

ISSN 0216 - 0439
E-ISSN 2540 - 9689

Jurnal

Penelitian Hutan dan Konservasi Alam

Journal of Forest and Nature Conservation Research

Volume 16 Nomor 2, Desember Tahun 2019



KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
Ministry of Environment and Forestry
BADAN PENELITIAN PENGEMBANGAN DAN INOVASI
Forestry Research Development and Innovation Agency
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HUTAN
Forest Research and Development Centre
BOGOR - INDONESIA



Jurnal Hutan dan Konservasi Alam adalah media resmi publikasi ilmiah dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan (P3H) yang memuat hasil penelitian bidang-bidang Silviculture Hutan Alam, Nilai Hutan, Pengaruh Hutan, Botani dan Ekologi Hutan, Perhutanan Sosial, Mikrobiologi Hutan, dan Konservasi Keanekaragaman Hayati.

(Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam is an official scientific publication of the Forest Research and Development (FRDC) publishing research findings of Natural Forest Silviculture, Forest Influences, Forest Valuation, Forest Botany and Ecology, Social Forestry, Forest Microbiology, and Wildlife Biodiversity Conservation).

Perubahan nama instansi dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi (P3KR) menjadi Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan (P3H) berdasarkan Peraturan Menteri Kehutanan Nomor P.18/MENLHK-II/2015 tentang Organisasi dan Tata Kerja Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Logo penerbit juga mengalami perubahan menyesuaikan Logo Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan

Dewan Redaksi (Editorial Board)

Deputi Editor

Ahmad Gadang Pamungkas, S.hut., M.Si

Editor

Asep Hidayat, S.Hut., M.Agr., Ph.D
(Mikrobiologi - KLHK)

Dewan Redaksi

Dr. Sri Suharti
(Perhutanan Sosial - KLHK)
Dr. Henti Hendalastuti Rachmat
(Silvikultur, Genetik - KLHK)
Dr. Neo Endra Lelana
(Perlindungan Hutan - KLHK)
Dr. Rozza Tri Kwatrina
(Konservasi Keanekaragaman Hayati - KLHK)
Dr. Yulita Sri Kusumadewi
(Botani dan Ekologi - LIPI)
Dr. Agung Budi Supangat
(Pengelolaan Lahan, Air dan Iklim - KLHK)
Rinaldi Imanuddin, S.Hut., M.Sc
(Manajemen Hutan dan Biometrika - KLHK)

Reviewer

Prof. Ris. Dr. Chairil Anwar Siregar
(Hidrologi dan Konservasi Tanah - KLHK)
Prof. Ris. Dr. Hendra Gunawan
(Konservasi Sumberdaya Hutan - KLHK)
Prof. Dr. Cahyono Agus Dwi Koranto
(Ilmu Tanah - UGM)
Prof. Dr. Cecep Kusmana
(Ekologi Hutan Mangrove - IPB)
Dr. Sri Wilarso
(Mikrobiologi - IPB)
Prof. Dr. Gono Semiadi
(Mamalia dan Pengelolaan Satwaliar - LIPI)
Dr. Maman Turjaman
(Mikologi - KLHK)
Dr. Made Hesti Lestari Tata
(Silvikultur - KLHK)
Dr. Haruni Krisnawati
(Biometrika Hutan - KLHK)
Dr. Murniati
(Agroforestry dan Hutan Kemasyarakatan - KLHK)
Dr. Irdika Mansur
(Silvikultur, Reklamasi dan Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang - IPB)
Dr. Abdul Haris Mustari
(Ekologi Satwaliar - IPB)

Dr. Jarwadi Budi Hernowo

(Ekologi Satwaliar - IPB)

Dr. Yeni Herdiyeni

(Digital Image Processing, computer vision and computational intelligence - IPB)

Dr. Yudi Setiawan, SP., M.Sc

(Land Use Science, Spatial Dynamics, Environmental Science,

Remote Sensing - IPB)

Fifi Gus Dwiyantri, S.Hut., M.Agr., Ph.D

(Genetika dan Ekologi Hutan - IPB)

Dr. Achmad Siddik Thoah

(Konservasi Sumberdaya Alam Hayati - USU)

Dr. Bejo Slamet, S.Hut., M.Si

(Remote sensing dan Hidrologi - USU)

Dr. Arida Susilowati

(Silvikultur dan Ekologi - USU)

Dr. Sena Adi Subrata

(Satwa Liar - UGM)

Dr. Sulaeha Thamrin, M.Si

(Entomologi - UNHAS)

Dr. Sri Utami, SP., M.Si

(Perlindungan Hutan - KLHK)

Dr. Novianto Bambang

(Konservasi - KLHK)

Dr. Yanto Rochmayanto, S.Hut., M.Sc

(Ekonomi dan Kebijakan Kehutanan - KLHK)

Copy Editor

Dr. Titiek Setyawati (Botani Umum - KLHK)

Ir. Adi Susilo, M.Sc (Silvikultur - KLHK)

Fathimah Handayani, S.Hut., M.For.Sc (Konservasi Tanah dan Air - KLHK)

Editor Bagian (Sec. Editor)

Mamay Maisaroh, S.Hut., M.Si

Retno Agustarini, S.Hut., M.Si

Rosita Dewi, S.Hut., M.IL

Husnul Khotimah, SE., M.Si

Retno Kusumastuti Rahajeng, SH., M.Hum

Merry M. Dethan, SP

Anita Rianti, S.Pt

Layout Editor

Zamal Wildan, S.Kom

Administrasi Web

Apid Robini Eka Prawira, ST

Administrasi

Ari Wibowo, A.Md

Isi dari jurnal dapat dikutip dengan menyebutkan sumbernya

Citation is permitted with acknowledgement of the source

Diterbitkan secara teratur satu volume tiap tahun yang terdiri atas tiga nomor (April, Agustus, Desember) oleh Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Sejak terbitan Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Volume 12 Nomor 2, Agustus Tahun 2015, Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam terbit dua kali dalam setahun (Juni dan Desember)

Published regularly one volume a year consisting of three issues (April, August, December) by the Forest Research and Development Center of the Forestry Research and Development Agency. Since the publication of the Journal of Forest and Nature Conservation Research, Volume 12 Number 2, August 2015, the journal published twice a year (June and December).

Alamat (Address) : Jl. Gunung Batu P.O. Box 165, Bogor 16601, Indonesia
Telepon (Phone) : (0251) 8633234; 7520067
Fax (Fax) : (0251) 8638111
Website/homepage : <http://www.forda-mof.org>; <http://www.puslitbanghut.or.id>
Email : p3hka_pp@yahoo.co.id; jurnalphka@gmail.com
Percetakan (Printing) : CV. CAHYA JASA UTAMA

Terakreditasi

Berdasarkan Keputusan Direktur Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan,
Kementerian Riset, Teknologi dan Perguruan Tinggi Nomor: 21/E/KPT/2018, Tanggal 9 Juli 2018

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada *Reviewer* yang telah menelaah naskah yang dimuat pada Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Volume 16 Nomor 2, Desember 2019:

Prof. (Riset) Dr. Hendra Gunawan (*Konservasi Sumberdaya Hutan – KLHK*)

Dr. Bejo Slamet, S.Hut, M.Si (*Remote Sensing dan Hidrologi – USU*)

Dr. Yeni Herdiyeni (*Digital Image Processing, Computer Vision and Computational Intelligence – IPB*)

Rinaldi Imanuddin, S.Hut., M.Sc (*Manajemen Hutan dan Biometrika – KLHK*)

Dr. Sulaeha Thamrin, M.Si (*Entomologi – UNHAS*)

Dr. Sri Utami, SP., M.Si (*Perlindungan Hutan – KLHK*)

Dr. Haruni Krisnawati (*Biometrika Hutan – KLHK*)

Dr. Rozza Tri Kwatrina (*Konservasi Keanekaragaman Hayati – KLHK*)

Dr. Irdika Mansur (*Silvikultur, Reklamasi dan Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang – IPB*)

Dr. Jarwadi Budi Hernowo (*Ekologi Satwaliar – IPB*)

Dr. Arida Susilowati (*Silvikultur dan Ekologi – USU*)

Dr. Yudi Setiawan, SP, MSc (*Land Use Science, Spatial Dynamics, Environmental Science, Remote Sensing – IPB*)

Jurnal

Penelitian Hutan dan Konservasi Alam

Volume 16 Nomor 2, Desember Tahun 2019

ISI/CONTENT :

1. M. Fajri dan/and R. Garsetiasih
KOMPOSISI JENIS VEGETASI LAHAN PASCA TAMBANG GALIAN C DI KHDTK
LABANAN, KABUPATEN BERAU (*Vegetation Species Composition of Post-Mining Land
Of C Excavation In KHDTK Labanan, Berau District*) 101-118
2. Budi Hadi Narendra, Widiatmaka, Cecep Kusmana, Lina Karlinasari dan/and Machfud
PENILAIAN POTENSI LAHAN KRITIS UNTUK PENGEMBANGAN HUTAN
TANAMAN ENERGI DI LOMBOK TIMUR (*Assessment of Critical Land Potency for
Energy Plantation Forest Development in East Lombok*) 119-131
3. M. Bismark, Sofian Iskandar, Reny Sawitri, N. M. Heriyanto dan/and Yulaeka
HABITAT SIAMANG (*Symphalangus syndactylus*, Raffles 1821) DI KAWASAN
TERDEGRADASI TAMAN NASIONAL KERINCI SEBLAT, KABUPATEN PESISIR
SELATAN (*Habitat of Siamang (Symphalangus syndactylus, Raffles 1821) in Degraded Area
of Kerinci Seblat National Park, Pesisir Selatan Regency*) 133-145
4. Sitti Nuraeni, Asma'ul Khusna HM, dan/and Andi Sadapotto
KEANEKARAGAMAN SERANGGA AIR DAN BIOMONITORING BERBASIS INDEKS
FAMILI BIOTIK (*Diversity of Aquatic Insects and Biomonitoring Based on Family Biotic
Index*) 147-157
5. M. Nasir Tamalene, Buyung La Payama Rahwani, dan/and Said Hasan
KEPADATAN KUSKUS GENUS PHALANGER DAN IDENTIFIKASI TUMBUHAN
PAKANNYA DI PULAU OBI (*The Density of Kuskus Genus Phalanger and Its Feed Plant
Identification in Obi Island*) 159-171
6. Nirmalasari Idha Wijaya, Ninis Trisyani, dan/and Aniek Sulestiani POTENSI
PENGEMBANGAN BUDIDAYA SILVOFISHERY DI AREA MANGROVE WONOREJO
SURABAYA (*Potential of The Silvofishery Cultivation in The Mangrove Area of Wonorejo
Surabaya*) 173-189
7. Adi Kunarso, Tubagus Angga Anugrah Syabana, Shabiliani Mareti², Fatahul Azwar, Taufan
Kharis, dan/ and Nuralamin
ANALISIS SPASIAL TINGKAT KERUSAKAN KAWASAN SUAKA MARGASATWA
PADANG SUGIHAN SUMATERA SELATAN (*Spatial Analysis of Degradation Level of
Padang Sugihan Wildlife Reserve South Sumatra*) 191-207



KEMENTERIAN LINGKUNGAN HIDUP DAN KEHUTANAN
BADAN PENELITIAN, PENGEMBANGAN DAN INOVASI
PUSAT PENELITIAN DAN PENGEMBANGAN HUTAN
Bogor

JURNAL PENELITIAN HUTAN DAN KONSERVASI ALAM
(Journal of Forest and Nature Conservation Research)

ISSN 0216-0439

E-ISSN 2540-9689

Vol. 16 No. 2, Desember 2019

Kata kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin dan biaya

UDC/ODC 630*114.521.7 (594.11)

Fajri, M. (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa) dan Garsetiasih, R. (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

Komposisi Jenis Vegetasi Lahan Pasca Tambang Galian C di KHDTK Labanan, Kabupaten Berau
J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, Desember 2019 p: 101-118

Lahan pasca tambang biasanya mengalami kerusakan setelah berakhir kegiatan penambangan, sehingga dibutuhkan upaya rehabilitasi. Dalam upaya rehabilitasi dibutuhkan data vegetasi awal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi mengenai vegetasi yang tumbuh secara alami, tingkat keragaman dan kondisi habitat pada lahan pasca tambang bahan galian C. Penelitian dilakukan di KHDTK Labanan Kabupaten Berau, Kaltim. Pengambilan data vegetasi dilakukan pada tingkat pohon, tiang, pancang, dan semai. Analisis vegetasi menggunakan Indeks Nilai Penting (INP), keragaman menggunakan Indeks Shannon-Wiener, kondisi iklim mikro dianalisis secara deskriptif kuantitatif, kondisi topografi lahan menggunakan software ArcView 10.2. Hasil penelitian menunjukkan tingkat INP tertinggi semai yaitu jenis *Leea guineensis* G. Don (36,65%), tingkat pancang *Piper aduncum* (86,23%), tingkat tiang *Piper aduncum* (90,09%), tingkat pohon *Ficus* sp (148,29%). Struktur vegetasi jenis pionir yang lengkap dari tingkat semai sampai dengan pohon dengan keragaman yang sedang memberi dampak positif bagi kondisi iklim mikro menjadi lebih baik dan meningkatkan kualitas dan produktifitas tanah pada lahan pasca tambang galian C.

Kata Kunci: Vegetasi, komposisi jenis, lahan pasca tambang

UDC/ODC 630*652.54 (594.71)

Narendra, B. H. (Pogram Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor; Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan), Widiatmaka (Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian, Institut Pertanian Bogor), Kusmana, C. (Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor), Karlinasari, L. (Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor), dan Machfud (Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor)

Penilaian Potensi Lahan Kritis untuk Pengembangan Hutan Tanaman Energi di Lombok Timur
J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, Desember 2019 p: 119-131

Meningkatnya penggunaan energi terbarukan yang bersumber dari biomassa kayu sudah seharusnya dipenuhi melalui pengembangan hutan tanaman energi. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi lahan kritis untuk pengembangan hutan tanaman energi di Kabupaten Lombok Timur. Tingkat kesesuaian lahan kritis yang tersedia dianalisis berdasarkan 20 kriteria menggunakan metode *fuzzy linguistic ordered weighted averaging (FLOWA)* berbasis sistem informasi geografis (SIG). Hasil penelitian menunjukkan dari 52.623 ha lahan kritis di Lombok Timur, luasan yang tersedia untuk pengembangan hutan tanaman energi adalah 8.422 ha. Pada skenario sangat optimis, keseluruhan lahan kritis tersedia tersebut sangat sesuai untuk dikembangkan. Sebaliknya pada skenario sangat pesimis, 70% luas lahan kritis tersebut kurang sesuai untuk dikembangkan, sedangkan sisanya tidak sesuai. Pada skenario netral, 6.416,9 ha atau 76% dari lahan kritis yang tersedia sangat sesuai untuk dikembangkan, sedangkan sisanya dapat dikategorikan cukup sesuai. Dalam pengembangan hutan tanaman energi, harus diutamakan pada lokasi-lokasi dengan tutupan semak belukar atau lahan terbuka, dengan skema pengembangan disesuaikan dengan status lahannya.

Kata kunci: Lahan kritis, hutan tanaman energi, kesesuaian lahan, SIG, FLOWA

JURNAL PENELITIAN HUTAN DAN KONSERVASI ALAM
(Journal of Forest and Nature Conservation Research)

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 16 No. 2, Desember 2019

Kata kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin dan biaya

UDC/ODC 630*149.8 (594.43)

Bimark, M., Iskandar, S., Sawitri, R., Heriyanto, N. M., dan Yulaeka (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)

Habitat Siamang (*Symphalangus syndactylus*, Raffles 1821) di Kawasan Terdegradasi Taman Nasional Kerinci Seblat, Kabupaten Pesisir Selatan

J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, Desember 2019 p: 133-145

Siamang (*Symphalangus syndactylus*, Raffles 1821) adalah primata yang memiliki tingkat keterancamannya yang tinggi, dan dijumpai di habitat terdegradasi Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luasan mosaik di kawasan hutan, daerah penyangga, dan vegetasi pendukung untuk populasi siamang. Penelitian dilaksanakan pada bulan September dan November 2015 menggunakan metoda *ground control point* (GCP) untuk koordinat mosaik, *point centre count* (PCP) untuk populasi, dan data vegetasi di sekitar mosaik. Degradasi di kawasan hutan membentuk mosaik yang meliputi hutan primer dan sekunder, dan kebun agroforestri dan gambir dengan luas rata-rata 29,30 ha; 7,90 ha; 11,70 ha dan 7,80 ha, sedangkan jarak antar mosaik berturut-turut adalah 486,70 m; 458,75 m; 368,75 m dan 202,50 m. Kondisi ini yang membentuk fragmentasi habitat siamang. Namun, mosaik hutan primer masih memberikan kecukupan untuk habitat siamang, ditandai dengan populasi yang masih dalam selang kepadatan normal, yaitu 2,45 kelompok per km² atau 8,40 individu per km². Perilaku siamang sebagai pemakan buah-buahan menyebabkan biji-bijian menyebar di kawasan terdegradasi, ditandai dengan kerapatan tingkat semai mencapai 13.333 semai per ha. Lebih lanjut, pengelolaan daerah penyangga di perbatasan kawasan hutan dalam bentuk kebun agroforestri memiliki fungsi sebagai areal perluasan habitat untuk sumber pakan dan tempat bersosialisasi.

Kata kunci: Siamang, mosaik, populasi, vegetasi

UDC/ODC 630*145.7

Nuraeni, S., Khusna, A. HM., dan Sudapotto, A. (Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin)

Keanekaragaman Serangga Air dan Biomonitoring Berbasis Indeks Famili Biotik

J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, Desember 2019 p: 147-157

Sungai Salima terletak di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin selalu terbuka untuk tujuan pendidikan, riset dan teknologi dan juga terbuka bagi masyarakat di sekitarnya. Berbagai aktivitas masyarakat di sekitar hutan pendidikan tersebut dikhawatirkan dapat mengubah kualitas ekosistem sungai atau dapat menjadi gangguan yang bersifat antropogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman serangga akuatik dan menilai kualitas perairan berdasarkan famili sebagai indikator dalam biomonitoring. Penelitian dan pengambilan sampel dilakukan pada bagian hulu, tengah dan hilir Sungai Salima. Sampel serangga akuatik yang dikumpulkan diidentifikasi dan dianalisis. Pengamatan keanekaragaman, kekayaan dan kualitas air dilakukan dengan menggunakan metode indeks Shannon-Wiener (H') dan *Hilsenhoff Family Biotic Index* (HFBI). Indeks keanekaragaman serangga akuatik Sungai Salima dari hulu sampai hilir berkisar 2,04 - 1,11 (kategori sedang). Indeks kekayaan pada bagian hulu 1,05 tergolong kategori sedang dan pada bagian tengah sampai hilir masing-masing 0,61 dan 0,40 tergolong kategori rendah. Kualitas perairan Sungai Salima pada bagian hulu masih sangat baik (Nilai HFBI 3), sedangkan bagian tengah dan hilir termasuk kategori baik (nilai HFBI 4). Hasil penelitian ini akan menjadi data awal untuk penilaian perubahan lingkungan dari waktu ke waktu pada lokasi yang sama dan dapat digunakan untuk menilai implikasi atas akses yang berlebihan oleh masyarakat pada pemanfaatan hutan pendidikan.

Kata kunci: kualitas perairan, serangga bioindikator, indeks famili biotik

JURNAL PENELITIAN HUTAN DAN KONSERVASI ALAM
(Journal of Forest and Nature Conservation Research)

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 16 No. 2, Desember 2019

Kata kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin dan biaya

UDC/ODC 630*149.2 (594.31)

Tamalene, M. N. (Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Khairun), Payama, B. L., Rahwani, dan Hasan, S. (Jurusan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun)
Kepadatan Kuskus Genus *Phalanger* dan Identifikasi Tumbuhan Pakannya di Pulau Obi
J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, Desember 2019 p: 159-171

Indonesia memiliki keanekaragaman fauna yang sangat tinggi. Kuskus merupakan marsupial Australia dari famili *Phalangeridae* yang penyebarannya cukup luas khususnya di bagian timur Indonesia cukup luas. Penyebaran alami dari spesies ini dapat pula dijumpai di Papua New Guinea dan Australia. Di Maluku utara, terdapat dua genus yaitu genus *Phalanger* dan *Spilocuscus* yang dapat ditemukan di Pulau Halmahera, Pulau Bacan, Pulau Obi dan Pulau Morotai. Kuskus yang terdapat di Pulau Obi merupakan *P. rothschildi* yang terdistribusi di tiga pulau yaitu Pulau Obi, Pulau Bisa dan Obi Latu. Jenis kuskus ini ditemukan pada wilayah dengan ketinggian 100 m di atas permukaan laut. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kepadatan populasi kuskus genus *Phalanger* dan mengidentifikasi tumbuhan pakannya di pulau Obi. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode survei jalur dengan teknik pengambilan data observasi, wawancara dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan ada dua jenis kuskus yang dijumpai di Pulau Obi yaitu kuskus *Phalanger rothschildi* (endemic dari Pulau Obi) dan kuskus *Phalanger ornatus*. Kepadatan kuskus di kawasan hutan Desa Jikotamo rata-rata 25 individu/ha. Kuskus mengkonsumsi 16 Jenis tumbuhan sebagai sumber pakan utama. Jenis tumbuhan yang paling disukai yaitu sirih hutan (*Piper aduncum* L.), Kersen (*Muntingia calabura* L.) dan Awar-awar (*Ficus septica*).

Kata kunci: Kuskus *Phalanger rothschildi*, *Phalanger ornatus*, Pulau Obi

UDC/ODC 630*26:176.2 (594.59)

Wijaya, N. I., Trisyani, N., dan Sulestiani, A. (Universitas Hang Tuah)
Potensi Pengembangan Budidaya Silvofishery di Area Mangrove Wonorejo Surabaya
J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, Desember 2019 p: 173-189

Peraturan Daerah Kota Surabaya No 3 Tahun 2007 menetapkan bahwa ekosistem mangrove yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi di Pamurbaya seluas 2.500 ha. Namun sampai tahun 2015 hutan mangrove yang ada di kawasan Pamurbaya hanya ada sekitar 440 ha. Selebihnya sekitar 2.060 ha masih berupa lahan tambak tradisional yang tidak ramah bagi ekosistem mangrove. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai potensi pengembangan budidaya silvofishery kepiting di kawasan mangrove Wonorejo. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif terhadap ekosistem mangrove dan valuasi ekonomi terhadap budidaya silvofishery kepiting bakau. Silvofishery adalah solusi untuk pemanfaatan mangrove yang ramah lingkungan, namun pengembangan budidaya silvofishery kepiting bakau di mangrove Wonorejo memerlukan upaya khusus, agar dapat berhasil dengan baik. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kondisi lingkungan perairan mangrove untuk budidaya, yaitu antara lain pada tingginya bahan pencemar logam berat (Pb, Cd, dan Hg), rendahnya Oksigen Terlarut (DO), dan tingginya laju sedimentasi dalam tambak. Kondisi lingkungan yang rendah menyebabkan laju pertumbuhan kepiting budidaya rendah hanya rata-rata 0,32 – 0,87 g/hari, dengan tingkat kelulushidupan sekitar 50-58%, sehingga menjadi tidak layak juga secara ekonomi.

Kata kunci: *Scylla serrata*, mangrove, silvofishery, budidaya, Wonorejo

JURNAL PENELITIAN HUTAN DAN KONSERVASI ALAM
(Journal of Forest and Nature Conservation Research)

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 16 No. 2, Desember 2019

Kata kunci bersumber dari artikel. Lembar abstrak ini boleh dikopi tanpa ijin dan biaya

UDC/ODC 630*583 (594.47)

Kunarso, A., Syabana, T. A. A. (Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Palembang), Mareti, S. (Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Selatan), dan Azwar, F. (Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Palembang)

Analisis Spasial Tingkat Kerusakan Kawasan Suaka Margasatwa Padang Sugihan Sumatera Selatan
J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, Desember 2019 p: 191-206

Kawasan Suaka Margasatwa Padang Sugihan merupakan habitat penting bagi gajah sumatera. Namun demikian kondisinya saat ini terus mengalami tekanan terutama akibat kebakaran, pembalakan liar, dan penguasaan lahan oleh oknum masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan tingkat kerusakan Suaka Margasatwa Padang Sugihan dan mengidentifikasi penyebab kerusakan sebagai bagian kegiatan perencanaan pemulihan ekosistem. Analisis kerusakan kawasan menggunakan sistem informasi geografis dengan metode skoring tumpeng susun dan pembobotan terhadap parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kerusakan kawasan, yaitu tutupan lahan, frekuensi kebakaran, areal berkanal dan lahan gambut, sensitivitas ekologi dan sensitivitas sosial. Setiap parameter akan memiliki bobot yang berbeda berdasarkan pengaruhnya terhadap kerusakan kawasan dan kelangsungan hidup spesies kunci. Hasil penelitian menunjukkan kawasan dengan tingkat kerusakan berat seluas 13.219,60 Ha (15%), rusak sedang seluas 31.867,20 Ha (36%), dan rusak ringan seluas 42.555,91 Ha (49%). Areal yang mengalami kerusakan berat merupakan area yang diusulkan menjadi prioritas utama kegiatan pemulihan ekosistem. Kerusakan ekosistem di SM Padang Sugihan terutama disebabkan oleh kebakaran hutan yang terjadi secara berulang, pembalakan hutan, dan pembukaan kanal drainase. Ketiga faktor tersebut menyebabkan hilangnya masa gambut dan berkurang/ hilangnya komposisi vegetasi asli.

Kata kunci: Suaka Margasatwa Padang Sugihan, restorasi, analisis spasial

JOURNAL OF FOREST AND NATURE CONSERVATION RESEARCH
(Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam)

ISSN 0216-0439

E-ISSN 2540-9689

Vol. 16 No. 2, December 2019

Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission

UDC/ODC 630*114.521.7 (594.11)

Fajri, M. (Dipterocarp Forest Ecosystems Research and Development institute) and Garsetiasih, R. (Forest Research and Development Centre)

Vegetation Species Composition of Post-Mining Land Of C Excavation In KHDTK Labanan, Berau District
J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, December 2019 p: 101-118

*Post-mining land usually impaired after the end of mining completions, so required rehabilitation works. To do rehabilitation, the initial vegetation data is needed. This study aims to obtain data and information on naturally occurring vegetation, diversity level, and habitat conditions in plots of rehabilitation of post-mining land of excavated material of class C. The research was conducted in KHDTK Labanan, Berau District, East Kalimantan Province. Vegetation data collection was carried out at the level of trees, poles, saplings, and seedlings. Vegetation analysis was used to calculate the Important Value Index (IVI), the Shannon-Wiener Index were used to calculate diversity index, microclimate conditions were analyzed quantitatively descriptively, land topography conditions were illustrated using ArcView 10.2 software. The results showed the highest IVI of seedlings, sapling, pole, and tree were *Leea guineensis* G. Don (36.65%), *Piper aduncum* (86.23%), *Piper aduncum* (90.09%), and *Ficus* sp (148.29%) respectively. The completed vegetation structure from seedling up to tree level with a middle diversity index of the pioneer species bring a positive impact for better microclimate conditions and improves soil quality and productivity at post-mining land of class C.*

Keywords: *Vegetation, species composition, post-mining land*

UDC/ODC 630*652.54 (594.71)

Narendra, B. H. (Study Program of Natural Resource Management and Environment, Bogor Agricultural University; Forest Research and Development Centre), Widiatmaka (Department of Soil and Land Resources, Faculty of Agriculture, Bogor Agricultural University), Kusmana, C. (Department of Silviculture, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University), Karlinasari, L. (Department of Forest Products, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University), and Machfud (Department of Agricultural Industrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, Bogor Agricultural University)

Assessment of Critical Land Potency for Energy Plantation Forest Development in East Lombok
J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, December 2019 p: 119-131

The increasing use of renewable energy sourced from woody biomass should be fulfilled through the development of energy plantation forests. The objectives of this study were to analyze the potential of critical land for energy plantation forests development in East Lombok Regency. The suitability level of available critical land was analyzed based on 20 criteria using GIS-based fuzzy linguistic ordered weighted averaging (FLOWA) method. The results showed that of 52,623 ha of critical land in East Lombok, only 8,442.7 ha (16%) area was potentially available for the development of energy plantation forests. An extremely optimistic scenario resulted that the entire available critical land is very suitable to be developed into energy plantation forests. On the contrary, in an extreme pessimistic scenario, 70% of the critical area was marginally suitable for plantation forest development while the rest was unsuitable. In the neutral scenario, 6,416.9 ha or 76% of the available critical land was very suitable to be developed, while the rest was moderately suitable. In the development of energy plantation forests, the locations covered with shrubs and open land should be prioritized aligned with the development scheme that is adapted to the land status.

