



Jurnal

Nusa Sylva

Jurnal Ilmu-Ilmu Kehutanan

Perilaku Masyarakat dalam Pelestarian Hutan Rakyat di Desa Dangieng,
Kecamatan Cilawu, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat
Oleh : Rully Ahmad Awalludin, Messalina L Salampessy, Bambang
Supriono

Teknik Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Padat Industri MDF
Oleh : Sigit Baktya Prabawa

Keanekaragaman Jenis Burung di Hutan Kota Bumi Perkemahan – Graha
Wisata Cibubur
Oleh : Ardi Wiranata, Tb Unu Nitibaskara Zainal Muttaqin

Model Sebaran Spasial dan Kesesuaian Habitat Spesies Invasif
Mantangan (*Merremia peltata* (L.) Merr.)
di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan
Oleh : Rudi Hermawan, Agus Hikmat, Lilik Budi Prasetyo, Titiek
Setyawati

Kajian Kualitas Air Sungai Ciliwung
Oleh : Ratna Sari Hasibuan

Riap Pertumbuhan Jati Unggul Nusantara Rotasi Kedua di Kebun
Percobaan Cogreg Universitas Nusa Bangsa
Oleh : Kustin Bintani Meiganati



Jurnal Nusa Sylva

Jurnal Nusa Sylva (JNS) dikelola oleh Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa. Jurnal ini memuat artikel hasil penelitian dan review (ulasan) dalam bidang kehutanan. JNS teregistrasi dengan nomor ISSN 1412-4696. Jurnal Nusa Sylva terbit 2 (dua) kali dalam 1 tahun (Juni dan Desember).

Nusa Sylva Scientific Journal (JNS) is managed by Faculty of Forestry Nusa Bangsa University. This journal contains research articles and reviews in the field of forestry. JNS is registered with the number of ISSN 1412-4696. Nusa Sylva Journal is published 2 (twice) in 1 year (June and December).

DEWAN PENYUNTING (EDITORIAL TEAM) JOURNAL NUSA SYLVA

Penanggung Jawab (<i>Advisory Editor</i>)	: Dr. Ir. Andi Masnang, M.Si.
Ketua Dewan Redaksi (<i>Editor in Chief</i>)	: Prof. Dr. Mulyadi At, Ir., M.Sc
Redaktur (<i>Deputy / Managing Editor</i>)	: Messalina L. Salampessy, S.Hut., M.Si. Ina Lidiawati, Ir., M.Si Kustin Bintani Meiganati, S.Hut., M.Si
Editor Bagian (<i>Section Editor</i>)	: Rully Ahmad Awalludin, S.Hut Rushestiana Pratiwi, S.Hut
Editor Bahasa (<i>Language Editor</i>)	: Ken Dara Cita, S.Hut., M.Si. Ratna Sari Hasibuan, S.Hut., M.Si Rudi Hermawan, S.Hut., M.Si
<i>Proffreader</i>	: Dr. Ir. Zainal Muttaqin Dewi Fitrianti, SE., M.Si
<i>Layout Editor</i>	: Rudi Hermawan, S.Hut., M.Si
<i>Web Admin</i>	: Rudi Hermawan, S.Hut., M.Si. Rully Ahmad Awalludin, S.Hut
Sekretariat Redaksi (<i>Secretariat</i>)	: Ken Dara Cita, S.Hut., M.Si Dewi Fitriani, SE, M.Si.
Kuangan Redaksi	: Agus Kusnadi, SE

Isi jurnal ini dikutip dengan menyebutkan sumbernya.
(*Citation is permitted with acknowledgement of the source*)

Alamat (<i>Address</i>)	: Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa Jl. Sholeh Iskandar Km.4, Cibadak, Tanah Sareal Kota Bogor 16166
Situs jejaring Resmi (<i>Official Website</i>)	: http://ejournalunb.ac.id
Rekening	: Jurnal Nusa Sylva Fak Hut UNB Bank BJB Syariah Cab Bogor No. 0040206026836
e-mail	: sekretarisjurnalns@gmail.com

Jurnal Nusa Sylva

Volume 17 Nomor 2 Tahun 2017



FAKULTAS KEHUTANAN

Forestry Faculty

UNIVERSITAS NUSA BANGSA

Nusa Bangsa University

Jurnal Nusa Sylva

DAFTAR ISI

Perilaku Masyarakat dalam Pelestarian Hutan Rakyat di Desa Dangi, Kecamatan Cilawu, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat (<i>Community Behaviour in Preservation Private Forest in Dangi Village, Cilawu District, Garut Regency, West Java Province</i>)	
Rully Ahmad Awalludin, Messalina L Salampessy, Bambang Supriono	54
Teknik Pembuatan Pupuk Organik dari Limbah Padat Industri MDF (<i>Technique of Organic Fertilizer Making From Organic Solid Waste of Medium Density Fiber Board Industry</i>)	
Sigit Baktya Prabawa	64
Keanekaragaman Jenis Burung di Hutan Kota Bumi Perkemahan – Graha Wisata Cibubur (<i>Birds Species Biodiversity in Bumi Perkemahan – Graha Wisata Cibubur Urban Forest</i>)	
Ardi Wiranata, Tb Unu Nitibaskara, Zainal Muttaqin	71
Model Sebaran Spasial dan Kesesuaian Habitat Spesies Invasif Mantangan (<i>Merremia peltata</i> (L.) Merr.) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (<i>Spatial Distribution Model and Habitat Suitability of Invasive Species of Mantangan (<i>Merremia peltata</i> (L.) Merr.) in Bukit Barisan National Park</i>)	
Rudi Hermawan, Agus Hikmat, Lilik Budi Prasetyo, Titiek Setyawati.....	80
Kajian Kualitas Air Sungai Ciliwung (<i>Water Quality Study of Ciliwung River</i>)	
Ratna Sari Hasibuan.....	91
Riap Pertumbuhan Jati Unggul Nusantara Rotasi Kedua di Kebun Percobaan Cogreg Universitas Nusa Bangsa (<i>The Second Rotation of Jati Unggul Nusantara Growth in Cogreg Experimental Garden University of Nusa Bangsa</i>)	
Kustin Bintani Meiganati	101

PERILAKU MASYARAKAT DALAM PELESTARIAN HUTAN RAKYAT DI DESA DANGIANG, KECAMATAN CILAWU, KABUPATEN GARUT, PROVINSI JAWA BARAT

***(Community Behaviour in Preservation Private Forest in Dangiing Village, Cilawu District,
Garut Regency, West Java Province)***

Rully Ahmad Awalludin¹, Messalina L Salampessy² dan Bambang Supriono³

¹Badan Layanan Umum Pusat Pembiayaan Pembangunan Hutan, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan
Gedung Manggala Wanabakti Blok IV Lt. 10 Jl. Gatot Subroto Jakarta

e-mail : awalludin.rully@gmail.com

²Fakultas Kehutanan, Universitas Nusa Bangsa, Jl. KH. Sholeh Iskandar Km. 4 Kelurahan Cibadak, Kecamatan Tanah
Sereal, Kota Bogor, 16166, Indonesia;

e-mail : meisforester76@gmail.com

³Fakultas Kehutanan, Universitas Nusa Bangsa, Jl. KH. Sholeh Iskandar Km. 4 Kelurahan Cibadak, Kecamatan Tanah
Sereal, Kota Bogor, 16166, Indonesia;

ABSTRACT

The existence of the community forest in Dangiing Village, Cilawu District, Garut Regency, has supported efforts to conserve forests that are a buffer for people's lives. Sustainable community forest management is influenced by community behavior, as well as factors that support and hinder community efforts in preserving community forests. This study aims to examine the behavior of the community in an effort to preserve community forests and their supporting and inhibiting factors. The research method used is descriptive method with a qualitative approach. The results of the study show that people's behavior is related to aspects of perception, participation, policy, cooperation, women's role, and cultural values / norms; Among them is maintaining the sustainability of community forests by planting, maintaining, and not carrying out activities that damage the forest. The community participates actively in the conservation activities. The supporting factors are the existence of local wisdom, active roles and community collaboration with stakeholders. The inhibiting factor is the economic function of the community forest which is still lacking, human resources are still low, and the accessibility of the area is inadequate. Utilization of community forest potential can increase community income through timber certification, identification of community forest products, increase collaboration between communities and stakeholders, and improve product yields in community forest areas.

Keywords: behaviors, community, private forest, SWOT analysis

ABSTRAK

Keberadaan hutan rakyat Desa Dangiing, Kecamatan Cilawu, Kabupaten Garut, telah mendukung upaya konservasi hutan yang menjadi penyangga kehidupan masyarakat. Pengelolaan hutan rakyat berkelanjutan dipengaruhi oleh perilaku masyarakat, serta faktor-faktor yang mendukung dan menghambat upaya masyarakat dalam pelestarian hutan rakyat. Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji perilaku masyarakat dalam upaya pelestarian hutan rakyat serta faktor pendukung dan penghambatnya. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode deskriptif dengan pendekatan kualitatif. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perilaku masyarakat berkaitan dengan aspek persepsi, partisipasi, kebijakan, kerjasama, peran wanita, dan nilai/norma budaya; diantaranya adalah menjaga keberlangsungan hutan rakyat dengan menanam, memelihara, serta tidak melakukan kegiatan yang merusak hutan. Masyarakat ikut serta secara aktif dalam kegiatan pelestarian tersebut. Faktor pendukungnya yaitu adanya kearifan lokal, peran aktif, dan kerjasama masyarakat dengan *stakeholders*. Faktor penghambatnya yaitu fungsi ekonomi hutan rakyat yang dirasakan masih kurang, SDM masih rendah, dan aksesibilitas wilayah yang kurang memadai. Pemanfaatan potensi hutan rakyat dapat meningkatkan pendapatan masyarakat melalui sertifikasi kayu, identifikasi produk hasil hutan rakyat, meningkatkan kerjasama antara masyarakat dan pemangku kepentingan, dan meningkatkan hasil produk di kawasan hutan rakyat.

Kata kunci: perilaku, masyarakat, hutan rakyat, analisis SWOT

I. PENDAHULUAN

Dalam beberapa tahun terakhir, hutan di Indonesia menghadapi permasalahan serius yaitu degradasi hutan dan meluasnya lahan kritis. Pemerintah telah melakukan upaya untuk mengatasi permasalahan tersebut, salah satunya adalah dengan meningkatkan keterlibatan masyarakat dalam mengelola hutan melalui hutan rakyat. Salah satu pola rehabilitasi lahan kritis secara vegetasi adalah dengan membangun hutan rakyat. Pembangunan hutan rakyat diharapkan dapat meningkatkan produktivitas lahan serta menunjang konservasi tanah dan air (Andayani, 1995).

Jumlah hasil hutan rakyat pada 2015 di Kabupaten Garut mencapai 14.546,458 m³ (BPS Kab. Garut, 2015). Namun pencapaian tersebut masih terkendala dalam hal optimalisasi pemanfaatan lahan hutan rakyat, antara lain: kurangnya pemahaman masyarakat tentang teknik budidaya seperti pengaturan pola tanam, jarak tanam dan pemilihan jenis tanaman. Keberadaan hutan rakyat di Desa Dangiing didasari oleh pemikiran bahwa hutan rakyat menjadi sumber daya alam di daerah dataran tinggi, menjadi zona pengaman untuk mencegah erosi, dan sumber air alam yang harus dipelihara untuk melindungi aliran DAS Cimanuk. Desa Dangiing yang masuk dalam wilayah Daerah Aliran Sungai (DAS) Cimanuk Hulu yang merupakan DAS Prioritas I karena memiliki lahan kritis cukup rawan. Lahan kritis menjadi salah satu indikator suatu DAS mengalami degradasi (Paimin, *et al*, 2006).

Perilaku masyarakat dalam pelestarian hutan rakyat adalah salah satu solusi dan model sosial yang dapat dikembangkan secara integratif melalui berbagai kegiatan, guna meningkatkan kesejahteraan masyarakat serta merupakan bentuk nyata keikutsertaan masyarakat pelaksanaan pembangunan kehutanan yang memanfaatkan sumber daya

alam yang ada secara lestari dan berkelanjutan.

Penelitian ini bertujuan untuk : 1) mengkaji perilaku masyarakat dalam upaya pelestarian hutan rakyat di Desa Dangiing; 2) mengidentifikasi faktor pendukung dan penghambat perilaku masyarakat dalam upaya pelestarian hutan rakyat di Desa Dangiing; dan 3) menyusun rumusan strategi dalam upaya pelestarian hutan rakyat berdasarkan perilaku masyarakat di Desa Dangiing.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu

Lokasi penelitian di Desa Dangiing, Kecamatan Cilawu, Kabupaten Garut, Provinsi Jawa Barat. Penelitian dilakukan pada bulan Mei – Juli 2017.

B. Alat Dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kuisioner/panduan wawancara, alat tulis, computer, *software Microsoft Excel*, kamera, serta masyarakat, dan perilakunya

C. Metode Pengambilan Data

Pengumpulan data dilakukan dengan teknik wawancara dan observasi dengan metode *proporsionate random sampling*.

Tabel 1 Fenomena dan Indikator Penelitian

Fenomena	Indikator	Metode
Persepsi masyarakat tentang HR	a. Hutan rakyat b. Pentingnya kelestarian hutan rakyat	Wawancara
Persepsi masyarakat tentang kebijakan pelestarian HR	a. Peraturan tentang Hutan rakyat b. Penyuluhan HR c. Faktor pendukung dan penghambat	Wawancara dan dokumen
Perilaku Masyarakat Berkaitan dengan Sosial dalam upaya pelestarian Hutan Rakyat	a. Partisipasi masyarakat dalam kelembagaan Hutan Rakyat b. Kerjasama dengan pihak terkait c. Peran wanita dalam Pengelolaan HR d. Nilai/Norma berkenaan pengelolaan HR	Wawancara dan Observasi

Sumber : Nurhandayani dan Umar dalam Suryaningsih (2012)

D. Penentuan Responden

Penentuan sampel dipilih berdasarkan jumlah keanggotaan masyarakat di Unit Manajemen Hutan Rakyat (UMHR) Cihanjuang Cilawu yang berjumlah 448 anggotamelalui metode *proporisonate random sampling* dan Slovin (Sevilla *et. al.*, 1960:182). Pertimbangan lain yang diambil yaitu ketersediaan dan kesediaan responden dalam merespon penelitian. Jumlah responden ditentukan sebanyak 82 responden (Rumus Slovin, Sevilla *et. al.*, 1960:182).

$$n = \frac{N}{1 + N(e)^2}$$

Keterangan:

n	: Penentuan Sampel
N	: Ukuran Populasi
e	: Presentase ketidaktelitian pengambilan sampel (10%)

E. Analisis Data

Analisis *SWOT* dilakukan untuk mengetahui kelemahan, kekuatan, peluang, dan ancaman dalam rangka mewujudkan pengelolaan hutan rakyat berkelanjutan. Analisis ini dimulai dengan mengidentifikasi faktor internal (kekuatan dan kelemahan) yang dimiliki masyarakat serta faktor eksternal (peluang dan ancaman), kemudian menentukan strategi-strategi yang dapat diterapkan. Penyusunan matriks internal dan eksternal bertujuan untuk memilih alternatif strategi yang sebaiknya dilakukan sehingga strategi yang dipilih merupakan strategi yang paling tepat karena sesuai kondisi eksternal dan eksternal yang dimiliki oleh lingkungan kajian penelitian (Rangkuti, 2009).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Sejarah Hutan Rakyat

Kondisi desa sebelum ada kegiatan pengembangan hutan rakyat terdiri dari perbukitan tandus dengan kondisi lahan yang tandus, kering, berbatu dan hanya ditumbuhi

alang-alang atau iser-iser. Beberapa pohon tumbuh di sekitar alang-alang namun tidak terawat. Hampir setiap tahun terjadi kekeringan pada musim kemarau dan banjir dari Sungai Cimanuk pada musim penghujan. Di musim kering, warga juga kesulitan mendapatkan air bersih. Lahan yang tersedia hanya ditanami singkong, sedangkan sawah hanya bisa panen dalam setahun 1 (satu) kali.

2. Profil Hutan Rakyat

Hutan rakyat dikembangkan masyarakat secara swadaya mulai tahun 2005 dan saat ini luasnya mencapai sekitar 80 Ha. Kawasan hutan rakyat berada pada lahan-lahan milik masyarakat yang tersebar di 8 (delapan) kampung yaitu Kampung Sindang Daweung, Ciajag, Ciharus, Ciharus Girang, Kiara Janggot, Ciledug, Kulon, dan Lebak Wetan. Kampung-kampung tersebut berada pada lahan dengan kemiringan di atas 15° atau pada wilayah perbukitan. Di bawah kawasan hutan rakyat terdapat jalan yang biasa digunakan masyarakat sebagai akses untuk mengangkut hasil kayu maupun non kayu.

3. Karakteristik Responden

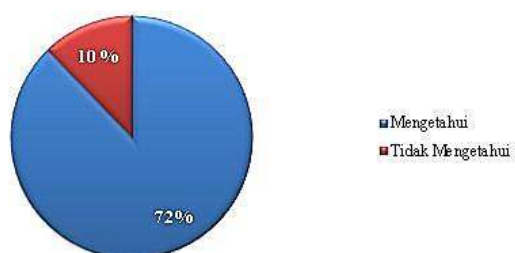
Masyarakat yang turut serta dalam pengelolaan hutan rakyat didominasi oleh laki-laki dengan presentase 74%. Karakteristik usia masyarakat didominasi oleh rentang usia >45 tahun dengan persentase 59%. Status pernikahan masyarakat didominasi oleh status telah menikah dengan presentase 98%. Perolehan dari karakteristik pendidikan terakhir masyarakat di dominasi oleh SMP/MTs dengan presentase 41%. Masyarakat rata-rata memiliki pendapatan perbulan dengan rentang gaji yang didominasi oleh 1.000.000-3.000.000 dengan presentase 62%. Dominasi lain ditunjukkan pada karakteristik pekerjaan yang didominasi oleh petani/pedagang sayuran dengan presentase 77%. Masyarakat yang menganut agama Islam cukup besar, menjadikan karakteristik agama masyarakat di dominasi oleh Agama Islam dengan presentase 100%. Karakteristik lama tinggal masyarakat didominasi oleh >20 tahun dengan presentase 78%. Karakteristik

lahan hutan rakyat yang digarap masyarakat didominasi sebanyak >1,0 ha dengan jumlah 49 orang dengan presentase 59%.

4. Identifikasi Perilaku Masyarakat

a. Persepsi Masyarakat

Persepsi masyarakat tentang hutan rakyat dapat diketahui melalui bagaimana pengetahuan mereka tentang hutan dan fungsi hutan tersebut bagi kehidupan mereka. Dari 82 informan, 72 orang (88%) mengetahui tentang hutan rakyat dan 10 orang (12%) yang tidak tahu. Sebanyak 22% responden beranggapan bahwa hutan rakyat dapat meningkatkan kualitas lingkungan sekitar masyarakat dan dapat mengatasi lahan kritis di kawasan lingkungan masyarakat tinggal. Sementara itu, 20% responden beranggapan bahwa hutan rakyat adalah lahan milik rakyat yang dikelola oleh masyarakat untuk mengatasi/mencegah bencana banjir.



Gambar 1 Pengetahuan masyarakat tentang hutan rakyat



Gambar 2 Persepsi Masyarakat terhadap HR

b. Partisipasi Masyarakat

Sebanyak 24% responden berpendapat bahwa dengan adanya partisipasi masyarakat melalui program UMHR maka, kesejahteraan pada usia produktif akan meningkat. Sebanyak 23% menjawab bahwa dengan adanya program UMHR, seluruh masyarakat ingin diikutsertakan dalam pengelolaan hutan

rakyat dan dengan presentase yang sama (23%), masyarakat beranggapan bahwa perilaku partisipatif mereka akan memberikan manfaat dalam kegiatan-kegiatan perencanaan.



Gambar 3 Partisipasi Masyarakat

c. Kebijakan

Kebijakan pengelolaan hutan rakyat yang menyangkut peraturan dan perundang-undangannya, sebanyak 36% informan berpendapat sangat setuju apabila diberlakukannya suatu peraturan yang mengatur pemanfaatan dan pengelolaan hutan di desanya. Sebanyak 32% responden menyatakan bahwa kebijakan harus diberlakukan secara tegas dengan perkataan lain, masyarakat sangat antusias apabila terdapat penindakan terhadap pelanggaran dalam pengelolaan hutan rakyat.

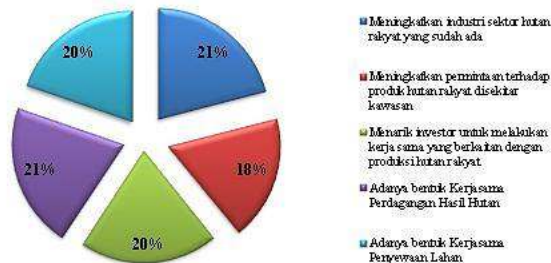


Gambar 4 Bentuk Kebijakan dalam Pelestarian HR

d. Kerjasama

Dalam pengembangan hutan rakyat, masyarakat menjalin kerjasama dengan pihak-pihak terkait. Sebanyak 21% responden beranggapan dengan adanya kerjasama dengan beberapa pihak dapat meningkatkan sektor industri hutan rakyat yang sudah ada dan meningkatkan kerjasama perdagangan hasil hutan. 20% responden memilih dengan adanya kerjasama bersama pihak luar kawasan maka akan menarik investor untuk

melakukan kerjasama yang berkaitan dengan produksi hutan rakyat dan akan timbulnya bentuk kerjasama penyewaan lahan sekitar masyarakat.



Gambar 5 Bentuk Kerjasama dalam Pelestarian HR

e. Peran Wanita

Sebanyak 34% dari keseluruhan responden beranggapan bahwa peran wanita akan memberikan dampak positif dalam kegiatan pelestarian hutan rakyat. Sebanyak 27% responden berpendapat peran wanita akan meningkatkan pendapatan rumah tangga bagi masyarakat. Peningkatan hasil produksi yang dijumpai oleh peran wanita memang tidak serta merta sangat melonjak tetapi setidaknya dapat membantu perekonomian keluarga dan kelestarian hutan rakyat.

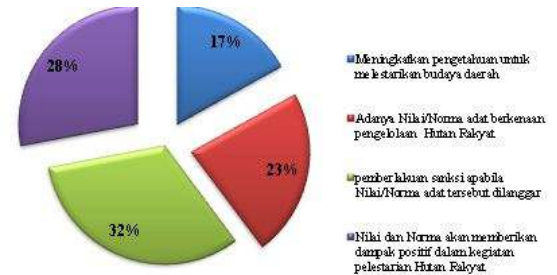


Gambar 6 Peran wanita dalam Pelestarian HR

f. Nilai/Norma Budaya

Sebanyak 32% responden beranggapan dengan adanya penerapan nilai/norma budaya akan memberikan efek jera bagi pelanggar khususnya sanksi apabila nilai/norma budaya yang terdapat di kawasan masyarakat

dilanggar. 28% responden memilih dengan adanya nilai/norma memberikan dampak positif dalam kegiatan pelestarian hutan rakyat.



Gambar 7 Pengetahuan Nilai/ Norma Masyarakat

5. Faktor Pendukung dan Penghambat

Berdasarkan kajian perilaku masyarakat dalam pelaksanaan pelestarian hutan rakyat, dapat diketahui faktor-faktor pendukung dan penghambat upaya pelestarian hutan rakyat di antaranya :

Tabel 2 Faktor Pendukung dan Penghambat
Table 2 Supporting and inhibiting factors

Faktor pendukung	Faktor Penghambat
Partisipasi yang cukup tinggi masyarakat dalam upaya pelestarian hutan rakyat	Kualitas pendidikan masyarakat yang relatif rendah
Unit Manajemen Hutan Rakyat/kelembagaan masyarakat yang mantap	Luasan lahan yang digarap masih dalam skala kecil (0,25 ha - 12 ha)
Usia produktif	Hutan rakyat masih menjadi pekerjaan sampingan masyarakat
Adanya Nilai/Norma dan kearifan lokal yang masih terjaga	Masyarakat masih memiliki keterbatasan koordinasi dengan berbagai pihak
Adanya Kerja sama dengan pihak-pihak yang terkait	Akses sarana dan prasarana kelokasi masih sulit dijangkau
Kesadaran masyarakat terhadap kelestarian HR cukup tinggi	Masyarakat masih memiliki kecenderungan terhadap bantuan berbagai pihak

Sumber (Source): Hasil Penelitian 2017

B. Pembahasan

1. Analisis Rumusan Strategi

Kajian perilaku serta faktor-faktor pendukung dan penghambat dilakukan dan ditindaklanjuti dengan merumuskan strategi

dalam rangka pengelolaan hutan rakyat berkelanjutan.

a. Atribut Penentuan Strategi

Atribut penentuan strategi yang akan dijadikan sebagai perumusan strategi dalam pelestarian hutan rakyat, diantaranya, melakukan pemilihan atribut dari kuesioner yang saling terkait antara *Strenght*, *Weakness*, *Opportunity*, dan *Threat* (Tabel 3).

