

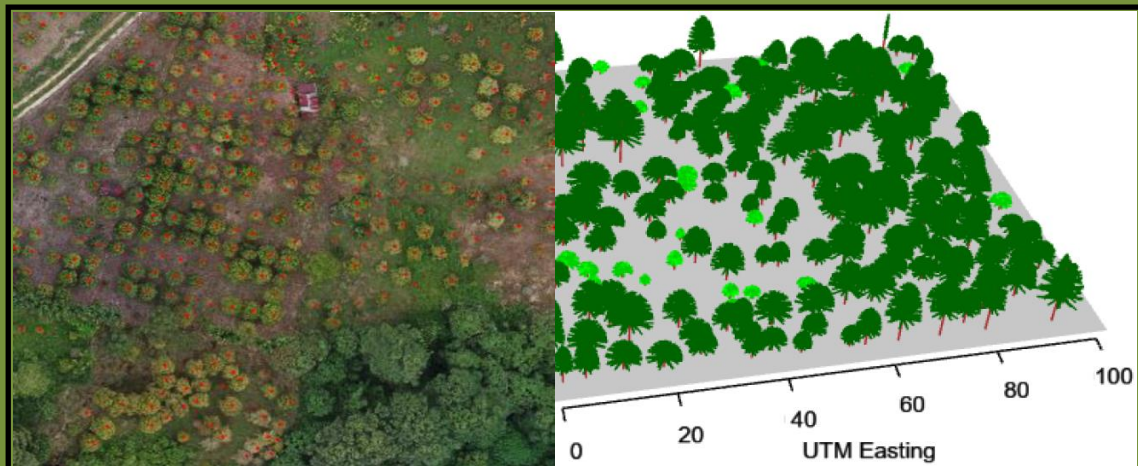


UNIVERSITAS ANDALAS

ISSN: 2303-2162

Volume 9, Nomor 1
Maret 2021

Jurnal Biologi Universitas Andalas



Diterbitkan Oleh :
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas, Padang – Sumatera Barat



UNIVERSITAS ANDALAS

Jurnal Biologi Universitas Andalas

Volume 9, Nomor 1– Maret 2021

Diterbitkan Oleh :
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Andalas, Padang – Sumatera Barat

DEWAN REDAKSI

Penanggung Jawab:

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas
Ketua Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

Ketua Dewan Editor:

Dr. Henny Herwina

Editor Pelaksana:

Ahmad Taufiq, M.Si.

Dr. Aadrean

Dr. M. Idris

Alamat Redaksi:

Jurusan Biologi

Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas

Kampus UNAND Limau Manis Padang

Sumatera Barat 25163

Telp. 0751-777427, Fax. 0751-71343

Email redaksi: ejurnalbioua@gmail.com

Homepage : <http://jbioua.fmipa.unand.ac.id/index.php/jbioua/index>

Gambar Sampul :

Perbandingan antara kondisi daun (A) Jumlah individu cengkeh Plot 1 = 270, Plot 2 = 236, Plot 3 = 166, Plot 4 = 313, Plot 5 = 260. Titik merah individu cengkeh yang ditandai algoritma. Plot 1,2 (Jalan menuju bukit panjang) Plot 3 (Puncak Bukit Panjang), Plot 4,5 (Batu Agung). *Plot 1 dilakukan validasi lapangan, (B) Canopy Height Model (CHM) pada plot 1 yang digunakan untuk estimasi tinggi dan diameter pohon cengkeh. Gambar sesuai dengan makalah Harapan *et al.* 2021, pada Gambar 3 dan Gambar 4.

Desain sampul oleh Ahmad Taufiq

©Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas, 2021

Kami Ucapkan Terimakasih dan Penghargaan yang Setinggi-tingginya Kepada Mitra
Bestari (*Reviewer*)
Jurnal Biologi Universitas Andalas (*J. Bio. U.A.*)
Vol. 9 No. 1, Maret 2021

1. Dr. Tetty Marta Linda
2. Dr. Widhi Dyah Sawitri
3. Arief Anthonius Purnama, M.Si

Kata Pengantar

Dewan Redaksi menyampaikan ucapan terimakasih kepada para penulis yang telah mempercayakan hasil penelitiannya untuk dipublikasikan di Jurnal Biologi Universitas Andalas (*J. Bio. UA.*) Volume 9 Nomor 1, Maret 2021. Dewan Redaksi juga mengucapkan terimakasih kepada Mitra Bestari (*Reviewer*) yang telah memberikan kontribusi dalam menelaah hingga artikel pada nomor ini bisa diterbitkan.

Pada edisi ini, Redaksi menyajikan 5 artikel hasil penelitian yang berkaitan dengan Biologi secara umum. Artikel yang diterbitkan meliputi bidang : Taksonomi Hewan (1), Fisiologi Tumbuhan (1), dan Ekologi Tumbuhan (3). Untuk penerbitan berikutnya, Dewan Redaksi terus mengundang para peneliti bidang Biologi untuk mengirimkan artikel ilmiahnya.

Akhirnya, dengan kerendahan hati, Dewan Redaksi menyajikan Jurnal Biologi Universitas Andalas ini ke hadapan pembaca dengan harapan semoga bermanfaat. Jurnal ini dipublikasi secara online pada website <http://jbioua.fmipa.unand.ac.id/index.php/jbioua/index> serta versi cetak yang diterbitkan oleh Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas.

Dewan Redaksi

DAFTAR ISI

[Diversity of Bivalvia, Gastropoda and Holothuroidea in Intertidal Zone of North Javan Sea Coastal, Indonesia](#)

[PDF](#)
1-7

V. Rohmayani, E. Tunjung Sari M., Nurhidayatullah Romadhon, H. Ichda Wahyuni

[The Response of Callus Formation from Tacca Chantrieri Leaves with Various Concentrations of 2,4-D and BAP by In Vitro](#)

[PDF](#)
8-17

Maya Sari, Mayta Novaliza Isda

[Bioassessment of Batang Kandis River Water Quality Using Macrozoobenthos in Koto Tengah district, Padang City](#)

[PDF](#)
18-24

Mhd Nur Allatif, Izmiarti Izmiarti, Nofrita Nofrita

[Ethnomedicinal Study of the Use of Zingiberaceae by the Mentawai People in Siberut, West Sumatra, Indonesia](#)

[PDF](#)
25-29

Nurainas Nurainas, Ratna Sulekha, Zuhri Syam, Samantha Lee, Syamsuardi Syamsuardi

[Distribution Pattern and Mapping of Invasive Alien Species Bellucia pentamera in Conservation Area of PT. Tidar Kerinci Agung \(TKA\) Solok Selatan](#)

[PDF](#)
30-38

Uswatul Inayah, Solfiyeni Solfiyeni

[Above Ground Biomass Estimation of Syzygium aromaticum using structure from motion \(SfM\) derived from Unmanned Aerial Vehicle in Paninggahan Agroforest Area, West Sumatra](#)

[PDF](#)
39-46

Try Surya Harapan, Ahsanul Husna, Thoriq Alfath Febriamansyah, Mahdi Mutashim, Andri Saputra, Ahmad Taufiq, Erizal Mukhtar



Keanekaragaman Bivalvia, Gastropoda, dan Holothuroidea di Zona Intertidal Pantai Utara Laut Jawa, Indonesia

Diversity of Bivalvia, Gastropoda and Holothuroidea in Intertidal Zone of North Javan Sea Coastal, Indonesia

V. Rohmayani ^{1)*)}, E. Tunjung Sari M. ¹⁾, Nurhidayatullah Romadhon ²⁾ dan H. Ichda Wahyuni ³⁾

1. Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya 60113, Indonesia

2. Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Airlangga, Surabaya 60113, Indonesia

3. Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Surabaya, Surabaya 60113, Indonesia

SUBMISSION TRACK

Submitted : 2020-08-15

Revised : 2021-03-17

Accepted : 2021-04-19

Published : 2021-06-24

KEYWORDS

Bivalvia,
gastropoda,
holothuroidea,
keanekaragaman,
zona intertidal,

*)CORRESPONDENCE

email:
vella.yani28@gmail.com

ABSTRACT

This study aims to know diversity of Bivalvia, Gastropoda and Holothuroidea. Measures used in this study were Density Index (D), Diversity Index (H'), Evenness Index (E') dan Important Value Index (INP). This study used transect sampling method by 1 × 1 meter quadrant. Target species of this study were member of Bivalvia, Gastropoda and Holothuroidea that inhabit in intertidal zone of north Javan Sea coastal. This intertidal zone was divided into 3 zone; zone I is 50 meter, zone II is 75 meter and zone III is 100 meter from coastal line to sea. Total sample of this species were 1064 individual, that divided into 7 species of Bivalvia, 10 species of Gastropoda and 2 spesies of Holothuridea. The highest Diversity Index was for Gastropoda in zone I (253 individual/m²). Diversity Index was in moderate category ($1 < H' < 2$) while the zone III was the highest. Evenness Index of all zones were relatively similar. The highest Important Value Index was species of *Clypeomorus clypeomorus*, that has value 53,06%.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara yang memiliki wilayah perairan laut terluas di dunia. Luas wilayah lautnya melebihi luas wilayah daratannya yaitu sebesar 5,8 juta km², sehingga luas total keseluruhan perairan Indonesia mencapai 70% dari seluruh luas wilayahnya. Laut memiliki wilayah yang dekat dengan daratan yang biasanya disebut dengan pantai (Budiharsono 2001). Zona pantai yang mengalami pasang dan surut disebut zona intertidal. Zona intertidal merupakan zona terkecil dari semua bagian utama lautan, dan merupakan daerah pinggiran atau tepi, namun walaupun begitu zona intertidal ternyata memiliki variasi keanekaragaman yang tinggi bila dibandingkan dengan zona bahari lainnya (Odum 1994).

Zona intertidal terdiri atas beberapa jenis pantai yaitu pantai berbatu, pantai berpasir dan pantai berlumpur. Pantai berbatu yang tersusun dari bahan yang keras merupakan zona yang paling padat organismenya dan mempunyai

keanekaragaman terbesar baik untuk spesies hewan maupun tumbuhan (Nybakken 1992). Pantai Utara Laut Jawa Paciran merupakan tipe pantai berbatu, dimana panjang zona intertidalnya ±200 meter dari arah pantai ke laut.

Bivalvia dan gastropoda merupakan hewan invertebrata dari filum moluska yang memiliki cangkang dan penyebarannya sangat luas terutama pada zona intertidal, sedangkan holothuroidea berasal dari filum echinodermata yang juga banyak terdapat pada zona intertidal (Nybakken 1992). Gastropoda, bivalvia dan holothuroidea merupakan spesies sesil. Pinn *et al.* (2008) menyatakan bahwa spesies sesil atau spesies yang menetap akan menempati ruang utama pada zona intertidal.

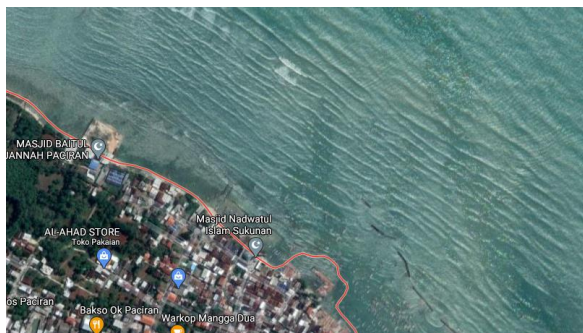
Keseragaman, pola distribusi, kepadatan dan keanekaragaman jenis di alam dipengaruhi oleh terjadinya kompetisi antar jenis dalam memperebutkan makanan serta kemampuan spesies dalam menyesuaikan diri dengan kondisi lingkungannya (Zarkasyi dkk. 2016).

Hasil penelitian Rahmasari dkk. (2015) menunjukkan bahwa kondisi perairan mempengaruhi nilai keanekaragaman suatu spesies. Mengingat pentingnya peranan gastropoda, bivalvia dan holothuroidea dalam ekosistem pantai serta masih minimnya informasi mengenai data tersebut, maka perlu dilakukannya penelitian tentang keanekaragaman gastropoda, bivalvia dan holothuroidea di zona intertidal Perairan Utara Laut Jawa.

METODE PENELITIAN

Lokasi dan Waktu Penelitian

Lokasi pengambilan sampel dilakukan di zona intertidal pada Pantai Utara Laut Jawa Paciran-Lamongan Jawa Timur. Pengambilan sampel dilakukan pada bulan Maret 2019, pada saat pantai dalam kondisi surut.



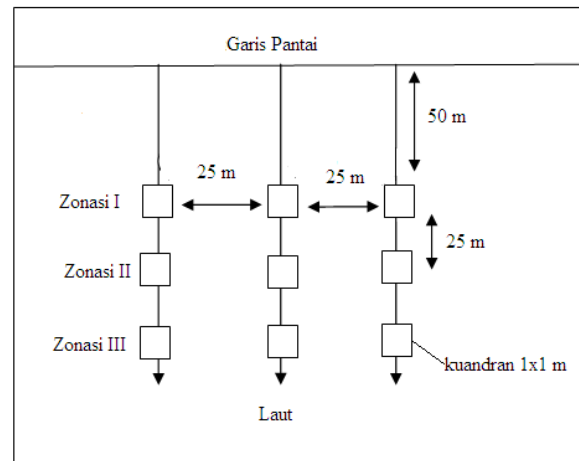
Gambar 1. Pantai Utara Laut Jawa Pacira-Lamongan

Metode Pengumpulan Data

Pengambilan sampel bivalvia, gastropoda dan holothuroidea dilakukan dengan menggunakan metode transek kuadrat 1 x 1 m², yang dilakukan pada saat pantai dalam kondisi surut.

Lokasi pengambilan sampel dibagi dalam 3 zonasi, yaitu sebagai berikut :

1. Zonasi I berjarak 50 meter dari arah pantai ke laut,
2. Zonasi II berjarak 75 meter, dan
3. Zonasi III berjarak 100 meter dari arah pantai ke laut.



Gambar 2. Desain Penelitian transek kuadrat

Analisis Data

Indeks Kepadatan (D)

Indeks kepadatan diukur dengan menggunakan rumus sebagaimana berikut:

$$D = \frac{N_i}{A}$$

Dimana:

D : kepadatan

N_i : Jumlah individu

A : luas petak pengambilan, contoh (m²)

Indeks Keanekaragaman (H')

Indeks keanekaragaman diukur dengan menggunakan rumus sebagaimana berikut:

$$H' = -\sum (P_i \ln P_i)$$

Keterangan:

H' = Indeks Keanekaragaman

S = Jumlah spesies

P_i = n_i/N

N_i = Jumlah individu spesies ke-I

N = Jumlah individu Total

Kriteria indeks keanekaragaman berdasarkan Shannon-Wiener (Krebs 1989) adalah:

H' < 1 : keanekaragaman rendah

1 < H' < 3 : keanekaragaman sedang

H' > 3 : keanekaragaman tinggi

Indeks Keceragaman (E)

Indeks keceragaman diukur dengan menggunakan rumus sebagaimana berikut:

$$E' = \frac{H}{H' \text{ maks}} = \frac{H'}{\ln S}$$

Keterangan:

- E = indeks keceragaman (0 - 1)
 H' maks = keanekaragaman maksimum
 H' = keanekaragaman
 Ln = logaritma natural
 S = jumlah jenis

Kategori:

- E < 0,4 : keceragaman rendah
 0,4 < E < 0,6 : keceragaman sedang
 E > 0,6 : keceragaman tinggi

E ≈ 0; Kemerataan antara spesies rendah, artinya kekayaan individu masing-masing spesies sangat jauh berbeda.

E = 1; kemerataan antara spesies relatif merata atau jumlah individu masing-masing spesies relatif sama.

H'max akan terjadi apabila ditemukan dalam suasana di mana semua spesies adalah melimpah. Adapun, nilai E kisaran antara adalah 0 dan 1 maka nilai 1 menggambarkan suatu keadaan di mana semua spesies cukup melimpah.

Indeks Nilai Penting (INP)

Indeks nilai penting diukur dengan menggunakan rumus sebagaimana berikut:

INP = kerapatan Relatif + Frekuensi Relatif

Keterangan:

Kerapatan = $\frac{\text{jumlah individu satu spesies}}{\text{Total individu spesies}}$

Kerapatan Relatif = $\frac{\text{Kerapatan satu spesies}}{\text{Total kerapatan}} \times 100\%$

Frekuensi = $\frac{\text{jumlah titik ditemukannya satu spesies}}{\text{Jumlah titik keseluruhan}}$

Frekuensi Relatif = $\frac{\text{Frekuensi satu spesies}}{\text{Total frekuensi}} \times 100\%$

HASIL DAN PEMBAHASAN**Indeks Kepadatan (D)**

Berdasarkan data pada tabel 1 dapat dilihat hasil perhitungan indeks kepadatan kelas bivalvia, gastropoda, dan holothuroidea di Pantai Utara Laut Jawa Paciran. Kepadatan bivalvia tertinggi terdapat pada zonasi III sebesar 5,3 ind/m², kepadatan gastropoda tertinggi terdapat pada zonasi I sebesar 253 ind/m², sedangkan pada holothuroidea kepadatan tertinggi terdapat pada zonasi I sebesar 4,7 ind/m². Dapat dilihat bahwa kepadatan kelas bivalvia terdapat pada zonasi III, sedangkan pada kelas gastropoda dan holothuroidea terdapat pada zonasi I. Tidak ditemukan kepadatan tertinggi pada zonasi II, hal tersebut mungkin terjadi karena pipa saluran pembuangan limbah terdapat tepat pada lokasi zonasi II, sehingga invertebrata yang berada di zona tersebut tidak mampu bertahan karena adanya pencemaran. Menurut Zarkasyi dkk. (2016) kondisi lingkungan sangat mempengaruhi pola distribusi dan kepadatan spesies yang berada di zona intertidal.

Tabel 1. Kepadatan kelas gastropoda, bivalvia, dan holothuroidea di pantai Utara Laut Jawa Paciran-Lamongan

Zonas i	Kelas	Ni (ind)	Kepadatan (ind/m ²)
I	Bivalvia	11	3,7
	Gastropoda	759	253
	Holothuroidea	14	4,7
II	Bivalvia	7	2,3
	Gastropoda	178	59,3
	Holothuroidea	2	0,7
III	Bivalvia	16	5,3
	Gastropoda	76	25,3
	Holothuroidea	1	0,3

Keterangan : Ni = Jumlah individu

Indeks Keanekaragaman (H')

Berdasarkan pada tabel 2 dapat dilihat bahwa hasil identifikasi keanekaragaman bivalvia, gastropoda dan holothuroidea yang berada di zona intertidal Perairan Utara Laut Jawa Paciran-Lamongan pada pada kelas bivalvia ditemukan sebanyak 2 ordo, 7 genus dan 7 spesies, pada kelas gastropoda diperoleh sebanyak 5 ordo, 9 genus dan 10 spesies,

sedangkan, pada kelas holothuroidea ditemukan sebanyak 1 ordo, 1 genus dan 2 spesies.

Berdasarkan pada tabel 3 dapat dilihat bahwa hasil analisis pada penelitian ini menunjukkan bahwa pada ketiga zonasi menunjukkan nilai indeks keanekaragaman di dalam rentang 1 hingga 3 yang berarti bahwa nilai keanekaragaman jenis pada ketiga zonasi termasuk sedang (Krebs, 1989). Dimana keanekaragaman tertinggi terdapat pada zonasi III sebesar 1,559, sedangkan keanekaragaman terendah pada zonasi I sebesar 1,269.

Pada penelitian Saripantung dkk. (2013) yang dilakukan di zona intertidal Kelurahan Tongkeina Kota Manado menunjukkan nilai

indeks keanekaragaman gastropoda berada pada katagori sedang, sedangkan pada penelitian Bugaleng dkk. (2015) melaporkan bahwa nilai indeks keanekaragaman spesies gastropoda di zona intertidal pantai Malalayang Manado Sulawesi Utara termasuk ke dalam katagori tinggi. Pada penelitian Rahmasari et al. (2015) yang dilakukan di pantai Selatan Kabupaten Pamekasan, Madura Menunjukkan nilai indeks keanekaragaman gastropoda tinggi. Sedangkan pada penelitian Zarkasyi dkk. (2016) yang dilakukan di zona intertidal daerah pesisir Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik menunjukkan bahwa nilai indeks keanekaragaman spesies bivalvia masuk pada katagori rendah.

Tabel 2. Klasifikasi Bivalvia, Gastropoda dan Holothuroidea di pantai Utara Laut Jawa Paciran-Lamongan

Kelas	Ordo	Family	Genus	Spesies
Bivalvia	Anisomyaria	Ostreidae	Saccostrea	<i>Saccostrea echinata</i>
	Veneroida	Arcidae	Arcidae	<i>Barbatia decussate</i>
		Veneridae	Gafrarium	<i>Gafrarium tumidum</i>
			Marcia	<i>Marcia hiantina</i>
			Pitar	<i>Pitar manilae</i>
			Venerupis	<i>Venerupis philippinarum</i>
		Tellinidae	Tellina	<i>Tellina palatam</i>
		Buccinidae	Polia	<i>Polia undosa</i>
Gastropoda	Caenogastropoda	Muricidae	Coralliophila	<i>Coralliophila meyendorffi</i>
			Urosalpinx	<i>Urosalpinx cinerea</i>
		Littorinimorpha	Littoraria	<i>Littorina scabra</i>
	Patellogastropoda	Lottiidae	Acmaea	<i>Acmaea saccharina</i>
	Sorbeoconcha	Cerithiidae	Clypeomorus	<i>Clypeomorus batillariaeformis</i>
	Vetigastropoda	Trochidae	Trochus	<i>Trochus maculatus</i>
		Turbinidae	Astraea	<i>Astraea calcar</i>
			Turbo	<i>Turbo intercostalis</i>
Holothuroidea	Aspidochirota	Holothuriidae	Holothuria	<i>Clypeomorus clypeomorus</i>
				<i>Holothuria atra</i>
				<i>Holothuria leucospilota</i>

Tabel 3. Indeks keanekaragaman spesies pada zona intertidal di pantai Utara Laut Jawa Paciran-Lamongan

Zonasi	$\sum$ spesies	Ni	H'
I A	9	115	1,308
I B	8	319	1,43
I C	6	350	1,07
II A	8	74	1,304
II B	8	88	1,572
II C	5	25	1,2
III A	5	12	1,099
III B	8	25	1,811
III C	9	56	1,768

Keterangan : Ni = Jumlah individu,
H' = Indeks Keanekaragaman

Menurut Fachrul (2007) indeks keanekaragaman merupakan salah satu parameter vegetasi yang dapat digunakan untuk membandingkan berbagai jenis komunitas, serta untuk mengetahui pengaruh faktor lingkungan terhadap suatu komunitas tertentu. Keanekaragaman jenis dipengaruhi oleh faktor lingkungan, jika keadaan suatu ekosistem

masih alami biasanya akan memiliki nilai indeks keanekaragaman jenis yang tinggi (Soegianto 2004). Tinggi rendahnya nilai indeks keanekaragaman jenis dipengaruhi oleh berbagai faktor, yaitu jumlah individu yang diperoleh (Arbi 2011). Namun sebenarnya tinggi rendahnya indeks keanekaragaman suatu spesies tidak hanya bergantung pada banyaknya jumlah individu yang ditemukan, tetapi juga ditentukan oleh indeks keseragaman suatu spesies dalam komunitas (Zarkasyi dkk 2016). Menurut teori informasi Shannon Wiener tujuan utama pengukuran indeks keanekaragaman ini adalah untuk mengukur tingkat keteraturan dan ketidakteraturan dalam suatu sistem (Fachrul 2007). Laksono (2007) menyatakan bahwa semakin banyak jumlah spesies dalam suatu komunitas berarti semakin tinggi juga indeks keanekaragamannya, sebaliknya apabila komunitas tersebut hanya memiliki sedikit spesies maka keanekaragamannya rendah.