Keywords: *Critical land, energy plantation forest, land suitability, GIS, FLOWA*

JOURNAL OF FOREST AND NATURE CONSERVATION RESEARCH (Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam)	
ISSN 0216-0439 E-ISSN 2540-9689	Vol. 16 No. 2, December 2019
Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission	
UDC/ODC 630*149.8 (594.43) Bimark, M., Iskandar, S., Sawitri, R., Heriyanto, N. M., and Yulaeka (Forest Research and Development Centre) <i>Habitat of Siamang (Symphalangus syndactylus, Raffles 1821) in Degraded Area of Kerinci Seblat National Park, Pesisir Selatan Regency</i> J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, December 2019 p: 133-145 <i>Siamang gibbon (Symphalangus syndactylus, Raffles 1821) is highly threatened primate species living in degraded habitat of Kerinci Seblat National Park. The research was carried out to determine mosaic areas in the forest and buffer zone, and also supporting vegetation for siamang population. The study was conducted in September and November 2015 by using ground control point (GCP) for mosaics coordinate and point centre count (PCP) for population and vegetation data surrounding mosaic areas. Degradation in national park shaped mosaics consisting of primary forest, secondary forest, agroforestry land and white catechu cultivation with an average area respectively as followed 29.30 ha, 7.90 ha, 11.70 ha and 7.80 ha; while, the average distance among the mosaics as followed 486.70 m, 458.75 m, 368.75 m and 202.50 m. As a consequence, the habitat of siamang was fragmented. Primary forest mosaic, nonetheless, provides sufficient habitat for siamang as shown by the normal population density of about 2.45 groups per km² or 8.40 individuals per km². The feeding behaviour of siamang funneling dispersed seed into degraded areas as indicated by seedling density reached up to 13,333 seedlings per ha. Furthermore, forest buffer zone management in the form of agroforestry land will function as an extended habitat for siamang as food resources and socialization.</i> <i>Keywords: Siamang, mosaic, population, vegetation</i>	
Nuraeni, S., Khusna, A. HM., and Sudapotto, A. (Forestry Study Programme, Faculty of Forestry, Hasanuddin University) <i>Diversity of Aquatic Insects and Biomonitoring Based on Family Biotic Index</i> J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, December 2019 p: 147-157 <i>The Salima River, located in the Educational Forest of Hasanuddin University, is always open for educational, research and technological purposes and is also open to the surrounding community. Various community activities around the education forest may change the quality of river ecosystems or can be an anthropogenic disturbance. This study aims to determine the diversity of aquatic insects and assess water quality based on family as an indicator in biomonitoring. Research and sampling were carried out in the upstream, middle and downstream parts of the Salima River. Collected aquatic insect samples then were identified and analyzed. Observations of diversity, water wealth and water quality were carried out using the Shannon-Wiener index (H') and the Hilsenhoff Family Biotic Index (HFBI) index method. The Salima River aquatic insect diversity index from upstream to downstream ranges from 2.04 - 1.11 (medium category). The wealth index in the upstream part of 1.05 (medium) and in the middle to the downstream were 0.61 and 0.40 respectively (low). Salima river water quality on the upstream side was considered as very good (HFBI value 3) while the middle and downstream parts were considered as good category (HFBI value 4). The results of this study will be preliminary data for the assessment of environmental changes over time in the same location and can be used to assess the implications of excessive access by the public on using the education forest.</i> <i>Keywords: waters quality, bioindicator insect, family biotic index</i>	

JOURNAL OF FOREST AND NATURE CONSERVATION RESEARCH
(Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam)

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 16 No. 2, December 2019

Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission

UDC/ODC 630*149.2 (594.31)

Tamalene, M. N. (Biology Education Study Program, Khairun University), Payama, B. L., Rahwani, and Hasan, S. (Department of Mathematics and Natural Sciences, Faculty of Teacher Training and Education, Khairun University)

The Density of Kuskus Genus Phalanger and Its Feed Plant Identification in Obi Island

J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, December 2019 p: 159-171

Indonesia has a very high fauna diversity. *Cuscus* is an Australian marsupial of the *Phalangeridae* family that has a quite extensive distribution in Indonesia particularly in the eastern part of the region. Its natural distribution is also found in Papua New Guinea to Australia. There are two genera discovered in North Maluku, namely the genus *Phalanger* and *Spilocuscus*. Those genera are found in Halmahera Island, Bacan Island, Obi Island and Morotai Island. *Cuscus* in Obi Island is *P. rothschildi* that is distributed in the three islands: Obi, Bisa, and Obi Latu. This *cuscus* species is discovered in area with altitude of 100 m above the sea level. The study aimed to analyze the population density of the *Phalanger* genus *cuscus* and identify its feed plants in Obi Island. The research was conducted using transect survey method and data collection techniques including observation, interviews and documentation. The results showed that *cuscus* in Obi Island was identified as *Phalanger rothschildi* (endemic species) and *Phalanger ornatus*. The *cuscus* density in the forest area of Jikotamo village was about 25 individual/ha. 16 plant species were eaten by the *cuscus* as the main food source. The most preferred plants were sirih hutan (*Piper aduncum* L.), kersen (*Muntingia calabura* L.) and Awar-awar (*Ficus septica*).

Keywords: *Cuscus Phalanger rothschildi*, *Phalanger ornatus*, Obi Island

UDC/ODC 630*26:176.2 (594.59)

Wijaya, N. I., Trisyani, N., and Sulestiani, A. (Hang Tuah University)

Potential of The Silvofishery Cultivation in The Mangrove Area of Wonorejo Surabaya

J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, December 2019 p: 173-189

Regional Regulation of Surabaya City Government Number 3 of 2007 that the mangrove ecosystem designated as a conservation area in Pamurbaya is 2,500 hectares. But until 2015 the mangrove forests in the Pamurbaya area only had around 440 ha. The remaining about 2,060 hectares is still in the form of traditional ponds. The aim of this study was to assess the potential development of crab silvofishery cultivation in the Wonorejo mangrove area. The method of this research was used descriptive analysis of the mangrove ecosystem and the economic valuation of mud crab silvofishery cultivation. Silvofishery is a solution for the use of mangroves that are environmentally friendly. However, the development of silvofishery mangrove crabs in Wonorejo mangroves requires special efforts, in order to be successful, because of the low condition of mangrove aquatic environment for cultivation, which includes high pollutants of heavy metals (Pb, Cd and Hg), low Dissolved Oxygen (DO), and high rates of sedimentation in ponds. Low environmental conditions cause the growth rate of low-culture crabs to be only an average of 0.32 - 0.87 g / day, with a survival rate of around 50-58%.

Keywords: *Scylla serrata*, mangrove, silvofishery, cultivation, Wonorejo

JOURNAL OF FOREST AND NATURE CONSERVATION RESEARCH
(Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam)

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 16 No. 2, December 2019

Keywords are extracted from articles. Abstract may be reproduced without permission

UDC/ODC 630*583 (594.47)

Kunarso, A., Syabana, T. A. A. (Environment and Forestry Research and Development Institute of Palembang), Mareti, S. (Natural Resources Conservation Institute of South Sumatra), and Azwar, F. (Environment and Forestry Research and Development Institute of Palembang)

Spatial Analysis of Degradation Level of Padang Sugihan Wildlife Reserve South Sumatra

J. Pen. Htn & KA Vol. 16 No. 2, December 2019 p: 191-206

Padang Sugihan Wildlife Reserve is an important habitat for Sumatran elephants. However, it has been degraded mainly due to forest fires, illegal logging, and land encroachment. This study aims to map the level of damage to the Padang Sugihan Wildlife Reserve and identify the causes of the degradation as part of the ecosystem recovery planning activities. The area damage analysis was carried out using a geographic information system with overlapping scoring method and weighting of the parameters that affect the area damage. The parameters used were land cover, fire frequency, canal and peatland area, ecological sensitivity and social sensitivity. Each parameter was weighted differently based on its impact on the damage to the area and the survival of key species. The results showed the area with a severe degraded level was 13,219.60 Ha (15%), moderate degraded level was 31,867.20 Ha (36%), and low degraded level was about 42,555.91 Ha (49%). Areas that have been severely damaged or degraded are proposed areas as the top priority for ecosystem recovery activities. Ecosystem degradation in the study area is mainly caused by repeated forest fires, logging, and canal drainage. These three factors lead to loss of peat mass and reduced or even the loss of native vegetation composition.

Keywords: Padang Sugihan Wildlife Reserve, restoration, spatial analysis

KOMPOSISI JENIS VEGETASI LAHAN PASCA TAMBANG GALIAN C DI KHD TK LABANAN, KABUPATEN BERAU (Vegetation Species Composition of Post-Mining Land Of C Excavation In KHD TK Labanan, Berau District)

M. Fajri^{1*} dan/and R. Garsetiasih²

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa, Jl. A.W. Syahrani No.68 Sempaja, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia Telp. (0541) 206364, Fax. (0541) 742298

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor, Jawa Barat, Indonesia Tlp. (0251) 8633234; Fax (0251) 8638111

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Vegetation, species composition, post-mining land	<i>Post-mining land usually impaired after the end of mining completions, so required rehabilitation works. To do rehabilitation, the initial vegetation data is needed. This study aims to obtain data and information on naturally occurring vegetation, diversity level, and habitat conditions in plots of rehabilitation of post-mining land of excavated material of class C. The research was conducted in KHD TK Labanan, Berau District, East Kalimantan Province. Vegetation data collection was carried out at the level of trees, poles, saplings, and seedlings. Vegetation analysis was used to calculate the Important Value Index (IVI), the Shannon-Wiener Index were used to calculate diversity index, microclimate conditions were analyzed quantitatively descriptively, land topography conditions were illustrated using ArcView 10.2 software. The results showed the highest IVI of seedlings, sapling, pole, and tree were <i>Leea guineensis</i> G. Don (36.65%), <i>Piper aduncum</i> (86.23%), <i>Piper aduncum</i> (90.09%), and <i>Ficus sp</i> (148.29%) respectively. The completed vegetation structure from seedling up to tree level with a middle diversity index of the pioneer species bring a positive impact for better microclimate conditions and improves soil quality and productivity at post-mining land of class C.</i>
Kata kunci: Vegetasi, komposisi jenis, lahan pasca tambang	ABSTRAK Lahan pasca tambang biasanya mengalami kerusakan setelah berakhir kegiatan penambangan, sehingga dibutuhkan upaya rehabilitasi. Dalam upaya rehabilitasi dibutuhkan data vegetasi awal. Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan data dan informasi mengenai vegetasi yang tumbuh secara alami, tingkat keragaman dan kondisi habitat pada lahan pasca tambang bahan galian C. Penelitian dilakukan di KHD TK Labanan Kabupaten Berau, Kaltim. Pengambilan data vegetasi dilakukan pada tingkat pohon, tiang, pancang, dan semai. Analisis vegetasi menggunakan Indeks Nilai Penting (INP), keragaman menggunakan Indeks Shannon-Wiener, kondisi iklim mikro dianalisis secara deskriptif kuantitatif, kondisi topografi lahan menggunakan software ArcView 10.2. Hasil penelitian menunjukkan tingkat INP tertinggi semai yaitu jenis <i>Leea guineensis</i> G. Don (36,65%), tingkat pancang <i>Piper aduncum</i> (86,23%), tingkat tiang <i>Piper aduncum</i> (90,09%), tingkat pohon <i>Ficus sp</i> (148,29%). Struktur vegetasi jenis pionir yang lengkap dari tingkat semai sampai dengan pohon dengan keragaman yang sedang memberi dampak positif bagi kondisi iklim mikro menjadi lebih baik dan meningkatkan kualitas dan produktifitas tanah pada lahan pasca tambang galian C.
Riwayat Artikel: Tanggal diterima: 16 Oktober 2018; Tanggal direvisi: 19 Juni 2019; Tanggal disetujui: 10 Juli 2019	

Editor: Dr. Asep Hidayat

Korespondensi penulis: M. Fajri* (E-mail: fajririmbawan@gmail.com)

Kontribusi penulis: **AF**: sebagai kontributor utama, pelaksana penelitian, pengambilan data, menganalisa data dan penyusun draft KTI; **RG**: koordinator kegiatan penelitian, memberi arahan dan masukan mengenai kegiatan penelitian dan membantu memperbaiki draft KTI

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.101-118>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

I. PENDAHULUAN

Kawasan Hutan Dengan Tujuan Khusus (KHDTK) Labanan merupakan kawasan dengan luasan ± 7.900 ha, terletak di Kabupaten Berau Propinsi Kalimantan Timur (Susanty, 2015). Kawasan ini memiliki potensi sumber daya hutan yang sangat besar baik dari segi konservasi, silvikultur dan ekonomi. Sebagian besar jenis kayu pada kawasan ini merupakan kayu komersial utama, terutama jenis-jenis dipterokarpa (Saridan, 2012). Sekitar 6-7 marga dan 26-29 jenis dipterokarpa dapat dijumpai di kawasan ini (Saridan, 2012; Saridan & Fajri, 2014).

Di dalam kawasan ini banyak terdapat kawasan perbukitan batu padas yang berpotensi menjadi bahan baku tambang galian C, yaitu akses ke kawasan sangat mudah karena merupakan jalan poros Samarinda Berau. Dampak positif dari kegiatan ini adalah menyediakan lapangan kerja dan meningkatkan sumber Pendapatan Asli Daerah (PAD) (Yudhistira, Hidayat, & Hadiyanto, 2011), serta untuk memenuhi kebutuhan pasir dalam negeri maupun luar negeri (Harmayanti, 2016). Dampak negatifnya adalah mengubah sifat fisik tanah (Soewandita et al., 2010), menurunkan kesuburan lahan (Najib & Junaidi, 2009), terjadi kerusakan lahan di daerah alur dan sempadan sungai (Najib, 2011), kerusakan fisik maupun kimia tanah serta bahaya erosi (Asir, 2013). Bekas tambang galian C juga menyebabkan terjadinya perubahan bentuk lahan, gangguan terhadap vegetasi dan fauna, meningkatnya sedimentasi dan erosi, penurunan kualitas air permukaan dan air tanah, penurunan kualitas tanah Prisbitari, Nurroh, Saimu, Muthiany, & Kartini, 2014), merusak fasilitas umum dan mencemari air sungai (Asril, 2014), serta menyebabkan erosi tebing sungai yang berpotensi longsor (Harahap, 2015). Selain itu, Tambang galian pasir juga dalam pengelolaannya tidak memperhatikan aspek kelestarian dan kese-

lamatan sumberdaya alam itu sendiri (Hakim, 2016).

Pada lahan pasca tambang galian C, kondisi penutupan vegetasi awalnya berupa belukar dan alang-alang (Suyanto, 2009). Selanjutnya akan tumbuh berbagai jenis tanaman merambat maupun jenis tanaman seperti perdu-perdu atau pohon-pohon tertentu secara suksesi alami yang berlangsung sangat lambat sehingga menjadi lahan yang tidak produktif dalam waktu yang lama (Asir, 2013). Menurut Windusari, Susanto, Dahlan, & Susetyo (2011), terdapat tiga tipe vegetasi suksesi yang menutupi kawasan lahan pasca tambang yaitu 1) tipe vegetasi padang rumput, 2) tipe vegetasi pohon dan tiang yang umumnya tumbuh pada kawasan, dan 3) tipe vegetasi peralihan dari padang rumput menuju hutan sekunder. Suksesi alami yang terjadi pada lahan pasca tambang galian golongan C diharapkan bisa memperbaiki kondisi fisik plot penelitian lahan berupa semakin baiknya kondisi iklim mikro dan mengurangi tingkat erosi tanah.

Berdasarkan hal tersebut diatas maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kondisi vegetasi alami, keragamannya dan kondisi habitat pasca kegiatan tambang bahan galian C di KHDTK Labanan untuk menentukan pengelolaan selanjutnya.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di lahan pasca tambang galian C KHDTK Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur pada tahun 2017. Pada lokasi yang dijadikan plot penelitian sudah tumbuh jenis tanaman pionir sekitar 6-7 tahun pasca kegiatan penambangan galian C (tambang batu padas). Titik koordinat lokasi penelitian berada pada N 01°53'13,8" dan E 117°11'285" dengan ketinggian lokasi 51 m dari permukaan laut (Gambar 1).

B. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan untuk kegiatan inventarisasi tanaman adalah P-band dan *Clinometer*. Untuk mengukur kondisi iklim mikro (suhu dan kelembaban) lingkungan digunakan Hygrometer, dan untuk mengukur intensitas cahaya digunakan Lux meter. Alat untuk menentukan titik koordinat dan data topografi adalah *Global Positioning System* (GPS), Kompas, Clinometer dan Meteran. Peta lokasi dan topografi plot penelitian dibuat dengan menggunakan Software ArcView 10.2. Bahan yang digunakan adalah tanaman dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon pada plot penelitian.

C. Metode Pengambilan Sampling

1. Penentuan Plot

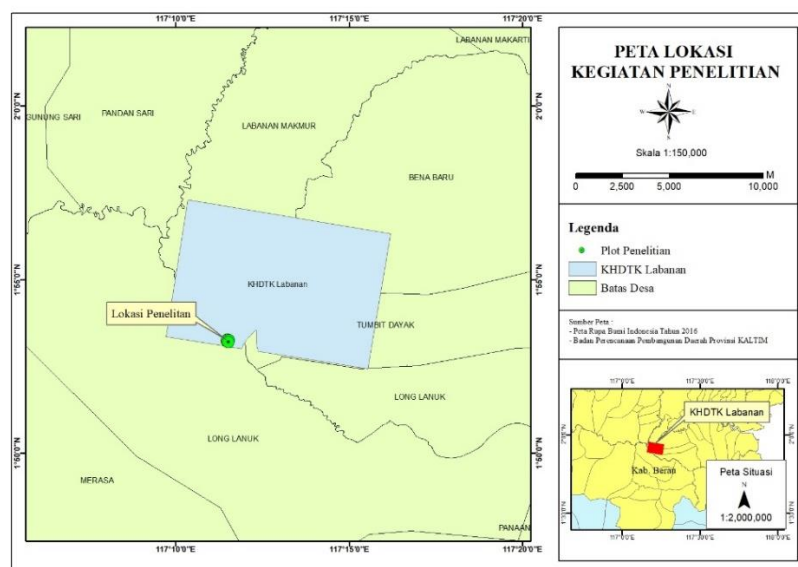
Plot penelitian seluas 1 hektar, dibuat dengan menggunakan metode *Purposive Sampling*. Plot penelitian berbentuk bujur sangkar dengan panjang sisi 100 meter (Sari & Maharani, 2016). Di dalam plot dilakukan pengambilan data vegetasi mulai dari tingkat semai (tinggi $\leq 1,5$ m), tingkat pancang (tinggi $> 1,5$ m, DBH < 10.0 cm), tingkat tiang (DBH $10.0-19.9$ cm) dan pohon besar (DBH ≥ 20.0

cm). Setiap plot dibagi menjadi 25 subplot (20 m x 20 m). Di setiap subplot, semua spesies dari tingkat tiang (10m x 10m) sampai dan tingkat pohon (20m x 20m) diidentifikasi dan DBH dicatat. Demikian juga dengan vegetasi tingkat semai (dalam 2 m x 2 m) dan tingkat pancang (dalam 5m x 5m) di dalam subplot diidentifikasi dan dihitung jumlahnya (desain plot bisa dilihat pada Gambar 2 dan 3) (Widiyatno et al., 2017). Untuk iklim mikro diambil datanya pada pagi hari, siang hari dan sore hari (desain pengambilan data bisa dilihat pada Gambar 4) (Fajri & Ngatiman, 2017).

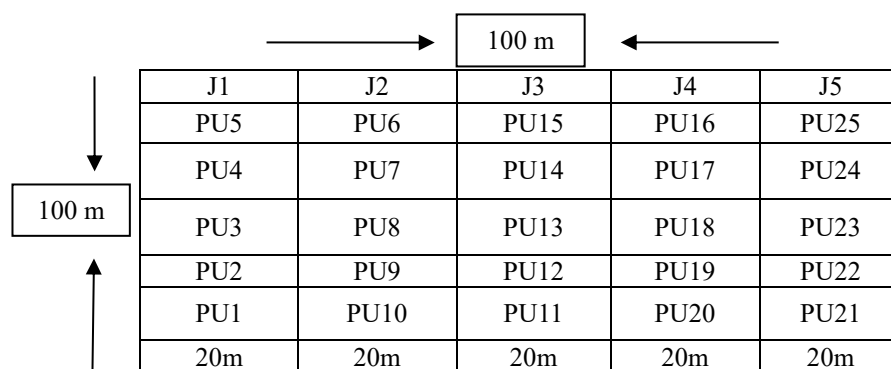
Desain pengamatan analisis vegetasi bisa di lihat pada Gambar 2 dan 3 berikut ini.

2. Pengambilan Data

Data yang dikumpulkan meliputi koordinat plot penelitian, nama jenis tumbuhan (latin dan daerah) serta family-nya dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon; diameter tingkat pancang, tiang dan pohon dan jumlah tingkat seedling. Pengambilan data topografi lahan bertujuan untuk melihat kondisi kemiringan lahan pada plot penelitian.

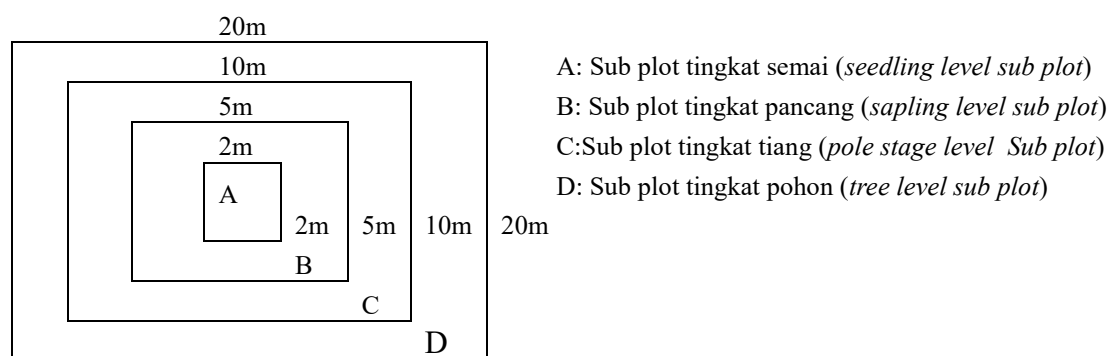


Gambar (Figure) 1. Lokasi penelitian di KHD TK Labanan (*Research site in KHD TK Labanan*)

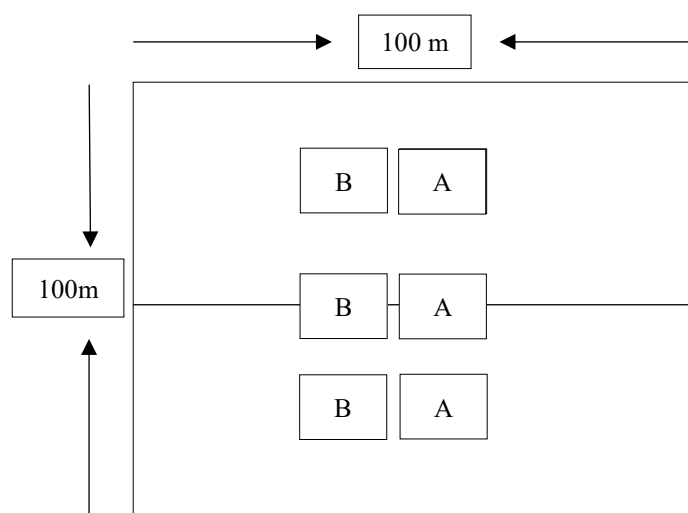


Keterangan (remarks): J: jalur (lane), PU: petak ukur (sub plot), 20m: jarak antar PU (distance between sub plots), 100m: panjang plot (plot length).

Gambar (Figure) 2. Desain analisis vegetasi (Vegetation analysis design)



Gambar (Figure) 3. Desain inventarisasi vegetasi (Vegetation inventory design)



Keterangan(remarks): A: intensitas cahaya (lights intensity); B: suhu dan kelembaban lingkungan (temperature and area humidity).

Gambar (Figure) 4. Desain pengambilan data iklim mikro (Micro climate data collection design)

D. Analisis Data

1. Indeks Nilai Penting

Menurut Mukrimin (2011), Indeks Nilai Penting (INP) adalah parameter kuantitatif yang dapat dipakai untuk menyatakan tingkat dominansi (tingkat penguasaan) spesies-spesies dalam suatu komunitas tumbuhan, sehingga untuk menghitung komposisi jenis pada studi area dapat menggunakan indeks nilai penting (Wiryono, 2009) dimana, yaitu : $INP = \text{Kerapatan relatif} + \text{Frekuensi relatif} + \text{Dominansi relatif}$. Nilai INP akan di analisis secara deskriptif kuantitatif.

2. Keragaman Jenis

Keragaman jenis dihitung menurut rumus Indeks Shannon-Wiener:

$$H' = - \sum_{i=1}^n p_i (\ln p_i)$$

Keterangan (*Remarks*):

H' = Indeks keragaman jenis (indeks Shannon - Wiener) (*Shannon - Wiener diversity Index*)

p_i = kelimpahan relatif dari jenis ke- i (*relative abundance of the i^{th} species* (n_i/N))

n_i = jumlah individu jenis ke- i (*number of individual of the i -th species*)

N = jumlah total individu jenis (*total number of individual of a species*)

$\ln$ = logaritma natural (*natural logarithms*)

Besarnya nilai keanekaragaman jenis Shannon didefinisikan sebagai berikut: 1) $H' > 3$ = keanekaragaman jenis tinggi pada suatu kawasan; 2) $1 \leq H' \leq 3$ = keanekaragaman jenis sedang; 3) $H' < 1$ = keanekaragaman jenis rendah (Abdiyani, 2008).

3. Kondisi Iklim Mikro

Data kondisi iklim mikro ditabulasi, dan dianalisis dengan menggunakan metode analisis deskriptif kuantitatif.

4. Kondisi Topografi

Data topografi lahan ditabulasi untuk selanjutnya diolah menggunakan Software ArcView 10.2, dan di analisis secara deskriptif kuantitatif.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Struktur dan Komposisi Vegetasi

Langkah awal yang dapat diambil untuk memperoleh informasi mengenai komposisi jenis, dominansi, penyebaran maupun asosiasi antara jenis-jenis lain pohon penyusun vegetasi adalah dengan melakukan analisis vegetasi di wilayah yang bersangkutan (Martono, 2012). Supekta et al. (2012), menyatakan bahwa analisis vegetasi adalah suatu analisis dalam ekologi tumbuhan untuk mengetahui berbagai jenis vegetasi dalam suatu komunitas atau populasi tumbuhan yang berkembang dalam skala waktu dan ruang. Hasil dari analisis vegetasi adalah Indeks Nilai Penting (INP). Menurut Asmayannur, Chairul & Syam, (2012), INP adalah angka yang menggambarkan tingkat penguasaan suatu jenis dalam vegetasi, dan menunjukkan keberadaan suatu jenis tersebut dalam komunitasnya. Makin besar INP makin besar pula peranan jenis tersebut dalam komunitasnya. Wahyudi (2011), mengatakan bahwa jika INP suatu jenis semakin tinggi, maka keberadaan jenis tersebut semakin stabil. Menurut Mawazin & Subiakto (2013), jenis dominan adalah jenis yang dapat memanfaatkan lingkungan yang ditempati secara efisien dibanding jenis lain dalam tempat yang sama. Jenis yang mempunyai INP lebih tinggi akan lebih stabil, dilihat dari sisi ketahanan jenis dan per-tumbuhannya. Berdasarkan hasil inventarisasi tumbuhan pada plot penelitian yang sudah dianalisis berdasarkan tingkatannya ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel (Table). 1. Struktur dan komposisi jenis pionir pada plot penelitian (*Vegetation species composition and structure in the research plot*)

Tingkat vegetasi/ <i>Vegetation level</i>	Nama Daerah/ <i>Regional name</i>	Jenis/ <i>Species</i>	Keluarga/ <i>Family</i>	KR (%)	FR (%)	DR (%)	INP (%)
Semai <i>(Seedling)</i>	mali-mali	<i>Leea guineensis</i> G. Don	<i>Vitaceae</i>	14.20	22.45	-	36.65
	petai cina	<i>Leucaena leucocephala</i>	<i>Fabaceae</i>	31.36	4.08	-	35.44
	daun mersesat	<i>Croton</i> sp.	<i>Euphorbiaceae</i>	15.38	2.04	-	17.43
Pancang <i>(Sapling)</i>	sirihan	<i>Piper aduncum</i>	<i>Piperaceae</i>	42.19	25.71	18.33	86.23
	sange-sange	<i>Macaranga conifera</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	20.31	14.29	6.32	40.92
	mali-mali	<i>L. guineensis</i> G. Don	<i>Vitaceae</i>	4.69	8.57	0.07	13.33
Tiang <i>(Pole)</i>	sirihan	<i>P. aduncum</i>	<i>Piperaceae</i>	28.57	22.06	39.46	90.09
	sange-sange	<i>M. conifera</i>	<i>Euphorbiaceae</i>	26.62	13.24	34.02	73.88
		<i>Ficus</i> sp.		14.94	16.18	13.17	44.28
Pohon <i>(Tree)</i>	kayu ara	<i>Ficus</i> sp.	<i>Moraceae</i>	44.64	23.26	80.40	148.29
	laban telur	<i>Callicarpa pentandra</i> Roxb	<i>Lamiaceae</i>	21.89	20.93	14.83	57.64
	petai cina	<i>L. leucocephala</i>	<i>Fabaceae</i>	8.15	11.63	1.88	21.67

Keterangan (*remarks*): KR = keragaman relatif (*relative density*), FR = frekuensi relatif (*relative frequency*), DR=dominansi relatif (*relative dominance*), INP=indeks nilai penting (*Important Value Index*)

Tabel 1 menunjukkan Indeks Nilai Penting (INP) tingkat semai memiliki komposisi jenis yang dominan pada plot penelitian yaitu *Leea guineensis* G. Don/mali-mali, *Leucaena leucocephala*/petai cina, dan *Croton* sp/daun mersesat. *L. guineensis* G. Don/mali-mali merupakan pionir jenis perdu yang juga tumbuh pada hutan bekas tebangan (Selvan, 2014), sedangkan *L. Leucocephala*/petai cina merupakan jenis pionir yang bisa tumbuh pada daerah dengan curah hujan yang sedang, dapat tumbuh dengan mudah dan tidak perlu mendapatkan perawatan khusus, digunakan sebagai pohon pelindung dan pencegah erosi, dan sebagai pakan hijauan yang memiliki nilai protein yang sangat tinggi (Budaarsa & Mahardika, 2017). *Croton* sp/daun mersesat adalah jenis pionir yang tumbuh di hutan sekunder dari tingkat semai sampai dengan tingkat pohon (Syarifuddin, 2011), bisa digunakan dalam pengobatan tradisional (Apriliana, Hendra, & Sapitri, 2016) dan populer sebagai anti inflamasi, anti bakteri, dan anti jamur (Vunda et al., 2012); (Simionatto et al., 2009);

(Rodriguesa, Costa, & Coutinho, 2009).