Tabel 3 Prioritas Strategi
Table 3 Strategy Priority

No	Aspek	Atribut	Kaitan	Bobot
1	Persepsi	Hutan Rakyat dapat meningkatkan kualitas lingkungan sekitar	S1	0,11
2	Partisipasi	Masyarakat diikutsertakan dalam pelestarian HR	S2	0,10
		Adanya musyawarah masyarakat untuk merencanakan suatu program	S2, S3	0,10
		Meningkatkan kesejahteraan usia produktif melalui program UMHR	S4	0,11
		Adanya dampak positif dari kegiatan UMHR	S5	0,11
3	Kebijakan	Adanya dampak Positif dari kebijakan	O1, O2	0,23
		Pelaksanaan kegiatan HR akan berpengaruh terhadap peningkatan kualitas hidup masyarakat	W3	0,11
4	Kerjasama	Membuka peluang interaksi kerjasama dengan pihak lain	O4	0,09
		Meningkatkan ndustri sektor hutan rakyat yang sudah ada	O3	0,10
		Adanya bentuk Kerjasama Perdagangan Hasil Hutan	O5,O4	0,09
		Adanya dampak Positif dari kerjasama	O5	0,20
		Adanya dampak Negatif dari kerjasama	W4, T3	0,02
6	Peran Wanita	Peran Wanita dapat meningkatkan hasil produksi Hutan rakyat	W5	0,21
7	Pendidikan	Tingkat pendidikan SMP/MTs	W1	0,04
8	Luas Lahan	1,0 -12 Ha	W2, T4	0,01
9	Akses	Sangat Sulit	T1	0,02
10	T. Kerawanan	Sangat Rawan	T2	0,32

Sumber (Source): Hasil Penelitian 2017

b. Faktor analisis strategi Internal (IFAS) dan Eksternal (EFAS)

Faktor-faktor strategi internal dirumuskan dalam bentuk tabel IFAS (*Internal Strategic Factors Analysis Summary*) seperti pada Tabel 4 dan Tabel 5. Faktor-faktor strategi eksternal kemudian diskoring dengan memberikan bobot dan rating seperti pada faktor EFAS dan dirumuskan dalam bentuk tabel EFAS (*External Strategic Factors Analysis Summary*).

Tabel 4 IFAS (*Int. Strategic Factors Analysis Summary*)
Table4 IFAS (*Int. Strategic Factors Analysis Summary*)

Simbol	Internal	Bobot	Rating	Skor
	a. Kekuatan			
S1	• Kelembagaan yang mendukung	0,11	4	0,44
S2	• Kesadaran masyarakat terhadap pelestarian HR cukup tinggi	0,10	4	0,4
S3	• Usia produktif masyarakat untuk menjalankan roda Pelestarian HR	0,11	3	0,44
S4	• Partisipasi masyarakat tinggi	0,11	3	0,33
S5	• Adanya dampak positif dari kebijakan dalam pelestarian HR	0,20	4	0,8
	b. Kelemahan			
W1	• Tingkat pendidikan yang rendah	0,04	2	0,08
W2	• Luasan lahan masih terbatas/kecil	0,01	2	0,02
W3	• HR masih menjadi mata pencaharian pokok	0,11	3	0,33
W4	• Kerjasama dengan pihak tertentu yang merugikan	0,02	2	0,04
W5	• Minimnya peran wanita dalam pemanfaatan HR	0,21	2	0,42
TOTAL		1,0		1,52

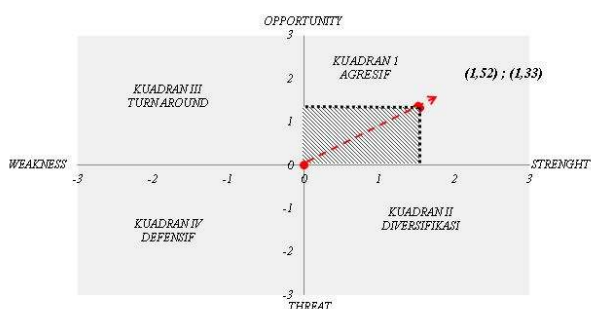
Sumber (Source): Hasil Penelitian 2017

Tabel 5 EFAS (Ext. Strategic Factors Analysis Summary)
 Table 5 EFAS (Ext. Strategic Factors Analysis Summary)

Simbol	Eksternal	Bobot	Rating	Skor
a. Peluang				
O1	• Bentuk kerjasama perdagangan hasil hutan	0,20	4	0,36
O2	• Sertifikasi hasil hutan	0,09	4	0,36
O3	• Adanya potensi hasil hutan non-kayu	0,10	3	0,3
O4	• Keterlibatan pemerintah dalam pengelolaan HR	0,23	3	0,6
O5	• Kebijakan pemerintah yang mendukung HR	0,23	2	0,4
b. Ancaman				
T1	• Aksesibilitas belum terjangkau shg pemasaran produk sulit	0,02	2	0,04
T2	• Letak desa yang rawan bencana	0,32	2	0,58
T3	• Adanya peran Tengkulak dalam pemasaran produk hasil kayu	0,02	2	0,04
T4	• Terbatasnya lahan hutan rakyat	0,01	3	0,03
TOTAL		1,0		1,33

Sumber (Source): Hasil Penelitian 2017

Terdapat 4 alternatif strategi yang dapat disarankan, yaitu strategi *SO*, *ST*, *WO* dan *WT* dan dirumuskan dalam bentuk matriks Berdasarkan model matriks internal-eksternal dari (Rangkuti, 2008), maka hasil dari strategi disajikan pada Gambar 4 dalam bentuk diagram SWOT. Alternatif strategi merupakan gabungan dari aktor-faktor internal dan eksternal.



Gambar 8 Diagram SWOT

Sumber (Source) : Hasil Penelitian 2017

Penentuan pilihan strategi upaya pelestarian hutan rakyat Desa Dangi Kecamatan Cilawu Kabupaten Garut didasarkan pada analisis total skor faktor internal dan faktor eksternal. Berdasarkan faktor internal dan eksternal, dengan nilai **total skor IFAS = 1,52** dan **EFAS = 1,33** tampak bahwa strategi yang dapat dipilih berada pada **kuadran I[(1,52),(1,33)]** yaitu strategi Agresif.

2. Pembahasan Strategi

a. Perilaku Masyarakat dalam Upaya Pelestarian Hutan Rakyat

Keberadaan hutan rakyat di Desa Dangi disadari masyarakat menjadi salah satu potensi dalam mengembangkan kemajuan desa. Hal ini didukung oleh telah terujinya hasil hutan mereka melalui sertifikasi yang telah dilakukan oleh lembaga sertifikasi yang difasilitasi oleh Dinas Kehutanan setempat dan UMHR Cihanjuang. Masyarakat berharap bahwa hutan rakyat tersebut tetap dijaga, dilestarikan, tidak ditebang sembarangan, sehingga dapat menjadi hutan rakyat percontohan.

Masyarakat yang tergabung dalam UMHR juga aktif dalam kegiatan-kegiatan yang dilaksanakan oleh UMHR (kegiatan internal) maupun diluar UMHR (kerjasama dengan pihak terkait). Masyarakat aktif dalam acara penyuluhan yang diadakan setiap 3 bulan sekali, lebih dari 75 % anggota hadir pada kegiatan tersebut (wawancara dengan pengurus dan anggota tanggal 17 Juni 2017). Materi penyuluhan seperti sosialisasi UU No 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan diberikan oleh penyuluh kehutanan Kecamatan Cilawu melalui BP3K diberikan namun masyarakat tidak begitu saja mengerti dan memahami materi tersebut, sehingga pemberian materi dilakukan berulang kali.

Kebijakan pengelolaan hutan rakyat yang menyangkut peraturan dan perundang-undangnya yaitu khususnya Undang-Undang No 41 Tahun 1999 tentang Kehutanan. Di dalam UU pasal 1 tersebut

menyatakan bahwa hutan hak (lebih dikenal dengan hutan rakyat) adalah hutan yang berada pada tanah yang dibebani hak atas tanah. Masyarakat mengetahui UU tersebut melalui penyuluhan, media massa, pengurus UMHR maupun pelatihan-pelatihan yang dilakukan instansi kehutanan. Penyuluhan dilakukan Penyuluh Kehutanan serta PKSM (Penyuluh Kehutanan Swadaya Masyarakat) yang terdiri dari Kepala Desa, UMHR di desa Dangiing. Masyarakat mengatakan bahwa dengan adanya kebijakan/peraturan tentang hutan rakyat tersebut sangat bermanfaat khususnya mengenai pentingnya menjaga keamanan, dan kelestarian lahan hutan rakyat yang mereka garap.

Upaya kerjasama memajukan dan melestarikan hutan rakyat juga dilakukan Dinas Kehutanan setempat yaitu dengan telah mendukung dan merekomendasikan hutan rakyat di Desa Dangiing untuk mendapatkan sertifikasi kayu hasil hutan rakyat. Sertifikasi hasil hutan rakyat berdampak positif bagi pengembangan hutan rakyat karena dengan sertifikasi maka ada legalitas akan kualitas produk kayu hutan rakyat terpenuhi serta meningkatkan daya tawar kayu tersebut.

Pelestarian hutan rakyat di desa tersebut tidak lepas dari peran perempuan. Dukungan ibu-ibu ini dapat dilihat pada keikutsertaan mereka dari tahap penanaman, dan pemasaran hasil hutan rakyat. Pada awalnya mereka membantu menanam bibit, melakukan pembibitan, serta menanam tanaman di bawah tegakan (singkong, dan umbi-umbian). Hasil dari hutan rakyat terutama singkong dan umbi, mereka jual ke pasar. Keterlibatan ini didominasi pada penanaman, dan pemasaran tanaman bawah tegakan.

Masyarakat memiliki nilai-nilai lokal atau norma mengatur tentang pelestarian hutan rakyat. Norma tersebut berisi larangan mengambil material dari dalam hutan, baik kayu maupun non-kayu dari kawasan hutan rakyat serta sanksi yang dikenakan apabila dilanggar. Norma-norma tersebut muncul karena kesadaran masyarakat dalam menjaga dan melestarikan hutan dan

lingkungan. Norma yang berlaku pada masyarakat tersebut kemudian seolah-olah mengikat dan harus ditaati oleh anggota masyarakat itu sendiri.

b. Faktor Pendukung dan Penghambat Masyarakat

Berdasarkan kajian perilaku masyarakat, dapat diketahui faktor-faktor pendukung dan penghambat upaya masyarakat dalam pelestarian hutan rakyat.

Tabel 6 Faktor Pendukung dan Penghambat
Table 7 Supporting and inhibiting factors

Faktor pendukung	Faktor Penghambat
Partisipasi yang cukup tinggi masyarakat dalam upaya pelestarian HR	Kualitas pendidikan masyarakat yang relatif rendah
Unit Manajemen Hutan Rakyat/kelembagaan masyarakat yang mantap	Luasan lahan yang digarap masih dalam skala kecil (0,25 Ha-12 Ha)
Usia produktif	Hutan rakyat masih menjadi pekerjaan sampingan masyarakat
Adanya Nilai/Norma dan kearifan lokal yang masih terjaga	Masyarakat masih memiliki keterbatasan koordinasi dengan berbagai pihak
Adanya Kerja sama dengan pihak-pihak yang terkait	Akses sarana dan prasarana kelokasi masih sulit dijangkau
Kesadaran masyarakat terhadap kelestarian HR cukup tinggi	Masyarakat masih memiliki kecenderungan terhadap bantuan berbagai pihak

Sumber (Source): Hasil Penelitian 2017

c. Rumusan Strategi untuk Masyarakat dalam Upaya Pelestarian Hutan Rakyat

Berdasarkan faktor internal dan eksternal, dengan nilai **total skor IFAS = 1,52** dan **EFAS = 1,33** tampak bahwa strategi yang dapat dipilih berada pada **kuadran II(1,52),(1,33)** yaitu strategi Agresif. Strategi yang harus diterapkan dalam kondisi ini adalah mendukung kebijakan pertumbuhan yang agresif (*Growth oriented strategy*). Menurut Rangkuti (2009), strategi ini termasuk strategi pertumbuhan dengan cara memperluas, mengembangkan dan meningkatkan strategi pada SO (*Strength Opportunity*), diantaranya meningkatkan potensi sertifikasi kayu yang telah ada dengan bekerjasama melalui berbagai dukungan

pemangku kepentingan dalam pemanfaatan hutan rakyat, mengembangkan identifikasi dan inventarisasi potensi hasil hutan rakyat baik kayu maupun non kayu agar masyarakat lebih mengetahui keragaman hasil hutan rakyat baik dari segi kualitas maupun kuantitas, dan menumbuhkan potensi kerjasama dengan para pemangku hutan rakyat dalam merekomendasikan dan merumuskan perencanaan peningkatan partisipatif masyarakat tentang hutan rakyat untuk menjadikan kawasan Hutan Rakyat yang produktif.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Perilaku masyarakat secara persepsi, partisipasi, kebijakan, kerjasama, peran wanita dan peran wanita secara umum sudah mendukung upaya pelestarian hutan rakyat
2. Faktor pendukung diantaranya partisipasi masyarakat cukup tinggi, peran kelembagaan yang mantap, peran usia produktif untuk meningkatkan kesejahteraan, Sedangkan faktor penghambat diantaranya fungsi hutan secara ekonomi dirasakan masyarakat masih kurang maksimal, kualitas SDM yang rendah, akses masuk wilayah desa dan luasan lahan yang kurang memadai, dan masyarakat masih memiliki kecenderungan dan keterbatasan koordinasi terhadap bantuan berbagai pihak.
3. Posisi hutan rakyat berada di situasi yang sangat menguntungkan. Peran hutan rakyat tersebut memiliki kekuatan dan peluang, sehingga dapat mengarahkan seluruh potensi internal dalam keberadaan hutan rakyat untuk memanfaatkan peluang yang ada.

B. Saran`

1. Menyusun rancangan pengembangan hutan rakyat Desa Dangiing dengan melibatkan para pemangku kepentingan yang ada. Rancangan ini juga memuat potensi hutan rakyat menjadi kawasan hutan rakyat yang produktif.
2. Dalam rangka peningkatan pendapatan dan kesejahteraan masyarakat, instansi pemerintah dapat mengambil peran sebagai fasilitator untuk kegiatan yang dapat dikembangkan dalam hutan rakyat
3. Perlu adanya koordinasi dan mengusulkan kepada instansi terkait perbaikan sarana prasarana akan mempermudah akses masyarakat terutama dalam memasarkan hasil hutan rakyat serta perlu dilakukan inventarisasi potensi hasil hutan rakyat (kayu dan non kayu) dan, pemetaan wilayah potensi bencana (terutama banjir dan longsor).
4. Berkoordinasi instansi terkait dalam membentuk koperasi hutan rakyat untuk memberikan modal usaha rakyat.

UCAPAN TERIMA KASIH (ACKNOWLEDGEMENT)

Secara khusus diucapkan terimakasih kepada seluruh Staff Badan Pengelola Hutan Wilayah III Garut, Dadang Wandara, Tatang dan Awal Mulyadi atas bantuannya dalam pengumpulan data.

DAFTAR PUSTAKA

- Andayani, Wahyu. 1995. Hutan Rakyat dan Peranannya dalam Pembangunan Daerah. *Majalah Kehutanan Indonesia*. No.6 Juni 1995
- Badan Pusat Statistik Kabupaten Garut. [BPS Kabupaten Garut] 2016. Garut dalam Angka <http://garutkab.bps.go.id> [diakses 26 Desember 2016]
- Hariyanto D, dkk. 2012. Pedoman Analisis Penelitian Sosial Ekonomi Kehutanan. Bogor: Puslitbang Kehutanan.

- Rangkuti, Freddy. 2009. *Analisis SWOT: Teknik Membedah Kasus Bisnis*. Jakarta: PT.Gramedia Pustaka Utama
- Paimin, Sukresno, Purwanto. 2006. *Sidik Cepat Degradasi Sub Daerah Aliran Sungai (Sub DAS)*. Bogor: Puslitbang Hutan dan Konservasi Alam Pengolahan Kayu Rakyat. [Skripsi]. Bogor : Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor.
- Sevilla, Consuelo G. et. al (2007). *Research Methods*. Rex Printing Company. Quezon City.
- Salampessy, M.,Nugroho, B., & Purnomo, H. (2012). Hubungan Karakteristik Responden dengan Partisipasi Masyarakat Dalam Kegiatan Pengelolaan Hutan Lindung Gunung Nona Di Kota Ambon Propinsi Maluku, Indonesia. *Jurnal Penelitian Sosial danEkonomi Kehutanan*, IX(3), 149- 154.
- Suryaningsih, H, dkk. 2012. *Persepsi dan Perilaku Masyarakat dalam Upaya PelestarianHutan Rakyat di Desa Karangrejo Kecamatan Loano Kabupaten Purworejo*. Jurnal EKOSAINS. Volume IV No 3 November 2012. FISIP UNDIP
- Undang-Undang Republik Indonesia No. 41 Tahun 1999 Tentang Kehutanan

TEKNIK PEMBUATAN PUPUK ORGANIK DARI LIMBAH PADAT INDUSTRI MDF

*(Technique of Organic Fertilizer Making
From Organic Solid Waste of Medium Density Fiber Board Industry)*

Sigit Baktya Prabawa¹

¹Balai Penelitian Dan Pengembangan Lingkungan Hidup Dan Kehutanan Kupang
Jalan Alfons Nisnoni No. 7 B Kupang 85115, Telp. (0380) 823357; Fax (0380) 831068
e-mail: zsbprabawa@gmail.com

ABSTRACT

Woody waste from logging activities and the wood processing industry is quite large. If this waste is not utilized, it will cause considerable losses due to wasted woody waste. In Indonesia there are many wood processing industries including the pulp and paper industry, plywood, molding, and medium density fiberboard (MDF). In the MDF industry, chipping are the activities that must be carried out. However, this chipping activity leaves considerable waste in the form of fine chips. Related to this, it is necessary to find and get the use of organic solid waste into a product that can provide added value and technology that can be applied by the communities. One solution to this is probably by utilizing the waste into organic fertilizer. The aim of this study was to obtain information and technology for making organic fertilizers from the MDF's organic solid waste industry. Fine chip samples were taken from the MDF industry using raw materials from acacia mangium and gmelina, located in Senoni, Kutai Kartanegara Regency, East Kalimantan Province. Organic fertilizer was made by composting using EM-4 microbial consortium with rice straw and chicken manure additives. The results of the study show that technically the composting of MDF solid waste can be done well. The composting process to mature takes about 4 months. Composting reduces the C element content of MDF waste from around 56% to 25%, and decreases the value of C/N ratio from 347 to around 28. Composting increases the N element more than 5 times, and also increases the content of K elements. Adding rice straw and chicken manure in general it tended to decrease the value of the C/N ratio, increase pH, and increase the levels of elements P, K, Ca and Mg and their cation exchange capacity. The addition of these materials generally made compost meet SNI standards except the compost water content.

Keywords: Compost, Fine chips, MDF, Organic fertilizer, Organic solid waste

ABSTRAK

Limbah berkayu dari kegiatan pembalakan dan industri pengolahan kayu cukup besar. Jika limbah ini tidak dimanfaatkan akan menyebabkan kerugian cukup besar akibat terbuangnya limbah berkayu tersebut. Di Indonesia ada banyak industri pengolahan kayu antara lain industri pulp dan kertas, plywood, moulding, maupun papan serat berkerapatan sedang (MDF). Dalam industri MDF, kegiatan pembuatan serpih merupakan tahapan kegiatan yang harus dilakukan. Namun penserpihan menyisakan limbah yang cukup besar berupa serpih halus. Terkait hal ini, maka perlu mencari dan mendapatkan pemanfaatan limbah ini menjadi produk yang dapat memberikan nilai tambah serta teknologinya yang dapat diaplikasikan oleh masyarakat. Salah satu solusi akan hal ini barangkali adalah dengan cara memanfaatkan limbah tersebut menjadi pupuk organik. Penelitian ini bertujuan mendapatkan informasi dan teknologi pembuatan pupuk organik dari limbah padat organik industri MDF. Sampel serpih halus diambil dari industri MDF berbahan baku akasia mangium dan gmelina yang berlokasi di Senoni Kabupaten Kutai Kartanegara, Propinsi Kalimantan Timur. Pembuatan pupuk organik dilakukan dengan metode pengomposan menggunakan konsorsium mikroba EM-4 dengan tambahan jerami dan kotoran ayam. Hasil penelitian memperlihatkan bahwa Secara teknis pengomposan limbah padat MDF berupa dapat dilakukan dengan baik. Proses pengomposan hingga matang memerlukan waktu sekitar 4 bulan. Pengomposan menurunkan kandungan unsur C dari bahan limbah MDF dari sekitar 56% menjadi 25%, dan menurunkan nilai nisbah C/N dari 347 menjadi sekitar 28. Pengomposan meningkatkan unsur N lebih dari 5 kalinya, dan juga meningkatkan kandungan unsur K. Penambahan jerami dan kotoran ayam secara umum cenderung menurunkan nilai nisbah C/N-nya, meningkatkan pH, serta meningkatkan kadar unsur P, K, Ca dan Mg maupun kapasitas tukar kationnya. Penambahan bahan tersebut secara umum membuat kompos memenuhi standar SNI kecuali kadar air kompos.

Kata kunci: Kompos, Limbah padat organik, MDF, Pupuk organik, Serpih halus

I. PENDAHULUAN

Limbah berupa bahan berkayu dari kegiatan pembalakan maupun dari kegiatan industri pengolahan kayu cukup besar. Jika limbah kayu ini tidak dimanfaatkan maka menyebabkan kerugian fisik berupa kayu yang terbuang yang cukup besar (Dulsalam dkk, 2000). Untuk kegiatan pengolahan kayu, di Indonesia ada banyak industri pengolahan kayu antara lain industri pulp dan kertas, industri plywood, industri moulding, maupun industri papan serat berkerapatan sedang (*Medium Density Fiber Board* - MDF). Dalam kegiatan di industri MDF yang menggunakan kayu sebagai bahan baku utamanya, maka kegiatan penserpihan atau pembuatan serpih merupakan tahapan kegiatan yang harus dilakukan dalam kegiatan industri tersebut. Namun demikian kegiatan penserpihan ini menyisakan atau menghasilkan produk sampingan atau limbah yang cukup besar yakni limbah padat organik berupa serpih halus. Limbah ini antara lain terjadi akibat dari kerusakan serpih pada proses penserpihan.

Sehubungan dengan hal di atas, maka perlu mencari dan mendapatkan pemanfaatan limbah padat organik ini menjadi produk yang dapat memberikan nilai tambah serta dengan menggunakan teknologi yang dapat diaplikasikan pada masyarakat. Mempertimbangkan hal ini, maka salah satu teknologi yang barangkali dapat memenuhi hal tersebut adalah dengan cara memanfaatkan limbah organik padat tersebut menjadi pupuk organik. Yang dimaksud dengan pupuk organik adalah pupuk yang terbentuk karena adanya kerjasama mikroorganisme pengurai dan cuaca serta perlakuan manusia (Musnamar, 2003) atau pupuk yang diperoleh melalui peristiwa pengomposan yakni penguraian senyawa-senyawa yang terkandung dalam sisa-sisa bahan organik dengan suatu perlakuan khusus (Santoso, 1998).

Menurut Sudradjat (1998) ada tiga faktor penentu keberhasilan proses komposting yaitu: keunggulan mikroba, kondisi proses komposting dan jenis bahan organik yang akan

dirombak. Faktor pertama adalah EM-4 atau konsorsium mikroba perombak bahan organik lainnya yang unggul. Faktor kedua adalah kondisi proses komposting yaitu suhu, kelembaban, pH, tinggi dan kepadatan tumpukan serta aliran udara. Faktor ketiga adalah jenis bahan organik/substrat yaitu diperlukan bahan organik dengan nisbah C/N yang tidak terlalu tinggi, tidak mengandung racun serta tidak terdapat zat rekalsitran. Bahan baku yang memenuhi karakteristik tersebut adalah : mengandung kadar selulosa rantai pendek, kadar lignin rendah (rekalsitran) serta zat ekstraktif yang tidak beracun untuk kehidupan mikroba. Pada tabel berikut terlihat daftar nisbah C/N untuk beberapa jenis bahan organik.

Djuarnani dkk. (2004) menyampaikan bahwa ciri-ciri umum kompos yang sudah matang antara lain: berwarna coklat tua hingga hitam dan remah, tidak larut air, sangat larut dalam pelarut alkali, nisbah C/N sebesar 20 – 40, tergantung bahan baku dan derajat humifikasi, memiliki kapasitas pemindahan kation dan absorpsi terhadap air yang tinggi, memberikan efek yang menguntungkan bagi tanah dan pertumbuhan tanaman, memiliki suhu yang hampir sama dengan udara, tidak mengandung asam lemak yang menguap dan tidak berbau.

Penelitian ini bertujuan mendapatkan teknologi dan informasi pembuatan pupuk organik dari limbah berupa serpih halus dari industri MDF dalam rangka meningkatkan pemanfaatan dan nilai tambah limbah tersebut.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi

Pengambilan sampel berupa serpih halus dari limbah industri MDF dilaksanakan di Senoni Kabupaten Kutai Kartanegara Propinsi Kalimantan Timur. Pembuatan contoh pupuk organik dan pengamatannya dilaksanakan di Laboratorium Hasil Hutan Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kalimantan (Sekarang Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa) di Samarinda, Kalimantan

Timur. Penetapan sifat fisikokimia pupuk organik dilaksanakan di Laboratorium BPTP Kaltim – Samarinda.

B. Bahan dan Peralatan

Bahan utama penelitian meliputi bioaktifator EM4 (*Effective Microorganism* - 4), serpih halus dari limbah industri MDF, kotoran ayam, jerami, air, kantong plastik tidak tembus cahaya, terpal plastik, jerigen, dan lain-lain. Peralatan yang diperlukan antara lain meliputi: ayakan, sekop, cangkul, cetok, parang, thermometer, sprayer, oven, gelas ukur, pH meter, hygrometer, timbangan, alat analisa bahan/kompos dan lain-lain.

C. Metode

1. Persiapan Bahan

Contoh limbah diambil dari limbah salah satu perusahaan atau pabrik MDF yang berlokasi di Senoni Kecamatan Sebulu Kabupaten Kutai Kartanegara Propinsi Kalimantan Timur. Pabrik ini menggunakan bahan baku kayu yang umumnya dari jenis *Acacia mangium* dan *Gmelina arborea*. Contoh limbah diambil dari limbah yang tersedia di perusahaan tersebut yakni limbah padat organik berupa serpih halus yang masih segar yang baru jatuh/keluar dari mesin. Limbah ini diambil dan dimasukkan ke dalam kantong/goni bekas lalu dibawa ke Laboratorium Hasil Hutan Balai Litbang Kehutanan Kalimantan Samarinda.