Berdasarkan hasil pengamatan salah satu hal yang menyebabkan rendahnya tingkat keanekaragaman invertebrate (bivalvia, gastropoda dan holothuroidea) pada zona intertidal pantai Utara Laut Jawa Paciran dikarenakan terjadinya pencemaran lingkungan. Terjadinya gangguan lingkungan pada daerah pesisir akan mempengaruhi kehidupan organisme-organisme secara langsung (Fajri 2013). Menurut Supratman dkk. (2018) rendahnya nilai indeks keanekaragaman spesies pada suatu lokasi bisa diakibatkan oleh kondisi lingkungan yang ekstrim sehingga hanya spesies tertentu yang toleran terhadap zat pencemar yang dapat tetap hidup pada lingkungan tersebut atau dikarenakan oleh ketersediaan sumber makanan bagi spesies tertentu, sehingga spesies yang lain tidak dapat melakukan kompetisi.

Indeks Keseragaman (E')

Berdasarkan data pada tabel 4 dapat dilihat bahwa hasil analisis pada ketiga zonasi menunjukkan hasil yang tidak berbeda nyata. Indeks keseragaman tertinggi terdapat pada zonasi III stasiun B dengan nilai indeks

keseragaman sebesar 0,866, sedangkan indeks keseragaman terendah adalah pada zonasi I stasiun A dengan nilai indeks keseragaman sebesar 0,596.

Nilai keseragaman (E) pada ketiga zonasi relatif sama dan termasuk pada nilai keseragaman tinggi, karena $E > 0,6$. Hal ini berarti bahwa pemerataan antara spesies relatif merata atau jumlah individu pada masing-masing spesies relatif sama (Fachrul 2007). Hal tersebut dikarenakan jumlah spesies pada zona intertidal di pantai Utara Laut Jawa Paciran tersebar merata meskipun jumlah individunya relatif tidak banyak, yang disebabkan oleh kondisi habitat yang sama yaitu pantai berbatu. Hasil penelitian ini hampir sama dengan penelitian Bugaleng dkk. (2015) melaporkan bahwa nilai indeks pemerataan spesies gastropoda masuk dalam kategori cukup merata dan hampir merata.

Tabel 4. Indeks keseragaman (E') pada tiap zonasi di pantai Utara Laut Jawa Paciran-Lamongan

Zonasi	Σ spesies	H'	Ln S	E'
I A	9	1,308	2,197	0,596
I B	8	1,43	2,079	0,688
I C	6	1,07	1,792	0,597
II A	8	1,304	2,079	0,625
II B	8	1,572	2,079	0,755
II C	5	1,2	1,609	0,746
III A	5	1,099	1,609	0,683
III B	8	1,811	2,079	0,866
III C	9	1,768	2,197	0,806

Keterangan:

- E = Indeks Keseragaman (0 - 1)
- H' = Indeks Keanekaragaman
- Ln = Logaritma Natural
- S = Jumlah Jenis

Indeks Nilai Penting (INP)

Berdasarkan data pada tabel 5 dapat dilihat bahwa hasil analisis Indeks Nilai Penting (INP) menunjukkan bahwa spesies *Clypeomorus clypeomorus* dari kelas gastropoda memiliki INP tertinggi yaitu sebesar 53,06%. Sedangkan pada ketiga zonasi menunjukkan *Tellina palatam*, *Pitar circinatus*, *Saccostrea echinata*, dan *Holothuria leucospilota* memiliki nilai INP sama yaitu sebesar 1,632% yang merupakan

INP terendah. INP menggambarkan pentingnya peranan suatu organisme dalam ekosistemnya (Fachrul 2007). Semakin tinggi nilai INP berarti spesies tersebut memiliki peranan yang semakin besar pada komunitasnya. Kelas

gastropoda memiliki INP tertinggi, dimana gastropoda memang memiliki peranan yang sangat penting dalam ekosistem karena terlibat dalam siklus rantai makanan (Cappenberg 2006).

Tabel 5. Indeks Nilai Penting (INP) Spesies di pantai Utara Laut Jawa Paciran-Lamongan

Kelas	Nama spesies	Σ	K	KR (%)	F	FR (%)	INP (%)
Bivalvia	<i>Barbatia decussate</i>	4	0,004	0,376	0,111	1,538	1,914
	<i>Gafrarium tumidum</i>	14	0,013	1,316	0,778	10,77	12,09
	<i>Marcia hiantina</i>	11	0,01	1,034	0,444	6,154	7,188
	<i>Pitar circinatus</i>	1	0,001	0,094	0,111	1,538	1,632
	<i>Saccostrea echinata</i>	1	0,001	0,094	0,111	1,538	1,632
	<i>Tellina palatam</i>	1	0,001	0,094	0,111	1,538	1,632
	<i>Venerupis philippinarum</i>	2	0,002	0,188	0,111	1,538	1,726
Gastropoda	<i>Acmaea saccharina</i>	2	0,002	0,188	0,111	1,538	1,726
	<i>Astraea calcar</i>	2	0,002	0,188	0,222	3,077	3,265
	<i>Clypeomorus batillariaeformis</i>	89	0,084	8,365	0,889	12,31	20,67
	<i>Clypeomorus clypeomorus</i>	450	0,423	42,29	0,778	10,77	53,06
	<i>Coralliophila meyendorffi</i>	230	0,216	21,62	0,444	6,154	27,77
	<i>Littorina scabra</i>	35	0,033	3,289	0,444	6,154	9,443
	<i>Pollia undosa</i>	96	0,09	9	0,556	7,692	17
	<i>Turbo intercostalis</i>	2	0,002	0,188	0,222	3,077	3,265
	<i>Trochus maculatus</i>	28	0,026	2,632	0,444	6,154	8,785
	<i>Urosalpinx cinerea</i>	79	0,074	7,425	0,778	10,77	18,19
Holothuroidea	<i>Holothuria atra</i>	16	0,015	1,504	0,444	6,154	7,658
	<i>Holothuria leucospilota</i>	1	0,001	0,094	0,111	1,538	1,632
Total		1064	1	100	7,222	100	200

Keterangan : Σ = Jumlah total individu spesies i yang ditemukan (ind)
 K = Kerapatan
 KR = Kerapatan Relatif (%)
 F = Frekuensi
 FR = Frekuensi Relatif (%)

KESIMPULAN

Keanekaragaman pada penelitian ini berada dalam kategori keanekaragaman rendah, dimana jumlah total sampel yang ditemukan sebanyak 1064 individu yang terdiri atas 7 spesies Bivalvia, 10 spesies Gastropoda dan 2 spesies Holothuridea. Nilai keseragaman (E) spesies pada ketiga zonasi relatif sama atau merata. Spesies *Clypeomorus clypeomorus* merupakan spesies yang memiliki INP tertinggi yaitu sebesar 53,06%.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbi, C.Y. 2011. Struktur Komunitas Moluska di Padang Lamun Perairan Pulau Talise, Sulawesi Utara. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*, 37 (1): 71-89.
- Budiharsono, S. 2001. *Teknik Analisis Pembangunan Wilayah Pesisir dan Lautan*. Jakarta: Pradnya Pramita.
- Bugaleng, C. D., Manginsela, F. B. & Kambey, A. D. 2015. Komunitas Gastropoda di Intertidal Pantai Malalayang Manado Sulawesi Utara. *Jurnal Ilmiah Platax*, Vol. 3:(1).

- Cappenberg, H. A. W. 2006. Pengamatan Komunitas Moluska di Perairan Kepulauan Derawan Kalimantan Timur. *Oseonologi dan Limnologi di Indonesia*, 39: 75 – 87.
- Fachrul, F. M. 2007. *Metode Sampling Bioekologi*. Jakarta: PT. Bumi Aksara.
- Fajri, N. 2013. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pantai Kuwang Wae Kabupaten Lombok Timur. *Jurnal Educatio*, Vol. 8(2): 81 – 100.
- Krebs C.J. 1989. *Ecologycal methodology*. London: Harper and Row Publishers.
- Laksono. 2007. *Ekologi. Pendekatan Deskriptif dan Kuantitatif*. Malang. Bayumedia.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut: Suatu Pendekatan Ekologis*. Terjemahan Eidman, M., Koesoebiono, Begen, Hutomo, dan Sukardjo. Jakarta: PT. Gramedia.
- Odum, E.P. 1994. *Dasar-Dasar Ekologi*. Terjemahan Tjahjono Samingan. Yogyakarta: Gadjah Mada Universiti Press.
- Pinn, E. H., Thompson, R. C. & Hawkins, S. J. 2008. Piddocks (Mollusca: Bivalvia: Pholadidae) increase topographical complexity and species diversity in the intertidal. *Marine Ecology Progress Series*, Vol. 355: 173–182.
- Rahmasari, T., Purnomo, T. & Ambarwati, R. 2015. Keanekaragaman dan Kelimpahn Gastropoda di Pantai Selatan kabupaten Pamekasan, Madura. *Journal of Biology & biology Education*, Vol. 7 (1): 50-56.
- Soegianto, S. 2004. *Metode Pendugaan Pencemaran Perairan Dengan Indikator Biologis*. Surabaya: Airlangga University Press.
- Supratman, O., Farhaby, A. M. & Ferizal, J. 2018. Kelimpahan dan Keanekaragaman Gastropoda pada Zona Intertidal di Pulau Bangka Bagian Timur. *Jurnal Enggano*, Vol. 3(1).
- Saripantung, G. L., Tamanampo, J. FWS. & Manu, G. 2013. Struktur Komunitas Gastropoda di Hamparan Lamun Daerah Intertidal Kelurahan Tongkeina Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Platax*, Vol. 1(3).
- Zarkasyi, M. M., Zayadi, H. & Laili, S. 2016. Diversitas dan Pola Distribusi Bivalvia di Zona Intertidal Daerah Pesisir Kecamatan Ujung Pangkah Kabupaten Gresik. *e-Jurnal Ilmiah BIOSAIN TROPIS*, Vol. 2(1); 1–10.



Respon Pembentukan Kalus Daun *Tacca Chantrieri* dengan Berbagai Konsentrasi 2,4-D dan BAP Secara *In Vitro*

The Response of Callus Formation from *Tacca Chantrieri* Leaves with Various Concentrations of 2,4-D and BAP by *In Vitro*

Maya Sari *) dan Mayta Novaliza Isda

Laboratorium Terpadu, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau, Pekanbaru, 28293

SUBMISSION TRACK

Submitted : 2021-02-10
Revised : 2021-03-22
Accepted : 2021-06-24
Published : 2021-06-24

KEYWORDS

Tacca chantrieri,
secondary metabolites,
in vitro, callus,
2,4-D,
BAP

*)CORRESPONDENCE

email:
maya.sari0320@student.unri.ac.id

ABSTRACT

The an annual herbaceous tropical plant which is one of the species of the genus *Tacca* from the Dioscoreaceae family is *Tacca chantrieri*. *T. chantrieri* has a unique inflorescence morphology like that of a bat. The people of Southeast China and Thailand have used by *T. chantrieri* rhizome as traditional medicine because the methanol extract contains secondary metabolites such as diarylheptanoids, pseudofurostan, withanolide, taccalonolide, and saponins. To maintain its sustainability, it is necessary to propagate *T. chantrieri* by using *in vitro* culture techniques such as callus culture. The purpose of this study was to determine the response of *T. chantrieri* leaf callus formation and to determine the optimal concentration with various concentrations of 2,4-D and BAP *in vitro*. This study used a completely randomized design consisting of control treatments, 1 and 2 mg L⁻¹ 2,4-D and concentrations of 0.5; 1.0; 1.5; 2.0 2,4-D combined with 3 mg L⁻¹ BAP. The observations were made for 60 days after planting. The results showed that the concentration of 1.5 mg L⁻¹ 2,4-D + 3 mg L⁻¹ BAP affected the percentage of live explants and the percentage of callus formation by 100% respectively, and the time of callus appeared 18.75 days after planting.

PENDAHULUAN

Tacca chantrieri termasuk satu dari 15 spesies famili Dioscoreaceae merupakan tumbuhan herba tahunan dengan wilayah penyebaran meliputi Amerika Selatan, Afrika, Cina Selatan, Thailand, dan Indo-Malesia seperti Sumatera, Kalimantan dan Malaysia. *T. chantrieri* memiliki morfologi perbungaan yang unik seperti kelelawar (Zhang *et.al.*2005). *T. chantrieri* mempunyai rimpang berbentuk silindris dan sudah digunakan sebagai obat tradisional di Cina Tenggara dan Thailand (Zhang *et al.* 2011). *T. chantrieri* memiliki aktivitas analgesik, anti-perik, dan anti-inflamasi. Sifat anti-inflamasi baik untuk mengobati luka bakar, tukak lambung, sakit perut dan luka (Keardrit *et al.* 2010).

Rimpang *T. chantrieri* mengandung senyawa metabolit sekunder seperti diarylheptanoids, konstituen steroid termasuk spirostan, furostan, taccalonolide, dan saponin (Yokosuka *et al.* 2002). Kandungan metabolit

sekunder yang banyak pada *T. chantrieri* berpotensi sebagai sumber tanaman obat yang dapat diproduksi dalam skala besar. Hal tersebut belum banyak dilakukan karena banyaknya aksi pembukaan hutan (*landclearing*) dan pengalihfungsian hutan menjadi hutan tanaman industri (HTI) yang mengakibatkan jumlah *T. chantrieri* di habitat asalnya menjadi berkurang. Berdasarkan hal tersebut perlu dilakukan perbanyakan yang bertujuan untuk mempertahankan kelestariannya. Perbanyakan *T. chantrieri* dapat dilakukan melalui teknik kultur *in vitro* yaitu *in vitro* adalah kultur kalus (Yelnitis *et al.* 1998).

Kalus adalah kumpulan sel yang belum terdiferensiasi, dan terbentuk pada bekas luka atau irisan pada organ tanaman yang dikulturkan (Dwiyani 2015). Penelitian Manullang (2018) menyatakan bahwa 3 mg L⁻¹ BAP dapat memacu waktu pembentukan kalus eksplan daun *T. chantrieri* berkisar antara 17,33-18,66 hari setelah tanam (HST), dan penelitian Rudiyanto *et al.* (2019) bahwa persentase

terbentuknya kalus daun *Dioscorea alata* L. pada perlakuan $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ 2,4-D + $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ BAP sebesar 66,67 %. Berdasarkan uraian tersebut maka perlu dilakukan penelitian mengenai respon pembentukan kalus daun *T. chantrieri* Andre dengan berbagai konsentrasi 2,4-D dan BAP secara *in vitro*. Penelitian ini bertujuan mengetahui respon pembentukan kalus daun *T. chantrieri* dan menentukan konsentrasi optimal dari 2,4-D dan BAP terhadap pembentukan kalus daun *T. chantrieri* secara *in vitro*.

METODE PENELITIAN

Sterilisasi eksplan menggunakan metode Martin *et al.* (2013). Daun dari tanaman induk direndam dalam air sabun (5%) selama 10 menit, kemudian direndam dalam larutan dithane M-45 80WP (3%) selama 30 menit, dan dicuci dengan air mengalir selama 1 jam 30 menit. Proses sterilisasi selanjutnya dilakukan di dalam *Laminar Air Flow Cabinet* (LAFC) LCB-0102H. Daun direndam alkohol (70%) selama 1 menit dan dibilas akuades steril 2 kali, kemudian direndam dalam sodium hipoklorit (20%) selama 10 menit dan dibilas dengan akuades steril 3 kali. Daun dipotong 3 cm pada ujung dan pangkal daun, dipotong dengan ukuran 2x2 cm dan diinisiasikan dengan cara meletakkan bagian permukaan atas daun (adaksial) menghadap ke media.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Eksplan Hidup

Berdasarkan Tabel 1 persentase eksplan hidup berkisar antara 75-100 %. Berdasarkan hasil pengamatan eksplan hidup ditandai dengan eksplan dalam keadaan hijau, segar, dan tidak mengalami pencoklatan. Tingginya persentase hidup eksplan daun *T. chantrieri* secara *in vitro* tidak terlepas dari faktor-faktor yang mempengaruhinya. Menurut Dwiyani (2015) faktor-faktor yang berpengaruh terhadap

pertumbuhan dan perkembangan kultur *in vitro* adalah eksplan, media tanam, kondisi fisik media, zat pengatur tumbuh dan lingkungan tumbuh. Karakteristik eksplan yang digunakan meliputi umur eksplan, ukuran eksplan dan tipe pemotongan. Eksplan daun *T. chantrieri* dipilih yang muda, penggunaan eksplan daun *T. chantrieri* yang muda karena jaringan tanaman bersifat meristematik dan memiliki daya regenerasi yang tinggi, sehingga dapat tumbuh pada media kultur. Menurut Lestari (2011) bagian tanaman yang bersifat meristematik dapat berasal dari daun muda, ujung akar, ujung batang, keping biji atau tunas.

Eksplan daun *T. chantrieri* dipilih bagian tengah daun yang meliputi ibu tulang daun. Pemilihan bagian ini bertujuan karena pada bagian ibu tulang daun memiliki jaringan pengangkut, yang akan membantu proses difusi unsur hara pada media ke dalam eksplan. Media Murashige dan Skoog (MS) adalah media yang umum dan paling banyak digunakan karena mengandung unsur hara makro dan mikro yang lengkap (Martin *et al.* 2013). Selain itu berdasarkan pengamatan eksplan mengalami pencoklatan pada bagian yang mengalami perlukaan akibat pemotongan. Menurut Hutami (2008) pencoklatan pada jaringan terjadi karena aktivitas enzim oksidase yang mengandung tembaga seperti polifenol oksidase dan tirosinase yang dilepaskan atau disintesis dan tersedia pada kondisi oksidatif ketika jaringan dilukai.

Persentase eksplan hidup yang disajikan dalam Tabel 1 mencapai 100% kecuali perlakuan 1 mg L^{-1} 2,4-D dan 2 mg L^{-1} 2,4-D + 3 mg L^{-1} BAP sebesar 75%, hal ini disebabkan karena eksplan mengalami kontaminasi jamur *Zigomycetes* pada 30 HST. Kontaminasi ini sama seperti hasil penelitian Oratmangun *et al.* (2017) terkait kontaminan kultur kalus *Catharanthus roseus* L yang didominasi oleh kontaminan jamur.

Tabel 1. Persentase Eksplan Hidup (%) dan Persentase Pembentukan Kalus (%) Eksplan Daun *T. chantrieri* dengan Perlakuan 2,4-D dan BAP Selama 60 Hari Setelah Tanam (HST)

Kode Perlakuan	Perlakuan		Persentase Eksplan Hidup (%)	Persentase Pembentukan Kalus (%)
	2,4-D (mg L ⁻¹)	BAP (mg L ⁻¹)		
M0	0	0	100	50
M1	1	0	75	75
M2	2	0	100	75
M3	0,5	3	100	50
M4	1	3	100	50
M5	1,5	3	100	100
M6	2	3	75	75

Persentase Pembentukan Kalus

Berdasarkan Tabel 1 persentase pembentukan kalus eksplan daun *T. chantrieri* menunjukkan hasil yang berbeda, berkisar antara 50-100%. Persentase pembentukan kalus pada perlakuan kontrol (M0) sebesar 50% , hal ini disebabkan karena media pada perlakuan kontrol sebagai sumber makanan hanya mengandung senyawa organik dan anorganik, seperti nutrient makro dan mikro tanpa penambahan Zat Pengatur Tumbuh (ZPT). Pada perlakuan kontrol ZPT hanya berasal dari hormon auksin dan sitokinin endogen tanaman itu sendiri yang belum mencukupi, sehingga untuk meningkatkan persentase pembentukan kalus diperlukan penambahan hormon auksin dan sitokinin eksogen (Sugiyarto dan Paramita 2014).

Penambahan berbagai konsentrasi 2,4-D berpengaruh terhadap persentase pembentukan kalus. Penambahan 1 mg L⁻¹ 2,4-D (M1) dan 2 mg L⁻¹ 2,4-D (M2) secara tunggal mampu meningkatkan persentase pembentukan kalus sebesar 75% jika dibandingkan dengan kontrol. Penambahan 2,4-D dalam media kultur akan merangsang pembelahan dan pembesaran sel pada eksplan sehingga dapat menginduksi pembentukan dan pertumbuhan kalus.

Berdasarkan Tabel 1 terdapat pengaruh interaksi antara 2,4-D dan BAP menunjukkan persentase pembentukan kalus yang berbeda-beda. Rerata persentase pembentukan kalus secara berturut diperoleh dari kombinasi perlakuan M3 dan M4 sebesar 50%, M5 sebesar 100%, dan M6 sebesar 75 %. Perbedaan

persentase pembentukan kalus pada perlakuan kombinasi auksin dan sitokinin disebabkan oleh peningkatan konsentrasi auksin yaitu 2,4-D yang digunakan.

Auksin dalam konsentrasi rendah akan menstimulasi pembesaran dan pemanjangan sel setelah terjadinya pembelahan sel yang distimulir oleh sitokinin yaitu BAP tetapi, pada perlakuan kombinasi M3 dan M4 hanya mampu menginduksi persentase pembentukan kalus sebesar 50%. Hasil tersebut lebih rendah jika dibandingkan dengan hasil persentase perlakuan yang menggunakan 2,4-D tunggal menunjukkan bahwa penambahan auksin dalam konsentrasi rendah belum mampu meningkatkan persentase pembentukan kalus eksplan daun *T. chantrieri*. Menurut Renicha (2016) keseimbangan efektifitas zpt auksin dan sitokinin eksogen bergantung pada konsentrasi hormon auksin dan sitokinin endogen dalam jaringan tanaman.

Hasil penelitian sebelumnya yaitu Manullang (2018) bahwa penambahan konsentrasi auksin yang rendah pada perlakuan kombinasi 0,1 mg L⁻¹ 2,4-D + 3 mg L⁻¹ BAP justru dapat memacu pembentukan kalus eksplan daun *T. chantrieri* sebesar 100%. Kombinasi auksin dan sitokinin juga dapat memberikan respon yang berbeda-beda tergantung spesies, macam organ, umur organ, konsentrasi hormon endogen, dan faktor lingkungan seperti cahaya dan suhu ruangan tempat kultur (Zulkarnain 2009). Kerja dari auksin dan sitokinin dapat menyebabkan konsentrasi zat pengatur tumbuh endogen didalam sel menjadi meningkat sebab kedua

hormon tersebut merupakan faktor pemicu dalam proses pertumbuhan dan perkembangan suatu jaringan (Asra *et al.* 2020).

Perbandingan auksin dan sitokinin menjadi faktor kritis dalam mengontrol pertumbuhan organogenesis sehingga diperlukan kombinasi yang tepat agar dapat menginduksi pembentukan kalus yang optimal. Kombinasi auksin dan sitokinin yang seimbang dalam penelitian ini diperoleh pada perlakuan 1,5 mg L⁻¹ 2,4-D + 3 mg L⁻¹ BAP (M5) mampu meningkatkan presentase pembentukan kalus sebesar 100%, hal ini terjadi karena konsentrasi hormon auksin eksogen berinteraksi dengan auksin endogen yang ada dalam jaringan untuk menstimulasi pemanjangan sel ditambah dengan hormon sitokinin eksogen mampu merangsang pembelahan sel, sehingga konsentrasi 2,4-D dan BAP yang optimal pada perlakuan M5 dapat meningkatkan persentase pembentukan kalus eksplan daun *T. chantrieri* dibandingkan dengan perlakuan kombinasi lainnya.