Dominansi tumbuhan bawah/tingkat semai pada plot penelitian yang berumur 7-8 tahun pasca kegiatan tambang galian C, berbeda dengan dominansi jenis pada lahan pasca tambang galian C berumur 1 tahun dan umur 4 tahun, yang didominasi oleh jenis *Imperata cylindrica*/ilalang, *Paspalum conjugatum*/batang jukut pahit, dan *Eupatorium odoratum*/kirinyuh pada lokasi yang sama di KHDTK Labanan (Cahyani, Apriani, & Rombe, 2015); (Fajri, Cahyani, & Budiyo, 2018). Pada kawasan yang sama di hutan primer, komposisi jenis tumbuhan bawah didominasi oleh *Millettia* sp, *Koiloceras brevipes*, dan *Hopea mengarawan* (Wahyudi, 2013); di hutan bekas tebangan umur 1 tahun, komposisi jenis tumbuhan bawah didominasi oleh *Macaranga hipoleuca*, *Microlepia manilensis*, *Globba* sp; (Wahyudi, 2013); di hutan bekas tebangan umur 3 tahun, komposisi jenis tumbuhan bawah didominasi oleh *Parashorea malaanonan*, *Syzygium* sp, dan *Heterogonium pinnatum* (Wahyudi, 2013); dan di hutan bekas tebangan umur

5 tahun, komposisi jenis tumbuhan bawah didominasi oleh *Pentace polyantha*, *Chaetocarpus castanocarpus*, *Syzygium* sp (Wahyudi, 2013). Tumbuhan bawah dari famili Euphorbiaceae termasuk yang dominan pada plot penelitian. Hal ini hampir sama dengan tumbuhan bawah yang ada di hutan primer, hutan bekas tebangan umur 1, 3 dan 5 tahun pada kawasan yang sama, dimana jenis tumbuhan bawah dari famili Euphorbiaceae juga termasuk yang dominan (Wahyudi, 2013).

Keberadaan tanaman bawah sangat penting, dalam memperkuat struktur tanah, membantu dalam peresapan dan menahan jatuhnya air secara langsung, mencegah erosi yang berlangsung secara cepat, mengurangi kecepatan aliran permukaan, mendorong perkembangan biota tanah yang dapat memperbaiki sifat fisik dan kimia tanah serta menambah bahan organik tanah sehingga menyebabkan resistensi tanah terhadap erosi meningkat (Maisyaroh, 2010). *L. leucocephala*/petai cina adalah salah jenis pionir yang bisa mencegah erosi tanah dan menyuburkan tanah, karena bintil akarnya bisa mengikat N (Suarna, 2017). Hal ini menunjukkan bahwa keberadaan vegetasi tingkat semai dan tumbuhan bawah mempunyai peranan yang sangat penting untuk meningkatkan kualitas tapak pada lokasi penelitian.

Untuk tingkat pancang, komposisi jenis vegetasi yang memiliki Indeks Nilai Penting (INP) dominan yaitu *Piper aduncum*/sirihan, *Macaranga conifera*/sange-sange, dan *L. guineensis* G. Don/mali-mali. *P. aduncum* L./sirihan, yang juga dikenal sebagai "piper bambu" merupakan vegetasi semak multi-sistem dengan ketinggian lebih dari 5 m, tanaman asli Karibia tetapi bisa beradaptasi dan berkembang di seluruh daerah tropis, bahkan menjadi gulma di habitat yang terganggu (Guerrini et al., 2009). *M. conifera*/sange-sange, banyak ditemukan di hutan sekunder dan beberapa di hutan primer, hutan bekas kebakaran, dan

sepanjang jalan hutan campuran Dipterocarpaceae bekas tebangan (*logging*) (Amirta et al., 2017). Komposisi jenis tingkat pancang plot penelitian ini hampir sama dengan komposisi jenis dominan pada lahan pasca tambang galian golongan C yang berumur 4 tahun setelah penambangan yang juga didominasi oleh jenis *P. aduncum*/sirihan, *Neonauclea orientalis*/kayu kenari dan *M. conifera*/sange-sange (Fajri et al., 2018). Vegetasi tingkat pancang masih didominasi jenis pionir dan belum ditemukan jenis pohon bernilai komersil terutama jenis-jenis dipterokarpa.

Untuk tingkat tiang, komposisi jenis yang memiliki Indeks Nilai Penting (INP) dominan adalah *P. aduncum*/sirihan, *M. conifera*/sange-sange, *Ficus* sp/kayu ara. Hasil penelitian ini hampir sama dengan hasil penelitian Kuswandi, Sadono, Supriyanto, & Marsono (2015) di hutan alam bekas tebangan, bahwa pada tingkatan tiang juga didominasi oleh jenis pionir seperti jenis *Syzygium* sp, *Elaeocarpus angustifolius*, *Macaranga pesellata*, *B. amboinicum*, *Litsea timoriana*, *Planchonella urophylla*, dan *Actinodaphne nitida*. Selain itu, penelitian Mukhtar & Heriyanto (2012) di lahan pasca tambang batubara pada tingkat tiang juga didominasi oleh jenis pionir seperti *Macaranga gigantea* Muell.Arg, *Cassia suratensis* Lamk, *Cassia siamea* Lamk dan *Vitex pubescens* Vahl. Menurut (Susanty, 2015), jenis *Macaranga* sp akan mendominasi hutan bekas tebangan pada teknik *Reduced Impact Logging* dengan limit diameter 50 cm (RIL 50) pada tahun ke-5 dan teknik *Reduced Impact Logging* dengan limit diameter 60 cm (RIL 60) dengan intensitas terendah pada tahun ke-9 pada kawasan yang sama.

Untuk tingkat pohon, komposisi jenis yang memiliki Indeks Nilai Penting (INP) dominan yaitu jenis *Ficus* sp/kayu ara, *Callicarpa pentandra* Roxb /laban telor, dan *L. leucocephala*/petai cina. *Ficus* sp merupakan jenis yang hidup di sebagian besar hutan tropis dan subtropis

di seluruh dunia, bermanfaat sebagai obat tradisional untuk pengobatan infeksi oleh bakteri (Manimozhi, Sankaranarayanan, & Kumar, 2012) dan digunakan sebagai pelapis dekoratif dari daerah tropis (Pereira, Gonçalez, Raabe, & Costa, 2017). Menurut Adman (2012), *Ficus* sp merupakan jenis pohon lokal yang mampu beradaptasi dengan kondisi tempat tumbuh yang terbuka. Jenis ini menghasilkan buah yang dapat dimakan oleh satwa. Buah *Ficus* sp juga dijadikan sebagai tempat hidup serangga pollinator, tempat bertelur, dan berkembang (Jauharlina, Afriyani, & Taufik, 2017). Penanaman jenis *Ficus* sp pada lahan pascatambang dapat mengundang kehadiran hewan-hewan pemakan buah. Masuk-nya hewan pemakan buah diharapkan akan menyebarkan benih jenis-jenis pohon lain dari hutan di sekitar lahan pascatambang ke lahan pascatambang melalui kotorannya (Adman, 2012). Untuk *Callicarpa pentandra* Roxb, jenis ini tergolong pionir yang bisa tumbuh terutama di daerah yang terganggu seperti pinggir jalan, walau kadang-kadang juga ditemukan di hutan sekunder atau di sepanjang tepi hutan primer, pada ketinggian 15–1500 m (Kok et al., 2016).

Hasil penelitian Fajri & Saridan (2012) pada hutan sekunder tua pada kawasan yang sama, menunjukkan bahwa jenis-jenis pionir masih mendominasi seperti jenis *Anthocephalus chinensis*, *Macaranga hypoleuca*, *Macaranga* sp. Walaupun sudah terdapat jenis-jenis dipterokarpa seperti *Dipterocarpus tempehes*, dan *Parashorea malaanonan*. Pada hutan primer, kondisi penutupan lahan pada areal hutan Labanan didominasi jenis *Shorea*, *Dipterocarpus* dan *Vatica* (Susanty, 2015). Pada hutan bekas tebangan umur 1 tahun dengan teknik *Reduced Impact Logging* dengan limit diameter 50 cm (RIL 50), vegetasi tingkat pohon didominasi oleh *Diospyros* sp, *Knema* sp, dan *Dacryodes* sp, sedangkan pada hutan bekas tebangan

umur 1 tahun dengan teknik *Reduced Impact Logging* dengan limit diameter 60 cm (RIL 60), jenis pohon didominasi oleh *Knema* sp, *Diospyros* sp, dan *Eugenia* sp, pada hutan bekas tebangan dengan teknik konvensional didominasi oleh *Diospyros* sp, *Elaeagnus* sp, dan *Knema* sp (Susanty, 2015).

Menurut Kuswandi et al. (2015), jumlah pohon dan struktur tegakan dapat menggambarkan tingkat ketersediaan tegakan pada setiap tingkat pertumbuhan tegakan, sehingga keduanya diduga berpengaruh terhadap kemampuan regenerasi atau pertumbuhan tegakan, termasuk kecepatan pemulihan diri tegakan, setelah mengalami gangguan. Perbedaan kondisi tegakan hutan atau risalah tegakan akan memberikan variasi karakteristik ekologi tegakan yang mencakup tingkat keanekaragaman (Ng, Lee, & Ueno, 2009) dan kekayaan jenis (Sodhi et al., 2010). Hasil dari analisis vegetasi menunjukkan bahwa plot penelitian sudah memiliki tingkat tumbuhan yang lengkap mulai dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon. Hal ini berarti sudah terjadi suksesi alami yang cukup baik walaupun masih didominasi oleh jenis pionir. Menurut Mansur (2010), pionir adalah jenis pohon yang bersifat intoleran, tahan hidup pada tempat terbuka. Pionir merupakan jenis pohon yang memiliki riap pertumbuhan yang tinggi dan umumnya tergolong jenis pohon hutan sekunder (Yassir & Omon, 2009). Dengan adanya tumbuhan jenis pionir dari tingkat *seedling*/tumbuhan bawah sampai tingkat pohon, akan membantu proses penghancuran tanah, menyuburkan tanah serta menahan erosi (Sembiring, 2008). Keberadaan tumbuhan pionir ini juga bisa memikat jenis-jenis hewan di permukaan tanah maupun di atas pohon. Hutan sekunder maupun lahan terbuka/semak belukar merupakan habitat bagi beragam jenis burung (Kuswandi, 2010). Beberapa jenis burung bahkan menggunakan berbagai tipe habitat tersebut untuk mencari makan, reproduksi, dan menjaga kelangsungan

hidupnya.

Proses suksesi alami yang terjadi pada lokasi penelitian mampu memperbaiki dan meningkatkan produktivitas tanah dan memperbaiki mutu lingkungan pada lokasi penelitian. Semakin meningkat kualitas tanah dan mutu lingkungan pada lokasi penelitian, kemampuan berbagai jenis vegetasi untuk bisa tumbuh dan berkembang juga meningkat, sehingga seiring bertambahnya waktu akan meningkatkan keragaman jenis.

B. Keragaman Jenis

Tingkat keragaman jenis suatu vegetasi merupakan hasil dari proses ekofisiologis yang dinamis dan berkorelasi dengan kondisi iklim, kondisi hara, rentang toleransi jenis, faktor biogeografi (Kenfack, Chuyong, Condit, Russo, & Thomas, 2014), dengan jangka waktu yang beragam tergantung pada tingkat kerusakan hutan, daya dukung lingkungannya (Muhdin et al., 2008), dan keadaan habitat hutan (Inman et al., 2014). Hasil analisis indeks keragaman jenis pada studi area disajikan pada Tabel 5.

Tabel 2 menunjukkan bahwa indeks keragaman jenis vegetasi untuk semua level vegetasi berada pada nilai $1 \leq H' \leq 3$ yang menunjukkan nilai keragaman jenis dalam kategori sedang. Indeks keragaman pada plot penelitian lebih rendah dibandingkan indeks keragaman hutan primer, hutan bekas tebangan umur 1 tahun, dan hutan bekas tebangan umur 23 tahun pada kawasan yang sama, yaitu; berturut-turut 4,73; 4,42; dan 4,54 (Susanty, 2015). Walaupun nilai indeks keragaman pada plot penelitian masih

dibawah hutan primer dan hutan bekas tebangan tetapi pada plot penelitian sudah terjadi suksesi alami. Hal ini terlihat dari pertumbuhan tanaman bawah sampai tingkat pohon, yang merubah areal bekas tambang galian golongan C batu padas menjadi hutan sekunder muda, walaupun masih didominasi jenis pionir dan belum ada vegetasi pohon utama yang komersil khususnya jenis-jenis dipterokarpa. Menurut Wahyudi (2011), Iwan (2012) dan Kalima (2013), nilai indeks keragaman (H') menunjukkan pengaruh gangguan terhadap lingkungan, atau tahapan suksesi dan kestabilan dari komunitas tumbuhan pada suatu lokasi. Selain itu, nilai keanekaragaman jenis dapat menjadi suatu indikator untuk melihat kemampuan suatu komunitas menyeimbangkan komponennya dari berbagai gangguan yang timbul, baik tumbuhan maupun satwa (Kuswanda & Barus (2017).

C. Kondisi Iklim Mikro

Perkembangan vegetasi dalam hutan dari tanaman bawah sampai ketinggian pohon sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan-faktor iklim mikro dan perbedaan topografi (Fajri & Ngatiman, 2017). Faktor iklim mikro mencakup suhu udara, sinar matahari, kelembaban udara. Faktor lingkungan akan mempengaruhi proses-proses fisiologis dalam tanaman. Suhu yang terlalu tinggi dapat menghambat pertumbuhan tanaman bahkan akan mengakibatkan kematian bagi tanaman, demikian pula sebaliknya (Muawin, 2009). Data iklim mikro pada lokasi penelitian terlihat dalam Tabel 3.

Tabel (Table) 2. Keragaman jenis tanaman pada lokasi penelitian (*The diversity index of plants spesies at research site*).

No/Number	Kelas Vegetasi/Level of vegetation	H' (Keragaman/Diversity)	Keterangan/Remark
1	Semai/Seedling	2,24	Sedang/Medium
2	Pancang/Sapling	2,03	Sedang/Medium
3	Tiang/Pole stage	1,93	Sedang/Medium
4	Pohon/Tree	1,86	Sedang/Medium

Tabel (Table) 3. Kondisi Iklim Mikro pada Plot Penelitian (*Micro Climate Condition at research plot site*).

No/ Number	Iklim mikro /micro climate	Satuan /unit	U1. 1	U1. 2	U1. 3	Rata- rata/ Average
Pagi (<i>Morning</i>) pukul (<i>o'clock</i>) 07-08 Waktu Indonesia bagian tengah (<i>Middle part of indonesia time</i>)						
1	Intensitas cahaya/ <i>Lights intensity</i>	Lm	74.2	71.0	68.5	71.3
2	Suhu lingkungan/ <i>Area temperature</i>	°c	27	27.5	28	28
3	Kelembaban lingkungan/area <i>humidity</i>	%	73	71	69	71
Siang (<i>Noon</i>) pukul (<i>o'clock</i>) 12-13 Waktu Indonesia bagian tengah (<i>Middle part of indonesia time</i>)						
1	Intensitas cahaya/ <i>Lights intensity</i>	Lm	80.5	83.3	84.8	82.9
2	Suhu lingkungan/ <i>Area temperature</i>	°c	31.5	32	33.5	32
3	Kelembaban lingkungan/area <i>humidity</i>	%	58	55	52	55
Sore (<i>Afternoon</i>) pukul (<i>o'clock</i>) 16-17 Waktu Indonesia bagian tengah (<i>Middle part of indonesia time</i>)						
1	Intensitas cahaya/ <i>Lights intensity</i>	Lm	73.8	70.3	67.8	70.6
2	Suhu lingkungan/ <i>Area temperature</i>	°c	29,5	30	30.5	30
3	Kelembaban lingkungan/area <i>humidity</i>	%	68	65	62	65

Keterangan (*remarks*): U1. 1-3 = ulangan (*replicants*)

Data pada Tabel 3, menunjukkan bahwa nilai suhu rata-rata di studi area berkisar antara 28°C -32°C. Menurut Ruchaemi (2013), suhu antara 25°C-30°C merupakan temperatur optimal tumbuhan dapat melakukan proses asimilasi. Pratiwi (2010) juga menyatakan bahwa suhu yang baik bagi pertumbuhan tanaman berkisar antara 22°C -37°C.

Nilai kelembaban pada Tabel 3 berada pada nilai 55%-73%, Meningkatnya kelembaban relatif bisa menurunkan suhu lingkungan (Heddy, 2010) dan berpengaruh terhadap laju penguapan atau transpirasi (Muliani, 2014). Jika kelembaban rendah maka laju transpirasi meningkat sehingga penyerapan air dan zat-zat mineral juga akan meningkat. Kondisi ini akan berpengaruh meningkatkan ketersediaan nutrisi untuk pertumbuhan tanaman. Sebaliknya, jika kelembaban

tinggi maka laju transpirasi rendah sehingga penyerapan zat-zat nutrisi akan rendah dan menghambat pertumbuhan tanaman.

Nilai intensitas cahaya berada pada kisaran 70,6%–82,9%, menandakan intensitas cahaya pada lokasi penelitian dalam kondisi cukup tinggi. Intensitas cahaya yang cukup tinggi disebabkan oleh kerapatan jenis pohon yang hanya sekitar 233 pohon/hektar untuk jenis pohon pionir yang mempunyai tajuk yang tidak rapat. Menurut Kunarso & Azwar (2013), karakter tajuk dan bentuk daun setiap jenis pohon akan menentukan tingkat kerapatan tajuknya yang selanjutnya mempengaruhi intensitas sinar matahari sampai ke lantai hutan. Jenis tanaman dengan penutupan tajuk berbeda akan membentuk iklim mikro yang berbeda pada lantai hutan. Intensitas cahaya mempengaruhi proses

fotosintesis, dimana tingginya tingkat fotosintesis pada tanaman akan meningkatkan pertumbuhan *xylem* dan *floem* sekunder yang berkembang dari jaringan meristem sekunder sebagai ukuran pertambahan diameter pohon (Putri, 2009). Selain itu, intensitas cahaya yang rendah karena naungan yang terlalu rapat bagi jenis yang memerlukan cahaya (intoleran) akan menyebabkan *etiolasi* (Herdiana, Siahaan, & Rahman, 2008). Sebaliknya intensitas cahaya yang berlebihan akan menyebabkan gangguan pada pertumbuhan bahkan kematian bagi tanaman yang toleran.

D. Topografi Lahan

Topografi adalah perbedaan tinggi atau bentuk wilayah suatu daerah, termasuk di dalamnya adalah perbedaan kecuraman dan bentuk lereng (Hardjowigeno, 2016). Topografi dalam proses pembentukan tanah mempengaruhi jumlah air hujan yang meresap atau ditahan oleh massa tanah; dalamnya air tanah; besar nya erosi; dan arah gerakan

air berikut bahan terlarut di dalamnya dari satu tempat ke tempat lain.

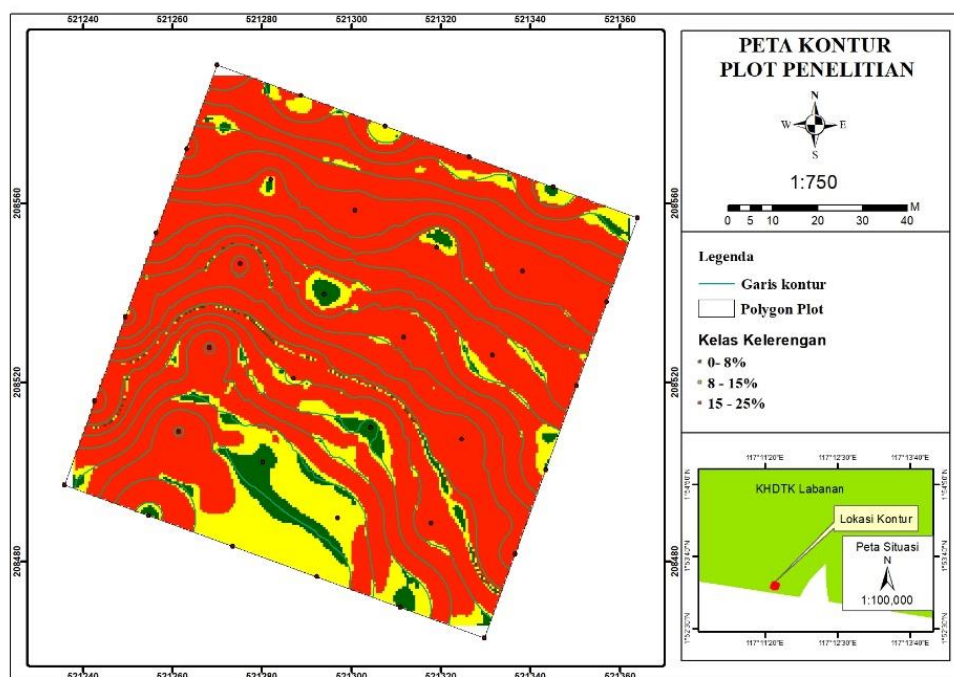
Kondisi topografi pada lokasi penelitian (Tabel 4, 5, dan Gambar 5), mempunyai kelerengan antara 0 s/d 25 %. Ini berarti lokasi penelitian memiliki topografi dengan kategori 1) kategori datar (0-8%), 2) kategori landai (8-15%), dan 3) kategori agak curam (15-25%). Kondisi topografi ini akan lebih aman dari resiko terjadinya erosi. Lokasi penelitian telah ditumbuh vegetasi baik dari tingkat semai sampai tingkat pohon sehingga bisa mengurangi laju erosi dan memperbaiki kondisi tanah pasca tambang. Hasil tersebut sesuai dengan pendapat Sembiring (2008) yang menyebutkan, bahwa vegetasi berupa tanaman kayu yang mempunyai akar masuk ke dalam tanah, dapat melonggarkan tanah karena akar menjadi besar sebagai saluran air masuk ke dalam tanah bagi akar yang mati setelah busuk. Dengan demikian, adanya vegetasi tanaman kayu dapat meningkatkan kemampuan tanah menahan erosi.

Tabel (Table) 4. Data kontur jalur keliling plot penelitian (*Contour data of around track research plot*).

Trayek/ Route	Azimut/ Azimuth (°)	Jarak Datar/ flat distance (m)	Kemiringan/Slope (%)
0-1	20	20	25
1-2	20	20	18
2-3	20	20	13
3-4	20	20	24
4-5	20	20	22
0-1	110	20	0
1-2	110	20	7
2-3	110	20	-10
3-4	110	20	8
4-5	110	20	-3
0-1	200	20	-15
1-2	200	20	-12
2-3	200	20	-9
3-4	200	20	-13
4-5	200	20	-12
0-1	290	20	-15
1-2	290	20	-10
2-3	290	20	4
3-4	290	20	-8
4-5	290	20	9

Tabel (Table) 5. Data kontur dalam jalur plot penelitian (*Contour data in the research plot track*)

Jalur/ Track	Trayek/ Route	Azimut/ Azimuth (°)	Jarak Datar/ Flat distance (m)	Kemiringan/Slope (%)
1	0-1	110	20	7
	1-2	110	20	-10
	2-3	110	20	-5
	3-4	110	20	8
	4-5	110	20	20
2	0-1	110	20	-8
	1-2	110	20	5
	2-3	110	20	0
	3-4	110	20	8
	4-5	110	20	13
3	0-1	110	20	-5
	1-2	110	20	3
	2-3	110	20	-5
	3-4	110	20	15
	4-5	110	20	0
4	0-1	110	20	0
	1-2	110	20	11
	2-3	110	20	-8
	3-4	110	20	10
	4-5	110	20	5



Gambar (Figure) 5. Peta kontur lahan pada plot penelitian (*Land contour map at research site*)

E. Implikasi Pengelolaan

Suksesi alami yang terjadi pada lokasi penelitian membawa perubahan yang positif terhadap kondisi vegetasi di

atasnya (dari semak belukar ke vegetasi berkayu jenis pionir), dan kondisi lingkungan (iklim mikro) yang membaik. Dengan adanya vegetasi pionir dari

tingkat semai sampai tingkat pohon menyebabkan terjadi siklus hara yang membantu proses kesuburan tanah dan perkembangan mikroorganisme dalam tanah. Akar tanaman pionir juga membantu proses pelapukan batu dan membantu mengikat tanah sehingga mengurangi tingkat erosi. Untuk mengurangi resiko terjadinya erosi pada lahan yang miring, bisa dilakukan teknik mulsa vertikal dengan jarak 6 meter. Teknik ini selain mencegah erosi juga mencegah kehilangan unsur hara pada lahan miring (Pratiwi & Narendra, 2012). Vegetasi pionir tingkat pohon dapat mencegah intensitas cahaya matahari masuk ke dalam plot penelitian secara langsung sehingga intensitas cahaya tidak terlalu tinggi, serta menurunkan suhu dan kelembaban lingkungan.

Tanaman pionir sebagai penangas dan kondisi iklim mikro menjadi langkah awal untuk melakukan rehabilitasi pada lokasi penelitian. Sesuai dengan karakteristik dipterokarpa yang memiliki habitat dengan kondisi suhu lingkungan 24°C -27°C, kelembaban 78%-84, dengan topografi landai dan berbukit dengan ketinggian 130-200 mdpl (Sari, 2014), maka rehabilitasi dilokasi penelitian bisa dilakukan dengan menggunakan jenis-jenis dipterokarpa. Sebagai habitat jenis-jenis dipterokarpa, rehabilitasi KHDTK Labanan dengan menggunakan jenis-jenis ini diharapkan dapat mengembalikan kondisi KHDTK kepada kondisi habitat aslinya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Suksesi alami telah terjadi pada plot penelitian yang ditandai dengan adanya struktur vegetasi dari tingkat semai, pancang, tiang dan pohon dari jenis pionir. Komposisi jenis pionir yang ditemukan mencakup jenis *Leea guineensis* G. Don, *Leucaena leucocephala*, *Croton* sp, *Piper aduncum*, *Macaranga conifera*, *Ficus* sp, *Callicarpa pentandra* Roxb, dan

Leucaena leucocephala dengan indeks keragaman jenis vegetasi yang sedang. Suksesi alam yang terjadi telah menyebabkan perubahan iklim mikro yang lebih baik dan meningkatkan kualitas dan produktivitas tanah.

B. Saran

Lokasi penelitian masih didominasi oleh jenis-jenis pionir yang tidak komersil. Kegiatan rehabilitasi lahan dengan jenis-jenis dipterokarpa yang merupakan vegetasi utama di kawasan KHDTK Labanan Kabupaten Berau perlu dilakukan untuk mempercepat proses suksesi agar ekosistem hutan dipterokarpa dapat kembali.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih diucapkan kepada : 1). Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa yang telah membiayai kegiatan penelitian ini; 2). Para teknisi B2P2EHD yang telah banyak membantu kegiatan penelitian ini di lapangan; 3). Kepala KPH Berau Barat, Kabupaten Berau, atas kerjasama dan bantuannya di lapangan; 4). Kepala Desa Labanan Makmur, Kabupaten Berau atas kerjasama dan bantuan di lapangan. Sumber pendanaan penelitian berasal dari DIPA B2P2EHD tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdiyani, S. (2008). Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Bawah Berkhasiat Obat Di Dataran Tinggi Dieng. Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam, 5 (1), 79-92.
- Adman, B. (2012). Potensi Jenis Pohon Lokal Cepat Tumbuh Untuk Pemulihan Lingkungan Lahan Pascatambang Batubara (Thesis). Program Magister Ilmu Lingkungan. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro. Semarang.

