaman setinggi dada atau 1,3 m dari permukaan tanah menggunakan pita meter
4. Mengukur tinggi total tanaman menggunakan hagameter dan bantuan meteran roll untuk jarak datar dalam pengaplikasian hagameter
5. Mencatat hasil pengukuran lapangan pada *tally sheet*
6. Melakukan analisis data

D. Analisis

Pendugaan biomassa pohon dapat dilakukan berdasarkan zona iklim. Berdasarkan data BPS (2022), Desa Mirring yang terletak di Kecamatan Binuang memiliki curah hujan <1500 mm/tahun. Menurut Hairiah, dkk (2011) untuk menduga biomassa vegetasi pada wilayah dengan curah hujan <1500 mm/tahun dapat menggunakan persamaan berikut;

$$AGB = 0,112 \times \pi D^2 H^{0,916}$$

Keterangan:

- AGB = *Aboveground biomass* (kg)
- D = Diameter (cm)
- H = Tinggi (m)
- π = Berat jenis

Nilai rata-rata berat jenis kayu jati putih yang dapat digunakan sebesar 0,43 (Aswad & Mufti, 2021). Nilai karbon tersimpan tanaman dapat ditentukan melalui perkalian nilai biomassa tanaman dengan kadar karbon bahan organik tanaman. Menurut Standar Nasional Indonesia tentang pengukuran karbon hutan, kadar karbon bahan organik sebesar 47% (BSN, 2011).

Linieritas menggunakan analisis regresi Analisis koefisien determinasi (R^2) variable diameter dan tinggi tanaman terhadap biomassa dan cadangan karbon dilakukan berdasarkan analisis regresi linier. Untuk dapat lebih mudah menginterpretasikan determinasi variable bebas terhadap variable terikat dengan mengalikan 100% dengan nilai R^2 (Saefuddin dkk., 2018).

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Biomassa dan Karbon Tersimpan Tanaman

Berdasarkan hasil pengukuran diperoleh nilai diameter dan tinggi tanaman *Gmelina arborea* seperti terlihat pada Tabel 1. Hasil menunjukkan bahwa diameter terkecil 2,55 cm dan terbesar 37,26 cm, untuk tinggi yang terendah 4 m dan tertinggi 25 m. Hasil pengukuran diameter terbesar dan tinggi maksimal yang ditemukan pada penelitian ini tergolong rendah. Menurut Rachmawati dkk., (2002), diameter tanaman

Gmelina arborea dapat mencapai 50-140 cm dan tinggi 30-40 m. Keberadaan tanaman ini juga dipengaruhi kebutuhan kayu oleh

masyarakat setempat, sehingga kayu yang berada pada hutan rakyat ini dapat dipanen kapan saja sesuai keinginan pemilik lahan.

Tabel 1. Biomassa dan karbon tersimpan berdasarkan diameter dan tinggi tanaman

No	D (cm)	H (m)	AGB (kg)	KT (g)
1	2,55	4,4	1,04	0,49
2	3,50	5,5	2,28	1,07
3	3,50	4	1,70	0,80
4	4,14	4	2,31	1,09
5	4,78	5	3,69	1,73
6	5,10	5,6	4,61	2,17
7	5,41	7,1	6,40	3,01
8	8,28	8	15,55	7,31
9	9,55	9	22,52	10,58
10	9,87	8,5	22,69	10,66
11	10,19	9	25,34	11,91
12	12,10	10	38,24	17,97
13	12,74	12	49,64	23,33
14	12,74	10	42,00	19,74
15	13,69	13	60,98	28,66
16	13,69	12	56,67	26,64
17	15,29	10	58,66	27,57
18	15,92	13	80,39	37,78
19	16,56	20	128,17	60,24
20	19,43	13,7	121,41	57,06
21	20,70	22	210,49	98,93
22	21,02	23	225,45	105,96
23	21,02	25	243,35	114,37
24	24,84	16	219,58	103,20
25	24,84	15	206,98	97,28
26	25,48	22	307,92	144,72
27	25,80	24	341,14	160,33
28	28,66	25	429,53	201,88
29	28,66	22	382,07	179,57
30	29,94	23	430,95	202,55
31	30,25	21	404,25	190,00
32	30,57	25	483,44	227,22
33	36,62	22	598,64	281,36
34	36,94	25	683,77	321,37
35	37,26	22	617,86	290,39

Keterangan: D= Diameter, H= Tinggi, AGB= Aboveground biomass, KT= karbon tersimpan

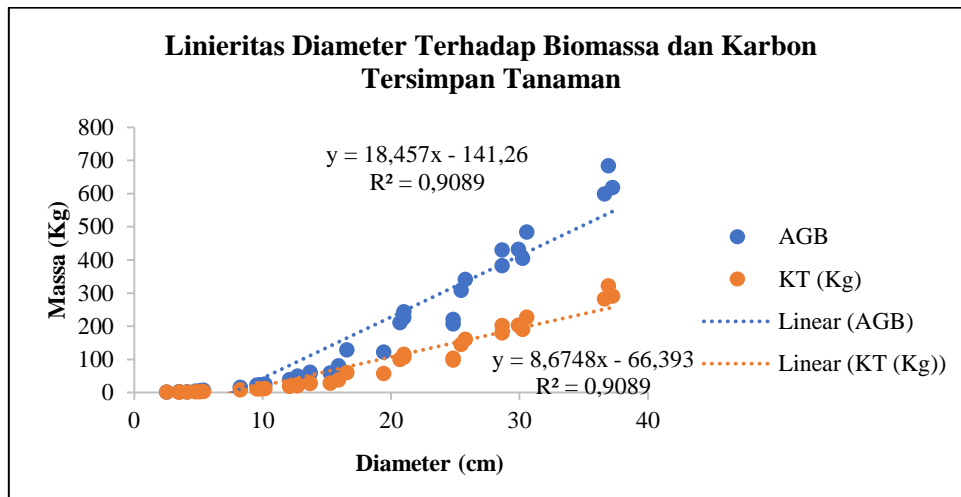
Hasil analisis biomassa dan karbon tersimpan sangat variatif berdasarkan nilai diameter dan tinggi tanaman. Biomassa dan karbon tersimpan terkecil terdapat pada diameter dan tinggi tanaman terkecil pula, begitupun dengan diameter dan tinggi tanaman terbesar akan menghasilkan biomassa dan karbon tersimpan yang besar pula. Seperti terlihat pada Tabel 1. diameter 2,55 cm dengan tinggi 4,4 m dapat menghasilkan 1,04 kg biomassa dan 0,49 kg karbon tersimpan, begitu pula dengan

diameter 37,26 cm dengan tinggi 22 m dapat menghasilkan 617,85 kg biomassa dan 290,39 kg karbon tersimpan. Perbedaan nilai ini sangat dipengaruhi pertumbuhan pada tanaman (diameter dan tinggi). Menurut Nirmalasari dkk., (2024), pertumbuhan tanaman dipengaruhi oleh kondisi biofisik disekitarnya meliputi iklim, ketersediaan air dan interaksi dengan spesies lainnya.

B. Linieritas Diameter Terhadap Biomassa Dan Karbon Tersimpan

Biomassa dan karbon tersimpan *Gmelina arborea* memiliki hubungan linier dengan diameter batang tanaman. Menurut Nugroho (2022), linieritas antara variabel X dan Y dapat dilihat dengan garis lurus imajiner yang terbentuk dari suatu titik melewati titik hubungan lainnya. Seperti disajikan pada Gambar 1. Terlihat adanya garis lurus linier yang terbentuk yang

menjelaskan pertambahan nilai diameter (X) sejalan dengan pertambahan nilai biomassa dan karbon tersimpan (Y) atau dengan kata lain semakin bertambah pertumbuhan diameter pada tanaman dalam skala pertumbuhannya maka akan diikuti oleh meningkatnya kandungan biomassa pada tanaman *Gmelina arborea* tersebut.



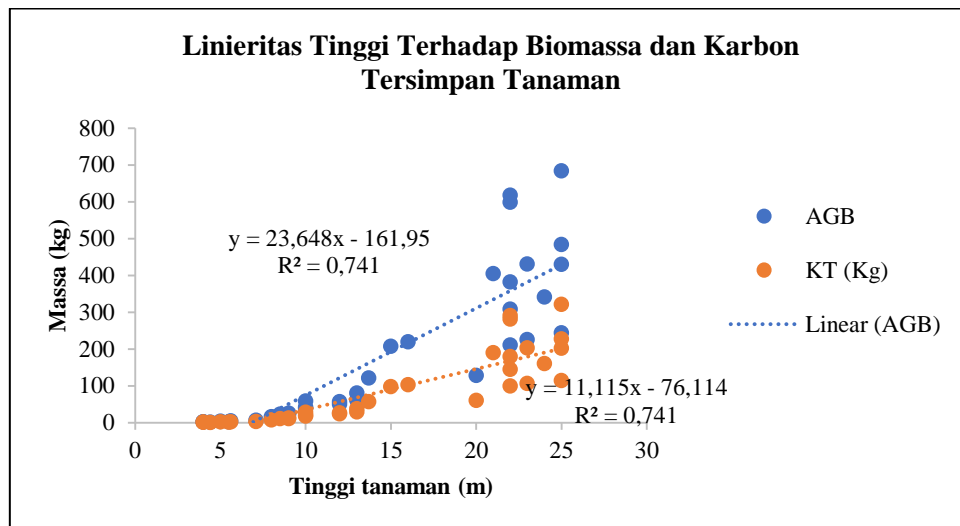
Gambar 1. Hubungan diameter tanaman dengan biomassa dan karbon tersimpan

Hubungan antara diameter dengan biomassa dan karbon tersimpan tanaman *Gmelina arborea* terlihat melalui garis lurus linier yang terbangun pada kurva. Berdasarkan nilai koefisien determinasi (R^2) hubungan variabelnya memiliki nilai hingga 0,90 yang jika dipersentasikan sebesar 90%. Hal ini menjelaskan bahwa besarnya pengaruh diameter terhadap pertambahan biomassa dan karbon tersimpan tanaman *Gmelina arborea* model linieritas yang terbentuk sangat besar. Tingginya nilai koefisien determinasi ini disebabkan setiap pertambahan nilai biomassa dan karbon tersimpan dipengaruhi sangat kuat oleh pertambahan nilai diameter. Menurut Sumadi & Siahaan (2010), nilai koefisien determinasi yang tinggi bermakna variable *independent* (diameter) secara signifikan akan mampu menjelaskan variasi perubahan variable *dependent* (biomassa dan karbon)

dengan baik. Terdapat faktor lain yang mempengaruhi biomassa dan karbon tersimpan sebesar 10% yang dimungkinkan adalah faktor lingkungan lainnya berupa umur tanaman, jenis tanah dan jarak tanaman (Tuah dkk., 2017).

C. Linieritas Tinggi Terhadap Biomassa Dan Karbon Tersimpan

Tinggi tanaman merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi keberadaan biomassa dan karbon tersimpan pada tanaman. Seperti terlihat pada Gambar 2. Garis linier tersaji pada kurva yang menyatakan hubungan keduanya. Linieritas ini menggambarkan adanya hubungan variable tinggi terhadap biomassa dan karbon tersimpan yang cukup baik, dimana pertambahan tinggi tanaman diikuti dengan pertambahan biomassa dan karbon tersimpannya.



Gambar 2. Hubungan tinggi tanaman dengan biomassa dan karbon tersimpan

Koefisien determinasi (R^2) yang tinggi secara signifikan baik menjelaskan perubahan variabel, sebaliknya jika nilai koefisien determinasi rendah maka variabel bebas terbatas menjelaskan perubahan nilai dari variabel terikat (Saputra dkk., 2022). Nilai koefisien determinasi dapat juga dipersenkan untuk lebih mudah menjelaskan proporsi pengaruh variasi nilai variabel bebas terhadap variabel terikatnya (Gani & Siti, 2018). Berdasarkan hal tersebut koefisien determinasi (R^2) yang dihasilkan dari analisis hubungan tinggi (variabel bebas) terhadap biomassa dan karbon tersimpan (variabel terikat) adalah 0,741 atau jika dipersenkan 74,1%, dengan demikian memberi makna tinggi tanaman *Gmelina arborea* secara signifikan menjelaskan perubahan-perubahan nilai biomassa dan karbon tersimpannya sebesar 74,1%. Nilai ini rendah jika dibandingkan dengan R^2 dari diameter, sehingga terdapat faktor lain yang sebesar 25,9%. Menurut Nirmalasari dkk., (2024), pertumbuhan tinggi tanaman sangat ditentukan oleh kesuburan tanah, teknik pemeliharaan dan kualitas bibit yang ditanam, sehingga informasi yang lebih komprehensif perlu memuat faktor lingkungan tempat tumbuh tanaman.

SIMPULAN

Hubungan linieritas yang terbangun antara diameter dan tinggi tanaman *Gmelina*

arborea terhadap biomassa dan karbon tersimpan tanaman tersebut sangat baik yang berdasarkan garis linier yang terbentuk pada kurva hubungan. Selain itu nilai koefisien determinasi dari keduanya mencapai 0,908 untuk diameter terhadap biomassa dan karbon tersimpan serta 0,741 untuk tinggi terhadap biomassa dan karbon tersimpan yang berarti diameter dan tinggi dapat secara signifikan menjelaskan perubahan nilai biomassa dan karbon tersimpan masing-masing sebesar 90,8% dan 74,1%. Diameter dan tinggi tanaman secara signifikan mempengaruhi nilai biomassa tanaman *Gmelina arborea* sehingga dalam pengelolaan hutan rakyat yang berorientasi pada peningkatan nilai biomassa dapat mempertimbangkan skema diameter dan tinggi tanaman yang diinginkan.

ACKNOWLEDGMENTS

Ucapan terima kasih kepada Rektor Universitas Sulawesi Barat dan Dekan Fakultas Pertanian dan Kehutanan yang memfasilitasi kegiatan penelitian ini baik secara moril dan materil. Terimakasih pula kepada LPPM Unsulbar atas bimbingan dan Kerjasama sehingga penelitian ini dapat terlaksana dengan baik. Terima kasih kepada Pemerintah Desa Mrring dan KTH Buttu Puang yang telah membantu peneliti dalam kegiatan pengambilan data dan informasi dilapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Afriansyah, D., Duryat, D. & Kaskoyo, H. (2019). Kontribusi Komposisi Vegetasi dalam Penyimpanan dan Serapan Karbon di Hutan Rakyat Desa Negara Ratu II Kecamatan Natar Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Belantara*, 2(2), 112-118.
- Aswad, N. H., & Mufti, A.S. (2021). Sifat Fisis dan Mekanis Kayu Jati Putih Asal Sultra. *Stabilita jurnal Ilmiah Teknik Sipil*, 9(2), 73-78.
- Badan Standarisasi Nasional (BSN). (2011). SNI No: 7724 Pengukuran dan Perhitungan Cadangan Karbon-Pengukuran Lapangan Untuk Penafsiran Cadangan Karbon Hutan (*ground based forest carbon accounting*). Jakarta.
- Gani, I., & Siti, A. (2018). *Alat Analisis Data; Aplikasi Statistik untuk Penelitian Bidang ekonomi dan Sosial*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R.R., & Rahayu, S. (2011). Pengukuran Cadangan Karbon: dari Tingkat Lahan ke Bentang Lahan. Petunjuk Praktis. Edisi Kedua. *World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya*. Malang.
- Irundu, D., Arafat, A., & Rahmania, R. (2018). Nilai Ekonomi Langsung Berbagai Sistem Pengelolaan Hutan Rakyat di Desa Mirring, Kab. Polewali, Sulawesi Barat. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 10(1), 185-191.
- Irundu, D., Idris, A. I., & Sudiatmoko, P. (2023). Biomassa Dan Karbon Tersimpan Diatas Tanah Pada Hutan Rakyat Agroforestri Di Kecamatan Bulu Kabupaten Polman. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 15(1), 32-41.
- Nirmalasari, N., Sihab, M.A., Cheren, A., Dinillah, R., Aidah, R.S., Suryanda, A., & Azrai, E.P. (2024). Pengukuran Pengukuran Tinggi Pohon Menggunakan Klinometer di Taman Margasatwa Ragunan Bagian Utara. *Jurnal Ilmiah Ecosystem*, 24(1), 39-46.
- Nugroho, A. (2022). *Data Science Menggunakan Bahasa R; Analisis Data, Visualisasi Serta Permodelan*. Yogyakarta : Penerbit ANDI.
- Rachmawati, H., Djoko, I., & Christian, P. H. (2002). Informasi singkat Benih *Gmelina arborea Roxb*. Direktorat Pembenihan Tanaman Hutan. *Indonesia Forest Seed Project*. Bandung.
- Saefuddin, A., Khairil, A.N., Aam, A., & Kusman, S. (2018). *Statistika Dasar*. Makassar : LPP Unismuh Makassar Grasindo.
- Saputra, D., Novita, L., Titi, R., Asnah., Yermias, J.I.L., & Apriani. (2022). *Buku Ajar; Metode Penelitian*. Bandung: CV. Feniks Muda Sejahtera.
- Sudaryono. (2014). *Teori dan Aplikasi dalam Statistik*. Yogyakarta : CV Andi Offset.
- Sumadi, A., & Siahaan, H. (2010). Model penduga volume pohon kayu bawang (*Disoxylum molliscimum Burm F.*) di Provinsi Bengkulu. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(5), 227-231.
- Tuah, N., Sulaeman, R., & Yoza, D. (2017). *Penghitungan Biomassa dan Karbon di atas Permukaan Tanah di Hutan Larangan Adat Rumbio Kabupaten Kampar* [Doctoral Dissertation]. Riau University.