Serpih halus diayak dengan menggunakan ayakan 10/20 mesh sebelum dikerjakan. Demikian juga kotoran ayam juga diayak dengan menggunakan ayakan 10/20 mesh. Selanjutnya jerami dipotong dengan ukuran antara 5-10 cm. Adapun EM4 yang digunakan adalah sebanyak 5 ml untuk tiap kg bobot kering dari bahan yang dikomposkan.

2. Pembuatan Pupuk Organik

Pembuatan pupuk organik dilakukan dengan mempertimbangan informasi tentang kompos (Djuarnani dkk., 2004; Munawar, 2003; Roliadi & Pasaribu, 2004; Santoso, 1998 & Sudradjat, 1998). Pembuatan pupuk organik

dilakukan dengan proses anaerobik pada suatu tempat yang terlindung dari sinar matahari langsung dengan tahapan sebagai berikut:

- Serpih halus dari limbah industri MDF dan kotoran ayam hasil pengayakan serta jerami padi berukuran 5 - 10 cm ditetapkan kadar airnya.
- Berdasarkan bobot kering tanur dibuat 6 macam campuran serpih halus, kotoran ayam dan jerami padi dengan komposisi campuran (Tabel 1).
- Setiap komposisi campuran yang akan dibuat pupuk organiknya dicampur secara homogen.
- Untuk setiap komposisi EM4 yang akan ditambahkan ke dalam campuran bahan yang akan dijadikan kompos, terlebih dahulu EM4 tersebut ditambahkan ke dalam air dengan jumlah berdasarkan perhitungan bahwa apabila EM4 dan air ini ditambahkan ke dalam campuran bahan yang akan dibuat kompos akan menyebabkan kadar air campuran bahan menjadi sekitar 80-90%.
- Selanjutnya EM4 yang sudah ditambahkan dengan air tersebut dimasukkan ke dalam alat semprot lalu disemprotkan pada campuran bahan kompos tersebut sambil diaduk-aduk hingga homogen.
- Campuran bahan ini lalu dimasukkan ke dalam plastik tebal yang tidak tembus cahaya pada posisi ditumpuk (*Composting Pile*) dan ditutup sehingga proses anaerobik dapat berjalan.
- Pembuatan 6 macam campuran seperti di atas dilakukan sekali lagi untuk ulangan.
- Kemudian setiap minggu pada bahan yang dikomposkan dilakukan pembalikan dengan cara mengeluarkan bahan yang dikomposkan tersebut dari plastik dan dilakukan pengadukan kembali hingga homogen (lakukan hingga pengomposan dianggap selesai).
- Setelah pencampuran dan pembalikan selesai, dari setiap campuran bahan yang dikomposkan diambil 0,5 kg untuk ditetapkan sifat fisikokimianya.

- j. Pengomposan dihentikan apabila rasio C/N mencapai sekitar 20.

Tabel 1. Perlakuan komposisi bahan

Table 1. Treatment of material composition

Perlakuan	Bahan Dasar Serpih halus (%)	Bahan Tambahan (% dari bobot bahan dasar)	
		Kotoran ayam (%)	Jerami (%)
A	100	0	0
B	100	0	10
C	100	10	0
D	100	10	10
E	100	20	0
F	100	20	10

3. Pengambilan Data

Data utama yang diambil antara lain sifat fisikokimia bahan dan pupuk organiknya (meliputi kadar air, pH, N, C, KTK, C/N, P, K, Ca⁺⁺, Mg⁺⁺ dan lain-lain serta kandungan logamnya seperti Fe, Zn, Mn dan Cu). Sifat fisikokimia kompos diuji menurut SNI. Selanjutnya data ditabulasi, kemudian dibandingkan dengan data standar mutu kompos dari berbagai sumber untuk melihat kualitas kompos yang dibuat.

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Potensi Limbah Industri MDF

Hasil pengamatan di lokasi penelitian memperlihatkan bahwa macam atau bentuk

limbah yang ada di Industri MDF antara lain meliputi: kulit kayu dari kegiatan *debarking*, serpih halus dari kegiatan *chipping*, air limbah dari kegiatan pencucian serpih, debu dari kegiatan *hot pressing* dan *sanding* dan lain-lain.

Pada waktu itu potensi limbah berupa kulit kayu mencapai 5-7 % dari volume bahan. Potensi limbah berupa serpih halus mencapai 2-3 % dari volume bahan baku kayu. Potensi serat dan debu sangat kecil sekali. Bentuk limbah padat organik dari industri MDF ini yang berpotensi untuk dijadikan pupuk organik melalui proses pengomposan antara lain limbah berupa serpih halus (potensi mencapai 2-3 % dari volume bahan baku kayu).

B. Pengujian Kompos

Nilai rata-rata kadar air awal bahan disajikan dalam Tabel 2. Nilai rata-rata hasil pengujian bahan sebelum dilakukan pengomposan disajikan dalam Tabel 3.

Tabel 2. Rataan kadar air awal bahan

Table 2. The average of material initial water content

Bahan	Kadar Air (%)
Serpih halus	12,00
Kotoran ayam	15,49
Jerami padi	10,52

Tabel 3. Hasil rata-rata analisa fisikokimia sebelum perlakuan pengomposan

Table 3. The average of physicochemical analysis before composting treatment

Parameter	Satuan	Hasil Analisa Fisikokimia			
		Limbah MDF (Serpih halus Segar)	Jerami Usia 1 Bulan	Kotoran ayam Usia 2 Minggu	Rataan
Kadar air	%	8.41	8.59	11.56	12.78
pH (H ₂ O)		-	-	7.02	7.51
C total	%	55.50	53.78	10.01	24.50
N Total	%	0.16	0.75	1.89	1.10
Ratio C/N		346.88	71.71	5.30	30.51
P total (Ekstrak HClO ₄)	%	<LD	0.11	0.68	0.29
K total (Ekstrak HClO ₄)	%	1.56	2.89	1.67	1.96
KTK	me/100g	-	-	19.87	19.88
Ca	%	0.66	0.66	0.51	0.66
Mg	%	0.03	0.04	0.01	0.03
Fe	Ppm	<LD	-	-	-
Mn	Ppm	<LD	-	-	-
Cu	Ppm	<LD	-	-	-
Zn	Ppm	<LD	-	-	-

Catatan: "-" = tidak diambil datanya; "LD" = tidak terdeteksi; me/100g = cmol/kg

Pada proses pengomposan pada usia 3 bulan nilai rata-ran untuk rasio C/N masih sekitar 40, sebab itu proses pengomposan diteruskan hingga empat bulan. Nilai rata-ran rasio C/N pada usia kompos sekitar 4 bulan adalah sekitar 20, dan pada saat inilah kompos dibongkar untuk ditetapkan sifat fisikokimianya secara menyeluruh. Adapun

nilai rata-ran dari sifat fisikokimia kompos pada usia empat bulan disajikan dalam Tabel 4. Berdasarkan nilai rasio C/N (Tabel 4) dengan mempertimbangkan informasi dari Djuarni dkk. (2004), maka dapat dikatakan bahwa proses pengomposan berbahan dasar limbah padat organik MDF dinyatakan matang setelah proses pengomposan sekitar 4 bulan.

Tabel 4. Hasil rata-ran analisa fisikokimia setelah empat bulan pengomposan

Table 4. The average of physicochemical analysis after four months of composting

Parameter	Satuan	Hasil Analisa Fisikokimia						Rataan
		Serpih halus	Serpih halus + 10% Jerami	Serpih halus + 10% Kotoran ayam	Serpih halus + 10% Kotoran ayam + 10% Jerami	Serpih halus + 20% Kotoran ayam	Serpih halus + 20% Kotoran ayam + 10% Jerami	
Kadar air	%	70.87	69.26	69.34	70.62	73.06	71.17	70.72
pH (H ₂ O)		6.56	6.55	7.41	7.38	7.72	7.81	7.24
C total	%	24.89	34.33	24.87	25.11	19.95	21.25	25.07
N Total	%	0.87	1.29	1.57	1.93	1.42	1.37	1.41
Nisbah C/N		28.48	26.61	15.86	13.04	14.05	15.47	18.93
P total	%	0.02	0.02	0.12	0.16	0.18	0.22	0.12
K total	%	2.39	2.71	2.40	3.44	2.51	2.34	2.63
KTK	me/100g	13.80	14.80	19.20	27.38	21.62	30.61	24.69
Ca	%	LD	LD	1.26	2.28	6.37	3.80	3.43
Mg	%	LD	LD	LD	LD	0.38	5.20	2.79
Fe	ppm	<LD	-	-	-	-	-	-
Mn	ppm	<LD	-	-	-	-	-	-
Cu	ppm	<LD	-	-	-	-	-	-
Zn	ppm	<LD	-	-	-	-	-	-

Catatan: "-" = tidak diambil datanya; "LD" = tidak terdeteksi; me/100g = cmol/kg

Dari hasil analisa fisikokimia kompos (Tabel 3 & 4) memperlihatkan bahwa secara umum proses pengomposan selama empat bulan telah menurunkan kandungan unsur C dari bahan limbah MDF berupa serpih halus sekitar separuhnya yakni dari sekitar 56% menjadi sekitar 25%, dan meningkatkan unsur N sekitar lebih dari 5 kalinya. Karena itu pengomposan ini telah cenderung menurunkan nilai nisbah C/N dari bahan limbah MDF berupa serpih halus dari sekitar 347 menjadi sekitar 28. Proses pengomposan juga cenderung meningkatkan kandungan unsur K serta meningkatkan kapasitas tukar kation (KTK).

Pada penelitian ini penambahan jerami dan kotoran ayam sekitar 10% hingga 20%

dari bahan serpih halus yang dikomposkan baik secara sendiri-sendiri maupun gabungan cenderung tidak merubah kadar unsur C akan tetapi cenderung meningkatkan kadar unsur N, sehingga penambahan bahan tersebut dalam pengomposan secara umum cenderung menurunkan nilai nisbah C/N-nya. Penambahan bahan tersebut juga cenderung meningkatkan pH, meningkatkan kadar unsur P, K, Ca dan Mg maupun kapasitas tukar kationnya (KTK).

Untuk melihat mutu kompos yang dihasilkan ini memenuhi standar atau tidak maka dicoba membandingkan hasil analisa kompos ini dengan standar mutu kompos dari berbagai sumber (Tabel 5) serta dicoba mengklasifikasi atau menggolongkan mutu

tersebut berdasarkan klasifikasi yang dilakukan oleh Laboratorium Natural Product

SEAMEO - BIOTROP (Gusmalina dkk., 2004).

Tabel 5. Standar mutu kompos menurut berbagai sumber
Table 5. Composting quality standards from various sources

Parameter	Standar Mutu Menurut						
	Perum Perhutani ¹	Jepang ²	PT PUSRI (Bank Dunia) ³	SNI 19-7030-2004 (Kompos sampah organik domestik) ⁴	BIOTROP ¹		
					Rendah	Sedang	Tinggi
Kadar air	35,6 %	-	-	50 %	24,9 %	35,9 %	52,6 %
pH	7,3	5,5 – 7,5	-	6,8-7,49	6,6	7,3	8,2
C total	19,6 %	-	-	9,80-32 %	14,5 %	19,6 %	27,1 %
N Total	1,1 %	> 1,2 %	≥ 2,12 %	0,40 %	0,6 %	1,1 %	2,1 %
C/N	10-20	< 35	-	10-20	< 10	10-20	>20
P ₂ O ₅	0,9 %	> 0,5 %	≥ 1,3 %	0,10 %	0,3 %	0,9 %	1,8 %
K ₂ O	0,6 %	> 0,3 %	≥ 2,00 %	0,20 %	0,2 %	0,6 %	1,4 %
KTK	-	>70 me/100 g	-	-	20,1 me/100 g	30 me/100 g	45 me/100 g
CaO	4,9 %	-	≥ 0,97 %	-	2,7 %	4,9 %	6,2 %
Mg	0,7%	-	≥ 3,19 %	-	0,3 %	0,7 %	1,6 %
Fe	-	-	-	2,00 %	-	-	-
Mn	-	-	-	0,60 %	220 ppm	452 ppm	654 ppm
Cu	-	-	-	0,10 mg/kg	-	-	-
Zn	-	-	-	500 mg/kg	-	-	-

Sumber: ¹Perhutani (1977) dalam Gusmalina dkk. (2004); ²Djuarnani et al (2004); ³Komaryati (2005); ⁴Balit Tanah (2005)

Kadar air kompos tidak memenuhi standar SNI, agar memenuhi standar maka kompos perlu dikering anginkan lagi. Tanpa penambahan jerami ataupun kotoran ayam (hanya serpih halus saja), maka hanya kadar C dan K kompos yang memenuhi standar SNI. Penambahan jerami ataupun kotoran ayam membuat kompos tersebut secara umum memenuhi Standar SNI. Penambahan kotoran ayam membuat pH kompos termasuk dalam katagori sedang. Kadar C total kompos masuk katagori antara sedang dan tinggi. Kadar N total kompos termasuk katagori sedang. Nisbah C/N termasuk katagori sedang. Penambahan kotoran ayam membuat nisbah C/N termasuk dalam kisaran katagori sedang. Penambahan kotoran ayam membuat kadar P kompos tergolong rendah. Kadar unsur K dari kompos memenuhi semua standar dan termasuk dalam katagori tinggi. Nilai KTK dari kompos termasuk dalam katagori rendah hingga sedang. Kadar unsur Ca kompos masuk dalam katagori rendah hingga sedang. Penambahan kotoran ayam membuat unsur Mg kompos dapat mencapai kategori tinggi.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Salah satu limbah industri MDF yang berpotensi untuk dijadikan bahan kompos adalah limbah padat organik berupa serpih halus yang potensinya dapat mencapai 2-3% dari volume bahan baku kayunya.
2. Secara teknis pengomposan dari limbah padat MDF berupa serpih halus ini dapat dilakukan, dan untuk memperoleh kompos matang dari limbah padat MDF memerlukan proses pengomposan sekitar 4 bulan.
3. Proses pengomposan menurunkan kandungan unsur C dari bahan limbah MDF sekitar separuhnya yakni dari sekitar 56% menjadi 25%, dan menurunkan nilai nisbah C/N dari 347 menjadi sekitar 28 serta meningkatkan unsur N lebih dari 5 kalinya, dan juga meningkatkan kandungan unsur K.
4. Penambahan jerami dan kotoran ayam secara umum cenderung menurunkan nilai

nisbah C/N-nya, meningkatkan pH, serta meningkatkan kadar unsur P, K, Ca dan Mg maupun kapasitas tukar kationnya (KTK). Penambahan ini secara umum membuat kompos memenuhi standar SNI.

5. Kadar air kompos termasuk tinggi, pH termasuk rendah-sedang, kadar C termasuk tinggi, kadar N termasuk sedang, nisbah C/N termasuk sedang-tinggi, kadar P tergolong rendah, unsur K termasuk tinggi, nilai KTK termasuk rendah-sedang, kadar unsur Ca termasuk rendah – sedang.
6. Dengan merubah serpih halus menjadi kompos bukan saja mengurangi dampak negatif limbah terhadap lingkungan tetapi sekaligus dapat memberikan nilai tambah atau manfaat bagi pengelola pabrik maupun bagi masyarakat sekitar pabrik yang memanfaatkan limbah tersebut.

B. Saran

1. Agar memenuhi standar SNI, kadar air kompos perlu diturunkan hingga sekitar 50%.
2. Pembuatan kompos dari limbah padat MDF seyogyanya ditambahkan jerami dan kotoran ayam.
3. Perlu dicoba penggunaan jenis biaktivator lainnya guna mempercepat proses pengomposan.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis menyampaikan terimakasih kepada Rakyat atau Pemerintah Indonesia yang telah membiayai seluruh kegiatan penelitian ini melalui instansi Balai Penelitian dan Pengembangan Kehutanan Kalimantan (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa), Badan

Litbang Kehutanan (Badan Litbang & Inovasi), Kementerian Kehutanan (Kementerian Lingkungan hidup dan Kehutanan). Terimakasih juga kepada Sdr. Sathi Eka Prasetya dan Sdr. Awaludin serta semua pihak yang telah telah membantu dalam kegiatan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Djuarnani, N., Kristian & BS Setiawan. 2006. Cara Cepat Membuat Kompos. Cetakan ke-6. Agromedia Pustaka. Tangerang.
- Dulsalam, D.Tinambunan, I, Sumantri & M Sinaga. 2000. Peningkatan Efisiensi pemungutan kayu sebagai bahan baku industri. Prosiding Lokakarya Penelitian Hasil Hutan tanggal 7 Desember 2000 di Bogor.
- Kollmann, F.F.P. & Cote-Jr, W.A, 1968. *Principles of Wood Science and Technology 1: Solid wood*, George Allen and Unwin, London.
- Malik, J., K. Yuniarti, Jasni & O. Rachman. 2005. Pengaruh pengukusan dan zperendaman dengan NaOH Terhadap Pelengkungan Kayu Rasamala (*Altingia excelsa* Noronha), Asam Jawa (*Tamarindus indica* L.) dan Marasi (*Hyymeneea caorbaril* L) Asal Jawa Barat. Makalah disampaikan pada Seminar MAPEKI VIII, Tenggarong Kaltim, 3-5 September 2005.
- Musnawar, EI. 2002. Pupuk organik - cair & padat, pembuatan dan aplikasi. Penebar Swadaya. Jakarta
- Roliadi dan Pasaribu, R A. (2004). Teknologi pemanfaatan limbah yang dihasilkan dari serpih halus industri MDF campuran antara tandan kosong kelapa sawit (TKKS) pada skala kecil. Laporan hasil penelitian, Pusat Litbang Teknologi Hasil Hutan. Sirkulasi Terbatas
- Santoso, HB. 1998. Pupuk Kompos. Penerbit Kanisius. Yogyakarta
- Sudradjat, R. 1998. Pedoman teknis penggunaan EM-4 untuk pembuatan kompos dari daun dan serasah pohon di kawasan hutan. Info DAS. Visi & misi teknis BTP DAS Surakarta No. 4. BTPDAS Surakarta, Surakarta

KEANEKARAGAMAN JENIS BURUNG DI HUTAN KOTA BUMI PERKEMAHAN DAN GRAHA WISATA CIBUBUR (*Birds Species Biodiversity in Jamboree Campsite Cibubur Urban Forest*)

Ardi Wiranata¹, Tb Unu Nitibaskara², Zainal Muttaqin³

^{1,2,3}Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa
Jl. Sholeh Iskandar Km.4 Tanah Sareal, Bogor, 16161, Indonesia
e-mail: muttaqinznl@gmail.com

ABSTRACT

*Jamboree Campsite Cibubur (BUPERTA) is located on the outskirts of Cibubur City which provides good suitable for birds. This study aims to study the diversity of bird species and identify habitat characteristics. Methods used are counting method, MacKinnon type list, habitat profile creation and interview. Shannon-Wiener's diversity index is obtained with a value of 2.921 in the high category of it in a region. Number of bird species recorded as many as 22 species of birds. Category of easy type meeting types such as types of coconut honey, bondol java, bird church, cucak kutilang. The use of some types of tree strata such as feeding location, playground or chatting with each other and resting location, but not always the birds use only one type of habitat but there are some birds that use some habitat type in their daily activities. is carried out to see how vegetation shape and environmental conditions become the observation plot. The result vegetation analysis was obtained the identified tree level is 9 species. This refers to the background of the urban forest area that was once a rubber plantation. Level of dominance type rubber (*Hevea brasiliensis*) amounted to 14 individuals. The Import Value Index (INP) of vegetation analysis for plant type pole level with highest INP value is rubber of 54.08%, while the second highest pole is eboni (*Diospyros celebica*) of 48.13%.*

Keywords: bird species diversity, urban forest, habitat profile, vegetation analysis

ABSTRAK

Hutan Kota Bumi Perkemahan dan Graha Wisata (BUPERTA) terletak di pinggiran Kota Cibubur yang menyediakan habitat yang sesuai bagi burung. Penelitian ini bertujuan mempelajari keanekaragaman jenis burung dan mengidentifikasi karakteristik habitat. Metode yang digunakan ialah metode titik hitung, daftar jenis MacKinnon, pembuatan profil habitat dan wawancara. Indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener diperoleh nilai 2,921, termasuk kategori tinggi. Jumlah jenis burung tercatat sebanyak 22 jenis burung. Kategori tingkat pertemuan jenis burung yang mudah yaitu madu kelapa, bondol jawa, burung gereja dan cucak kutilang. Penggunaan beberapa tipe strata pohon sebagai lokasi mencari makan, bermain atau bercengkrama satu dengan yang lainnya dan beristirahat. Burung-burung tersebut tidak selamanya menggunakan hanya satu tipe habitat tetapi beberapa burung menggunakan beberapa tipe habitat dalam kegiatan sehari-harinya. Hasil analisis vegetasi diperoleh tingkat pohon teridentifikasi sembilan jenis sesuai keadaan kawasan hutan kota yang sebelumnya merupakan perkebunan karet (*Hevea brasiliensis*) dan tingkat dominasi jenis karet berjumlah 14 individu. Indeks Nilai Penting (INP) untuk kategori tingkat tiang dengan nilai INP tertinggi yaitu karet sebesar 54.08 %, dan tingkat tiang kedua tertinggi yaitu Eboni (*Diospyros celebica*) sebesar 48.13 %.

Kata kunci: keanekaragaman jenis burung, hutan kota, profil habitat, analisis vegetasi

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Pesatnya pembangunan di wilayah perkotaan telah membawa dampak positif maupun negatif bagi lingkungan, pengaruh pembangunan kota terhadap komponen lingkungan pada umumnya mengubah keadaan fisik lingkungan alam menjadi lingkungan buatan manusia. Dampak positif pembangunan berupa meningkatnya taraf hidup masyarakat dan bertambahnya sarana dan prasarana di perkotaan sedangkan dampak negatif pembangunan ini antara lain terjadinya penurunan kualitas lingkungan dan terganggunya kestabilan ekosistem perkotaan.

Banyaknya anggapan masyarakat bahwa penggunaan ruang terbuka hijau tidaklah begitu penting jika dibandingkan dengan pembangunan sarana kota lainnya seperti gedung, jalan, jembatan dan bangunan lainnya yang terbangun di atas permukaan tanah. Kini ruang terbuka hijau yang seharusnya diperluas dan dikembangkan, justru dialihfungsikan untuk keperluan sarana lainnya seperti kantor, gedung, hotel dan bangunan lainnya.

Besarnya manfaat hutan kota membuat Pemda DKI Jakarta menetapkan kawasan Bumi Perkemahan dan Graha Wisata (BUPERTA) Cibubur menjadi hutan kota, dalam kawasan tersebut terdapat beberapa sumber kehidupan bagi kelangsungan hidup makhluk hidup. Selain sebagai habitat bagi satwa di kawasan tersebut terdapat danau, yang pada saat musim penghujan danau tersebut berfungsi sebagai daerah resapan air hujan dari wilayah sekitar Cibubur, dan danau sering dijadikan sebagai wahana wisata air.

Sebagian satwa yang masih dapat bertahan hidup di hutan kota sampai sekarang adalah jenis burung. Menurut Sujatnika (1995) keberadaan suatu jenis burung dapat dijadikan sebagai indikator keanekaragaman hayati karena kelompok burung memiliki sifat-sifat yang mendukung

yaitu hidup di seluruh habitat, peka terhadap perubahan lingkungan dan kehidupannya serta penyebarannya telah cukup diketahui. Arumsari (1989) menyatakan burung merupakan bagian dari komponen ekosistem yang mempunyai interaksi dan saling tergantung dengan lingkungan sehingga keberadaan burung dalam ekosistem perlu dipertahankan.

Konservasi burung di Indonesia saat ini masih terpusat pada kawasan konservasi seperti cagar alam, suaka margasatwa, dan taman nasional. Burung merupakan satwa liar yang memiliki tingkat mobilitas yang tinggi dan mampu beradaptasi pada berbagai tipe habitat yang luas (Welty, 1982), sehingga upaya konservasi juga diperlukan di kawasan non konservasi. Salah satu kawasan non konservasi yaitu hutan kota karena letaknya yang berada di tengah kota di mana pengaruh eksternal akan terasa langsung dampaknya terhadap hutan kota. Untuk meningkatkan konservasi burung di kawasan hutan kota diperlukan kualitas lingkungan yang baik ditunjang dengan adanya penutupan areal vegetasi yang besar.

B. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang, maka masalah pada penelitian ini dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana keanekaragaman jenis burung yang ada di Hutan Kota BUPERTA Cibubur?
2. Bagaimana profil habitat sebagai penunjang kehidupan burung di Hutan Kota BUPERTA Cibubur?

C. Tujuan

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi:

1. Keanekaragaman jenis burung yang terdapat di Hutan Kota (BUPERTA) Cibubur.
2. Tipe strata jenis burung di Hutan Kota BUPERTA Cibubur.

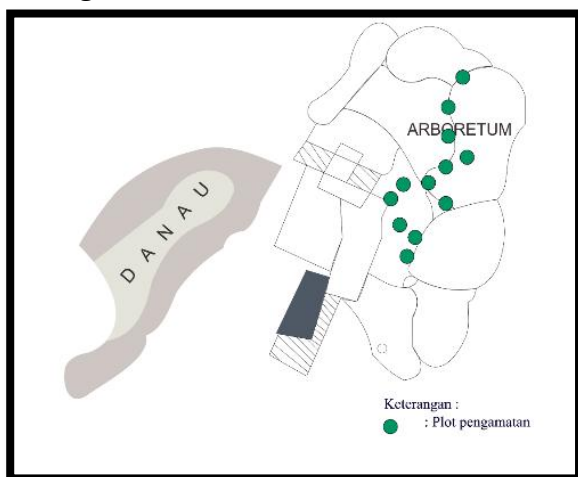
II. METODE PENELITIAN

A. Data Burung

Data utama dalam penelitian ini adalah data burung meliputi spesies burung dilengkapi nama lokal dan nama ilmiah, waktu pertemuan, jumlah individu untuk mengetahui kelimpahan setiap jenis dan sebaran spesies dalam suatu kawasan, aktivitas dan perilaku burung saat perjumpaan, posisi burung saat pengamatan, dan status perlindungan yang terkait setiap jenis burung. Metode yang dipakai adalah metode IPA atau titik hitung dan Daftar Jenis MacKinnon.