- Amirta, R., Angi, E.M., Ramadhan, R., Kusuma, I.W., Wiati, C.B., & Haqiqi, M.T. (2017). Potensi Pemanfaatan Macaranga. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Apriliana, A., Hendra, M. & Sapitri, A. (2016). Inventarisasi Dan Identifikasi Tumbuhan Obat Sub Etnis Kutai Desa Genting Tanah Kecamatan Kembang Janggut Kabupaten Kutai Kartanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Ilmiah Manuntung*, 2 (1), 107-110.
- Asir, L. D. (2013). Alternatif Teknik Rehabilitasi Lahan Terdegradasi pada Lahan Pasca Galian Industri. *Info BPK Manado*, 3 (2):113-129.
- Asmayannur, I., Chairul & Syam, Z. (2012). Analisis Vegetasi Dasar di Bawah Tegakan Jati Emas (*Tectona grandis* L.) dan Jati Putih (*Gmelina arborea* Roxb.) di Kampus Universitas Andalas. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 1(2), 172-177.
- Asril. (2014). Dampak Pertambangan galian golongan C Terhadap Kehidupan Masyarakat Kecamatan Koto Kampar Hulu Kabupaten Kampar. *Jurnal Kewirausahaan*, 13 (1), 21-38.
- Budaarsa, K., & Mahardika, G. (2017). Beberapa Jenis Hijauan Sebagai Pakan Tambahan Pada Babi Di Bali. Prosiding Seminar Nasional VI HITPI “Peran Strategis Tumbuhan Pakan dalam Mendukung UPSUS SIWAB untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan” Jambi, 23 – 24 November 2017 (63-73).
- Cahyani, R.W., Apriani, H. & Rombe, R. (2015). Teknik Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang Galian Golongan C Di KHDTK Labanan Kabupaten Berau (Laporan Hasil Penelitian). B2P2EHD. Samarinda.
- Fajri, M., & Saridan, A. (2012). Kajian Ekologi *Parashorea Malaanonan* Merr Di Hutan Penelitian Labanan Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 6 (2), 141-154.
- Fajri & Ngatiman (2017). Studi Iklim Mikro Dan Topografi Pada Habitat *Parashorea Malaanonan* Merr. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 3 (1), 1-12. DOI: <http://dx.doi.org/10.20886/jped.2017.3.1.1-12>.
- Fajri, M., Cahyani, R.W. & Budiyo, M. (2018). Teknik Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang Galian Golongan C Di KHDTK Labanan Kabupaten Berau (Laporan Hasil Penelitian). B2P2EHD. Samarinda.
- Guerrini, M.M.A., Sacchetti, G., Rossi, D., Paganetto, G., Maldonado, M.E., Andreotti, E., Tognolini, M., & Bruni, R. (2009). Bioactivities of *Piper aduncum* L. and *Piper obliquum* Ruiz & Pavon (Piperaceae) essential oils from Eastern Ecuador. *Journal Environmental Toxicology and Pharmacology*, 27 (2009), 39–48. DOI:10.1016/j.etap.2008.08.002.
- Harahap, Z. (2015). Dampak Penambangan Bahan Galian golongan C Pasir Dan Krikil Terhadap Lingkungan Desa Pertumbuhan Kecamatan Wampu Kabupaten Langkat (Skripsi Sarjana). Universitas Negeri Medan. Medan.
- Hardjowigeno, S. (2016). Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis. Akademika Pressindo. Jakarta.
- Heddy, S. (2010). Agroekosistem: Permasalahan Lingkungan pertanian. Rajawali Pers. Jakarta.
- Hakim, M. F. (2016). Analisa Dampak Lingkungan Komponen Fisika-Kimia Dan Biologi Bahan galian golongan C Di Desa Candimulyo Kecamatan Kertek Wonosobo. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, 1 (2016), 207-218.
- Harmayanti, R. S. (2016). Kondisi Sosial Ekonomi Penambang galian golongan C Di Desa Lenek Daya

- Kecamatan Aikmel Kabupaten Lombok Timur NTB. Jurnal Program Studi Pendidikan Ekonomi, 8 (3), 1-10.
- Herdiana, N., Siahaan, H., & Rahman, T.S. (2008). Pengaruh Arang Kompos dan Intensitas Cahaya terhadap Pertumbuhan Bibit Kayu Bawang. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, 5 (3), 1-7.
- Inman N., F., Ostertag, R., Asner, G.P., Cordell, S., Hubbell, S.P., & Sack, L., (2014). Tradeoffs in Seedling Growth and Survival Within and Across Tropical Forest Microhabitats. Jurnal of Ecology and Evolution, 4 (19), 3755-3767.
- Iwan, H. (2012). Komposisi Jenis dan Struktur Tegakan pada Areal Bekas tebangan di PT Salaki Summa Sejahtera, Provinsi Sumatera Barat. Jurnal Silvikultur Tropika, 3 (3), 155-160.
- Jauharlina, Afriyani, M. & Taufik, I. 2017. Komunitas Serangga Yang Berasosiasi Dengan Buah *Ficus Racemosa* L. Jurnal Entomologi Indonesia, 14 (2) : 80-88. DOI: 10.5994/Jei.14.2.80.
- Kalima, T. (2013). Populasi dan Habitat Kamps (*Hernandia nymphaeifolia kubitzi*) di Hutan Lindung Ujung Genteng. Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, 10 (1), 63-79.
- Kenfack, D., Chuyong, G.B., Condit, R., Russo, S. E., & Thomas, D.W. (2014). Demographic Variation and Habitat Specialization of Tree Species in A Diverse Tropical Forest of Cameroon. Jurnal of Forest Ecosystems, Vol. 1(1), 1-13.
- Kok, R.P.J., Sengun, S., & Bramley, G.L.C. (2016). Two New Records For The Lamiaceae Of Singapore. Gardens' Bulletin Singapore 68 (2): 189-200. DOI: 10.3850/S2382581216000144.
- Kunarso, A., & Azwar, F. (2013). Keragaman Jenis Tumbuhan Bawah Pada Berbagai Tegakan Hutan Tanaman Di Benakat, Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, 10 (2), 85-98.
- Kuswandi, R., Sadono, R., Supriyatno, N., & Marsono, D. (2015). Keanekaragaman Struktur Tegakan Hutan Alam Bekas Tebangan Berdasarkan Biogeografi Di Papua. Jurnal Manusia Dan Lingkungan, 22 (2), 151-159.
- Kuswanda, W. (2010). Pengaruh Komposisi Tumbuhan Terhadap Populasi Burungdi Taman Nasional Batang Gadis, Sumatera Utara. Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam, 7 (2), 193-213.
- Kuswanda, W., & Barus, S.P. (2017). Keanekaragaman Dan Penetapan '*Umbrella Species*' Satwaliar Di Taman Nasional Gunung Leuser. Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea, 6 (2), 113 - 123.
- Maisyaroh, W.(2010). Struktur Komunitas Tumbuhan Penutup Tanah di Taman Hutan Raya R. Soerjo Cagar, Malang. Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari, 1 (1), 2087 - 3522.
- Manimozhi, D.M., Sankaranarayanan, S., & Kumar, G.S. (2012). Effect Of Different Extracts Of Stem Bark Of *Ficus* sp. On Multidrug Resistant Pathogenic Bacteria. International Journal Of Pharmaceutical Sciences And Research, 3 (7), 2122-2129.
- Mansur, I. (2010). Teknik Silvikultur untuk Reklamasi Lahan Bekas Tambang. Seameo Biotrop. Bogor.
- Martono, D.S. (2012). Analisis Vegetasi Dan Asosiasi Antara Jenis-Jenis Pohon Utama Penyusun Hutan Tropis Dataran Rendah di Taman Nasional Gunung Rinjani Nusa Tenggara Barat. Jurnal Agritek, 13 (2), 18-27.
- Mawazin & Subiakto, A. (2013). Keanekaragaman Dan Komposisi

- Jenis Permudaan Alam Hutan Rawa Gambut Bekas Tebangan Di Riau (*Species Diversity And Composition*). Indonesian Forest Rehabilitation Journal, 1 (1), 59-73.
- Muhdin, E., Suhendang, D., Wahjono, H., Purnomo, Istomo, & Simangunsong, B.C.H. (2008). Keragaman Struktur Tegakan Hutan Alam Sekunder. *Jurnal Hutan Tropis*, 16 (2), 81-87.
- Muawin. H. A., (2009). Hubungan suhu bagi pertumbuhan tanaman. [http://herumuawin.blospot.com/2009/03/hubungan suhu bagi pertumbuhan tanaman/](http://herumuawin.blospot.com/2009/03/hubungan_suhu_bagi_pertumbuhan_tanaman/). Diakses pada tanggal 16 April 2019.
- Muliani, S., (2014). Pengaruh Tanah, Kelembaban, Angin, Terhadap Pertumbuhan Pohon. <http://srimuliyani.blogspot.co.id/> Diakses pada tanggal 16 April 2019.
- Mukhtar, A.S. & Heriyanto, N.M. (2012). Keadaan Sukesi Tumbuhan Pada Kawasan Bekas Tambang Batubara Di Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan konservasi Alam*, 9 (4) : 341-350.
- Mukrimin. (2011). Analisa Potensi Tegakan Hutan Produksi di Kecamatan Parangloe Kabupaten Gowa. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 6 (1), 67-72.
- Najib & Junaidi. (2009). Kajian Kelayakan Kegiatan Pertambangan Bahan Galian Golongan C Di Kecamatan Cepogo Kabupaten Boyolali. *Jurnal Teknik Volume*, 30 (2), 136-139.
- Najib. (2011). Studi Kerusakan Lingkungan Akibat Penambangan galian golongan C Wilayah Sungai Di Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Teknik*, 32 (2), 129-137.
- Ng, K.K.S., Lee, S.L., & Ueno, S. (2009). Impact Of Selective Logging On Genetic Diversity Of Two Tropical Tree Species With Contrasting Breeding Systems Using Direct Comparison And Simulation Methods. *Forest Ecology and Management*, 257 (1), 107-116. DOI: 10.1016/j.foreco.2008.08.035.
- Pereira, K.D.N., Gonzalez, J.C., Raabe, J. And Costa, A.F. (2017). Surface Quality Of The *Ficus* Sp. Wood Veneers Submitted To Finishing Treatments. *Madera Y Bosques*, 23 (2) : 181-191. Doi:10.21829/Myb.2017.2321224.
- Pratiwi & Narendra, B.H. (2012). Pengaruh Penerapan Teknik Konservasi Tanah Terhadap Pertumbuhan Pertanaman Mahoni (*Swietenia Macrophylla* King) Di Hutan Penelitian Carita, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9 (2), 139-150.
- Pratiwi, E. (2010). Pengaruh Pupuk Organik dan Intensitas Naungan Terhadap Pertumbuhan Porang (*Amorphopalus oncophyllus*) (Skripsi Sarjana). *Repository.ipb.ac.id*. Bogor.
- Prisbitari, L.D., S. Nurroh, A. Saimu, M. Muthiany, & Kartini. (2014). Dokumen AMDAL Kegiatan Usaha Penambangan golongan C (Pasir dan Batu) PT Puser Bumi Indonesia. Program Magister Manajemen Lingkungan UGM. Yogyakarta.
- Putri, I. R. (2009). Pengaruh Intensitas Cahaya Matahari terhadap Pertumbuhan Jenis *Shorea parvifolia* dan *Shorea leprosula* dalam Teknik TPTI Intensif (Studi Kasus di Areal IUPHHK PT. Sari Bumi Kusuma Unit Sungai Seruyan Kalimantan Tengah) (Skripsi Sarjana). Fakultas Kehutanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Rodriguesa, F.G., Costa, J.G.M., & Coutinho, H.D.M. (2009). Synergy Effects Of Antibiotics Gentamicin And The Essential Oil Of Croton Zehntneri. *Phytomedicine*, 16 (11), 1052-1055. DOI:10.1016/j.phymed.2009.04.004.
- Ruchaemi, A. (2013). Ilmu Pertumbuhan

- Hutan. Mulawarman University Press. Samarinda.
- Sari, N., & Maharani, R. (2016). Kajian Tempat Tumbuh 3 Jenis Meranti Komersil Di Sangkima, Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 2 (2), 83-94.
- Sari, N. (2014). Kondisi Tempat Tumbuh Pohon Keruing (*Dipterocarpus* spp) Di Kawasan Ekowisata Tangkahan, Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 8 (2), 65-72.
- Saridan, A. (2012). Keragaman Jenis Dipterokarpa Dan Potensi Pohon Penghasil Minyak Keruing Di Hutan Dataran Rendah Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 6(2), 75-83.
- Saridan, A & Fajri, M. (2014). Potensi Jenis Dipterokarpa Di Hutan Penelitian Labanan, Kabupaten Berau, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Dipterokarpa*, 8 (1), 7-14
- Selvan, T.(2014). Vegetation Pattern of Commercially Important Trees in Evergreen Forests of Baratang Island, Andamans. *Jurnal Tree Science*, Volume 33 (1), 12-21.
- Sembiring, S. (2008). Sifat Kimia Dan Fisik Tanah Pada Areal Bekas Tambang Bauksit Di Pulau Bintan, Riau. *Info Hutan*, 5 (2), 123-134.
- Simionatto E, Bonani VFL, Peres MTLP, Hess SC, Candido ACS, Raimo DL, Poppi NR, Matos MFC, Santos ECS, Oguma PM, De Carvalho JE. (2009). Bioactivity And Chemical Composition Of The Essential Oils Of Croton Urucurana Baillon. *Journal of essential oil-bearing plants*, 12 (3), 250–261.
DOI:10.1080/0972060X.2009.10643718.
- Sodhi, N.S., Koh, L.P., Clements, R., Wanger, T.C., Hill, J.K., Hamer, K.C., Clough, Y., Tscharntke, T., Posa, M.R.C., & Lee, T.M. (2010). Conserving Southeast Asian forest biodiversity in humanmodified landscapes. *Biological Conservation*, 143 (10), 2375-2384. DOI:10.1016/j.biocon.2009.12.029.
- Soewardita, H., Sudiana, N., Sittadewi, O.E.H., Prihartanto, Adi, S., & Budiono, Y. (2010). Pengembangan Nutrient Block untuk Mendukung Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang. Pusat Teknologi Pengelolaan Sumberdaya Lahan Wilayah dan Mitigasi Bencana. BPPT. Jakarta.
- Suarna, W. (2017). Profil Dan Potensi Produksi Tumbuhan Pakan Lokal Di Provinsi Bali. Prosiding Seminar Nasional VI HITPI “Peran Strategis Tumbuhan Pakan Dalam Mendukung Upsus Siwab Untuk Mewujudkan Ketahanan Pangan” Jambi, 23 – 24 November 2017 (7-19).
- Supeksa, K., Deviana, N.P.E., Dewi, N.G.L.K., Karolina, Y., & Ratmini, N.M. (2012). Analisis Vegetasi Dengan Metode Kuadrat Pada Plot Yang Dibuat Dalam Bentuk Lingkaran Di Kebun Raya Eka Karya Bali.
<https://supeksa.files.wordpress.com/2012/07> diakses 26 September 2018 pukul 22.30 Wita.
- Susanty, F. H. (2015). Status Riset 25 Tahun Plot STREK. Balai Besar Penelitian dipterokarpa. Badan Litbang dan Inovasi. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Bogor.
- Suyanto. (2009). Beberapa Ancaman Terhadap Kawasan Hutan Lindung di Kabupaten Tanah Laut Kalimantan Selatan. *Jurnal Hutan Tropis Borneo*, 10 (27), 262-276.
- Syarifuddin, A. (2011). Identifikasi Plasma Nutfah Vegetasi Hutan Alam Resort Trisula Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS). *Jurnal Gamma* 6(2), 77 - 94.
- Vunda, S.L.L., Sauter, I.P., Cibulski, S.P.,

- Roehe, P.M., Bordignon, S.A.L., Rott, m.B., Apel, M.A. & Poser, G.L.P. (2012). Chemical composition and amoebicidal activity of *Croton pallidulus*, *Croton ericoides*, and *Croton isabelli* (Euphorbiaceae) essential oils. *Parasitology Research* 111(3), 961-967. DOI 10.1007/s00436-012-2918-6.
- Wahyudi. (2011). Pertumbuhan Tanaman dan Tegakan Tinggal pada Sistem TPTI Intensif (Disertasi). Sekolah Pasca sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Wahyudi, A. (2013). Simpanan Karbon Atas Permukaan Tanah Pada Hutan Tropika Bekas Tebangan Di Berau, Dinamika Struktur Tegakan, Komposisi Jenis Dan Hutan Tropika Bekas Tebangan Di Berau (Thesis). Program Pascasarjana Fakultas Kehutanan Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta.
- Widiyatno, Budiadi, Suryanto, P., Rinarno, Y.D.B.M., Prianto, S.D., & Hendro, Y. (2017). Recovery Of Vegetation Structure, Soil Nutrients And Late-Succession Species After Shifting Cultivation In Central Kalimantan, Indonesia. *Journal Of Tropical Forest Science*, 29 (2), 151–162.
- Windusari, Y., Susanto, R.H., Dahlan, Z., & Susetyo, W. (2011). Asosiasi Jenis Pada Komunitas Vegetasi Suksesi di Kawasan Pengendapan Tailing Tanggul Ganda di Pertambangan PTFI Papua. *Biota*, 16 (2), 242–251. ISSN 0853-8670.
- Wiryono. (2009). *Ekologi Hutan*. Unib Press. Bengkulu.
- Yassir, I., & R.M. Omon. (2009). Pemilihan jenis-jenis pohon potensial untuk mendukung kegiatan restorasi lahan tambang melalui pendekatan ekologis. *Prosiding Workshop IPTEK Penyelamatan Hutan Melalui Rehabilitasi Lahan Pascatambang Batu bara*. Balai Besar Penelitian Dipterokarpa. Samarinda (64-76).
- Yudhistira, Hidayat, W.K., & Hadiyanto, A. (2011). Kajian Dampak Kerusakan Lingkungan Akibat Kegiatan Penambangan Pasir Di Desa Keningar Daerah Kawasan Gunung Merapi. *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 9 (2), 76-84.

PENILAIAN POTENSI LAHAN KRITIS UNTUK PENGEMBANGAN HUTAN TANAMAN ENERGI DI LOMBOK TIMUR (Assessment of Critical Land Potency for Energy Plantation Forest Development in East Lombok)

Budi Hadi Narendra^{*1,2}, Widiatmaka³, Cecep Kusmana⁴, Lina Karlinasari⁵ dan/and Machfud⁶

¹Pogram Studi Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan IPB, Jl. Raya Pajajaran Kampus IPB Baranangsiang, Bogor 16144, Jawa Barat, Indonesia Tel. /Fax. +62 251 8332779

²Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor, Jawa Barat, Indonesia Tlp. (0251) 8633234; Fax (0251) 8638111

³Departemen Ilmu Tanah dan Sumberdaya Lahan, Fakultas Pertanian IPB, Jl. Meranti, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia Tel. +62 251 8629354 Fax. +62 251 8629352

⁴Departemen Silvikultur, Fakultas Kehutanan IPB, Jl. Ulin, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia, Tel.: +62 251-8621677, Fax.: +62 251-8621256

⁵Departemen Hasil Hutan, Fakultas Kehutanan IPB, Jl. Ulin, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia, Tel.: +62 251-8621677, Fax.: +62 251-8621256

⁶Departemen Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian IPB, Jl. Kamfer, Kampus IPB Dramaga, Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia, Tel.: +62 251-8621210, Fax.: +62251-8623203

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Critical land, energy plantation forest, land suitability, GIS, FLOWA	<i>The increasing use of renewable energy sourced from woody biomass should be fulfilled through the development of energy plantation forests. The objectives of this study were to analyze the potential of critical land for energy plantation forests development in East Lombok Regency. The suitability level of available critical land was analyzed based on 20 criteria using GIS-based fuzzy linguistic ordered weighted averaging (FLOWA) method. The results showed that of 52,623 ha of critical land in East Lombok, only 8,442.7 ha (16%) area was potentially available for the development of energy plantation forests. An extremely optimistic scenario resulted that the entire available critical land is very suitable to be developed into energy plantation forests. On the contrary, in an extreme pessimistic scenario, 70% of the critical area was marginally suitable for plantation forest development while the rest was unsuitable. In the neutral scenario, 6,416.9 ha or 76% of the available critical land was very suitable to be developed, while the rest was moderately suitable. In the development of energy plantation forests, the locations covered with shrubs and open land should be prioritized aligned with the development scheme that is adapted to the land status.</i>
Kata kunci: Lahan kritis, hutan tanaman energi, kesesuaian lahan, SIG, FLOWA	ABSTRAK Meningkatnya penggunaan energi terbarukan yang bersumber dari biomassa kayu sudah seharusnya dipenuhi melalui pengembangan hutan tanaman energi. Penelitian ini bertujuan menganalisis potensi lahan kritis untuk pengembangan hutan tanaman energi di Kabupaten Lombok Timur. Tingkat kesesuaian lahan kritis yang tersedia dianalisis berdasarkan 20 kriteria menggunakan metode <i>fuzzy linguistic ordered weighted averaging (FLOWA)</i> berbasis sistem informasi geografis (SIG). Hasil penelitian menunjukkan dari 52.623 ha lahan kritis di Lombok Timur, luasan yang tersedia untuk pengembangan hutan tanaman energi adalah 8.422 ha. Pada skenario sangat optimis, keseluruhan lahan kritis tersedia tersebut sangat sesuai untuk dikembangkan. Sebaliknya pada skenario sangat pesimis, 70% luas lahan kritis tersebut kurang sesuai untuk dikembangkan, sedangkan sisanya tidak sesuai. Pada skenario netral, 6.416,9 ha atau 76% dari lahan kritis yang tersedia sangat sesuai untuk dikembangkan, sedangkan sisanya dapat dikategorikan cukup sesuai. Dalam pengembangan hutan tanaman energi, harus diutamakan pada lokasi-lokasi dengan tutupan semak belukar atau lahan terbuka, dengan skema pengembangan disesuaikan dengan status lahannya.
Riwayat Artikel: Tanggal diterima: 15 Maret 2019; Tanggal direvisi: 13 Juni 2019; Tanggal disetujui: 13 Juli 2019	

Editor: Rinaldi Imanuddin, S.Hut., M.Sc

Korespondensi penulis: Budi Hadi Narendra* (E-mail: budiadin@yahoo.co.id)

Kontribusi penulis: **BHN**: sebagai kontributor utama, pengambilan data lapangan, penyusunan kuisisioner penelitian, analisis data, telaahan secara umum; Kontributor anggota: **W**: telaahan aspek kesesuaian lahan; **CK**: telaahan aspek ekologi; **LK**: telaahan aspek teknologi dan sifat fisik kayu energi, **M**: telaahan aspek fuzzy linguistic metode FLOWA

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.119-131>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license



I. PENDAHULUAN

Besarnya proporsi penggunaan energi yang bersumber dari fosil telah memicu peningkatan kandungan karbon dioksida (CO₂) di atmosfer sebagai penyebab pemanasan global dan perubahan iklim (Höök & Tang, 2013). Untuk mengatasi masalah global ini dan mengantisipasi makin menipisnya cadangan sumber bahan bakar fosil, Pemerintah mendorong penggunaan energi terbarukan termasuk diantaranya bioenergi dari biomassa kayu. Biomassa kayu dapat dikategorikan sebagai sumber energi netral karena CO₂ yang dihasilkan dari pembakaran dapat diserap kembali melalui proses pertumbuhan tanaman dan disimpan dalam bentuk kayu (Aksyutin, Ishkov, Romanov, Grachev, & Aksyutin, 2018). Sumber-sumber biomassa kayu seperti hutan tanaman energi sangat potensial untuk dikembangkan karena selain menghasilkan bioenergi berkelanjutan dan berperan dalam penyerapan karbon, juga menyediakan jasa ekosistem dari tegakan hutan, serta penyediaan lapangan kerja (Edrisi & Abhilash, 2016; Baral & Lee, 2016).

Kabupaten Lombok Timur memiliki konsumsi terbesar bioenergi berbasis kayu dibandingkan kabupaten lain di Propinsi Nusa Tenggara Barat. Bioenergi ini digunakan untuk konsumsi rumah tangga, industri skala kecil, dan proporsi terbesar digunakan pada industri pengolahan tembakau virginia (Bae et al., 2014). Kecenderungan peningkatan penggunaan bioenergi ini harus disertai dengan pengembangan sumber-sumber penghasilnya. Hal ini melatarbelakangi perlunya pengembangan hutan tanaman yang secara khusus berorientasi memasok kayu untuk bioenergi (Lee et al., 2015; Borchard, Artati, Lee, & Baral, 2017; Jaung et al., 2018).

Dalam rangka peningkatan produktivitas lahan, maka lahan kritis memiliki potensi untuk dipertimbangkan dalam pengembangan hutan tanaman energi. Potensi lahan kritis tersebut disajikan

dalam bentuk peta berisi informasi areal yang tersedia untuk pengembangan meliputi distribusi, luas, dan tingkat kesesuaian lahannya. Kesesuaian lahan sangat penting untuk diperhatikan guna mencegah kerusakan lahan yang berakibat pada kemiskinan dan masalah sosial lainnya (Hardjowigeno & Widiatmaka, 2007; Widiatmaka et al., 2015).

Evaluasi kesesuaian lahan diperkenalkan oleh *Food and Agriculture Organization* (FAO) tahun 1976 dan berkembang untuk evaluasi di bidang kehutanan pada tahun 1984, yang tidak hanya memperhatikan aspek fisik lahan, namun juga memperhitungkan faktor sosial dan ekonomi. Saat ini dua metode evaluasi kesesuaian lahan konvensional yang paling banyak digunakan yaitu *boolean overlay operations* dan *weighted linear combination* (Hariyanto, Ramdani, & Saputra, 2018). Kedua metode ini berkembang menjadi metode *ordered weighted averaging* (OWA). Pada kondisi yang kompleks, pengambil keputusan akan mengalami kesulitan dalam menyajikan informasi spasial secara presisi. Hal ini mendorong perlunya memasukkan konsep *fuzzy linguistic quantifier* ke dalam metode analisis kesesuaian lahan berbasis sistem informasi geografis (SIG) melalui aplikasi OWA. Pengkombinasian OWA dengan konsep *fuzzy linguistic quantifier* ini menghasilkan metode *fuzzy linguistic ordered weighted averaging* atau biasanya disingkat dengan FLOWA (Borouhaki & Malczewski, 2008; Verma & Sharma, 2014).

Beberapa penelitian mengandalkan metode FLOWA karena memiliki cakupan yang lebih luas dalam skenario pengambilan keputusan, serta mampu menampilkan derajat risiko pengambilan keputusan yang menunjukkan besarnya risiko terhadap kesalahan dalam pengambilan keputusan (Cozzi et al., 2015; Romano, Sasso, Liuzzi, & Gentile, 2015; Vettorazzi & Valente, 2016; Mokarram & Hojati, 2017). Penelitian kesesuaian lahan dalam pemanfaatan energi dari biomassa

hutan yang pernah dilakukan masih dalam batas kesesuaian lahan untuk penempatan instalasi pembangkit listriknya, dan seleksi tipe biomassa yang optimal (Perpina, Martinez-Llario, & Perez-Navarro, 2013; Recanatesi, Tolli, & Lord, 2014; Saelee et al., 2014). Mengingat evaluasi kesesuaian lahan untuk lokasi hutan tanaman energi belum pernah dilakukan, maka hasil dari penelitian ini menjadi sangat penting.

Berdasarkan uraian tersebut di atas, penelitian ini bertujuan menganalisis potensi lahan kritis meliputi ketersediaan dan tingkat kesesuaiannya sebagai lokasi pengembangan hutan tanaman energi menggunakan metode FLOWA berbasis SIG.

II. BAHAN DAN METODE

A. Lokasi Penelitian

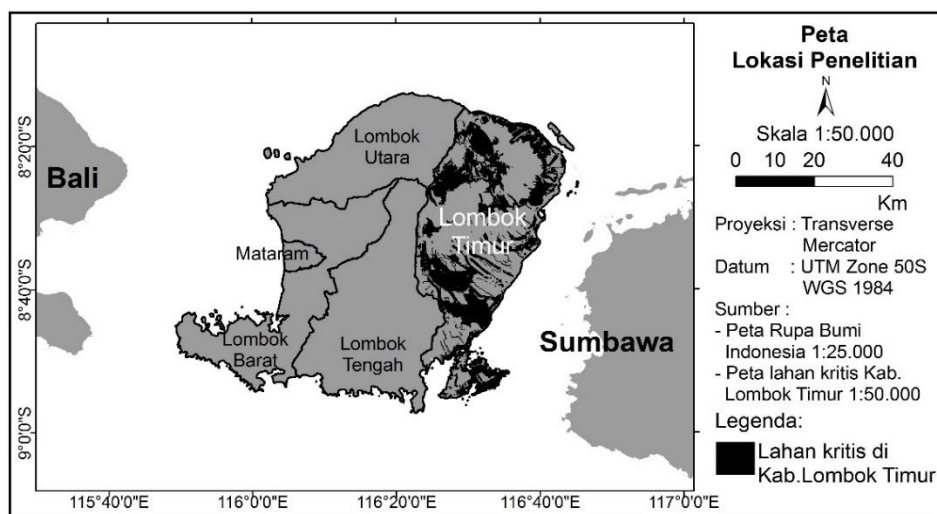
Penelitian ini dilaksanakan pada areal lahan kritis yang ada di Kabupaten Lombok Timur, Propinsi Nusa Tenggara Barat seperti ditunjukkan pada Gambar 1. Kabupaten Lombok Timur memiliki luas daratan 161.000 km² dengan topografi mulai dari daerah pegunungan dengan puncak tertinggi 3.726 m dpl hingga daerah pantai (BPS, 2018). Penelitian dilaksanakan Bulan Januari sampai Oktober 2018.

B. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa seperangkat komputer dengan perangkat lunak *ArcGIS* 10.0 dan *Microsoft office* 2013, *global positioning system* (GPS), kamera, dan peralatan pengambil sampel tanah. Bahan yang digunakan yaitu peta topografi (Rupa Bumi Indonesia) skala 1:50.000, peta lahan kritis skala 1:50.000, peta tanah dan karakteristik lahan skala 1:50.000, citra satelit Spot 7 tahun 2017, peta *digital elevation model* (DEM), peta rencana tata ruang wilayah (RTRW) Kabupaten Lombok Timur, peta penetapan kawasan hutan skala 1:250.000, dan data iklim harian 10 tahun terakhir meliputi curah hujan dan suhu udara.

C. Metode dan Analisis Data

Dalam penelitian ini, potensi lahan kritis ditentukan berdasarkan ketersediaan dan tingkat kesesuaian lahan kritis untuk lokasi pengembangan hutan tanaman energi. Peta lahan kritis yang digunakan dalam penelitian ini merupakan hasil deliniasi menggunakan teknik *overlay* berdasarkan parameter-parameter hasil penyempurnaan dari petunjuk teknis penyusunan lahan kritis (Narendra, Widiatmaka, Kusmana, Karlinasari, & Machfud, 2018).



Gambar (Figure) 1. Lokasi penelitian (Research site)

Ketersediaan lahan kritis untuk lokasi pengembangan hutan tanaman energi dianalisis secara spasial berdasarkan data sekunder berupa peta penetapan fungsi kawasan hutan, peta pola ruang RTRW Kabupaten Lombok Timur tahun 2012-2032 (Perda Kabupaten Lombok Timur nomor 2, 2012), dan peta kondisi aktual penggunaan lahan (Widiatmaka et al., 2015). Dalam analisis spasial ini, luasan lahan tersedia merupakan luasan lahan kritis (meliputi kriteria sangat kritis, kritis, dan agak kritis) dikurangi dengan luasan lahan yang tidak dimungkinkan untuk dikembangkan sebagai hutan penghasil biomassa kayu (*constrain areas*) meliputi kawasan hutan lindung, kawasan hutan konservasi, kawasan lindung yang ditetapkan dalam rencana tata ruang, areal pertanian produktif, dan areal yang telah memperoleh ijin usaha. Analisis spasial ketersediaan lahan ini dilakukan menggunakan *erase tool* pada perangkat lunak *ArcGIS*.

Areal lahan kritis yang tersedia untuk pengembangan, selanjutnya dianalisis tingkat kesesuaiannya menggunakan metode FLOWA dalam bentuk modul yang terintegrasi dengan perangkat lunak *ArcGIS* (Boroushaki & Malczewski, 2008). Analisis spasial multi kriteria ini mengintegrasikan parameter ekologi, ekonomi dan sosial. Kriteria pada tiap parameter dan masing-masing tingkat kepentingannya (bobot) ditetapkan berdasarkan telaahan literatur dan wawancara dengan 12 orang pakar menggunakan prinsip perbandingan berpasangan pada metode *Analytical Hierarchy Process* (AHP) (Saaty, 2008; Widiatmaka, Ambarwulan, & Sudarsono, 2016). Parameter dan kriteria yang dipilih diharapkan mewakili lingkup pengambilan keputusan, berkontribusi terhadap tujuan akhir, dengan mempertimbangkan ketersediaan data.

Dalam metode FLOWA, selain pembobotan kriteria yang didasarkan pada tingkat kepentingan suatu kriteria relatif

terhadap kriteria lainnya, juga dilakukan pembobotan tahap kedua berdasarkan urutan nilai tiap kriteria. Pada pembobotan tahap kedua, bobot suatu kriteria ditentukan berdasarkan nilai kriteria tersebut pada lokasi tertentu (Boroushaki & Malczewski, 2008).