**PERSEPSI MASYARAKAT TERHADAP PENGELOLAAN DAN PEMANFAATAN
DAS BONE DI GORONTALO: IMPLIKASI BAGI STRATEGI KEBERLANJUTAN**

*Governance and Utilization of the Bode Watershed in Gorontalo: Public Perceptions and
Sustainability Challenges*

**Eka Reza Saputra Widodo¹, Mohammad Bayu Irawan¹, Mawardi Heru Prasetyo¹,
Fitryane Lihawa¹, Iswan Dunggio¹**

¹*Program Studi Magister Kependudukan dan Lingkungan Hidup,
Kampus Universitas Negeri Gorontalo, Gorontalo 96128
e-mail: ekarezas.widodo23@gmail.com*

ABSTRACT

The Bone Watershed (DAS Bone) in Gorontalo Province serves as a vital resource supporting agriculture, fisheries, and clean water supply. However, it faces significant challenges such as land conversion, deforestation, resource exploitation, and weak oversight of illegal mining activities. This study aims to evaluate community perceptions of the management and utilization of DAS Bone and to identify sustainability challenges. A mixed-method approach was applied, combining quantitative surveys using a Likert scale with qualitative in-depth interviews involving 100 respondents living in the watershed area. Findings reveal that most community members have a positive perception of the importance of watershed conservation and believe that environmental sustainability has been considered in current management efforts. Nonetheless, respondents also highlighted a lack of regular outreach and insufficient government supervision, particularly concerning gold and C-excavation mining. Economically, water and fisheries usage provide tangible benefits, whereas agriculture is seen as less supportive of livelihoods due to flood vulnerability. On the other hand, there is strong community support for renewable energy development, such as mini-hydro and psycho hydro technologies, due to their environmental friendliness and socio-economic benefits. This study recommends enhancing community involvement, integrated monitoring systems, and sustainable infrastructure and energy planning. The findings are expected to serve as a policy input for local governments to design more community-based and sustainable watershed management strategies.

Keywords: *Bone Watershed, Community Perception, Conservation, Environmental Management, Renewable Energy*

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Bone di Provinsi Gorontalo merupakan sumber daya vital yang menopang berbagai aktivitas masyarakat, seperti pertanian, perikanan, dan penyediaan air bersih. Namun, DAS ini menghadapi berbagai tantangan, seperti alih fungsi lahan, deforestasi, eksploitasi sumber daya, serta lemahnya pengawasan terhadap aktivitas tambang ilegal. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji persepsi masyarakat terhadap pengelolaan dan pemanfaatan DAS Bode di Gorontalo serta mengevaluasi implikasinya terhadap perumusan strategi keberlanjutan pengelolaan DAS secara partisipatif dan adaptif. Metode penelitian yang digunakan adalah kombinasi pendekatan kuantitatif melalui survei kuesioner dengan skala Likert dan pendekatan kualitatif melalui wawancara mendalam terhadap 100 responden yang tinggal di wilayah DAS Bone. Hasil penelitian menunjukkan bahwa sebagian besar masyarakat memiliki pemahaman positif terhadap pentingnya konservasi dan menilai pengelolaan DAS sudah mempertimbangkan keberlanjutan lingkungan. Namun, masyarakat juga menyoroti minimnya sosialisasi dan lemahnya pengawasan terhadap aktivitas yang

merusak lingkungan, terutama pertambangan emas dan galian C. Dalam aspek ekonomi, pemanfaatan air dan perikanan memberikan manfaat nyata, sementara pertanian dinilai kurang mendukung kesejahteraan karena rentan terhadap banjir. Di sisi lain, masyarakat mendukung pengembangan energi terbarukan seperti minihidro dan psycho hydro, karena dinilai ramah lingkungan dan meningkatkan kesejahteraan. Penelitian ini merekomendasikan penguatan peran serta masyarakat, pengawasan terpadu, serta perencanaan infrastruktur dan energi yang berkelanjutan. Temuan ini diharapkan menjadi masukan bagi pemerintah daerah dalam merancang kebijakan berbasis partisipasi masyarakat untuk menjaga keberlanjutan DAS Bone.

Kata kunci: DAS Bone, Energi Terbarukan, Konservasi, Persepsi Masyarakat, Pengelolaan Lingkungan

PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Bone di Gorontalo memiliki peran penting dalam menyediakan sumber daya air bagi masyarakat serta mendukung berbagai sektor, seperti pertanian, perikanan, dan pemukiman. Namun, pengelolaan DAS Bone menghadapi berbagai tantangan akibat perubahan penggunaan lahan, eksploitasi sumber daya alam, dan aktivitas manusia yang tidak terkendali. Alih fungsi lahan dan deforestasi di bagian hulu DAS telah menyebabkan peningkatan sedimentasi dan penurunan kualitas air, yang pada akhirnya berdampak pada ekosistem dan kehidupan masyarakat sekitar. Oleh karena itu, diperlukan upaya pengelolaan yang lebih baik untuk menjaga keberlanjutan DAS Bone sebagai sumber daya vital bagi Gorontalo.

Salah satu faktor yang mempengaruhi efektivitas pengelolaan DAS adalah persepsi masyarakat terhadap kebijakan dan praktik pemanfaatan DAS. Pemahaman yang baik dari masyarakat mengenai pentingnya konservasi DAS dapat meningkatkan partisipasi mereka dalam upaya perlindungan lingkungan. Sebaliknya, kurangnya kesadaran dan keterlibatan masyarakat dapat memperburuk kondisi DAS akibat praktik yang tidak berkelanjutan, seperti penebangan liar, pencemaran air, dan konversi lahan pertanian menjadi kawasan permukiman tanpa perencanaan yang baik (Santoso & Prasetyo, 2021). Oleh karena itu, studi mengenai persepsi masyarakat terhadap

pengelolaan dan pemanfaatan DAS Bone menjadi penting untuk merancang strategi kebijakan yang lebih efektif dan berbasis partisipasi masyarakat.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa pengelolaan DAS yang berkelanjutan harus melibatkan pendekatan ekologi dan sosial secara terpadu (Nugroho & Lestari, 2020). Dalam konteks DAS Bone, berbagai program konservasi telah diterapkan oleh pemerintah daerah, namun efektivitasnya masih perlu dievaluasi. Beberapa penelitian juga mengungkapkan bahwa degradasi DAS dapat dikurangi dengan meningkatkan kesadaran masyarakat melalui edukasi lingkungan dan program pemberdayaan berbasis komunitas (Rahman *et al.*, 2022). Dengan demikian, perlu dilakukan kajian yang lebih mendalam mengenai tantangan yang dihadapi dalam pengelolaan DAS Bone, termasuk bagaimana masyarakat memandang kebijakan yang telah diterapkan serta bagaimana mereka berpartisipasi dalam pelestariannya.

Kajian ini bertujuan untuk mengevaluasi persepsi masyarakat terhadap pengelolaan dan pemanfaatan DAS Bone serta mengidentifikasi tantangan keberlanjutannya. Dengan menggunakan pendekatan survei dan wawancara, penelitian ini akan menggali bagaimana masyarakat memahami peran DAS Bone dalam kehidupan mereka, sejauh mana mereka terlibat dalam upaya konservasi, serta faktor-faktor yang menghambat atau mendukung keberlanjutan DAS tersebut

(Yusuf & Kurniawan, 2019). Temuan dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan rekomendasi kebijakan yang lebih berbasis partisipasi masyarakat untuk meningkatkan efektivitas pengelolaan DAS Bone. Dengan mempertimbangkan pentingnya akan keberlanjutan DAS Bone bagi ekosistem dan kesejahteraan masyarakat di Gorontalo, penelitian ini akan memberikan wawasan yang lebih mendalam mengenai tantangan dan peluang dalam pengelolaannya. Hasil studi ini dapat menjadi dasar bagi pemerintah dan pemangku kepentingan lainnya dalam merancang strategi konservasi yang lebih efektif, serta meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam menjaga kelestarian DAS Bone secara jangka panjang.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari hingga Maret 2025, bertempat di wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Bone. Lokasi penelitian mencakup area permukiman yang terletak dari tengah 50 responden dan hilir 50 responden Sungai Bone, dengan Sebanyak 100 responden ditargetkan untuk pengisian kuesioner yang tersebar di wilayah hulu, tengah dan hilir DAS Bone.

Teknik Pengambilan Data

Penelitian ini menggunakan pendekatan kuantitatif dan kualitatif dalam pengumpulan data. Teknik pengambilan data dilakukan melalui survei kuesioner dan wawancara mendalam. Survei dilakukan dengan menyebarkan kuesioner kepada masyarakat yang tinggal di sekitar DAS Bone untuk menilai persepsi mereka terhadap pengelolaan dan pemanfaatan DAS. Skala Likert 4 poin dipilih untuk menghindari respons netral dan mendorong responden mengambil sikap yang lebih jelas. Responden dalam penelitian ini dipilih menggunakan metode *purposive sampling*, yaitu dengan mempertimbangkan karakteristik tertentu yang relevan dan signifikan terhadap tujuan penelitian.

Kriteria pemilihan responden didasarkan pada keterkaitan langsung mereka dengan aktivitas dan kondisi Daerah Aliran Sungai (DAS) Bone, yang mencakup beberapa faktor spesifik, antara lain:

1. Status dan jenis pekerjaan: Responden berasal dari kalangan petani, nelayan, pemangku kebijakan lokal (seperti aparat desa atau kecamatan), serta masyarakat umum yang beraktivitas dan bergantung secara langsung pada sumber daya DAS Bone.
2. Lama tinggal di wilayah DAS: Responden yang dipilih umumnya telah tinggal di kawasan sekitar DAS Bone selama lebih dari 10 tahun. Hal ini menjadi pertimbangan penting karena mereka memiliki pengalaman dan pemahaman historis yang memadai mengenai perubahan kondisi lingkungan dan pengelolaan DAS dari waktu ke waktu.
3. Usia dan kedewasaan berpikir: Responden dipilih dengan rentang usia minimal 30 tahun ke atas, dengan asumsi bahwa pada usia tersebut individu memiliki kedewasaan berpikir, pengalaman hidup yang cukup, serta kapasitas reflektif terhadap isu-isu lingkungan di sekitarnya.
4. Keterlibatan dalam kegiatan pengelolaan DAS: Responden juga mencakup individu yang terlibat langsung atau memiliki pengalaman dalam kegiatan konservasi, rehabilitasi lahan, pengelolaan air, atau program-program pemerintah/LSM yang berkaitan dengan pelestarian DAS Bone.

Teknik Analisis Data

Analisis Kuantitatif

Data yang diperoleh dari kuesioner dianalisis menggunakan statistik deskriptif untuk menggambarkan persepsi masyarakat terkait pengelolaan dan pemanfaatan DAS Bone. Analisis ini mencakup perhitungan nilai rata-rata jawaban dari setiap pernyataan dalam kuesioner.

Analisis Kualitatif

Data yang diperoleh dari wawancara dianalisis dengan teknik analisis tematik,

yaitu dengan mengidentifikasi pola, tema, dan makna dari jawaban responden. Hasil analisis ini digunakan untuk memperkaya dan menginterpretasikan temuan dari data kuantitatif.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil survei terhadap

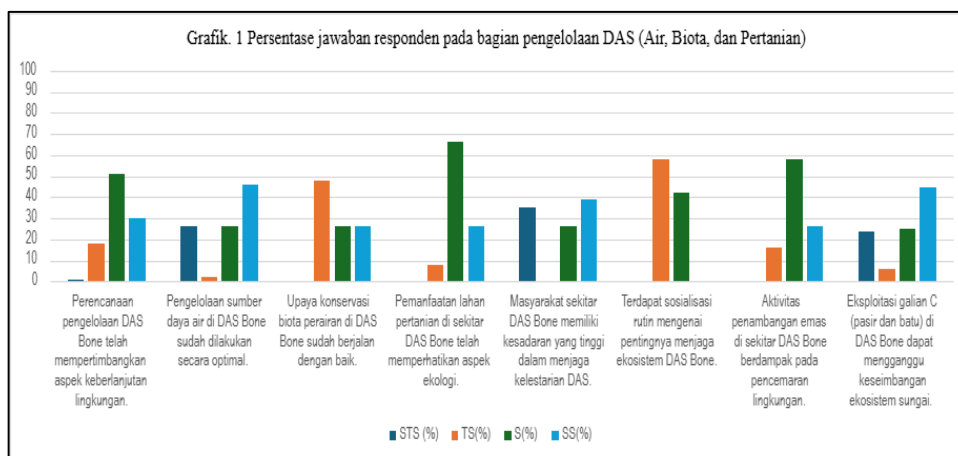
persepsi masyarakat terkait pengelolaan dan pemanfaatan DAS Bone, terdapat sejumlah temuan penting yang mencerminkan kondisi aktual di lapangan serta tantangan yang dihadapi dalam upaya keberlanjutan kawasan ini.

Tabel 1. Persentase Jawaban Responden pada Bagian Pengelolaan DAS (Air, Biota, dan Pertanian)

No	Pernyataan	STS(%)	TS(%)	S(%)	SS(%)	Total
1	Perencanaan pengelolaan DAS Bone telah mempertimbangkan aspek keberlanjutan lingkungan	1	18	51	30	100
2	Pengelolaan sumber daya air di DAS Bone sudah dilakukan secara optimal	26	2	26	46	100
3	Upaya konservasi biota perairan di DAS Bone sudah berjalan dengan baik	0	48	26	26	100
4	Pemanfaatan lahan pertanian di sekitar DAS Bone telah memperhatikan aspek ekologi	0	8	66	26	100
5	Masyarakat sekitar DAS Bone memiliki kesadaran yang tinggi dalam menjaga kelestarian DAS	35	0	26	39	100
6	Terdapat sosialisasi rutin mengenai pentingnya menjaga ekosistem DAS Bone	35	0	26	39	100
7	Aktivitas penambangan emas di sekitar DAS Bone berdampak pada pencemaran lingkungan	0	16	58	26	100
8	Eksplorasi galian C (pasir dan batu) di DAS Bone dapat mengganggu keseimbangan ekosistem sungai	24	6	25	45	100
9	Pemerintah melakukan pengawasan terhadap aktivitas tambang emas dan galian C di sekitar DAS Bone	0	84	16	0	100

Hasil survei menunjukkan bahwa sebagian besar responden menilai pengelolaan DAS Bone telah mempertimbangkan aspek keberlanjutan lingkungan. Sebanyak 81% responden setuju atau sangat setuju terhadap pernyataan tersebut. Selain itu, 72% juga menyatakan bahwa pemanfaatan lahan pertanian di

sekitar DAS telah memperhatikan aspek ekologi. Namun demikian, hanya 52% responden menilai bahwa pengelolaan sumber daya air dilakukan secara optimal, dan bahkan hanya 52% yang setuju bahwa upaya konservasi biota perairan sudah berjalan dengan baik.