1. Metode *Index Point of Abundance* (IPA)

Metode IPA atau titik hitung (Bibby, Jones, & Marsden, 2000; Muttaqin, Budi, Wasis, Siregar, & Corryanti, 2016) merupakan metode untuk mengetahui kelimpahan jenis burung yang ada di suatu habitat. Pengamatan dilakukan pada pagi hari mulai pukul 07.00 – 10.00 wib dan sore hari mulai pukul 15.00 – 17.00 wib. Pada metode ini, pengamat tetap berdiri dalam satu lokasi yang telah ditetapkan selama 10 menit dan mencatat semua burung yang terlihat maupun terdengar.



Gambar 1 Sebaran plot-plot pengamatan

Setiap plot memiliki jari-jari 20 m. Jarak antar titik pusat plot yang satu dengan yang lainnya minimal sejauh 40 m. Hal ini

bertujuan agar setiap plot tidak terjadi tumpang tindih area pengamatan yang dapat mengakibatkan pengulangan pencatatan burung yang sudah ada di plot sebelumnya yang berdekatan.

2. Daftar Jenis MacKinnon

Pengamatan dengan metode Daftar Jenis MacKinnon (MacKinnon, Philips, & van Balen, 2010) merupakan metode alat bantu lain untuk menghitung penemuan jenis dan indeks kelimpahan relatif. Pada Daftar Jenis MacKinnon, waktu yang dibutuhkan pengamat untuk mencatat suatu jumlah jenis telah ditentukan sebelumnya. Kelebihan metode ini adalah relatif kurang dipengaruhi oleh perbedaan kemampuan dan konsentrasi pengamat. Teknik dalam metode Daftar Jenis MacKinnon yaitu pengamat membuat daftar jenis dengan mencatat setiap jenis yang baru. Satu jenis hanya boleh dicatat satu kali pada setiap daftar tetapi bisa dicatat pada daftar selanjutnya. Panjangnya daftar mencapai 10 jenis burung. Apabila satu tabel daftar jenis sudah terisi penuh, maka dilakukan pencatatan ulang jenis burung pada tabel berikutnya.

Aktivitas yang diamati dimulai pagi hari saat burung mulai berkicau hingga malam hari. Data aktivitas burung yang diamati seperti bertengger, bertelur, makan, minum, berkicau, dan sebagainya. Semua aktivitas burung yang ditemukan di habitatnya dicatat sebagai bahan informasi untuk identifikasi burung. Data strata perjumpaan burung mengacu pada van Balen (1984). Data pemanfaatan habitat oleh burung diambil dengan mencatat seluruh aktivitas dan perilaku burung yang terlihat saat perjumpaan (Tabel 1).

Tabel 1 Interval penyebaran burung secara vertikal

No.	Tempat	Ketinggian (meter)
1	Lantai / tanah	0,00-0,15
2	Semak-semak rendah	0,15-0,60
3	Semak-semak sedang	0,60-1,80
4	Semak-semak tinggi	1,80-4,50
5	Pohon di bawah tajuk	4,50-15,00
6	Pohon di atas tajuk	>15,00

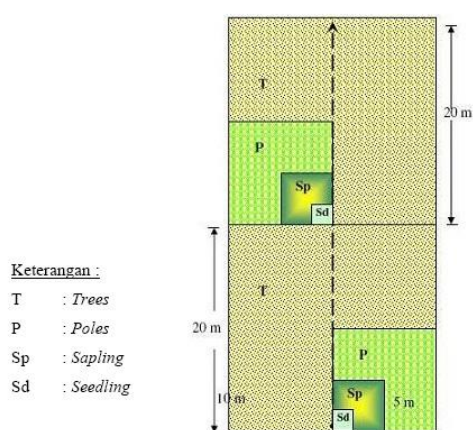
Sumber: van Balen (1984)

Adapun pembagian tajuk menjadi tiga bagian yaitu puncak, tengah, dan tepi (Halle & Oldeman, 1975). Batasan bagian puncak tajuk adalah 1/3 bagian atas dari tinggi total tajuk. Bagian tepi tajuk adalah 1/3 bagian dari tepi sedangkan tengah tajuk adalah selain yang termasuk bagian puncak dan tepi tajuk. Pada bagian pemanfaatan batang terbagi menjadi dua bagian yaitu bagian atas dan bagian bawah. Bagian bawah batang dibatasi ketinggian 0,15 m sesuai dengan ketinggian lantai atau tanah. Pembagian ruang semak sama seperti pembagian ruang tajuk namun dihilangkan bagian batangnya.

B. Data Habitat

Data habitat burung mencakup kondisi biotik dan abiotik yang terbagi menjadi dua macam, yaitu data vegetasi dan data satwa-satwa lain yang ada dalam satu tipe habitat. Keberadaan satwa-satwa lain dalam habitat burung dapat menjadi sumber pakan bagi burung-burung yang tergolong jenis karnivora atau insektivora.

Kondisi habitat burung ditinjau dari parameter tegakan ditentukan dengan cara analisis vegetasi, yaitu membuat petak contoh pada lokasi yang dapat mewakili wilayah jelajah burung dengan menggunakan metode garis berpetak (Gambar 2).



Gambar 2 Ilustrasi metode garis berpetak

Ketentuan ukuran petak contoh untuk tingkat semai (tinggi <1,5) adalah 2x2 m, tingkat pancang (diameter <10 cm dengan tinggi >1,5 m) adalah 5x5 m, tingkat tiang

(diameter 10-20 cm) adalah 10x10 m dan tingkat pohon (diameter >20 cm) adalah 20x20 m (Soerianegara & Indrawan, 1978). Panjang jalur untuk petak pengambilan data ditentukan 100 m.

Adapun keanekaragaman vegetasi diambil dengan cara analisis vegetasi sederhana menggunakan metode transek. Panjang jalur transek untuk setiap plot adalah 50 meter dan lebar plot adalah 10 meter dan jumlah plot yang diambil sebanyak 10 plot. Pada setiap plot dicatat seluruh jenis pohon yang ada dengan mengukur tinggi, tinggi bebas cabang dan lebar tajuk.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tingkat Pertemuan Jenis Burung

Pertemuan jenis burung dalam satu kawasan memiliki *range* yang berbeda pada setiap waktu pengamatan. Waktu pengamatan serta kondisi lapangan dan habitat burung merupakan faktor lainnya. Kawasan Hutan Kota BUPERTA Cibubur yang menjadi salah satu daerah hijau di sekitar padatnya perkotaan Cibubur menjadi habitat bagi beberapa jenis burung. Pengamatan dan proses identifikasi jenis-jenis burung yang ada dalam kawasan BUPERTA memiliki kategori tingkat pertemuan yang beragam (Tabel 2).

Tabel 2 Tingkat pertemuan jenis beberapa jenis burung dalam kawasan Arboretum

No.	Pertemuan Jenis Burung	Jenis Burung
1	Sangat Sulit : <10%	Caladi tilik, cipoh cacat.
2	Sulit : 10%- 19,9%	Raja udang meninting, kekep babi, wiwik lurik, cekakak sungai, gelatik batu kelabu
3	Jarang : 20%- 39,9%	Walet linchi, kacamata biasa, madu sriganti, cinenen pisang, sepah kecil
4	Umum : 40%-59,9%	Cabai jawa, bondol peking, cinenen jawa
5	Sering : 60%- 79,9%	Perkutut jawa, Layang- layang batu
6	Mudah : 80%-100%	Madu kelapa, bondol jawa, burung gereja, cucak kutilang

Klasifikasi tingkat pertemuan jenis di kawasan Hutan Kota BUPERTA Cibubur dari segi jumlah jenis pada enam kategori, diklasifikasikan pada jarang dan sulit yang sangat mendominasi. Hasil tersebut melalui pengamatan pada pagi hari dan sore hari. Beberapa jenis burung dapat dijumpai pada saat matahari sudah terbit penuh sehingga beberapa bagian hutan sudah terang. Kondisi ini menjadi waktu ideal pengamatan, saat burung sudah melakukan aktivitas seperti mencari makan dan berjemur. Seperti jenis burung cucak kutilang yang dapat dengan mudah dijumpai di pinggiran hutan sebelum masuk ke dalam hutan. Aktivitas yang berlangsung seperti berjemur atau pun mandi menjadi pemandangan yang sering dilihat.

Tingkat pertemuan jenis di suatu kawasan berbeda pada setiap kategorinya, segi jumlah perjumpaan serta jenisnya yang menimbulkan kesimpulan sementara mengapa hal tersebut bisa terjadi. Kasus di kawasan hutan Arboretum BUPERTA Cibubur, ditemukan hanya ada dua jenis burung yang masuk dalam kategori sangat sulit ditemui yang kebanyakan pada jenis burung kecil. Hal tersebut tidak lepas dari bagaimana morfologi dari kedua burung tersebut yang terbilang berukuran kecil. Seperti burung kipoh kacat yang memiliki morfologi berbadan kecil dan warna bulu badan hijau kekuningan yang mendominasi serta sekilas memang seperti menyatu dengan warna daun tanaman muda. Burung pemakan serangga ini biasa hinggap di ranting tengah pohon atau di semak sehingga untuk mendapatkan penampakan secara baik harus menunggu dengan sabar.

B. Indeks Keanekaragaman Jenis

Suatu komunitas yang stabil dan baik akan mempunyai keanekaragaman jenis burung yang tinggi, dengan tingkat tinggi rendahnya keanekaragaman hanya bisa ditentukan jika membandingkan dua atau lebih komunitas (Odum, 1971). Menurut Sheldon (1969) dalam Mendidit, Gunawan, & Nurhadi (2003), indeks keanekaragaman

Shannon-Wiener yang digunakan dalam fungsi perhitungan adalah fungsi dari dua komponen yaitu kekayaan atau jumlah jenis dan indeks keseragaman antar habitat. Hasil keanekaragaman burung di Hutan Kota BUPERTA Cibubur yang dilakukan di kawasan Arboretum disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3 Hasil perhitungan Indeks Keanekaragaman jenis burung

No	Jenis Burung	(H')
1	Madu kelapa	0,243
2	Bondol jawa	0,235
3	Burung gereja	0,221
4	Perkutut jawa	0,179
5	Walet linchi	0,173
6	Burung cabai jawa	0,173
7	Cucak kutilang	0,166
8	Layang-layang batu	0,160
9	Bondol peking	0,139
10	Cinenen jawa	0,139
11	Tekukur	0,124
12	Cinenen pisang	0,108
13	Cipoh kacat	0,099
14	Cekakak sungai	0,099
15	Madu sriganti	0,099
16	Gelatik batu kelabu	0,099
17	Sepah kecil	0,099
18	Caladi tilik	0,090
19	Kacamata biasa	0,090
20	Kekep babi	0,070
21	Wiwik lurik	0,070
22	Raja udang meninting	0,047
Jumlah		2,922

Indeks keanekaragaman jenis burung diperoleh nilai 2,922 termasuk dalam kategori tinggi. Kawasan Arboretum Hutan Kota BUPERTA Cibubur menjadi kawasan habitat bagi burung-burung yang ada. Kondisi kawasan yang terbilang baik dan sesuai untuk keberlangsungan hidup burung, mulai kebutuhan untuk mencari makan dan berkembang biak.

Bentuk habitat yang terdapat di Hutan Kota BUPERTA Cibubur merupakan kawa-

san ruang terbuka hijau, ditunjukkan vegetasi yang terdapat tidak jauh berbeda dengan ruang terbuka hijau lainnya yang ada di Jakarta serta keberadaan vegetasi ini sengaja ditanam atau telah tumbuh dengan sendirinya. Habitat pada Arboretum ini memiliki beberapa jenis pohon yang menjadi habitat bagi burung. Kondisi vegetasi yang didominasi pohon membuat kawasan ini memiliki tingkat keanekaragaman jenis burung lebih banyak daripada kawasan lain yang berada satu kompleks dengan Hutan Kota BUPERTA Cibubur.

Kondisi kawasan Arboretum merupakan kubangan air seperti rawa serta tersusun atas vegetasi rerumputan. Daerah sekitarnya tersebut masih terdapat sawah yang banyak mengundang burung jenis pemakan biji seperti bondol peking, gereja erasia dan cucak kutilang. Adanya ruang terbuka lainnya seperti tempat pemakaman, kebun pekarangan rumah yang memiliki pohon dan tanaman pakan. Menurut Peterson (1980) bahwa penyebaran burung erat hubungannya dengan ketersediaan makanan, dengan kata lain burung memerlukan tempat khusus untuk hidupnya. Selain itu penyebaran burung dipengaruhi oleh kesesuaian lingkungan hidup burung meliputi adaptasi terhadap lingkungan, kompetisi dan seleksi alam, karena burung merupakan satwa liar pengguna ruang yang cukup baik, hal ini dapat ditinjau dari penyebarannya.

C. Profil Habitat

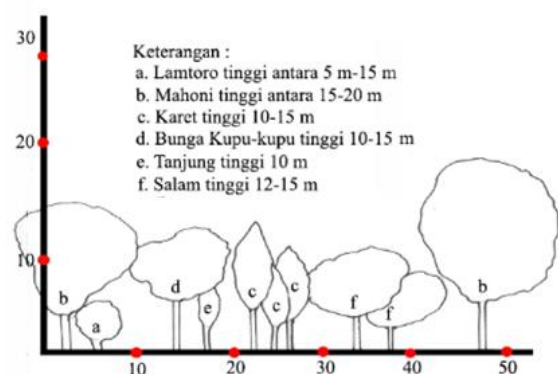
Beberapa tipe habitat di kawasan Hutan Kota BUPERTA Cibubur dimanfaatkan oleh burung dalam kegiatan sehari-harinya. Penggunaan beberapa tipe habitat seperti lokasi mencari makan, bermain, bercengkrama satu dengan yang lainnya serta beristirahat. Namun tidak selamanya burung tersebut menggunakan hanya satu tipe habitat tetapi ada beberapa burung yang menggunakan beberapa tipe habitat dalam kegiatan sehari-harinya. Hal tersebut digambarkan dengan bentuk profil habitat di bawah ini:

1. Profil habitat tidur

Aktivitas isitirahat yang dilakukan oleh burung menjelang siang dan malam, banyak dilakukan di bagian strata tengah pohon sampai tajuk atas. Seperti burung cinenen jawa yang waktu istirahatnya dilakukan sekitar pukul 11.00 wib berada pada strata tajuk pohon bagian tengah dan tepi tajuk pohon. Tinggi vegetasi untuk istirahat berkisar antara 6 m sampai 15 m. Beberapa jenis burung lain yang teramati pada profil habitat ini yaitu cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*), burung gereja (*Passer montanus*) dan cinenen pisang (*Orthotous sutorius*).

Waktu istirahat yang dilakukan oleh sebagian burung untuk menghemat tenaga serta menghindari cuaca panas. Kondisi kawasan yang tidak menentu membuat beberapa burung banyak melakukan aktivitas istirahat pada siang hari. Jenis burung-burung kecil banyak dijumpai di kawasan Hutan Kota BUPERTA Cibubur melakukan aktivitas istirahat pada rentang waktu jam 11.00-15.00 wib. Menjelang senja mereka akan kembali ke habitat dan pohon untuk tidur (istirahat). Pemilihan habitat tidur bagi burung sangat ditentukan oleh faktor keselamatan serta kenyamanan yang menjadi prioritas bagi burung. Pembagian jenis pohon untuk habitat tidur jenis burung (Gambar 3) bukan hanya dilihat dari ukuran tubuh namun ada faktor lainnya.

Profil Habitat Pohon Tidur Jenis Burung di Hutan Kota BUPERTA Cibubur Tahun 2016



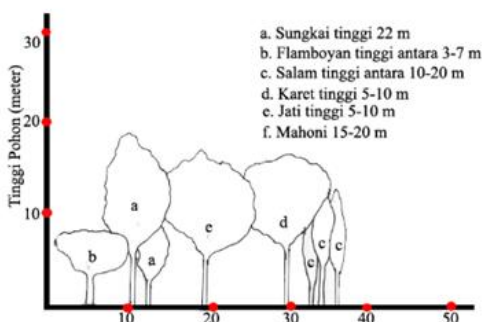
Gambar 3 Profil habitat tidur burung

2. Profil habitat makan

Wilayah pencarian makan tersusun atas gugusan habitat yang nantinya sangat bermanfaat bagi satwa sebagai tempat untuk mencari atau mendapatkan makanan bagi burung, serta beberapa tumbuhan yang terdapat dalam gugus itu dimanfaatkan oleh burung sebagai pakan atau perlindungan. Gugus-sumberdaya (pakan), ketika terjadi pada skala kecil bahkan lebih kecil dari 200 meter dapat berpengaruh langsung terhadap taktik perilaku secara individu (Hunter *et al.* 1992 dalam Arumasari 1989). Hasil pengamatan sebagai berikut (Gambar 4):

- 1) Lapisan tanah: pada lapisan ini digunakan oleh burung tekukur (*Streptopelia chinensis*), cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*) dan burung gereja (*Passer montanus*).
- 2) Lapisan semak: pada lapisan ini digunakan oleh burung bondol peking (*Lonchura punctulata*), bondol jawa (*Lonchura leucogastroides*).
- 3) Lapisan sub-kanopi: pada lapisan ini digunakan oleh burung cucak kutilang (*Pycnonotus aurigaster*), cinenen jawa (*Orthotomus sutorius*).
- 4) Lapisan kanopi: pada lapisan ini digunakan oleh burung madu sriganti (*Nectarina jugularis*), sepah kecil (*Pericrocotus cinamomeus*) dan lain-lain.
- 5) Lapisan udara: pada lapisan ini digunakan antara lain oleh wallet linchi (*Collocalia linchi*) dan layang-layang batu (*Hirundo tahitiica*).

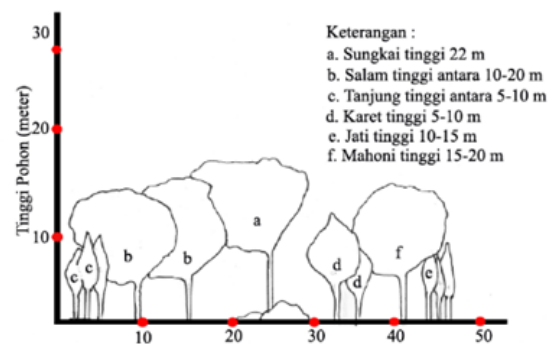
Profil Habitat Makan Jenis Burung di Hutan Kota BUPERTA Cibubur



Gambar 4 Profil habitat mencari makan burung

Aktivitas bermain beberapa jenis burung kadang-kadang berbeda dengan lokasi serta ketinggian tajuk pohon dalam mencari makan. Kisaran penggunaan vegetasi untuk aktivitas bermain pada ketinggian antara 5 m sampai 31 m. Beberapa burung yang tampak pada profil habitat ini yaitu cucak kutiang (*Pycnootus aurigaster*), cabai jawa (*Dicaeum trochileum*), burung gereja (*Passer montanus*) dan cipoh kacat (*Aegithina tiphida*) (Gambar 5). Beberapa jenis burung juga melakukan aktivitas bermain di lantai dasar hutan serta sungai atau pun danau.

Profil Habitat Bermain Jenis Burung di Hutan Kota BUPERTA Cibubur Tahun 2016



Gambar 5 Profil habitat bermain burung

3. Persebaran vertikal jenis burung

Burung yang dikenal memiliki daya jelajah sangat tinggi menjadikan daerah sebaran burung pada suatu kawasan sangat luas. Persebaran tersebut mengacu pada daerah dimana burung tersebut mencari makan dan bermain. Waktu mencari makan burung terbagi menjadi dua kelompok yaitu burung jenis *diurnal* yaitu pada pagi dan sore hari menjelang tidur. Kelompok lainnya yaitu jenis burung *nocturnal* seperti burung hantu hanya melakukan pencarian makan pada senja hari sampai menjelang pagi. Berkaitan dengan persebaran suatu jenis burung bahwa semakin banyak area mencari makan maka akan sering mendatangi kawasan tersebut.

Kawasan Arboretum yang dikenal menjadi daerah hijau di kawasan Hutan Kota BUPERTA Cibubur banyak dijumpai burung. Kerapatan vegetasi pohon yang ada menjadikan kawasan yang baik untuk burung

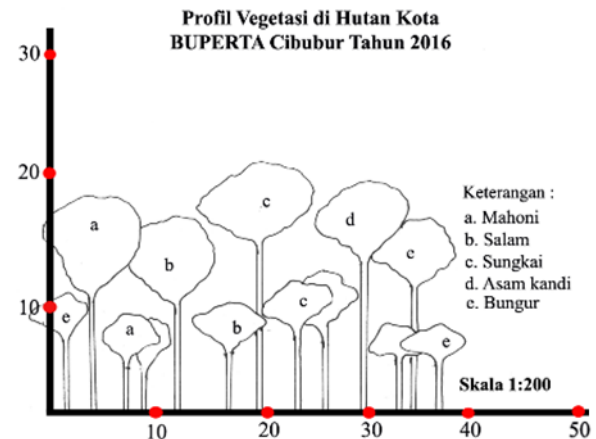
mencari makan, bermain dan tidur. Adapun persebaran secara vertikal suatu jenis burung untuk menentukan penggunaan strata pohon. Beberapa burung juga melakukan aktivitas di lantai hutan seperti di semak dan daerah padang rumput (Gambar 6).



Gambar 6 Sebaran vertikal perjumpaan burung

4. Kondisi vegetasi

Kondisi vegetasi dengan menggunakan teknik analisis vegetasi di kawasan Hutan Kota BUPERTA Cibubur Jakarta Timur, diperoleh data mengenai tingkat pancang dan pohon. Data tersebut mengacu pada pertumbuhan pohon serta kondisi kawasan hutan yang digunakan sebagai kawasan perkemahan dan wisata masyarakat. Struktur vegetasi pohon yang ada di kawasan Arboretum terbilang cukup rapat. Pada beberapa titik masih dijumpai pohon-pohon dengan diameter besar serta bertajuk lebar. Ketinggian pohon maksimal 20-25 m bisa di jumpai dikawasan hutan (Gambar 7). Pada pinggiran hutan rapat dengan komposisi tiang dan pancang, namun di dalam hutan ditemui mendekati kategori pohon.



Gambar 7 Profil vegetasi di Arboretum Hutan Kota BUPERTA Cibubur

Rerata ketinggian pohon mencapai 15-30 m dengan keadaan tajuk rapat pada beberapa bagian hutan. Kondisi lingkungan hutan yang rapat dan sinar matahari sedikit yang mencapai lantai hutan membuat lantai hutan ditumbuhi tumbuhan sejenis epifit dan liana. Beberapa bagian dalam areal kawasan Arboretum, kanopi atau tajuk pohon tidak begitu rapat sehingga sinar matahari masih dapat menembus hingga ke lantai hutan. Tumbuhan yang terdapat di lantai hutan tersebut kebanyakan berhabitus tera seperti paku-pakuan. Terna merupakan tumbuhan yang memiliki ciri khas berbatang lunak dikarenakan tidak memiliki unsur kayu di dalamnya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

1. Keanekaragaman jenis burung di kawasan Hutan Kota BUPERTA Cibubur mencakup empat jenis burung yang masuk dalam kategori mudah dalam tingkat pertemuan jenis yaitu madu kelapa, bondol jawa, burung gereja, cucak kutilang serta kebanyakan merupakan jenis burung bertubuh kecil. Indeks keanekaragaman jenis mencapai nilai keseluruhan 2,921; menempatkan burung madu kelapa dengan nilai tertinggi (0,243).
2. Profil habitat sebagai penunjang kehidupan burung di Hutan Kota

BUPERTA Cibubur digolongkan berdasarkan tingkat penggunaan secara umum oleh burung sebagai daerah mencari makan, bermain dan tidur.

B. Saran

1. Perlunya penelitian lanjutan mengenai keanekaragaman jenis burung yang ada, sehingga data tentang keanekaragaman jenis burung dalam kawasan semakin *valid* dan representatif.
2. Perlunya penelitian mengenai dampak kegiatan manusia di dalam kawasan terhadap burung dan satwa lain.
3. Perlunya membuat papan interpretasi mengenai jenis-jenis burung yang ada di dalam kawasan sehingga masyarakat mengetahui jenis burung di Kawasan hutan kota BUPERTA Cibubur.

DAFTAR PUSTAKA

- Arumsari, R. (1989). *Komunitas Burung pada Berbagai Habitat di kampus UI Depok* (Skripsi). Jurusan Biologi FMIPA UI, Depok.
- Bibby, C., Jones, M., & Marsden, S. (2000). *Teknik-teknik Ekspedisi Lapangan Survei Burung*. Bogor: BirdLife International-Indonesia Programme.
- Halle, F., & Oldeman, R.A.A. (1975). *An essay on the architechture and dynamics of growth of tropical trees*. Kuala Lumpur, Malaysia: Universiti Malaya.
- MacKinnon, J., Phillips, K., & van Balen, B. (1998). *Panduan Burung di Lapangan Burung-burung di Sumatera, Jawa, Bali dan Kalimantan*. Bogor: Puslitbang-LIPI.
- Mendit, A., Gunawan & M. Nurhadi, M. (2003). *Komposisi Keanekaragaman Jenis Burung di Resort Way Kanan, Taman Nasional Way Kambas, Lampung Tengah, Lampung* (Kuliah Kerja Lapang). Universitas Nasional, Jakarta.
- Muttaqin, Z., Budi, S.W., Wasis, B., Siregar, I.Z., & Corryanti. (2016). Peranan Burung Sebagai Agen Penyebaran Benalu pada Jati di Kebun Benih Klonal (KBK) Padangan, Perum Perhutani. *Zoo Indonesia*, 25(2), 90-106.
- Odum, E. P. (1971). *Fundamental of Ecology*. London: W.B. Saunders Company London University.
- Peterson R.T. (1980). *Burung*. Jakarta: Pustaka Alam Life, Tiara Pustaka.
- Soerianegara, I., & Indrawan 1978. *Ekologi Hutan Indonesia*. Bogor: Fakultas Kehutanan IPB.
- Sujatnika, P. Joseph, P., Soehartono T.R., Crosby N.J., & Mardiasuti, A. (1995). *Melestarikan Keanekaragaman Haya-ti Indonesia: Pendekatan Daerah Burung Endemik*. Jakarta: PHPA/BirdLife International-Indonesia Programme.
- van Balen, B. (1984). *Bird Count and Bird Observation in the Neighbourhood of Bogor*. The Netherlands: Nature Conservation Dept. Agriculture University Wageningen.
- Welty, J. C. (1982). *The Life of Bird*. Philadelphia: Saunders College Pub-lising.