Dalam analisis spasial kesesuaian lahan, setiap kriteria evaluasi diwujudkan dalam bentuk peta yang berisi nilai (skor) kriteria dari setiap unit lahan. Unit lahan ini merupakan poligon-poligon yang disusun berdasarkan tumpang susun (*overlay*) dari semua peta kriteria yang digunakan dalam analisis kesesuaian lahan. Masing-masing kriteria dari tiap unit lahan akan memiliki nilai sesuai tingkat kesesuaiannya untuk hutan tanaman energi dengan rentang nilai mulai dari 0,0 sampai 1,0 (Rinner & Voss, 2013). Pada analisis kesesuaian ini, jenis tanaman kayu energi yang diujikan adalah *Leucaena leucocephala* (lamtoro), *Calliandra calothyrsus* (kaliandra), *Gliricidia sepium* (gamal), dan *Acacia auriculiformis* (akasia). Keempat jenis ini di Pulau Lombok telah dimanfaatkan sebagai kayu energi dan secara teknis memenuhi syarat untuk dikembangkan karena pertumbuhannya cepat, memiliki percabangan yang lebat, mudah tumbuh pada berbagai kondisi tempat tumbuh, cepat bertunas setelah dipangkas, berat jenisnya tinggi, dan kayunya bernilai kalor tinggi (Jaung et al., 2018). Dalam analisis kesesuaian pada parameter ekologi, skoring dilakukan berdasarkan gabungan persyaratan tumbuh keempat jenis tanaman tersebut yang tercantum pada Tabel 1.

Setelah diperoleh bobot untuk tiap kriteria dan skor masing-masing kriteria pada tiap unit lahan (lokasi), dilanjutkan dengan menginput peta tiap kriteria ke dalam *ArcGIS* dan secara matematis *tool* OWA akan melakukan penghitungan mengikuti Persamaan (1) (Boroushaki & Malczewski, 2008).

$$OWA_i = \sum_{j=1}^n u_j z_{ij}; u_j = \frac{v_j w_{j(*)}}{\sum_{j=1}^n v_j w_{j(*)}}$$

$$v_j = \left(\sum_{k=1}^j u_k \right)^\alpha - \left(\sum_{k=1}^{j-1} u_k \right)^\alpha$$

$$0 \leq v_j \leq 1 \text{ dan } \sum_{j=1}^n v_j = 1 \quad (1)$$

Dimana: i = lokasi ke i ; j = kriteria ke-1 sampai n ; n = banyaknya kriteria; x_{ij} = nilai (skor) atribut; w_j = bobot kriteria; z_{ij} = nilai kriteria (x_{ij}) setelah diurutkan; u_j = bobot kriteria mengikuti urutan z_{ij} ; v_j = bobot urutan ke j ; $w_{j(*)}$ = bobot kriteria setelah diurutkan; α = identitas *quantifier*.

Salah satu keunggulan dari penggunaan metode FLOWA adalah kemampuannya mengakomodasi faktor

ketidakpastian dan tingkat keoptimisan dari pembuat keputusan. Dengan mengganti nilai α (identitas *quantifier*) dari 0 sampai tak terhingga (∞), pengguna dapat mengembangkan alternatif strategi keputusan secara luas mulai dari strategi sangat optimis ($\alpha \approx 0$) yang melambangkan *linguistic quantifier* (Q) “at least one” (yang artinya untuk memperoleh lahan yang sesuai, minimal satu kriteria harus terpenuhi) sampai strategi sangat pesimis ($\alpha \approx \infty$) yang melambangkan *quantifier* “all” (yang artinya suatu unit lahan masuk kategori sesuai, jika semua kriteria terpenuhi). Pada posisi $\alpha = 1$, menunjukkan sikap netral yang melambangkan *quantifier* “half” (yang artinya untuk mencapai kesesuaian lahan, setengah dari kriteria harus terpenuhi) (Borouhaki & Malczewski, 2008).

Tabel (Table) 1. Persyaratan tumbuh untuk tanaman kayu energi (*Growth requirement for energy wood plant*)

Kualitas/Karakteristik Lahan (<i>Land quality/characteristics</i>)	Kelas kesesuaian lahan (<i>Land suitability class</i>)			
	Sangat sesuai (<i>Very suitable</i>)	Cukup sesuai (<i>Moderately suitable</i>)	Kurang sesuai (<i>Marginally suitable</i>)	Tidak sesuai (<i>Unsuitable</i>)
Suhu rata-rata tahunan (<i>Annual average temperature</i>) (°C)	28 - 23	22 - 18	17 - 16	<16
Curah hujan tahunan (<i>Annual rainfall</i>) (mm)	>1300	1300 - 1000	600 - <1000	<600
Drainase (<i>Drainage</i>)	Baik (<i>well</i>), sedang (<i>moderately well</i>)	Agak cepat (<i>moderately fast</i>), agak terhambat (<i>moderately poor</i>)	Terhambat (<i>poorly</i>), Cepat (<i>fast</i>)	Sangat terhambat (<i>very poor</i>), sangat cepat (<i>very fast</i>)
Tekstur (<i>Texture</i>)	Agak halus (<i>moderately fine</i>), sedang (<i>medium</i>)	Agak kasar (<i>moderately coarse</i>), halus (<i>fine</i>)	Sangat halus (<i>very fine</i>),	Kasar (<i>coarse</i>)
Kedalaman efektif (<i>Effective depth</i>) (cm)	>100	75 - 100	50 - <75	<50
KTK (CEC)(cmol)	>16	≤16		
pH H ₂ O	6,1 – 7,2	5,5 – 6,0 7,3 – 7,5	4,5 – 5,4	<4,5 >7,5
C organik (<i>Organic-C</i>) (%)	>0,4	≤0,4		
Batuan permukaan (<i>Surface rock</i>) (%)	< 4	4 - 15	>15 - 40	>40
Kemiringan lereng (<i>Slope</i>) (%)	<8	8 - <16	16 - 30	>30

Sumber (*Sources*): Modifikasi dari (modification from) Djaenuddin et al., 1994; Hardjowigeno & Widiatmaka, 2007; Susilo, Kusumastuti, Suranindyah, & Suwignyo, 2012

Peta yang dihasilkan akan menunjukkan strategi keputusan yang berhubungan dengan nilai α . Nilai kesesuaian lahan yang dihasilkan dari analisis FLOWA diklasifikasikan ke dalam empat level berdasarkan sistem FAO yaitu sangat sesuai (0,75 – 1,0), cukup sesuai (0,50 – 0,74), kurang sesuai (0,25 – 0,49), dan tidak sesuai (0 – 0,24) (Chen, Khan & Paydar, 2010). Pada tahap akhir akan dihasilkan peta tingkat kesesuaian lahan multi kriteria yang telah mengakomodir aspek ekologi, ekonomi, dan sosial. Tabulasi dilakukan untuk mengetahui sebaran spasial tiap tingkat kesesuaian terhadap status lahannya sehingga akan membantu pengambil kebijakan dalam mengarahkan skema pemanfaatan lahan kritis untuk pengembangan hutan tanaman energi di Lombok Timur.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ketersediaan Lahan

Peta lahan kritis Kabupaten Lombok Timur menunjukkan adanya lahan kritis seluas 52.623 ha, sisanya berupa lahan potensial kritis 90.910 ha, dan tidak kritis 17.738 ha (Narendra, Widiatmaka, Kusmana, Karlinasari, & Machfud, 2018). Dalam penelitian ini, analisis ketersediaan menghasilkan lahan yang tersedia untuk pengembangan hutan tanaman energi seluas 8.442,7 hektar atau 16% dari keseluruhan luasan lahan kritis. Seperti terlihat pada Gambar 2, lahan yang tersedia ini tersebar pada areal penggunaan lain (APL) seluas 6.028,1 ha dan pada kawasan hutan produksi seluas 2.414,6 ha.

Ketersediaan lahan untuk pengembangan hutan tanaman energi lebih banyak tersebar pada wilayah utara Kabupaten Lombok Timur, terutama di Kecamatan Sambelia dan Sembalun. Pada wilayah selatan, ketersediaan lahan hanya berada di APL terutama di Kecamatan Jerowaru.

B. Kesesuaian Lahan

Pada tahap analisis kesesuaian lahan, diperoleh 20 kriteria penilaian kesesuaian lahan pada parameter ekologi, ekonomi dan sosial. Hasil pembobotan terhadap ketiga parameter dan kriteria kesesuaian lahan tercantum pada Tabel 2. Pada analisis pembobotan dihasilkan nilai *consistency ratio* (CR) 0,02 yang menunjukkan adanya konsistensi (CR<0,1) dari penilaian oleh para pakar melalui pengisian kuesioner, sehingga nilai bobotnya valid dan dapat digunakan pada tahap selanjutnya (Saaty, 2008).

Parameter ekologi memiliki peran terbesar dengan bobot 0,62 diikuti parameter ekonomi (0,27) dan sosial (0,11). Diantara keseluruhan kriteria kesesuaian lahan yang digunakan, curah hujan memiliki bobot tertinggi. Hal ini menjadi pertimbangan utama karena Kabupaten Lombok Timur memiliki variabilitas curah hujan tahunan yang cukup tinggi antar wilayahnya mulai dari 817 hingga 2.197 mm/th.

Bahan organik tanah memiliki bobot terbesar kedua, menunjukkan dalam pengelolaan hutan tanaman, kendala terkait ketersediaan air maupun hara dalam ekosistem paling sering ditemui sehingga kedua faktor tersebut sering menjadi faktor pembatas (*limiting factor*) yang harus menjadi pertimbangan utama dalam strategi pengelolaannya (Sprenger et al., 2013; Smethurst, Almeida, & Loos, 2015). Informasi ini sangat penting karena siklus air dan hara merupakan bagian yang vital dalam suatu ekosistem hutan tanaman terutama dalam proses-proses bio-kimia dalam ekosistem baik di dalam tanah maupun di atas permukaan tanah.

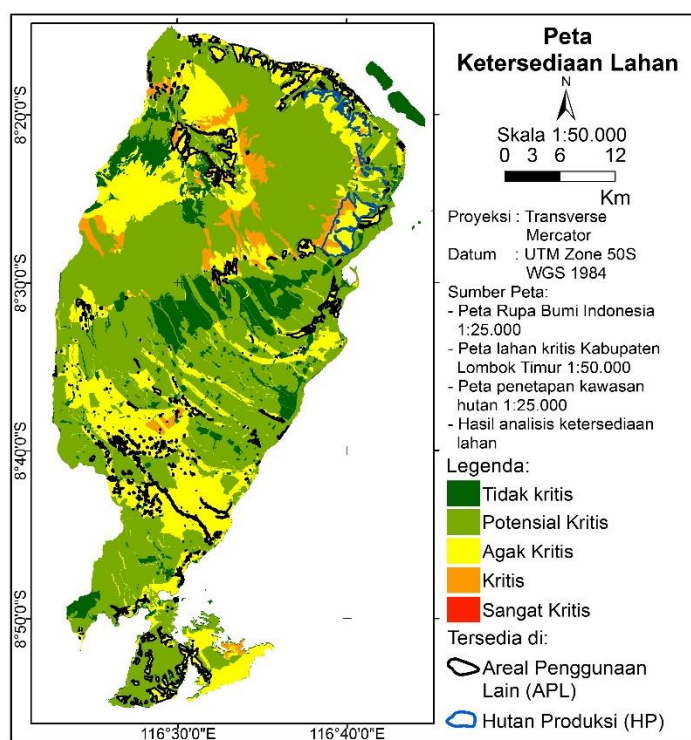
Peta dari tiap-tiap kriteria kesesuaian lahan ditumpangsusunkan untuk menghasilkan peta unit lahan. Pemberian skor terhadap masing-masing kriteria pada tiap unit lahan dilakukan berdasarkan berbagai sumber data. Data sekunder diperoleh pada beberapa instansi pemerintah, sedangkan data primer diperoleh melalui analisis 130 buah

sampel tanah, pengamatan di lapangan, wawancara, dan analisis spasial. Peta-peta hasil skoring tersebut bersama dengan bobot tiap kriteria merupakan input dalam penetapan tingkat kesesuaian lahan menggunakan metode FLOWA. Penggunaan beberapa skenario analisis (*quantifier*) menghasilkan tingkat kesesuaian lahan yang tercantum pada Tabel 3 dan sebaran spasialnya disajikan pada Gambar 3.

Nilai α yang mendekati nol menunjukkan pilihan strategi optimistik yang ekstrim (sangat optimis) dimana tiap lokasi memiliki nilai peluang 1 untuk menghasilkan nilai tertinggi yang memungkinkan. Pada kondisi ini, hampir seluruh areal akan menghasilkan status “sesuai” (Borouhaki & Malczewski, 2008) seperti yang terlihat pada hasil penelitian ini. Pada Tabel 3 terlihat pada nilai α mendekati nol, keseluruhan lahan kritis yang tersedia yaitu seluas 8.442,7 ha memiliki kriteria “sangat sesuai” untuk ditanami menjadi hutan tanaman energi dengan jenis tanaman lamtoro, gamal,

kaliandra, atau akasia. Dengan memilih strategi ini, pengambil keputusan dapat menggunakan hanya satu kriteria untuk memutuskan tingkat kesesuaian suatu unit lahan, namun skenario ini memiliki tingkat risiko yang sangat tinggi sehingga harus diperhitungkan kemampuan sumberdaya daerah dalam mengantisipasinya.

Pada skenario netral ($\alpha=1$) dimana terjadi *full trade-off* antar kriteria, nilai atribut dari setiap kriteria dalam suatu lokasi akan memiliki bobot urutan yang sama, sehingga besarnya nilai dari tiap kriteria dalam suatu lokasi akan memiliki peluang yang sama. Pada penelitian ini posisi $\alpha=1$ menunjukkan sebagian besar (76%) lahan kritis tersedia dengan kriteria sangat sesuai, sedangkan sisanya cukup sesuai. Hasil dari skenario ini akan setara dengan yang dihasilkan metode konvensional *weighted linear combination* dimana bobot urutan (v_j) bernilai sama untuk setiap kriteria. Para pihak yang memilih untuk menerapkan skenario ini akan memiliki risiko kesalahan menengah (sedang).



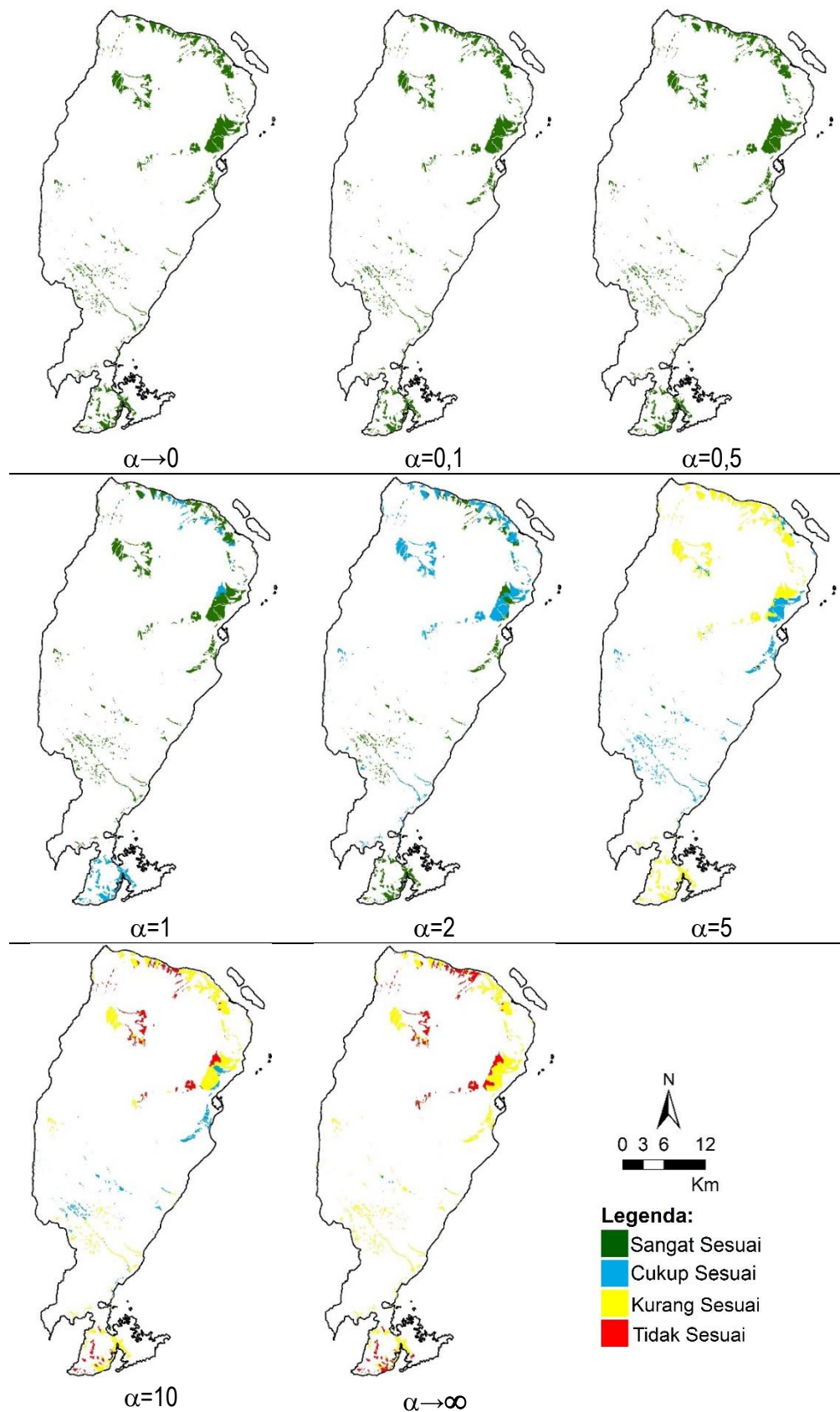
Gambar (Figure) 2. Ketersediaan lahan untuk pengembangan hutan tanaman energi di areal lahan kritis (*Land availability for development of energy plantation forest in critical land area*)

Tabel (Table) 3. Hasil tabulasi tingkat kesesuaian lahan (*Tabulation result of land suitability level*)

<i>Quantifier</i> (tingkat keoptimisan)	Tingkat at Risiko (<i>Risk level</i>)	Status Lahan (<i>Land status</i>)	Luas tingkat kesesuaian (<i>Area of suitability level</i>) (ha)			
			Sangat sesuai (<i>Very suitable</i>)	Cukup sesuai (<i>Moderately suitable</i>)	Kurang sesuai (<i>Marginally suitable</i>)	Tidak sesuai (<i>Unsuitable</i>)
<i>At least one</i> $\alpha \rightarrow 0$ Sangat optimis (<i>very optimistic</i>)	1	APL (<i>non forest area</i>)	6.028,1	-	-	-
	Sangat	HP (<i>production forest area</i>)	2.414,6	-	-	-
	Tinggi (<i>very high</i>)	Jumlah (<i>total</i>)	8.442,7	-	-	-
		%	100	-	-	-
<i>Half</i> $\alpha = 1$ netral (<i>neutral</i>)	0,5	APL (<i>non forest area</i>)	4.574,0	1.454,1	-	-
	Sedang (<i>moderate</i>)	HP (<i>production forest area</i>)	1.842,9	571,8	-	-
		Jumlah (<i>total</i>)	6.416,9	2.025,8	-	-
		%	76,0	24,0	-	-
<i>Many</i> $\alpha = 2$ Cukup Pesimis (<i>moderately pesimistic</i>)	*	APL (<i>non forest area</i>)	2.696,9	3.331,1	-	-
		HP (<i>production forest area</i>)	777,2	1.637,5	-	-
		Jumlah (<i>total</i>)	3.474,1	4.968,6	-	-
		%	41,2	58,8	-	-
<i>Most</i> $\alpha = 10$ Pesimis (<i>pesimistic</i>)	*	APL (<i>non forest area</i>)	-	979,7	3.520,5	1.527,8
		HP (<i>production forest area</i>)	-	214,4	1.942,4	257,9
		Jumlah (<i>total</i>)	-	1.194,1	5.462,9	1.785,7
		%	-	14,1	64,7	21,2
<i>All</i> $\alpha \rightarrow \infty$ Sangat pesimis (<i>very pesimistic</i>)	0	APL (<i>non forest area</i>)	-	35,5	3.936,0	2.056,6
	Sangat	HP (<i>production forest area</i>)	-	0	1.955,9	458,7
	rendah (<i>very low</i>)	Jumlah (<i>total</i>)	-	35,5	5.891,9	2.515,3
		%	-	0,4	69,8	29,8

Penetapan nilai α mendekati tak terhingga merupakan skenario ekstrem pesimis (sangat pesimis), dimana dari sudut pandang probabilistik, nilai peluang 1 ditujukan pada skenario kondisi terburuk dan tiap lokasi memiliki nilai atribut terendah serta tidak ada *trade-off* antar kriteria. Pada skenario ini, peta yang dihasilkan akan menunjukkan luasan

lahan yang “sesuai” sangat minim atau hampir tidak ada seperti terlihat pada Tabel 3 yang hanya menghasilkan 70% luasan lahan dengan kriteria kurang sesuai, dan sisanya tidak sesuai. Hasil dari skenario ini menunjukkan kemungkinan terburuk dari hasil analisis kesesuaian lahan namun dengan tingkat risiko nol.



Gambar (Figure) 4. Tingkat kesesuaian lahan pada tiap level *quantifier* (Land suitability level for each quantifier level)

Peningkatan nilai alpha dari 0 menuju tak hingga menggambarkan peningkatan derajat optimisme serta peningkatan peluang *trade-off* antar kriteria. Hal ini berimplikasi pada nilai kriteria dengan rangking makin baik, akan seiring dengan peningkatan peluangnya (bobot urutannya). Hasilnya akan menunjukkan peta areal yang “sesuai” makin meluas. Peningkatan nilai ORness dari 0,5 ke 1 menunjukkan peningkatan optimisme dan penurunan level *trade-off* antar kriteria.

Hingga pada tahap ini, pengambil keputusan dapat menerapkan skenario netral ($\alpha = 1$) dalam perencanaan pengembangan hutan tanaman energi, dengan pertimbangan skenario ini memiliki tingkat risiko kegagalan menengah sehingga dapat diantisipasi dengan mengoptimalkan sumber daya di daerah. Selain itu dengan memilih skenario ini, sumberdaya yang diperlukan untuk melaksanakan pengembangan tidak perlu dimaksimalkan mengikuti total luasan lahan tersedia (8.442,7 ha), namun dapat dilakukan secara bertahap dengan prioritas pada luasan lahan yang sangat sesuai (6.416,9 ha), terutama pada lahan kritis dengan penutupan semak belukar, tanah terbuka, atau padang rumput yang luasnya mencapai 1.930,8 ha (30,1%).

Dalam pelaksanaan pengembangan, pemilihan skenario kesesuaian lahan pada metode FLOWA ini masih perlu mempertimbangkan faktor finansial. Kajian lebih detil diperlukan guna menilai kondisi finansial masyarakat dan pemerintah dalam melaksanakan suatu skenario, serta manfaat finansial yang dapat diperoleh dari skenario yang dikaji (Mokarram dan Hojati 2017).

Berdasarkan sebaran spasialnya, lokasi lahan kritis dengan tingkat kesesuaian “sangat sesuai” lebih banyak berada di bagian utara Lombok Timur, yang banyak ditutupi belukar dengan karakteristik iklim dan tanah yang relatif lebih baik. Level “cukup sesuai” banyak tersebar di bagian timur dimana belukar

dan pertanian lahan kering mendominasi areal ini, dan curah hujannya relatif lebih rendah dibandingkan daerah di utara. Dalam pengembangan hutan tanaman energi, harus dipertimbangkan untuk memprioritaskan pemanfaatan lahan ter-degradasi yang ditutupi oleh semak belukar atau lahan lain yang tidak digunakan seperti padang rumput dan tanah terbuka.

Perencanaan pengembangan pembangunan hutan tanaman energi di APL dapat dilakukan menggunakan skema hutan rakyat, sedangkan di kawasan hutan negara, hutan tanaman energi hanya dapat dibangun di dalam kawasan hutan produksi menggunakan skema hutan tanaman industri (HTI), hutan tanaman rakyat (HTR), atau skema perhutanan sosial lainnya.

Meskipun lahan kritis bukan merupakan lahan yang ideal untuk budi-daya hutan, namun praktik pengelolaan lahan secara optimal dapat mendukung produktivitas biomassa kayu. Optimasi pengelolaan hutan tanaman energi selain melalui penggunaan spesies yang sesuai, juga dilakukan melalui optimasi input pupuk organik, pengaturan waktu panen, dan penanganan ketersediaan air (Stolarski, Krzyżaniak, Szczukowski, Tworkowski, & Bieniek, 2014). Pemanfaatan sumber daya air tidak hanya menjadi perhatian dalam produksi biomassa tetapi juga merupakan masalah kritis untuk kelestarian lingkungan (Mehmood et al., 2017).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Potensi lahan yang diperoleh melalui analisis ketersediaan dan kesesuaian lahan menunjukkan, 8.442,7 hektar atau 16% dari keseluruhan luasan lahan kritis tersedia untuk dikembangkan menjadi hutan tanaman energi. Pada skenario sangat optimis, keseluruhan lahan kritis tersedia tersebut sangat sesuai untuk dikembangkan, sedangkan pada

skenario sangat pesimis, 70% luasan lahan kurang sesuai untuk dikembangkan dan 30% sisanya tidak sesuai. Pada skenario netral, terdapat 6.416,9 ha atau 76% lahan kritis tersedia yang sangat sesuai untuk dikembangkan, sedangkan sisanya cukup sesuai.

Pengambil keputusan dapat menerapkan skenario netral dengan pertimbangan tingkat risiko kegagalannya menengah sehingga dapat diantisipasi dengan kesiapan sumber daya yang optimal. Dengan skenario ini prioritas pengembangan dapat dilakukan secara bertahap pada lahan kritis yang sangat sesuai berpenutupan semak belukar, padang rumput, atau tanah terbuka yang luasnya mencapai 1930,8 ha.

B. Saran

Skema hutan rakyat sebagai penghasil biomassa kayu dapat diterapkan pada lahan berstatus areal penggunaan lain, sedangkan di kawasan hutan produksi, hutan tanaman energi dapat dibangun dengan skema hutan tanaman industri, hutan tanaman rakyat, atau skema perhutanan sosial lainnya.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Masyarakat, Direktorat Jenderal Penguatan Riset dan Pengembangan, Kementerian Riset, Teknologi, dan Pendidikan Tinggi atas pembiayaan penelitian ini melalui skema Penelitian Terapan Unggulan Perguruan Tinggi (PTUPT), dan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP) Kementerian Keuangan atas pemberian Beasiswa Pendidikan Indonesia (BPI), serta kepada semua pihak yang telah membantu pemenuhan data, informasi, dan perijinan yang diperlukan dalam penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aksyutin, O.E., Ishkov, A.G., Romanov, K.V., & Grachev, V.A. (2018). The carbon footprint of natural gas and its role in the carbon footprint of energy production. *International Journal of GEOMATE*, 15, 155-160.
- Bae, J.S., Kim, C., Kim, Y.S., Latifah, S., Afifi, M., Fisher, L.A., ... Kim, J.S. (2014). Opportunities for Implementing REDD+ to Enhance Sustainable Forest Management and Improve Livelihoods in Lombok, NTB, Indonesia. Working Paper. Bogor (ID): CIFOR. 151 p.
- Baral, H., & Lee, S.M. (2016). Sustainable Bioenergy Systems to Restore and Valorize Degraded Land. Brief no. 37 Center for International Forestry Research. Bogor, Indonesia.
- Borchard, N., Artati, Y., Lee, S.M., & Baral, H. (2017). Sustainable Forest Management for Land Rehabilitation and Provision of Biomass-Energy. Brief no.41 Center for International Forestry Research. Bogor, Indonesia.
- Borouhaki, S., & Malczewski, J. (2008). Implementing an extension of the analytical hierarchy process using ordered weighted averaging operators with fuzzy quantifiers in ArcGIS. *Computers & Geosciences*, 34, 399–410. doi:10.1016/j.cageo.2007.04.003
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2018). *Lombok Timur dalam Angka 2018*. Selong: Badan Pusat Statistik Kabupaten Lombok Timur.
- Chen, Y., Khan, S., & Paydar, Z. (2010). To retire or expand. A fuzzy GIS-based spatial multi-criteria evaluation framework for irrigated agriculture. *Irrigation and Drainage*, 59(2), 17–188. doi:10.1002/ird.470.
- Cozzi, M., Viccaro, M., Napoli, F.D., Fagarazzi, C., Tirinnanzi, A., & Romano, S. (2015). A spatial analysis model to assess the feasibility of short

- rotation forestry fertigated with urban wastewater: Basilicata region case study. *Agricultural Water Management*, 159, 185-196. doi:10.1016/j.agwat.2015.06.010.
- Djaenudin, D., Basuni, Hardjowigeno, S., Subagyo, H., Soekardi, M., Ismangun, ... Jordens, E.R. (1994). *Kesesuaian Lahan untuk Tanaman Pertanian dan Tanaman Kehutanan*. Bogor: Pusat Penelitian Tanah dan Agroklimat.
- Edrisi, S.A., & Abhilash, P.C. (2016). Exploring marginal land degraded lands for biomass and bioenergy production: an Indian scenario. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 54, 1537-1551.
- Hardjowigeno, S., & Widiatmaka. (2007). *Evaluasi Kesesuaian Lahan dan Perencanaan Tataguna Lahan*. Yogyakarta: UGM Pr.
- Hariyanto, M.H.S., Ramdani, F., & Saputra, M.C. (2018). Sistem informasi geografis kesesuaian lahan perumahan di Kota Malang menggunakan metode MCE. *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi dan Ilmu Komputer* 2(1), 263-272
- Höök, M., & Tang, X. (2013). Depletion of fossil fuels and anthropogenic climate change - a review. *Energy Policy*, 52, 797-809.
- Jaung, W., Wiraguna, E., Okarda, B., Artati, Y., Goh, C.S., Syahru, R., ... Baral H. (2018). Spatial assessment of degraded land for biofuel production in Indonesia. *Sustainability*, 10, 1-17.
- Lee, S.M., Kim, Y., Jaung, W., Latifah, S., Afifi, M., & Fisher, L.A. (2015). Forest, fuelwood and livelihoods-energy transition patterns in eastern Indonesia. *Energy Policy*, 85, 61-70. doi:10.3906/tar-1404-20.
- Mehmood, M.A., Ibrahim, M., Rashid, U., Nawaz, M., Ali, S., & Hussain, A. (2017). Biomass production for bioenergy using marginal lands. *Sustainable Production and Consumption*, 9, 3-21. doi:10.1016/j.spc.2016.08.003.
- Mokarram, M., & Hojati, M. (2017). Using ordered weight averaging (OWA) aggregation for multi-criteria soil fertility evaluation by GIS (case study: Southeast Iran). *Computer and Electronics in Agriculture*, 132, 1-13.
- Narendra, B.H., Widiatmaka, Kusmana, C., Karlinasari, L., & Machfud (2018). Critical land mapping for the development of biomass-based energy in East Lombok Regency, Indonesia. *Earth and Environmental Science* (proses terbit).
- Peraturan Daerah Kabupaten Lombok Timur No. 2. (2012). Rencana tata ruang wilayah Kabupaten Lombok Timur Tahun 2012 – 2032.
- Perpina, C., Martinez-Llario, J.C., Perez-Navarro, A. (2013). Multicriteria assessment in GIS environments for siting biomass plants. *Land Use Policy*, 31, 326-335. doi: 10.1016/j.landusepol.2012.07.014.
- Recanatesi, F., Tolli, M., Lord, R. (2014). Multi criteria analysis to evaluate the best location of plants for renewable energy by forest biomass: a case study in Central Italy. *Applied Mathematical Sciences*, 8(129), 6447–6458. doi:10.12988/ams. 2014. 46451.
- Rinner, C., & Voss, S. (2013). MCDA4ArcMap - An Open-Source Multi-Criteria Decision Analysis and Geovisualization Tool for ArcGIS 10. *Newsletter of the Canadian Cartographic Association*, 86, 12-13
- Romano, G., Sasso, P.D., Liuzzi, G.T., & Gentile, F. (2015). Multi-criteria decision analysis for land suitability mapping in a rural area of Southern Italy. *Land Use Policy*, 48, 131–143. doi:10.1016/j.landusepol.2015.05.013.