Peningkatan konsentrasi auksin pada perlakuan M6 menyebabkan terjadinya penurunan presentase pembentukan kalus sebesar 75%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi auksin yang ditambahkan dalam media dapat meningkatkan konsentrasi etilen yang dihasilkan, hal ini menyebabkan terhambatnya aktivitas auksin dalam pemanjangan sel. Hasil penelitian Latunra *et al.* (2017) menunjukkan bahwa kombinasi konsentrasi 2 mg L⁻¹ 2,4-D + 3 mg L⁻¹ BAP hanya dapat memacu pembentukan kalus *Musa acuminta* Colla sebesar 66%.

Waktu Muncul Kalus

Berdasarkan Tabel 2 rerata waktu muncul kalus pada setiap perlakuan berbeda-beda berkisar antara 18,75 - 30 HST. Rerata waktu muncul kalus tercepat adalah 18,75 HST pada perlakuan M5 BAP dan rerata waktu muncul kalus paling lama yaitu 30 HST pada perlakuan M3. Perbedaan waktu muncul kalus pada setiap perlakuan diduga dipengaruhi oleh perbedaan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang

ditambahkan (eksogen) dengan konsentrasi zat pengatur tumbuh yang dimiliki oleh tanaman itu sendiri dan umur eksplan.

Kemampuan bagian tanaman untuk membentuk kalus salah satunya tergantung pada umur fisiologi bahan tanam waktu diisolasi, untuk pengambilan bahan tanam dari umur fisiologi *juvenile* lebih baik dibanding umur fisiologi yang mendekati *mature* (Santoso dan Nursandi 2003). Rerata waktu muncul kalus pada perlakuan kontrol (M0) adalah 27 HST, diduga hormon endogen pada eksplan mencukupi untuk induksi kalus.

Penambahan zat pengatur tumbuh dalam media MS dapat memberikan efektifitas yang nyata pada tanaman tergantung pada konsentrasi yang diinginkan dalam kultur kalus sehingga lebih terarah dalam mempengaruhi morfogenesisnya. Rerata waktu muncul kalus penambahan auksin pada perlakuan 1 mg L⁻¹ 2,4-D adalah 22 HST dan perlakuan 2 mg L⁻¹ 2,4-D adalah 21 HST. Penambahan 2,4-D tunggal menghasilkan rerata waktu muncul kalus lebih cepat jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol. 2,4-D dapat menaikkan tekanan osmotik, meningkatkan permeabilitas, meningkatkan sintesis protein, meningkatkan plastisitas dan pengembangan dinding sel.

Pelonggaran dinding sel akibat pH rendah akan mengaktifkan enzim hidrogenase yang memutuskan ikatan silang hidrogen sehingga air masuk kedalam sel secara osmosis menyebabkan sel bertambah panjang dan terus tumbuh dengan cara mensintesis kembali mineral dinding sel dan sitoplasma. Diperkuat dengan hasil penelitian sari (2018) bahwa penambahan auksin tunggal pada perlakuan 1 mg L⁻¹ dan 2 mg L⁻¹ 2,4-D mampu menginduksi pembentukan kalus daun *Graptophyllum pictum* L. Griff pada 17,07-19,8 HST. Hal ini menunjukkan bahwa pemberian auksin sangat efektif dalam memacu waktu muncul kalus. Walaupun demikian peranan sitokinin sangat dibutuhkan untuk induksi kalus sehingga kombinasi keduanya sangat baik untuk meningkatkan waktu muncul kalus.

Tabel 2. Waktu Muncul Kalus (HST) Eksplan Daun *Tacca chantrieri* dengan Perlakuan 2,4-D dan BAP secara *In Vitro* Selama 60 Hari Setelah Tanam (HST).

Kode Perlakuan	Perlakuan		Ulangan				Rerata (HST)
	2,4-D (mg L ⁻¹)	BAP (mg L ⁻¹)	U1	U2	U3	U4	
M0	0	0	-	26	-	28	27
M1	1	0	-	26	22	18	22
M2	2	0	22	22	19	-	21
M3	0,5	3	32	-	-	28	30
M4	1	3	18	-	-	22	20
M5	1,5	3	22	17	18	18	18,75
M6	2	3	28	-	18	22	22,67

Penambahan 2,4-D yang dikombinasikan dengan BAP memiliki perbedaan hasil rerata terhadap waktu muncul kalus eksplan daun *T. chantrieri*. Penambahan auksin dalam konsentrasi rendah pada perlakuan 0,5 mg L⁻¹ + 3 mg L⁻¹ BAP (M3) menghasilkan rerata waktu muncul kalus terlama yaitu 30 HST dan belum mampu memacu rerata waktu muncul kalus tercepat jika dibandingkan dengan perlakuan kontrol dan perlakuan 2,4-D tunggal. Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi 2,4-D pada perlakuan kombinasi dapat meningkatkan rerata waktu muncul kalus eksplan daun *T. chantrieri*.

Perlakuan 1,5 mg L⁻¹ 2,4-D + 3 mg L⁻¹ BAP merupakan perlakuan kombinasi yang optimal untuk memacu waktu muncul kalus tercepat. 2,4-D merupakan zat pengatur tumbuh golongan auksin eksogen yang stabil dan paling efektif untuk memacu terbentuknya kalus pada eksplan sedangkan BAP merupakan zat pengatur tumbuh golongan sitokinin eksogen yang mampu merangsang pembelahan sel daun dan melakukan proses dediferensiasi untuk membentuk kalus lebih cepat. Pemberian konsentrasi 2,4-D yang dikombinasikan dengan BAP dalam keseimbangan yang sesuai menurut Indriani *et al.* (2016) cenderung mampu memacu terbentuknya kalus pada eksplan daun lebih cepat.

Peningkatan konsentrasi auksin dari batas optimal keseimbangan hormon auksin dan sitokinin yang ditambahkan justru menurunkan fungsi kerja hormon, hal ini dapat dilihat pada perlakuan 2 mg L⁻¹ 2,4-D + 3 mg L⁻¹ BAP mengalami penurunan rerata waktu muncul

kalus. Berdasarkan Tabel 2 dapat diketahui juga bahwa tidak semua ulangan dalam setiap perlakuan dalam penelitian ini menghasilkan kalus. Kalus yang tidak tumbuh ditunjukkan dengan tanda (-). Cepat atau lama munculnya kalus dipengaruhi oleh kerja hormon auksin dan sitokinin endogen dan eksogen yang saling berkorelasi. Penambahan auksin dan sitokinin eksogen akan mengubah konsentrasi zat pengatur tumbuh endogen sel. Hal ini diperkuat oleh hasil penelitian Latunra *et al.* (2017) bahwa kombinasi 2 mg L⁻¹ 2,4-D + 3 mg L⁻¹ BAP efektif menginduksi kalus daun *Musa acuminata* Colla dengan waktu muncul kalus 2 minggu setelah tanam (MST), tetapi saat konsentrasi auksin ditingkatkan pada perlakuan 3 mg L⁻¹ 2,4-D + 2 mg L⁻¹ BAP eksplan *Musa acuminata* Colla tidak mengalami pembentukan kalus sampai akhir pengamatan.

Morfologi Kalus

Morfologi kalus eksplan daun *T. chantrieri* terdiri atas tekstur dan warna kalus (Gambar 1). Berdasarkan pengamatan kalus yang dihasilkan adalah kalus embriogenik. Kalus embriogenik mempunyai ciri yaitu mempunyai ukuran sel yang kecil dan bergerombol, ikatan antar sel tampak renggang, jika diambil dengan pinset akan mudah pecah, dan bertekstur remah.

Berdasarkan hasil pengamatan dalam Tabel 3 kalus eksplan daun *T. chantrieri* menghasilkan kalus bertekstur remah. Kalus remah merupakan kalus yang tersusun atas sel-sel yang panjang berbentuk tubular dimana struktur sel-selnya renggang, tidak teratur dan rapuh (Wayastuti *et al.* 2017). Terbentuknya

kalus bertekstur remah dalam penelitian ini diduga karena pengaruh zat pengatur tumbuh baik endogen maupun eksogen pada eksplan.

Pengaruh zat pengatur tumbuh endogen pada tanaman dapat dilihat pada perlakuan kontrol (M0) yang merupakan perlakuan tanpa penambahan zpt menghasilkan kalus bertekstur remah. Penambahan zpt auksin berupa 2,4-D ke dalam media kultur mempengaruhi pertumbuhan tekstur kalus pada eksplan. Penambahan 2,4-D menyebabkan sel-sel akan lebih aktif membelah dan melakukan perbesaran sehingga penambahan 2,4-D secara tunggal dan dikombinasikan dengan BAP menghasilkan kalus bertekstur remah. Kalus yang terbentuk dominan berstruktur remah dapat dikatakan kalus berkualitas baik, karena kalus yang remah mudah untuk melakukan pemisahan menjadi sel-sel tunggal, disamping itu akan meningkatkan aerasi oksigen antar sel.

Menurut Nabilah (2016) adanya struktur tersebut dapat mengupayakan untuk perbanyak dalam hal jumlah kalus yaitu melalui suspensi yang lebih mudah. Hasil penelitian Manullang (2018) perlakuan 2,4-D yang dikombinasikan dengan BAP menghasilkan kalus bertekstur remah lebih banyak pada eksplan daun *T. chantrieri*, serta penelitian Rasud dan Bustaman (2020) pemberian 2,4-D pada semua konsentrasi 0,25–0,75 ppm menghasilkan kalus yang bertekstur remah terhadap induksi kalus daun *Syzigium aromaticum* L.

Warna kalus eksplan daun *T. chantrieri* pada Gambar.1 menggambarkan penampilan visual sel-sel kalus sehingga dapat diketahui tingkat keaktifan pembelahan sel-selnya. Perubahan warna pada kalus menunjukkan adanya perubahan fase pertumbuhan pada sel, dari sel-sel yang muda dan aktif membelah menjadi sel-sel yang dewasa atau *mature*. Hasil pengamatan morfologi warna kalus eksplan daun *T. chantrieri* disajikan dalam Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 warna kalus dari eksplan daun *T. chantrieri* pada penelitian ini yaitu putih, putih hijau, putih kuning, putih coklat, dan hijau. Kalus yang berwarna hijau

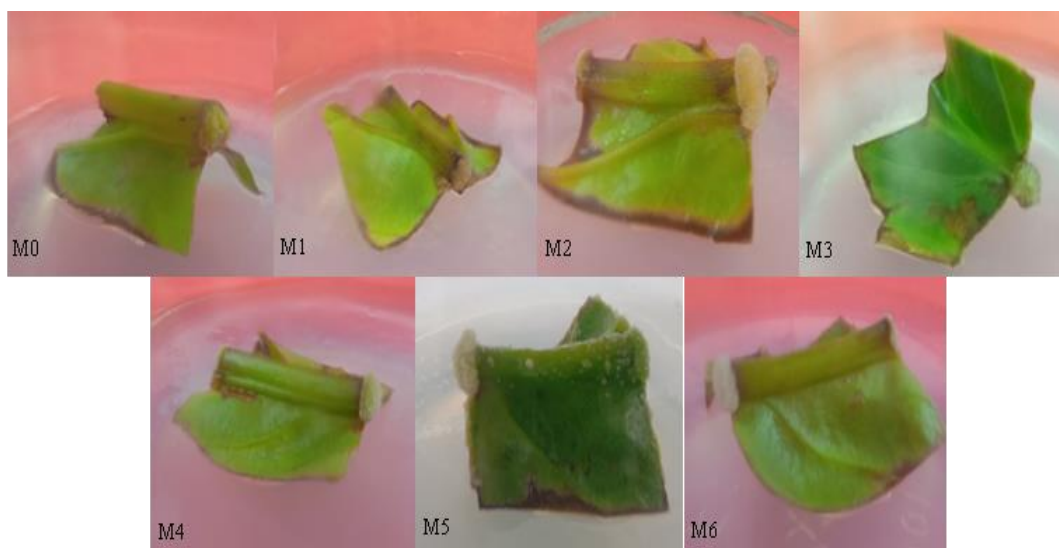
terdapat pada M0 yang merupakan perlakuan kontrol tanpa penambahan zpt. Terbentuknya warna kalus hijau pada perlakuan M0 diduga karena pengaruh hormon endogen yang berasal dari eksplan itu sendiri. Warna hijau pada kalus menunjukkan adanya akumulasi klorofil pada kalus yang terbentuk. Menurut Wardani *et al.* (2004) klorofil disintesis dari asam glutamat melalui reaksi enzimatik yang kompleks dan beberapa tahap sintesisnya dipengaruhi cahaya.

Pembentukan kalus juga dipengaruhi oleh zat pengatur tumbuh yang ditambahkan dalam media. Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa kalus berwarna putih banyak dihasilkan pada perlakuan M1, M2, M3, M4, M5, dan M6. Berdasarkan pengamatan warna putih (cerah) pada kalus lebih tahan lama dari awal pembentukan kalus sampai akhir pengamatan atau selama 60 hari setelah tanam (HST). Kalus yang berwarna putih merupakan jaringan embrionik yang belum mengandung kloroplas, tetapi memiliki kandungan butir pati yang tinggi. Perlakuan 1,5 mg L⁻¹ 2,4-D + 3 mg L⁻¹ BAP (M5) menghasilkan kalus berwarna putih hijau diasumsikan terjadi perubahan butir pati sedikit-demi sedikit tumbuh menjadi sistem membran yang jelas yang akhirnya terbentuk butir-butir klorofil dengan paparan cahaya, sehingga kalus menjadi berwarna hijau (Wayastuti *et al.* 2017).

Warna kalus putih kuning yang terdapat pada perlakuan 2 mg L⁻¹ 2,4-D (M2) mengindikasikan bahwa kondisi kalus masih cukup baik. Warna kalus putih hingga putih kekuningan mempunyai sel yang masih aktif melakukan pembelahan dan belum mengandung klorofil. Menurut Yelnitis (2012) menyatakan bahwa perubahan warna kalus dari putih hingga putih kekuningan merupakan salah satu ciri kalus yang dapat berkembang menjadi embrionik. Warna kalus putih coklat pada perlakuan 1 mg L⁻¹ 2,4-D (M1) menunjukkan adanya perubahan fase pertumbuhan pada sel, dari sel-sel yang muda dan aktif membelah (putih) menjadi sel-sel yang dewasa atau *mature* (putih kekuningan) kemudian berubah warna menjadi coklat.

Warna kalus berubah menjadi coklat pada perlakuan M1 disebabkan adanya metabolisme senyawa fenol yang bersifat toksik. Senyawa fenol akan teroksidasi membentuk quinon yang memiliki sifat racun terhadap sel-sel tanaman dan dapat menyebabkan kematian pada sel-sel tanaman. Oksidasi fenol juga dapat menyebabkan pencoklatan medium dan akan mengakibatkan kematian eksplan. Warna kecoklatan pada kalus dapat juga disebabkan adanya respon kalus terhadap lingkungannya atau kalus telah masuk pada fase stasioner (penuaan) yang selanjutnya dapat menyebabkan

kematian sel. Penambahan konsentrasi sitokinin BAP yang tinggi pada media mampu memperlambat proses senesen (penuaan) sel dengan menghambat perombakan-perombakan butir-butir pati dan protein dalam sel sehingga pencoklatan pada kalus terjadi diakhir-akhir masa pengamatan. Hutami (2008) juga melaporkan bahwa pencoklatan jaringan sangat menurunkan regenerasi secara *in vitro* dari kultur kalus. Berdasarkan penelitian Rudiyanto (2019) kombinasi $0,5 \text{ mg L}^{-1}$ 2,4-D + $2,0 \text{ mg L}^{-1}$ BAP terbentuk kalus eksplan daun *Dioscorea alata* L. berwarna putih kecoklatan.



Gambar 1. Morfologi kalus eksplan daun *T. chantrieri* setelah 60 Hari Setelah Tanam (HST) menghasilkan kalus bertekstur remah dan warna kalus hijau (M0), putih coklat (M1), putih kuning (M2), putih (M3, M4 dan M6), dan putih hijau (M5).

Pertumbuhan Kalus

Kallogenesis merupakan kalus yang terbentuk tidak mengalami diferensiasi menjadi organ, hanya mengalami perubahan ukuran menjadi besar dan aktif membelah. Menurut Indriani *et al.* (2016) kallogenesis merupakan respon awal yang ditandai dengan terbentuknya kalus pada bagian tepi eksplan (bagian pelukaan) bagian atas maupun bagian bawah yang bersentuhan dengan media. Pertumbuhan kalus eksplan daun *T. chantrieri* dengan penambahan 2,4-D dan BAP selama 60 HST disajikan dalam Tabel 3.

Berdasarkan Tabel 3 respon pertumbuhan kalus eksplan daun *T. chantrieri* dengan penambahan 2,4-D dan BAP menghasilkan

respon yang berbeda. Pertumbuhan kalus pada penelitian ini hanya dijumpai pertumbuhan kalus sedikit yang diberi tanda (+) terdapat pada perlakuan M0, M1, M3, M4, dan M6. Pertumbuhan kalus sedang yang ditandai dengan tanda (++) terdapat pada perlakuan M2 dan M5.

Perbedaan hasil pertumbuhan kalus pada setiap perlakuan diduga karena pengaruh kemampuan eksplan daun *T. chantrieri* yang berbeda-beda dalam menyerap nutrisi dan zat pengatur tumbuh yang ditambahkan dalam media MS. Menurut Rahayu (2003) eksplan daun memiliki tingkat rangsangan fisiologi yang berbeda-beda dalam pembentukan kalus karena dipengaruhi oleh fisiologi eksplan tersebut.

Kalus muncul pada eksplan daun *T. chantrieri* yaitu pada ujung potongan bagian pertulangan daun yang ditandai dengan butiran-butiran kecil berwarna putih. Kalus akan cepat terbentuk pada bagian abaksial daun, hal ini berkaitan dengan proses pengambilan nutrisi dalam medium oleh eksplan. Penyerapan unsur hara akan lebih baik karena terjadi kontak secara langsung antara media dengan bagian abaksial daun. Pembentukan kalus eksplan daun *T. chantrieri* diawali oleh proses pembengkakan sel pada tempat perlukaan akibat pemotongan dan tulang daun.

Perlukaan pada eksplan menyebabkan eksplan memperbaiki sel-sel yang rusak tersebut. Menurut Sitinjak *et al.* (2015)

pembentangan dinding sel terjadi karena adanya penyerapan air sehingga sel akan membengkak selanjutnya terjadi pembelahan sel yang akan membentuk kalus. Pemanjangan dan pembelahan sel diduga dipengaruhi oleh kinerja dari auksin dan sitokinin yang ditambahkan. Penambahan konsentrasi 2,4-D tunggal dan kombinasinya dengan BAP dianggap belum efektif untuk menginduksi pertumbuhan kalus eksplan daun *T. chantrieri* dalam jumlah yang banyak karena penambahan hormon eksogen akan mempengaruhi keseimbangan kerja hormon endogen eksplan menyebabkan pertumbuhan kalus eksplan daun *T. chantrieri* belum maksimal.

Tabel 3. Morfologi Kalus dan Pertumbuhan Kalus Eksplan Daun *Tacca chantrieri* dengan Perlakuan 2,4- D dan BAP secara *In Vitro* Selama 60 Hari Setelah Tanam (HST)

Kode Perlakuan	Perlakuan		Morfologi Kalus		Pertumbuhan Kalus
	2,4-D (mg L ⁻¹)	BAP (mg L ⁻¹)	Tekstur Kalus	Warna Kalus	
M0	0	0	Remah	Hijau	+
M1	1	0	Remah	Putih Coklat	+
M2	2	0	Remah	Putih Kuning	++
M3	0,5	3	Remah	Putih	+
M4	1	3	Remah	Putih	+
M5	1,5	3	Remah	Putih Hijau	++
M6	2	3	Remah	Putih	+

KESIMPULAN

Respon pembentukan kalus daun *T. chantrieri* dengan penambahan ZPT 2,4-D tunggal dan kombinasinya dengan BAP berpengaruh terhadap persentase eksplan hidup, persentase pembentukan kalus, dan waktu muncul kalus. Konsentrasi ZPT optimal yang mempengaruhi respon pembentukan kalus daun *T. chantrieri* secara *in vitro* adalah kombinasi 1,5 mg L⁻¹ 2,4-D + 3 mg L⁻¹ BAP (M5) menghasilkan persentase eksplan hidup dan persentase pembentukan kalus masing-masing sebesar 100% serta waktu muncul kalus yaitu 18,75 HST.

SARAN

Saran dari penelitian ini adalah perlu dilakukan optimalisasi konsentrasi 2,4-D dan BAP untuk meningkatkan pertumbuhan kalus eksplan daun *T. chantrieri*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Lembaga Project Implementation Unit (PIU) Universitas Riau yang telah membiayai penelitian ini melalui dana Asian Development Bank (ADB) yang tergabung dalam proyek Advance Knowledge and Skills for Sustainable Growth (AKSI) untuk tahun ajaran 2020/2021 yang telah diberikan kepada penulis.