Gambar 1. Persentase Jawaban Responden pada Bagian Pengelolaan DAS (Air, Biota dan Pertanian)

Sorotan utama muncul dari dua pernyataan penting: tidak adanya sosialisasi rutin mengenai pentingnya menjaga ekosistem DAS (58% tidak setuju), serta lemahnya pengawasan terhadap aktivitas pertambangan emas dan galian C (84% tidak setuju). Hal ini menunjukkan adanya celah serius dalam komunikasi dan pengawasan lingkungan. Padahal, sebagaimana dinyatakan oleh Abdussamad *et al.*, (2022) dan Salahuddin (2022), keberhasilan pengelolaan DAS sangat tergantung pada keterlibatan aktif masyarakat yang diperoleh melalui edukasi dan sosialisasi

berkelanjutan.

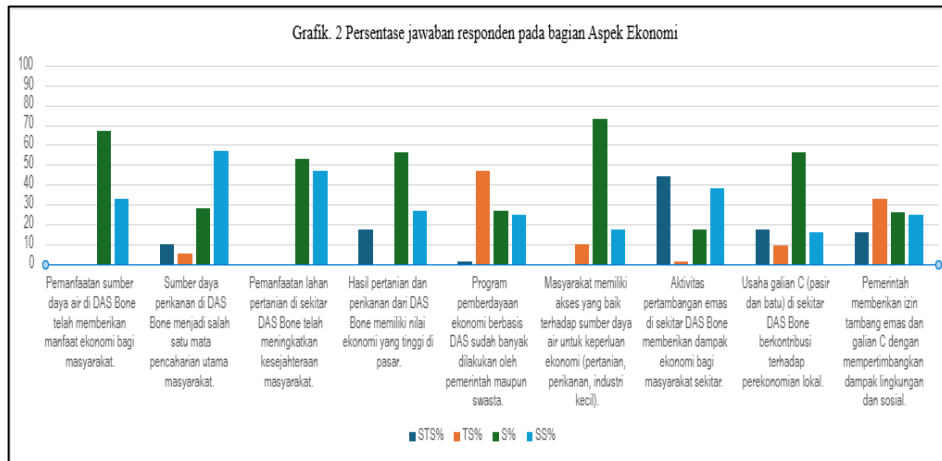
Aktivitas tambang ilegal yang marak terjadi tanpa pengawasan juga memperparah kondisi lingkungan. Kegiatan ini tidak hanya mencemari air dan merusak biota sungai, tetapi juga memicu konflik lahan dan degradasi lingkungan (Harold & Wirotto, 2023; Ibrahim *et al.*, 2022). Tanpa pengawasan dan keterlibatan masyarakat dalam sistem monitoring, maka strategi konservasi DAS Bone berisiko besar gagal secara implementatif.

Tabel 2. Persentase Jawaban Responden pada Bagian Aspek Ekonomi

No	Pernyataan	STS(%)	TS(%)	S(%)	SS(%)	Total
10	Pemanfaatan sumber daya air di DAS Bone telah memberikan manfaat ekonomi bagi masyarakat	0	0	67	33	100
11	Sumber daya perikanan di DAS Bone menjadi salah satu mata pencaharian utama masyarakat	10	5	28	57	100
12	Pemanfaatan lahan pertanian di sekitar DAS Bone telah meningkatkan kesejahteraan masyarakat	0	0	53	47	100
13	Hasil pertanian dan perikanan dari DAS Bone memiliki nilai ekonomi yang tinggi di pasar	17	0	56	27	100
14	Program pemberdayaan ekonomi berbasis DAS sudah banyak dilakukan oleh pemerintah maupun swasta	1	47	27	25	100
15	Masyarakat memiliki akses yang baik terhadap sumber daya air untuk keperluan ekonomi (pertanian, perikanan, industri kecil)	0	10	73	17	100
16	Aktivitas pertambangan emas di sekitar DAS Bone memberikan dampak ekonomi bagi masyarakat sekitar	44	1	17	38	100
17	Usaha galian C (pasir dan batu) di sekitar DAS Bone berkontribusi terhadap perekonomian lokal	17	9	56	16	100
18	Pemerintah memberikan izin tambang emas dan galian C dengan mempertimbangkan dampak lingkungan dan sosial	16	33	26	25	100

Sumber daya air dan biota perairan di DAS Bone memiliki kontribusi ekonomi yang sangat penting bagi masyarakat sekitar. Hasil survei menunjukkan bahwa seluruh responden (100%) mengakui bahwa pemanfaatan air dari DAS Bone, baik untuk kebutuhan rumah tangga, irigasi, maupun aktivitas usaha seperti perikanan dan pertanian, memberikan manfaat ekonomi nyata. Sekitar 85% responden menyebutkan bahwa perikanan, terutama tangkapan ikan air tawar seperti mujair dan nila, menjadi sumber penghasilan utama yang menopang kebutuhan hidup mereka sehari-hari. Selain

itu, sebagian besar masyarakat juga menggantungkan mata pencaharian dari aktivitas pertanian yang memanfaatkan lahan di sekitar DAS, seperti penanaman padi, jagung, dan hortikultura. Produk hasil pertanian dan perikanan tersebut dinilai memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi di pasar lokal, bahkan menjadi komoditas unggulan di beberapa kecamatan sekitar. Hal ini menunjukkan bahwa DAS Bone tidak hanya berfungsi sebagai ekosistem ekologis, tetapi juga sebagai sistem pendukung ekonomi regional (Yusuf & Panigoro, 2021).



Gambar 2. Persentase Jawaban Responden Pada Bagian Aspek Ekonomi

Hasil survei juga mengungkapkan adanya masalah serius terkait distribusi manfaat ekonomi dari pemanfaatan sumber daya di kawasan DAS, terutama dalam sektor pertanian dan tambang. Sebagian responden menilai bahwa lahan pertanian yang ada belum mampu dimanfaatkan secara optimal akibat tingginya ancaman banjir, erosi, dan pendangkalan alur sungai saat musim hujan (Salahuddin, 2022). Lahan-lahan pertanian di sempadan DAS kerap terendam atau rusak, menyebabkan gagal panen dan kerugian ekonomi yang cukup signifikan. Selain itu, munculnya aktivitas pertambangan emas tanpa izin (PETI) di kawasan hulu dan tengah DAS justru menimbulkan ketimpangan ekonomi.

Meskipun aktivitas tambang ini menghasilkan keuntungan besar, 45% responden tidak setuju bahwa manfaat ekonomi tersebut dinikmati secara merata. Sebagian besar keuntungan hanya dinikmati oleh investor atau penambang besar dari luar daerah, sementara masyarakat lokal justru mengalami dampak negatif berupa pencemaran air, hilangnya mata pencaharian nelayan, dan kerusakan lahan produktif. Hal ini menciptakan situasi paradoks: potensi ekonomi tinggi, namun manfaat tidak inklusif.

Kondisi ini mengindikasikan perlunya perbaikan sistem pengelolaan ekonomi berbasis DAS yang lebih adil dan adaptif. Pertama, kebijakan ekonomi harus diarahkan pada upaya diversifikasi mata pencaharian yang ramah lingkungan, seperti budidaya ikan sistem bioflok atau pertanian organik berbasis konservasi tanah dan air. Kedua, pengawasan ketat terhadap aktivitas tambang ilegal harus dilakukan bersamaan dengan penegakan hukum yang tegas, agar kerusakan lingkungan tidak terus meluas dan ekonomi masyarakat tidak terpuruk. Ketiga, diperlukan dukungan program insentif atau subsidi untuk petani dan nelayan lokal agar mereka dapat meningkatkan produktivitas secara berkelanjutan.

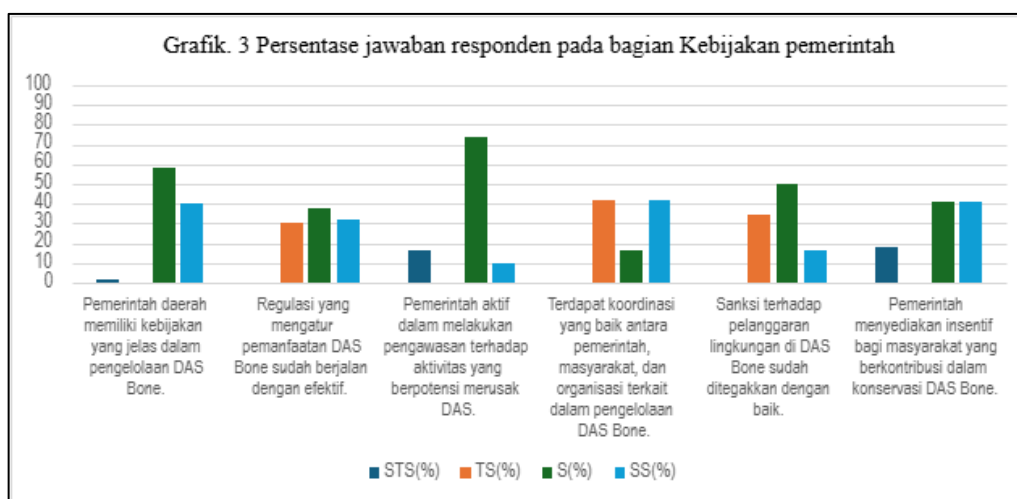
Pemerintah daerah bersama masyarakat perlu menyusun rencana tata ruang dan zonasi ekonomi yang berbasis pada daya dukung ekologis DAS. Dengan pendekatan ini, DAS Bone tidak hanya menjadi sumber ekonomi yang produktif, tetapi juga berkelanjutan dalam jangka panjang. Menurut Harold & Wiroto (2023), yang menyatakan pendekatan ekonomi yang inklusif, ekologis, dan adaptif merupakan kunci untuk menciptakan keseimbangan antara pertumbuhan ekonomi dan perlindungan lingkungan.

Tabel 3. Persentase Jawaban Responden pada Bagian Kebijakan pemerintah

No	Pernyataan	STS(%)	TS(%)	S(%)	SS(%)	Total
19	Pemerintah daerah memiliki kebijakan yang jelas dalam pengelolaan DAS Bone	2	0	58	40	100
20	Regulasi yang mengatur pemanfaatan DAS Bone sudah berjalan dengan efektif	0	30	38	32	100
21	Pemerintah aktif dalam melakukan pengawasan terhadap aktivitas yang berpotensi merusak DAS	16	0	74	10	100
22	Terdapat koordinasi yang baik antara pemerintah, masyarakat, dan organisasi terkait dalam pengelolaan DAS Bone	0	42	16	42	100
23	Sanksi terhadap pelanggaran lingkungan di DAS Bone sudah ditegakkan dengan baik	0	34	50	16	100
24	Pemerintah menyediakan insentif bagi masyarakat yang berkontribusi dalam konservasi DAS Bone	18	0	41	41	100

Sebanyak 98% responden menilai bahwa pemerintah memiliki kebijakan yang jelas dalam pengelolaan DAS Bone. Demikian pula, regulasi, koordinasi, dan sanksi dianggap telah diterapkan dengan tingkat efektivitas yang cukup tinggi.

Namun, kelemahan tetap ditemukan pada aspek pengawasan (hanya 10% yang sangat setuju pemerintah aktif mengawasi) dan efektivitas pemberian insentif serta pelibatan masyarakat.



Gambar 3. Persentase Jawaban Responden pada Bagian Kebijakan Pemerintah

Penelitian oleh Abdussamad *et al.*, (2022), menunjukkan bahwa implementasi program ini masih menghadapi kendala, seperti keterbatasan sumber daya manusia dan infrastruktur pendukung, serta minimnya pengawasan dari pihak pemerintah. Ini mencerminkan bahwa meskipun kebijakan

sudah tersedia, pelaksanaannya belum optimal di lapangan. Oleh karena itu, dibutuhkan peningkatan kapasitas kelembagaan, serta pendekatan partisipatif yang lebih luas agar kebijakan tidak hanya bersifat normatif.

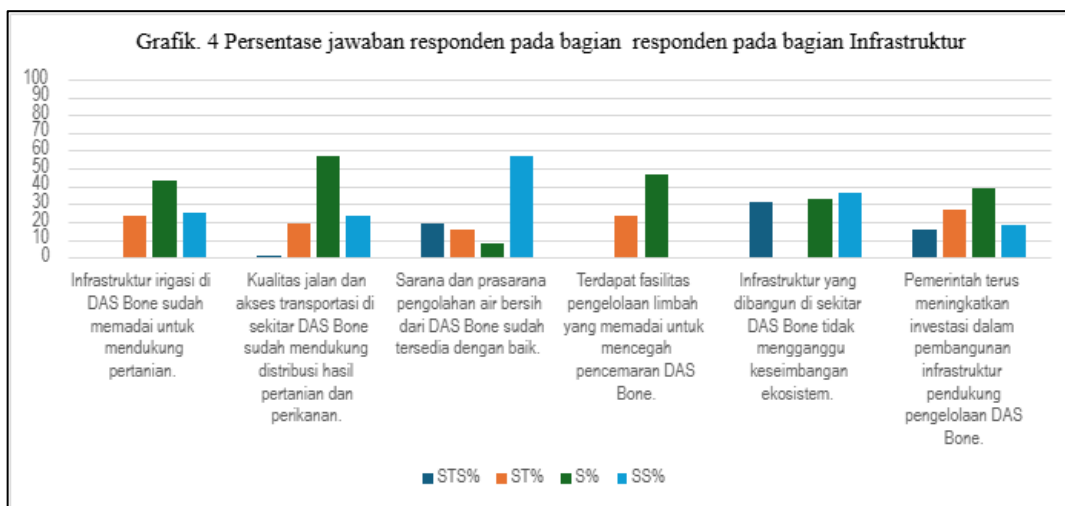
Tabel 4. Persentase Jawaban Responden pada Bagian Infrastruktur

No	Pernyataan	STS(%)	TS(%)	S(%)	SS(%)	Total
25	Infrastruktur irigasi di DAS Bone sudah memadai untuk mendukung pertanian	0	23	43	25	100
26	Kualitas jalan dan akses transportasi di sekitar DAS Bone sudah mendukung distribusi hasil pertanian dan perikanan	1	19	57	23	100
27	Sarana dan prasarana pengolahan air bersih dari DAS Bone sudah tersedia dengan baik	19	16	8	57	100
28	Terdapat fasilitas pengelolaan limbah yang memadai untuk mencegah pencemaran DAS Bone	0	23	47	0	100
29	Infrastruktur yang dibangun di sekitar DAS Bone tidak mengganggu keseimbangan ekosistem	31	0	33	36	100
30	Pemerintah terus meningkatkan investasi dalam pembangunan infrastruktur pendukung pengelolaan DAS Bone	16	27	39	18	100

Ketersediaan infrastruktur dasar di wilayah DAS Bone dinilai cukup memadai oleh sebagian besar responden. Sekitar 68% responden menyatakan bahwa sistem irigasi telah dibangun dan dimanfaatkan untuk pertanian, sementara 80% menyebutkan bahwa akses jalan dan transportasi sudah tersedia untuk menghubungkan area produksi ke pasar dan pusat distribusi. Selain itu, 65% responden mengonfirmasi bahwa fasilitas pengolahan air bersih tersedia di beberapa desa.