- Saaty, T.L. (2008). Decision making with the analytic hierarchy process. *International Journal of Service Science*, 1, 83-98.
- Saelee, S., Paweewan, B., Tongpool, R., Witoon, T., Takada, J., & Manusboonpurmpool, K. (2014). Biomass type selection for boilers using TOPSIS multi-criteria model. *International Journal of Environmental Science and Development*, 5(2), 181-186. doi:10.7763/IJESD.2014.V5.474.
- Smethurst, P.J., Almeida, A.C., & Loos, R.A. (2015). Stream flow unaffected by Eucalyptus plantation harvesting implicates water use by the native forest streamside reserve. *Journal of Hydrology: Regional Studies*, 3, 187-198. doi:10.1016/j.ejrh.2014. 11.002.
- Sprenger, M., Oelmann, Y., Weihermüller, L., Wolf, S., Wilcke, W., & Potvin, C. (2013). Tree species and diversity effects on soil water seepage in a tropical Plantation. *Forest Ecology and Management*, 309, 76-86. doi:10.1016/j.foreco.2013. 03.022.
- Stolarski, M.J., Krzyżaniak, M., Szczukowski, S., Tworkowski, J., & Bieniek, A. (2014). Short Rotation Woody Crops Grown on Marginal Soil for Biomass Energy. *Polish Journal of Environmental Studies*, 23(5), 1727-1739
- Susilo, B., Kusumastuti, T.A., Suranindyah, Y., & Suwignyo, B. (2012). Kesesuaian lahan hijauan pakan kambing di Yogyakarta menggunakan pendekatan sistem informasi geografis. *Jurnal Manuasia dan Lingkungan*, 19(3), 255-263.
- Verma, R. & Sharma, B.D. (2014). Trapezoid fuzzy linguistic prioritized weighted average operators and their application to multiple attribute group decision-making. *Journal of Uncertainty Analysis and Applications*, 2, 1-10. doi: 10.1186/2195-5468-2-10.
- Vettorazzi, C.A., & Valente, R.A. (2016). Priority areas for forest restoration aiming at the conservation of water resources. *Ecological Engineering*, 94, 255-267. doi: 10.1016/j.ecoleng.2016.05.069.
- Widiatmaka, Ambarwulan, W., Sutandi, A., Murtilaksono, K., Munibah, K., & Daras, U. (2015). Suitable and available land for cashew (*Anacardium occidentale* L.) in the island of Lombok, Indonesia. *Journal of Applied Horticulture*, 17(2), 129-139.
- Widiatmaka, Ambarwulan, W., & Sudarsono. (2016). Spatial multi-criteria decision making for deliniating agricultural land in Jakarta metropolitan area's hinterland: case study of Bogor Regency, West Java. *Agrivita*, 38(2), 105-115

HABITAT SIAMANG (*Symphalangus syndactylus*, Raffles 1821) DI KAWASAN TERDEGRADASI TAMAN NASIONAL KERINCI SEBLAT, KABUPATEN PESISIR SELATAN

(*Habitat of Siamang (*Symphalangus syndactylus*, Raffles 1821) in Degraded Area of Kerinci Seblat National Park, Pesisir Selatan Regency*)

M. Bismark, Sofian Iskandar, Reny Sawitri*, N. M. Heriyanto dan/and Yulaeka

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor, Jawa Barat, Indonesia Tlp. (0251) 8633234; Fax (0251) 8638111

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Siamang, mosaik, population, vegetation	<i>Siamang gibbon (<i>Symphalangus syndactylus</i>, Raffles 1821) is highly threatened primate species living in degraded habitat of Kerinci Seblat National Park. The research was carried out to determine mosaic areas in the forest and buffer zone, and also supporting vegetation for siamang population. The study was conducted in September and November 2015 by using ground control point (GCP) for mosaics coordinate and point centre count (PCP) for population and vegetation data surrounding mosaic areas. Degradation in national park shaped mosaics consisting of primary forest, secondary forest, agroforestry land and white catechu cultivation with an average area respectively as followed 29.30 ha, 7.90 ha, 11.70 ha and 7.80 ha; while, the average distance among the mosaics as followed 486.70 m, 458.75 m, 368.75 m and 202.50 m. As a consequence, the habitat of siamang was fragmented. Primary forest mosaic, nonetheless, provides sufficient habitat for siamang as shown by the normal population density of about 2.45 groups per km² or 8.40 individuals per km². The feeding behaviour of siamang funneling dispersed seed into degraded areas as indicated by seedling density reached up to 13,333 seedlings per ha. Furthermore, forest buffer zone management in the form of agroforestry land will function as an extended habitat for siamang as food resources and socialization.</i>
Kata kunci: Siamang, mosaik, populasi, vegetasi	ABSTRAK Siamang (<i>Symphalangus syndactylus</i> , Raffles 1821) adalah primata yang memiliki tingkat keterancaman yang tinggi, dan dijumpai di habitat terdegradasi Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui luasan mosaik di kawasan hutan, daerah penyangga, dan vegetasi pendukung untuk populasi siamang. Penelitian dilaksanakan pada bulan September dan November 2015 menggunakan metoda <i>ground control point</i> (GCP) untuk koordinat mosaik, <i>point centre count</i> (PCP) untuk populasi, dan data vegetasi di sekitar mosaik. Degradasi di kawasan hutan membentuk mosaik yang meliputi hutan primer dan sekunder, dan kebun agroforestri dan gambir dengan luas rata-rata 29,30 ha; 7,90 ha; 11,70 ha dan 7,80 ha, sedangkan jarak antar mosaik berturut-turut adalah 486,70 m; 458,75 m; 368,75 m dan 202,50 m. Kondisi ini yang membentuk fragmentasi habitat siamang. Namun, mosaik hutan primer masih memberikan kecukupan untuk habitat siamang, ditandai dengan populasi yang masih dalam selang kepadatan normal, yaitu 2,45 kelompok per km ² atau 8,40 individu per km ² . Perilaku siamang sebagai pemakan buah-buahan menyebabkan biji-bijian menyebar di kawasan terdegradasi, ditandai dengan kerapatan tingkat semai mencapai 13.333 semai per ha. Lebih lanjut, pengelolaan daerah penyangga di perbatasan kawasan hutan dalam bentuk kebun agroforestri memiliki fungsi sebagai areal perluasan habitat untuk sumber pakan dan tempat bersosialisasi.
Riwayat Artikel: Tanggal diterima: 29 Agustus 2018; Tanggal direvisi: 24 Mei 2019; Tanggal disetujui: 1 Juli 2019	

Editor: Dr. Asep Hidayat

Korespondensi penulis: Reny Sawitri* (E-mail: sawitri.reny@yahoo.co.id)

Kontribusi penulis: **RS**: sebagai kontributor utama, menulis dan memperbaiki draft publikasi **SI**: memperbaiki draft publikasi; **NMH**: sebagai anggota tim penelitian; **MB** dan **Y**: sebagai kontributor anggota

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.133-145>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license



I. PENDAHULUAN

Siamang (*Symphalangus syndictylus*, Raffles 1821) termasuk satwa primata yang dilindungi di Indonesia, terdaftar dalam IUCN Red List dengan kategori genting (*endangered*) (Nijman & Geissman, 2008; IUCN, 2014), namun belum termasuk dalam 25 daftar jenis primata yang tinggi tingkat keterancamannya (Mittermeier et al., 2006). Keterancaman habitat siamang terus berlangsung seiring laju degradasi dan deforestasi hutan yang diperburuk oleh perburuan dan perdagangan ilegal (Yanuar, 2009), sehingga jenis ini termasuk dalam Appendix I CITES (*Convention on International Trade in Endangered Species of Wild fauna and Flora*). Menurut IUCN (2014), habitat siamang sudah berkurang 70-80% dan populasi siamang menurun 50% (Hance, 2015).

Habitat siamang di Sumatera Barat terletak di kawasan hutan seluas 348.124,1 ha yang berada dibagian Taman Nasional Kerinci Seblat (TNKS) dan secara administratif berada di Kabupaten Pesisir Selatan. Penyusutan luas hutan primer di Sumatera Barat dari tahun 2002-2009 adalah 728.904,96 ha (2,99%), dimana seluas 23.438 ha sudah berubah menjadi lahan budidaya pertanian (BPKs, 2011). Perubahan hutan primer menjadi areal budidaya menyebabkan terjadinya mosaik atau fragmentasi habitat siamang di TNKS terutama di wilayah Pesisir Selatan. Hal ini mempengaruhi sebaran siamang yang secara alamiah dijumpai pada ketinggian 300 m dpl sampai mencapai 1.500 m dpl (Gron, 2008).

Penggunaan lahan di desa-desa sekitar TNKS sebagai daerah penyangga terdiri dari areal berhutan 13.441 ha (30,16%), hutan rakyat 16.111 ha (36,15%) kebun agroforestri 1.114 ha (2,5%) dengan sedikit lahan terlantar 1,29% (Bismark, Sawitri & Heriyanto, 2014). Pola pemanfaatan lahan daerah penyangga dan pengaturan zonasi TNKS memberikan ruang untuk perlindungan

populasi siamang di kawasan TNKS yang berbatasan dengan daerah penyangga.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui habitat siamang di kawasan terdegradasi TNKS, dan kepadatan populasinya dengan melihat kenyataan bahwa di kawasan TNKS masih ada pemanfaatan lahan oleh masyarakat untuk areal pertanian seperti kebun agroforestri dan kebun tanaman gambir (Bismark et al., 2014) yang akan berpengaruh pada aktivitas pergerakan populasi siamang. Pola pengelolaan lahan di daerah penyangga diharapkan mampu mendukung habitat dan kelestarian populasi siamang.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di dalam zona rimba, zona pemanfaatan dan zona rehabilitasi kawasan TNKS. Disamping itu, lokasi penelitian juga dilakukan di daerah penyangga yang termasuk Nagari Tanjung Gadang, Kecamatan Sutera; Nagari Air Haji, Kecamatan Linggo Sari Baganti, dan Nagari Lumpo, Kecamatan IV Jurai Wilayah Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. Penelitian dilakukan pada bulan September dan November 2015.

B. Bahan dan Alat Penelitian

1. Pengumpulan Data

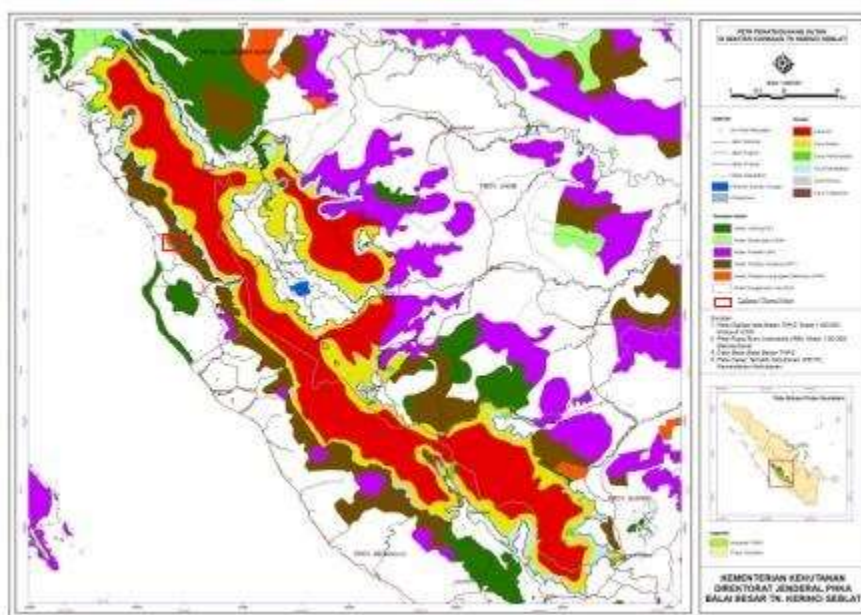
Habitat yang terdegradasi di kawasan hutan TNKS diketahui melalui pengecekan pengolahan data citra digital dengan tahapan sebagai berikut: 1) data citra digital dari *Google Maps* di-copy dengan menggunakan cara *printscreens*, dan 2) dilakukan penentuan ketepatan letak koordinat dengan menggunakan titik di lapangan sebagai *Ground Control Point* (GCP) di peta vegetasi tutupan lahan (Jinarto & Boer, 2009). Selanjutnya, dilakukan pengecekan kondisi lapangan di lokasi sekitar kelompok siamang berada dalam areal lingkaran contoh dengan jari-jari lingkaran antara 500–1.000 m

(Bismark, 2011). Jarak mosaik di kawasan hutan dilakukan dengan pengukuran mosaik satu dengan lainnya. Di mosaik hutan primer dilakukan pencatatan jenis tumbuhan, tinggi dan diameter batang yang merupakan komunitas vegetasi penyusun habitat dalam plot pengamatan 20x20 m sebanyak 14 sampel plot. Pencatatan vegetasi hanya dilakukan di mosaik hutan primer, hal ini didasarkan pemanfaatan kawasan ini sebagai tempat tidur, bersosialisasi dan mencari pakan; sedangkan tipe ekosistem lainnya hanya digunakan sebagai tempat bersosialisasi dan mencari pakan. Di daerah penyangga, pada kebun agroforestri dilakukan pengamatan dalam plot 50x50 m sebanyak empat sampel plot.

Penelitian populasi siamang dilakukan dengan metode *Point Centre Count* (PCC) dalam areal contoh (Hutto, Pletschet & Hendricks, 1986). Kelompok siamang yang bersuara dalam cakupan lingkaran contoh dengan radius 750 meter, dicatat dan ditentukan sebaran dan jaraknya. Pengukuran jarak dilakukan dengan titik-titik koordinat GPS pada tujuh titik pengambilan contoh yang berbeda di lima lokasi dengan koordinat S

1°32'28,96" E 100°41'48,52", S 1°30'35,40" E 100°43'17" dan S 1°29'37,40" E 100°44'10,70" masing-masing pada ketinggian 245 m dpl, 297 m dpl dan 450 m dpl, serta 2 lokasi pada ketinggian 900 m dpl yaitu S 1°31'22,10" E 100°43'40,6" dan S 1°31'22,6" E 100°43'48,0". Tutupan lahan di lokasi penelitian sebagaimana Gambar 1.

Pencatatan suara siamang dan jumlah kelompok di tiap titik pengamatan dilakukan dari jam 05.30-09.15 WIB. Metode pencatatan suara adalah *focal instantaneous sampling* (Martin & Bateson, 2007), dimana puncak siamang bersuara (*great call*) dapat terjadi pukul 09.00-10.00 WIB dan kemungkinan siamang bersuara lebih satu kali dalam tiga hari adalah 0,535 (O' Brien et al., 2004). Populasi siamang dihitung berdasarkan jumlah kelompok dalam areal contoh dengan radius efektif yang didapat dari angka rata-rata jarak kelompok bersuara ke titik pusat lingkaran. Dalam penelitian ini, angin, temperatur dan hujan dianggap tidak mempengaruhi angka hasil penelitian populasi (O' Brien et al., 2004).



Gambar (Figure) 1. Tutupan lahan dan lokasi penelitian (*Land cover and research areas*)

2. Analisis Data

Pengumpulan data vegetasi dilakukan dengan metode analisis vegetasi di kawasan hutan primer dan daerah penyangga TNKS, secara diskripsi berdasarkan komposisi floristik vegetasi yaitu dengan membuat daftar jenisnya (Martono, 2002). Data vegetasi yang diperoleh dari kawasan hutan primer dianalisis untuk mendapatkan nilai kerapatan relatif, frekuensi relatif dan dominansi relatif. Jenis pohon yang dominan diketahui melalui Index Nilai Penting (INP), sedangkan keanekaragaman jenis diketahui dengan Indeks Keanekaragaman Shannon - Wiener (Soerianegara & Indrawan, 2005).

Luasan mosaik dan jarak antar mosaik di hutan primer didapatkan melalui perhitungan matematik, kemudian dianalisis secara deskriptif kuantitatif. Hasil pengamatan di lapangan disajikan dalam tabulasi data menurut waktu pengamatan, jumlah individu yang teramati dan ketinggian lokasi. Ukuran kelompok dihitung menurut persamaan (Sultan, Mansjoer & Bismark, 2009).

Data vegetasi dan pemanfaatan lahan masyarakat yang termasuk daerah penyangga TNKS dianalisis secara deskriptif kuantitatif sehingga diketahui jenis tanaman di kebun agroforestri dan kerapatannya, serta jarak dari batas kawasan. selanjutnya dikelompokkan menurut zonasi atau jalur berdasarkan daerah jelajah siamang di luar kawasan hutan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Habitat Siamang di kawasan hutan TNKS

Fragmentasi merupakan peristiwa terfragmentnya habitat alami dan

ekosistem menjadi fragmen-fragmen (Gunawan & Prasetyo, 2013; Mullu, 2016). Kawasan hutan TNKS di Pesisir Selatan-Sumatera Barat yang merupakan habitat alami siamang telah terfragmentasi karena aktifitas pertanian dan perkebunan masyarakat secara ilegal di dalam kawasan (Abood, Lee, Burivalova, Garcia-Ulloa & Koh, 2015). Kegiatan perambahan hutan tersebut akan berdampak pada terbentuknya fragmen atau mosaik (Newman, Laren & Wilson, 2014). Degradasi dan fragmentasi hutan akan menyebabkan terjadinya isolasi habitat, penurunan daya dukung alam serta meningkatkan efek tepi sebagai akibat dari semakin luasnya pinggiran hutan yang terbuka (Sulistiyadi, Kartono & Maryanto, 2013). Isolasi habitat disebabkan oleh populasi satwa liar termasuk siamang yang menghuni area yang sempit dengan kondisi daya dukung yang sangat terbatas sehingga pertumbuhan populasinya kurang optimum karena harus mampu beradaptasi dengan perubahan ekosistemnya.

Mosaik di habitat siamang teridentifikasi berupa empat tutupan lahan, terdiri atas hutan primer, hutan sekunder, kebun agroforestri dan kebun gambir (Gambar 2).

Mosaik tipe ekosistem hutan dan jarak antar mosaik, tercantum pada Tabel 1. Mosaik hutan primer yang terbentuk di kawasan hutan memiliki luas bervariasi antara 6,6 ha sampai 78,1 ha, dan jarak antar mosaik sekitar 200 m sampai 880 m. Mosaik hutan yang terdegradasi menjadi hutan sekunder, kebun agroforestri dan kebun gambir memiliki luasan yang lebih sempit dan jarak antar mosaik yang lebih dekat. Jarak ini terkait dengan daya dukung habitat satwa yang berdampak terhadap keanekaragaman jenis mamalia (Ariyanti, 2016).



Gambar (Figure) 2. Tutupan lahan kebun gambir dan kebun agroforestri di Taman Nasional Kerinci Seblat (*Land cover of white catechu cultivation and agroforestry farming in Kerinci Seblat National Park*)

Tabel (Table) 1. Mosaik hutan di habitat siamang, Taman Nasional Kerinci Seblat (*Mosaic forest in the gibbon habitat, Kerinci Seblat National Park*)

No.	Tipe ekosistem (<i>Ecosystem types</i>)	Luas (<i>Areas</i>) (ha)	Jarak (<i>Distance</i>) (m)
1.	Hutan primer (<i>Primary forest</i>)	29,30	486,70
2.	Hutan sekunder (<i>Secondary forest</i>)	7,90	458,75
3.	Kebun agroforestri (<i>Agroforestry land</i>)	11,70	368,75
4.	Kebun gambir (<i>White catechu cultivation</i>)	7,80	202,50

Rata-rata mosaik hutan primer di habitat siamang adalah 29,3 ha dengan jarak antara satu mosaik dengan yang lain hampir 486,7 m. Rata-rata luas mosaik hutan sekunder rata-rata adalah 7,9 ha, kebun agroforestri 11,7 ha dan kebun gambir 7,8 ha. Mosaik hutan primer seluas 30 ha masih menyediakan daerah jelajah bagi satwa *arboreal folivorous* dengan daerah jelajah 30-50 ha (Fuentes, 2002). Daerah jelajah tergantung pada kepadatan populasi dan pohon pakan, dalam hal ini daerah jelajah siamang lebih besar dari *Symphalangus* lainnya (McConkey & Chivers, 2007).

Mosaik habitat siamang dengan beberapa tipe vegetasi hutan sekunder, kebun agroforestri dan kebun gambir tidak menjadi faktor penting bagi kelompok siamang karena siamang lebih toleran terhadap kerusakan habitat dan kehadiran manusia (Yanuar, 2009) seperti berladang atau berdekatan dengan rumah ladang. Mosaik hutan primer dengan luas lebih kecil dari 12 ha tidak mencukupi untuk

teritorial, namun keberadaan hutan sekunder, kebun agroforestri dan kebun gambir akan dimanfaatkan oleh siamang untuk mencari pakan pucuk daun dari pohon di kawasan tersebut (Yanuar & Chivers, 2010). Adaptasi dan toleransi terhadap fragmentasi kawasan hutan, siamang dapat menggunakan hutan sekunder sekitar teritorinya atau vegetasi koridor antar mosaik vegetasi habitat.

Di habitat terfragmentasi seperti di hutan terganggu akibat kegiatan manusia ataupun di hutan bekas kebakaran (Sibarani & Andayani, 2013), siamang dapat beradaptasi dalam suatu populasi dengan kondisi yang relatif normal, baik rasio jenis kelamin, kelas umur maupun ukuran kelompok. Hal ini dimungkinkan karena perilaku makan siamang adalah daun, buah dan bunga (Permatasari, Setiawan & Darmawan, 2017), walaupun pada waktu beradaptasi dapat memakan buah lebih banyak (72,5%) daripada daun (23,5%) (Christyani, 2014), namun siamang akan memakan lebih banyak

daun apabila ketersediaan buah sedikit (Elder, 2013).

B. Vegetasi

Di kawasan hutan terdegradasi, mosaik hutan primer memiliki indeks keragaman jenis (H') pohon yang masih tinggi yaitu 3,06 dengan kepadatan pohon 600 pohon per ha (Tabel 2).

Keragaman jenis pohon yang tinggi sangat dibutuhkan siamang untuk melakukan aktivitas harian seperti tempat mencari pakan, tidur, beristirahat, bermain, berpindah dan bersuara serta tempat berlindung dan tempat berkembang biak (Master, Kanedi, Harianto, Prasetyaningrum & Nurcahyo, 2013; Sari & Harianto, 2015; Permatasari et al., 2017). Lokasi mencari pakan primata terletak dibagian tengah dan bagian atas tajuk sekaligus sebagai tempat tidur (Suyanto, Sinaga & Sain, 2009). Jumlah pohon pakan yang dikunjungi berkisar 7-23 pohon per hari dengan jauh perjalanan (*day range*) 620-1.900 m per hari (McConkey & Chivers, 2007). Pohon sebagai tempat tidur dipilih dengan ketinggian yang cukup tinggi dan tajuk yang lebar agar memberikan rasa aman bagi siamang dalam mengamati teritorinya (Yuliana, 2011). Disamping itu, hutan primer yang memiliki tajuk kontinyu berperan penting bagi siamang dalam melakukan pergerakan dengan cepat untuk berayun dari pohon ke pohon lain karena satwa ini jarang turun ke lantai hutan (Sultan et al., 2009; Mubarok, 2012).

Tingkat pancang didominasi sembilan jenis tumbuhan dengan indeks keragaman jenis (H') 2,1 dan kepadatan 3.067 individu per ha. Tingkat semai didominasi 11 jenis dengan indeks keragaman (H') 2,35 dan kepadatan 13.333 semai per ha, terdiri dari famili *Dipterocarpaceae*, *Sapotaceae*, *Rosaceae*, *Lauraceae*, *Fagaceae* dan *Anacardiaceae*. Jumlah terbanyak adalah semai *Camnosperma auriculate* (Blume) Hook.f. (2.675 per ha),

famili *Anacardiaceae* (2.500 per ha), *Quercus sp* (833 per ha), *Mangifera sp* (833 per ha) dan *Shorea roxburghii* G. Don (1.667 per ha).

Jumlah semai dari 11 jenis yang dijumpai di habitat siamang mengindikasikan adanya peran siamang dalam penyebaran biji tumbuhan sumber pakan yang dimakan melalui *feces* (McConkey, 2005), dan proses pertumbuhan tanaman melalui regenerasi dan suksesi hutan (Santosa, Nopiansyah, Mustari & Rahman, 2010). Atmanto, Dewi & Nurcahyani (2014) menyatakan bahwa biji tumbuhan yang ditemukan dalam *feces* siamang adalah 30 dari 37 sampel, dan sisanya hanya terdiri dari dedaunan. Dari 30 sampel yang berisi biji-bijian, 23 sampel mengandung berbagai macam jenis tumbuhan dan tujuh sampel hanya biji *Ficus spp*. Hal ini sejalan dengan penelitian Kuswanda dan Garsetiasih (2016), jenis-jenis pakan buah-buahan siamang di Cagar Alam Sipirok diantaranya adalah andarasi (*Ficus congesta* Roxb), asam hing (*Dracontomelon dao* Merr. & Rolfe), cempedak (*A. integer* Merr), teurep (*A. elasticus* Reinw.), pege-pege (*Ficus tenuicuspis* Corner.), dan handis (*Garcinia celebica* L.). *Ficus* termasuk marga Moraceae yang merupakan jenis kunci dan memiliki fungsi yang sangat penting di ekosistem hutan tropis sebagai sumber pakan satwa (Sathish, Viswanath, Kustalappa, Jagadish & Ganeshaiah, 2013).

Siamang menyebarkan biji sedikit di sekitar pohon induk (0,7%), dan 90% menyebarkannya melalui *feces* dengan jarak lebih 100 m dari pohon induk (McConkey & Chivers, 2007). Di Resort Way Kanan, Taman Nasional Way Kambas, penyebaran biji oleh siamang berkisar antara 0-385 meter (Atmanto et al., 2014). Siklus floristik tidak berpengaruh nyata terhadap perilaku makan siamang karena siamang menyeleksi jenis pakan secara seimbang sepanjang tahun, seperti akhir musim kering pohon berdaun muda dan berbunga.

Tabel (Table) 2. Jenis tumbuhan tingkat pohon dengan kerapatan jenis di atas 10 pohon per ha (*Tree species with density more than 10 trees per hectare*)

No	Nama Jenis (<i>Species</i>)	Kerapatan jenis pohon, (<i>Tree species density</i> , per ha)	INP*) (<i>IVI</i>)
1	<i>Maasia hypoleuca</i> (Hook.f. & Thomson) Mols	42	14,42
2	<i>Camnosperma auriculatum</i> (Blume) Hook.f.	67	17,71
3	<i>Quercus</i> sp	17	9,09
4	<i>Palaquium hexandrum</i> (Griff) Baill	17	9,32
5	<i>Artocarpus</i> sp.	42	16,94
6	<i>Garcinia</i> sp.	33	19,62
7	<i>Palaquium gutta</i> (Hook) Baill.	33	22,19
8	<i>Litsea roxburghii</i> Hassk	33	22,19
9	<i>Shorea leprosula</i> Miq.	17	6,52
10	<i>Shorea bracteolata</i> Dyer	67	23,59
11	<i>Vatica rassak</i> (Korth.) Blume	17	7,74

Keterangan (remarks): *)Indeks nilai penting, *important value index*

Di kawasan hutan sekunder TNKS, beberapa jenis pohon yang dimakan siamang adalah bagian daun, buah dan bunga dari jenis-jenis *Polyalthia hypoleuca* Hook.f.& Thomson, *Artocarpus* sp., *Garcinia* sp., dan *Nephelium mutabile* L. (Master et al., 2013). Kebun agroforestri di dalam kawasan dimanfaatkan siamang untuk mencari pakan dan beristirahat di waktu siang untuk menghindari terik matahari dengan turun ke bagian tajuk paling rendah dan terbuka, namun siamang juga memanfaatkan kebun gambir untuk turun melewati tanaman gambir dan berpindah tempat, sehingga kebun gambir ini juga berfungsi sebagai koridor hutan primer (Ariyanti, 2016).