DAFTAR PUSTAKA

- Asra R, Samarlina RA, dan Silalahi M. 2020. Hormon Tumbuhan Cet. 1. UKI Press. Jakarta.
- Dwiyani R. 2015. *Kultur Jaringan Tanaman*. Pelawan Sari. Denpasar Barat.
- Hutami S. 2008. Ulasan Masalah Pencoklatan pada Kultur Jaringan. *Jurnal Agro Biogen* 4(2):83-88.
- Indriani, Muhtafharottul D, Manuhara Y, Wulan S dan Setiti EW. 2016. Pengaruh Variasi Zat Pengatur Tumbuh 2,4-D, Kinetin Dan BAP Terhadap Pertumbuhan Dan Perkembangan Ekstrak Daun Sambung Nyawa (*Gynura procumbens* merr) [Skripsi]. Departemen Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Airlangga. Surabaya.
- Keadrit K, Rujjanawate C, dan Amornlerdpison D. 2010. Analgesic, antipyretic, dan anti-inflammatory Effect of *Tacca chanrieri* Andre. *Journal of Medicinal Plants Research* 4 (19) : 1991-1995.
- Latunra AI, Masniawati A, Baharuddin, Wiwik AT, dan Tuwo M. 2017. Induksi Kalus Pisang Barangan Merah *Musa acuminata* Colla dengan Kombinasi Hormon 2,4-D dan BAP Secara *In Vitro*. *Jurnal Ilmu alam dan lingkungan* 8(15) : 53-61.
- Lestari EG. 2011. Peranan Zat Pengatur Tumbuh dalam Perbanyak Tanaman melalui Kultur Jaringan. *Jurnal AgroBiogen* 7(1) : 63-68.
- Manullang SE. 2018. Induksi Kalus Dari Eksplan Daun *Tacca Chanrieri* Andre Pada Media Ms Dengan Penambahan Bap Dan 2,4-D Secara *In Vitro* [Skripsi]. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Riau. Pekanbaru.
- Martin AF, Maulana E dan Ermayanti TM. 2013. Seleksi Media untuk Regenerasi Kalus dan Peningkatan Pembentukan Planlet Tanaman *Tacca leontopetaloides*. *Seminar Nasional Kimia Terapan Indonesia* ; Solo, 23 Mei. Solo. Hlm 1-7.
- Nabilah IZ. 2016. Induksi Kalus Eksplan Daun Sirih Hitam (*Piper betle* L.) Degan Kombinasi Konsentrasi Zat Pengatur Tumbuh IAA dan BAP [skripsi]. Fakultas Sains Dan Teknologi, Universitas Airlangga. Surabaya.
- Oratmangun KM, Pandiangan D, dan Kandou FE. 2017. Deskripsi Jenis-Jenis Kontaminan Dari Kultur Kalus *Catharanthus roseus* (L.) G. Donn. *Jurnal Mipa Unsratonline* 6(1):47-52.
- Rahayu B. 2003. Pengaruh 2,4-D Terhadap Pembentukan Dan Pertumbuhan Kalus Serta Kandungan Flavonoid Kultur Kalus *Acalypha indica* L. *Biofarmasi* 1(1) :1-6.
- Rasud Y dan Bustaman. 2020. Induksi Kalus secara *In Vitro* dari Daun Cengkeh (*Syzigium aromaticum* L.) dalam Media dengan Berbagai Konsentrasi Auksin. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia (JIPI)* 25 (1): 67–72.
- Renicha. 2016. Analisis Metabolit Sekunder Hasil Kultur Eksplan Daun Mengkudu (*Morinda citrifolia* L.) pada Medium Murashige & Skoog (Ms) dan Gamborg (B5) [skripsi]. Universitas Pendidikan. Jakarta.
- Rudiyanto, Wulandari DR dan Ermayanti TM. 2019. Induksi Kalus Uwi Ungu (*Dioscorea alata* L.) Pada Media Ms dengan Penambahan BAP Yang Dikombinasikan dengan 2,4-D. *Jurnal Agroteknologi*: 112-121.
- Santoso U dan Nursandi F. 2004. *Kultur Jaringan Tanaman*. Penerbit UMM. Malang.
- Sari D E. 2018. Pengaruh 2,4-D Dan BAP Dengan Berbagai Konsentrasi Terhadap Induksi Kalus Embriogenik Daun Wungu (*Graptophyllum pictum* L. Griff) [Skripsi]. Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Sitinjak MA, Isda MN, dan Fatonah S. 2015. Induksi Kalus Dari Eksplan Daun *In Vitro* Keladi Tikus (*Typhonium* Sp.) Dengan Perlakuan 2,4-D Dan Kinetin. *Al-Kauniyah Jurnal Biologi* 8(1):32-39.
- Sugiyarto L dan Paramita CK. 2014. Pengaruh 2,4-Dichlorophenoxyacetic Acid (2,4-D) dan Benzyl Aminopurin (BAP) terhadap Pertumbuhan Kalus Daun Binahong (*Anredera cordifolia* L.) serta Analisis

- Kandungan Flavonoid Total. *Jurnal Penelitian Saintek* 19(1) : 23-30.
- Wardani D. Solichtun P dan Setiawan AD. 2004. Pertumbuhan Dan Produksi Saponin Kultur Kalus *Talinum paniculatum* gaer Pada Variasi Penambahan 2,4 -D Dan Kinetin . *Biofarmasi* 2(1):35-43.
- Wayastuti DE, Setyobudi L, dan Wardiyanti T. 2017. Pengaruh Tingkat Konsentrasi 2,4-D Dan Bap Pada Media Ms Terhadap Induksi Kalus Embriogenik Temulawak (*Curcuma xanthorrhiza* Roxb.). *Jurnal Produksi Tanaman* 5(1) :140-149.
- Yelnitas. 2012. Pembentukan Kalus Remah Dari Eksplan Daun Ramin (*Gonystylus bancanus* (miq)mkurz). *Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan* 6:181-194.
- Yelnititis. Yuliani S, dan Syahid SF. 1998. Induksi senyawa alkaloid pada tanaman kemukus (*Piper cubeba* L.) Melalui kultur jaringan. Balai Penelitian Tanaman Rempah dan Obat.
- Yokosuka A, Mimaki Y dan Sashida Y. 2002. Steroidal and Pregnane Glycosides from the Rhizomes of *Tacca chantrieri*. *Journal National Product* 65 : 1293-1298.
- Zhang L, Li HT, Gao LM, Yang JB, Li DZ , Cannon CH, Chen J, dan Li Qi. 2011. Phylogeny and evolution of bracts and bracteoles in *Tacca* (Dioscoreaceae). *J. Integr. Plant Biology* 1(1)..
- Zhang L, Barrett SCH, Gao JY, Chen J , Cole WW, Liu Y, Bai ZL, dan Li QJ. 2005. Predicting mating patterns from pollination syndromes: the case of "sapromyophily" in *Tacca chantrieri* (Taccaceae). *American Journal of Botany* 92(3): 517-524.
- Zulkarnain. 2009. Kultur Jaringan Tanaman: Solusi Perbanyak Tanaman Budidaya. Bumi Aksara. Jakarta.



Bioassessment Kualitas Air Sungai Batang Kandis dengan Menggunakan Makrozoobentos di Kecamatan Koto Tangah, Kota Padang

Bioassessment of Batang Kandis River Water Quality Using Macrozoobenthos in Koto Tangah district, Padang City

Muhammad Nur Allatif ^{*}, Izmiarti dan Nofrita

Laboratorium Ekologi Hewan, Jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas

SUBMISSION TRACK

Submitted : 2020-12-04
Revised : 2021-05-06
Accepted : 2021-06-20
Published : 2021-06-23

KEYWORDS

bioassessment,
macrozoobenthic,
Batang Kandis river,
BMWP-ASPT

*CORRESPONDENCE

email:
mhdnurallatif@gmail.com

ABSTRACT

This study was conducted from July to December 2019 which was aimed to determine the composition of macrozoobenthic community and to assess the water quality of the Batang Kandis river based on the BMWP-ASPT index. A survey method was used in this study. The study site was determined by purposive sampling based on environmental condition which was divided into four stations. Macrozoobenthos samples were taken using a surber net (30 x 30 cm²). The physical and chemical factors of water condition were measured during sampling time. The results showed that 23 genera of macrozoobenthic communities were found in the Batang Kandis river which were consisted of two classes *i.e.*, Hirudinea (1 order, 1 family, 1 genus) and Insect (7 orders, 14 families, 22 genera). These macrozoobenthic communities had an average density ranges from 220.00 - 706.67 ind. m⁻² with the highest density was found at Station II and the lowest one at Station IV. Variation in the predominant genus was found at every station: *Orthocladus* and *Elophila* (station I); *Polypedilum*, *Orthocladus*, *Elophila*, and *Hydropsyche* (station II); *Polypedilum*, *Macropelopia*, and *Caenis* (station III); and *Polypedilum*, *Orthocladus*, and *Caenis* (station IV). The water quality of Batang Kandis river was classified into not polluted (station I, II and III) to slightly polluted (station IV) based on the BMWP-ASPT indexes.

PENDAHULUAN

Sungai Batang Kandis merupakan salah satu sungai yang terdapat di Kota Padang yang berada di Kecamatan Koto Tangah. Sungai ini berasal dari air terjun Lubuak Rantiang dan bermuara di Pasia Jambak dengan panjang aliran 21,91 km. Di sepanjang aliran dan daerah sempadan sungai dimanfaatkan oleh masyarakat untuk berbagai kegiatan, seperti pemukiman, perkantoran dan aktivitas lainnya. Pada segmen hulu sungai Batang Kandis terjadi alih fungsi lahan, yaitu dibukanya kawasan hutan untuk pembangunan Kampus III Universitas Islam Negeri (UIN) Imam Bonjol. Pada segmen tengah sungai terdapat kolam-kolam tempat pembenihan ikan, bendungan, galian C berupa penggalian batu, kerikil, dan pasir, serta terdapat banyak perumahan penduduk di sempadan sungai. Pada bagian hilir sungai terdapat pabrik karet serta kegiatan masyarakat lainnya yang limbahnya masuk kedalam sungai. Semua aktivitas baik dalam sungai maupun di sempadan sungai akan berpengaruh terhadap kualitas air

sungai (fisika dan kimia) yang pada akhirnya juga mempengaruhi kehidupan biota air di sungai tersebut. Salah satu biota air yang terkena dampak adalah makrozoobentos.

Makrozoobentos merupakan hewan invertebrata yang hidup dipermukaan sedimen atau di dalam sedimen dasar perairan. Makrozoobentos hidupnya relatif menetap pada substrat dasar perairan, karena itu hewan ini terus-menerus dikenai pencemar yang masuk kedalam perairan. Oleh karena itu untuk monitoring pencemaran perairan, makrozoobentos sering digunakan sebagai bioindikator (Sahidin dkk., 2014).

Penggunaan indeks biotik dalam menentukan kualitas air sungai sudah banyak dilakukan (Wardhana, 1999). Salah satu indeks yang spesifik untuk menentukan kualitas air dengan menggunakan makrozoobentos adalah Biological Monitoring Working Party-Average Score Per Taxon (BMWP-ASPT). BMWP-ASPT mengelompokkan biota benthik berdasarkan kemampuannya dalam merespon cemaran di

habitatnya menjadi 10 tingkatan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui komposisi komunitas makrozoobentos dan kualitas air sungai Batang Kandis berdasarkan indeks BMWP-ASPT.

METODE PENELITIAN

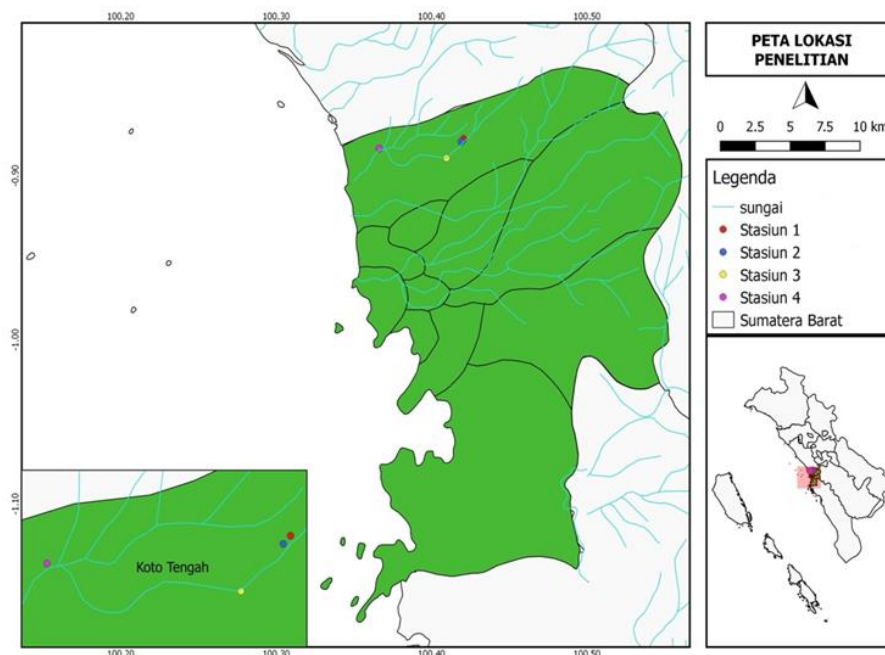
Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Juli sampai Desember 2019 dengan menggunakan metode survey pada aliran sungai Batang Kandis. Penentuan stasiun penelitian secara purposive sampling berdasarkan rona lingkungan. Setiap stasiun diambil lima sampel bentos, masing-masing pada mikrohabitat yang berbeda. Stasiun I berada di daerah hulu sebelum Kampus III UIN Imam Bonjol Padang. Stasiun II berada setelah Kampus III UIN Imam Bonjol Padang. Stasiun III berada di area camping dimana terdapat aktivitas penduduk seperti galian C dan kolam pembenihan ikan. Stasiun IV berada di Kelurahan Batipuh Panjang, Kecamatan Koto Tengah dimana terdapat PT Lembah Karet.

Pengambilan sampel makrozoobentos dilakukan dengan menggunakan surber net ukuran 30x30 cm. Sampel yang telah diambil disaring menggunakan saringan bertingkat dengan ukuran mata saringan 250 μ m dan 4,75 mm yang disusun berurutan, ukuran besar diatas dan ukuran kecil

dibawah. Hewan makrozoobentos yang terkoleksi dimasukkan ke dalam kantong plastik dan diawetkan dengan formalin 40% yang diatur hingga konsentrasi formalin dalam sampel menjadi 4% dan diberi label. Pada setiap stasiun dilakukan pengamatan dan pengukuran faktor fisika dan kimia perairan meliputi suhu, kecepatan arus, Dissolved Oxygen (DO), pH air, tipe substrat, Biochemical Oxygen Demand (BOD), Total Suspended Solid (TSS), dan Total Organic Matter (TOM).

Identifikasi makrozoobentos dilakukan di laboratorium Ekologi Hewan jurusan Biologi FMIPA Universitas Andalas dengan menggunakan dissecting microscope. Identifikasi dilakukan sampai tingkat genus dengan menggunakan buku acuan Merrit dan Cummins (1984), Pennak (1978), Wiederholm (1984) dan Ward (1992). Analisis data meliputi komposisi jenis, kepadatan, kepadatan relatif makrozoobentos dan analisis kualitas air menggunakan indeks BMWP-ASPT.

Makrozoobentos yang telah diidentifikasi dikelompokkan ke dalam famili kemudian ditentukan skor masing-masing famili berdasarkan tabel BMWP (Tabel 1), total skor semua famili sebagai dasar perhitungan ASPT (Average Score Per Taxon).



Gambar 1. Peta lokasi penelitian di sungai Batang Kandis

Tabel 1. Modifikasi BMWP (*Biological Monitoring Working Party*) dari berbagai sumber

Famili	BMWP ¹	BMWP ²	BMWP ³	BMWP ⁴	BMWP ⁵	BMWP ⁶	BMWP ⁷
Glossiphoniidae	-	-	-	3	-	3	3
Elmidae	-	5	5	-	5	-	2
Gyrinidae	-	-	-	5	-	5	5
Psephenidae	-	-	-	-	-	-	5
Chironomidae	2	2	2	2	2	2	2
Tipulidae	5	5	5	5	5	5	5
Caenidae	-	-	-	7	-	7	7
Heptageniidae	10	10	10	10	10	10	10
Leptophlebiidae	-	-	-	10	-	10	10
Siphonuridae	-	-	-	10	-	10	10
Naucoridae	-	-	-	5	-	5	5
Pyrilidae	-	-	-	-	-	-	5
Perlidae	10	10	10	10	10	10	10
Hydropsychidae	5	5	5	5	5	5	5
Polycentrophidae	-	-	-	7	-	7	7

Sumber. ¹Le-Thu-Ha *et al* (2002); ²Demool *et al* (2017); ³Hawkes (1997); ⁴Lestari (2011); ⁵Ardenta (2018); ⁶Armitage *et al* (1983); ⁷Ruiz-Picos *et al* (2017).

Nilai ASPT digunakan untuk menentukan kualitas air pada sungai Batang Kandis:

$$ASPT = \frac{\text{Jumlah skor indeks BMWP}}{\text{Jumlah famili yang ditemukan}}$$

Hasil dari perhitungan nilai ASPT kemudian dikategorikan dalam 4 kelompok yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kategori nilai *Average Score Per Taxon* (ASPT)

Nilai ASPT	Kualitas Air
>6.0	Tidak tercemar
5-6	Tercemar ringan
4-5	Tercemar sedang
<4.0	Tercemar berat

Sumber. Mandaville, 2002

HASIL DAN PEMBAHASAN

Komposisi Komunitas Makrozoobentos

Makrozoobentos yang ditemukan di sungai Batang Kandis sebanyak 23 genera yang tergabung ke dalam dua kelas, 8 ordo, 15 famili. Kelas tersebut adalah Hirudinea yang ditemukan satu genus dari Famili Glossiphoniidae dan ordo Rhynchobdellida. Kelas Insecta ditemukan 22 genera yang tergolong 14 famili dan tujuh ordo

yaitu: ordo Coleoptera dengan famili Elmidae, Gyrinidae, Psephenidae; ordo Diptera dengan famili Chironomidae, Tipulidae; ordo Ephemeroptera dengan famili Caenidae, Heptageniidae, Leptophlebiidae, Siphonuridae; ordo Hemiptera dengan famili Naucaridae; ordo Lepidoptera dengan famili Pyralidae; ordo Plecoptera dengan famili Perlidae; ordo Trichoptera dengan famili Hydropsychidae, Polycentrophidae (Tabel 3).

Tabel 3. Komposisi komunitas makrozoobentos yang ditemukan di sungai Batang Kandis

No.	Kelas	Jumlah Ordo	Jumlah Famili	Jumlah Genus	Total Individu (n=20)
1	Hirudinea	1	1	1	12
2	Insecta	7	14	22	773
	Total	8	15	23	785

Kelas Insecta paling banyak ditemukan di Sungai Batang Kandis baik jumlah ordo, famili, maupun genus. Hal ini disebabkan karena di perairan Insecta memiliki jumlah anggota yang banyak, selain itu tingginya jumlah genus di Sungai Batang Kandis juga disebabkan karena kondisi lingkungan yang sesuai untuk kehidupannya dan kemampuan adaptasi yang lebih baik untuk menyesuaikan diri dengan

lingkungan baik perairan mengalir maupun perairan tenang.

Kelas Hirudinea paling sedikit ditemukan di Sungai Batang Kandis baik jumlah Ordo, Famili, maupun Genus. Total individu dari kelas ini sebanyak 12 individu. Kelas Hirudinea di Sungai Batang Kandis hanya ditemukan pada substrat yang halus dengan arus yang lambat. Pennak (1978) menyatakan bahwa anggota dari kelas Hirudinea tempat hidupnya terbatas, umumnya mereka hidup di daerah danau, rawa, dan perairan dengan aliran arus yang lambat. Selain menyukai perairan dengan aliran arus yang lambat, Hirudinea menyukai perairan yang memiliki substrat halus seperti pasir dan lumpur.

Kepadatan dan Kepadatan Relatif Makrozoobentos

Pada Tabel 4 dapat dilihat kepadatan makrozoobentos pada masing-masing stasiun di Sungai Batang Kandis bervariasi berkisar dari

220,00-706,67 ind. m⁻². Pada Stasiun I ditemukan 19 taksa dengan total kepadatan 475,56 ind. m⁻². Menurut Rondo (1982), genus yang memiliki Kepadatan Relatif besar dari 10% disebut dengan genus dominan. Genera yang dominan pada masing-masing stasiun bervariasi. Di Stasiun I terdapat dua genera dominan yaitu *Orthocladus* (KR=22,90%) dan *Elophila* (KR=10,75%). *Orthocladus* tergolong kedalam famili Chironomidae subfamili Orthocladinae. Umumnya genus ini mendiami perairan yang mengalir, beberapa genera juga dapat hidup di danau, rawa, dan kolam (Wiederholm, 1984). *Orthocladus* mampu bertahan di perairan yang berarus deras karena mampu menempelkan tubuhnya pada permukaan substrat dengan cakar kuat yang dimilikinya (Merrit dan Cummins, 1974). *Elophila* tergolong kedalam Ordo Lepidoptera famili Pyralidae. Umumnya ordo Lepidoptera memiliki sekresi sutera yang lengket, sekresi ini berguna bagi genus ini untuk melekatkan tubuhnya pada substrat sehingga dapat bertahan di arus yang deras (Ward, 1992).

Tabel 4. Genus dominan dan kepadatan total makrozoobentos pada masing-masing stasiun di sungai Batang Kandis

Genus Predominan	Stasiun I		Stasiun II		Stasiun III		Stasiun IV	
	K	KR	K	KR	K	KR	K	KR
1. <i>Polypedilum</i> (Insecta; Chironomidae)			77,78	11,01	37,78	11,04	53,33	24,24
2. <i>Orthocladus</i> (Insecta; Chironomidae)	108,89	25,90	111,11	15,72			71,11	32,32
3. <i>Macropelopia</i> (Insecta; Chironomidae)					37,78	11,04		
4. <i>Caenis</i> (Insecta; Caenidae)					122,22	35,71	22,22	10,10
5. <i>Elophila</i> (Insecta; Pyralidae)	51,11	10,75	84,44	11,95				
6. <i>Hydropsyche</i> (Insecta; Hydropsychidae)			102,22	14,47				
Jumlah Taksa	19		20		15		14	
Kepadatan Total (ind. m ⁻²)	475,56		706,67		342,22		220,00	

Ket. K; kepadatan (ind. m⁻²) dan KR; kepadatan relatif (%)

Pada Stasiun II ditemukan 20 taksa dengan total kepadatan 706,67 ind. m⁻². Genus dominan di stasiun ini yaitu *Polypedilum* (KR=11,01%), *Orthocladus* (KR=15,72%), *Elophila* (KR=11,95%), dan *Hydropsyche* (KR=14,47%).

Polypedilum tergolong kedalam famili Chironomidae subfamili Chironominae. Kepadatan yang tinggi dari genus ini pada Stasiun II bisa disebabkan karena *Polypedilum* umumnya dapat hidup di perairan tenang maupun di perairan mengalir. *Polypedilum* hidup dengan cara masuk kebagian permukaan bawah substrat (Ward, 1992). Menurut Merrit dan Cummins (1974),

larva dari Chironominae banyak ditemukan pada permukaan batu yang ditutupi oleh pasir dan lumpur. Kondisi yang sesuai seperti kecepatan arus dan substrat pada stasiun II menyebabkan genus ini memiliki kepadatan yang tinggi.

Polypedilum juga memiliki kepadatan yang tinggi di Stasiun II, genus ini tergolong kedalam ordo Trichoptera famili Hydropsychidae. Pada stasiun ini substrat di dominasi oleh kerikil dan bebatuan disertai dengan adanya lumut di permukaan batu tersebut. Menurut Voshell (2002), Hydropsychidae dapat hidup diberbagai area pada lingkungan sungai dengan substrat berbatu dan berkerikil disertai serasah dan lumut.

Pada Stasiun III ditemukan 15 taksa dengan total kepadatan 342,22 ind. m⁻². Genus dominan di stasiun ini yaitu *Polypedilum* (KR=11,04%), *Macropelopia* (KR=11,04%), dan *Caenis* (KR=35,71%). *Polypedilum* dan *Macropelopia* tergolong kedalam famili yang sama yaitu Chironomidae. *Macropelopia* termasuk kedalam subfamili Tanypodinae. Keberadaan *Macropelopia* yang tergolong tinggi di Stasiun III karena pada stasiun ini memiliki arus yang lebih lambat dan substrat yang lebih halus dari stasiun sebelumnya (Tabel 7). Menurut Wiederholm (1984), umumnya larva *Macropelopia* hidup di perairan tenang. Larva dari Tanypodinae ini juga dapat ditemukan di perairan mengalir karena memiliki cakar untuk bertahan dari arus dengan menempelkan tubuhnya pada substrat. Kepadatan yang tinggi dari *Macropelopia* juga disebabkan karena adanya sumber makanan, larva dari Tanypodinae bersifat sebagai predator (Merrit dan Cummins, 1974).

Pada Stasiun IV ditemukan 14 taksa dengan total kepadatan 220,00 ind. m⁻². Genus dominan di stasiun ini yaitu *Polypedilum* (KR=24,24%), *Orthocladius* (KR=32,32%), dan *Caenis* (KR=10,10%). *Polypedilum* dan *Orthocladius* sama-sama tergolong kedalam larva Chironomidae, keberadaannya sangat dipengaruhi oleh substrat dan bahan organik di perairan. Pada stasiun ini substratnya lebih halus dan berlumpur disebabkan partikel halus pada stasiun sebelumnya terbawa oleh arus perairan

dan mengendap di Stasiun IV yang memiliki arus yang lebih lambat. Kandungan organik di stasiun ini juga lebih tinggi dibandingkan stasiun sebelumnya (Tabel 7), selain disebabkan oleh limbah karet, stasiun ini juga mengakumulasi hasil dari stasiun sebelumnya. Secara umum, sebagian besar siklus hidup dari Chironomidae berada pada stadia larva dan membentuk tabung pada substrat berlumpur sebagai bentos perairan dan tersebar luas di lingkungan perairan tawar (Wiederholm, 1984).