Keberadaan infrastruktur ini berperan

penting dalam mendukung aktivitas ekonomi dan kehidupan masyarakat, terutama dalam sektor pertanian dan pemenuhan kebutuhan dasar. Namun, meskipun infrastruktur fisik telah ada, masih terdapat kesenjangan dalam hal kualitas, distribusi, dan keterjangkauan, terutama di wilayah hilir dan pedalaman yang belum sepenuhnya terlayani dengan baik. Hal ini menunjukkan bahwa pembangunan infrastruktur belum merata dan cenderung terfokus pada kawasan yang lebih mudah diakses.



Gambar 4. Persentase Jawaban Responden pada Bagian Infrastruktur

Tingkat ketidakpuasan masyarakat terhadap keberlanjutan dan pemeliharaan infrastruktur cukup tinggi, terutama dalam

aspek pengelolaan limbah, kondisi saluran irigasi, serta kualitas air bersih. Beberapa responden mengeluhkan tersumbatnya

saluran irigasi akibat sedimentasi dan limbah pertanian yang tidak dikelola dengan baik. Kerusakan jalan di musim hujan juga menjadi hambatan serius dalam distribusi hasil pertanian, yang menyebabkan biaya logistik meningkat dan pendapatan petani menurun. Fasilitas air bersih yang tidak terpelihara dengan baik turut memperparah masalah kesehatan, karena masyarakat terpaksa kembali memanfaatkan air sungai mentah untuk keperluan domestik.

Sejalan dengan temuan ini, Suyanto & Hidayat (2021), menekankan bahwa pembangunan infrastruktur tanpa sistem pemeliharaan jangka panjang akan menciptakan inefisiensi dan beban biaya yang lebih besar di masa depan. Permasalahan tersebut juga mencerminkan lemahnya koordinasi antar lembaga dan rendahnya kapasitas kelembagaan dalam pengelolaan infrastruktur berbasis DAS.

Untuk menjawab tantangan ini, diperlukan reformulasi kebijakan pengelolaan infrastruktur yang mengintegrasikan pendekatan berbasis

daerah aliran sungai (DAS) dengan prinsip keberlanjutan dan partisipasi masyarakat. Reformulasi ini mencakup pelibatan masyarakat dalam pemeliharaan rutin, pemantauan infrastruktur, dan pengambilan keputusan agar rasa kepemilikan terhadap aset publik meningkat.

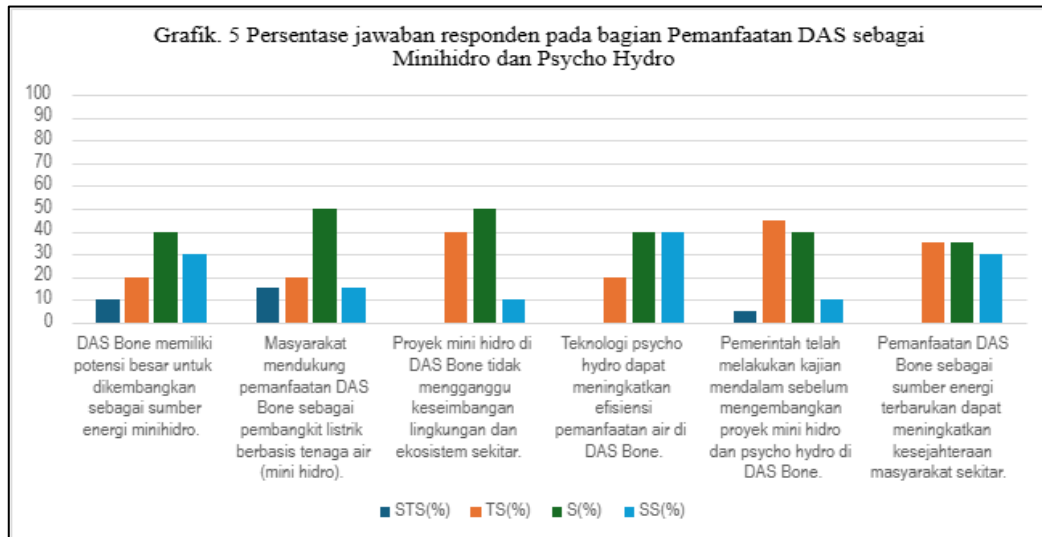
Wahyudi & Maharani (2023) menyatakan bahwa pemeliharaan infrastruktur yang berbasis pada kolaborasi lokal lebih efektif dalam menjaga kualitas dan fungsi jangka panjang. Selain itu, pemerintah daerah perlu mengembangkan sistem evaluasi infrastruktur secara berkala, termasuk integrasi data spasial dan indikator daya dukung lingkungan. Investasi tambahan juga diperlukan dalam bentuk pelatihan teknis, penguatan kelembagaan desa, serta pengalokasian dana khusus pemeliharaan dari APBD atau dana desa. Dengan pendekatan ini, infrastruktur tidak hanya menjadi aset fisik, tetapi juga sistem sosial-ekologis yang mendukung kesejahteraan masyarakat DAS secara berkelanjutan.

Tabel 5. Persentase Jawaban Responden pada Bagian Pemanfaatan DAS Sebagai Minihidro Dan Psycho Hydro

No	Pernyataan	STS(%)	TS(%)	S(%)	SS(%)	Total
31	DAS Bone memiliki potensi besar untuk dikembangkan sebagai sumber energi minihidro	10	20	40	30	100
32	Masyarakat mendukung pemanfaatan DAS Bone sebagai pembangkit listrik berbasis tenaga air (mini hidro)	15	20	50	15	100
33	Proyek mini hidro di DAS Bone tidak mengganggu keseimbangan lingkungan dan ekosistem sekitar	0	40	50	10	100
34	Teknologi psycho hydro dapat meningkatkan efisiensi pemanfaatan air di DAS Bone	0	20	40	40	100
35	Pemerintah telah melakukan kajian mendalam sebelum mengembangkan proyek mini hidro dan psycho hydro di DAS Bone	5	45	40	10	100
36	Pemanfaatan DAS Bone sebagai sumber energi terbarukan dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat sekitar	0	35	35	30	100

Tabel 5. menunjukkan hasil survei terhadap enam pernyataan yang berkaitan dengan pemanfaatan DAS Bone sebagai sumber energi terbarukan, khususnya teknologi minihidro dan psycho hydro.

Secara umum, mayoritas responden memberikan tanggapan positif terhadap pengembangan energi berbasis air di kawasan ini.



Gambar 5. Persentase Jawaban Responden pada Bagian Pemanfaatan DAS sebagai Minihidro pada *Psycho Hydro*

Responden menunjukkan dukungan yang tinggi terhadap pengembangan potensi energi terbarukan dari DAS Bone. Sekitar 70% menyatakan setuju atau sangat setuju bahwa mini hidro dan teknologi psycho hydro dapat diterapkan secara efisien dan ramah lingkungan. Selain itu, 65% menyatakan bahwa pemanfaatan ini dapat meningkatkan kesejahteraan masyarakat. Namun, sebagian responden masih meragukan adanya kajian mendalam oleh pemerintah sebelum implementasi proyek ini (45% tidak setuju). Hal ini menunjukkan pentingnya transparansi dan keterbukaan informasi dalam perencanaan proyek energi terbarukan, agar masyarakat merasa dilibatkan dan memahami dampaknya secara menyeluruh. Penelitian Hasan *et al.*, (2020), menunjukkan bahwa Bone Bolango memiliki potensi besar untuk energi mikro hidro, namun masih minim pengembangan. Oleh karena itu, strategi pengembangan energi terbarukan harus didasarkan pada kajian komprehensif serta melibatkan masyarakat lokal agar kebermanfaatannya dapat dirasakan secara langsung dan berkelanjutan.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil survei persepsi masyarakat terhadap pengelolaan dan pemanfaatan DAS Bone, dapat disimpulkan bahwa meskipun sebagian besar masyarakat

memberikan tanggapan positif terhadap aspek pengelolaan sumber daya alam, infrastruktur, kebijakan pemerintah, serta potensi pengembangan energi terbarukan, masih terdapat tantangan signifikan yang perlu segera diatasi. Ketidakpuasan masyarakat terhadap kurangnya sosialisasi dan lemahnya pengawasan aktivitas pertambangan mencerminkan celah serius dalam implementasi kebijakan di lapangan. Selain itu, persoalan pemeliharaan infrastruktur yang belum maksimal menunjukkan bahwa pembangunan fisik belum diikuti dengan upaya berkelanjutan untuk menjaga fungsinya. Oleh karena itu, keberhasilan pengelolaan DAS Bone sangat bergantung pada peningkatan kapasitas institusi pemerintah, partisipasi masyarakat, dan komitmen terhadap pemantauan serta pemeliharaan berkelanjutan guna mewujudkan keberlanjutan lingkungan dan peningkatan kesejahteraan masyarakat secara menyeluruh.

ACKNOWLEDGMENTS

Penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Fitriyane Lihawa, S.P., M.Si. dan Bapak Iswan Dunggio, S.Hut., M.Si. selaku dosen pembimbing lapangan yang telah memberikan bimbingan, arahan, serta dukungan selama proses pelaksanaan

kegiatan lapangan. Bimbingan dan masukan yang diberikan sangat membantu dalam penyusunan artikel ilmiah ini, baik dari segi teknis maupun substansi materi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdussamad, J., Tui, F. P., Mohamad, F., & Dunggio, S. (2022). Implementasi Kebijakan Pengelolaan Sampah Melalui Program Bank Sampah di Dinas Lingkungan Hidup Kabupaten Bone Bolango. *Publik: Jurnal Manajemen Sumber Daya Manusia, Administrasi Dan Pelayanan Publik*, 9(4), 850-868.
- BPDASHL Bone Bolango. (2011). *Buku 1 SLHD Provinsi Gorontalo 2011*. 123dok.com.
<https://123dok.com/document/y9gxjddq-buku-slhd-provinsi-gorontalo.html>
- BPDASHL Bone Bolango. (2018). *Gerakan nasional pemulihan DAS dilaksanakan di Gorontalo*. ANTARA News Gorontalo.
<https://gorontalo.antaranews.com/berita/59795/gerakan-nasional-pemulihan-das-dilaksanakan-di-gorontalo>
- BPDASHL Bone Bolango. (2018). *Upaya pemulihan daerah aliran sungai di Gorontalo*. ANTARA News Gorontalo.
<https://gorontalo.antaranews.com/berita/59872/upaya-pemulihan-daerah-aliran-sungai-di-gorontalo>
- Harold, R., & Wirotto, D. W. (2023). Dampak Sosial Ekonomi Pembangunan Gorontalo Outer Ring Road Bagi Petani di Desa Talulobutu Selatan. *Dynamics of Rural Society Journal*, 1(1), 20–31.
- Hasan, E., Ilham, J., & Amali, L. M. K. (2016). Potensi Hybrid Energy di Kabupaten Bone Bolango dan Kabupaten Gorontalo. *Setrum: Sistem Kendali Tenaga Elektronika Telekomunikasi Komputer*, 4(2), 54-59.
- Ibrahim, Y., Maryati, S., & Pratama, M. I. L. (2024). Analisis Faktor Pendukung dan Penghambat Pariwisata dalam Mempengaruhi Kondisi Sosial Ekonomi Masyarakat di Kecamatan Kabila Bone, Kabupaten Bone Bolango, Provinsi Gorontalo. *Jurnal Riset dan Pengabdian Interdisipliner*, 1(1), 86-96.
- Nugroho, R., & Lestari, D. (2020). The Role of Community Participation in Watershed Conservation: Lessons From Local Initiatives. *Journal of Environmental Science and Policy*, 8(3), 78–92.
- Rahman, A., Wibowo, S., & Setiawan, A. (2022). Community Perception in Watershed Management: A Case Study in Indonesia. *Environmental Management and Sustainability*, 5(2), 45–58.
- Salahuddin, A. (2024). Dampak Aktivitas Penambangan Bahan Galian C pada Lingkungan Biofisik dan Sosial Ekonomi Penambang di Kabupaten Bone Bolango. *Jurnal Teknik*, 22(1), 24-44.
- Santoso, H., & Prasetyo, L. (2021). Integrated Watershed Management: Analyzing Ecological and Social Aspects. *Journal of Sustainable Development*, 10(4), 112–125.
- Suyanto, A., & Hidayat, R. (2021). Pembangunan Infrastruktur Berkelanjutan di Daerah Aliran Sungai: Studi Kasus DAS Brantas. *Jurnal Pembangunan Wilayah dan Kota*, 17(3), 223–233.
- Wahyudi, T., & Maharani, D. (2023). Peran Infrastruktur Jalan dalam Distribusi Hasil Pertanian di Kawasan Hulu DAS. *Jurnal Transportasi dan Logistik*, 5(2), 76–84.

- Yusuf, M., & Kurniawan, T. (2019). Participatory Approach in Watershed Management: A Case Study in Gorontalo. *Indonesian Journal of Environmental Research*, 7(1), 23–37.
- Yusuf, N., & Panigoro, N. (2024). Pemanfaatan Limbah Tulang Ikan untuk Optimalisasi Pendapatan Masyarakat di Desa Botubarani Kecamatan Kabila Bone. *GANESHA: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 4(1), 55-60.

**KEANEKARAGAMAN JENIS DAN ASOSIASI JENIS KUPU-KUPU (*Lepidoptera*)
DI RIPARIAN SUNGAI PANEKI, DESA POMBEWE, KECAMATAN SIGI BIROMARU*****Diversity of Butterflies (*Lepidoptera*) Species and Associations in Paneki River, Pombewe Village, Sigi Biromaru District*****Fauziah Ramadhana¹, Moh. Ihsan¹, Sri Ningsih¹, Rukmi¹, Sustris¹**¹*Fakultas Kehutanan, Universitas Tadulako*

Jl. Soekarno Hatta Km.9 Palu, Sulawesi Tengah 94118

e-mail: framadhana24@gmail.com

ABSTRACT

*Butterflies play an important role in the riparian ecosystem, influencing the survival of flowering plants along riverbanks. The interactions among butterfly species within an ecosystem are referred to as species associations. These associations indicate complex relationships—both positive and negative—between butterfly species. This study aims to analyze species associations among butterflies (*Lepidoptera*) in the riparian area of the Paneki River, located in Pombewe Village, Sigi Biromaru District. Data were collected using the transect method and direct observations conducted from morning to afternoon. The results showed a total of 31 butterfly species, represented by 62 individuals. The diversity index (H') and species richness index (Dmg) recorded in the Paneki River riparian area were $H' = 3.25$ and $Dmg = 3.43$, respectively. Meanwhile, the evenness index (E) was $E = 0.94$. These three indices suggest that the riparian habitat of the Paneki River supports a high, balanced, and stable diversity of butterfly species. Based on the analysis of species associations in the riparian habitat, 26 butterfly species exhibited associative interactions, forming a total of 296 association links. In contrast, 5 species did not show any associations with other species. The degree of association varied among species, with some exhibiting a high number of associations and others showing fewer. Therefore, the protection of riparian vegetation must be prioritized in land-use planning, including the control of deforestation, land conversion, and human activities that may damage microhabitats.*

Keywords: Association, Butterflies, Paneki River

ABSTRAK

Kupu-kupu mempunyai peran penting dalam ekosistem riparian yang berpengaruh untuk kelangsungan hidup tumbuhan berbunga di sekitar Sungai. Hubungan atau interaksi di antara spesies kupu-kupu dalam suatu ekosistem merujuk pada asosiasi spesies. Asosiasi spesies antara jenis kupu-kupu mengimplikasikan interaksi yang kompleks, baik secara positif maupun negatif antara spesies kupu-kupu. Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis asosiasi jenis kupu-kupu (*Lepidoptera*) di kawasan riparian Sungai Paneki, Desa Pombewe, Kecamatan Sigi Biromaru. Data dikumpulkan menggunakan metode transek dan pengamatan langsung pada pagi hingga siang hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 31 spesies kupu-kupu dengan total individu 62 ekor. Indeks keanekaragaman jenis (H') dan kekayaan jenis (Dmg) di riparian Sungai Paneki menunjukkan nilai $H' = 3,25$ dan $Dmg = 3,43$. Sementara itu, indeks pemerataan (E) menunjukkan nilai $E = 0,94$. Sementara itu, indeks pemerataan menunjukkan nilai 0,94. Ketiga indeks ini mengindikasikan bahwa habitat riparian Sungai Paneki memiliki keanekaragaman spesies kupu-kupu yang tinggi, seimbang, dan stabil. Berdasarkan hasil analisis asosiasi antar spesies kupu-kupu di habitat riparian Sungai Paneki, ditemukan bahwa sebanyak 26 spesies menunjukkan hubungan asosiasi dan membentuk 296 interaksi asosiasi. Sementara itu, 5 spesies lainnya tidak menunjukkan asosiasi dengan spesies lain. Dalam asosiasi yang terbentuk, terdapat perbedaan tingkat

keterkaitan antar spesies, di mana beberapa spesies menunjukkan jumlah asosiasi yang tinggi, sedangkan yang lainnya memiliki jumlah asosiasi yang rendah. Oleh karena itu, upaya perlindungan vegetasi riparian harus menjadi prioritas dalam perencanaan penggunaan lahan, termasuk pengendalian deforestasi, alih fungsi lahan, dan aktivitas manusia yang dapat merusak mikrohabitat.