C. Populasi

Jumlah kelompok yang bersuara (*great call*) dalam waktu pengamatan di sembilan lokasi lingkaran contoh berdiameter 1.000 m teridentifikasi 36 kelompok siamang (Tabel 3).

Jarak kelompok ke pusat lingkaran contoh bervariasi antara 200–1.000 m dengan rata-rata 705 m ($n=9$). Berdasarkan jarak kelompok ke pusat lingkaran maka luas areal contoh adalah 156,15 ha atau setiap kelompok mempunyai areal sekitar 22,23–78,08 ha, rata-rata $40,9 \pm 17,7$ ($n=9$) ha per kelompok. Berdasarkan angka ini maka rata-rata kepadatan populasi siamang adalah 2,45 kelompok per km² atau 8,4 individu per ha.

Tabel (Table) 3. Jumlah kelompok menurut waktu bersuara dan ketinggian tempat (*Number of groups based on time of great call and site altitude*).

Jam pengamatan (<i>Observation time, WIB</i>)	05.00-5.30	05.30-06.00	07.35-08.00	08.45-9.00	09.00-9.15
Jumlah kelompok (<i>Number of groups</i>)	3	4	2	7	3
individu (<i>Individual</i>)	-	5	-	6	-
	-	6	-	-	-
Jumlah (<i>Total</i>)	3	15	2	13	3
Ketinggian lokasi (<i>Altitude</i>) m dpl (<i>m asl</i>)	297	450	900	900	245

Populasi siamang dijumpai pada ketinggian >300 m dpl, namun jarang ditemukan pada ketinggian >1.500 m dpl (Gron, 2008). Sebaran dan populasi siamang juga dipengaruhi ketersediaan pakan (Sari & Herianto, 2015). Di lokasi penelitian, jumlah kelompok lebih banyak dijumpai pada lokasi dengan ketinggian >450 m dpl (Tabel 3). Pada ketinggian 900 m dpl, kelompok siamang tertinggi tercatat pada waktu pengamatan 08.45–09.00 WIB. Di areal dengan ketinggian 900 m dpl ini terdapat mosaik hutan primer yang luas (30–78,1 ha) dengan potensi tegakan 600 pohon per ha yang menyediakan pohon sebagai tempat tidur dan sumber pakan bagi siamang. Pohon yang digunakan siamang untuk bersuara adalah pohon yang memiliki tinggi total 39,18 m dan tinggi bebas cabang 21,67 m dengan lebar tajuk 19,33 m. Sebesar 90% pohon tempat bersuara berada di tepi wilayah teritori, dan 66,1% pohon berdekatan dengan pohon buah sumber pakan sekaligus menunjukkan pertahanannya terhadap teritori (Master et al., 2013).

Penelitian populasi siamang dengan menghitung kelompok yang bersuara dalam areal contoh dengan radius yang optimal sangat dipengaruhi oleh waktu pengamatan yang sesuai dengan *calling behaviour*, ketinggian tempat, kerapatan pohon pakan dan luas hutan primer yang tersedia sebagai teritorinya. Ketinggian lokasi berpengaruh positif terhadap populasi siamang ($r=435$), di Hala-Bala *Wildlife Sanctuary* pada ketinggian 500–700 m dpl (Nongkaew, Bumrungsari, Brockelmam, Savini, Pattanavibool & Thong-Ari, 2018). Di Cagar Alam Sipirok dijumpai kepadatan populasi siamang 3,71 kelompok per km² pada ketinggian 1.200 m dpl (Kwatrina, Kuswanda & Setyawati, 2013), dan kepadatan populasi siamang di Stasiun Riset Way Canguk, Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) berkisar 11 kelompok per km² dengan jumlah individu 2,7 individu per kelompok (O'Brien & Kinnard, 2010). Hasil penelitian Sibarani & Andayani

(2013) menyatakan bahwa populasi pada lokasi bekas kebakaran maupun di tempat yang tidak terganggu memiliki kepadatan populasi yang tidak berbeda secara signifikan yakni 3,85 kelompok per km² dan 3,86 kelompok per km². Populasi siamang sejumlah 8,4 individu per km² dengan selang kepadatan normal di kawasan hutan yang telah terfragmentasi dari sebagian besar hutan primer menjadi hutan sekunder atau kebun agroforestri menunjukkan bahwa siamang sangat toleran terhadap perubahan vegetasi habitat.

IV. ASPEK KONSERVASI

Lokasi penelitian dengan tujuh areal contoh berada di Zona Rimba, Zona Pemanfaatan Terbatas dan Zona Rehabilitasi TNKS Wilayah Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat. Pada tahun 2013 terjadi revisi zonasi TNKS, zona pemanfaatan dikurangi dan ditingkatkan menjadi zona rimba, sedangkan zona rimba yang terfragmentasi diubah menjadi zona rehabilitasi, serta terjadi penambahan luas zona khusus, terutama areal pemukiman suku asli melayu. Masyarakat di zona khusus umumnya berkebun melalui sistem agroforestri dengan jenis tanaman buah-buahan (durian, manggis, duku, dan nangka), tumbuhan kayu dan gambir. Pada zona rehabilitasi telah dilakukan penanaman dengan jenis lokal sehingga akan memperbaiki habitat siamang dan satwa lainnya (Bismark et al., 2014).

Predator merupakan ancaman bagi primata, sehingga sistem pertahanan oleh siamang jantan menjadi penting, termasuk pertahanan sumber pakan dari kompetitor (Bahri, 2012). Perilaku bersuara adalah salah satu bentuk dan upaya mempertahankan sumber pakan dalam teritori. Di lokasi penelitian tidak ada informasi perburuan, walaupun masih ditemukan di beberapa pasar satwa penjualan anak siamang dengan harga Rp1.500.000–Rp3.500.000.

Siamang di TNKS dapat beradaptasi dengan habitat terdegradasi, ladang dan

kebun agroforestri yang ditunjukan dengan kondisi populasi dalam selang kepadatan normal. Selain itu, penatagunaan lahan di daerah penyangga untuk mendukung perluasan habitat siamang dengan areal berhutan dan kebun agroforestri yang diambil hasilnya berupa kayu, buah-buahan dan hasil hutan bukan kayu (HHBK) (Kolbinar & Hutagalung, 2016). Tanaman tersebut antara lain jati (*Tecton agrandis* L.f), jabon (*Anthocephalus cadamba* (Roxb) Miq), dan pulai (*Alstonia scholaris* L.R. Br) dengan kerapatan rata-rata 80 pohon per ha (Tabel 4). Selain itu di tanam juga tanaman sela berupa coklat (*Theobroma cacao* L.) dan kopi (*Coffea* sp.).

Tegakan pohon pada kebun agroforestri berdiameter 10–60 cm dengan tinggi 8–24 m dimanfaatkan siamang untuk mencari pakan dan beristirahat (Kartasmita, 1976). Perilaku makan siamang sebagai penyebar biji buah-buahan pohon pakan yang memungkinkan memberikan dampak positif bagi pengkayaan jenis di kebun agroforestri masyarakat karena menjadi bagian perluasan daerah jelajah bagi siamang. Perilaku ini dapat meningkatkan keragaman biodiversitas di hutan sekunder dengan jenis pakan siamang. Aspek perlindungan habitat sangat penting dilakukan terutama pengaturan bentuk pemanfaatan lahan di zona pemanfaatan atau zona khusus untuk mempertahankan populasi satwa arboreal di kawasan TNKS. Lokasi kebun agroforestri dalam suatu pola pemanfaatan lahan di beberapa desa yang termasuk kawasan penyangga TNKS dapat dilihat pada Tabel 5.

Berdasarkan pola di atas terdapat beberapa satwa selain siamang yang menjadikan hutan sekunder dan kebun agroforestri sebagai habitat, seperti tapir (*Tapirus indicus* Desmarest, 1819), babi hutan (*Sus scrofa* Linnaeus, 1758), rusa (*Cervus unicolor* Kerr, 1792), trenggiling (*Manis javanica* Desmarest, 1822), simpai (*Presbytis melalophos* Raffles, 1821),

lutung (*P. cristata*, Gray 1843), landak (*Hystrix brachyura* Linnaeus, 1758), baging kelapa (*Callosciurus notatus* Boddaert, 1785) dan monyet ekor panjang (*Macaca fascicularis* Raffles, 1821). Beberapa diantara satwaliar ini dianggap hama oleh petani karena merusak atau mengganggu tanaman (Sawitri, Bismark, Heriyanto & Kwatrina, 2016), sehingga diperlukan sosialisasi kepada masyarakat akan pentingnya suatu lingkungan yang sehat dalam suatu kesatuan ekosistem (Asmi, Darusman, Ichwandi & Suharjito, 2019).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Habitat siamang di Taman Nasional Kerinci Seblat Wilayah Kabupaten Pesisir Selatan Sumatera Barat relatif terfragmentasi dan terdegradasi akibat perladangan ilegal yang mencapai pada ketinggian 900 m dpl. Akibat pembukaan lahan, mosaik hutan primer sebagai habitat siamang tersebar dan dikelilingi oleh hutan sekunder, kebun agroforestri dan kebun gambir.

Mosaik hutan primer sebagai habitat siamang mempunyai luas rata-rata 29,3 ha; hutan sekunder seluas 7,9 ha; kebun agroforestri seluas 11,7 ha dan kebun gambir seluas 7,8 ha. Populasi siamang pada habitat hutan primer yang terfragmentasi dengan jarak 486,7 m masih dalam kondisi normal, dengan kepadatan 2,45 kelompok per km² atau sekitar 8,4 individu per km². Hal ini didukung oleh kerapatan pohon yang cukup, sekitar 600 pohon per ha yang berfungsi sebagai tempat mencari pakan, tidur, beristirahat dan bersosialisasi. Tingginya kerapatan semai (13.333 semai per ha) untuk 11 jenis pohon mengindikasikan bahwa semai tersebut berasal dari biji buah yang dimakan siamang dan disebarkan melalui *feces*. Perilaku siamang sebagai penyebar biji akan meningkatkan biodiversitas melalui proses regenerasi dan suksesi hutan secara alami.

Tabel (Table) 4. Jenis-jenis tanaman yang dibudidayakan dengan pola agroforestri di daerah penyangga (*Crop species cultivated by agroforestry system in the buffer zone.*)

No	Nama lokal (Local name)	Nama ilmiah (Scientific name)
1	Jati	<i>Tectona grandis</i> L.f.
2	Jabon	<i>Neolamarckia cadamba</i> (Roxb.) Bosser.
3	Pulai	<i>Alstonia scholaris</i> L.R. Br.
4	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i> L.
5	Walik angin	<i>Mallotus paniculatus</i> (Lam) Mull. Arg.
6	Terap	<i>Artocarpus odoratissimus</i> Blanco
7	Bayur	<i>Pterospermum javanicum</i> Jungh.
8	Kayumanis	<i>Cinnamomum verum</i> J. Presl.
9	Jengkol	<i>Archidendron pauciflorum</i> (Benth.) I.C.Niesen
10	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i> L.
11	Karet	<i>Hevea brasiliensis</i> Mull. Arg.
12	Kemiri	<i>Aleurites moluccana</i> (L.) Willd.
13	Durian	<i>Durio zibethinus</i> L.
14	Manggis	<i>Garcinia mangostana</i> L.
15	Nangka	<i>Artocarpus heterophyllus</i> Lam.
16	Duku	<i>Lansium parasiticum</i> (Osbeck) K.C.Sahni & Bennet.
17	Jambu bol	<i>Syzygium malaccense</i> (L.) Merr. & L.M.Perry

B. Saran

Untuk meminimalisir laju fragmentasi habitat siamang oleh masyarakat, maka Balai konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Sumatera Barat dan Balai Besar TNKS bersama Satuan Kerja Pemerintah Daerah (SKPD) terkait harus melakukan perencanaan pengelolaan daerah penyangga sebagai perluasan habitat siamang. Salah satu rencana pengelolaan yang penting dilakukan adalah mengkaji penerapan pola-pola perhutanan sosial yang dapat dibangun di kawasan tersebut. Dengan penerapan pola perhutanan sosial, diharapkan habitat siamang di daerah penyangga dapat terselamatkan, dan bagi masyarakat mendapatkan manfaat secara ekonomi.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Kepala Balai Besar Taman Nasional Kerinci Seblat bersama jajaran petugas di lapangan dan masyarakat lokal yang telah memberikan informasi keberadaan satwa siamang di daerah penyangga, sehingga penelitian ini dapat dilaksanakan

sebagaimana yang diharapkan. Penelitian ini dibiayai oleh dana DIPA tahun 2015 Pusat Penelitian dan pengembangan Hutan, Bogor.

DAFTAR PUSTAKA

- Abood, S.A., Lee, J.S.H, Burivalova Z., Garcia-Ulloa, J., & Koh, L.P. (2015). Relative contributions of logging, fiber, oilpalm, and mining industries to forestloss in Indonesia. *Conservation Letters*, 8, 58-67. Diakses dari <http://doi.org/10.1111/conl.12013>.
- Ariyanti, E.S. (2016). Dampak perubahan ekosistem hutan menjadi agroforestri karet, kebun karet dan kebun kelapa sawit terhadap keanekaragaman jenis dan kelimpahan relatif kelelawar, studi di hutan harapat PT Restorasi EkoisiteIndonesia (REKI) dan Taman Nasional Bukit Duabelas, Jambi. (Thesis Master). Universitas Lampung, Bandar lampung.
- Asmi, F., Darusman, D., Ichwandi, I., & Suharjito. (2019). Mainstreaming community-based forest management

- in West Sumatra.: Social forestry argument, support and implementation. *Forest and Society*, 3(1), 77-96.
- Atmanto, A.D., Dewi B.S., & Nurcahyani, N. (2014). Peran siamang (*Hylobates syndactylus*) sebagai pemencar biji di Resort Way Kanan Taman Nasional Way Kambas Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 2(1), 49-58.
- Bahri, S. (2012). Kajian Jarak Gua Terhadap Keanekaragaman Kelelawar Pemakan Serangga Di Stasiun Penelitian dan Pelatihan Konservasi Way Cangkung Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. (Skripsi Sarjana). Universitas Lampung, Bandar Lampung.
- Bismark, M. (2011). Prosedur operasi standar (SOP) untuk survey keragaman jenis pada kawasan konservasi. ITTO, 40 pp
- Bismark, M., Sawitri R., & Heriyanto N.M., (2014). Implementasi dan evaluasi kriteria dan indikator efektivitas pengelolaan kawasan konservasi. (Laporan Penelitian). Pusat Penelitian Hutan. Bogor.
- Biro Penelitian, dan Kerjasama (BPKs). (2011). Kajian Perubahan Hutan Primer Pulau Sumatera. Universitas Gajah Mada. Yogyakarta.
- Christyani, M. (2014). Kompetisi dan tumpang tindih relung antara siamang (*Symphalangus syndactylus*) dan mamalia arboreal lain di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. (Skripsi Sarjana). Universitas Indonesia. Depok.
- Doswald, N., Munroe R., Roe D., Giuliani A., Castelli, I., Stephens J., Reid H. (2014). Effectiveness of ecosystem-based approaches for adaptation: review of the evidence-base. *Climate and Development*, 6, 1–17.
- Elder, A.A. (2013). Competition among three primates species at Way Cangkung, Sumatra, Indonesia. (Desertasi Doktor). Stony Brook University, New York.
- Fuentes, A. (2002). Patterns and trends in primate pair bonds. *Journal Primatology*, 23(5), 953-978.
- Gron, K.J. (2008, Mei 20). Primate fact sheets: Siamang (*Symphalangus syndactylus*) taxonomy, morphology and ecology. Diakses dari <http://pin.primate.wisc.edu/factsheets/entry/siamang>.
- Gunawan, H. & Prasetyo, L.B. (2013). Fragmentasi hutan: Teori yang mendasari penataan ruang hutan menuju pembangunan berkelanjutan. Pusat Penelitian dan Pengembangan Konservasi dan Rehabilitasi. Bogor.
- Hance, J. (2015, Agustus 9). Siamang owa besar sumatera yang terlupakan di dunia. Diakses dari <http://www.Mongabay.co.id>.
- Hutto, L.R, Pletschet, S.M. & Hendricks, P. (1986). A field radius point count method for non breeding and breeding season use. *The Auk*, 103, 593-60.
- IUCN. 2014. IUCN Red List of Threatened Species. Diakses dari <https://www.iucnredlist.org/>
- Jinarto, S., & Boer, C. (2009). Studi fragmentasi habitat dan analisis sebaran sarang orangutan (*Pongo pygmaeus morio* Wen) di Taman Nasional Kutai, Kalimantan Timur. *Jurnal Kehutanan Tropika Humida*, 2(2), 204-209.
- Kartasasmita, K. (1976). Pedoman inventarisasi flora dan ekosistem. Direktorat Jenderal Perlindungan Hutan dan Pelestarian Alam. Bogor.
- Kolbinar, I., & Hutagalung, S.S. (2016). Analisis kebijakan pelestarian damar di kabupaten Pesisir Barat (Studi terhadap agenda setting damar sebagai usaha perlindungan dan peningkatan kesejahteraan petani damar). *Jurnal Ilmiah Administrasi Publik Pembangunan*, 7(1), 27-34.

- Kuswanda, W., & Garsetiasih. (2016). Daya dukung dan pertumbuhan populasi siamang (*Hylobates syndactylus* Raffles 1821) di Cagar Alam Dolok, Sipirok, Sumatera Utara. *Buletin Plasma Nutfah*, 22(1), 67-80.
- Kwatrina R. T., Kuswanda, W. & Setyawati, T. (2013). Sebaran dan kepadatan populasi siamang (*Symphalangus syndactylus*) di Cagar Alam Dolok Sipirok dan sekitarnya, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 10(1), 81-91.
- Martin, P., & Bateson, P. (2007). *Measuring behaviour an introductory guide*. Cambridge University Press. Cambridge.
- Martono, D.S. (2002). Analisis vegetasi dan asosiasi antara jenis-jenis pohon utama penyusun hutan tropis dataran rendah di Taman Nasional Gunung Rinjani Nusa Tenggara Barat. *Agrotek*, 13(2), 18-27.
- Master, J., Kanedi, M., Harianto, S.P., Prasetyaningrum, M.D., & Nurcahyo, A. (2013). Karakteristik pohon yang digunakan dalam aktivitas harian siamang (*Symphalangus syndactylus* Raffles, 1821) di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan (TNBBS) Lampung. Dalam S. Dewi, H. Apkuanbo, & S. Saidi (Eds.) *Prosiding Seminar FMIPA Universitas Lampung* (hal 9-14).
- McConkey, K.R. (2005). Influence of faeces on seed removal from gibbon droppings in dipterocarps forest in Central Borneo. *Journal of Tropical Ecology* 21, 117-120.
- McConkey, K.R., & Chivers, D.J. (2007). Influence of gibbon ranging patterns on seed dispersal distance and deposition site in Bornean Forest. *Journal of Tropical Ecology*, 23, 269-275.
- Mittermier, R.A., Valladares-Padua, C., Rylands, A.B., Eudey, A.A., Butynski, T.M., Ganzhorn, J.U., Walker, S. (2006). *Primates in Peril: The Worlds 25 most endangered primates, 2004-2006*. *Primates Conservation*, 20, 1-28.
- Mubarok, A. (2012). Distribusi dan kepadatan simpatrikungko (*Hylobates agilis*) dan siamang (*Symphalangus syndactylus*) di Kawasan Hutan batang Toru, Sumatra Utara. (Skripsi Sarjana). Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Mullu, D. 2016. A review on the effect of habitat fragmentation on ecosystem. *Journal of Natural Sciences Research*, 6(15), 1-15.
- Newman, M.E., McLaren, K.P., & Wilson, B.S. (2014). Assessing deforestation and fragmentation in a tropical moist forest over 68 years; the impact of road and legal protection in the cockpit country, Jamaica. *Forest Ecology and Management*, 315, 138-152.
- Nijman, V., & Geissman. (2008, Agustus 1). *Symphalangus syndactylus*. In IUCN Red List of Threatened Species. Version 2009.2. Diakses dari <http://www.iucnredlist.org/>
- Nongkaew, S., Bumrungsari, S., Brockelmann, W.Y., Savini, T., Pattanavibool, A., & Thong-Ari, S. (2018). Population density and habitat of siamang and agile gibbon in Bala Forest, Southern Thailand. *Natural History Bulletin of the Siam Society*, 62(2), 117-130.
- O'Brien, T.G., Kinnaird, M.F., Nurcahyo, A., Iqbal, M., & Rusmanto, M. (2004). Abundance and distribution of sympatric gibbons in threatened Sumatran forest. *International Journal of Primatology*, 25(2), 267-284.
- O'Brien, T. G., & Kinnaird, M. F. (2010). Demography of agile gibbons (*Hylobates agilis*) in lowland tropical rain forest of southern Sumatra, Indonesia: problem in paradise.

- International Journal of Primatology, 32(5),1202-1217.
- Permatasari, B.I., Setiawan, A., & Darmawan, A. (2017). Diskripsi kondisi habitat siamang, *Symphalangussyndactylus*, di Hutan Lindung Register 28 Pematang Neba Kabupaten Tanggamus Lampung. *Sripta Biologi*, 4(4), 221-227.
- Sari, E.M., & Harianto, S.P. (2015). Studi kelompok siamang (*Hylobates syndactylus*) di Repong Damar Pahmungan Pesisir Barat. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(3),85-94.
- Sathish, B.N., Viswanath, S., Kushalappa, C.G., Jagadish, M.R., & Ganeshaiah, K.N. (2013). Comparative assessment of floristic structure, diversity and regeneration status of tropical rainforests of Western Ghatsof Karnataka, India. *Journal of Applied and Natural Science*, 5(1), 5157-164.
- Sawitri, R., Bismark, M., Heriyanto, N.M., & Kwatrina, R.T. (2016). Perkembangan pengelolaan daerah penyangga dan sumberdaya hutan Taman Nasional Kerinci Seblat. Dalam M. Bismark, & E. Santoso (Eds.) *Prosiding Seminar Membangun Hasil hutan Yang Tersisa*. Bogor. Forda Press.
- Santosa, Y., Nopiansyah, F., Mustari, A.H, & Rahman, D.A. (2010). Penggunaan parameter morfometrik untuk pendugaan Siamang Sumatera. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(1), 25-33.
- Sibarani, Mc., & Andayani, N. (2013). Population study of siamang (*Symphalangus syndactylus*) in Way Canguk Bukit Barisan National Park. *Wildlife Conservation Society*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. Diakses dari https://www.academia.edu/11113771/Population_Study_of_Siamang_Symphalangus_syndactylus_in_Way_Canguk_Bukit_Barisan_Selatan_National_Park.
- Soerianegara, I., & Indrawan, A. (2005). *Ekologi Hutan Indonesia*. Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Sulistiyadi, E., Kartono,A.P., & Maryanto, I. (2013). Pergerakan lutung jawa *Trachypithecus auratus* (E.Geoffrey 1812) pada fragmen habitat terisolasi di Taman Wisata Alam Gunung Pancar (TWAGP) Bogor. *Berita Biologi*, 12(3), 383-394.
- Sultan, K., Mansjoer, S.S., & Bismark, M. (2009). Populasi dan distribusi ungko (*Hylobates agilis*) di Taman Nasional Batang Gadis, Sumatera Utara. *Jurnal Primatologi Indonesia*, 6(1), 25-31.
- Suyanto, A., Sinaga, M.H., & Sain, A. (2009). Mammals biodiversity in Tesso Nillo, Riau Province, Indonesia. *Jurnal Zoo Indonesia*,2,79-88.
- Yanuar, A. 2009. The population distribution and abundance of siamangs (*Symphalangus syndactylus*) and agile gibbons (*Hylobates agilis*) in westcentral Sumatra, Indonesia. Dalam S. Lappanand, & D.J. Whittaker (Eds.) *The Gibbons: New Perspectives on Small Ape Sociology and Population Biology*. New York, Springer.
- Yanuar, A., & Chivers, D.J., 2010. Impact of forest fragmentation on ranging and homerange of siamang (*Symphalangus syndactylus*) and agile gibbons (*Hylobates agilis*). Dalam S. Gursky-Doyen, & J. Supriatna (Eds.) *Indonesiaan Primates*. New York, Spinger.
- Yuliana, R. (2011). Analisis habitat siamang (*Hylobathessyndactilus*) di Repong damarPekonPahmungan Kecamatan Pesisir Tengah Lampung Barat (Skripsi Sarjana). Universitas Lampung. Lampung.

KEANEKARAGAMAN SERANGGA AIR DAN BIOMONITORING BERBASIS INDEKS FAMILI BIOTIK

(Diversity of Aquatic Insects and Biomonitoring Based on Family Biotic Index)

Sitti Nuraeni*, Asma'ul Khusna HM, dan/and Andi Sadapotto

Program Studi Kehutanan, Fakultas Kehutanan Universitas Hasanuddin Kampus Unhas Tamalanrea
Jl. P. Kemerdekaan Km. 10 Makassar 90245, Sulawesi Selatan, Indonesia

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: waters quality, bioindicator insect, family biotic index	<i>The Salima River, located in the Educational Forest of Hasanuddin University, is always open for educational, research and technological purposes and is also open to the surrounding community. Various community activities around the education forest may change the quality of river ecosystems or can be an anthropogenic disturbance. This study aims to determine the diversity of aquatic insects and assess water quality based on family as an indicator in biomonitoring. Research and sampling were carried out in the upstream, middle and downstream parts of the Salima River. Collected aquatic insect samples then were identified and analyzed. Observations of diversity, water wealth and water quality were carried out using the Shannon-Wiener index (H') and the Hilsenhoff Family Biotic Index (HFBI) index method. The Salima River aquatic insect diversity index from upstream to downstream ranges from 2.04 - 1.11 (medium category). The wealth index in the upstream part of 1.05 (medium) and in the middle to the downstream were 0.61 and 0.40 respectively (low). Salima river water quality on the upstream side was considered as very good (HFBI value 3) while the middle and downstream parts were considered as good category (HFBI value 4). The results of this study will be preliminary data for the assessment of environmental changes over time in the same location and can be used to assess the implications of excessive access by the public on using the education forest.</i>
Kata kunci:	ABSTRAK
kualitas perairan, serangga bioindikator, indeks famili biotik	Sungai Salima terletak di Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin selalu terbuka untuk tujuan pendidikan, riset dan teknologi dan juga terbuka bagi masyarakat di sekitarnya. Berbagai aktivitas masyarakat di sekitar hutan pendidikan tersebut dikhawatirkan dapat mengubah kualitas ekosistem sungai atau dapat menjadi gangguan yang bersifat antropogenik. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman serangga akuatik dan menilai kualitas perairan berdasarkan famili sebagai indikator dalam biomonitoring. Penelitian dan pengambilan sampel dilakukan pada bagian hulu, tengah dan hilir Sungai Salima. Sampel serangga akuatik yang dikumpulkan diidentifikasi dan dianalisis. Pengamatan keanekaragaman, kekayaan dan kualitas air dilakukan dengan menggunakan metode indeks Shannon-Wiener (H') dan <i>Hilsenhoff Family Biotic Index</i> (HFBI). Indeks keanekaragaman serangga akuatik Sungai Salima dari hulu sampai hilir berkisar 2,04 - 1,11 (kategori sedang). Indeks kekayaan pada bagian hulu 1,05 tergolong kategori sedang dan pada bagian tengah sampai hilir masing-masing 0,61 dan 0,40 tergolong kategori rendah. Kualitas perairan Sungai Salima pada bagian hulu masih sangat baik (Nilai HFBI 3), sedangkan bagian tengah dan hilir termasuk kategori baik (nilai HFBI 4). Hasil penelitian ini akan menjadi data awal untuk penilaian perubahan lingkungan dari waktu ke waktu pada lokasi yang sama dan dapat digunakan untuk menilai implikasi atas akses yang berlebihan oleh masyarakat pada pemanfaatan hutan pendidikan.
Riwayat Artikel:	
Tanggal diterima: 16 Februari 2019; Tanggal direvisi: 2 Agustus 2019; Tanggal disetujui: 12 Agustus 2019	

Editor: Dr. Neo Endra Lelana

Korespondensi penulis: Korespondensi penulis: Siiti Nuraeni* (E-mail: nuraenisitti@gmail.com)

Kontribusi penulis: **SN**: merancang penelitian, identifikasi, mengolah data dan manuskrip sampai submit; **AKHM**: mengambil dan olah data; **AS**: menelaah data

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.147-157>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license



I. PENDAHULUAN

Serangga berhasil menempati semua bentuk habitat di daratan, perairan air tawar dan bahkan sekitar batas pasang surut air laut (Gullan & Cranston, 2014; Schowalter, 2016). Serangga merupakan salah satu kelompok hewan yang mempunyai tingkat keanekaragaman yang tinggi mencakup 70% dari keseluruhan spesies yang ada di muka bumi (Samways, 2018). Sekelompok serangga yang sebagian dari siklus hidupnya atau menghabiskan seluruh fase hidupnya di dalam air lebih dikenal sebagai serangga akuatik (Prommi & Payakka, 2015). Serangga akuatik memiliki peranan penting dalam ekosistem perairan. Menurut Nair et al. (2015), salah satu arti penting serangga akuatik dalam ekosistem air adalah dapat digunakan sebagai biomonitoring kesehatan lingkungan perairan. Keberadaan serangga akuatik perlu menjadi perhatian bagi banyak pihak sebagai bagian kekayaan dan keanekaragaman hayati.

Salah satu indeks penilaian kualitas perairan adalah menggunakan analisis tingkat toleransi kehadiran beberapa famili dari ordo-ordo serangga tertentu atau disebut juga serangga sebagai biomonitoring (Chouldhary & Ahi, 2015). Salah satu metode yang dapat digunakan untuk mengukur kualitas perairan adalah metode *Hilsenhoff Family Biotic Index* (HFBI) yang dikembangkan oleh Hilsenhoff (1988). Metode ini menggunakan kehadiran beberapa familia serangga dengan nilai toleransi tertentu pada suatu habitat perairan. Penggunaan HFBI bermanfaat untuk mengevaluasi status umum pencemaran organik sungai untuk tujuan-tujuan lebih lanjut, yang dapat dimanfaatkan sebagai prosedur penilaian kualitas secara cepat. HFBI lebih fokus mengkaji toleransi famili serangga dibandingkan dengan menggunakan *Biotic Index* (BI) hasilnya kurang akurat dan lebih sering mengarah pada kesimpulan yang salah tentang kualitas air (Hilsenhoff, 1988).