Kualitas air sungai Batang Kandis berdasarkan analisis BMWP-ASPT

Makrozoobentos yang ditemukan di Sungai Batang Kandis terdiri dari 15 famili. Famili yang sudah ditemukan selanjutnya ditentukan nilai BMWP beserta ASPT pada masing-masing stasiun. Nilai BMWP setiap famili yang didapatkan pada masing-masing stasiun di Sungai Batang Kandis dapat dilihat pada Tabel 5.

Mandaville (2002) menetapkan kualitas air sungai berdasarkan nilai ASPT menjadi 4 kriteria yaitu bila nilai ASPT > 6 digolongkan pada kategori kualitas air tidak tercemar, 5-6 tercemar ringan, 4-5 tercemar sedang, dan < 4 kategori tercemar berat. Berdasarkan nilai ASPT tersebut maka Stasiun I, II dan III pada sungai Batang Kandis kualitas airnya tergolong tidak tercemar dan stasiun IV tercemar ringan (Tabel 6). Pada Stasiun I masih belum banyak aktivitas manusia disekitar badan perairan sungai. Stasiun ini dapat dikatakan belum terjadi gangguan pada perairannya. Pada Stasiun II sudah terdapat aktivitas pembangunan yaitu kampus III UIN Imam Bonjol, namun aktivitas pada kampus ini masih belum beroperasi secara menyeluruh sehingga belum menunjukkan pengaruh yang besar pada perairan. Hal ini ditunjukkan dengan kategori kualitas perairannya tidak tercemar. Pada Stasiun III kualitas airnya juga masih tergolong tidak tercemar. Pada stasiun ini sudah terdapat aktivitas berupa tempat pembenihan ikan dan galian C yang dapat mempengaruhi habitat dari makrozoobentos dimana aktivitas ini dapat merusak substrat tempat hidupnya. Namun dampak yang dihasilkan oleh penggalian ini akan

terlihat pada stasiun berikutnya dimana partikel-partikel substrat yang lebih halus akan mengendap di Stasiun IV.

Pada Stasiun IV kualitas airnya tergolong tercemar ringan. Stasiun IV terletak di daerah yang menerima pembuangan limbah karet, adanya pembuangan limbah ini memungkinkan perairan menjadi tercemar dan kandungan bahan organik meningkat (Tabel 7). Menurut

Suwardin (1989) dalam Yulianti dkk. (2005), kandungan limbah cair pabrik karet berupa komponen karet (karotenoid, protein, nitrat, lipid, ammonia, dan garam anorganik). Menurut Effendi (2003) ammonia merupakan kandungan limbah cair karet yang bersifat toksik di perairan. Kandungan dari limbah karet yang masuk kedalam perairan ini akan mempengaruhi keberadaan bentos di perairan tersebut.

Tabel 5. Score BMWP dari famili makrozoobentos yang didapatkan di sungai Batang Kandis

No.	Families	Score				Nilai BMWP	Modifikasi
		Stasiun I	Stasiun II	Stasiun III	Stasiun IV		
1	Glossiphoniidae	-	-	3	3	3	
2	Elmidae	5	5	5	5	5	
3	Gyrinidae	5	5	-	-	5	
4	Psephenidae	5	5	5	-	5	
5	Chironomidae	2	2	2	2	2	
6	Tipulidae	5	5	5	5	5	
7	Caenidae	-	7	7	7	7	
8	Heptageniidae	-	-	10	-	10	
9	Leptophlebiidae	10	10	10	10	10	
10	Siphonuridae	10	10	-	10	10	
11	Naucoridae	5	-	-	-	5	
12	Pyralidae	5	5	5	5	5	
13	Perlidae	10	10	10	-	10	
14	Hydropsychidae	5	5	-	-	5	
15	Polycentrophidae	7	7	7	-	7	
Total		74	76	69	47		
Nilai ASPT		6,17	6,33	6,27	5,87		

Tabel 6. Kriteria kualitas air sungai Batang Kandis berdasarkan BMWP-ASPT

Stasiun	Nilai ASPT	Kualitas air
I	6,17	Tidak tercemar
II	6,33	Tidak tercemar
III	6,27	Tidak tercemar
IV	5,87	Tercemar ringan

Selain adanya pengaruh dari limbah karet, di Stasiun IV tersebut juga sudah terakumulasi semua hasil buangan dari stasiun sebelumnya seperti adanya tempat pembenihan ikan, galian C, limbah rumah tangga, maupun pembangunan, namun dengan adanya kegiatan tersebut hanya menyebabkan Stasiun IV perairannya tergolong tercemar ringan.

Dari Tabel 7 dapat dilihat nilai dari masing-masing faktor fisika dan kimia perairan Sungai Batang Kandis. Nilai faktor fisika-kimia yang telah diukur masih sesuai untuk kehidupan dari makrozoobentos.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Komposisi makrozoobentos di Sungai Batang Kandis terdiri dari 23 genera yang tergolong kedalam 2 kelas (Hirudinea dan Insecta), 8 ordo, dan 15 famili; (a) kepadatan makrozoobentos pada masing-masing stasiun di sungai Batang Kandis berkisar antara 220,00-706,67 ind. m⁻² (tertinggi pada Stasiun II dan terendah pada Stasiun IV); (b) genera dominan yang ditemukan adalah *Orthocladius*, *Polypedilum*, *Elophila*, *Hydropsyche*, *Macropelopia*, dan *Caenis* bervariasi di setiap stasiun.
- 2) Kualitas air sungai Batang Kandis berdasarkan indeks BMWP-ASPT tergolong tidak tercemar pada stasiun I, II, dan III dan tercemar ringan pada stasiun IV.

Tabel 7. Faktor fisika-kimia perairan ungai Batang Kandis

No.	Faktor Fisika-Kimia	Stasiun 1	Stasiun 2	Stasiun 3	Stasiun 4
1	Suhu air (°C)	28	29	28	27,5
2	Kuat arus (cm/s)	49,77	28,63	13,88	6,12
3	Tipe substrat	B, K, P	B, K, P	P, L, K, B	L, P, K, B
4	pH	6	6	6	6
5	DO (ppm)	6,84	6,70	6,17	5,69
6	BOD ₅ (ppm)	0,6	0,8	1,07	1,48
7	CO ₂ (ppm)	0,51	0,55	0,58	1,1
8	TSS (mg/l)	10	14	25	28
9	TOM (mg/l)	4,57	5,82	7,87	8,71

Ket. B; berbatu, K; berkerikil, P; berpasir dan L; berlumpur

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Bapak Dr. Indra Junaidi Zakaria, Dr.Jabang Nurdin dan Dr. Aadrean atas sumbangan pemikirannya dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ardenta, L. 2018. *Bioassessment Sungai Lahar Menggunakan Makrobenthos Di Kecamatan Kepanjen Kidul Dan Sukorejo Kota Blitar. Skripsi.* Jurusan Manajemen Sumberdaya Perairan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Armitage, P. D., D. Moss., J. F. Wright, and M. T. Furse. 1983. The Performance of a New Biological Water Quality Score System Based on Macroinvertebrates Over a Wide Range of Unpolluted Running-Water Sites. *Water Res.*17(3): 333-347.
- Demool, M and T.O. Prommi. 2017. The Use of Biotic Indices for Evaluation of Water Quality in the Streams, Western Thailand. *Int. J.Pharm. Res. Allied Sci.* 6(1): 89-98.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan.* Kanisius. Yogyakarta.
- Hawkes, A. H. 1997. Origin and Development of the Biological Monitoring Working Party (BMWP) Score System. *Water Research.* 32 (3): 964-968.
- Lestari, I. W dan Y. Trihadiningrum. 2011. Bioassessment Kualitas Air Sungai Rejoso di Kecamatan Rejoso Pasuruan Dengan Menggunakan Makroinvertebrata. *Skripsi.* Jurusan Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik. Institusi Teknologi Semarang. Semarang.
- Le-Thu-Ha., N.X. Quynh and M.D. Yen. 2002. Apply BMWP Score System to Assess Water Quality of Some Running Water. *Journal of Science, Nat. Sci. and Tech.* 18(1): 22-28.
- Mandaville, S. M. 2002. *Benthic Macroinvertebrates in Freshwaters-Taxa Tolerance Values, Metrics and Protocols.* Soil and Water Conservation Society of Metro Halifax. Research Scientist III, Division of Water. Department of Environmental Conservation. New York. USA.
- Merrit, R. W dan K. W. Cummins, 1984. *An Introduction to The Aquatic Insects of North America 2nd Ed.* Kendall Hunt Publishing Company. USA.
- Pennak, R .W. 1978. *Freshwater Invertebrate of United States.* The Ronald Press Company. New York. USA.
- Ruiz-Picos, R. A., J. E. Sedeno-Diaz, and E. Lopez-Lopez. 2017. Calibrating and Validating the Biomonitoring Working Party (BMWP) Index for the Bioassessment of Water Quality in Neotropical Streams. *Water Quality* 3: 39-58.
- Sahidin, A., I. Setyobudiandi dan Y. Wardiatno. 2014. Struktur Komunitas Makrozoobentos di Perairan Pesisir Tangerang. Banten. *Depik* 3(3): 226-233
- Voshell, J. R. 2002. *A Guide to Common Freshwater Invertebrates of North America.* McDonald and Woodward Publishing Co., Blacksburg. USA.
- Ward. J. V. 1992. *Aquatic Insect Ecology, Biology and Habitat.* John Wiley and Sons. New York. USA.
- Wardhana, W. 1999. *Perubahan Lingkungan Perairan dan Pengaruhnya terhadap Biota Akuatik.* Jurusan Biologi FMIPA UI. Jakarta.
- Wiederholm, T. 1984. *Chironomidae of the Holarctic Region: Keys and Diagnoses, Part 1: Larvae.* Entomological Society of Lund. Sweden.
- Yulianti, D., W. Kusumo, dan M. Widya. 2005. Pemanfaatan Limbah Cair Pabrik Karet PTPN IX Kebun Batu Jamus Karang Anyar Hasil Fitoremediasi dengan Azolla microphylla Kaulf untuk Pertumbuhan Tanaman Padi (*Oryza sativa* Linn.), *BioSMART* 7(2):125-13.



Ethnomedicinal Study of the Use of Zingiberaceae by the Mentawai People in Siberut, West Sumatra, Indonesia

Nurainas^{1*)}, Ratna Sulekha²⁾, Syam Zuhri³⁾, Samantha Lee⁴⁾ and Syamsuardi²⁾

¹⁾Herbarium Universitas Andalas (ANDA), Biology Department, Faculty Mathematics and Natural Science, Andalas University, Kampus UNAND Limau Manis Padang, West Sumatra, Indonesia

²⁾Laboratory of Plant Taxonomy, Biology Department, Faculty Mathematics and Natural Science, Andalas University, Kampus UNAND Limau Manis Padang, West Sumatra, Indonesia

³⁾Laboratory of Plant Ecology, Biology Department, Faculty Mathematics and Natural Science, Andalas University, Kampus UNAND Limau Manis Padang, West Sumatra, Indonesia

⁴⁾Forest Research Centre, Southern Cross University, Lismore, 2480, Australia

SUBMISSION TRACK

Submitted : 2021-03-11

Revised : 2021-03-21

Accepted : 2021-06-22

Published : 2021-06-25

KEYWORDS

indigenous knowledge,
Sikerei,
Sumatra,
traditional medicine

*)CORRESPONDENCE

email:

nurainas@sci.unand.ac.id

ABSTRACT

The Mentawai archipelago is situated to the west of mainland Sumatra and is part of the West Sumatra province. The Mentawai people are indigenous to this archipelago and are well known for their traditional healing practices performed by their Sikerei healers. Only a few studies on the traditional plant medicines of the Mentawai people have been published, which mostly suggest that Zingiberaceae is one of the most widely used families. This study examines the indigenous knowledge of Zingiberaceae by the Mentawai people living in Siberut. Field surveys were undertaken at four locations in the island where the Sikerei healers were interviewed directly to obtain information about medicinal treatments using plants from the Zingiberaceae family. Voucher specimens were collected, dried and deposited at the Herbarium of Andalas University (ANDA), Padang, West Sumatra. The study suggests that at least 32 Zingiberaceae species are used in the Mentawai's traditional medicines. The floristic aspects, the plant part used, and the type of disease treated are discussed.

INTRODUCTION

Siberut is the largest island in the Mentawai Islands district. The Mentawai people are believed to have occupied Siberut for over 3000 years (Whittaker, 2006). The Mentawai people are renowned for their use of plant medicines by traditional healers (called Sikerei) to treat various kinds of diseases and health issues. The practice is unique, particularly since Mentawai medicines rely on Siberut's unique biodiversity. The transmission of Mentawai plant knowledge and healing practices are usually passed through oral traditions from Sikerei to younger Sikerei. Thus, the loss of one Sikerei is like losing a library. Recent observation suggests that the younger generations do not seem interested in learning about the uses of Mentawai medicinal plants. Most of the Sikerei are over 50 years of age, and most have no replacement from the younger generations (RISTOJA, 2012).

Scientific information on Zingiberaceae for native Sumatran species is not easy to find, with only a few studies on the taxonomy of the Zingiberaceae family available, particularly for the genera *Globba* L., *Amomum* Roxb., and *Hornstedtia* Retz. (Takano and Okada, 2003; Nurainas, 2013; Droop and Newman, 2014). Previous studies conducted in Siberut National Park report 24 wild species related to the Zingiberaceae family (Nurainas and Yunaidi, 2006). However, the medicinal uses of the family have not been specifically studied and there is currently little information available (RISTOJA, 2012; Ave and Sunito, 1990). This article provides a more detailed understanding of the species of Zingiberaceae that are commonly used by the Mentawai people for medicinal and cultural purposes.

RESEARCH METHODOLOGY

Study area

We collected data from four villages in Siberut, Mentawai Islands, West Sumatra, Indonesia, namely: Bojakan in Northern Siberut sub-district, Matotonan and Muntei in Southern Siberut sub-district, and Sirisurak in Central Siberut (Figure 1).

Data collection and species identification

Information on the use of Zingiberaceae as traditional medicines was gathered primarily through unstructured interviews with Sikerei. The species of Zingiberaceae used for traditional medicines were identified through direct observation and through plant collection and later identification at ANDA. All collected plant material was preserved as herbarium specimens, and all flowers were preserved in wet collection using FAA with the following concentration: formalin: acetate acid: ethanol (5:5:90). All preserved specimens are stored at ANDA. Botanical terminology follows standard guidelines (Harirs and Harris, 1994; Smith, 1981; Stearn, 1995; Hickey and King, 2000).

RESULT AND DISCUSSION

Floristic aspects

Thirty-two species from 13 genera of Zingiberaceae that are used for traditional medicines by the Mentawai people on Siberut Island were collected during the study period (Table 1). The dominant species used are from the genera *Etlingera* and *Globba*, consisting of six species per genus.

Most of the Zingiberaceae species used in traditional Mentawai medicines come from Siberut and are harvested from the wild and the forests surrounding the villages. In addition, most of cultivated species are introduced from mainland Sumatra which are commonly used for spices and traditional medicines in other areas in Indonesia, such as *Zingiber officinale* Roscoe (gingers), *Curcuma longa* L. (turmeric), and *Kaempferia galanga* L. (kencur). The results of this study indicated that the species of Zingiberaceae used by the Mentawai people originate more from wild species for traditional medicines, while the people of mainland Sumatra use more cultivated species (RISTOJA, 2012; Hartanto et al. 2014; Kuntorini, 2005).

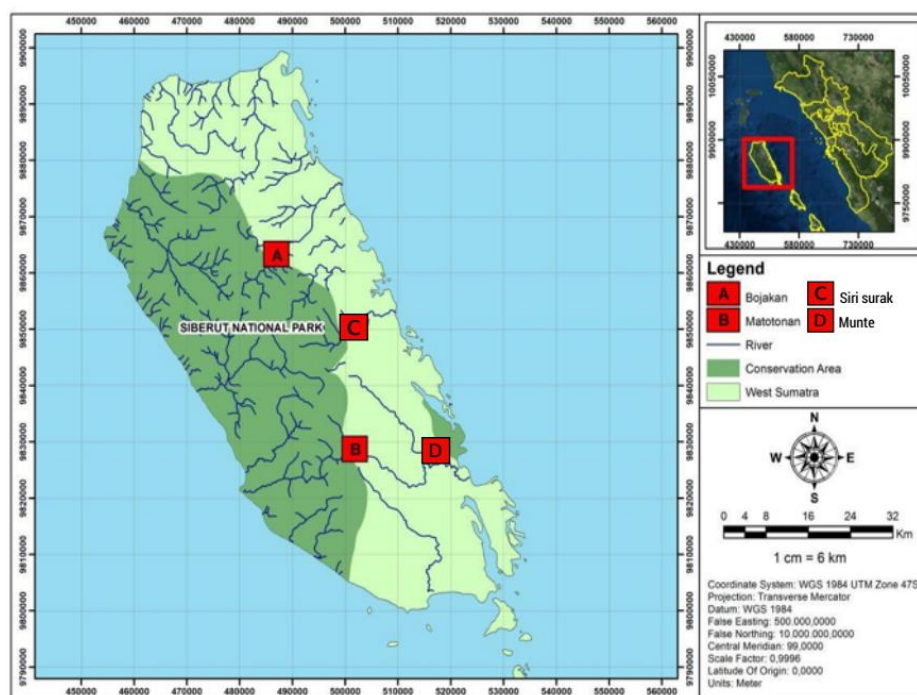


Figure 1. Map of the study localities on the Siberut Island, Kepulauan Mentawai district (see the legend for details). Inset: the map of West Sumatra province highlighting the position of Siberut island.

Table 1. List of species from the family Zingiberaceae used for traditional medicines by the Mentawai tribes on Siberut Island.

No.	Scientific names	Local names	English or Indonesian names	Parts Used	Uses	Wild/Cultivated
1	<i>Alpinia malaccensis</i> (Burm.f.) Roscoe	Pasingin	Malacca galangal	Stem	Childbirth cramps, cuts and wounds, diarrhoea	Wild
2	<i>Amomum mentawaiense</i> A.J.Droop	Gojot leleu	-	Stem	Cough	Wild
3	<i>Boesenbergia angustifolia</i> (Hallier f.) Schltr.	Egleu	Chinese ginger	Leaf, whole plant	Hypertension, headache	Wild
4	<i>Curcuma longa</i> L.	Kiniu	Turmeric	Rhizome, Leaf	Stomach ache	Cultivated
5	<i>C. zanthorrhiza</i> Roxb.	Kiniu-ra'ba'	Temu lawak	Rhizome	diarrhoea, back pain, Childbirth cramps, bruises and sores, dye body.	Cultivated
6	<i>Elettaria longituba</i> (Ridl.) Holtum	Alutuet	-	Flower, Leaf, Stem	Headache, stomach ache, back pain, allergies to insect bites	Wild
7	<i>Etlingera coccinea</i> (Blume) S.Sakai & Nagam.	Pelekak	-	Flower	Addition on medicinal herbs	Wild
8	<i>E. elatior</i> (Jack) R.M.Sm.	Totonan	Rose torch lily	Rhizome	Headache, vomiting, eye infections, breast swelling	Wild/Cultivated
9	<i>E. elatior</i> var. <i>alba</i> Todam & C.K.Lim	Gojo	White torch lily	Rhizome	headache, vomiting, eye infections, breast swelling	Wild/Cultivated
10	<i>E. foetens</i> (Blume) R.M.Sm.	Kukuan	-	Stem	Headache	Wild
11	<i>E. pyramidosphaera</i> (K.Schum.) R.M.Sm.	Sumamaik	Black tulip ginger	Rhizome	Internal injured	Wild/Cultivated
12	<i>E. littoralis</i> (J.Koenig) Giseke	Pelekak	-	Flower	Addition on medicinal herbs	Wild
13	<i>Geocharis</i> sp.	Sipubaglao	-	Stem	Boils	Wild
14	<i>Globba flavibracteata</i> A.Takano & H.Okada	Silukkuk	-	Whole plant	Asthma, Cough	Wild
15	<i>G. atrosanguinea</i> Teijsm. & Binn.	Tamalalauk	-	Whole plant	Headache	Wild
16	<i>G. unifolia</i> Ridl.	Leigat leleu, Silukkuk onaja	-	Whole plant	Asthma	Wild
17	<i>G. variabilis</i> Ridl.	Sipu popoirag	-	Whole plant	Asthma	Wild
18	<i>G. multifolia</i> A.Takano & H.Okada	Silukkuk	-	Whole plant	Cough	Wild
19	<i>G. leucantha</i> Miq.	Sipu popoirag simabulau	-	Whole plant	Asthma	Wild
20	<i>Hedychium flavescens</i> Carey ex Roscoe	Simakaino silimun Tainao	Cream ginger lily	Leaf, Flower	Stomach ache, back pain, fever	Cultivated
21	<i>H. coronarium</i> J.Koenig	Tainao simabulan	White ginger lily	Flower, Stem	headache	Cultivated
22	<i>H. longicornutum</i> Griff. ex Baker	Kinande, siputainaok	Hornbill's ginger	Rhizome	diarrhoea, Stomach ache, itchiness	Wild
23	<i>Hornstedtia</i> cf. <i>deliana</i> Valetton	Kara-kara	-	Stem	Fever	Wild
24	<i>H. conica</i> Ridl.	Sikukuet	-	Stem	Childbirth cramps	Wild
25	<i>H. parviflora</i> Ridl.	Kamumulek, Roddot	-	Rhizome	Headache, Cough, poison crab allergy	Wild
26	<i>H. tomentosa</i> (Blume) Bakh.f.	Sailulua	-	Rhizome	Childbirth cramps, back pain	Wild
27	<i>Horstedtia</i> sp.	tatandak, sibeususi	-	Stem	Vomiting	Wild
28	<i>Kaempferia galanga</i> L.	Kopuk	Kencur	Rhizome	Stomach ache, fever, rheumatism	Cultivated
29	<i>Plagiostachys mucida</i> Holtum	sikak-sikak, pasisikak		Leaf	Fever, vomiting	Wild
30	<i>Zingiber officinale</i> Roscoe	Laigak	Ginger	Rhizome	Stomach ache, Childbirth cramps	Cultivated
31	<i>Z. zerumbet</i> (L.) Roscoe ex Sm.	Siguju'	Zerumbet ginger	Rhizome	Stomach ache	Cultivated
32	<i>Z. zerumbet</i> var. <i>littoralis</i> Valetton	Palakokoaik, Laigak saileu	Zerumbet ginger	Rhizome, Leaf	Fever, back pain	Cultivated

Plant part used

The most common plant parts used for medicines are rhizomes (32%), stems (24%), the whole plant (18%), flowers (13%) and leaves (13%) (Figure 2). The use of rhizomes for medicinal preparations is not surprising, since Zingiberaceae rhizomes are commonly used for various health needs in many other communities, for example in Banjar Baru, South Kalimantan (Kuntorini, 2005).

Fresh plants are harvested directly from the forest or garden around the house if they are to be used as medicine. The Sikerei rarely use herbs in their dry form. It is considered taboo to harvest medicinal plants if they are not needed.

Types of ailments

At least 21 ailments and other health issues were cited during the investigation period (Figure 3). Ailment types were categorised according to information gathered from traditional healers and

Sikerei. Ailment types that had similar symptoms were grouped together, even where local differences emerged, for example: dizziness and pain anywhere in the head was categorised as headache. The most common health issue treated by plants in the Zingiberaceae family is headache, followed by stomachache, health problems related to pregnancy, back pain, and fever. Each treatment uses at least five species from the Zingiberaceae family. Eight species of Zingiberaceae are used to treat headaches, commonly through drinking the boiled plants.