**MODEL SEBARAN SPASIAL DAN KESESUAIAN HABITAT
SPESIES INVASIF MANTANGAN (*Merremia peltata* (L.) Merr.)
DI TAMAN NASIONAL BUKIT BARISAN SELATAN
(*Spatial Distribution Model and Habitat Suitability of Invasive Species of Mantangan (*Merremia peltata* (L.) Merr.) in Bukit Barisan National Park*)**

Rudi Hermawan¹, Agus Hikmat², Lilik Budi Prasetyo³, Titiek Setyawati⁴

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Nusa Bangsa, Bogor
email: rudihermawanipb@gmail.com

²Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas IPB
email: ahikmat62@yahoo.com

³Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas IPB
email: lbprastdp@yahoo.com

⁴Pusat Litbang Konservasi dan Rehabilitasi, Bogor.
email: titiek2962@gmail.com

ABSTRACT

Some of conservation area is invaded by some invasive species like *Merremiapeltata* in Bukit Barisan Selatan National Park. The aim of this study is to identify the distribution and habitat characteristics of *M. peltata*, as well as building a model of the spatial distribution and habitat suitability of *M. peltata* Tampang Resort, BBSNP. The research was conducted at Resort Tampang, BBSNP, from March to May 2014. For modeling, have been used 9 independent variables, like distance from the road, distance from the garden, elevation, slope, aspect, surface temperature, Normalized Difference Index (NDVI), Normalized Moisture Index (NDMI), and Forest Canopy Density (FCD). Modeling process that have been done with binary logistic regression used GIS-based modeling. The result of habitat suitability analysis show that the most suitable habitat for *M. peltata* at the Tampang Resort BBSNP is at elevation of 0-100 meters above sea level, slope 8-15%, aspect 90-180degrees, distances from the road >800 meters, distance from the garden/human activities >800 meter, surface temperature <26°C, NDVI values between 0.42-0.62, NDMI value between 0.3-0.4, and FCD value between 50-75%. The results of validation test shows that model can predict 96.87% of *M. peltata* presence, and 50% of *M. peltata* absence at Tampang Resort, BBSNP.

Key words : Spatial distribution model, invasive species, Habitat suitability, *Merremia peltata*

ABSTRAK

Beberapa kawasan konservasi mengalami ancaman spesies invasif seperti *Merremia peltata* di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. Tujuan penelitian ini yaitu mengidentifikasi distribusi dan karakteristik habitat *Merremia peltata* sebagai spesies invasif serta membangun model distribusi spasial dan kesesuaian habitat *M. peltata* di Resort Tampang, TNBBS. Penelitian telah dilakukan di Resort Tampang, TNBBS, dari Maret hingga Mei 2014. Pemodelan menggunakan 9 peubah bebas, yaitu jarak dari jalan, jarak dari kebun, ketinggian tempat, kelerengan, arah kelerengan, suhu permukaan, Normalized Difference Vegetation Index (NDVI), Normalized Difference Moisture Index (NDMI), dan Forest Canopy Density (FCD). Proses pemodelan dilakukan dengan menggunakan analisis regresi logistik biner dan pendekatan Global Information System (GIS). Hasil analisis menunjukkan bahwa faktor habitat yang paling sesuai yaitu pada ketinggian tempat 0 – 100 mdpl, kelerengan 0 – 8%, arah kelerengan 0 – 90 derajat, jarak dari jalan >800 meter, jarak dari kebun >800 meter, suhu permukaan <26°C, nilai NDVI antara 0,42 – 0,62, nilai NDMI antara 0,3 – 0,4, dan nilai FCD antara 50% – 75%. Hasil uji validasi menunjukkan bahwa model yang dibangun mampu memprediksi kehadiran mantangan hingga 96,87%, dan mampu memprediksi ketidakhadiran hingga 50% di Resort Tampang TNBBS.

Kata kunci : Model sebaran spasial, kesesuaian habitat, spesies invasif, *Merremia*

I. PENDAHULUAN

Kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) yang luasnya 315.695 ha mengalami tekanan habitat oleh adanya spesies tumbuhan lokal yang invasif, khususnya di Resort Tampang. Tumbuhan tersebut adalah mantangan (*Merremia peltata* (L.) Merr.), termasuk dalam family Convolvulacea. Saat ini, 2% dari total luas kawasan TNBBS terinvasi oleh mantangan (Azis 2012, FORDA 2013, dan Master *et al.* 2013). Mantangan di TNBBS dikategorikan sebagai tumbuhan lokal yang invasif karena keberadaannya membahayakan bagi lingkungan. Bahaya yang ditimbulkan bagi lingkungan tersebut seperti menjadi pesaing spesies asli lainnya yang mengisi relung ekologis yang sama; mengganggu jaring makanan; mengurangi keanekaragaman hayati, antara lain membunuh spesies asli lainnya dengan cara mencekik; mengancam populasi tumbuhan yang ada di sekitar tempat tumbuhnya; menurunkan tingkat kualitas habitat; mengganggu nilai estetika alamiah; dan menghambat mobilitas fauna besar di TNBBS. Salah satu contoh kasus bahaya invasi dari mantangan yaitu mengganggu habitat alami beberapa jenis satwa liar di TNBBS (Master *et al.* 2013).

Kecepatan pertumbuhan mantangan di TNBBS tidak terlepas dari faktor-faktor yang mempengaruhi kesesuaian habitatnya. Faktor-faktor tersebut bisa berupa biologi, fisika, lingkungan, maupun faktor manusia. Sampai saat ini belum ada penelitian terkait model spasial sebaran dan kesesuaian habitat mantangan di TNBBS dengan pendekatan Sistem Informasi Geografis (SIG). Menurut Hasan (2012) salah satu metode yang dapat digunakan untuk mendapatkan informasi faktor-faktor habitat yang penting bagi suatu spesies adalah pemodelan berbasis SIG. Tujuan penelitian ini adalah mengetahui model sebaran spasial dan kesesuaian habitat mantangan di Resort Tampang, TNBBS.

II. METODE PENELITIAN

A. Lokasi dan Waktu

Penelitian dilaksanakan pada Maret 2014. Lokasi penelitian berada di Resort Tampang (18.079,89 ha), Kawasan Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS). Analisis data dilakukan di Laboratorium Analisis Lingkungan dan Pemodelan Spasial, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.

B. Alat dan Bahan

Objek penelitian adalah mantangan (*Merremia peltata* (L.) Merrill). Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu kompas, pita ukur, *tallysheet*, tambang plastik, meteran, alat *Global Positioning System* (GPS) *receiver*, kamera digital, binokuler, SPSS Statistic 19, MINITAB 16, Arc GIS 9.3, dan ERDAS Imagine 9.1, FCD Software, citra LANDSAT 8/OLI (*Onboard Operational Land Imager*) path 124/row64 USGS akuisisi 4 Juni 2013, Aster DEM (*Digital Elevation Model*), peta batas kawasan dan peta zonasi dari TNBBS, dan peta rupa bumi skala 1:50.000 dari BIG (Badan Informasi Geospasial).

C. Pengumpulan Data

1. Peta jarak dari jalan dan jarak dari kebun

Peta jarak dari jalan diperoleh dari peta rupa bumi skala 1:50.000 yang kemudian dianalisis dengan metode *euclidian distance* menggunakan ArcGIS 9.1 dan diubah menjadi layer raster dengan ERDAS Imagine 9.3. Peta jarak dari kebun diperoleh dari hasil pemeriksaan lapangan. Berdasarkan hasil pemeriksaan lapangan maka kebun masyarakat tersebar di sebelah timur yang berbatasan langsung dengan batas areal Resort Tampang, TNBBS.

2. Ketinggian tempat, arah lereng, dan kelerengan

Peta ketinggian tempat, arah lereng, dan kelerengan diperoleh dari peta (*layer*) hasil rekaman satelit ASTER (*Advanced Spaceborne Thermal Emission and Reflection*

Radiometer) dalam bentuk DEM (*Digital Elevation Model*). ASTER DEM tersebut diolah dengan bantuan perangkat lunak ArcGis 9.3 sehingga menghasilkan peta ketinggian tempat, arah lereng, dan kelerengan.

3. Peta kerapatan tajuk (dilakukan dengan menggunakan data NDVI dan FCD)

Peta kerapatan tajuk menghasilkan dua variable spasial, yaitu variable NDVI dan variable FCD. Variabel NDVI diperoleh dari hasil analisis terhadap citra Landsat dengan melibatkan kanal (*band*) 4 dan kanal 5. Sedangkan variable FCD diperoleh dari hasil analisis Citra Landsat software FCD mapper.

4. Peta suhu dan kelembaban (dengan suhu dan NDMI)

Peta suhu dan NDMI dilakukan dengan melakukan analisis terhadap citra Landsat. Peta suhu diperoleh dari hasil analisis nilai radiasi spectral dari citra Landsat kanal (*band*) 10 serta konversi satuan suhu dari kelvin ke celcius. Peta NDMI diperoleh dari hasil analisis citra Landsat kanal (*band*) 5 dan kanal (*band*) 6.

5. Kehadiran dan ketidakhadiran mantangan di lapangan

Data kehadiran dan ketidakhadiran Mantangan diperoleh dari hasil pemeriksaan pada kondisi lapangan yang dipadukan dengan peta hasil *overlay* antara variabel jarak dari jalan, jarak dari kebun, ketinggian tempat, lereng, kelerengan, NDVI, FCD, suhu, dan NDMI.

D. Analisis Data Spasial

1. Menentukan model dengan Regresi logistic biner

Data yang dikumpulkan berupa data kehadiran dan ketidakhadiran, sehingga data tersebut berbentuk biner (ada atau tidak, 1 atau 0). Sebelum dianalisis regresi logistik, dilakukan normalisasi sebaran data, kemudian dilakukan uji VIF (*variance inflation model*). Jika data tidak menyebar normal maka

dilakukan transformasi terhadap data yang dimiliki oleh tiap peubah bebas. Uji VIF dilakukan untuk mengetahui keberadaan multikolinearitas antar peubah bebas. Setelah dilakukan normalisasi data dan uji VIF, maka dilanjutkan dengan regresi logistik biner. Model regresi logistik biner dirumuskan sebagai berikut:

$$Z = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \dots + \beta_n x_n$$

Sehingga peluang kesesuaian habitatnya yaitu:

$$P_i = \frac{e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}}{1 + e^{(\beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_n x_n)}}$$

Dengan Z = kehadiran atau ketidakhadiran mantangan, β_0 = intersep atau konstanta regresi, β_n = koefisien dari variabel penduga ke- n ; n = jumlah variabel penduga, x_n = variabel penduga ke- n ; i = titik observasi ke- i , P_i = peluang kesesuaian habitat mantangan untuk titik observasi ke- i ; dan e = *exponential* = bilangan natural (2,718282).

Model spasial regresi logistik kesesuaian habitat hanya menunjukkan kelas kategori habitat yaitu kategori sangat sesuai, sesuai, dan tidak sesuai bagi mantangan. Penentuan ambang batas kategori mengacu pada Supranto (2000) yang menentukan interval kelas habitat (IKH) ambang batas suatu kategori berdasarkan persamaan berikut:

$$IKH = \frac{P_{\max} - P_{\min}}{\text{Jumlah kelas atau kategori}}$$

Berdasarkan persamaan tersebut, ambang batas yang digunakan untuk masing-masing kategori yaitu nilai $0,003 < P \leq 0,334$ termasuk kategori kelas “kesesuaian rendah”, nilai $0,334 < P \leq 0,665$ termasuk kategori kelas “kesesuaian sedang”, dan nilai $0,665 < P \leq 0,996$ termasuk kategori kelas “kesesuaian tinggi”.

2. Uji kelayakan model

Model diuji kelayakannya dengan menggunakan uji Hosmer-Lemeshow (Hosmer *et al.* 1997). Pengujian terhadap tingkat kemampuan peubah bebas memprediksi peubah terikat dilakukan melihat hasil uji *Nagelkerke R Square*. Semakin tinggi nilai

Negelkerke R Square maka semakin baik peubah bebas tersebut memprediksi peubah terikat.

3. Validasi model

Persamaan terkait persentase validitas model adalah sebagai berikut:

$$\text{Validasi} = \frac{n}{N} \times 100\%$$

Dengan validasi merupakan persentase kepercayaan, n merupakan jumlah petak ditemukannya mantangan pada suatu kelas kesesuaian, dan N merupakan jumlah total petak ditemukannya mantangan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Sebaran Perjumpaan

Sebaran perjumpaan berupa titik kehadiran dan ketidakhadiran mantangan di lapangan. Titik yang berhasil dikumpulkan sebanyak 156 titik, dengan rincian yaitu 86 titik kehadiran (*presence*) dan 70 titik ketidakhadiran (*absence*). Sebaran titik sampel yang telah dipilih tidak selalu ada mantangannya. Hal ini menggambarkan bahwa mantangan tidak tersebar merata di semua tempat.

Dari total titik kehadiran dan ketidakhadiran dipilih secara acak (*random*) sebanyak 70% (108 titik) sampel yang akan digunakan untuk model, dan 30% (56 titik) untuk validasi model. Dari 70% (108) titik sampel tersebut komposisinya harus 50% (54 titik) merupakan titik kehadiran dan 50% (54 titik) merupakan titik ketidakhadiran. Ditetapkan titik model 70% untuk kehadiran dan ketidakhadiran mantangan karena bertujuan agar memenuhi kaidah bahwa sampel minimal untuk regresi logistik biner adalah 50 sampel titik kehadiran, dan 50 sampel titik ketidakhadiran (data dasar tidak dipublikasikan).

B. Karakteristik Peubah Kesesuaian Habitat

1. Jarak dari jalan

Jalan merupakan salah satu saluran aktifitas manusia yang bisa mempercepat sebaran jenis invasif (BLM 1999 dalam Gelbard *et al.* 2003) dan merupakan tempat yang bisa mempercepat persebaran tumbuhan invasif karena memiliki pasokan cahaya matahari yang optimal (Lundgren *et al.* 2004). Dengan demikian, jalan dijadikan sebagai variabel yang dilibatkan dalam analisis.

Jalan yang ada di Resort Tampang merupakan jalan setapak. Kondisi jalan setapak yang ada di lokasi penelitian terkadang berada di kawasan hutan yang tidak bertajuk (terbuka), terkadang juga berada di dalam kawasan hutan dengan kondisi tajuk yang rapat. Pada kondisi lokasi jalan dengan tutupan tajuk terbuka dan merupakan vegetasi pionir yang umur suksesinya kurang dari lima tahun, maka frekuensi perjumpaan dengan mantangan semakin sedikit bahkan tidak ada.

Pada lokasi dengan kiri-kanan jalan merupakan lokasi yang telah mengalami suksesi sekitar lima hingga sepuluh tahun akan banyak ditemukan mantangan. Mantangan pada lokasi tersebut, hutan sekundernya misalnya, sifatnya cenderung menginvasi habitat tempat tumbuhnya. Berbeda lagi dengan lokasi kiri-kanan jalan yang tertutup rapat oleh pohon, bahkan di atas jalan ternaungi oleh tajuk pohon, maka sangat sulit menemukan mantangan. Mantangan bisa dijumpai pada lokasi kiri-kanan jalan yang ternaungi tapi sifatnya tidak menginvasi.

2. Jarak dari kebun

Salah satu bentuk penggunaan lahan adalah untuk berkebun. Penggunaan lahan memiliki hubungan positif dengan pertambahan kelimpahan spesies invasif (Lundgren *et al.* 2004). Hasil analisis data citra menunjukkan bahwa kisaran jarak dari kebun yang ada pada lokasi penelitian yaitu 0 – 8 736.13 meter. Rentang jarak dari kebun tersebut dikelaskan. Standar klasifikasi sama

dengan standar yang diterapkan pada faktor jarak dari jalan, yaitu 0 – 400 meter, 400 – 800 meter, dan >800 meter.

Berdasarkan hasil wawancara dengan masyarakat setempat, Resort Tampang sebelum tahun 1982 merupakan areal Hak Pengelolaan Hutan (HPH). Setelah 1982 ditetapkan sebagai kawan lindung atau Pusat Pelestarian Alam (PPA). Ketika masih berstatus HPH, banyak sekali pembukaan hutan dan tidak sedikit dijadikan kebun kopi, coklat, dan lada, bahkan dijadikan pemukiman oleh masyarakat sekitar. Hanya lokasi-lokasi tertentu yang tidak dibuka karena keterbatasan aksesibilitas, curam, tebing berbatu, dan sebagainya. Suyadi (2011) menyatakan bahwa laju deforestasi di TNBBS beragam menurut tingkat kelerengan. Pada kelerengan datar (0 – 20%) terjadi deforestasi seluas 16,5 km²/tahun, sedangkan pada kelerengan >40% hanya terjadi deforestasi 0,8 km²/tahun.

Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa pada lokasi dengan aksesibilitas yang sulit masih dapat dijumpai pohon berdiameter sekitar 150 cm. Pada lokasi hutan primer yang terbuka (*gap*) masih bisa dijumpai adanya mantangan. *Gap* biasa terjadi karena robohnya kayu besar sehingga terjadi pembukaan tajuk. Liana (termasuk mantangan) dapat mengisi sekitar 30% dari total tutupan lahan ketika telah terjadi kesenjangan tajuk pada areal hutan (Uhl *et al.* 1988).

3. Ketinggian tempat

Hasil analisis permukaan terhadap peta (*layer*) ketinggian tempat memperlihatkan bahwa Resort Tampang memiliki kisaran ketinggian 0 – 294 mdpl. Jika mengacu pada penyebaran mantangan menurut ketinggian tempat di Polynesia Prancis yaitu 0 – 600 mdpl (SPREP 2000); di Samoa bisa mencapai ketinggian hingga sekitar 300 mdpl, sehingga pengaruhnya hanya terjadi pada habitat dataran rendah (Whistler 1995a, dalam Kirkham 2005); serta di Fiji bisa mencapai ketinggian 400 mdpl dengan tipe habitat berupa hutan, perbatasan hutan, perbukitan

yang terbuka, dan sepanjang jalan raya (Smith 1991, PIER 2005 dalam ISSG 2006). Berdasarkan informasi tersebut maka Resort Tampang secara keseluruhan merupakan lokasi yang sesuai untuk habitat mantangan. Berdasarkan hal tersebut maka klasifikasi ketinggian tempat di Resort Tampang berdasarkan asumsi bahwa setiap adanya perubahan ketinggian tempat 100 mdpl maka akan terjadi perubahan suhu (Handoko 1993). Oleh karena itu klasifikasi dalam visualisasi peta di sini dibagi menjadi tiga kelas ketinggian yaitu 0 – 100 mdpl, 100 – 200 mdpl, dan >200 mdpl.

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa pada ketinggian 0 – 100 mdpl merupakan lokasi dominan persebaran mantangan. Pada ketinggian 100 – 200 mdpl dan > 200 mdpl biasa ditemukan mantangan yang bentuk daunnya lebih kecil dan secara nyata tidak menunjukkan sifat invasi (mendominasi total kawasan secara masif).

4. Kelerengan

Bochet *et.al.* (2000) menyatakan bahwa aliran permukaan pada lokasi dengan kelerengan yang miring akan mengalami perlambatan jika aliran tersebut menabrak gundukan tanah (*mound*). Berdasarkan hal tersebut maka perlu dilakukan analisis terhadap faktor kelerengan yang ada pada lokasi penelitian. Kelerengan pada Resort Tampang dibagi menjadi lima kelas kelerengan yaitu datar (0% – 8%), landai (8% – 15%), agak curam (15% – 25%), curam (25% – 40%), dan sangat curam (>40%). Pembagian kelas tersebut mengacu pada pembagian kelas oleh Direktorat Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial, Nomor: P.4/v-set/2013 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis (Kemenhut 2013).

Mantangan lebih banyak ditemukan pada lokasi yang datar. Kenaikan tingkat kecuraman berbanding terbalik dengan ditemukannya mantangan. Keberadaan mantangan dalam jumlah banyak pada tempat datar mungkin juga dipengaruhi oleh tingkat kesuburan tanah.

Semakin datar kelerengan tanah maka akan semakin subur. Hal tersebut bisa terjadi karena kecepatan pencucian hara tanah pada tanah datar lebih lambat dibanding kelas kelerengan lainnya.

Lambatnya pencucian unsur hara memungkinkan terjaganya deposit hara dalam jumlah lebih banyak dibanding lokasi dengan tingkat kecuraman tinggi. Master (2012) menyatakan bahwa mantangan di areal hutan terinvasi lebih menyukai lokasi yang kandungan unsur haranya lebih tinggi dibanding areal hutan yang kurang/tidak terinvasi

5. Arah lereng

Utomo *et al.* (2007) menyatakan bahwa tumbuhan invasif memiliki sifat membutuhkan cahaya matahari yang tinggi, sehingga akan menyebabkan jenis ini lebih banyak mengikat karbon dalam jaringan daun untuk pertumbuhannya. Berdasarkan hal tersebut maka arah lereng perlu diperhitungkan karena berhubungan dengan intensitas cahaya matahari.

Mantangan dapat tumbuh pada berbagai aspect yang ada di Resort Tampang. Keberadaan mantangan pada setiap aspect tersebut sesuai dengan sifat liana secara umum, yaitu dapat tumbuh pada rentang habitat yang lebih lebar dibanding dengan pepohonan. Bazzaz *et al.* (1982) dalam Toledo-Aceves *et al.* (2008) menyatakan bahwa liana memiliki sifat daya survive yang jauh lebih tinggi dibanding tumbuhan lain dalam ekosistem.

Keberadaan mantangan di setiap aspect yang ada mungkin dipengaruhi juga oleh intensitas cahaya matahari yang tidak jauh berbeda sepanjang waktu penyinarannya, yaitu dari pagi hingga sore hari. Intensitas matahari tersebut dipengaruhi oleh posisi lokasi penelitian yang berada di daerah tropis

6. NDVI

NDVI merupakan indeks spektral yang sangat terkenal dipakai dalam analisis terkait vegetasi dan lingkungan yang memerlukan

variabel kerapatan vegetasi (Danoedoro 2012). Hasil analisis terhadap data citra digital, diperoleh bahwa nilai NDVI yang ada pada keseluruhan Resort Tampang berkisar antara -0,16 hingga 0,62. Pada kisaran nilai NDVI -0,16 – 0 tidak ditemukan mantangan karena sesuai dengan kondisi di lapangan bahwa mantangan tidak dapat tumbuh di tanah yang basah apalagi di area tergenang seperti rawa. Nilai NDVI = 0 jarang atau bahkan tidak dapat menemukan mantangan karena kisaran nilai itu sudah termasuk juga pantai berpasir yang terbuka seperti pasir pantai yang terbuka.

Nilai NDVI pada kisaran minimal 0 dan maksimal 0,62 sudah dapat ditemukan mantangan dengan frekuensi perjumpaan yang beragam. Pada lokasi pantai berpasir dan atau berbatu tidak ditemukan mantangan. Berdasarkan kondisi lapangan maka frekuensi kehadiran mantangan di hutan primer dengan tajuk rapat dan didominasi strata pohon lebih sedikit dibanding dengan frekuensi kehadiran mantangan di tempat yang ditumbuhi vegetasi strata semai hingga tiang. Hal tersebut sesuai dengan Master (2012) yang menyatakan bahwa hasil analisis vegetasi memberikan gambaran bahwa frekuensi perjumpaan mantangan akan lebih tinggi jika tutupan tajuk hutan semakin terbuka.

7. FCD

Model FCD lebih kompleks dibanding model indeks vegetasi lainnya karena FCD tidak hanya melibatkan informasi spektral dari saluran merah dan inframerah dekat, tetapi juga memanfaatkan beragam informasi spektral dari saluran biru hingga termal (Danoedoro 2012).

Hasil analisis spasial antara FCD dengan titik perjumpaan mantangan di lapangan menunjukkan bahwa habitat yang paling luas tingkat kesesuaiannya bagi mantangan yaitu lokasi dengan FCD berkisar antara 50% – 75% seluas 6.749,24 ha. Secara berurutan diikuti oleh FCD 0 – 25% seluas 3.948,04 ha, FCD 75 – 99% seluas 3.426,39 ha, dan FCD 25 – 50% seluas 2.000,78 ha. Jika dilihat secara keseluruhan, hasil analisis FCD

memperlihatkan bahwa pada tiap kerapatan vegetasi bisa ditemukan mantangan. Keberadaan mantangan di Resort Tampang bisa ditemukan baik di hutan primer, hutan sekunder, semak belukar, maupun lahan terbuka.

Mantangan merupakan sejenis liana sehingga wajar jika memiliki sebaran pada berbagai tipe tutupan lahan. Hal tersebut sesuai dengan Bazzaz *et al.* (1982) dalam Toledo-Aceves *et al.* (2008) menyatakan bahwa liana memiliki sifat daya survive yang jauh lebih tinggi dibanding tumbuhan lain dalam ekosistem.