Kata Kunci: Asosiasi, Kupu-kupu, Sungai Paneki

PENDAHULUAN

Sungai Paneki terletak di Desa Pombewe, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi, Provinsi Sulawesi Tengah. Kawasan riparian sungai ini memiliki peran ekologis yang penting dalam mendukung keseimbangan ekosistem lokal (An & Choi, 2021), baik bagi keberlangsungan spesies satwa liar maupun bagi kebutuhan manusia. Berdasarkan penelitian Ramadhana *et al.*, (2024), habitat riparian di sepanjang Sungai Paneki memiliki karakteristik khas yang didominasi oleh vegetasi hutan dan tumbuhan yang dipengaruhi oleh keberadaan air. Hal ini menjadikan kondisi habitat mikro di kawasan tersebut berbeda dengan tipe habitat lainnya.

Aliran sungai memberikan dampak positif dengan adanya endapan nutrisi tanah yang penting bagi tumbuh dan berkembangnya jenis vegetasi hutan (Kelsubun & Warmetan, 2019). Salah satu habitat penting kupu-kupu adalah daerah tepi sungai dikarenakan habitat ini banyak ditumbuhi *host plant* kupu-kupu (Tukoboya *et al.*, 2023). Vegetasi riparian seperti semak, pohon, dan tanaman air berperan sebagai habitat utama bagi kupu-kupu, baik sebagai tempat bertelur bagi larva maupun sebagai sumber makanan berupa nektar bagi kupu-kupu dewasa. Harlina & Sinaga (2024), menyatakan bahwa keberadaan tanaman inang sangat penting dalam siklus hidup kupu-kupu, baik sebagai inang larva maupun sebagai sumber nektar bagi imago. Selain faktor vegetasi, variabel fisik seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya juga menjadi faktor pembatas utama yang memengaruhi keberadaan kupu-kupu di suatu lokasi.

Kupu-kupu berfungsi sebagai indikator ekologis yang sensitif terhadap

perubahan lingkungan, sehingga keberadaannya dapat mencerminkan kondisi kesehatan ekosistem. Hal ini memperkuat pentingnya habitat riparian Sungai Paneki sebagai kawasan yang berpotensi mendukung kehidupan kupu-kupu, termasuk spesies endemik. Kurniawan *et al.*, (2020), Ngatimin *et al.*, (2019) dan Septianella *et al.*, (2015), menyebutkan bahwa kupu-kupu memiliki peran penting dalam menjaga keseimbangan ekosistem serta berfungsi sebagai bioindikator ekologis yang efektif. Keanekaragaman spesies kupu-kupu dan interaksinya, termasuk pola asosiasi antarspesies, sangat dipengaruhi oleh kondisi fisik dan biologis di sekitar sungai, seperti ketersediaan tanaman inang dan iklim mikro yang mendukung.

Informasi mengenai asosiasi spesies kupu-kupu memberikan pemahaman yang lebih mendalam tentang dinamika komunitas dan interaksi ekologis yang terjadi dalam suatu habitat. Pengetahuan ini penting sebagai dasar ilmiah dalam merancang strategi pelestarian biodiversitas dan pengelolaan habitat secara berkelanjutan. Keanekaragaman kupu-kupu yang berkontribusi melalui proses ekologi seperti polinasi, kompetisi, serta fungsinya sebagai indikator lingkungan, turut memperkuat kelestarian ekosistem secara keseluruhan.

Meskipun penting, kajian mengenai asosiasi antarspesies kupu-kupu masih terbatas, khususnya di wilayah Sulawesi Tengah. Sebagian besar studi asosiasi di provinsi ini masih berfokus pada kelompok burung, seperti yang diteliti oleh Naim (2022) mengenai asosiasi jenis burung di Pulau Pasoso, Bamotiwa *et al.*, (2014) tentang asosiasi burung julang sulawesi, dan

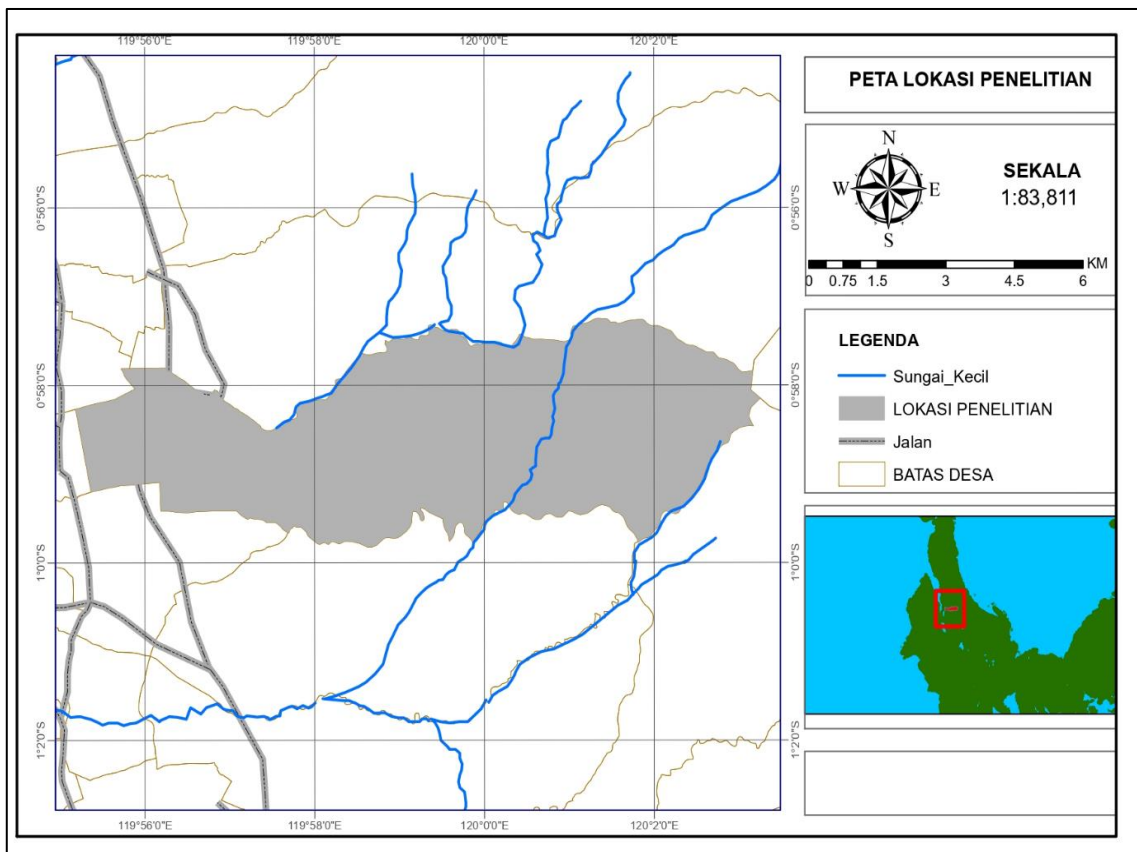
Gafur *et al.*, (2016) yang meneliti asosiasi jenis burung di kawasan hutan mangrove. Penelitian mengenai asosiasi kupu-kupu baru dilakukan oleh Tansidi (2024), yang menganalisis asosiasi jenis kupu-kupu di sekitar Danau Rano, Donggala. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengisi kekosongan data terkait asosiasi kupu-kupu di wilayah Sulawesi Tengah, khususnya di kawasan riparian Sungai Paneki, Desa Pombewe, Kecamatan Sigi Biromaru, Kabupaten Sigi. Tujuan utama dari penelitian ini adalah untuk menganalisis keanekaragaman jenis kupu-kupu yang

memiliki asosiasi dalam komunitas di habitat tersebut. Penelitian ini memberikan wawasan penting dalam konservasi keanekaragaman hayati di wilayah riparian dan implikasinya terhadap pengelolaan ekosistem sungai secara berkelanjutan.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian dilakukan di Riparian Sungai Paneki, Desa Pombewe, Kecamatan Sigi Biromaru Provinsi Sulawesi Tengah. Pengambilan data dilakukan pada bulan Juli-Agustus 2024.



Gambar 1. Peta Lokasi Penelitian

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah jaring kupu-kupu, kertas papilot, box spesimen, jam tangan, tally sheet, buku panduan yang digunakan adalah *The Butterflies of Sulawesi* (Vane & De Jong, 2003), *A World of Butterflies* (Cassie, 2010), *Butterflies of Peninsular Malaysia, Singapore and Thailand* (Kirton, 2014), dan *Microsoft Excel* untuk mengolah data *Chi-Square*.

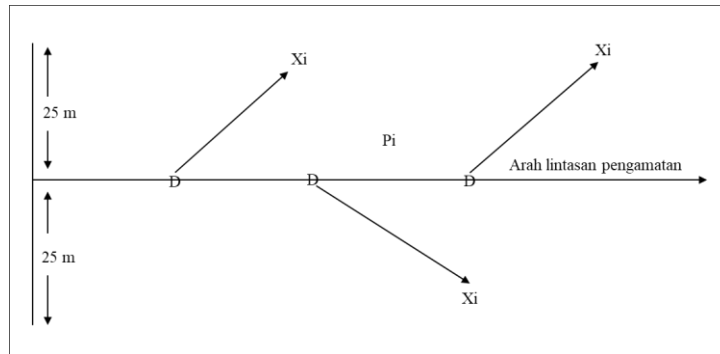
Bahan yang digunakan adalah kapur barus.

Metode Pengambilan Data

Pengamatan pada penelitian ini berdasarkan pertimbangan waktu kupu-kupu aktif terbang (mencari makan dan kawin) dan saat cuaca cerah yaitu dimulai dari pagi hari hingga siang hari (pukul 08.00-14.00 WITA). Pengamatan dilakukan sebanyak 1 kali untuk mendapatkan data yang lebih

lengkap. Pengambilan data kupu-kupu dilakukan dengan menggabungkan metode transek dan *time search*. Pada metode transek, pengamat berjalan perlahan menyusuri garis tengah jalur sambil mencatat semua kupu-kupu yang terlihat (Sutherland, 2006). Metode *time search* dilakukan dengan pencatatan jenis kupu-kupu selama 15 menit per plot tanpa batasan

area (Mustari *et al.*, 2013). Waktu dihitung sejak penangkapan pertama hingga selesai, lalu dilanjutkan ke plot berikutnya (Syaputra, 2015). Penangkapan dilakukan dengan jaring serangga (*sweeping*), dan kupu-kupu yang tertangkap diidentifikasi, lalu dilepas kembali, kecuali beberapa yang disimpan untuk identifikasi lebih lanjut di laboratorium.



Gambar 2. Metode Transek Jalur

Analisis Data

Identifikasi jenis kupu-kupu pada habitat dilakukan dengan memasukkan semua jenis data ke dalam sebuah tabel yang dapat memperlihatkan jenis-jenis kupu-kupu

yang hadir pada habitat tersebut, khususnya di wilayah studi penelitian.

Tabel 1. Komposisi Jenis Kupu-kupu

No.	Famili	Jenis	Jumlah individu
-----	--------	-------	-----------------

Keterangan: *=Endemik; **=Appendix -- (CITES), -- (IUCN), -- Peraturan Pemerintah

Analisis data untuk ukuran keanekaragaman jenis kupu-kupu di Riparian Sungai Paneki ialah menggunakan indeks keanekaragaman jenis Shannon-wiener, indeks penduga spesies Chao1, kekayaan jenis (*species richness*) Margalef, dan pemerataan jenis (*eveness*), serta analisis asosiasi spesies. Adapun persamaan sebagai berikut:

1. Keragaman Jenis

Keragaman jenis dihitung dengan menggunakan indeks Shannon-Wiener (Magurran, 1988) dengan rumus:

$$H' = - \sum_{i=1}^S (\rho_i \ln \rho_i)$$

Nilai ρ_i diperoleh dengan menggunakan rumus:

$$\rho_i = \frac{\text{banyak individu spesies ke } i}{\text{total individu dari seluruh spesies}}$$

Keterangan:

H' = Indeks keanekaragaman jenis

S = Jumlah jenis

P_i = Proporsi nilai penting

\ln = Logaritma natural

2. Kekayaan Jenis

Kekayaan jenis adalah jumlah total spesies dalam satu komunitas (Magurran, 1988). Indeks kekayaan jenis di hitung menggunakan persamaan Margalef (Dmg) sebagai berikut:

$$Dmg = \frac{(S - 1)}{\ln(N)}$$

Keterangan:

Dmg = indeks kekayaan Margalef

S = jumlah jenis,

N = jumlah total individu

3. Kemerataan Jenis

Proporsi kelimpahan jenis kupu-kupu dihitung dengan menggunakan indeks kemerataan (Magurran, 1988) yaitu:

$$E = H' / \ln S$$

Keterangan:

E = indeks kemerataan,

H' = indeks keragaman Shannon

S = jumlah jenis

4. Indeks Penduga Chao (Chao Index)

Indeks adalah rumus yang digunakan dalam ekologi dan statistika untuk memperkirakan jumlah total spesies yang ada dalam suatu populasi atau komunitas berdasarkan data sampel yang terbatas (Santosa & Mulya, 2023). Ini berguna untuk memperkirakan keragaman spesies yang belum terdeteksi dalam penelitian ekologi atau biologi dapat dituliskan sebagai

berikut:

$$S_{Chao1} = S_{obs} + \frac{n1(n1-1)}{2(n2+1)}$$

Keterangan:

S_{Chao1} = Estimasi jumlah total spesies dalam komunitas

S_{obs} = Jumlah spesies yang terdeteksi (observasi) dalam sampel

$n1$ = Jumlah spesies yang hanya ditemukan satu kali dalam sampel

$n2$ = Jumlah spesies yang hanya ditemukan dua kali dalam sampel

5. Hubungan Asosiasi antar Spesies

Untuk mengetahui hubungan antara jenis digunakan analisis asosiasi yang dihitung berdasarkan rumus yang ditentukan oleh Goodall (1953) dalam Muller Dombois dan Ellenberg (1973), dalam (Lambere, 2010), yang dijabarkan sebagai berikut :