It was observed that medicinal plants are usually mixed with other plants or natural products and are rarely used in isolation. It was also found that some plant species are used as accessories for healing rituals. For example, the leaves of *Hedychium flavescens* G. Lodd. are used in medicinal preparations, but the flowers are an important part of Mentawai ceremonies and rituals and are often worn by Sikerei during a healing ceremony.

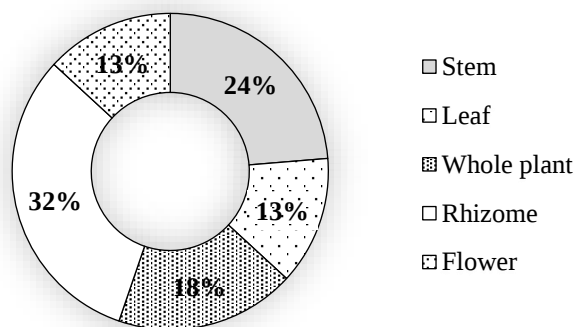


Figure 2. Plant parts used of medicinal Zingiberaceae species by the Mentawai people living in Siberut

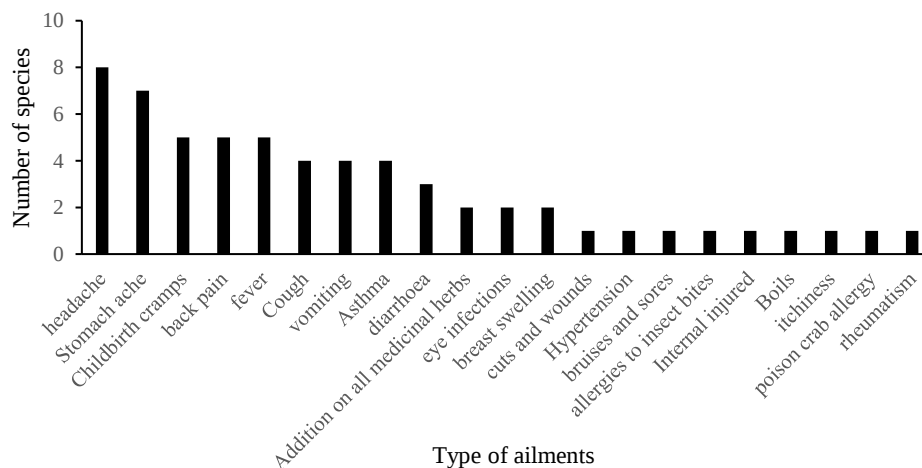


Figure 3. Number of Zingiberaceae species used for traditional medicine of Mentawai tribe in the Siberut Island.

CONCLUSION

For centuries, various groups in Indonesia have used plants from the Zingiberaceae family for treating a range of diseases and illnesses. The Mentawai people utilise at least 32 species in the Zingiberaceae to treat 21 diseases and other ailments prevalent in Siberut. The most common plant part used is the rhizome.

ACKNOWLEDGEMENT

We wish to thank the University of Andalas for providing the University Research Grant (PSDM-2017). Permit and field research facilities were provided by the Siberut National Park. We also thank the traditional healers (Sikerei) and the Mentawai people living in Siberut that participated and contributed to this study.

REFERENCES

- Auliani, A. & Sofiyanti, N. 2014. Studi Etnobotani Famili Zingiberaceae dalam Kehidupan Masyarakat Lokal di Kecamatan Siak Hulu Kabupaten Kampar. Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Bidang Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, 1(2): 8.
- Ave, W. & Sunito, S. 1990. Medicinal Plants of Siberut. WWF Report Gland.
- Droop, A.J. & Newman, M.F. 2014. A revision of *Amomum* (Zingiberaceae) in Sumatra. Edinburgh Journal of Botany, 71(2): 193-258.
- Harris, J.G. & Harris, M.W. 1994. Plant identification terminology: an illustrated glossary. Spring Lake, Utah: Spring Lake Publishing.
- Hartanto, S. & Sofiyanti, N. 2014. Studi Etnobotani Famili Zingiberaceae dalam Kehidupan Masyarakat Lokal di Kecamatan Pangean Kabupaten Kuantan Singingi, Riau. Biosaintifika: Journal of Biology & Biology Education, 6 (2): 98-108.
- Hickey, M. & King, C. 2000. The Cambridge Illustrated Glossary of Botanical Terms. Cambridge University Press.
- Kuntorini, E.M. 2005. Botani Ekonomi Suku Zingiberaceae sebagai Obat Tradisional oleh Masyarakat di Kotamadya Banjarbaru. Bioscientiae, 2(1): 25-36.
- Nurainas. 2013. A Revision and Phylogenetic Analysis of *Hornstedtia* Retz. (Zingiberaceae) in Sumatra. [Disertasi] Padang. Universitas Andalas.
- Nurainas & Junaidi. 2006. Panduan Lapangan Jahe-jahe Liar di Taman Nasional Siberut. Balai Taman Nasional Siberut.
- RISTOJA (Riset Tumbuhan Obat dan Jamu). 2012. Riset Khusus Eksplorasi Pengetahuan Lokal Etnomedisin dan Tumbuhan Obat di Indonesia berbasis Komunitas. Laporan Provinsi Sumatera Barat. Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat Universitas Andalas berkerjasama dengan Badan Litbang Kesehatan, Departemen Kesehatan RI.
- Smith, R.M. 1981. Synoptic Keys to the Genera of Zingiberaceae Pro Parte. Notes from the Royal Botanic Garden Edinburgh 2: 1–28.
- Stearn, W.T. 1995. Botanical Latin: History, Grammar, Syntax, Terminology and Vocabulary. Timber Press.
- Takano, A. & Okada, H. 2003. Taxonomy of *Globba* (Zingiberaceae) in Sumatra, Indonesia. Systematic Botany, 28(3): 524-546.



Pola Distribusi dan Pemetaan Tumbuhan Asing Invasif *Bellucia pentamera* di Area Konservasi PT. Tidar Kerinci Agung (TKA) Kabupaten Solok Selatan

Distribution Pattern and Mapping of Invasive Alien Species *Bellucia pentamera* in Conservation Area of PT. Tidar Kerinci Agung (TKA) Solok Selatan

Uswatul Inayah^{*)} dan Solfiyeni

Laboratorium Ekologi, Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Andalas Padang, Kampus UNAND Limau Manis Padang, West Sumatra, Indonesia 25163

SUBMISSION TRACK

Submitted : 13-11-2020
Revised : 22-06-2021
Accepted : 30-06-2021
Published : 01-07-2021

KEYWORDS

Bellucia pentamera,
invasive species,
TKA,
Solok Selatan

*)CORRESPONDENCE

email:
inayahuswatul@gmail.com

ABSTRACT

Bellucia pentamera is one of the most dangerous invasive alien species for environment. This species had been invaded many forests in Indonesia. This species would invade more area due to deforestation. The objectives of this study were to know the mapping and distribution pattern of *B. pentamera*; to know the effects of distance from road and light intensity to distribution of *B. pentamera*. This study was conducted from March to August 2020 in Conservation Area of PT. TKA Solok Selatan using belt transect method by plotting 20x50 m². Data was analyzed using Morishita Index and Linear Regression. Distribution pattern of *B. pentamera* in PT. TKA was clumped, showed by 1.17 of Morishita index. Seedlings and saplings of *B. pentamera* were dominant at the edge of conservation forest while trees were distributed from the middle to inside of the forest. Distance from road gave positively effects and significantly towards distribution of *B. pentamera* showing result 0.702 of R² and 0.007 of p-Value. Light intensity did not give effects significantly towards distribution of *B. pentamera* showing result 0.0806 of R² and 0.427 of p-Value.

PENDAHULUAN

Indonesia merupakan salah satu negara dengan keanekaragaman jenis tumbuhan yang tinggi di dunia (Sutoyo, 2010). Namun Indonesia juga termasuk negara dengan tingkat keterancaman dan kepunahan spesies tumbuhan tertinggi di dunia (Kusmana dan Agus, 2015). Salah satu ancaman penyebab hilangnya keanekaragaman hayati yaitu tumbuhan asing invasif. Tumbuhan asing invasif merupakan tumbuhan asing yang masuk ke suatu habitat yang telah mengalami kerusakan dan menginvasi habitat tersebut sehingga tumbuhan asli hilang. Dampak dari spesies asing invasif sangat luas dan sangat berbahaya, dan biasanya bersifat ireversibel. Spesies asing invasif menyebabkan degradasi habitat, merusak

ekosistem pada skala global dan menghilangkan spesies asli (IUCN, 2000).

Salah satu spesies asing invasif yang masuk ke Indonesia dan mengancam ekosistem adalah *Bellucia pentamera*. *B. pentamera* merupakan tumbuhan yang termasuk ke dalam famili Melastomataceae. Tumbuhan ini berasal dari Amerika Tengah dan dibawa ke Indonesia pada awal abad 20 di Kebun Raya Bogor untuk ditanam. Namun kemudian tersebar luas di Jawa Barat, Kalimantan Barat dan Sumatera bagian selatan. Tumbuhan ini merupakan salah satu spesies yang paling banyak dan biasa ditemukan di hutan Harapan Jambi sehingga menginvasi daerah tersebut (de Kok, Briggs, Pirnanda dan Girmansyah, 2015). *B. pentamera* juga menginvasi hutan konservasi PT. KSI Solok

Selatan dan menimbulkan dampak terhadap komposisi dan struktur serta tingkat keanekaragaman tumbuhan tingkat sapling. Selain itu, invasi *B. pentamera* menimbulkan penurunan jumlah jenis tumbuhan dan menyebabkan kawasan hutan didominasi oleh satu jenis tumbuhan (Solfiyeni, 2019). *B. pentamera* merupakan jenis tumbuhan invasif yang berbahaya bagi ekosistem sehingga patut menjadi pusat perhatian dan penting untuk dikendalikan karena akan merugikan beberapa tempat ataupun habitat (PERMENLHK, 2016).

Spesies invasif dapat mengancam ekosistem dan keanekaragaman hayati termasuk pada kawasan konservasi. PT. TKA merupakan salah satu perusahaan kelapa sawit yang terletak di Provinsi Sumatera Barat dan Provinsi Jambi. PT. TKA memiliki kawasan konservasi dimana implementasi pengelolaan keanekaragaman hayati melalui pembentukan hutan konservasi Prof. Sumitro Djojohadikusumo (TIM NKT (HCV) PT. TKA, 2013). Kawasan konservasi tersebut tidak luput dari ancaman tumbuhan invasif yang dapat menghilangkan spesies asli. Melihat besarnya potensi kerusakan yang akan disebabkan oleh *B. pentamera* dimana sudah mulai merambah kawasan tersebut, maka sangat diperlukan untuk menjaga kelestarian keanekaragaman hayati yang ada di Area Konservasi Prof. Sumitro Djojohadikusumo PT. TKA Solok Selatan.

Mengetahui pola distribusi suatu tumbuhan merupakan salah satu langkah awal untuk menyusun sebuah strategi konservasi dalam mempertahankan keanekaragaman hayati. Pengetahuan mengenai pola penyebaran sangat penting untuk mengetahui tingkat pengelompokan dari individu yang

dapat memberikan dampak terhadap populasi dari rata-rata per unit area (Rani, 2003). Identifikasi tipe pola distribusi dapat dilakukan dengan menggunakan Indeks Morisita (Krebs, 2013). Data mengenai pola distribusi spesies invasif seperti *B. pentamera* pada kawasan konservasi PT. TKA Solok Selatan sangat diperlukan untuk menyusun sebuah strategi konservasi jangka panjang sehingga dapat menjadi pertimbangan mengenai upaya-upaya pengelolaan, pengembangan dan perlindungan keanekaragaman hayati.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah *Global Positioning System* (GPS), *lux meter*, *hygrometer*, *hagameter*, *thermometer*, DBH meter, laptop, kalkulator, kamera, meteran, buku panduan lapangan tumbuhan asing invasif, pisau dan alat tulis. Bahan yang diperlukan dalam penelitian ini adalah peta Area Hutan Konservasi Prof. Dr. Soemitro Djojohadikusumo PT. TKA Solok Selatan.

Rancangan Penelitian

Metode yang digunakan adalah metode survey dan metoda *belt transect* untuk melihat pemetaan dan penyebaran spasial tumbuhan *B. pentamera* di Area Hutan Konservasi Prof. Dr. Soemitro Djojohadikusumo PT. TKA Solok Selatan, Sumatera Barat.

Pelaksanaan Penelitian

Koleksi data

Pola penyebaran spasial dari spesies tumbuhan invasif *B. pentamera* Naudin di Area Hutan Konservasi PT. TKA Solok Selatan dilakukan dengan metoda *belt transect* dengan plot ukuran 20 x 50 m dimana di dalamnya terdapat subplot berukuran 10 x 10 m. Pada setiap plot 10x10 dihitung jumlah *B. pentamera* baik seedling, sapling dan pohon. Hitung frekuensi dan kerapatan dari *B. pentamera* baik seedling, sapling dan pohon serta dihitung DBH untuk *B. pentamera* tingkat sapling dan pohon. Dihitung juga tinggi pohon *B. pentamera* dan pohon non-Bellucia. Klasifikasi seedling *B. pentamera* yaitu memiliki tinggi <1.5 m, sapling memiliki tinggi >1.5 m dengan dbh <10 cm, pohon dengan diameter >10 cm. Setiap ditemukannya *B. pentamera* baik seedling, sapling dan pohon dibuatkan pemetaannya dalam kertas millimeter dalam bentuk symbol yang berbeda. Hal ini dilakukan untuk melihat pemetaan dari persebaran *B. pentamera*. Diukur faktor-faktor lingkungan di daerah penelitian yang meliputi suhu, kelembaban dan intensitas cahaya.

Analisa Data

Kerapatan dan Kerapatan Relatif

Persamaan yang digunakan yaitu berdasarkan pada Azizah (2017):

$$K = \frac{\text{Jumlah Individu Bellucia pentamera}}{\text{Luas Area}}$$

$$KR = \frac{\text{Kerapatan Suatu Jenis}}{\text{Kerapatan Seluruh Jenis}} \times 100\%$$

Frekuensi

Persamaan yang digunakan yaitu berdasarkan pada Dombois, Muller dan Ellenberg (1974):

$$F = \frac{\text{Jumlah kuadrat dijumpai suatu spesies}}{\text{Jumlah seluruh kuadrat}}$$

Persebaran Spesies

Persamaan yang digunakan yaitu berdasarkan pada Smith (1964):

$$Id = Q \frac{\sum n(n-1)}{N(N-1)}$$

Keterangan:

Id : Derajat penyebaran Morisita

Q : Jumlah kuadrat pada suatu plot

n : Jumlah individu *B. pentamera* yang ditemukan pada i-kuadrat

N : Jumlah individu *B. pentamera* pada keseluruhan kuadrat

Jika:

Id = 1 penyebaran terjadi secara acak

Id > 1 Penyebaran terjadi secara berkelompok/ bergerombol

Id < 1 penyebaran terjadi secara seragam/ teratur

Pengaruh Jarak dari Jalan & Intensitas Cahaya terhadap Jumlah *B. pentamera*

$$Y = \alpha + \beta X$$

Dimana: Y= Peubah tak bebas (Jumlah Individu), X= Peubah bebas (Jarak dari Jalan dan Intensitas Cahaya), α = Intersep, β = Kemiringan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tabel 1 menunjukkan bahwa kerapatan strata seedling *B. pentamera* paling banyak dibandingkan sapling dan pohon yaitu 3390 individu/ha. Kerapatan sapling 900 individu/ha dan kerapatan pohon 221 individu/ha. Nilai kerapatan relative (KR) seedling yaitu 75,33%, sapling yaitu 20,00% dan pohon yaitu 4,67%.

Berdasarkan tabel 2 dapat dilihat bahwa strata seedling dan sapling muncul pada setiap subplot yang ditunjukkan dengan nilai frekuensi sebesar 1. Sedangkan strata pohon hanya muncul

pada 7 subplot dari total 10 subplot dengan nilai frekuensi yaitu 0.7.

Tabel 1. Kerapatan *Bellucia pentamera*

Strata	Kerapatan(ind/ha)	KR (%)
Seedling	3390	75.33
Sapling	900	20
Pohon	221	4.67

Tabel 2. Frekuensi *Bellucia pentamera*

Strata	Frekuensi
Seedling	1
Sapling	1
Pohon	0.7

Tabel 3. Pola Penyebaran Spesies *Bellucia pentamera* berdasarkan Indeks Morisita

Q	$\sum n(n-1)$	$N(N-1)$	Id	Pola Sebaran
10	236660	202050	1.1713	Mengelompok

Pada Tabel 3, dapat dilihat bahwa *B. pentamera* memiliki nilai indeks morishita sebesar 1,17. Berdasarkan nilai tersebut menunjukkan bahwa *B. pentamera* di Area Hutan Konservasi PT. TKA Solok Selatan memiliki pola penyebaran mengelompok. *B. pentamera* merupakan tumbuhan yang mampu berbuah sepanjang tahun dan memiliki biji yang sangat banyak yaitu sekitar 3000 biji per buah (Renner, 1986). Buah yang jatuh akan memunculkan anakan baru yang tumbuh berdekatan sehingga didapatkan pola distribusi mengelompok. Tumbuhan bereproduksi dengan menghasilkan biji yang jatuh dekat induknya atau dengan rimpang yang menghasilkan anakan vegetatif masih dekat dengan induknya sehingga menyebabkan tumbuhan mengelompok (Barbour, Lam dan Fredlund, 1987). Faktor lain yang menyebabkan persebaran *B. pentamera*

mengelompok yaitu nutrisi. Metananda dkk (2015) menyatakan bahwa pada pola penyebaran mengelompok akan terjadi kompetisi dimana antar individu memperebutkan sumber daya seperti unsur hara ataupun air pada suatu wilayah karena tumbuhan cenderung mengelompok pada wilayah yang memiliki banyak nutrisi. McNaughton dan Wolf (1990) juga menyebutkan bahwa faktor ketersediaan nutrisi atau unsur hara dan kondisi iklim merupakan faktor lingkungan yang paling berperan dalam penyebaran suatu spesies di alam.

Pemetaan B. pentamera di Lapangan

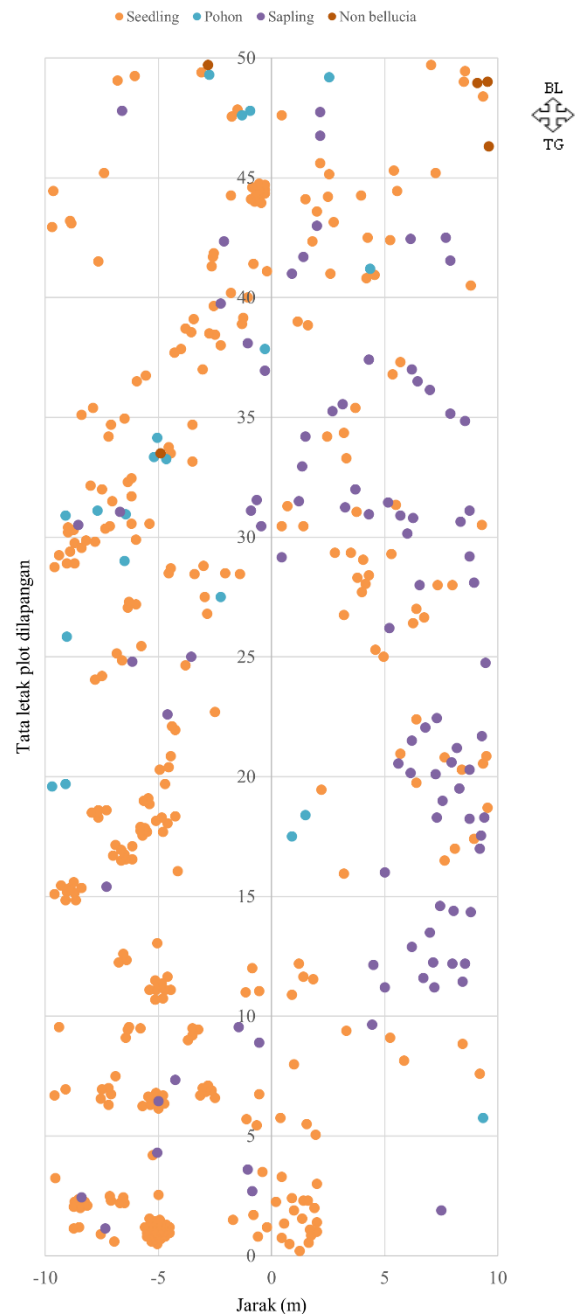
Gambar 1 menunjukkan bahwa strata seedling mendominasi jika dibandingkan dengan sapling dan pohon. Seedling banyak tumbuh dan tersebar di seluruh subplot. Hal ini diduga karena daerah yang dekat dengan tepi jalan memiliki lokasi yang masih terbuka (intensitas cahaya tinggi) sehingga banyak cahaya matahari yang masuk dan langsung mengenai lantai hutan. Hasil penelitian Aji, Sutriyono dan Yudistira (2015) menyebutkan bahwa cahaya memiliki pengaruh yang signifikan terhadap pertumbuhan tanaman khususnya pada fase perkecambahan. McNaughton dan Wolf (1990) juga menyatakan bahwa faktor penting yang menentukan pertumbuhan anakan pohon atau seedling adalah penyinaran matahari.

Strata sapling menyebar di seluruh subplot, namun jumlahnya tidak sebanyak seedling. Sedangkan strata pohon hanya terdapat pada 7 dari total 10 subplot dan memiliki jumlah individu paling sedikit. Strata tumbuhan pada hutan biasanya memiliki jumlah seedling paling banyak, kemudian diikuti oleh sapling dan pohon. Yani (2006) menyatakan bahwa strata seedling

dapat digunakan untuk memprediksi vegetasi di masa yang akan datang. Seedling yang tumbuh akan bersaing agar dapat menjadi tumbuhan dewasa. Tumbuhan yang semakin besar memerlukan nutrisi dan ruang yang lebih banyak, sehingga individu yang mempunyai daya tahan tinggi yang dapat bertahan dan tumbuh berkembang. Keberadaan pohon yang memiliki ukuran lebih besar daripada semai dan anakan menyebabkan jumlahnya sedikit pada suatu habitat. Ariyanti dan Mudiana (2018) juga menyatakan bahwa pada hutan normal akan memiliki jumlah individu pada strata permudaan lebih banyak dibandingkan dengan strata dewasanya. Jika dibuat pada grafik akan membentuk seperti huruf J terbalik. Hal ini mengindikasikan bahwa strata permudaannya mampu secara alami membentuk komunitas vegetasi pohon yang stabil.

Strata pohon tumbuh berdampingan dengan strata pohon lain (pohon non-Bellucia). Berdasarkan data pemetaan, dapat dilihat bahwa terdapat 5 individu pohon non-Bellucia yang berada pada plot. Berdasarkan data tersebut dapat dilihat bahwa semakin banyak pohon non-Bellucia akan semakin sedikit pohon *B. pentamera*. Hal ini diduga terjadi karena adanya asosiasi negative antara pohon *B. pentamera* dan pohon non-Bellucia. Hal ini sesuai dengan pendapat Barbour, Lam dan Fredlund (1987) yang menyatakan bahwa pada spesies yang berasosiasi negative memiliki prinsip antagonistic dimana jika satu spesies berada pada suatu wilayah dalam jumlah banyak akan menekan pertumbuhan spesies lain sehingga spesies lain mengalami penurunan jumlah individu dan begitupun sebaliknya. Selain itu *B. pentamera* juga mengandung senyawa kimia. Menurut Serna

dan José (2015), *B. pentamera* mengandung senyawa tanin, flavonoid dan trepenoid. Djufri (2011) menyatakan bahwa zat alelopati yang dikeluarkan oleh tumbuhan invasif menyebabkan lingkungan sekitarnya mengalami perubahan dan bersifat racun bagi tumbuhan lainnya.