8. Suhu

Suhu di Resort Tampang, berkisar antara 21,98 – 27,23⁰C. Klasifikasi suhu pada analisis citra dibagi menjadi dua kelas (kelas <26⁰C dan kelas >26⁰C). Hal tersebut mengacu Master (2012) yang menyatakan bahwa kisaran suhu >26⁰C merupakan kisaran suhu rata-rata yang cocok bagi mantangan di TNBBS. Diketahui bahwa sebaran suhu permukaan >26⁰C di lapangan sangat terbatas dan lokasinya tepat di pinggir pantai yang berpasir. Lokasi yang memiliki suhu permukaan >26⁰C tersebut merupakan lokasi berpasir dan landai serta tidak ada tutupan vegetasinya. Sepanjang penelitian di lapangan tidak pernah ditemukan mantangan pada lokasi berpasir dan tidak bervegetasi (terbuka). Dengan demikian, penambahan suhu akan berbanding lurus dengan semakin besarnya peluang menemukan mantangan jika di lokasi tersebut ditumbuhi vegetasi lain. Pada rentang suhu 21,98 – 27,23⁰C merupakan paling banyak ditemukan mantangan. Pada lokasi dengan rentang suhu tersebut merupakan areal yang bervegetasi dari strata semai hingga pohon. Berdasarkan hasil analisis statistik maka variabel suhu ini tidak berpengaruh nyata terhadap variabel terikat yang dibangun (Sig. 0,46). Hal ini bisa terjadi karena rentang suhu untuk mantangan adalah sangat lebar, dari suhu tropis seperti di Indonesia (Master 2012) hingga sub tropis seperti di Prancis (Whistler 1995). Rentang suhu yang lebar

berhubungan juga dengan rentang intensitas cahaya yang lebar pula. Banyak spesies invasif memiliki kemampuan menyebar dan mampu bertahan hidup pada rentang intensitas cahaya yang lebih lebar (Dreyer *et al.* 1987, Lutz 1943 dan Yost *et al.* 1991).

9. NDMI

NDMI merupakan band dari citra landsat yang digunakan untuk menilai kelembaban vegetasi. NDMI di Resort Tampang memiliki rentang nilai indeks dari -0,06 – +0,4. Rentang tersebut sangat berhubungan dengan kondisi kelembaban pada saat perekaman oleh satelit Landsat, yaitu musim kemarau yang terjadi pada bulan Juni. Hasil analisis antara luas area kesesuaian habitat dengan luas area NDMI memperlihatkan bahwa interval NDMI 0,3 – 0,4 memiliki kesesuaian yang paling tinggi seluas 12.252,66 Ha, diikuti oleh interval NDMI 0 – 0,3 seluas 3.869,63 Ha, kemudian diikuti interval NDMI -0,06 – 0 seluas 4,49 Ha. Batas bawah nilai NDMI tersebut (0,3) akan lebih besar (>0,3) jika perekaman oleh satelit dilakukan pada musim penghujan. Selain dipengaruhi oleh adanya musim, kisaran nilai NDMI suatu lokasi juga dipengaruhi oleh kerapatan vegetasi yang ada di areal studi.

C. Hasil Analisis Kesesuaian Habitat

1. Regresi logistic biner

Sebaran data harus normal sehingga dilakukan transformasi berupa transformasi akar (*squareroot*, SQRT) dan perubahan tiap variabel menjadi nilai positif (+2). Berdasarkan hasil transformasi maka tiap variabel berubah mengikuti formula “[SQRT (data asli peubah + 2)]”. Setelah dilakukan transformasi kemudian dilakukan uji multikolinieritas. Berdasarkan hasil uji multikolinieritas maka tidak terjadi multikolinieritas pada peubah karena nilai toleransi pada *collinierarity* statistiknya berkisar antara 0,263 hingga 0,772, dan nilai VIF berkisar antara 1,296 hingga 3,795. Karena seluruh peubah yang dilibatkan dalam membangun model tidak terjadi

multikolinieritas, maka seluruh peubah tersebut diikutsertakan dalam proses analisis selanjutnya, yaitu analisis dengan metode regresi logistik biner. Hasil analisis regresi logistik diperoleh persamaan probabilitas kesesuaian habitat mantangan (P) yaitu

$$P = (\text{Exp.Z}) / (1 + \text{Exp.Z})$$

Keterangan :

$$Z = -130.868 + [0.53 * \text{SQRT}(\text{jarak dari jalan} + 2)] + [0.128 * \text{SQRT}(\text{elevasi} + 2)] + [41.636 * \text{SQRT}(\text{NDVI} + 2)] + [1.820 * \text{SQRT}(\text{NDMI} + 2)] + [12.188 * \text{SQRT}(\text{suhu} + 2)] + [0.083 * \text{SQRT}(\text{FCD} + 2)] - [0.106 * \text{SQRT}(\text{slope} + 2)] - [0.55 * \text{SQRT}(\text{aspect} + 2)] + [0.002 * \text{SQRT}(\text{jarak dari kebun} + 2)].$$

Penerapan model yang terbentuk menghasilkan peta probabilitas kesesuaian habitat mantangan (Gambar 1). Peta probabilitas tersebut dibagi berdasarkan ambang batas yang telah ditetapkan dan menghasilkan peta kesesuaian habitat mantangan. Peta kesesuaian yang diperoleh terdiri atas tiga kategori, yaitu kesesuaian rendah, kesesuaian sedang, dan kesesuaian tinggi. Penetapan peta probabilitas dan peta kesesuaian habitat mantangan diperoleh dengan menggunakan perangkat lunak ArcGis 9.3. Ambang batas kategori kelas kesesuaian (P) yaitu $= (1 - 0,00009) / 3 = 0,3333303$. Dari ambang batas pada tiap kelas kesesuaian tersebut, diperoleh luasan tiap kelas yaitu luas kelas kesesuaian rendah $(0,000091 \leq P < 0,3333303)$ 277,303 Ha; luas kelas kesesuaian sedang $(0,3333303 \leq P \leq 0,666697)$ 1.549,296 Ha; dan

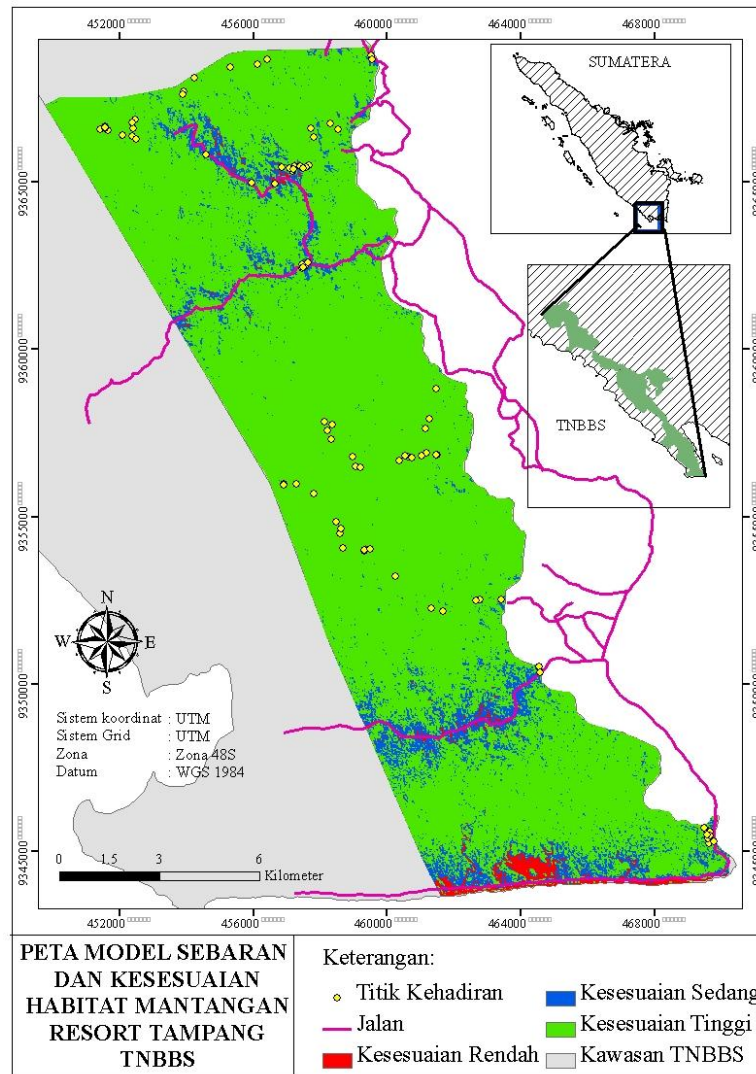
luas kesesuaian tinggi $(0,666697 < P \leq 1)$ 16.188,544 Ha. Dari hasil tersebut memperlihatkan bahwa kelas kesesuaian yang paling luas yaitu kelas kesesuaian paling tinggi.

2. Uji kelayakan model

Uji kelayakan model diperlukan untuk melihat kecocokan model. Hasil uji kelayakan model dengan menggunakan uji *Hosmer and Lemeshow* menunjukkan bahwa model dinyatakan cocok (*fit*) karena memiliki signifikansi secara statistik 0,224 ($> 0,05$). Hasil uji overall percentage memperlihatkan bahwa 72,2% dari model yang dibangun dapat memprediksi dengan benar.

3. Validasi model

Validasi untuk model ini dilakukan dengan dua cara, yaitu validasi dengan titik kehadiran (*presence*) dan validasi dengan titik ketidakhadiran (*absence*) mantangan di lapangan. Validasi dilakukan dengan penggabungan (*spatialjoin*) antara data titik (*presence* dan *absence*) dengan peta kesesuaian habitat mantangan. Jumlah titik uji kehadiran sebanyak 32 titik dan titik uji ketidakhadiran sebanyak 16 titik. Hasil uji validasi memperlihatkan bahwa bahwa model yang terbentuk mampu memprediksi keberadaan (kehadiran) mantangan di lapangan hingga 96,87% (31 titik), sedang ketiadaan (ketidakhadiran) hingga 50% (8 titik).



Gambar 1 Peta kesesuaian habitat Mantangan
Figure 1 Habitat suitability map of Mantangan

D. Implikasi Pengelolaan

Mantangan dikategorikan sebagai spesies invasif oleh *Invasive Species Specialist Group* (ISSG). Selain pengkategorian tersebut, faktanya pola perkembangan mantangan cenderung invasif. Kemunculan sifat invasif mantangan oleh adanya degradasi dan deforestasi kawasan TNBBS, khususnya di Resort Tampang.

Upaya menekan laju invasi mantangan telah dilakukan TNBBS. Namun demikian, upaya tersebut masih berupa penelitian atau uji coba dalam skala kecil (demonstrasi plot), belum sampai pada tahap penerapan pada skala menyeluruh. Uji coba tersebut yaitu

dengan cara menanam tepus pada beberapa lokasi yang terinvasi mantangan, mengolah mantangan menjadi pakan ternak, serta memotong batang mantangan yang telah melilit di pohon inang. Dari seluruh penelitian yang telah dilakukan belum diperoleh hasil penelitian yang dianggap efektif dan efisien untuk menekan laju invasi mantangan di Resort Tampang TNBBS.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa faktor model yang paling berpengaruh terhadap tingkat invasi mantangan di TNBBS yaitu tutupan lahan. Mantangan akan menginvasi dengan cepat jika tutupan lahan terbuka. Semakin luas tutupan lahan yang

terbuka maka semakin luas peluang terjadinya areal invasi mantangan. Berdasarkan hal tersebut maka TNBBS harus melakukan restorasi terhadap kawasan yang mengalami deforestasi dan degradasi.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Model sebaran spasial dan kesesuaian habitat untuk mantangan di Resort Tampang TNBBS adalah

$$P = (\text{Exp.Z}) / (1 + \text{Exp.Z})$$

dimana,

$$\begin{aligned} Z = & -130.868 + [0.53 * \text{SQRT}(\text{jarak dari} \\ & \text{jalan} + 2)] + [0.128 * \text{SQRT}(\text{elevasi} + 2)] \\ & + [41.636 * \text{SQRT}(\text{NDVI} + 2)] + \\ & [1.820 * \text{SQRT}(\text{NDMI} + 2)] + \\ & [12.188 * \text{SQRT}(\text{suhu} + 2)] + \\ & [0.083 * \text{SQRT}(\text{FCD} + 2)] - \\ & [0.106 * \text{SQRT}(\text{slope} + 2)] - \\ & [0.55 * \text{SQRT}(\text{aspect} + 2)] + \\ & [0.002 * \text{SQRT}(\text{jarak dari kebun} + 2)]. \end{aligned}$$

B. Saran

TNBBS hendaknya memprioritaskan kegiatan pencegahan dan pengendalian deforestasi dan degradasi hutan untuk kawasan yang belum terinvasi mantangan. Selain itu, perlu dilakukan pencegahan dan pengendalian spesies invasif dengan cara restorasi kawasan.

DAFTAR PUSTAKA

- Azis M. 2012. Dulu Mantangan Kini Jadi Rintangan [Internet]. Lampung (ID). [Diunduh 2013 Maret 11]. Tersedia pada: <http://www.beritalingkungan.com/2012/10/dulu-mantangan-kini-jadi-rintangan.html>.
- Bazzaz FA, Carlso RW. 1982. Photosynthetic acclimation to variability in the light environment of early and late successional plants. *Oecologia* 54, 313–316. Dalam Toledo-Aceves T, Swaine MD. 2008. Biomass allocation and photosynthetic responses of lianas and pioneer tree seedlings to light. School of Biological Sciences, University of Aberdeen, Aberdeen AB24 3UU, UK *acta oecologica* 34 (2008): 38 – 49.

- [BLM] U.S. Bureau of Land Management. 1999. Out of ashes, an opportunity: the Great Basin restoration initiative. BLM Office of Fire & Aviation, Boise, Idaho. Dalam Gelbard JL, Belnap J. 2003. Roads as Conduits for Exotic Plant Invasions in a Semiarid Landscape. *Conservation Biology*. 2003(2)17: 420 – 432.
- Bochet E, Poesen J, Rubio JL. 2000. Mound Development as an Interaction Of Individual Plants with Soil, Water Erosion and Sedimentation Processes on Slopes. *Earth Surf. Process. Landforms* 2000 (25): 847-867. John Wiley & Sons, Ltd.
- Danoedoro P. 2012. *Pengantar Penginderaan Jauh Digital*. Yogyakarta (ID): Penerbit ANDI Yogyakarta.
- Dreyer GD, Baird LM, Fickler C. 1987. *Celastrus scandens* and *Celastrus orbiculatus*: Comparisons of reproductive potential between a native and an introduced woody vine. *Bulletin of the Torrey Botanical Club* 114:260–264. Dalam Lundgren MR, Small CJ, Dreyer GD. 2004. Influence of Land Use and Site Characteristics on Invasive Plant Abundance in the Quinebaug Highlands of Southern New England. *Northeastern Naturalist*. 11(3):313–332.
- [Kemenhut] Kementerian Kehutanan. 2013. Direktur Jenderal Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial, Nomor: P.4/v-set/2013 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan data Spasial Lahan Kritis. Jakarta (ID): Kemenhut.
- [FORDA] Forest in South East Asia (FORIS)-Indonesia. 2013. Removing Barriers to Invasif Species Management in Production and Protection Forest in South East Asia (FORIS)-Indonesia-Ias Undergraduate and Master Post Graduate Research Grant 2013-2014. Bogor (ID). [diunduh 2013 Maret 5]. Tersedia pada: <http://www.forda-mof.org/>.
- Handoko. 1993. *Klimatologi Dasar*. Bogor (ID): Pustaka Jaya.
- Hasan M. 2012. Pemodelan spasial sebaran dan kesesuaian habitat spesies tumbuhan asing invasif kirinyuh (*Austoreupatoriuminulifolium* (Kunth) R.M. King dan H.Rob) di Resort Mandalawangi Taman Nasional Gunung Gede Pangrango [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Hosmer DW, Hosmer T, Le Cessie S, Lameshow S. 1997. A Comparison of goodness-of-fit test for the logistic regression model. *Statistic in Medicine*. Vol. 16: 965 – 980.
- [ISSG] Invasive Species Specialist Group. 2006. Ecology of *Merremia peltata* as invasive species [internet]. [diunduh 2013 Maret 12]. Terdapat pada: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=163>

- Lundgren MR, Small CJ, Dreyer GD. 2004. Influence of Land Use and Site Characteristics on Invasive Plant Abundance in the Quinebaug Highlands of Southern New England. *Northeastern Naturalist*. 11(3): 313–332. DOI: [http://dx.doi.org/10.1656/1092-6194\(2004\)011\[0313:IOLUAS\]2.0.CO;2](http://dx.doi.org/10.1656/1092-6194(2004)011[0313:IOLUAS]2.0.CO;2).
- Master J. 2012. Invasi *Merremiapeltata* (L.) Merr.l dan dampaknya terhadap keanekaragaman tumbuhan di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan [tesis]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Master J, Tjitrosoedirdjo SS, Qayim I. 2013. Ecological impact of *Merremiapeltata* (L.) Merr.l invasion on plant diversity at Bukit Barisan Selatan National Park [internet]. [diunduh 2013 Oktober 31]. Biotropia Vol. 20 No. 1: 29 – 37. Bogor (ID): SEAMEO BIOTROP.
- [PIER] The Pacific Island Ecosystems at Risk. 2000. *Merremiapeltata*-RISK ASSESMENT RESULT. Dalam [ISSG] Invasif Species Specialist Group. 2006. Global Invasif Species Database - *Merremiapeltata* (vine, climber) [Internet]. [Diunduh 2013 Maret 28]. Tersedia pada: <http://www.issg.org/database/species/ecology.asp?si=163>.
- [SPREP] South Pacific Regional Environment Programme. 2000. Invasif species in the Pacific: A technical review and draft regional strategy [Internet]. Apia (Samoa): SPREP. [diunduh 2013 Maret 20]. Terdapat pada: www.sprep.org.ws.
- Supranto J. 2000. *Statistik: Teori dan Aplikasi Jilid 1*. (Edisi ke-6). Jakarta (ID): Erlangga.
- Suyadi. 2011. Deforestation in Bukit Barisan Selatan National Park, Sumatra, Indonesia. *J Biol Indonesia*. 7 (2): 195-206.
- Uhl C, Clark K, Dezzeo N, Maquirino P. 1988. Vegetation dynamics in Amazonian treefall gaps. *Ecology* 69: 751-763.
- USGS. 2012. Using the USGS Landsat 8 Product [internet]. [diunduh 2013 Desember 25]. Terdapat pada: http://landsat.usgs.gov/Landsat8_Using_Product.php
- Utomo B, Kusmana C, Tjitrosemito S, Aidi MN. 2007. Kajian kompetisi tumbuhan eksotik yang bersifat invasif terhadap pohon hutan pegunungan asli taman nasional gunung gede pangrango. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* Vol. XIII No. 1: 1-12. Trop. For. Manage. J. XIII (1): 1-12 (2007). Bogor (ID): Jurnal Manajemen Hutan.
- Whistler WA. 1995. Wayside Plants of the Islands: a Guide to the Lowland Flora of the Pacific Islands. Honolulu: Isle Botanica. Dalam Kirkham WS. 2005. Valuing Invasifs: Understanding the *Merremia peltata* Invasion in Post-Colonial Samoa [disertasi]. Austin Texas (US): University of Texas.

KAJIAN KUALITAS AIR SUNGAI CILIWUNG (Water Quality Study of Ciliwung River)

Ratna Sari Hasibuan¹

¹Fakultas Kehutanan Universitas Nusa Bangsa, Bogor

Jalan KH. Sholeh Iskandar Km. 4, Cibadak, Tanah Sareal, Cibadak, Kota Bogor, 16166, Indonesia

e-mail: ratnasyilva@gmail.com

ABSTRACT

*The Ciliwung Watershed originating from the foot of Mount Pangrango in West Java. Land changes and industrial pollutants and communities living along the Ciliwung River cause the Ciliwung River to be polluted while the Ciliwung River directly or indirectly has an important function for life. The purpose of this study was to determine the water quality of the Ciliwung River based on analysis of pH, temperature, Biological Oxygen Demand, COD (Chemical Oxygen Demand) and plankton identification. The method of taking water samples with the SNI 03-7016-2014 Grab Method was carried out purposively sampling method and analyzed in the UNB Chemical Laboratory. The results of the study were plankton such as phytoplankton *Closterium setaceum*, *Microoimoun strictssium* zooplankton, and some shoals such as worms, small crabs, small fish and small shells. The BOD₀ value was 13.6418 mg / L, BOD₇ which was 12.1855 mg / L and the COD value obtained was 98.00 mg / L. From these results it can be stated that Ciliwung river water was included in class 4 based on PP No. 82 of 2001.*

Keywords : watershed, Ciliwung River, biological oxygen demand, chemical oxygen demand

ABSTRAK

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung berasal dari kaki Gunung Pangrango Jawa Barat. Perubahan lahan dan beban pencemar dari industri dan masyarakat yang tinggal sepanjang aliran Sungai Ciliwung menyebabkan sungai Ciliwung tercemar sedangkan sungai Ciliwung secara langsung maupun tidak langsung memiliki fungsi penting bagi kehidupan. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air sungai Ciliwung berdasarkan analisis pH, temperatur, nilai BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan identifikasi plankton. Metode pengambilan sampel air dengan Metode Grab SNI 03-7016-2014 yang dilakukan secara *purposif sampling method* dan dianalisa di Laboratorium Kimia UNB. Hasil penelitian terdapat plankton seperti fitoplankton *Closterium setaceum*, zooplankton *Microhanimoun strictssium*, dan beberapa bentos seperti cacing, kepiting kecil, ikan kecil dan kerang kecil. Nilai BOD₀ yaitu 13.6418 mg/L, BOD₇ yaitu 12.1855 mg/L dan nilai COD sebesar 98.00 mg/L. Dari hasil tersebut dapat dinyatakan bahwa air sungai Ciliwung termasuk ke dalam kelas 4 berdasar PP No. 82 Tahun 2001.

Kata kunci : daerah aliran sungai, Sungai Ciliwung, BOD, COD

I. PENDAHULUAN

Daerah Aliran Sungai (DAS) Ciliwung berasal dari kaki Gunung Pangrango Jawa Barat mengalir ke arah Jakarta melalui Kabupaten Bogor, Kota Bogor, Kota Depok dan bermuara di Teluk Jakarta. Secara geografis Sungai Ciliwung terletak di antara 6°05' - 6°50' Lintang Selatan dan 106°40' - 107°00' Bujur Timur. Hulu sungai tersebut berasal dari gunung Telaga Mandalawangi di Kabupaten Bogor yang bermuara ke Teluk Jakarta. Panjang aliran Sungai Ciliwung mulai dari bagian hulu sampai muara sungai di pesisir pantai Tanjung Priok, Jakarta adalah +76 km. DAS Ciliwung +322 km² (Hendrawan, 2008). Kerusakan aliran (bagian bantaran) dan daerah aliran sungai Ciliwung sebenarnya akibat dampak dari kegiatan manusia yang hidup di DAS tersebut. Perubahan lahan dari kawasan konservasi untuk kawasan pemukiman di kawasan Puncak, meningkatkan aliran permukaan sampai ke badan sungai, sehingga secara otomatis kemampuan badan sungai menampung aliran permukaan juga akan semakin kecil, dan akhirnya berdampak pada banjir dikawasan hilir. Selain beban aliran permukaan yang semakin besar, aliran Sungai Ciliwung juga terbebani oleh limbah industri dibagian segmen tengah DAS serta limbah domestik dari masyarakat yang tinggal sepanjang aliran Sungai Ciliwung. Sungai Ciliwung secara langsung maupun tidak langsung memiliki fungsi penting bagi kehidupan dan perikehidupan masyarakat termasuk untuk menunjang pembangunan perekonomian masyarakat. Oleh sebab itu pencemaran pada sungai dan perusakan lingkungan perlu dikendalikan seiring dengan laju pelaksanaan pembangunan agar sungai dapat dipertahankan kelestarian fungsinya. Meningkatnya aktivitas manusia, perubahan guna lahan dan semakin beragamnya pola hidup menjadikan beban pencemar di Sungai Ciliwung semakin besar dari waktu ke waktu.

Menurut (Hendrawan, 2008), sumber pencemar di Sungai Ciliwung dibagi menjadi 3 kelompok yaitu sumber pencemar

instansional, sumber pencemar non instansional dan sumber pencemar dari daerah hulu. Sumber pencemar instansional adalah sumber pencemar berbagai jenis kegiatan baik skala besar dan menengah maupun skala kecil yang jelas pengelolanya, seperti industri, perdagangan, gedung/ perkantoran, rumah sakit dan lain-lain. Sumber pencemar non instansional adalah kegiatan-kegiatan rumah tangga atau kegiatan lain yang tidak jelas penanggung jawab pengelolaan limbahnya seperti limbah domestik (rumah tangga) dan limbah pertanian, sampah yang terbuang ke sungai dan erosi. Sumber pencemaran di Sungai Ciliwung berasal dari *effluent* industri pengolahan atau limbah cair yang memasuki air dan buangan dari kegiatan domestik rumah tangga, kantor, hotel, restoran, tempat hiburan, pertokoan dan rumah sakit. Industri pengolahan dapat berupa agro-industri (peternakan), industri pengolahan makanan, industri minuman, industri tekstil, industri kulit, industri kimia dasar, industri mineral non logam, industri dasar, industri hasil olahan logam juga industri listrik dan gas.

Sumber limbah dapat berupa lemak dan minyak yang masuk bersama dengan aliran air pencucian langsung maupun terbawa oleh hujan atau dibuang langsung ke sungai. Dampak yang nyata dari adanya sumber pencemar seperti lemak dan minyak di permukaan air adalah terhalangnya penetrasi sinar matahari yang berarti mengurangi laju proses fotosintesis di air. Penutupan itu juga akan mengurangi masukan O₂ bebas dari udara ke air. Kurangnya laju fotosintesis dan masukan O₂ dari udara akan mengganggu organisme yang ada di air. Minyak dan lemak merupakan bahan organik namun mempunyai rantai karbon yang panjang dan kompleks. Sebagian emulsi minyak dan lemak akan mengalami degradasi melalui fotooksidasi spontan dan oksidasi oleh mikroorganisme. Penguraian lemak dan minyak dalam kondisi kurang oksigen akan menyebabkan penguraian yang tidak sempurna sehingga menimbulkan bau tengik

Peningkatan industrialisasi terutama di segmen DAS Ciliwung bagian tengah juga tidak bisa dihindari. Sehingga langsung ataupun tak langsung beban ekologis DAS Ciliwung juga akan semakin merosot. Beban ekologis pada tata ruang juga akan menyebabkan beban ekologis pada aliran Sungai Ciliwung baik kuantitas maupun kualitas aliran Sungai Ciliwung. Sungai Ciliwung sebagai ekosistem terbuka menerima beban pencemaran melalui saluran-saluran air, disamping itu pemanfaatan air sungai Ciliwung oleh masyarakat juga menyebabkan penurunan kualitas dan mutu air sungai (Trofisa, 2011). Menyadari bahwa Ciliwung sangat strategis keberadaannya, maka pengelolaan Ciliwung harus terpadu dan melibatkan multi sektor.