Tabel 2. Kontigensi 2x2

Jenis a	+	-	
Jenis b			
+	A	B	a + b
-	C	D	c + d
	a+b	a + b	n=a+b+c+d

Keterangan :

a = Jumlah titik pengamatan yang terdapat jenis A dan B

b = Jumlah titik pengamatan yang terdapat jenis B

c = Jumlah titik pengamatan yang terdapat jenis A

d = Jumlah titik pengamatan yang tidak terdapat jenis A dan B

n = Jumlah titik pengamatan

Untuk mengetahui besarnya tingkat asosiasi yaitu hubungan dari dua jenis yang saling berinteraksi dapat bersifat positif atau negatif. Dimana nilai positif atau negatif, dimana nilai positif menunjukkan hubungan yang bersifat mutualistik (saling menguntungkan) sedangkan nilai negatif adalah sebaliknya. Interspesifik asosiasi

antara dua jenis yang saling berinteraksi dapat diketahui dari formula sebagai berikut: untuk $n < 30$

$$X^2 = \frac{(ad-bc)^2 n}{(a+b)(c+d)(b+d)}$$

Untuk mengetahui ada tidaknya asosiasi antara dua jenis dilakukan perbandingan antara chi-square { X^2 hitung} dengan X^2 Tabel pada derajat bebas = 1 Keputusannya :

a. Bila $X^2 < X^2$ tabel 0,05% maka kedua jenis yang diuji (tidak berasosiasi)

b. Bila X^2 hitung $> X^2$ 0,05 (berasosiasi)

c. X^2 hitung $> X^2$ tabel 0,01 (berasosiasi erat sekali)

Chi-square = X^2 tabel 0,05 = 3,841

X^2 tabel 0,01 = 6,635

Pada derajat bebas = 1

Jika dalam suatu sel dari Tabel kontingensi 2 x 2 terdapat frekuensi pengamatan yang kurang dari 1 atau lebih dari 2 sel yang memiliki nilai harapan kurang dari 5, maka statistik uji Chi-square akan menghasilkan bias. Untuk itu, dapat digunakan Chi-Square terkoneksi untuk menghindari terjadinya bias nilai akibat frekuensi harapan sel yang rendah. Persamaan yang digunakan adalah koreksi Yates sebagai berikut :

$$x^2h = \frac{N [|ad - bc| - (\frac{N}{2})]^2}{mnr s}$$

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Jenis Kupu-kupu

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 31 spesies kupu-kupu dengan total individu sebanyak 62 ekor. Seluruh spesies yang teridentifikasi termasuk dalam tiga famili, yaitu Nymphalidae, Papilionidae, dan Pieridae. Famili Nymphalidae merupakan famili yang paling dominan di lokasi penelitian, dengan total 18 spesies (58%). Selanjutnya, famili Pieridae terdiri atas 9 spesies, dan Papilionidae terdiri atas 4 spesies (Tabel 3).

Berdasarkan survei lapangan yang dilakukan melalui metode pengamatan langsung, tercatat 31 spesies kupu-kupu selama periode pengambilan data. Jumlah ini mencerminkan kekayaan spesies yang berhasil terdeteksi, namun belum tentu merepresentasikan keseluruhan komunitas kupu-kupu yang ada di habitat tersebut. Untuk mengestimasi kekayaan spesies yang tidak terdeteksi, digunakan pendekatan estimasi Chao1, yang menghasilkan prediksi total sebanyak 45 spesies. Menurut Ali (2018), indeks Chao1 merupakan salah satu metode estimasi kekayaan spesies yang memiliki tingkat ketepatan tinggi, dengan mengandalkan keberadaan spesies *singleton* (spesies yang hanya tercatat satu individu) dan *doubleton* (spesies yang tercatat dua individu) dalam data pengamatan.

Penelitian ini, dijumpai sebanyak 17 spesies *singleton* dan 5 spesies *doubleton*.

Dengan demikian, jumlah spesies yang berhasil diidentifikasi hanya mencakup sekitar 69% dari estimasi total kekayaan spesies berdasarkan analisis Chao1, yang berarti terdapat sekitar 14 spesies yang kemungkinan belum terdeteksi. Tingginya jumlah spesies *singleton* dapat menjadi indikator adanya spesies langka di lokasi penelitian. Namun, hal ini juga dapat disebabkan oleh keterbatasan dalam desain penelitian, khususnya karena tidak adanya pengulangan pengamatan. Secara statistik analisis asosiasi uji *chi square* menggunakan data faktual tanpa pengulangan. Ketiadaan pengulangan pengamatan berpotensi menurunkan peluang deteksi terhadap spesies yang memiliki tingkat kemunculan rendah atau aktivitas terbatas, sehingga meningkatkan kemungkinan tercatatnya spesies hanya satu kali dalam data.

Penelitian ini juga mencatat keberadaan 10 spesies kupu-kupu endemik, yaitu *Neptis ida celebensis*, *Euploea redtenbacheri*, *Charaxes affinis*, *Tirumala choaspes*, *Orsotriaena jopas*, *Lohora dinon*, *Cyrestis strigata*, *Appias aegis*, *Pareronia tritaea*, dan *Ixias paluensis* (Tabel 3). Di antara spesies tersebut, *Ixias paluensis* hanya ditemukan di lokasi tertentu dan tidak tersebar luas. Hal serupa juga berlaku untuk beberapa spesies endemik lainnya. Berbeda halnya dengan *N. i. celebensis*, meskipun merupakan spesies endemik, namun spesies ini tergolong umum dijumpai di berbagai titik pengamatan. Keberadaan *N. i. celebensis* tidak terbatas pada lokasi penelitian, tetapi juga telah tercatat di berbagai wilayah lain, termasuk pada daerah dataran tinggi. Spesies ini menunjukkan pola sebaran yang relatif luas dibandingkan dengan spesies endemik lainnya. Hasil penelitian Toding *et al.*, (2024) mengungkapkan bahwa *N. i. celebensis* dapat ditemukan mulai dari dataran rendah hingga dataran tinggi. Selain itu, Novriadi *et al.*, (2020), juga melaporkan keberadaan spesies ini pada berbagai tipe habitat, seperti pemukiman, sungai, dan hutan. Temuan ini mengindikasikan bahwa *N. i. celebensis*

memiliki toleransi ekologis yang tinggi terhadap variasi kondisi lingkungan, yang memungkinkan spesies ini untuk bertahan di berbagai jenis habitat.

Troides helena merupakan spesies yang tercatat dalam kategori *Least Concern* (LC) menurut IUCN *Red List*, masuk dalam

Appendix II CITES, serta termasuk dalam daftar spesies yang dilindungi berdasarkan peraturan perundang-undangan di Indonesia. Keberadaan spesies ini menunjukkan pentingnya perlindungan habitat lokal sebagai bagian dari upaya konservasi biodiversitas endemik.

Tabel 3. Komposisi Jenis Kupu-kupu

No	Famili	Jenis	Jumlah individu
1	Nymphalidae	<i>Ideopsis juventa</i>	4
2	Nymphalidae	<i>Dophla evelina</i>	2
3	Nymphalidae	<i>Neptis ida celebensis*</i>	3
4	Nymphalidae	<i>Hypolimnas bolina</i>	3
5	Nymphalidae	<i>Euploea sp.</i>	1
6	Nymphalidae	<i>Hypolimnas anomala</i>	7
7	Nymphalidae	<i>Parantica cleona</i>	1
8	Nymphalidae	<i>Euploea algea</i>	3
9	Nymphalidae	<i>Euploea redtenbacheri*</i>	1
10	Nymphalidae	<i>Ideopsis vitrea</i>	1
11	Nymphalidae	<i>Yoma sabina</i>	1
12	Nymphalidae	<i>Charaxes affinis*</i>	1
13	Nymphalidae	<i>Junonia erigone</i>	1
14	Nymphalidae	<i>Tirumala choaspes*</i>	1
15	Nymphalidae	<i>Orsotriaena jopas*</i>	1
16	Nymphalidae	<i>Danaus genutia</i>	5
17	Nymphalidae	<i>Lohora dinon*</i>	1
18	Nymphalidae	<i>Cyrestis strigata*</i>	1
19	Papilionidae	<i>Papilio peranthus</i>	3
20	Papilionidae	<i>Graphium agamemnon</i>	2
21	Papilionidae	<i>Papilio polytes</i>	1
22	Papilionidae	<i>Troides Helena**</i>	1
23	Pieridae	<i>Eurema blanda</i>	4
24	Pieridae	<i>Appias aegis*</i>	1
25	Pieridae	<i>Appias olferna</i>	2
26	Pieridae	<i>Catopsilia pomona</i>	1
27	Pieridae	<i>Catopsilia scylla</i>	3
28	Pieridae	<i>Hebomia glaucippe</i>	1
29	Pieridae	<i>Belenois java</i>	2
30	Pieridae	<i>Pareronia tritaea*</i>	2
31	Pieridae	<i>Ixias paluensis*</i>	1
Jumlah individu			62
Jumlah jenis			31

Keterangan: *=Endemik; **=Appendix II (CITES), LC (IUCN), Dilindungi

Tingginya jumlah spesies dari famili Nymphalidae menunjukkan bahwa kawasan ini memiliki vegetasi penyangga yang relatif baik, karena banyak anggota famili ini memanfaatkan berbagai spesies tumbuhan sebagai sumber makanan dan tempat bertelur. Famili ini dikenal sebagai indikator ekosistem yang mengalami sedikit gangguan antropogenik. Ginting *et al.*, (2023), juga menyatakan bahwa famili Nymphalidae adalah anggota yang memiliki penyebaran terbanyak pada berbagai lokasi dan juga bersifat *polifag* (Hengkengbala *et*

al., 2019, Sabran *et al.*, 2021). Spesies yang paling melimpah selama pengamatan adalah *Hypolimnas anomala* dan *Danaus genutia* dari famili Nymphalidae, dengan total individu terbanyak di seluruh jalur pengamatan. Jenis ini cenderung menyukai habitat yang teduh dan basah, yang merupakan ciri khas kawasan riparian.

Berdasarkan hasil penelitian ini, sebanyak 31 spesies kupu-kupu tercatat tersebar pada 10 plot pengamatan. Secara umum, setiap plot dihuni oleh 3 hingga 5 spesies. Sebanyak empat plot dihuni oleh

lima spesies, sedangkan tiga plot lainnya distribusi spesies pada masing-masing plot dihuni oleh tiga spesies. Rincian hasil disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Distribusi Kelimpahan Per Spesies Per Plot

No	Jenis	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	<i>Appias aegis</i> *	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-
2	<i>Appias olferna</i>	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-
3	<i>Belenois java</i>	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-
4	<i>Catopsilia pomona</i>	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-
5	<i>Catopsilia scylla</i>	-	√	-	-	-	-	-	-	-	-
6	<i>Charaxes affinis</i> *	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-
7	<i>Cyrestis strigata</i> *	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-
8	<i>Danaus genutia</i>	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-
9	<i>Dophla evelina</i>	-	√	-	-	-	-	-	-	-	√
10	<i>Euploea redtenbacheri</i> *	-	-	-	-	-	√	-	-	-	-
11	<i>Euploea algea</i>	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-
12	<i>Euploea sp.</i>	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-
13	<i>Eurema blanda</i>	√	√	-	√	-	-	-	-	-	-
14	<i>Graphium agamemnon</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√
15	<i>Hebomia glaucippe</i>	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-
16	<i>Hypolimnas anomala</i>	-	√	-	-	-	-	-	-	-	√
17	<i>Hypolimnas bolina</i>	√	-	-	-	-	-	-	-	-	-
18	<i>Ideopsis juvena</i>	-	-	√	√	√	-	-	-	-	-
19	<i>Ideopsis vitrea</i>	-	-	-	-	√	-	-	-	-	-
20	<i>Ixias paluensis</i>	-	-	√	-	-	-	-	-	-	-
21	<i>Junonia erigone</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√
22	<i>Lohora dinon</i> *	-	-	-	-	-	-	-	-	√	-
23	<i>Neptis ida celebensis</i> *	-	-	√	-	√	-	-	-	-	-
24	<i>Orsotriaena jopas</i> *	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√
25	<i>Papilio peranthus</i>	-	-	-	√	-	-	-	-	-	√
26	<i>Papilio polytes</i>	-	-	-	-	-	-	-	√	-	-
27	<i>Parantica cleona</i>	-	-	-	√	-	-	-	-	-	-
28	<i>Pareronia tritaea</i> *	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-
29	<i>Tirumala choaspes</i> *	-	-	-	-	-	-	√	-	-	-
30	<i>Troides Helena</i> **	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√
31	<i>Yoma sabina</i>	-	-	-	-	-	-	-	-	-	√

Berdasarkan Tabel 4. plot 8 dan plot 9 merupakan plot dengan jumlah spesies paling sedikit, yaitu masing-masing hanya ditemukan satu spesies. Sebaliknya, plot 10 tercatat sebagai plot dengan jumlah spesies tertinggi, yakni sebanyak 10 spesies. Hasil pengamatan menunjukkan bahwa plot 8 dan plot 9 memiliki kondisi vegetasi yang terbuka dengan intensitas cahaya matahari yang tinggi, sedangkan plot 10 memiliki kondisi yang lebih teduh dengan vegetasi yang lebat serta intensitas cahaya matahari yang rendah. Perbedaan kondisi mikrohabitat tersebut diduga berpengaruh terhadap kelimpahan dan keberagaman spesies kupu-kupu yang ditemukan pada masing-masing plot.

Keanekaragaman Spesies Kupu-kupu

Keanekaragaman spesies kupu-kupu di lokasi penelitian dianalisis menggunakan tiga jenis indeks, yaitu indeks

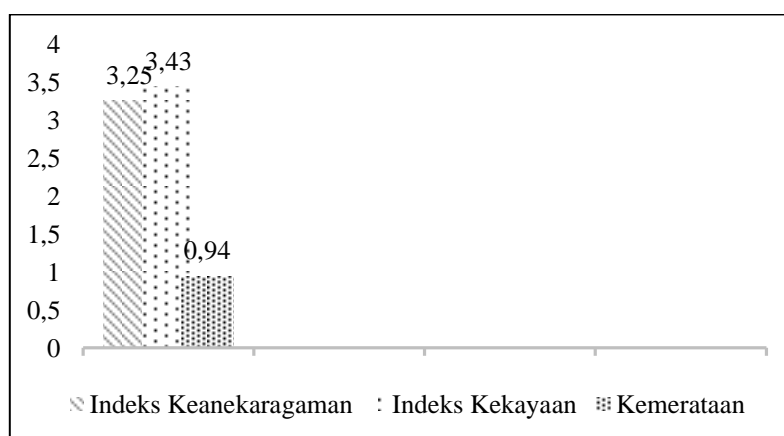
keanekaragaman, indeks kekayaan, dan indeks kemerataan. Indeks keanekaragaman spesies dihitung menggunakan rumus Shannon-Wiener (H'), indeks kekayaan spesies menggunakan Margalef (Dmg), dan indeks kemerataan spesies menggunakan Evenness (E). Hasil perhitungan ketiga indeks tersebut disajikan pada Gambar 3.

Nilai indeks keanekaragaman Shannon-Wiener (H') yang diperoleh adalah 3,25, yang tergolong dalam kategori tinggi. Menurut Fahlefi *et al.*, (2024), nilai keanekaragaman yang tinggi menunjukkan bahwa distribusi individu per spesies cenderung merata, serta mengindikasikan tidak adanya dominasi yang kuat oleh spesies tertentu dalam komunitas. Hal ini merefleksikan struktur komunitas yang seimbang serta keberadaan berbagai spesies dalam jumlah yang relatif setara. Tingginya keanekaragaman pada habitat ini

dikarenakan pada area tersebut tidak terjamah oleh penduduk dan orang luar, sehingga masih relatif alami. Murti *et al.*, (2017) menyatakan bahwa kestabilan komunitas kupu-kupu pada suatu area sangat dipengaruhi oleh daya dukung lingkungan yang ditempatinya, hal ini sesuai bahwa ekosistem riparian Sungai Paneki belum mengalami perubahan signifikan yang disebabkan oleh manusia, baik fragmentasi habitat maupun penurunan kualitas habitat di wilayah studi.