Gambar 1. Peta Sebaran *Bellucia pentamera* pada Plot Survey 20x50 m di Area Konservasi PT. TKA Solok Selatan yang menggambarkan keberadaan individu seedling, sapling dan pohon dalam plot.

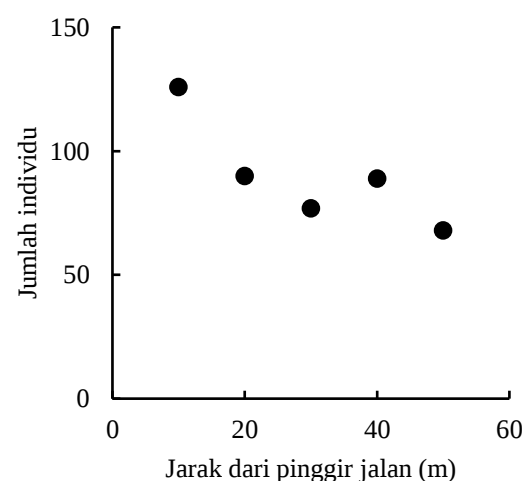
*Pengaruh Jarak Jalan terhadap Sebaran Jumlah Individu Tumbuhan Asing Invasif *B. pentamera**

Berdasarkan pemetaan, jumlah seedling banyak ditemukan pada awal plot tepatnya pada tepi jalan, sedangkan sapling dan pohon mulai banyak ditemukan pada jarak 10 m ke dalam hutan. Banyak seedling yang tumbuh saling berdekatan dan berkelompok. Namun pertumbuhan seedling tidak selalu berada di dekat pohon induk (strata pohon). Hal ini kemungkinan terjadi karena topografi wilayah yang semakin ke dalam hutan semakin rendah sehingga buah yang jatuh akan menggelinding dan menuju ke tempat yang cukup jauh dengan pohon induk. Selain itu, buah yang jatuh dari pohon dibawa oleh hewan pemakan buah tersebut sehingga pertumbuhan anakan tidak selalu berada di dekat induk. Renner (1986) menyatakan bahwa penyebaran buah *B. pentamera* dilakukan oleh beberapa mamalia dan burung dimana buah-buah tersebut akan dibawa dan dijatuhkan pada sembarang tempat sehingga anakan akan tumbuh cukup jauh dari pohon induk.

Model persamaan yang diperoleh dari hasil analisa regresi linear pengaruh jarak jalan terhadap sebaran jumlah individu *B. pentamera* yaitu $y = -1.17x + 125.1$ dengan nilai R^2 sebesar 0.702. Nilai p-value sebesar 0.007 yang menunjukkan bahwa jarak dari jalan memberikan pengaruh signifikan terhadap sebaran jumlah individu.

Tepi jalan merupakan salah satu lokasi yang memiliki intensitas gangguan yang disebabkan karena beberapa faktor misalnya aktivitas manusia. Gangguan pada suatu lokasi akan mempengaruhi kelimpahan spesies tumbuhan

invasif. Spesies tumbuhan invasif akan lebih banyak tersebar di daerah terbuka misalnya daerah di sekitar jalan daripada daerah dengan kondisi yang lebih tertutup. Daerah yang terganggu menyediakan peluang hidup yang lebih tinggi untuk tumbuhan invasif (Fei, Kong, Stringer dan Browker, 2009). *B. pentamera* banyak tumbuh di lokasi yang memiliki vegetasi yang terganggu, bahkan dapat tumbuh dengan baik pada daerah yang mengalami deforestasi ataupun illegal logging (Renner, 1986). Moris, Hansen, Nelson dan McWilliams (2009) juga menyatakan bahwa kesuksesan tumbuhan asing menginvasi suatu lingkungan dipengaruhi oleh gangguan pada lokasi tersebut baik itu gangguan dari manusia ataupun dari satwa. Sastroutomo (1990) menyatakan bahwa spesies invasif pada habitat yang telah terganggu memiliki lebih banyak variasi dibandingkan dengan spesies pada habitat yang masih alami.



Gambar 2. Pengaruh Jarak dari Jalan terhadap Jumlah Individu *Bellucia pentamera* di Area Konservasi PT. TKA Solok Selatan.

*Pengaruh Intensitas Cahaya terhadap Sebaran Jumlah Individu Tumbuhan Asing Invasif *B. pentamera**

Nilai R^2 yang didapatkan dari pengaruh intensitas cahaya terhadap jumlah individu yaitu 0.081 dan p-Value sebesar 0.427. Angka ini menunjukkan bahwa intensitas cahaya tidak berpengaruh signifikan terhadap jumlah individu *B. pentamera*.

Menurut Dillis dkk (2017), *B. pentamera* merupakan tumbuhan yang tumbuh dengan baik pada keadaan cahaya matahari yang banyak. Tumbuhan ini banyak ditemukan pada lokasi yang memiliki sedikit tutupan kanopi dan banyak tumbuh pada area bekas penebangan liar dengan intensitas cahaya yang tinggi. Hartson (1980) menyatakan bahwa cahaya matahari yang langsung menembus lantai hutan juga dapat mempengaruhi pertumbuhan jenis-jenis tumbuhan, terutama tumbuhan dengan tingkat yang rendah (pancang, semai). Hal ini juga didukung oleh pendapat Simbolon (2013), yang menyatakan sebagian besar tumbuhan asing invasif merupakan tumbuhan bawah yang pertumbuhannya di pengaruhi oleh cahaya matahari.

KESIMPULAN

Pola penyebaran *B. pentamera* di Hutan Konservasi PT. TKA Solok Selatan adalah mengelompok dengan $Id > 1$ yaitu sebesar 1,17. Pemetaan *B. pentamera* strata seedling banyak terdapat pada pinggir hutan dan menyebar di seluruh subplot. Strata sapling menyebar di seluruh subplot namun jumlahnya tidak sebanyak strata seedling. Strata pohon hanya terdapat pada tengah hutan sampai bagian dalam hutan dan memiliki jumlah paling sedikit. Jarak dari jalan berpengaruh signifikan terhadap penyebaran jumlah individu *B. pentamera*, sedangkan intensitas cahaya tidak

memberikan pengaruh signifikan terhadap jumlah individu *B. pentamera* di Area Hutan Konservasi PT. TKA Solok Selatan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Selama melaksanakan penelitian sampai penulisan artikel ini, penulis banyak mendapatkan arahan, bantuan, motivasi dan pengalaman dari berbagai pihak yang selalu mendukung hingga akhirnya dapat menyelesaikan artikel ini. Ucapan terimakasih penulis ucapkan kepada dosen penguji seminar maupun ujian akhir Bapak Dr. Chairul; Prof. Dr. Erizal Mukhtar; dan Ibu Dr. Nurainas. Pihak PT. TKA Solok Selatan, Yayasan ARSARI Djojohadikusumo, PR-HSD ARSARI, AK-PSD ARSARI Dharmasraya yang telah memfasilitasi selama penelitian, tim lapangan, serta pihak-pihak lain yang ikut membantu selama penelitian dan penyusunan tulisan ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aji I.M.L., Sutriyono R., Yudistira, 2015. Pengaruh Media Tanam dan Kelas Intensitas Cahaya Terhadap Pertumbuhan Benih Gaharu (*Gyrinops versteegii*). *Jurnal Media Bina Ilmiah*. 9(5) : 1-10.
- Ariyanti, EE dan Mudiana, D. 2018. Vegetasi Tumbuhan Blok Hutan Waru-Waru Cagar Alam Pulau Sempu. *Media Konservasi*. 23(3): 244-252.
- Azizah, E. 2017. *Kerapatan dan Biomassa Lamun Enhalus acoroides di Perairan Desa Jago-Jago Tapanuli Tengah Provinsi Sumatera Utara*. Fakultas Perikanan dan Kelautan Universitas Riau. Pekanbaru.

- Barbour SL, Lam L, Fredlund DG. 1987. Transient Seepage Model for Saturatet-Unsaturated Soil Systems: A Geotechnical Engineering Approach. *J. Can Geotech.* 24(198): 565-580.
- de Kok, R. P, M. Briggs, D. Pirnanda, and D. Girmansyah. 2015. Identifying targets for plant conservation in Harapan rainforest, Sumatra. *Tropical Conservation Science.* 8:28:-32.
- Dillis, C. Andrew J.M., Marcel R. 2017. Change in distrubance regime facilitates invasion by *Bellucia pentamera* Naudin (Melastomaceae) at Gunung Palung National Park, Indonesia. *Bioiloical Invasions.*19:1329-1337.
- Djufri. 2011. PengaruhTegakan Akasia (*Acacia nilotica*) (L.) Willd. Ex. Del. Terhadap Komposisi dan Keanekaragaman Tumbuhan Bawah di Savana Balanan Taman Nasional Baluran Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Pendidikan Biologi.* 3(2): 38-50.
- Dombois, Muller D dan Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology.* John Wiley and Sons. New York.
- Fei S, Kong N, Stringer J, Browker D. 2009. Invasion Pattern of Exotic Plants in Forest Ecosystems. Di dalam: Kohli RK, Jose S, Singh HP, Batish DR, editor. *Invasive Plants and Forest Ecosystem.* New York: CRC Press.
- Hartson, GS. 1980. Neotropical Forest Dynamics. Dalam: Tropical Succesion. John E Suplement. *Biotropica.* 12(2): 23-30.
- IUCN(International Union for Conservation of Nature and Natural Resources). 2000. *IUCN Guidelines for the Prevention of Biodiversity Loss Caused by Alien Invasive Species.*Gland (CH): IUCN Council.
- Krebs, CJ. 2013. *Ecological Methodology.* Ed ke-3. Harper & Row. New York.
- Kusmana, C &Agus, H. 2015. Keanekaragaman Hayati Flora di Indonesia (*The Biodiversity of Flora in Indonesia*). *Jurnal Pengelolaan Sumber daya Alam dan Lingkungan.* 5(2):187-198.
- McNaughton SJ, Wolf LL. 1990. *Ekologi Umum.* Gadjah Mada University Press.Yogyakarta.
- Metananda, AA., ErwizalAmz., Agus H. 2015. Populasi, Sebaran dan Asosiasi Kepuh (*Sterculia foetida* L.) di Kabupaten Sumbawa Nusa Tenggara Barat. *Media Konservasi.* 20(3): 277-287.
- Moris WK, Hansen MH, Nelson MD, & McWilliams W. 2009. Relation of Invasive Groundcover Plant Presence to Evidence of Disturbance in the Forest of the Upper Midwest of the United States. Di dalam: Kohli RK, Jose S, Singh HP, Batish DR, editor. *Invasive Plants and Forest Ecosystem.*CRC.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2016. (PERMENLHK) No. P.94/MENLHK/SETJEN/KUM. Tentang Jenis Invasif
- Rani, C. 2003. *Metode Pengukuran Dan Analisis Pola Spasial (Dispersi) Organisme Bentik.*Jurusan Ilmu Kelautan, Fakultas Ilmu Kelautan dan Perikanan-UNHAS. Makassar.
- Renner, S.S. 1986. Reproductive Biology of *Bellucia* (Melastomataceae). *Acta Amazônica.*16/17: 197-208.

- Sastroutomo, SS. 1990. *Ekologi Gulma*. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta
- Serna, DMO dan José HIM. 2015. Phenolics and Polyphenolics from Melastomataceae Species. *Journal Molecules*. 20 (10): 17818-17847.
- Simbolon, R. S. 2013. Keanekaragaman dan Pola Sebaran Spesies Tumbuhan Asing Invasif di Cagar Alam Dungus Iwul, Bogor. *Skripsi*. Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Smith, P.G. 1964. *Quantitative Plant Ecology Second Edition*. Butterworths. London.
- Solfiyeni. 2019. Dampak Invasi Tumbuhan Asing Invasif *Bellucia pentamera* Naudin terhadap Keanekaragaman Sapling dan Tumbuhan Bawah di Hutan Konservasi Perkebunan Kelapa Sawit. *Prosiding Seminar BIOETI Jurusan Biologi Universitas Andalas*. 20-21 September 2019.
- Sutoyo, 2010. Keanekaragaman Hayati Indonesia. *Buana Sains*. 10(2):10-06.
- Tim NKT (HCV) PT. TKA. 2013. Identifikasi Kawasan Bernilai Konservasi Tinggi, High Conservation value (HCV). PT. TidarKerinci Agung. Sumbar-Jambi.
- Yani, E. 2006. Struktur dan Kemampuan Tumbuh Kembali Hutan Mangrove Cikiperan Cilacap. *Biosfera*. 23(3): 124-129.



Estimasi Above Ground Biomass *Syzygium aromaticum* dengan structure from motion (SfM) menggunakan Pesawat Tanpa Awak di Kawasan Agroforestri Paninggahan, Sumatera Barat

Above Ground Biomass Estimation of *Syzygium aromaticum* using structure from motion (SfM) derived from Unmanned Aerial Vehicle in Paninggahan Agroforest Area, West Sumatra

Try Surya Harapan ¹⁾, Ahsanul Husna ¹⁾, Thoriq Alfath Febriamansyah ¹⁾, Mahdi Mutashim ¹⁾, Andri Saputra ²⁾, Ahmad Taufiq ¹⁾, Erizal Mukhtar ^{1)*}

1. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas

2. Rimbo Pangan Lestari (RPL), Paninggahan, Solok, Sumatera Barat.

SUBMISSION TRACK

Submitted : 2021-03-04
Revised : 2021-06-28
Accepted : 2021-07-01
Published : 2021-07-03

KEYWORDS

estimated AGB,
lahan tidur,
UAV

*)CORRESPONDENCE

email:

erizalmukhtar@sci.unand.ac.id

ABSTRACT

Above ground biomass (AGB) is all living organic matters above the soil including stem, seed and leaves. This study aimed to estimate the individual clove (*Syzygium aromaticum*) and its above ground biomass using Unmanned Aerial Vehicle in the Agroforestry area in Paninggahan, West Sumatra. This study used a photogrammetry method to calculate trees and estimated the AGB. We detected 257 numbers of trees based on aerial image analysis and observed 270 after we validated on ground check in the field. The result was slightly different between estimated AGB from UAV and observed AGB from our ground validation. The estimated AGB was 5.9 ton/ Ha where the surveyed AGB was 5.6 ton/Ha. The difference between estimated AGB and observed AGB was 0.3 ton/Ha.

PENDAHULUAN

Permasalahan mengenai perubahan iklim telah menarik perhatian masyarakat global untuk melindungi hutan dari deforestasi dan degradasi hutan. Perubahan iklim disebabkan karena banyaknya gas CO₂ dilepaskan ke udara sehingga dibutuhkan strategi untuk mereduksi karbon yang terakumulasi di atmosfer (Purnobasuki, 2012). Ketersediaan biomassa merupakan salah satu faktor yang dapat mengurangi emisi karbon yang berdampak pada kerusakan lingkungan (Gibbs et al. 2007). Biomassa di atas permukaan tanah (Above Ground Biomass) adalah semua bahan organik dari tanaman yang hidup di atas tanah termasuk batang, kulit kayu, biji dan dedaunan (IPCC 2006). Dalam skala manajemen hutan, agroforestri dan kegiatan proyek karbon memerlukan perhitungan biomassa. Metode ini memiliki potensi untuk diadopsi dalam proyek Carbon Trade.

Kegiatan perdagangan karbon merupakan skema perdagangan antar negara yang dirancang untuk mengurangi emisi karbon dioksida. Perdagangan karbon mengatur

kebijakan perusahaan dan pemerintah untuk memenuhi target pengurangan emisi karbon yang dihitung dalam satuan ton per karbon dioksida (Gilbertson & Reyes, 2009). Estimasi yang tepat pada perhitungan biomassa yang terdapat pada hutan tropis sangatlah penting dalam berbagai hal, antara lain seperti upaya eksplorasi kayu hingga siklus karbon global. Khususnya pada siklus karbon global total nilai Above Ground Biomass (AGB) sangat penting untuk mengetahui jumlah fluktuasi cadangan karbon yang tersimpan pada suatu wilayah dalam kurun waktu atau periode tertentu yang relatif singkat (2–10 tahun) (UNFCCC, 2008).

Indonesia memiliki luas lahan pertanian sebesar 70,2 juta ha, yang terdiri atas sawah, tegakan, pekarangan, perkebunan, dan padang penggembalaan. Tetapi lahan pertanian yang efektif hanya seluas 58,9 juta ha. Area dengan luas sekitar 11,3 juta ha merupakan lahan yang tidak dimanfaatkan oleh masyarakat. Lahan ini disebut dengan “lahan tidur” yang tidak dilakukan penanaman selama lebih dari dua tahun (BBSDL, 2008). Lahan tidur memiliki potensi untuk dilakukan penanaman termasuk tanaman

perkebunan yang menjadi salah satu sumber biomassa. Tanaman perkebunan memiliki potensi besar sebagai penghasil biomassa salah satunya adalah tanaman cengkeh (Wulandari, Sumanto, & Saefudin, 2019). Pemanfaatan lahan perkebunan cengkeh dapat mampu meningkatkan ketersediaan biomassa yang cukup melimpah pada lahan yang sebelumnya terdegradasi. Pola tanam agroforestri dapat menyimpan karbon jauh lebih besar daripada tanaman semusim (Kurniyawan et al., 2010).

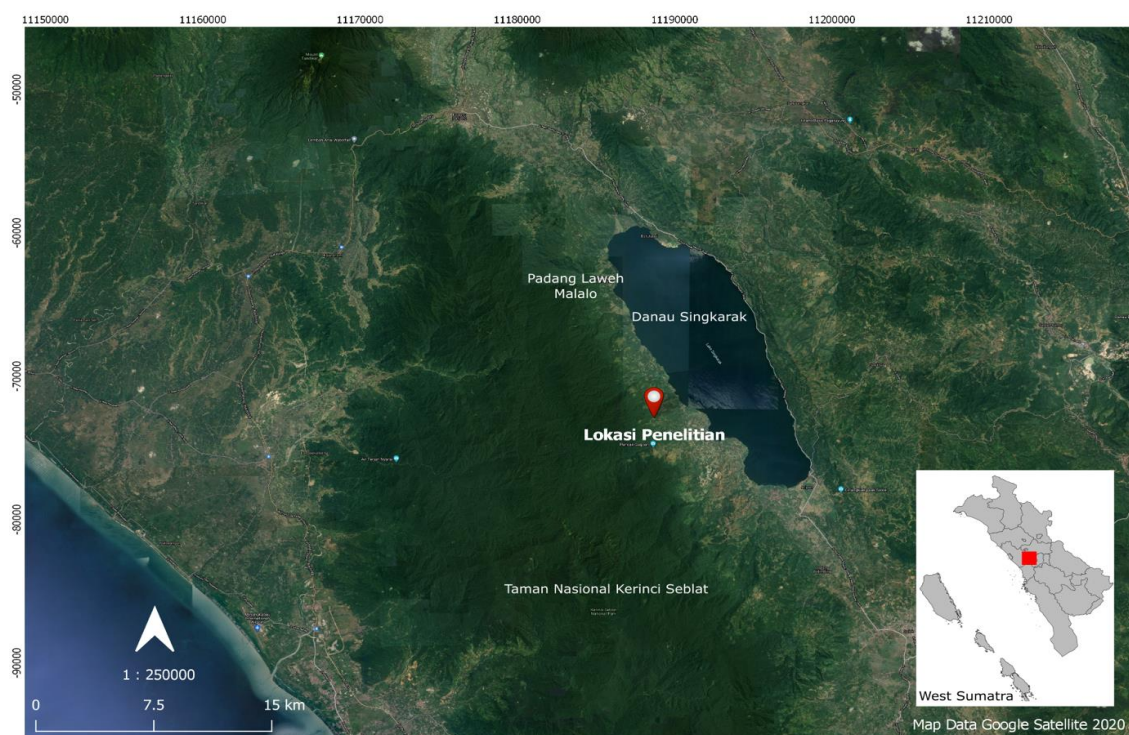
Teknologi pesawat tanpa awak (*Unmanned Aerial Vehicle*) dan sistem informasi geografis telah mempercepat perkembangan metode dengan biaya dan waktu yang lebih efisien untuk melakukan pengukuran AGB (Wikantika, 2009; Ota et al. 2015). Beberapa penelitian menggunakan metode ini menunjukkan hasil yang cukup baik pada pengukuran AGB di beberapa

tipe vegetasi (Fernandes et al. 2020; Hashem, 2019; Zhang, 2019; Li et al. 2019; Warfield dan Leon, 2019). Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk melakukan perhitungan individu cengkeh dengan cepat dan akurat serta mengetahui biomassa diatas permukaan tanah (AGB) cengkeh dengan menggunakan pesawat tanpa awak (UAV) di Kawasan Agroforestri Paninggahan, Solok, Sumatera Barat.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang diperlukan yaitu Drone DJI Mavic, Meteran (Tinggi), DBH meter, tali rafia (plot), software QGIS, Rstudio (Allaire, 2012), Pix4D versi 4 trial (Pix4D, 2017), GPS garmin 64S, dan alat tulis.



Gambar 1. Peta lokasi penelitian

Penelitian ini terletak ± 1 km di sebelah timur danau Singkarak (Gambar 1). Area didominasi oleh tumbuhan *Adinandra dumosa*, *Syzygium cumini*, *Alleurites mollucanus* dan *Areca catechu*. Sebelum dijadikan perkebunan kawasan ini merupakan lahan tidur yang hanya

ditumbuhi rumput-rumputan dari jenis *Imperata cylindrica* dan *Setaria palmifolia*. Penanaman cengkeh dimulai pada tahun 2005 yang diinisiasi oleh lembaga swadaya masyarakat untuk memaksimalkan potensi lahan di Paninggahan.

Cara Kerja

Akuisis Data UAV

Data diambil pada 19 September 2020 dengan *quadcopter* DJI Mavic Pro dengan RGB kamera. Drone dioperasikan secara otomatis dengan pola penerbangan grid menggunakan *software* Pix4D capture (android) dengan mode *auto-pilot*. Ketinggian penerbangan adalah 120 m dengan *overlap* 80%. Setelah akuisisi data selesai, semua gambar telah tersimpan di SD card kemudian diperiksa kualitasnya dan gambar yang tidak fokus dihapus kemudian dipindahkan ke folder sesuai dengan lokasi, jam dan tanggal pengambilan data. Pada penelitian ini tidak menggunakan *Ground Control Point* (GCP).

Pemrosesan Data UAV

Perangkat lunak Pix4D Trial versi 4.5 (Pix4D, 2017) digunakan untuk pembuatan ortofoto, *digital surface model* (DSM) dan *digital terrain model* (DTM) melalui pendekatan fotogrametri (*structure from motion*). Foto UAV diproses dengan tiga langkah: initial processing, point cloud dan DSM. Kemudian, ortofoto RGB, DSM dan DTM diekspor dengan format geo-TIFF (*Tagged Image File Format*). Data *Canopy Height Model* (CHM) didapatkan dari hasil pengurangan DSM dan DTM menggunakan raster calculator di QGIS.