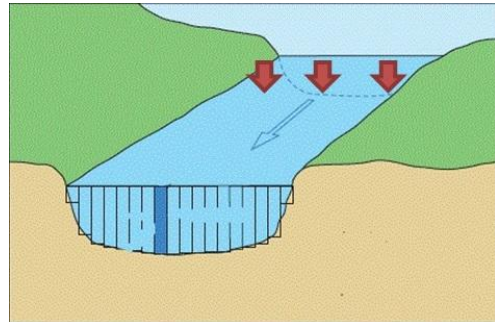
Salah satu pengelolaan kedepan yang sangat strategis adalah air Sungai Ciliwung sebagai salah satu sumber air minum, sehingga pengelolaan dan pemantauan kualitas air harus ditangani secara cermat. Untuk melihat fenomena kondisi kualitas air Sungai Ciliwung maka perlu dilakukan penelitian kondisi kualitas air tersebut. Penelitian bertujuan untuk mengetahui kualitas air Sungai Ciliwung berdasarkan analisis pH, temperatur, nilai *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* COD dan identifikasi plankton.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan bulan Agustus 2017. Sampel diambil dari Sungai Ciliwung yang terletak di Kelurahan Sempur, Bogor. Analisis data dilakukan di lapangan dan di Laboratorium Universitas Nusa Bangsa. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah Plankton net, Jala surber, Lempeng *secchi*, *Thermometer*, beaker glass, neraca analitik, mikroskop, alat tulis dan kamera hp. Bahan yang dibutuhkan adalah Sampel Air sungai Ciliwung dan bahan-bahan kimia untuk

pemeriksaan BOD dan COD di Laboratorium Kimia UNB. Penelitian kualitas air dilakukan di dua titik pantau, penentuan titik pantau sebagai titik pengambilan sampel air sungai menggunakan *purposif sampling method* berdasarkan pada kemudahan akses, biaya maupun waktu dalam penelitian ini. Metode pengambilan sampel air dengan Metode Grab SNI 03-7016-2014 (Gambar 1). Titik pantau 1 di Sukasari, titik pantau 2 di Sempur.



Gambar 1 Pengambilan Sampel Air Sungai

B. Analisis Data

1. Pemeriksaan BOD

Pemeriksaan BOD dilakukan dengan Metode Winkler (Titrasi di Laboratorium). Prinsip analisis pemeriksaan parameter BOD didasarkan pada reaksi oksidasi zat organik dengan oksigen di dalam air dan proses tersebut berlangsung karena adanya bakteri aerobik.

2. Pemeriksaan COD

Pemeriksaan COD dilakukan dengan Metode *refluks* (titrasi di laboratorium). Prinsip analisis pemeriksaan parameter COD ini menggunakan oksidator $K_2Cr_2O_7$ yang berkadar asam tinggi dan dipertahankan pada temperatur tertentu. Penambahan oksidator ini menjadikan proses oksidasi bahan organik menjadi air dan CO_2 , setelah pemanasan maka sisa dikromat diukur. Pengukuran ini dengan jalan titrasi dengan *fero amonium sulfat* (FAS), oksigen yang ekuivalen dengan dikromat inilah yang menyatakan COD dalam satuan ppm.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. HASIL

1. Hasil Lapangan

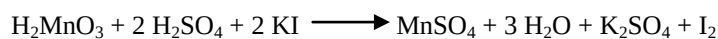
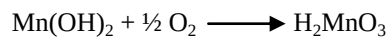
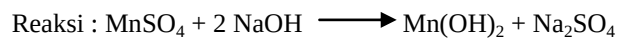
Tabel 1. Parameter Lapangan

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis		Keterangan
			Titik Pantau 1	Titik Pantau 1	
1.	Derajat keasaman (pH)	-	7,5	8	No. 1,2,3,4,5 dan 7 dianalisis di lapangan
2.	Temperatur Air	Celcius ($^{\circ}\text{C}$)	24	23	
3.	Suhu Udara	Celcius ($^{\circ}\text{C}$)	28	27	
4.	Tingkat Kecerahan	Centimeter (cm)	41,5	41	
5.	Kecepatan Arus Sungai	Secon (s) / detik	20,82	21	No. 6 dianalisis di laboratorium
6.	Plankton	-	Zooplankton : <i>Microhanimoun strictssium</i> Fitoplankton : <i>Closterium setaceum</i>		
7.	Bentos	-	Biota air : Ikan kecil dan brenyit, Cacing air, Lintah, Keong Kecil		

2. Hasil Laboratorium

Tabel 2. Penentuan Nilai BOD₀

Sampel	Volume Contoh (mL)	Volume Na ₂ S ₂ O ₃ (mL)			Nilai BOD ₀ (mg/L)
		Awal	Akhir	Selisih	
Blanko 1	50.00	0.00	3.40	3.40	13.5093
Blanko 2	50.00	3.40	6.80	3.40	13.5093
A1	50.00	6.80	10.50	3.70	14.7013
A2	50.00	10.50	14.00	3.50	13.9067
B1	50.00	14.00	17.30	3.30	13.1120
B2	50.00	17.30	20.60	3.30	13.1120
Rerata					13.6418



Contoh Perhitungan :

$$\text{BOD}_0 = \frac{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times 1000 \text{ mg/L} \times \text{BE O}_2 \times \text{fp}}{V_{\text{sampel}} (V_{\text{botol}}/V_{\text{botol}}-2)}$$

$$= \frac{3.40 \text{ mL} \times 0.025 \text{ N} \times 1000 \text{ mg/L} \times 8 \times 1}{50.00 \text{ mL}(300/(300-2))} = 13.5093 \text{ mg/L}$$

Tabel 3. Penentuan Nilai BOD₇

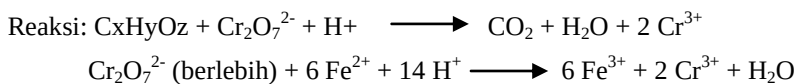
Sampel	Volume Contoh (mL)	Volume Na ₂ S ₂ O ₃ (mL)			Nilai BOD ₇ (mg/L)
		Awal	Akhir	Selisih	
Blanko 1	10.00	0.00	3.20	3.20	12.7147
Blanko 2	10.00	3.20	6.45	3.25	12.9133
A1	10.00	6.45	9.55	3.10	12.3173
A2	10.00	9.55	12.45	2.90	11.5227
B1	10.00	12.45	15.35	2.90	11.5227
B2	10.00	15.35	18.25	2.90	11.5227
Rerata					12.1855

Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{BOD}_7 &= \frac{V_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times N_{\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3} \times 1000 \text{ mg/L} \times \text{BE O}_2 \times \text{fp}}{V_{\text{sampel}} (V_{\text{botol}}/V_{\text{botol}}-2)} \\
 &= \frac{3.20 \text{ mL} \times 0.025 \text{ N} \times 1000 \text{ mg/L} \times 8 \times 1}{50.00 \text{ mL} (300/(300-2))} \\
 &= 12.7147 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

Tabel 4. Penentuan Nilai COD

Sampel	Volume Contoh (mL)	Volume FAS (mL)			Nilai COD (mg/L)
		Awal	Akhir	Selisih	
Blanko	10.00	0.00	21.30	21.30	-
A	10.00	0.00	18.80	18.80	100.00
B	10.00	0.00	18.90	18.90	96.00
Rerata					98.00



Contoh Perhitungan :

$$\begin{aligned}
 \text{COD}_7 &= \frac{(V_{\text{FAS blanko}} - V_{\text{FAS sampel}}) \times N_{\text{FAS}} \times \text{BE O} \times 1000 \text{ mg/L}}{V_{\text{sampel}}} \\
 &= \frac{(21.30 - 18.80) \text{ mL} \times 0.05 \times 8 \times 1000 \text{ mg/L}}{10 \text{ mL}} \\
 &= 100 \text{ mg/L}
 \end{aligned}$$

B. PEMBAHASAN

1. Parameter lapangan

a. Derajat Keasaman (pH)

Menurut Astuti MY et all, (2017), peningkatan nilai derajat keasaman atau pH dipengaruhi oleh limbah organik maupun

anorganik yang di buang ke sungai. Sehingga peningkatan pH air sungai Ciliwung dari titik pantau 1 sampai titik pantau 2 dikarenakan adanya aktifitas buangan limbah industri, domestik maupun limbah dari aktifitas pertanian yang masuk kesungai Ciliwung. Nilai pH titik pantau 1 dan 2 mendekati basa

(7,5 dan 8) ,yang berarti banyaknya limbah dari sabun pencuci yang dibuang ke sungai yang berasal limbah rumah tangga, restoran dan industri.

b. Pengukuran Tingkat Kecerahan

Kecerahan adalah ukuran transparansi perairan yang diamati secara visual. Pengukuran kecerahan dilakukan dengan menggunakan *Secchi Disk*. Prosedur pengukuran kecerahan yaitu *secchi disk* diturunkan ke dalam perairan sampai tidak

terlihat. Kemudian dicatat jarak dari permukaan perairan sampai *secchi disk* tidak terlihat dikurangi jarak mata peneliti dengan permukaan perairan (ini dinamakan jarak hilang). Kemudian *secchi disk* ditarik sampai kelihatan jaraknya (jarak tampak). Kemudian nilai jarak tampak ditambah nilai jarak hilang dibagi dua. Rata-rata pengukuran kedua jarak tersebut merupakan nilai kecerahan, dinyatakan dalam satuan centimeter. Rumus menghitung kecerahan :

$$\text{Kecerahan air (cm)} = \frac{\text{Jarak hilang (cm)} + \text{Jarak tampak (cm)}}{2}$$

Kecerahan perairan yang dijadikan objek praktikum telah diketahui jarak hilangnya sebesar 50 cm dan jarak tampaknya 33 cm, maka dapat dinyatakan :

$$\text{Kecerahan air} = \frac{50 \text{ cm} + 33 \text{ cm}}{2} = 41,5 \text{ cm}$$

Maka kecerahan air pada perairan yang dijadikan objek penelitian adalah sebesar 41,5 cm. Kecerahan perairan adalah suatu kondisi yang menunjukkan kemampuan cahaya untuk menembus lapisan air pada kedalaman tertentu. Pada perairan alami kecerahan sangat penting karena erat kaitannya dengan aktifitas fotosintesis. Semakin tinggi kekeruhan perairan, maka akan semakin rendah penetrasi cahaya yang menembus perairan sehingga tingkat kecerahan semakin rendah. Kecerahan suatu perairan menentukan sejauh mana cahaya matahari dapat menembus suatu perairan dan sampai kedalaman berapa proses fotosintesis dapat berlangsung sempurna. Kecerahan yang mendukung adalah apabila pinggan *secchi disk* mencapai 20-40 cm dari permukaan (Nuriya et al, 2010) sehingga kecerahan yang ada pada lokasi penelitian masih mendukung hidupnya biota air.

c. Kecepatan Arus Sungai

Kecepatan arus ditentukan oleh kecuraman dari sungai itu sendiri yang disebabkan oleh tinggi rendah dan halus kasar dasar sungai, kedalaman serta luas badan air.

Kecepatan arus air juga merupakan salah satu parameter fisika. Apabila kecepatan arus air diketahui, maka dapat diketahui pula jenis organisme yang hidup pada ekosistem sungai tersebut. Pada sungai dengan kecepatan arus tinggi, biasanya dihuni oleh organisme yang dapat melekat kuat pada substrat. Perbedaan kecepatan aliran air dapat terlihat dari adaptasi organisme yang hidup di sungai (Michael, 1994). Kecepatan arus sungai saat penelitian adalah 20,82 detik/10 meter panjang arus sungai.

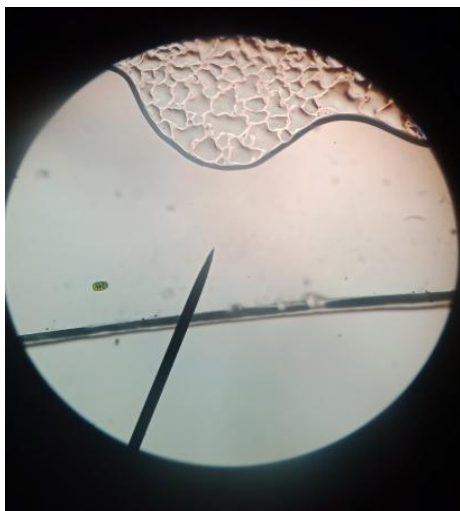
d. Suhu Air

Hasil penelitian diperoleh suhu sungai Ciliwung sekitar 24°C. Suhu yang optimal bagi pertumbuhan ikan tropis berkisar antara 25-32°C. Semakin tinggi suhu semakin cepat perairan mengalami kejenuhan yang mendorong terjadinya difusi oksigen dari air ke udara, sehingga konsentrasi oksigen terlarut dalam perairan semakin menurun. Perubahan suhu mempengaruhi tingkat kesesuaian perairan sebagai habitat organisme akuatik, sehingga setiap organisme akuatik mempunyai batas kisaran maksimum dan minimum (Efendi, 2003)

e. Plankton dan Bentos

Fitoplankton merupakan organisme mikroskopik yang hidup melayang di dalam air, berperan sebagai produser primer dalam rantai makanan pada semua perairan alami (Adithya, 2014). Fitoplankton memiliki

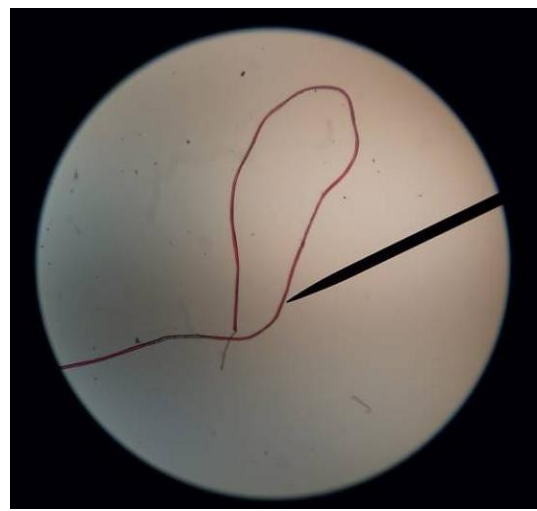
klorofil sehingga mampu berfotosintesis. Bahan organik hasil fotosintesis inilah yang menjadi makanan dan sumber energi yang menghidupkan seluruh fungsi ekosistem di perairan, sehingga fitoplankton memiliki peran yang sangat penting dalam ekosistem perairan (Pambudi, 2016). *Closterium* merupakan Genus *Chlorophyta* yang sering di temukan di sungai maupun danau (Gambar 2). Genus dominan tumbuh dengan baik karena suhu dan pH yang mendukung. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Pambudi, 2016) bahwa alga dari divisi *Chlorophyta* akan tumbuh dengan baik pada kisaran suhu 30°-35°C. Keragaman fitoplankton dari divisi



Gambar 2 Fitoplankton *Closterium setaceum*

Zooplankton meliputi beberapa filum hewan antara lain dari filum protozoa sampai chordata. Dilihat dari cara hidupnya, zooplankton dibagi atas holoplankton dan meroplankton (Gambar 3). Holoplankton adalah golongan zooplankton yang menghabiskan seluruh masa hidupnya dalam keadaan plankton seperti Chaetognata dan Cepopoda. Sedangkan meroplankton adalah jenis zooplankton yang di awal masa hidupnya sebagai plankton dan setelah dewasa menjadi nekton atau bentos seperti ikan – ikan kecil yang berhabitat di sungai. Berdasarkan keadaan tersebut, maka dapat diketahui bahwa keragaman zooplankton dapat dijadikan sebagai indikator biologis

Chlorophyta pada kedua stasiun pengamatan. Divisi *Bacillariophyta* dan *Chlorophyta* merupakan dua genus yang ditemukan di sungai Ciliwung dengan jumlah genus terbanyak jika dibandingkan dengan divisi lainnya. Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa kelompok fitoplankton yang mendominasi perairan tawar umumnya terdiri dari *Bacillariophyta* (Diatom) dan *Chlorophyta* (Ganggang hijau). Kedua divisi ini mempunyai kemampuan baik dalam menyesuaikan diri dengan lingkungan dan berkembang biak dengan cepat (Pambudi, 2016)



Gambar 3 Zooplankton *Microhanimoun strictissium*

ekosistem perairan, khususnya di sungai. Semakin banyak plankton di daerah tersebut, maka akan semakin rendah tingkat pencemarannya.

2. Analisis Laboratorium

BOD didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh organisme pada saat pemecahan bahan organik pada kondisi aerobik. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi. Parameter BOD, secara umum banyak dipakai untuk menentukan tingkat pencemaran air buangan (Rahmawati, 2005). Penentuan BOD

sangat penting untuk menelusuri aliran pencemaran dari tingkat hulu ke muara. Sesungguhnya penentuan BOD merupakan suatu prosedur *bioassay* yang menyangkut pengukuran banyaknya oksigen yang digunakan oleh organisme selama organisme tersebut menguraikan bahan organik yang ada dalam suatu perairan, pada kondisi yang hampir sama dengan kondisi yang ada di alam.

Selama penelitian BOD, sampel yang diperiksa harus bebas dari udara luar untuk mencegah kontaminasi dari oksigen yang ada di udara bebas. Konsentrasi air buangan/sampel tersebut juga harus berada pada suatu tingkat pencemaran tertentu. Hal ini untuk menjaga supaya oksigen terlarut selalu ada selama pemeriksaan. Pemeriksaan BOD tersebut dianggap sebagai suatu prosedur oksidasi dimana organisme hidup bertindak sebagai medium untuk menguraikan bahan organik menjadi CO_2 dan H_2O (Salmin, 2005)

Dalam penelitian, perlakuan BOD berlangsung selama 7 hari (BOD 7). Ini dilakukan untuk menghitung nilai baik BOD 0 maupun BOD 7 dari sampel air sungai ciliwung di Kota Bogor dan menentukan apakah air tersebut tercemar atau tidak. Perlakuan awal yaitu memasukkan sampel air ke dalam botol winkler yang tertutup. Selain itu, untuk botol winkler yang digunakan untuk pengujian BOD 7 hari, botol harus ditutup dengan tutup botol agar tidak terdapat gelembung udara yang dapat mempengaruhi kandungan oksigen pada sampel.

Kemudian menambahkan larutan MnSO_4 dalam botol yang berisi sampel, penambahan MnSO_4 ini berfungsi untuk mengikat oksigen menjadi $\text{Mn}(\text{OH})_2$ yang kemudian akan teroksidasi menjadi MnO_2 berhidrat. Selanjutnya menambahkan larutan alkali-iodida-azida dengan cara yang sama yaitu memasukkan ujung pipet ke dalam larutan agar tidak terjadi percikan dan pereaksi tidak keluar dari botol karena larutan ini sangat beracun. Penambahan pereaksi alkali-iodida-azida ini berfungsi sebagai katalisator karena

zat organik sangat sukar bereaksi kemudian larutan di biarkan beberapa saat hingga terbentuk endapan cokelat. Setelah terbentuk endapan cokelat, larutan kemudian ditambahkan larutan asam sulfat pekat (H_2SO_4) yang berfungsi untuk melarutkan endapan.

Setelah endapan larut, dilanjutkan dengan menitrasi larutan dengan menggunakan natrium tiosulfat ($\text{Na}_2\text{S}_2\text{O}_3$) hingga larutan berwarna kuning kemudian menabahkan indikator amilum (kanji) hingga berwarna ungu kehitaman. Indikator kanji ini berfungsi sebagai indikator yang mengikat ion-ion yang ada pada larutan alkali-iodida-azida karena warna ungu kehitaman kompleks pati-iod berperan sebagai uji kepekaan terhadap iod. Kepekaan itu lebih besar dalam larutan sedikit asam dari pada dalam larutan netral dan lebih besar dengan adanya ion iodida. Kemudian titrasi dilanjutkan hingga warna ungu kehitaman itu hilang.

Data penelitian yang diperoleh dari BOD₀ blanko 1 dan 2 yaitu 13.5093 mg/L, sampel A1 yaitu 14.7013 mg/L dan sampel A2 yaitu 13.9067 mg/L. Pada sampel B1 dan B2 sebesar 13.1120 mg/L dengan rerata sebesar 13.6418 mg/L. Kemudian data yang diperoleh dari BOD₇ blanko 1 yaitu 12.7147 mg/L dan blanko 2 yaitu 12.9133 mg/L, sampel A1 yaitu 12.3173 mg/L dan sampel A2, B1 dan B2 yaitu sebesar 11.5227 mg/L dengan rerata sebesar 12.1855 mg/L. Menurut Kepmen LH No. KEP-03/MENKLH/II/1991 tentang baku mutu limbah cair untuk golongan 3, BOD maksimum adalah 150 mg/L. Dari hasil penelitian, kadar BOD sampel air sungai ciliwung menunjukkan angka yang lebih kecil dari baku mutu sehingga kadar oksigen yang digunakan mikroorganisme untuk menguraikan zat-zat organik sangat rendah pula (Salmin, 2005). Berdasarkan Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas Sesuai dengan PP No. 82 Tahun 2001 air sungai Ciliwung kota Bogor termasuk ke dalam kelas 4 yaitu

jenis air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanian/pertanian.

COD adalah banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik secara kimia. Angka COD yang tinggi, mengindikasikan semakin besar tingkat pencemaran yang terjadi. Perairan yang memiliki nilai COD tinggi tidak diinginkan bagi kepentingan perikanan dan pertanian. Nilai COD pada perairan yang tidak tercemar biasanya kurang dari 20 mg/L, sedangkan pada perairan tercemar dapat lebih dari 200 mg/L (Ali et al, 2013).

Uji COD yaitu suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan, misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologis dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dengan uji COD (Fardiaz S, 1992). Perlakuan awal yang dilakukan pada uji COD yaitu memasukkan sampel sebanyak 10 mL ke dalam erlenmeyer 250 mL, kemudian tambahkan larutan kalium dikromat atau $K_2Cr_2O_7$ kemudian dikocok hingga homogen. Kalium dikromat ini berfungsi sebagai oksidator zat-zat organik yang ada di dalam sampel. Lalu tambahkan asam sulfat secara perlahan-lahan dan diaduk, kemudian didiamkan sambil didinginkan. Pendinginan tersebut bertujuan untuk menghindari kemungkinan hilangnya bahan-bahan yang mudah menguap. Karena dengan penambahan *reagen* asam sulfat akan menimbulkan suhu yang tinggi sehingga memungkinkan terjadinya penguapan bahan-bahan *volatile* dalam larutan tersebut, selain sebagai katalisator yang mempercepat reaksi. Selanjutnya larutan sampel diencerkan dengan menambahkan akuades. Terakhir dilakukan proses titrasi untuk kelebihan $K_2Cr_2O_7$ dengan FAS, dengan menambahkan indikator ferroin. Dihentikan proses titrasi ketika tercapai titik akhir titrasi dengan indikasi berubahnya warna larutan dari biru

kehijauan menjadi coklat kemerahan. Pada titik akhir titrasi dapat diketahui jumlah FAS yang dibutuhkan untuk mengoksidasi kelebihan $K_2Cr_2O_7$, yang merupakan nilai dari COD.

Data penelitian yang diperoleh yaitu nilai COD sampel A sebesar 100.00 mg/L dan sampel B sebesar 96.00 mg/L, dengan rerata sebesar 98.00 mg/L. Berdasarkan Kriteria Mutu Air Berdasarkan Kelas Sesuai dengan PP No. 82 Tahun 2001 air sungai Ciliwung kota Bogor termasuk ke dalam kelas 4 yaitu jenis air yang dapat digunakan untuk mengairi pertanian/pertanian karena nilai COD dibawah 100 mg/L.