Berdasarkan nilai indeks kekayaan spesies (Dmg) juga menunjukkan tingkat kekayaan yang baik, yaitu 3,43. Hal ini disebabkan karena tidak adanya spesies yang mendominasi pada habitat tersebut. Menurut Erianto *et al.*, (2023), kondisi suatu habitat juga sangat mempengaruhi jumlah jenis kupu-kupu, makin banyaknya spesies kupu-kupu pada lokasi indeks kekayaan akan semakin tinggi atau masuk dalam kategori sangat baik.

Nilai indeks kemerataan (E) yang diperoleh adalah 0,94, yang menunjukkan bahwa distribusi individu antar spesies tergolong sangat merata. Nilai ini mengindikasikan bahwa tidak hanya jumlah spesies yang tinggi, tetapi juga bahwa setiap spesies hadir dalam proporsi individu yang seimbang atau jenis yang dominan sangat kurang. Kondisi ini mencerminkan kestabilan lingkungan habitat yang mendukung keberlangsungan hidup berbagai spesies kupu-kupu secara berimbang. Sementara itu, nilai indeks kekayaan spesies (Dmg) juga menunjukkan tingkat kekayaan yang tinggi hal tersebut berbanding lurus dengan indeks keanekaragaman. Ketiga indeks ini secara bersama-sama mengindikasikan bahwa habitat riparian Sungai Paneki memiliki keanekaragaman spesies kupu-kupu yang tinggi, seimbang, dan stabil.



Gambar 3. Grafik Indeks Keanekaragaman Jenis, Indeks Kekayaan Jenis dan Indeks Kemerataan Jenis

Asosiasi Antar Jenis Kupu-kupu

Riparian Sungai Paneki memiliki vegetasi yang beragam dan berfungsi sebagai habitat penting bagi aktivitas kupu-kupu. Sepanjang aliran sungai ini, terdapat area yang terbuka akibat penebangan atau pembersihan vegetasi, serta area yang masih tertutup oleh kanopi rapat. Vegetasi riparian juga berperan sebagai koridor alami yang memungkinkan kupu-kupu berpindah dan bermigrasi antar *patch* habitat. Variasi

struktur dan kerapatan vegetasi ini turut memengaruhi pola interaksi antar jenis kupu-kupu, termasuk dalam bentuk asosiasi.

Berdasarkan hasil analisis asosiasi antar spesies kupu-kupu di habitat riparian Sungai Paneki, ditemukan sebanyak 26 spesies menunjukkan hubungan asosiasi dan membentuk 296 interaksi asosiasi. Sementara itu, 5 spesies lainnya tidak menunjukkan asosiasi dengan spesies lain.

Dalam asosiasi yang terbentuk, terdapat perbedaan tingkat keterkaitan antar spesies, di mana beberapa spesies menunjukkan jumlah asosiasi yang tinggi, sedangkan yang lainnya memiliki jumlah asosiasi yang rendah. Empat spesies yang memiliki jumlah asosiasi terbanyak dengan spesies lain adalah *Hebomia glaucippe*, *Parantica cleona*, *Ixias paluensis*, dan *Lohora dinon*. Sebaliknya, empat spesies yang memiliki jumlah asosiasi terendah adalah *Junonia erigone*, *Orsotriaena jopas*, *Troides helena*, dan *Yoma sabina*.

Berdasarkan kehadiran spesies pada masing-masing plot pengamatan, terlihat bahwa sebagian besar kupu-kupu jarang ditemukan secara bersamaan. Hal ini menunjukkan adanya kecenderungan bahwa spesies kupu-kupu saling menghindari atau hadir pada waktu yang berbeda dengan spesies lainnya. Fenomena ini mengindikasikan adanya bentuk asosiasi negatif antar spesies kupu-kupu. Kehadiran kupu-kupu di suatu plot pengamatan diduga berkaitan dengan keberadaan sumber daya tertentu yang dimanfaatkan oleh masing-masing spesies.

Koh & Sodhi (2004), mengemukakan bahwa kupu-kupu memiliki preferensi dan persyaratan terhadap komponen-komponen habitat tertentu, sehingga ketersediaan sumber daya pada suatu habitat sangat memengaruhi keberadaan mereka. Menurut Aprilia *et al.*, (2020), kehadiran kupu-kupu di suatu habitat dipengaruhi oleh faktor biotik dan abiotik. Faktor biotik meliputi ketersediaan tumbuhan inang dan sumber pakan bagi kupu-kupu dewasa, sedangkan faktor abiotik mencakup kondisi fisik lingkungan seperti suhu, kelembaban, dan intensitas cahaya.

Berdasarkan hasil pengamatan, diduga bahwa faktor-faktor yang paling berpengaruh terhadap kehadiran kupu-kupu adalah intensitas cahaya, ketersediaan

pakan, dan kondisi mikroklimat. Hal ini dapat dilihat dari asosiasi antara *Lohora dinon* dan *Graphium agamemnon* yang menunjukkan keterkaitan dengan faktor-faktor tersebut. Rinanda *et al.*, (2016), yang menyebutkan bahwa kondisi lingkungan seperti tingkat keterbukaan, keanekaragaman jenis tumbuhan, dan kerapatan vegetasi memiliki pengaruh signifikan terhadap komposisi dan keberadaan kupu-kupu di suatu habitat. Ketersediaan pakan, intensitas cahaya, dan kondisi mikroklimat yang sesuai dapat memengaruhi kecenderungan spesies kupu-kupu untuk berkumpul di suatu area. Hal ini terjadi karena mereka bersama-sama memanfaatkan sumber daya yang tersedia, yang kemudian memicu terjadinya interaksi atau asosiasi antarspesies. Namun, referensi yang secara spesifik membahas hal ini masih cukup terbatas.

Hasil analisis asosiasi menggunakan uji *Chi-square* menunjukkan adanya asosiasi negatif yang signifikan antara *Lohora dinon* dan *Graphium agamemnon* di habitat riparian sungai. Meskipun data dikumpulkan secara faktual pada waktu aktif kupu-kupu (pukul 08.00–11.30), kedua spesies tidak pernah teramati hadir secara bersamaan dalam satu plot. Temuan ini mengindikasikan adanya bentuk segregasi spasial atau segregasi ekologis antara kedua spesies tersebut.

Graphium agamemnon diketahui menyukai habitat terbuka yang terpapar sinar matahari, seperti pembukaan hutan dan tepian sungai. Individu jantan sering kali terlihat berjemur dengan sayap terbuka sebelum bertengger di atas pohon (Almukarramah *et al.*, 2023). Sebaliknya, *Lohora dinon* cenderung ditemukan di area yang teduh atau semi-terteduh, menunjukkan preferensi terhadap kondisi cahaya yang lebih rendah.

Gambar 4. Spesies *Lohora dinon*

Secara ekologis, segregasi ini kemungkinan besar dipengaruhi oleh perbedaan preferensi terhadap intensitas cahaya pada skala mikrohabitat. Meskipun habitat riparian tempat penelitian ini dilakukan tampak seragam dari segi struktur vegetasi dan topografi secara makro, terdapat variasi lokal antara area terbuka yang menerima sinar matahari langsung dan area teduh di bawah kanopi vegetasi yang rapat. Variasi mikrohabitat tersebut sangat penting bagi kupu-kupu, karena intensitas cahaya memengaruhi berbagai aspek perilaku, seperti termoregulasi dan pencarian makan.

Sehubungan dengan hal tersebut, beberapa penelitian menunjukkan bahwa sejumlah jenis kupu-kupu yang ditemukan di lokasi penelitian cenderung menempati habitat terbuka yang terpapar sinar matahari serta beraktivitas pada saat intensitas cahaya berada dalam kondisi optimal. *Eurema blanda* dan *Catopsilia pomona* diketahui lebih menyukai area hutan terbuka yang menerima paparan sinar matahari secara langsung (Kurniawan & Samani, 2023). Sementara itu, *Appias olferna*, *Hypolimnys bolina*, dan *Papilio polytes* cenderung lebih aktif menjelang siang hari, ketika intensitas cahaya mencapai tingkat yang tinggi (Kurniawan & Samani, 2023).

Segregasi ini mencerminkan adanya pembagian relung mikrohabitat, dimana masing-masing spesies menempati ruang ekologis yang berbeda untuk menghindari kompetisi langsung atau sebagai bentuk adaptasi terhadap kondisi iklim

tertentu. Dengan demikian, asosiasi negatif antara kedua spesies tidak semata-mata merupakan hasil dari dinamika acak populasi, melainkan mencerminkan segregasi ekologis yang didasarkan pada preferensi terhadap sumber daya yang tersedia di habitat tersebut.

Menurut Azahra *et al.*, (2016), frekuensi kehadiran menunjukkan bahwa spesies kupu-kupu memiliki keterikatan yang kuat terhadap komponen habitat tertentu, sehingga hanya ditemukan pada lokasi yang menyediakan komponen habitat tersebut. Selain itu, kupu-kupu juga menunjukkan sensitivitas yang tinggi terhadap kondisi lingkungan tertentu.

Temuan ini memiliki implikasi penting dalam konservasi ekosistem riparian di Sulawesi Tengah. Keberadaan spesies kupu-kupu endemik dan dilindungi, seperti *Troides helena* dan *Ixias paluensis*, menandakan bahwa kawasan Sungai Paneki merupakan habitat yang bernilai tinggi bagi keanekaragaman hayati lokal. Oleh karena itu, upaya perlindungan vegetasi riparian harus menjadi prioritas dalam perencanaan penggunaan lahan, termasuk pengendalian deforestasi, alih fungsi lahan, dan aktivitas manusia yang dapat merusak mikrohabitat. Selain itu, informasi mengenai asosiasi negatif antarspesies dapat dijadikan acuan dalam merancang zona habitat mikro secara spesifik untuk mendukung spesies yang memiliki preferensi habitat yang berbeda. Kajian ini juga dapat menjadi dasar dalam penyusunan strategi konservasi kupu-kupu berbasis ekosistem di kawasan aliran sungai.

SIMPULAN

Penelitian di habitat riparian Sungai Paneki mencatat 31 spesies kupu-kupu dengan total 62 individu dari tiga famili: Nymphalidae (18 spesies), Pieridae (9 spesies), dan Papilionidae (4 spesies) dengan keanekaragaman tinggi ($H' = 3,25$), kekayaan jenis ($Dmg = 3,43$), dan pemerataan sebaran ($E = 0,94$), mencerminkan komunitas yang stabil. Terdapat 10 spesies endemik dan satu spesies dilindungi (*Troides helena*). Analisis asosiasi mencatat 296 interaksi, dengan spesies seperti *Hebomia glaucippe*, *Parantica cleona*, *Ixias paluensis*, dan *Lohora dinon* paling berasosiasi, serta adanya segregasi ekologis antara *Lohora dinon* dan *Graphium agamemnon*. Hasil ini menegaskan pentingnya konservasi ekosistem riparian untuk mendukung komunitas kupu-kupu.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, M. A. (2018). *Penentuan Bentuk dan Dimensi Plot Contoh Optimal Pengukuran Keanekaragaman Spesies Tumbuhan pada Ekosistem Hutan Hujan Pegunungan Bawah*. [Thesis] Institut Pertanian Bogor.
- Almukarramah, Ramadani, F., Ibrahim, Azwir, & Akmal, N. (2023). Pengamatan Pertumbuhan dan Perkembangan Kupu-Kupu Jenis *Graphium Agamemnon* Terhadap Tanaman Inang di Ketambe (Penangkaran Kupu-Kupu Ketambe) Kabupaten Aceh Tenggara Sebagai Media Pembelajaran. *Jurnal Pembelajaran dan Sains*, 2(2), 9-23.
- An, J. S., & Choi, S.-W. (2021). Butterflies as an Indicator Group of Riparian Ecosystem Assessment. *Asian Pacific Journal of Environment*, 24(1), 195–200.
- Aprilia, I., Setiawan, D., Iqbal, M., Pragustiandi, G., & Yustian, I. (2020). *Kupu-kupu Sembilang Dangku*. Palembang: ZSL Indonesia.
- Azahra, S. D., Masy'ud, B., & Farikhah, N. (2016). Perbandingan Komunitas Kupu-Kupu pada Berbagai Tipe, Karakteristik, dan Gangguan Lingkungan Hutan Kota. *Media Konservasi*, 21(2), 108–115.
- Bamotiwa, D., Labiro, E., & Ihsan, M. (2014). Asosiasi Burung Julang Sulawesi (*Rhyticeros cassidix*) dengan Jenis-Jenis Pohon di Kawasan Hutan Lindung Desa Ensa Kecamatan Mori Atas Kabupaten Morowali Utara. *Warta Rimba*, 2(2), 67–74.
- Cassie, B. (2010). *A world of Butterflies*. Bulfinch Press.
- Erianto, Avrita, S., & Ardian, H. (2023). Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu di Air Paoh Desa Pangkalan Buton Kecamatan Sukadana Kabupaten Kayong Utara. *Jurnal Hutan Lestari*, 11(3), 633–640.
- Fahlefi, A. R., Prasetya, K. N., F, F. N., & Bahri, S. (2024). Diversity of Butterfly Species (Order: Lepidoptera) in Riparian Ecosystems of Bromo Tengger Semeru National Park, Indonesia. *International Journal of Bonorowo Wetlands*, 14(2), 66–73.
- Gafur, A., Labiro, E., & Ihsan, M. (2016). Asosiasi Jenis Burung pada Kawasan Hutan Mangrove di Anjungan Kota Palu. *Warta Rimba*, 4(1), 42-48.
- Ginting, R., Latupapua, L., & Pattinasarany, C. K. (2023). Inventarisasi Jenis Kupu-Kupu di Resort Masihulan Taman Nasional Manusela. *Jurnal Sylva Scientiae*, 6(4), 710–717.
- Harlina, & Sinaga, U. (2024). Analisis Struktur dan Komposisi Tumbuhan Inang dalam Mendukung Konservasi Kupu-Kupu di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. *Jurnal Bonita*, 6(2), 10–21.
- Hengkengbala, S., Koneri, R., Katili, D. Y. (2019). Keanekaragaman Kupu-kupu di Bendungan Ulung Peliang Kecamatan Tamako, Kepulauan Sangihe, Sulawesi Utara. *Jurnal Bios Logos*, 10(2), 63-70.