Perhitungan pohon & karakterisasi kanopi pohon cengkeh (*Syzygium aromaticum*)

Data primer yang digunakan untuk menghitung jumlah pohon cengkeh adalah CHM. Untuk

perhitungan individu cengkeh, diletakkan secara *purposive* sebanyak 5 plot dengan ukuran 100 x 100 m. Plot ditentukan dengan melihat secara visual area dengan kepadatan cengkeh yang tinggi pada file ortofoto. Kemudian, CHM di *crop* dengan extant plot 100x100 m. Manipulasi raster menggunakan menggunakan paket raster di RStudio (Allaire, 2012; Hijman et al. 2013) selanjutnya perhitungan pohon menggunakan paket ForestTools (Plowright, 2017) dan TreeTop (Silva et al. 2021). Vegetasi kemudian dideteksi secara otomatis dengan menggunakan algoritma *variable window filter* (Popescu dan Wynne, 2004). Algoritma diperintahkan untuk mengukur vegetasi dengan tinggi minimal 2 m. Hasil dari perhitungan tinggi pohon berupa *vector* kemudian di ekspor menggunakan menjadi *shapefile* (shp).

Pada beberapa kasus terdapat poin-poin ketinggian yang tidak cocok, contohnya mendeteksi objek asing (vegetasi non cengkeh, kayu mati dan bangunan). Dilakukan *cleaning point* menggunakan perangkat lunak QGIS, point yang tidak cocok kemudian dihapus. Proses *cleaning* dilakukan dengan pengamatan visual berdasarkan karakter kanopi dari cengkeh. Identifikasi secara visual merujuk pada penelitian Valérie dan Marie-Pierre (2006), González-Orozco et al. (2010) dan Harapan (2019). Cengkeh memiliki tipe kanopi *not clumping*, arsitektur kanopi *deep*, ukuran kanopi kecil dibawah 10 m dan tekstur daun mengelompok berwarna kuning pada pucuk (Gambar 2). Setelah karakter kanopi dikonfirmasi dilakukan penghapusan *point* vegetasi selain cengkeh.



Gambar 2. Pola kanopi dari cengkeh

Perhitungan AGB

Pada penelitian ini dipilih 1 plot berukuran 100x100m untuk dilakukan perhitungan AGB. Kalkulasi AGB didapatkan dari prediksi tinggi dan diameter kanopi yang diekstraksi dari data CHM (Plowright, 2017; Silva et al. 2021). Pada penelitian ini digunakan script AGB dari Jucker et al. (2017) sedangkan untuk perhitungan AGB manual digunakan allometrik dari Ketterings et al. (2001).

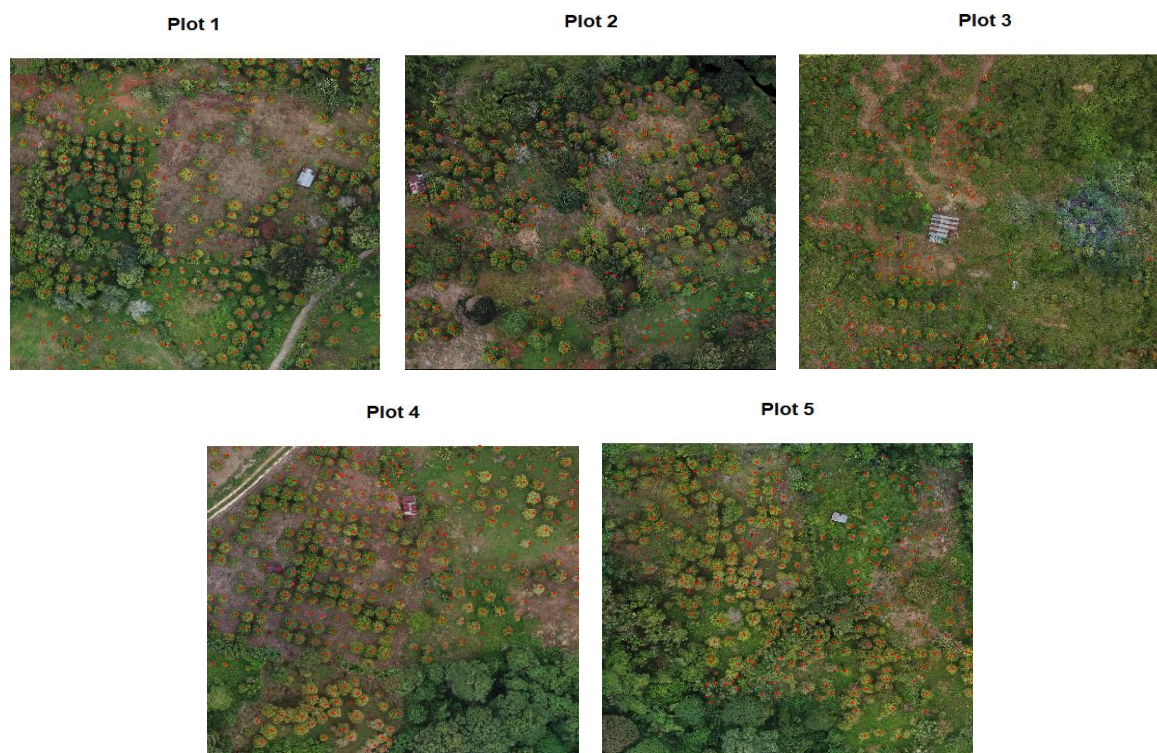
HASIL DAN PEMBAHASAN

Perhitungan Pohon Cengkeh

Pada luas area 1 Ha semua vegetasi berkayu dapat tumbuh maksimal dengan jumlah sampai dengan 500 individu. Validasi lapangan dilakukan di Bukit Panjang terdapat pohon cengkeh sebanyak 270 individu (Plot 1). Berdasarkan data estimasi dengan menggunakan UAV jumlah pohon yang terdeteksi sebanyak 257 individu. Dari data tersebut menunjukkan bahwa perhitungan individu pohon menggunakan metode estimasi menggunakan UAV memperoleh hasil yang

relatif sama dengan menggunakan metode observasi langsung. Hasil ini sesuai dengan studi yang dilakukan oleh Puliti et al. (2015) mengenai inventarisasi kawasan hutan kecil menggunakan sistem UAV, diketahui bahwa nilai rata-rata prediksi individu pohon tidak berbeda jauh dengan nilai data lapangan.

Menurut Hashem (2019) menyatakan bahwa dalam mendeteksi individu pohon, kualitas spasial gambar serta ketinggian penerbangan UAV dapat mempengaruhi hasil keakuratan perhitungan jumlah pohon. Penggunaan sistem UAV memberikan informasi inventarisasi seperti perhitungan individu pohon pada hutan yang relative akurat dan hemat waktu. Sedangkan menurut Jones et al. (2020) bahwa orthomosaic yang diambil oleh UAV juga dapat dengan akurat untuk mengukur jumlah individu pada kawasan ekosistem mangrove. Gambar yang telah diproses mendapatkan perhitungan individu yang akurat sehingga pengukuran biomassa pada vegetasi mangrove dapat memperoleh nilai standar error yang rendah.

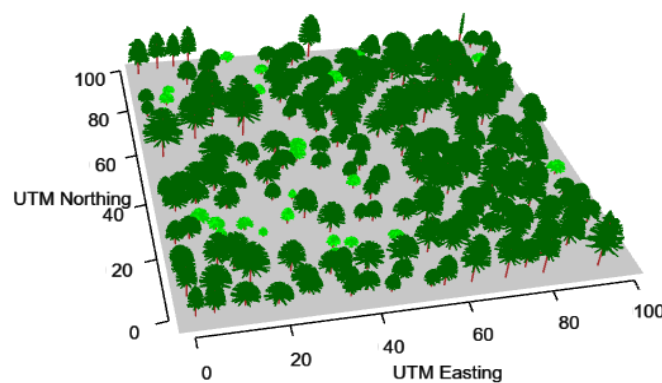


Gambar 3. Jumlah individu cengkeh Plot 1 = 270, Plot 2 = 236, Plot 3 = 166, Plot 4 = 313, Plot 5 = 260. Titik merah individu cengkeh yang ditandai algoritma. Plot 1,2 (Jalan menuju bukit panjang) Plot 3 (Puncak Bukit Panjang), Plot 4,5 (Batu Agung). *Plot 1 dilakukan validasi lapangan.

Perhitungan AGB

Dengan menggunakan CHM plot 1 dengan luasan plot 100 m x 100 m didapatkan data ketinggian dan diameter individu pohon cengkeh secara estimasi (Gambar 4). Data tersebut kemudian dibandingkan dengan data ketinggian individu pohon secara survei. Total pohon 257 individu cengkeh untuk analisis (tabel 1) yang digunakan pada perbandingan survei dengan estimasi tinggi dan diameter kanopi. Gambar 5b menunjukkan regresi antara tinggi pohon estimasi (HeightP) dan tinggi pohon survei (HeightS) dengan nilai

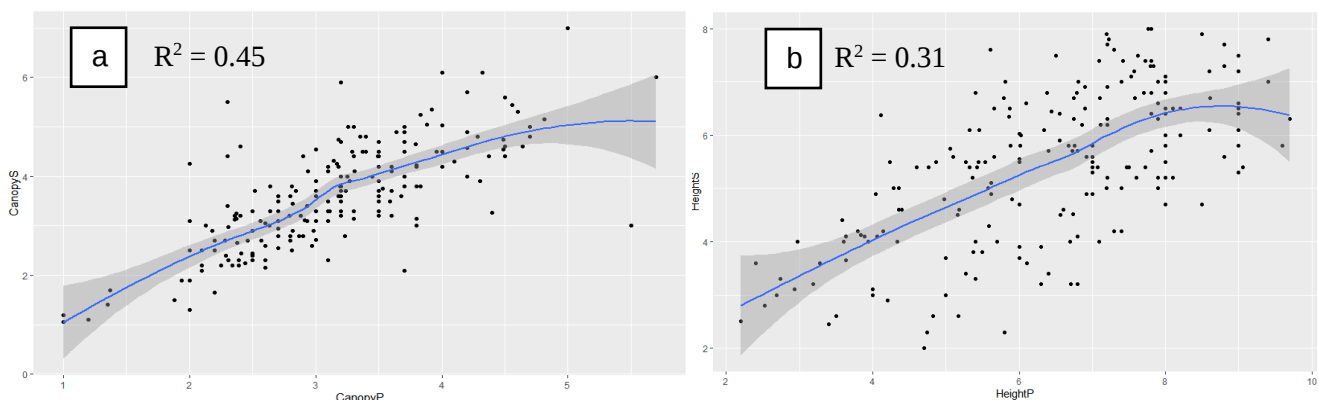
$R^2 = 0.31$ dengan korelasi 0.61 yang menunjukkan korelasi antara parameter tinggi pohon tidak cukup akurat karena dipengaruhi oleh beberapa faktor, seperti keterbatasan alat ukur yaitu pita ukur dan keadaan topografi plot. Sesuai dengan Iizuka et al. (2018), menunjukkan bahwa faktor yang dapat mempengaruhi perbedaan antara parameter tinggi pohon yaitu keadaan topografi kawasan hutan yang menyebabkan tinggi pohon tidak lebih akurat diperoleh pada data lapangan dibandingkan data *drone*. Karena *drone* memiliki keterbatasan melakukan deteksi pohon yang lebih rendah atau pohon non-kanopi.



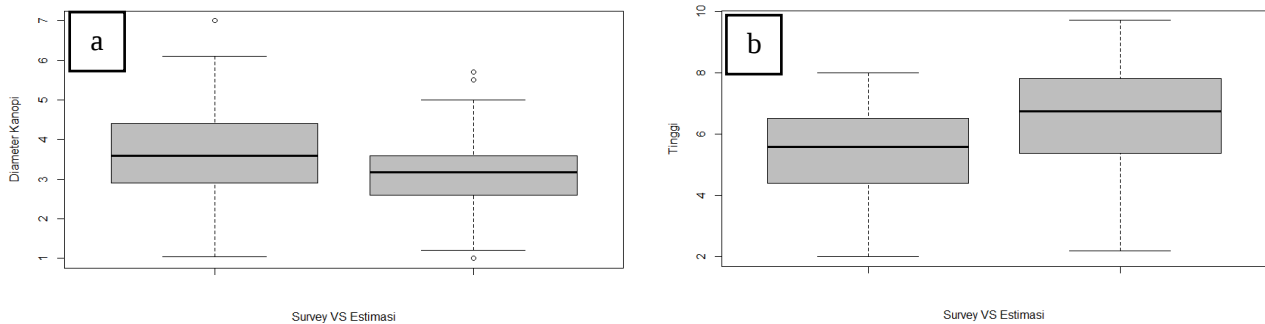
Gambar 4. Canopy Height Model (CHM) pada plot 1 yang digunakan untuk estimasi tinggi dan diameter pohon cengkeh

Sedangkan gambar 5a menunjukkan korelasi antara parameter luas kanopi pohon secara estimasi (CanopyP) dan luas kanopi pohon secara survei (CanopyS) dengan didapatkan nilai $R^2 = 0.45$ dengan nilai korelasi 0.73 yang menunjukkan bahwa korelasi parameter antara luas kanopi pohon cukup akurat karena segmentasi antar pohon jelas sehingga kalkulasi data lapangan (survei) sesuai dengan perkiraan

kalkulasi menggunakan *drone*. Studi terkait yang dilakukan oleh So-Ra et al. (2010), menyatakan segmentasi antar pohon mempengaruhi nilai estimasi luas kanopi pada pohon *Pinus densiflora*. Hal ini dikarenakan adanya tumpang tindih antar kanopi pohon satu yang disebabkan oleh jarak antar pohon yang rapat sehingga proses deliniasi luas kanopi memperoleh nilai estimasi yang rendah.



Gambar 5. Regresi variabel (a) kanopi dan (b) tinggi (Keterangan : S = Survei, P = Prediksi)



Gambar 6. Box plot variabel (a) kanopi dan (b) tinggi

Tabel 1. Deskriptif statistik variabel kanopi dan tinggi

	Min.	1st Qu	Median	Mean	3rd Qu	Max
CanopyS	1.050	2.9	3.6	3.603	4.4	7
CanopyP	1	2.6	3.175	3.145	3.6	5.7
HeightS	2	4.425	5.575	5.456	6.5	8
HeightP	2.2	5.378	6.75	6.459	7.808	9.7

Tabel 2. Perbandingan nilai AGB (d) dengan AGB (s)

AGB	Hasil	Sumber
AGB (survei)	5.6 Ton/Ha	Ketterings et al. (2001)
AGB (prediksi)	5.9 Ton/Ha	Jucker et al. (2017)

Berdasarkan pada tabel.1 didapatkan hasil perbandingan nilai AGB (s) mendekati nilai AGB (p) dengan selisih 0,3 ton/ ha. Data tersebut menunjukkan bahwa AGB (p) memiliki nilai akurasi yang tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (So-Ra et. al. 2010 ; Ota et al. 2015) juga memberikan hasil yang serupa. Hal ini mengindikasikan bahwa metoda pengukuran dengan menggunakan UAV memberikan hasil estimasi yang cukup akurat dalam perhitungan AGB (Hashem, 2019; Wikantika, 2009; Jones et al. 2020; Basuki et al. 2009).

Untuk memperoleh potensial penyerapan karbon yang maksimum perlu difokuskan pada kegiatan peningkatan biomassa di atas permukaan tanah dibanding karbon dalam tanah disebabkan jumlah bahan organik tanah yang relatif lebih kecil dan masa keberadaannya singkat (Canadell, 2002). Pada penelitian ini cadangan karbon yang dihasilkan cengkeh tergolong rendah dan tergolong pada karbon yang

dihasilkan lahan rehabilitasi (Astuti et al. 2020). Peningkatan penyerapan cadangan karbon dapat dilakukan dengan meningkatkan pertumbuhan biomassa hutan secara alami, penanaman pohon baru serta mengurangi pemanenan kayu dan mengembangkan hutan dengan jenis pohon yang beragam dan cepat tumbuh (Sedjo dan Salomon, 1988). Pada penelitian ini dalam area 1 Ha cengkeh dapat tumbuh secara maksimal pada 313 individu pohon (Gambar 3) yang tumbuh diselingi oleh tumbuhan agroforest lain.

KESIMPULAN

Drone dapat memberikan hasil yang akurat pada perhitungan individu dan estimasi AGB dari tumbuhan cengkeh. Walaupun memiliki nilai R^2 yang rendah pada variabel tinggi *drone* dengan tinggi survei, AGB *drone* dapat memberikan nilai dengan selisih 0,3 ton/Ha dari pengukuran manual dengan metode survei.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Paul Burger dari Rimbo Pangan Lestari (RPL) yang telah memberikan izin dan dukungan atas kelancaran penelitian ini. Penulis juga mengucapkan terimakasih kepada Wilson Novarino yang memberikan arahan, bantuan, dan juga selaku pembina Biology Mapping Community (BMC), dan juga kepada Herbarium Universitas Andalas atas fasilitas yang telah digunakan dan warga lokal Paninggahan yang telah mendukung kegiatan selama lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Allaire, J. 2012. RStudio: integrated development environment for R. <http://citeseerx.ist.psu.edu/viewdoc/download?doi=10.1.1.651.1157&rep=rep1&type=pdf> 18 Mei 2020.
- Astuti, R., Wasis, B. and Hilwan, I. 2020. Potensi Cadangan Karbon Pada Lahan Rehabilitasi Di Kabupaten Gunung Mas, Kalimantan Tengah: Carbon Stock Potential in Rehabilitation Land at Gunung Mas District, Central Kalimantan. *Media Konservasi*. 25, 2 (Jun. 2020), 140-148.
- Basuki, T. M., Van Laake, P. E., Skidmore, A. K., & Hussin, Y. A. 2009. Allometric equations for estimating the above-ground biomass in tropical lowland Dipterocarp forests. *Forest ecology and management* 257(8):1684-1694.
- Canadell, J. G. 2002. Land use effects on terrestrial carbon sources and sinks. *Life Sciences*. China.
- Fernandes, M. R., Aguiar, F. C., Martins, M. J., Rico, N., Ferreira, M. T., & Correia, A. C. (2020). Carbon Stock Estimations in a Mediterranean Riparian Forest: A Case Study Combining Field Data and UAV Imagery. *Forests* 11(4): 376.
- Gibbs, H. K., Brown, S., Niles, J. O., & Foley, J. A. 2007. Monitoring and estimating tropical forest carbon stocks: Making REDD a reality. *Environmental Research Letters* 2(4).
- González-Orozco, C. E., Mulligan, M., Trichon, V., & Jarvis, A. 2010. Taxonomic identification of Amazonian tree crowns from aerial photography. *Applied vegetation science* 13(4): 510-519.
- Harapan, T.S. (2019). Karakterisasi kanopi *castanopsis argentea* (Blume) A. DC. dengan kerabat dekatnya (Fagaceae) menggunakan foto udara dengan pesawat tanpa awak. Padang. Universitas Andalas.
- Hashem, M. 2019. Estimation of aboveground biomass/carbon stock and carbon sequestration using UAV imagery at Kebun Raya Unmul Samarinda Education Forest, East Kalimantan, Indonesia. Netherlands. University of Twente.
- Hijmans, R. 2013. Raster package in R. <https://cran.rproject.org/web/packages/raster/raster.pdf> 18 Mei 2020.
- Iizuka, K., Yonehara, T., Itoh, M., & Kosugi, Y. 2018. Estimating tree height and diameter at breast height (DBH) from digital surface models and orthophotos obtained with an unmanned aerial system for a Japanese cypress (*Chamaecyparis obtusa*) forest. *Remote Sensing* 10(1): 13.
- Jones, A. R., Raja Segaran, R., Clarke, K. D., Waycott, M., Goh, W. S., and Gillanders, B. M. 2020. Estimating mangrove tree biomass and carbon content: a comparison of forest inventory techniques and drone imagery. *Frontiers in Marine Science* 6 784.
- Jucker, T., Caspersen, J., Chave, J., Antin, C., Barbier, N., Bongers, F., Dalponte, M., van Ewijk, K.Y., Forrester, D.I., Haeni, M., Higgins, S.I., Holdaway, R.J., Iida, Y., Lorimer, C., Marshall, P.L., Momo, S., Moncrieff, G.R., Ploton, P., Poorter, L., Rahman, K.A., Schlund, M., Sonké, B., Sterck, F.J., Trugman, A.T., Usoltsev, V.A., Vanderwel, M.C., Waldner, P., Wedeux, B.M.M., Wirth, C., Wöll, H., Woods, M., Xiang, W., Zimmermann, N.E., Coomes, D.A., 2016. Allometric equations for integrating remote sensing imagery into forest monitoring programmes. *Global Change Biol* 23: 177–190.
- 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.

- Kurniyawan, A., S. Yuni Indriyanti, Robianto Felani, dan Ahmad Rojikin. 2010. Pendugaan Potensi Karbon Tersimpan pada Tegakan Meranti Penghasil Tengkwang dalam Rangka Eksplorasi Manfaat Bagi Masyarakat Lokal atas Jasa Lingkungan. Kementerian Kehutanan, Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan, Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda.
- Li, Z., Zan, Q., Yang, Q., Zhu, D., Chen, Y., & Yu, S. 2019. Remote estimation of mangrove aboveground carbon stock at the species level using a low-cost unmanned aerial vehicle system. *Remote Sensing* 11(9): 1018.
- Ota, T., Ogawa, M., Shimizu, K., Kajisa, T., Mizoue, N., Yoshida, S. & Sokh, H. 2015. Aboveground biomass estimation using structure from motion approach with aerial photographs in a seasonal tropical forest. *Forests* 6(11): 3882-3898.
- Pix4D, S. A. 2017. Pix4Dmapper 4.1 user manual. Pix4D SA: Lausanne. Switzerland.
- Plowright, A. 2017. Package “ForestTools”. R package.
- Popescu, S. C., & Wynne, R. H. 2004. Seeing the trees in the forest. *Photogrammetric Engineering & Remote Sensing* 70(5): 589-604.
- Puliti, S., Ørka, H. O., Gobakken, T., and Næsset, E. 2015. Inventory of small forest areas using an unmanned aerial system. *Remote Sensing* 7(8): 9632-9654.
- Purnobasuki, H. 2012. Pemanfaatan hutan mangrove sebagai penyimpan karbon. *Buletin PSL Universitas Surabaya* 28(3-5): 1-6.
- Sedjo, R. A., and Solomon, A. M. 1989. Climate and forests. *Greenhouse warming: abatement and adaptation* 3(7): 105-120.
- Silva, C.A., Hudak, A.T., Vierling, L.A., Valbuena, R., Cardil, A., Mohan, M., Almeida, D. A., Broadbent, E.N., Zambrano, A. M. A., Wilkinson, B., Sharma, A., Drake, J. B., Medley, P. B., Vogel, J. G., Prata, G. A., Atkins, J., Hamamura, C., Klauber, C. 2021. Treetop: A Shiny-based Application for Extracting Forest Information from LiDAR data. <https://CRAN.R-project.org/package=treetop> 13 Maret 2021.
- UNFCCC. 2008. Report of the Conference of the Parties on its thirteenth session. Bali, 3-15 Desember 2007. Addendum, Part 2. UNFCCC, Bonn, Germany.
- Valérie, T., and Marie-Pierre, J. 2006. Tree species identification on large-scale aerial photographs in a tropical rain forest, French Guiana-application for management and conservation. *Forest ecology and management* 225(1-3): 51-61.
- Warfield, A. D., & Leon, J. X. 2019. Estimating Mangrove Forest Volume Using Terrestrial Laser Scanning and UAV-Derived Structure-from-Motion. *Drones* 3(2): 32.
- Wulandari, S., Sumanto, and Saefudin. 2019. Pengelolaan Biomassa Tanaman Dalam Bioindustri Perkebunan Mendukung Pengembangan Bioenergi Plant Biomass Management In Plantations Bioindustry Supporting Bioenergy Development. *Perspektif* 143-157
- Zhang, X. 2019. Quick Aboveground Carbon Stock Estimation of Densely Planted Shrubs by Using Point Cloud Derived from Unmanned Aerial Vehicle. *Remote Sensing* 11(24):2914.