Pada umumnya nilai COD lebih besar dari nilai BOD karena jumlah senyawa kimia yang bisa dioksidasi secara kimiawi lebih besar dibandingkan oksidasi secara biologis (Achmad R., 2004) Nilai COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalamnya (Valentina & Sundari, 2013). Nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan (Kristanto P, 2002)

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil dapat disimpulkan bahwa:

1. Karakteristik Sungai Ciliwung dipengaruhi faktor-faktor pembatasnya berupa parameter fisik yaitu suhu dan kecepatan arus sungai, parameter kimia yaitu nilai pH, dan parameter biologi plankton seperti fitoplankton *Closterium setaceum*, zooplankton *Microhanimoun strictssium*, dan beberapa bentos seperti cacing, kepiting kecil, ikan kecil dan kerang kecil.
2. Rerata nilai BOD_0 yang didapat yaitu 13.6418 mg/L sedangkan rerata BOD_7 yaitu 12.1855 mg/L dan rerata nilai COD yang didapat yaitu sebesar 98.00 mg/L. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa

air sungai Ciliwung termasuk ke dalam kelas 4 karena nilai BODnya lebih dari 12 mg/L dan nilai CODnya berkisar antara 50-100 mg/L menurut PP No. 82 Tahun 2001.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad R. (2004). *Kimia Lingkungan*. Andi: Yogyakarta.
- Adithya, et all. (2014). Keanekaragaman dan Kelimpahan Fitoplankton di Sungai E kang Anculai Kecamatan Teluk Sebong Kabupaten Bintan. *Jurnal Umrah*. Retrieved from http://jurnal.umrah.ac.id/wp-content/uploads/gravity_forms/1-ec61c9cb232a03a96d0947c6478e525e/2016/08/JURNAL-jonny.pdf
- Ali et all. (2013). Kajian Kualitas Air Dan Status Mutu Air Sungai Metro. *Jurnal Bumi Lestari*, 13(2), 265–274.
- Astuti MY et all. (2016). Evaluasi Kesesuaian Perairan Untuk Budidaya Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*) DI Kawasan Pesisir Desa Kandang Besi Kecamatan Kota Agung Barat Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Rekayasa Dan Teknologi Budidaya Perairan*, 5(1), 621–630.
- Efendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Kanisius:Yogyakarta.
- Fardiaz S. (1992). *Polusi Air dan Udara*. Kanisius:Yogyakarta.
- Hendrawan, D. (2008). Kualitas Air Sungai Ciliwung Ditinjau Dari Parameter Lemak dan Minyak. *Jurnal Ilmu-Ilmu Perairan Dan Perikanan Indonesia*, 2(15), 85–93.
- Kristanto P. (2002). *Ekologi Industri*. Ando Offset: Yogyakarta.
- Michael. (1994). *Metode Ekologi Untuk Penyelidikan Ladang Dan Laboratorium*. Jakarta:Universitas Indonesia.
- Nuriya et all. (2010). Analisis Parameter Fisika Kimia di Perairan Sumenep Bagian Timur dengan Menggunakan Citra Landsat TM 5. *Jurnal Kelautan*, 3(2), 132–138.
- Pambudi, et all. (2016). Keanekaragaman Fitoplankton Sungai Ciliwung Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung. *Jurnal Al-Azhar Indonesia*, 3(4), 204–212.
- Rahmawati, et all. (2005). Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 2(1), 97–111.
- Salmin. (2005). Oksigen Terlarut (DO) Dan Kebutuhan Oksigen Biologi (BOD) Sebagai Salah Satu Indikator Untuk Menentukan Kualitas Perairan. *Oseana*, 30(3), 21–26.
- Trofisa, D. (2011). *Kajian Beban Pencemaran Dan Daya Tampung Pencemaran Sungai Ciliwung Di Segmen Kota Bogor*.
- Valentina, A. E., & Sundari, S. (2013). Pemanfaatan Arang Enceng Gondok Dalam Menurunkan Kekeruhan COD, BOD pada air Sumur. *Indonesian Journal Of Chemical Science*, 2(2252), 84–89.

**RIAP PERTUMBUHAN JATI UNGGUL NUSANTARA
ROTASI KEDUA DI KEBUN PERCOBAAN COGREG
UNIVERSITAS NUSA BANGSA**
*(The Second Rotation of Jati Unggul Nusantara Growth
in Cogreg Experimental Garden
University of Nusa Bangsa)*

Kustin Bintani Meiganati¹

¹Fakultas Kehutanan, Universitas Nusa Bangsa
Jl. KH. Sholeh Iskandar Km 4, Cimanggu, Tanah Sareal, Bogor
e-mail : kb1nt41n1.m31@gmail.com

ABSTRACT

The copies JUN in the UNB Experimental Garden is the second rotation, this is an economic and ecological consideration. According to previous studies that sengon copies can be done in 3 rotations. JUN and sengon have similar physical characteristics of wood. The characteristics of the wood include the water content, density and density of wood. So that it is assumed, the growth of sengon stands also has similarities with the growth of JUN stands. In this research, it will be seen whether the JUN increment in the second rotation will produce results that are in line with expectations, and whether it will be feasible to continue in the third rotation. Riap in the second rotation will be a consideration for the next rotation. The prediction of increment in the next rotation can be calculated by knowing the increment in the second rotation. This study took a sample of 20% of the total population or as many as 1084 JUN copies stands. From this study it was concluded that the increment in the second rotation was 2.8 cm / year or decreased by 40%, so to obtain the lowest grade woodworking (AI) it took 7 years and 8 months. If it is continued in the third rotation it requires a cycle of 17 years 8 months to obtain an AI standard and requires a cycle of 26 years 8 months to obtain the AIII standard. From the results above, it is recommended that for JUN copies only until the second rotation because the predicted cycle is still below 10 years. The third rotation cannot be done because the growth of diameter increments is below 2 cm / year, so the cycle takes more than 10 years.

Key words: riap, rotation, copies, cycle, JUN

ABSTRAK

Trubusan JUN yang ada di Kebun Percobaan UNB merupakan rotasi kedua, hal ini merupakan pertimbangan ekonomi dan ekologi. Menurut penelitian terdahulu bahwa trubusan sengon dapat dilakukan sebanyak 3 kali rotasi. JUN dan sengon memiliki karakteristik fisika kayu yang mirip. Karakteristik kayu tersebut diantaranya kadar air, kerapatan dan berat jenis kayu. Sehingga diasumsikan, pertumbuhan tegakan sengon juga memiliki kemiripan dengan pertumbuhan tegakan JUN. Dalam penelitian ini akan dilihat apakah riap JUN pada rotasi kedua akan memberikan hasil yang sesuai dengan harapan, dan apakah akan layak untuk dilanjutkan pada rotasi ketiga. Riap di rotasi kedua akan menjadi pertimbangan untuk rotasi selanjutnya. Prediksi riap di rotasi selanjutnya dapat dihitung dengan mengetahui riap pada rotasi kedua. Penelitian ini mengambil sampel sebanyak 20% dari total populasi atau sebanyak 1084 tegakan trubusan JUN. Dari penelitian ini disimpulkan bahwa riap pada rotasi kedua adalah sebesar 2,8 cm/tahun atau menurun 40%, sehingga untuk memperoleh kayu pertukangan dengan grade terendah (AI) dibutuhkan waktu selama 7 tahun 8 bulan. Jika dilanjutkan pada rotasi ketiga membutuhkan daur selama 17 tahun 8 bulan untuk memperoleh standar AI dan membutuhkan daur selama 26 tahun 8 bulan untuk memperoleh standar AIII. Dari hasil tersebut diatas maka untuk trubusan JUN direkomendasikan hanya sampai rotasi kedua karena prediksi daur masih dibawah 10 tahun. Rotasi ketiga tidak bisa dilakukan karena pertumbuhan riap diameter dibawah 2 cm/ tahun, sehingga daurnya membutuhkan waktu lebih dari 10 tahun.

Kata kunci: riap, rotasi, trubusan, daur, JUN.

I. PENDAHULUAN

Sistem permudaan tanaman kehutanan dikenal ada dua sistem, yaitu generatif dan vegetatif. Dimana sistem generatif memiliki banyak kelemahan, diantaranya membutuhkan waktu yang lama untuk memperoleh biji dan lama masak tebangnya. Oleh karena itu dikembangkan sistem vegetatif, sebagai solusi untuk mempercepat waktu dalam penyiapan material semai dan pertumbuhan tegakan. Salah satu sistem vegetatif adalah dengan trubusan. Sistem pemudaan dengan trubusan adalah suatu cara regenerasi tegakan secara vegetatif melalui trubusan, baik yang muncul pada *stump*, akar yang menjalar (*root suckers*) atau dari percabangan (Nyland, 2001). Definisi trubusan yang lain, menurut Hamilton dan Colac (2000), trubusan merupakan pertumbuhan kembali tunas pada tunggak pohon (*stump*).

Pengelolaan hutan tanaman dengan sistem *copies* (trubusan) menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan hasil yang optimal pada suatu lahan. Menurut Nyland (2001), permudaan dengan cara ini akan berhasil jika spesies pohon tersebut secara alami mudah memunculkan trubusan atau mudah berakar. Selain itu permudaan dengan trubusan umumnya dilakukan pada spesies berdaun lebar pada tegakan berumur muda sampai sedang. Faktor yang mempengaruhi pertumbuhan trubusan selain umur adalah kondisi tapak, iklim mikro, tindakan silvikultur dan genetika jenis tanaman (Wahyuningtyas, 2010).

Hutan percobaan UNB memiliki potensi trubusan JUN usia 4 tahun dengan luas areal sebesar 7 ha. Pemeliharaan trubusan dimaksudkan untuk melindungi tanah sehingga tidak cepat rusak secara fisik dan mendapatkan keuntungan secara finansial tanpa mengeluarkan biaya penanaman. Pengelolaan trubusan sudah banyak dilakukan, diantaranya tanaman sengon di daerah Sukabumi dan Tasikmalaya (Jawa Barat), tunggul yang diterapkan pertama (pohon induk) cukup baik untuk

menghasilkan tiga kali trubusan. Permudaan sengon dengan trubusan juga dilakukan masyarakat di Desa Gunungsari, Boyolali dan Desa Sumberejo, Wonogiri, Jawa Tengah. Sistem ini menghemat biaya pembuatan tanaman, namun kualitas tegakan yang dihasilkan belum tentu sama dengan tegakan sebelumnya (Wahyuningtyas, 2010).

Kayu sengon dan kayu JUN memiliki sifat yang mirip. Kemiripannya dilihat dari sifat fisiknya, diantaranya nilai kerapatan, berat jenis dan kadar airnya. Kayu sengon termasuk kelas awet dan kuat IV/V dan kelas IV-V dengan berat jenis 0,33 (0,24-0,49) (Martawijaya dan Kartasujana, 1989), kadar air 10,68% dan kerapatan rata-rata sebesar 0,41 gr/cm³ (Nuralex dkk, 2009). Sedangkan berat jenis JUN trubusan: 0,49; kadar air 12,85% dan kerapatan sebesar 0,68 gr/cm³ (Suhernidawaty dkk, 2017).

Persamaan sifat fisik antara JUN dan sengon tersebut menggambarkan pertumbuhan riap yang mirip. Sehingga dimungkinkan kemampuan trubusan JUN dalam pengelolaan hutan *copies* bisa disamakan dengan trubusan sengon. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan dilihat riap trubusan JUN rotasi kedua dan akan diprediksi pada rotasi ketiga dan keempat untuk melihat kelayakan pertumbuhan trubusan JUN.

II. METODE PENELITIAN

A. Sampel

Obyek penelitian yang digunakan adalah trubusan JUN umur 4 tahun dengan jumlah sampel 20% dari total populasi, yaitu sebanyak 1084 pohon (Simon, 2004). Penentuan sampel dengan cara *sistematyc with random start*. Dalam penelitian ini data yang dikumpulkan di lapangan meliputi data diameter dan tinggi pohon, kemudian dihitung volumenya.

B. Metode Penelitian

Diameter dihitung pada batang setinggi dada menggunakan phi band, tinggi pohon

total menggunakan haga dan galah. Dari data diameter dan tinggi pohon dihitung volume pohon dengan rumus:

$$V = \frac{1}{4} \times \pi \times \Phi^2 \times t \times \text{faktor koreksi}$$

Keterangan :

π = phi

Φ = diameter

t = tinggi

Faktor koreksi (angka bentuk) = 0,7

Informasi riap tegakan (*Mean Annual Increment/MAI*) disampaikan dengan perhitungan berikut:

$$I_i = Y_i/A$$

Keterangan:

I = rata-rata riap tahunan jati dari ulangan

Y = rata-rata dimensi pohon (diameter, tinggi, volume)

A = umur pohon (sama, yaitu 3 tahun)

i = jumlah tunas yang tumbuh (1,2 dan 3 tunas)

Untuk memprediksi riap pada rotasi berikutnya (ketiga dan keempat) menggunakan perhitungan statistik sederhana, kemudian digambarkan dalam grafik cartesius sederhana.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Jumlah populasi tegakan trubusan JUN adalah 5.420 pohon. Sampel yang diambil sebesar 205, atau sebanyak 1.084 pohon. Pengukuran dimensi pohon menghasilkan data berikut:

Tabel 1. Hasil Pengukuran Dimensi Trubusan JUN

No.	Dimensi Pohon	Rata ² / pohon (cm, m, m ³)
1.	Diameter	11,03
2.	Tinggi	8,70
3.	Volume	0,1

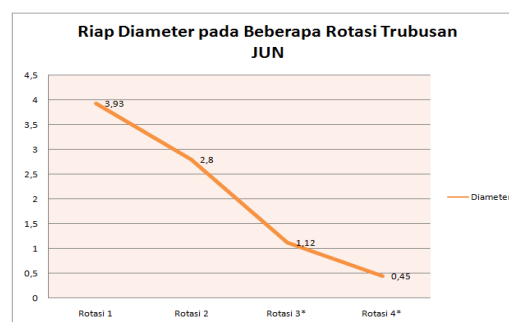
Riap dihitung dengan rumus *MAI* dimana umur trubusan JUN adalah sebesar 4 tahun,

maka diperoleh riap dimensi tegakan sebagai berikut:

Tabel 2. Riap Dimensi Trubusan JUN

No.	Dimensi Pohon	MAI
1.	Diameter	2,8 cm/th
2.	Tinggi	2,18 m/th
3.	Volume	0,025m ³ /th

Riap diameter trubusan JUN rotasi kedua di tahun ke-4 sebesar 2,8 cm/th mengalami penurunan jika dibandingkan dengan riap diameter tegakan JUN awal yaitu sebesar 3,93 cm/th (Setyaningsih dkk, 2014). Penurunan yang terjadi adalah sebesar 1,13 cm/tahun atau sebesar 0,4%. Dengan asumsi bahwa penurunan yang terjadi sama yaitu sebesar 0,4%, maka riap diameter pada rotasi kedua dan ketiga secara berturut-turut adalah 1,12 cm/tahun dan 0,45 cm/tahun (Gambar 1).



Gambar 1. Riap Diameter pada Beberapa Rotasi Trubusan JUN

B. Pembahasan

Riap trubusan JUN di Cogra pada rotasi kedua masih lebih tinggi dibandingkan dengan riap diameter trubusan jati di KPH Ngawi Jawa Timur yaitu sebesar 1,25 – 1,4 cm/tahun (Susila, 2012). Tapi jika trubusan JUN dilanjutkan pada rotasi ketiga, maka riapnya lebih rendah dibandingkan dengan riap trubusan jati di KPH Ngawi.

Riap tinggi dan volume trubusan JUN tidak dapat dilihat dinamika karena tidak ada data pembandingan yang dilakukan sebelumnya. Penurunan riap diameter tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor. Menurut penelitian Heruwanto (2016) mengatakan bahwa kehilangan unsur hara dalam tanah

berbanding lurus dengan penambahan diameter tegakan.

Menurut Wahyuningtyas (2000) kondisi tapak yang sesuai juga sangat menentukan keberhasilan tegakan dengan permudaan sistem trubusan. Kondisi tapak yang ideal umumnya adalah bersolum dalam, bertekstur sedang-remah, strukturnya porus, kandungan bahan organik >2%, pH sesuai dengan jenis tanaman, serta memiliki musim hujan yang cukup untuk menunjang pertumbuhan tanaman meski tanpa bantuan irigasi yang memadai. Agar produktifitas tegakan maksimal, kombinasi teknik lain dapat digunakan seperti penggunaan materi genetik unggul, penyiangan teratur, pemupukan, irigasi dan perlindungan tanaman. Untuk tanaman dengan rotasi pendek dan sebagian besar biomassa diangkut ke luar, maka produktifitas lahan perlu dijaga dengan pemberian tambahan pupuk N.

Secara umum kebanyakan spesies akan mengalami penurunan kemampuan memunculkan trubusan setelah berumur 40 tahun atau kurang. Pada saat itu beberapa faktor penghambat akan semakin meningkat seiring bertambahnya umur dan ukuran pohon seperti: kulit kayu sudah menebal sehingga sulit ditembus oleh tunas dorman pada kambium serta jaringan penghubung antara mata tunas dorman dan celah (*pith*) sudah rusak (Nyland, 2001).

Pada penelitian trubusan jenis lain diperoleh angka penurunan riap yang berbeda. Pada *Eucalyptus globulus* di India dengan panjang rotasi 15 tahun, produksi trubusannya berkurang 9% pada rotasi ke-2 dan semakin berkurang menjadi 20% pada rotasi ke-4. Bila hal tersebut terjadi, maka disarankan untuk membongkar *stump* dan menggantinya dengan tanaman dari bibit yang baru (Nyland, 2001).

Pemeliharaan trubusan dengan cara penyiangan dan pemupukan juga akan mempertahankan riap trubusan sehingga tidak terjadi penurunan yang signifikan (Wahyuningtyas, 2010). Sistem trubusan yang memiliki banyak keuntungan juga harus

menguntungkan secara ekonomi, dengan biaya penanaman yang ditekan dapat menghasilkan kayu yang baik. Oleh karena itu pemeliharaan sangat menentukan dalam kualitas dan kuantitas hasil kayu yang diperoleh.

Trubusan JUN di Kebun Percobaan Cogreg dapat dipelihara sampai rotasi ketiga dengan catatan harus dilakukan tindakan silvikultur atau tindakan pemeliharaan yang memadai. Pemupukan yang dilakukan diawal tumbuh trubusan kemudian pemupukan pada umur 1 tahun trubusan akan memberikan hasil yang baik.

Riap trubusan rotasi kedua sebesar 2,8 cm/tahun jika ditebang pada umur 5 tahun, maka diameter pada masak tebang diperoleh sekitar 14 cm. Diameter ini belum layak untuk standar pertukangan dengan *grade* tertinggi, oleh karena itu, pada rotasi kedua, daur JUN harus diperpanjang untuk memperoleh diameter yang layak untuk ditebang. Kayu JUN biasanya untuk pertukangan, syarat minimal diameternya adalah 30 cm. Jika riapnya 2,8 cm/tahun, maka daurnya adalah 10,7 tahun atau 10 tahun 8 bulan.

Berdasarkan SNI 01-5007.1-2003 tentang Kayu bundar jati, standar sortimen dengan *grade* tertinggi adalah diameter 30 cm ke atas (Tabel 3).

Tabel 3. Persyaratan Pemothon Panjang

No	Sortimen	Kelas diameter (terkecil)	Panjang batang
1	Kayu Bundar Kecil/KBK (A I)	4 cm	≥ 2,00 m
		7 cm	≥ 1,00 m
		10 & 13 cm	≥ 0,70 m
		16 & 19 cm	≥ 0,40 m
2	Kayu Bundar Sedang/KBS (A II)	22; 25 & 28 cm	≥ 0,40 m
3	Kayu Bundar Besar/KBB (A III)	≥ 30 cm	≥ 0,40 m

Tegakan JUN di rotasi awal belum masuk standar tersebut. Kayu JUN yang dihasilkan di Kebun Percobaan Cogreg masuk pada *grade* sortimen AI yaitu diameter 20 cm ke bawah. Jika

hasil JUN direncanakan agar masuk standar AIII maka daur yang sesuai adalah 7,6 tahun atau 7 tahun 7 bulan untuk rotasi pertama dan 10 tahun 8 bulan untuk rotasi kedua. Jika dilanjutkan lagi untuk rotasi ketiga dengan riap diameter sebesar 1,12 cm/tahun, maka daur agar dapat memenuhi standar AIII adalah 26 tahun 8 bulan.

Jika ingin diperoleh kayu pertukangan dengan *grade* terendah (AI) maka pada rotasi pertama membutuhkan masa daur selama tahun dan itu sudah dilakukan. Untuk rotasi kedua dibutuhkan daur selama 7 tahun, jika dilanjutkan pada rotasi ketiga maka dibutuhkan daur selama 17 tahun 9 bulan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

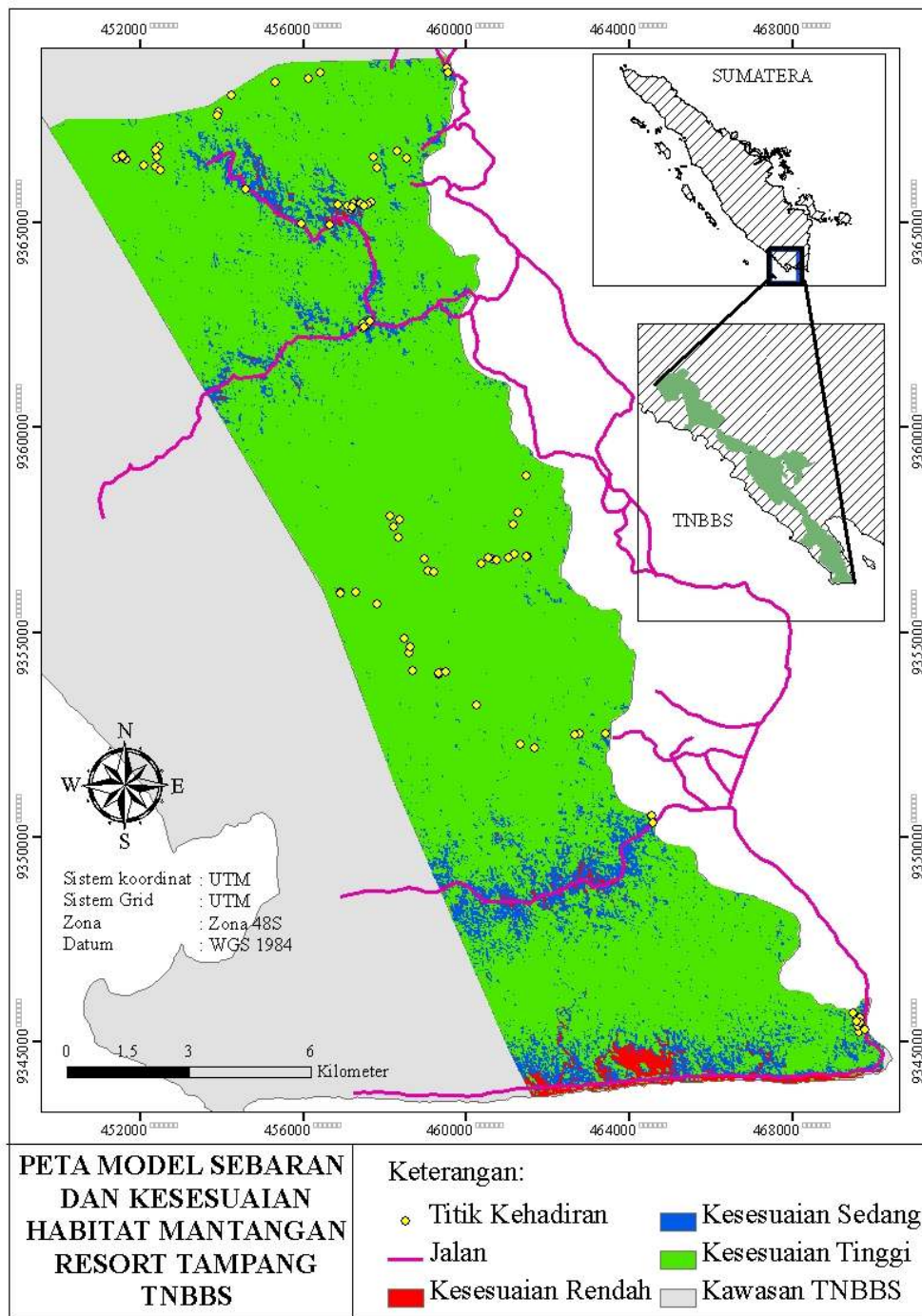
Dari penelitian ini disimpulkan bahwa riap pada rotasi kedua adalah sebesar 2,8 cm/tahun atau menurun 40%, sehingga untuk memperoleh kayu pertukangan dengan *grade* terendah (AI) dibutuhkan waktu selama 7 tahun 8 bulan. Jika dilanjutkan pada rotasi ketiga membutuhkan daur selama 17 tahun 8 bulan untuk memperoleh standar AI dan membutuhkan daur selama 26 tahun 8 bulan untuk memperoleh standar AIII.

B. Saran

Dari hasil tersebut diatas maka untuk trubusan JUN direkomendasikan hanya sampai rotasi kedua karena prediksi daur masih dibawah 10 tahun. Rotasi ketiga tidak bisa dilakukan karena pertumbuhan riap diameter dibawah 2 cm/ tahun, sehingga daurnya membutuhkan waktu lebih dari 10 tahun.

DAFTAR PUSTAKA

- Badan Standardisasi Nasional. 2003. SNI 01-5007.1-2003 tentang Produk Kayu Bundar – Bagian 1: Kayu Bundar Jati
- Hamilton L. dan Colac. 2000. *Managing Coppice in Eucalyptus Plantation*. Information Notes. Departement of Primary Industries. Victoria, Australia. <http://www.dpi.vic.gov.au>
- Martawijaya, A., Kartasujana, Y.I. Mandang, S.A. Prawira dan K. Kadir, 1989. Atlas Kayu Indonesia Jilid II. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan Indonesia. Bogor
- Nyland, R.D. 2001. *Silviculture, Concept and Application*. Mc. Graw Hill. New York.
- Setyaningsih, Luluk. Fredy Martin Latupeirissa. Bambang Supriono. 2009. Pertumbuhan Jati Unggul Nusantara pada Pola Tanam Tumpangsari di Kebun Percobaan Cogreg. Jurnal Nusa Sylva. Volume 9 No.2 Desember 2009.92-97.
- Simon, H. 2005. Metode Inventore Hutan. Cetakan I. Pustaka Pelajar. Yogyakarta. (Halaman 129-139)
- Susila, IWW. 2012. Model Dugaan Volume dan Riap Tegakan Jati (*Tectona grandis* L.F) di Nusa Penida, Klungkung Bali. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman. Volume 9 No. 3. September 2012. 165-178.
- Suwandhi, Ichsan. 2013. Arsitek Pohon dan Arsitek Akar: Hubungannya dengan Pertumbuhan Pohon dan Kualitas Kayu. Paper. Program Pasca Sarjana IPB. Bogor.
- Wahyuningtyas, RS. 2010. Hutan Rakyat Trubusan sebagai Alternatif Sistem Permudaan. Galam Volume IV No. 3 Desember 2010 (Hal 189 – 207).
- Wibowo, A. 2013. Uji Coba Tebangan Kayu Perhutanan Klon Jati (JPP) dan Trubusannya. Studi Kasus Petak 61a BKPH Kedunggalar KPH Ngawi.



Peta Kesesuaian Habitat Mantangan (Hermawan, 2017)