- Kelsubun, H., & Warmetan, H. (2019). Keragaman Jenis Kupu-kupu pada Wilayah Dataran Masni, Kabupaten Manokwari. *Jurnal Kehutanan Papuasia*, 5(1), 93–99.
- Kirton, L. G. (2014). *A naturalist's guide to the butterflies of Peninsular Malaysia, Singapore and Thailand*. John Beaufoy Publishing.
- Koh, L. P., Sodhi, N. S. (2004). Importance of Reserves, Fragments, and Park for Butterfly Conservation in a Tropical Urban Landscape. *Ecological Applicaton*, 14(6), 1695-1708.
- Kurniawan, A. A., & Samani, K. A. (2023). Identifikasi jenis kupu-kupu (Lepidoptera) di Taman Wisata Alam Baning Kabupaten Sintang. *Bicaster: Jurnal Kajian Biologi*, 3(2): 73–85.
- Kurniawan, B., Apriani, R. R., & Cahayu, R. (2020). Keanekaragaman Spesies Kupu-Kupu (Lepidoptera) pada Habitat Eko-wisata Taman Bunga Merangin Garden Bangko Jambi. *Journal of Biology and Applied Biology*, 3(1), 1–7.
- Lambere, A. A. (2010). *Asosiasi jenis pohon cendana (Santalum album Linn) di Taman Hutan Raya Poboya Palu* [Skripsi tidak diterbitkan]. Universitas Tadulako.
- Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. Croom Helm.
- Murti, W. B., Kartijono, N. E., & Rahayuningsih, M. (2017). Keanekaragaman Jenis Kupu-Kupu di Taman Nasional Karimunjawa Jawa Tengah. *Biospecies*, 10(2), 73–80.
- Mustari, A. H., Pramana, Y. & Nurlinda, R. (2013). Keanekaragaman Kupu-kupu di Taman Nasional Bantimurung Bulusaraung. Fakultas Kehutanan. Insitut Pertanian Bogor. Bogor. *Jurnal Media Konservasi*, 18(2), 63-68.
- Naim, M., Rosyid, A., Sudhartono, A., Ihsan, M., Purnama, R., & Ramadhan, G. (2022). Asosiasi Jenis Burung di Suaka Margasatwa Pulau Pasoso Kabupaten Donggala Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmuwan dan Praktisi Kehutanan*, 22(3), 276–282.
- Ngatimin, S. N. A., Abdullah, T., Nasruddin, A., & Fatahuddin. (2019). Konservasi Kupu-Kupu sebagai Serangga Penyerbuk yang Penting di Taman Nasional Bantimurung-Bulusaraung. *Jurnal Bonita*, 1(2), 10–14.
- Novriadi, Dhafir, F., Kundera, I. N., & Bustamin. (2020). Keanekaragaman Kupu-kupu (Sub Ordo Rhopalocera) di Kawasan Taman Hutan Raya Sulawesi Tengah Kelurahan Kawatuna Kota Palu dan Pemanfaatannya sebagai Media Pembelajaran. *JBSE*, 8(2): 687–693.
- Ramadhana, F., Irmasari, Ihsan, M., Ansar, Wijaya, A., & Ananda, A. (2024). Keanekaragaman jenis burung di riparian Sungai Saluki. *Jurnal Ilmuwan dan Praktisi Kehutanan*, 22(4): 479–486.
- Rinanda, A., Diba, F., & Wahdina. (2016). Studi Keanekaragaman Jenis Kupu-kupu di DAS Mendalam Taman Nasional Betung Kerihun Danau Sentarum Kabupaten Kapuas Hulu Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, 4(4), 437–445.
- Sabran, M., Lembah, R. R. T., Wahyudi, Baharuddin, H., Trianto, M., & Suleman, S. M. (2021). Jenis dan Kekerabatan Kupu-kupu (Lepidoptera) di Taman Hutan Raya Sulawesi Tengah. *Journal of Tropical Biology*, 9(1), 46–55.
- Santosa, Y., & Mulya, H. (2023). *Konsep ukuran dan metode pengukuran keanekaragaman jenis hayati*. Bogor: IPB Press.
- Septianella, G., Peggie, D., & Sasaerila, H. Y. (2015). Keanekaragaman Kupu-kupu (Lepidoptera) di Kawasan Desa Pasirlangu, Kecamatan Cisarua, Kabupaten Bandung Barat, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 1(8), 1816–1820.

- Syaputra, M. (2015). Pengukuran Keanekaragaman Kupu - kupu (lepidoptera) dengan Menggunakan Metode Time Search. *Media Bina Ilmiah*, 9(4), 68-72.
- Sutherland, W.J. (2006). *Ecological Census Techniques*. New York: Cambridge University Press.
- Tansidi, I. A. (2024). *Asosiasi Jenis Kupu-kupu di Sekitar Danau Rano Kecamatan Balaesang Tanjung Kabupaten Donggala* [Skripsi]. Universitas Tadulako.
- Tukoboya, E., Kurniawan, A., Fatrawana, A. (2023). Keanekaragaman Jenis Kupu-kupu (Rhopalocera) Di Sungai Oba Kecamatan Oba Utara Kota Tidore Kepulauan. *Journal Forest Island*, 2(2), 6-13.
- Toding, G., Rosyid, A., Sustri, Toknok, B., Rukmi, Ihsan, M. (2024). Keanekaragaman Jenis Kupu-kupu di Wilayah KPH Sintuwu Maroso Kecamatan Lore Selatan Kabupaten Poso. *Jurnal Belantara*, 7(2), 269–286.
- Vane W, R. I., & de Jong, R. (2003). The Butterflies of Sulawesi: Annotated Checklist for a Critical Island Fauna. *Zoologische Verhandelingen*, 343(11), 3–267.

PEDOMAN SINGKAT PENULISAN JURNAL

JURNAL PENELITIAN KEHUTANAN BONITA FAKULTAS KEHUTANAN UNANDA

BONITA merupakan jurnal publikasi ilmiah yang dikelola oleh tim redaksi fakultas kehutanan yang dimiliki oleh Universitas Andi Djemma. Jurnal ini akan memuat hasil-hasil penelitian ilmiah pada berbagai bidang ilmu kehutanan diantaranya Manajemen dan Perencanaan Kehutanan, Konservasi, Sosial Kebijakan, Teknologi Hasil Hutan, Silvikultur dan bidang-bidang lain yang terapannya sangat berhubungan dengan bidang kehutanan. Penelitian tersebut harus memenuhi syarat ilmiah baik yang dilakukan oleh individu dosen, dosen secara berkelompok maupun dosen berkolaborasi dengan mahasiswa bimbingannya. Adapun persyaratan agar suatu naskah penelitian dapat dimuat dalam Jurnal ini adalah sebagai berikut:

1. Naskah merupakan hasil penelitian sendiri atau kelompok yang belum pernah diterbitkan pada media cetak lain. Naskah yang ditulis minimal 8 halaman dan maksimal 12 halaman
2. Naskah diketik dengan format ukuran kertas A4, tipe huruf Times New Roman spasi 1 (satu) dengan format satu kolom yang diketik dengan program MS.Word; Pada semua tepi kertas/margin di sisakan ruang kosong 2.5 cm.
3. Judul penelitian ditulis dengan huruf besar (capital) ukuran 12 character format pada tengah halaman dengan maksimal 15 kata.
4. Nama penulis ditulis tanpa gelar, format pada tengah halaman dengan nama instansi diketik di bawah nama penulis serta email koresponding author.
5. Abstrak ditulis satu paragraph sebelum isi naskah; jumlah kata sekitar 150-200 kata; abstrak dalam dua bahasa yaitu bahasa Indonesia dan bahasa Inggris (bahasa Inggris; dicetak miring/ Italic); abstrak tidak memuat uraian matematis dan mencakup esensi utuh penelitian; abstrak memuat hasil dan kesimpulan; kata kunci (4-5 kata kunci)
6. Kata asing yang belum diubah dalam Bahasa Indonesia atau belum di bakukan, diketik dengan huruf miring. hindari penyingkatan kata, kecuali yang sudah baku, misalnya penggunaan rumus matematika dan statistika.
7. Daftar Pustaka yang menjadi acuan yang *up to date* (5-10 tahun terakhir) diutamakan rujukan literatur lebih banyak dari jurnal ilmiah (70%) dan penulisan daftar pustaka menggunakan tools Pengelola Referensi seperti EndNote, Mendeley, Zotero, dll.
8. Naskah diajukan melalui submit langsung melalui OJS **Jurnal Penelitian Kehutanan Bonita**.
9. Jurnal BONITA terbit setahun dua kali yaitu bulan Juni dan Desember.
10. Adapun sistematika penulisan jurnal meliputi: a. Judul Penelitian b. Abstract c. Pendahuluan yang memuat penjelasan tentang latar belakang dan tujuan penelitian diadakan, (d) Metode Penelitian meliputi waktu, lokasi penelitian dan teknik analisis data, (e). Hasil dan Pembahasan (f) Kesimpulan dan Saran, g). acknowledgments (g) Daftar pustaka
11. Aturan Sistematika Hirarki penomoran adalah : A, 1, a 1) dan a)

12. Semua naskah diketik dengan ukuran : top : 2,5 cm, buttom : 2,5 cm, Leff : 2,5 cm, Right : 2,5 cm.

Perhatikan Contoh Penulisan di Bawah Ini

CONTOH PENULISAN JURNAL

Perhatikan Contoh Penulisan di Bawah Ini

CONTOH PENULISAN JURNAL

PARTISIPASI MASYARAKAT DALAM PENGELOLAAN HUTAN KEMASYARAKATAN (HKm) TANDUNG BILLA DI KELURAHAN BATTANG KOTA PALOPO

*Community Participation in the Existence of Community Forest (Hkm) Tandung Billa in
Battang and Battang Barat Sub-District, Palopo City.*

Witno¹, Maria², Dicky Supandi³

*Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Andi Djemma Palopo, Kampus
Agrokompleks Unanda, Palopo 19211
e-mail: witnosanganna@gmail.com*

ABSTRAK

Abstrak ditulis menggunakan huruf Times New Roman ukuran 12, spasi 1 dan dengan panjang teks 200-250 kata. Abstrak di buat dalam dua versi yaitu versi Bahasa Indonesia dan bahasa Inggris. Pertama Abstrak dalam bahasa Inggris kemudian abstrak bahasa Indonesia.

Kata kunci: terdiri dari 4-5 kata, ditulis mengikuti urutan abjad

PENDAHULUAN

Pendahuluan memuat latar belakang penelitian secara ringkas dan padat, serta tujuan penelitian. Persoalan pokok diutarakan sebagai alasan dilakukannya penelitian atau penulisan artikel, dengan mengacu pada telaah pustaka yang relevan dalam 5-10 tahun. Keseluruhan draft maksimal 12 halaman.

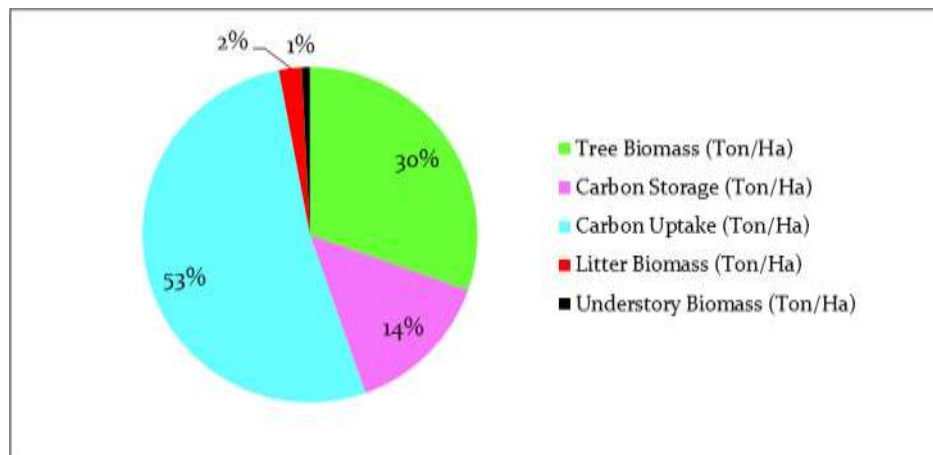
METODE PENELITIAN

Metode penelitian menguraikan waktu penelitian, lokasi penelitian, metode atau tahapannya, pengolahan data dan analisis data yang digunakan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bagian ini merupakan bagian utama artikel. Pada hasil dapat disajikan dengan tabel atau grafik, untuk memperjelas hasil secara verbal. Sedangkan pada pembahasan merupakan bagian terpenting dari keseluruhan isi artikel ilmiah. Tujuan pembahasan adalah : Menjawab masalah penelitian, menafsirkan temuan-temuan, mengintegrasikan temuan dari penelitian ke dalam kumpulan pengetahuan yang telah ada dan menyusun teori baru atau memodifikasi teori yang sudah ada.

Gambar disisipkan di dalam *text box* dan *figures caption* (keterangan gambar) diletakkan di bawah gambar.



Gambar 1. Keteranganannya (gambar tidak memiliki garis pinggir /dihilangkan)

Tabel 1. Keteranganannya

Rumus indeks vegetasi yang diambil dari citra SPOT6 tahun 2017

$NDVI = \frac{NIR - Red}{NIR + Red}$	$SAVI = \frac{NIR - RED}{NIR + rb + Lx(1+L)}$
$SRVI = \frac{NIR}{Red}$	$GNDVI = \frac{NIR - Green}{NIR + Green}$
$TVI = \frac{NIR - RED}{NIR + RED + 0.5}$	$IPVI = \frac{NIR}{NIR - Red}$
$ARVI = \frac{NIR - rb}{NIR + rb}$	$C\% = \frac{\text{Total luas tutupan tajuk}}{\text{Luas Plot}} \times 100\%$
$RVI = \frac{red}{NIR}$	$DVI = NIR - Red$

Tabel dibuat dengan lebar garis 1 pt dan *tables caption* (keterangan tabel) diletakkan di atas tabel. Keterangan tabel yang terdiri lebih dari 2 baris ditulis menggunakan spasi 1. Garis-garis tabel diutamakan garis horizontal dan garis vertikal.

SIMPULAN

Simpulan memuat jawaban atas pertanyaan penelitian. Ditulis dalam bentuk narasi, bukan dalam bentuk numerikal. Boleh memasukkan saran dan atau ucapan terima kasih bila penelitian bersumber dari dana hibah ataupun lembaga pendonor.

ACKNOWLEDGMENTS

Ucapan terima kasih kepada yang pemebri sumbangsih dalam penelitian misalnya penulis maupun lembaga donor penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

Penulisan daftar pustaka menggunakan sitasi **American Psychological Association (APA)** dapat mengakses <https://apastyle.apa.org/> . Jurnal Bonita menggunakan APA (American Psychological Association) dalam Daftar Pustaka di bagian akhir naskah. Silakan gunakan Aplikasi Pengelola Referensi seperti EndNote, Mendeley, Zotero, dll. Gunakan artikel lain

yang diterbitkan dalam jurnal yang sama sebagai rujukan. Semua publikasi yang dikutip dalam naskah harus dimasukkan dalam bagian Referensi dan disusun secara alfabetis.

- Andewi, B. A., Burhanuddin, & Dewantara, I. (2015). Struktur dan komposisi vegetasi di areal Petak Ukur Permanen (PUP) PT. Kawedar Wood Industry Kabupaten Kapuas Hulu. *Hutan Lestari*, 3(1), 150–159.
- Asbar, & Yunus, M. (2022). Estimasi Serapan Karbon Pada Substrat Dasar Berdasarkan Tingkat Kerapatan Mangrove Di Kawasan Ekowisata Lantebung Kota Makassar (Estimation Of Carbon Absorption On Basic Substrate Based On Mangrove Density Level In The Lantebung Eco-Tourism Area, Makassar. *Journal of Indonesian Tropical Fisheries*, 5(1), 99–109.
- Asharuddin, D., & Basry, A. (2023). Rancang Bangun Prototipe Sistem Monitoring Karbon Monoksida (CO) Secara Real Time Menggunakan Protocol Mqtt Berbasis Internet. *Journal TEKINFO*, 24(1), 29–35.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2012). *Pengukuran dan Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Akuntansi Karbon Hutan Berbasis Tanah)*. https://bsn.go.id/main/berita/berita_det/3747/2-SN. <https://bsn.go.id/>
- Darlina, I., Wilujeng, S., & Nurmajid, F. (2023). Estimasi Cadangan Karbon Dan Serapan Karbon Di Taman Maluku Kota Bandung. *Paspalum: Jurnal Ilmiah Pertanian*, 11(1), 163. <https://doi.org/10.35138/paspalum.v11i1.556>
- Drupadi, T. A., Ariyanto, D. P., & Sudadi, S. (2021). Pendugaan Kadar Biomassa dan Karbon Tersimpan pada Berbagai Kemiringan dan Tutupan Lahan di KHDTK Gunung Bromo UNS. *Agrikultura*, 32(2), 112. <https://doi.org/10.24198/agrikultura.v32i2.32344>



Penerbit : Kehutanan Press



9 772684 767005