Hutan Pendidikan Universitas

Hasanuddin (Unhas) yang berada di Kecamatan Cenrana, Kabupaten Maros ditetapkan untuk pengembangan ilmu pengetahuan, penelitian dan teknologi yang menjadi sumber kekayaan alam, baik dari hasil hutan kayu, non kayu dan kekayaan alam hayati maupun non hayati lainnya. Selain untuk pengembangan dunia pendidikan, penelitian dan teknologi. Hutan Pendidikan Unhas juga sangat terbuka untuk diakses oleh masyarakat umum disekitarnya.

Akses yang terbuka bagi masyarakat di sekitar Hutan Pendidikan menjadi sangat rawan terjadinya masalah. Masalah yang mungkin terjadi akibat pemanfaatan lahan dari pembukaan berbagai aktivitas pertanian adalah dampak negatif bagi lingkungan. Salah satu contoh pemanfaatan lahan adalah pembukaan persawahan dan pemanfaatan sumber air dari beberapa sungai yang ada di dalam Hutan Pendidikan termasuk Sungai Salima. Sungai ini juga merupakan suatu habitat tersendiri untuk berbagai biota perairan sungai. Berbagai aktivitas masyarakat tersebut dapat merubah kualitas ekosistem sungai atau dapat menjadi gangguan bersifat antropogenik terutama jika ada penggunaan insektisida. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui keanekaragaman serangga akuatik dan menjadikan beberapa familia dari ordo tertentu sebagai biomonitoring berbasis HFBI untuk penilaian kualitas perairan Sungai Salima di Hutan Pendidikan Unhas.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada Bulan Maret sampai April 2018, lokasi penelitian dilakukan di aliran Sungai Salima yang berada pada wilayah Hutan Pendidikan Unhas Kabupaten Maros, Sulawesi Selatan (Gambar 1). Penentuan titik pengambilan sampel dilakukan pada 3 (tiga) area yakni bagian hulu, tengah dan hilir sungai. Bagian hulu Sungai Salima

terletak pada posisi antara $119^{\circ}45'40'' - 119^{\circ}45'44''$ BT dan $4^{\circ}58'34'' - 4^{\circ}58'35''$ LS ditandai dengan adanya air terjun pada bagian ini. Bagian tengah terletak pada posisi antara $119^{\circ}46'9'' - 119^{\circ}46'11''$ BT dan $4^{\circ}59'2'' - 4^{\circ}59'4''$ LS ditandai dengan adanya air yang cukup deras dan tergenang di beberapa tempat. Bagian hilir pada posisi antara $119^{\circ}46'3'' - 119^{\circ}47'4''$ BT dan $4^{\circ}59'3'' - 4^{\circ}60'4''$ LS ditandai dengan adanya air yang cukup deras dan tergenang di beberapa tempat, serta adanya bebatuan besar.

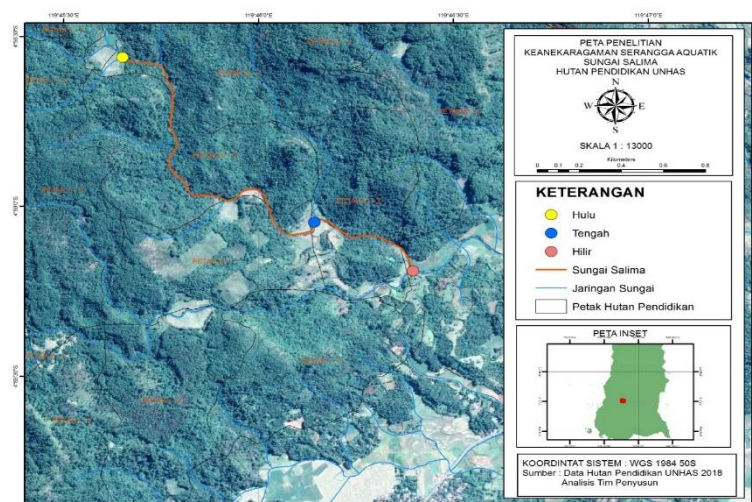
B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan yakni serangga-serangga akuatik fase dewasa atau pradewasa yang ditemukan pada tiga area pengamatan (hulu, tengah dan hilir) Sungai Salima, alkohol 70%, *data sheet*, dan kertas label. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *GPS*, jaring perangkap serangga (*kick net* dan *pond net*), pinset, talang penampungan spesimen sementara, botol spesimen, kamera, alat tulis menulis dan mikroskop stereo.

C. Pelaksanaan Penelitian

Titik lokasi pengambilan sampel dilakukan pada tiga titik arah berlawanan sisi tepi kiri kanan sungai pada masing-

masing bagian hulu, tengah dan hilir sungai. Bagian hilir menjadi awal pengambilan sampel kemudian disusul bagian tengah dan terakhir pada bagian hulu. Jarak hilir ke tengah 800 m (karena kendala bebatuan) dan tengah ke hulu 1.400 m. Pengambilan sampel dilakukan dengan teknik *jabbing* dan *kicking* pada arus yang tidak terlalu deras dan dangkal dengan cara meletakkan jaring menghadap ke arah hulu atau mengarah ke datangnya aliran air. Teknik *jabbing* dilakukan di tepi sampai ke tengah lebar badan sungai dan mengarahkan ayunan jaring berlawanan aliran air sepanjang 5m. Jumlah ayunan *jabbing* dan pemasangan *kicking* sebanyak masing-masing tiga kali ayunan sehingga ada 18 kali pengambilan sampel per bagian sungai. Teknik *kicking* dilakukan dengan mengaduk aduk substrak lumpur, pasir dan batuan kecil di depan jaring selama satu menit sepanjang 5 m. Semua sampel yang terperangkap pada jaring segera dipindahkan pada talang sampel sementara. Sampel dipisahkan dari substrak dan segera dimasukkan ke dalam botol-botol sampel untuk proses identifikasi lanjut. Identifikasi sampel dilakukan di laboratorium dengan mengacu pada Morse (2009) dan Easton, Huselid, & Abreu (2012).



Gambar (Figure) 1. Peta Lokasi Penelitian: hulu, tengah dan hilir Sungai Salima (*Research Location Map: upstream, middle and downstream parts of the Salima River*).

D. Analisis Data

Data serangga akuatik dianalisis untuk mendapatkan nilai indeks keanekaragaman dan kekayaan jenis sesuai metode analisis data Indeks Shannon-Wiener (Magurran, 2004; Schowalter, 2016). Untuk menentukan famili serangga akuatik yang dapat dijadikan biomonitoring kualitas perairan dengan menggunakan *Hilsenhoff family biotic index* (HFBI) (Hilsenhoff, 1988).

Nilai indeks keanekaragaman jenis digunakan pula untuk menentukan kategori keanekaragaman jenis. Tingkat toleransi masing-masing famili dari berbagai ordo serangga berbeda-beda (Tabel 1) dan kualitas air dinyatakan dalam beberapa level berdasarkan nilai HFBI (Tabel 2).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi umum lokasi penelitian

Sungai Salima termasuk salah satu sungai yang ada dalam area Hutan Pendidikan Unhas yang membentang dari arah barat laut sampai ke tenggara sepanjang lebih dari 2 km. Bagian hulu Sungai Salima berada pada ketinggian $\pm$ 442 m di atas permukaan laut. Bagian hulu ini ditandai dengan adanya air terjun dan pada bagian ini kondisi air relatif jernih (Gambar 2A). Benda-benda di bagian dasar sungai dapat terlihat jelas seperti pasir, kerikil maupun bebatuan, sehingga keberadaan serangga dapat terlihat pula dengan jelas. Vegetasi pada bahu sungai didominasi oleh *Aleuritas moluccana*,

Pinus merkusii, *Callophylum sp.*, dan vegetasi tumbuhan bawah berupa tanaman paku-pakuan. Pada bagian hulu Sungai Salima dimanfaatkan sebagai sumber air bersih yang dialirkan menggunakan pipa untuk kebutuhan air bersih masyarakat.

Bagian tengah Sungai Salima memiliki badan air yang sebagian mengalir dan sebagian tergenang di beberapa tempat (Gambar 2B). Kondisi air di Sungai Salima pada bagian tengah relatif jernih sampai sedikit mulai keruh. Vegetasi yang ada pada bahu sungai yaitu *A. moluccana*, *P. merkusii* dan berbagai tumbuhan bawah. Pada bagian tengah sungai menuju ke hilir oleh sebagian masyarakat telah membuka persawahan. Air Sungai Salima dimanfaatkan oleh masyarakat sebagai sumber air keperluan sehari-hari dan untuk mengairi lahan pertaniannya.

Bagian hilir Sungai Salima ditandai dengan adanya air yang mengalir dan juga sebagian tergenang di beberapa tempat, serta adanya bebatuan besar (Gambar 2C). Kondisi air pada bagian hilir Sungai Salima dapat dikategorikan sebagai air yang mulai terkontaminasi dengan bahan-bahan organik, ditandai dengan airnya yang keruh. Vegetasi yang terdapat pada bahu sungai yaitu jenis rumput untuk pakan hewan ternak dengan jenis *Pennisetum purpureoides*, dan areal persawahan. Pada bagian hilir ini dimanfaatkan masyarakat sebagian untuk mengalirkan air di sistem irigasi persawahan, air untuk keperluan sehari-hari dan memandikan hewan ternak seperti sapi, kerbau dan kuda.

Tabel (Table) 1. Nilai toleransi dari famili serangga akuatik (*Tolerance value of aquatic insects family*) (Hilsenhoff 1988)

Ordo (Order)	Familia dan nilai toleransinya (Familia and tolerance value)
Ephemeroptera	Baetidae 4, Baetiscidae 3, Caenidae 7, Ephemerellidae 1, Ephemeridae 4, Heptageniidae 4, Leptophlebiidae 2, Metretopodidae 2, Oligoneuriidae 2, Polymitarcyidae 2, Potomanthidae 4, Siphonuridae 7, Tricorythidae 4
Odonata	Aeshnidae 3, Calopterygidae 5, Coenagrionidae 9, Cordulegastridae 3, Corduliidae 5, Gomphidae 1, Lestidae 9, Libellulidae 9, Macromiidae 3
Trichoptera	Brachycentridae 1, Helicopsychidae 3, Hydropsychidae 4, Hydroptilidae 4, Lepidostomatidae 1, Leptoceridae 4, Limnephilidae 4, Molannidae 6, Philopotamidae 3, Phryganeidae 4, Polycentropodidae 6, Psychomyiidae 2, Sericostomatidae 3

Tabel (Table) 2. Kualitas air berdasarkan (*Water quality based on*) HFBI (Hilsenhoff 1988).

Nilai (<i>value</i>) HFBI	Kualitas air (<i>Water quality</i>)	Tingkat pencemaran (<i>Pollution level</i>)
0,00–3,75	Sangat baik (<i>very good</i>)	Tidak terpolusi bahan organik (<i>not polluted by organic matter</i>)
3,76–4,25	Baik sekali (<i>very good</i>)	Sedikit terpolusi bahan organik (<i>slightly polluted by organic matter</i>)
4,26–5,00	Baik (<i>good</i>)	Terpolusi beberapa bahan organik (<i>polluted by organic matter</i>)
5,01–5,75	Cukup (<i>moderate</i>)	Terpolusi agak banyak (<i>moderately polluted</i>)
5,76–6,50	Agak buruk (<i>slightly poor</i>)	Terpolusi banyak (<i>highly polluted</i>)
6,51–7,25	Buruk (<i>poor</i>)	Terpolusi sangat banyak (<i>very highly polluted</i>)
7,26–10,00	Buruk sekali (<i>very poor</i>)	Terpolusi berat bahan organik (<i>highly polluted by organic matter</i>)

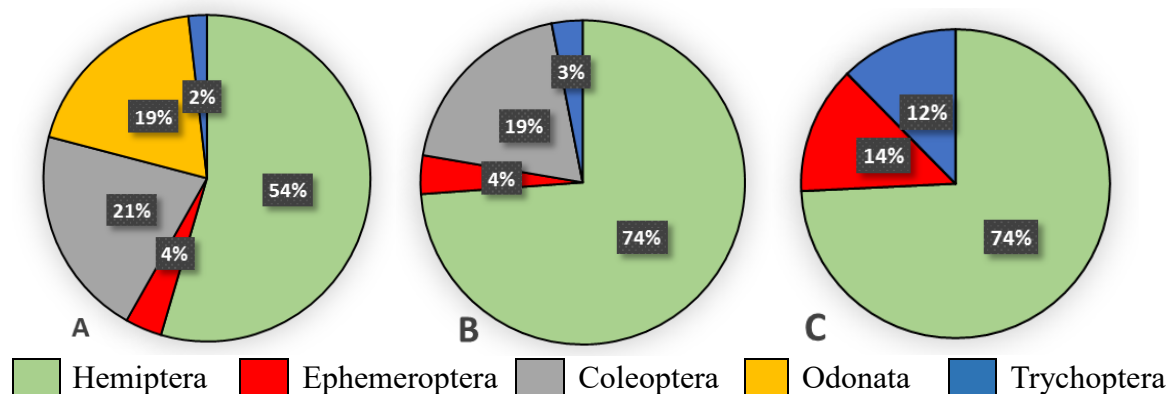
Gambar (Figure) 2. Bagian Hulu (A), Bagian Tengah (B) dan hilir (C) Sungai Salima (*upstream (A), middle (B) and downstream (C) of the Salima River*).

Sungai Salima merupakan bagian dari Daerah Aliran Sungai Bila-Walanae yang terdiri atas beberapa percabangan anak sungai yang melewati beberapa petak kerja Hutan Pendidikan Unhas. Sungai ini termasuk dalam tipe sungai periodik yaitu dipengaruhi oleh curah hujan yang dimana pada musim penghujan sungai ini akan mengalirkan air yang cukup banyak, sebaliknya apabila musim kemarau akan mengalirkan air dengan jumlah yang sedikit. Menurut Soma & Arsyad (2014), bahwa peta penutupan vegetasi yang menyusun area di sekitar hulu Sungai Salima merupakan hutan heterogen yang ditumbuhi oleh jenis *P. mercusii*, Lento-

lento (*Anthrophyllum* sp.), Sengon (*Paraserianthes falcataria*) dan Akasia (*Acasia* sp). Sedangkan bagian tengah dan hilir Sungai Salima sudah mulai terbuka tersisa 30 – 60 % vegetasi.

B. Keanekaragaman serangga di Sungai Salima

Keanekaragaman jenis dan kelimpahan serangga akuatik berbeda pada bagian hulu, tengah dan hilir Sungai Salima. Pada setiap bagian Sungai Salima didominasi oleh Ordo Hemiptera, yaitu 54 % pada bagian hulu dan 74 % pada bagian tengah dan hilir sungai (Gambar 3).



Gambar (Figure) 3. Komposisi ordo serangga akuatik yang ditemukan pada bagian hulu, tengah dan hilir Sungai Salima (*The composition of the order of aquatic insects found in the upstream, middle and downstream parts of the Salima River*)

Hemiptera, Trichoptera dan Ephemeroptera ditemukan di tiga bagian sungai dengan persentase yang berbeda-beda. Ordo Coleoptera ditemukan di bagian hulu dan bagian tengah sungai, sedangkan Ordo Odonata hanya di bagian hulu saja dalam fase nimfa (naiads). Serangga akuatik yang umum ditemukan di perairan air tawar Indonesia adalah Ordo Odonata, Coleoptera, Trichoptera, Hemiptera, Ephemeroptera, Plecoptera dan Lepidoptera (Mahajoeno, effendi, & Ardiansyah, 2001; Candra, Langoya, Koneria & Singkoha, 2014).

Jumlah ordo serangga akuatik yang dapat dikoleksi hanya ada lima ordo dengan jumlah jenis yang dikumpulkan mewakili masing-masing famili. Di bagian hulu ditemukan 11 famili, 11 spesies dan 110 individu. Pada bagian tengah terdapat tujuh famili, tujuh spesies dan 130 individu. Sedangkan bagian hilir hanya empat famili dengan 97 individu (Tabel 3).

Ephemeroptera dan Trichoptera hanya ditemukan satu spesies, Coleoptera dua spesies dari famili yang berbeda pada hulu dan satu spesies pada bagian tengah. Odonata ditemukan tiga spesies dari famili yang berbeda hanya pada bagian hulu. Hemiptera merupakan ordo yang paling banyak spesiesnya ditemukan dan hampir pada semua bagian sungai. Spesies yang

paling sering ditemukan pada Sungai Salima adalah spesies *Gerris remigis* (Hemiptera: Gerridae) yang lebih dikenal nama lokal serangga anggang-anggang. Leba, Koneri, & Papu (2013), melaporkan bahwa satu spesies yang mewakili Ordo Hemiptera namun jumlahnya yang paling banyak ditemukan di Sungai Pajowa Kabupaten Minahasa Suawesi Utara yaitu *G. remigis*.

Nilai indeks keanekaragaman serangga akuatik pada bagian hulu 2,04; tengah 1,38 dan hilir 1,11. Menurut indeks Shannon-Wiener derajat keanekaragaman serangga akuatik yang di Sungai Salima termasuk kategori sedang ($H' 1-3$). Nilai indeks kekayaan pada bagian hulu Sungai Salima sebesar 1,05 dan pada bagian tengah dan hilir masing-masing 0,61 dan 0,40. Menurut indeks Shannon-Wiener derajat kekayaan jenis serangga akuatik di Sungai Salima termasuk kategori sedang ($R' 1-3$) pada bagian hulu sedangkan di bagian tengah dan hilir termasuk kategori rendah ($R' < 1$). Secara kuantitatif nilai indeks keanekaragaman dan nilai indeks kekayaan serangga akuatik pada bagian hulu Sungai Salima lebih tinggi dibandingkan dengan bagian tengah dan hilir. Hal ini disebabkan jumlah ordo, famili, spesies dan jumlah individu lebih banyak atau lebih beragam pada bagian hulu. Kondisi habitat bagian hulu masih

terjaga dan keragaman jenis vegetasi masih lebih tinggi yang sangat mendukung keberagaman serangga dibandingkan bagian tengah dan hilir. Schowalter (2016), keanekaragaman tanaman atau vegetasi merupakan sumber daya penyusun struktur habitat dan menjadi inang untuk mendukung keanekaragaman serangga pada suatu habitat.

Hasil penelitian yang sama didapatkan pada beberapa sungai di Indonesia yang dilakukan dengan membagi plot atau stasiun pengamatan pada daerah bagian hulu, tengah sampai ke hilir. Hasil analisis data indeks keanekaragaman jenis pada umumnya sungai di Indonesia menunjukkan nilai indeks keanekaragaman jenis serangga air berkisar 1-3 atau kategori sedang (Maramis & Makal, 2011; Wahizatul, Long, & Ahmad, 2011; Marpuang, Muhammad, & Hidayat, 2014), sementara di bagian hilir nilai indeks keanekaragaman jenisnya di bawah angka satu atau kategori rendah (Leba et al., 2013). Nilai indeks keanekaragaman serangga akuatik dengan menggunakan

metode analisis yang sama di Sungai Keniam di Malaysia berkisar 1,16 – 2,28 (Rasdi et al., 2012) dan di Sungai Huai Kayeng dan Huai Pakkok di Thailand berkisar 2,62 – 3,2 (Maneechan & Prommi, 2015).

Beberapa jenis serangga sangat peka terhadap tekanan lingkungan sehingga pengukuran awal dari keanekaragaman dan kekayaan jenis menjadi sangat penting. Dari data ini pula akan dapat menjadi acuan untuk pengembangan penelitian yang sama dari waktu ke waktu pada lokasi yang sama untuk menilai perubahan lingkungan Hutan Pendidikan Unhas. Potensi perubahan lingkungan tersebut sangat tinggi karena akses masyarakat ke Hutan Pendidikan Unhas sangat terbuka. Selain tujuan jangka panjang untuk kelestarian Hutan Pendidikan dan yang harus dipertahankan adalah keberadaan dan keanekaragaman jenis hayati termasuk serangga-serangga akuatik. Menurut Magurran (2004), bahwa pemilihan metodologi pengukuran keanekaragaman dan kekayaan jenis harus disesuaikan dengan gagasan atau ide suatu penelitian.

Tabel (Table) 3. Kelimpahan serangga akuatik, Indeks Keanekaragaman dan Indeks Kekayaan di Sungai Salima (*Abundance of aquatic insects, Diversity Index and Richness Index in the Salima River*).

Ordo (Order)	Famili (Familia)	Spesies (Species)	Kelimpahan spesies di bagian (<i>The abundance of species in parts</i>)		
			A	B	C
Hemiptera	Nepidae	<i>Curicta volxemi</i>	4	10	-
	Gerridae	<i>Gerris remigis</i>	30	70	58
	Naucoridae	<i>Ilycoris</i> sp	6	2	-
	Notonectidae	<i>Notonecta virescens</i>	20	14	14
Trichoptera	Hydropsychidae	<i>Cheumatopsyche caprotina</i>	2	4	12
Ephemeroptera	Baetidae	<i>Ecdyonurus</i> sp.	4	5	13
	Macromiidae	<i>Macromia</i> sp.	3	-	-
Odonota	Gomphidae	<i>Gomphidia</i> sp.	3	-	-
	Pseudostigmatidae	<i>Mecistogaster ornata</i>	15	-	-
Coleoptera	Gyrinidae	<i>Dineutus</i> sp.	18	25	-
	Dysticidae	<i>Cybister Fimbriolatus</i>	5	-	-
Jumlah spesies (S)			11	7	4
Jumlah individu (N)			110	130	97
Indeks Keanekaragaman (H')			2,04	1,38	1,11
Indeks Kekayaan (R)			1,05	0,61	0,40

Keterangan (Notes): A: Hulu (*upstream*), B: Tengah (*middlestream*), C: Hilir (*downstream*).

C. Kualitas perairan Sungai Salima berbasis nilai HFBI

Sesuai hasil perhitungan dengan menggunakan HFBI (Tabel 1) dan klasifikasi kualitas (Tabel 2), maka dapat ditentukan kualitas perairan di hulu, tengah, dan hilir Sungai Salima sebagaimana disajikan pada Tabel 4. Nilai HFBI di hulu adalah 3 yang menunjukkan kualitas perairannya sangat baik yang berarti tingkat pencemaran kategori tidak terpolusi bahan organik. Sedangkan di bagian tengah dan hilir Sungai Salima nilai HFBI 4 yang menunjukkan kualitas perairannya baik sekali dan tingkat pencemaran masuk kategori sedikit terpolusi bahan organik. Penilaian indeks biotik ini menjadi penting yang sangat membantu untuk menilai kesehatan sungai (Goncalves & Menezes, 2011). Nilai HFBI 3 yang sama ditemukan pula pada hulu Sungai Jangkak, Lombok, Nusa Tenggara Barat dengan kondisi hetero-

genitas habitat belum terganggu (Diantari, Ahyadi, Rohyani, & Suana, 2017) dan hulu Sungai Kaliani di India (Moran, 2016).

Kondisi hutan alam heterogen yang masih terpelihara pada bagian bahu dan di sekitar hulu Sungai Salima menjadikan habitat yang sesuai untuk Famili Hydropsychidae (Trichoptera), Famili Baetidae (Ephemeroptera), Famili Macromiidae dan Famili Gomphidae (Odonata). Kelimpahan spesies dari Trichoptera dan Ephemeroptera lebih tinggi pada bagian hilir dibandingkan pada bagian hulu, akan tetapi kehadiran dua spesies dari Ordo Odonata turut mempengaruhi nilai HFBI pada bagian hulu. Menurut Bytyci et al. (2018), nilai HFBI rendah (kategori tidak terpolusi bahan organik) ditemukan pada morfologi sungai di bagian hulu yang masih alami, belum mengalami modifikasi dan dampak antropogenik masih rendah.

Tabel (Table) 4. Nilai HFBI dan penentuan kualitas perairan di bagian hulu, tengah dan hilir dari Sungai Salima. (*HFBI value and determination of the quality of the water in the upstream, middle and downstream parts of the Salima River*).

Ordo (Order)	Famili (Familia)	Nilai Toleransi (Tolerance Value)	Jumlah Spesies (Number of Species)			Nilai (Value) HFBI		
			A	B	C	A	B	C
Trichoptera	Hydropsychidae	4	2	4	12	8	16	48
Ephemeroptera	Baetidae	4	4	5	13	16	20	52
Odonata	Macromiidae	3	3	0	0	9	0	0
	Gomphidae	1	3	0	0	3	0	0
Total			12	9	25	36	36	100
Nilai HFBI						3	4	4
Evaluasi kualitas air menggunakan <i>Family-Level Biotic Index</i>						Sangat baik (very good)	Baik sekali (very good)	
Tingkat pencemaran (Pollution level)						Tidak terpolusi bahan organik (not polluted by organic matter)	Sedikit terpolusi bahan organik (slightly polluted by organic matter)	

Keterangan (Notes): A: Hulu (upstream), B: Tengah (middlestream), C: Hilir (downstream)

Pada bagian tengah dan hilir Sungai Salima mulai sedikit terganggu oleh aktivitas masyarakat sekitar sehingga sudah mulai terpolusi bahan organik. Menurut Bowles & Courtney (2018), gangguan antropogenik karena aktivitas manusia dapat mengancam keanekaragaman dan integrasi hayati terutama habitat air tawar sangat rentan terhadap tekanan lingkungan. Sungai dengan tingkat aktivitas manusia yang cukup tinggi seperti pembangunan perumahan, perkebunan dan tambang pasir mulai dari hulu sampai hilir menyebabkan tingkat pencemaran perairan sungai yang buruk sampai sangat buruk dengan nilai HFBI 6,25-7,05 (Manalu, Fajri, & Adriama, 2014). Nilai HFBI dapat lebih tinggi bahkan mencapai angka 8 tingkat pencemaran paling parah pada sungai yang menjadi pembuangan limbah kilang minyak seperti yang terjadi di India (Moran, 2016).

Kehadiran serangga air sangat penting dalam suatu ekosistem perairan dikarenakan berbagai perannya termasuk sebagai biomonitoring dalam badan air seperti sungai. Beberapa famili dari ordo-ordo tertentu telah melalui penelitian panjang untuk menentukan respon toleransinya terhadap kondisi lingkungan perairan. Menurut Hilsenhoff (1988), penggunaan HFBI bermanfaat untuk mengevaluasi status umum pencemaran organik dalam aliran sungai berdasarkan nilai toleransi masing-masing famili yang telah ditentukan. Penggunaan metode HFBI telah dibandingkan dengan beberapa metode lain untuk menilai tingkat pencemaran. Penggunaan metode HFBI penilaiannya lebih peka terhadap beberapa ordo serangga dibandingkan dengan metode lain seperti EPT (persentase dari ordo Ephemeroptera, Plecoptera dan Trichoptera), BMWP (*Biological Monitoring Work Party System*), BMWP-ASPT (*Average Score per Taxon*) (Goncalves & Menezes, 2011).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Jumlah keseluruhan serangga yang ditemukan sebanyak 337 individu yang terdiri atas lima ordo 11 familia, dan 11 genera, ordo yang paling dominan adalah Hemiptera. *Gerris remigis* merupakan spesies paling banyak ditemukan di sepanjang sungai. Indeks keanekaragaman serangga akuatik Sungai Salima dari hulu sampai hilir berkisar 2,04-1,11 atau kategori sedang. Indeks kekayaan pada bagian hulu 1,05 atau kategori kekayaan sedang dan pada bagian tengah sampai hilir masing-masing 0,61 dan 0,40 atau kategori kekayaan rendah. Nilai HFBI pada bagian hulu adalah 3 yang menunjukkan bahwa kualitas perairannya sangat baik. Pada bagian tengah dan hilir, nilai HFBI sebesar 4 atau masuk kategori baik.

B. Saran

Pengukuran keanekaragaman serangga air perlu dilakukan untuk menilai kualitas perairan pada beberapa sungai di Hutan Pendidikan Unhas yang paling banyak diakses oleh masyarakat sekitar. Pengukuran ini merupakan salah satu metode yang murah dan cepat dan sekaligus menjadi sumber data awal untuk perubahan lingkungan dari waktu ke waktu (biomonitoring).

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Pengelola Hutan Pendidikan Universitas Hasanuddin yang telah menyediakan fasilitas selama penelitian.

DAFTAR PUSTAKA

- Bowles, D. E., & Courtney, G. W. (2018). Advances in aquatic insect systematics and biodiversity in the neotropics: introduction. *Aquatic Insects*, 39(3), 89-93. doi: 10.1080/01650424.2018.1487566.

- Bytyci, P. S., Etemi, F. N. Z., Ismaili, M. A., Shala, S. A., Serbinovski, M. S., Cadraku, H. S & Fetoshi, O. B. (2018). Biomonitoring of water quality of River Nerodime based on physicochemical parameters and macroinvertebrates. *Rasayan J. Chem*, 11(2), 554-568. <http://dx.doi.org/10.31788/RJC.2018.1122087>
- Candra, Y., Langoya, M., Koneria, R. & Singkoha, M. F. O. (2014). Kelimpahan serangga sir di Sungai Toraut Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 3, 74-78.
- Chouldhary, A. & Ahi, J. (2015). Biodiversity of freshwater insects: a review. *The International Journal of Engineering and Science (IJES)*, 4(10), 25-31.
- Diantari, N. P. R., Ahyadi, H., Rohyani, I. S., & Suana, I. W. (2017). Keanekaragaman serangga Ephemeroptera, Plecoptera, dan Trichoptera sebagai bioindikator kualitas perairan di Sungai Jangkok, Nusa Tenggara Barat. *Jurnal Entomologi Indonesia*, 14(3), 135-142.
- Easton, J. A., Huselid, L. & Abreu, A. (2012). *Invertebrate identification guide*. Florida: International University Aquatic Ecology Lab. p.53.
- Goncalves, F. B., & Menezes, M. S. (2011). A comparative analysis of biotic indices that use macroinvertebrates to assess water quality in a coastal river of Paraná state, southern Brazil. *Biota Neotrop*, 11(4), 27-36. <http://www.biotaneotropica.org.br/v11n4/en/abstract?article+bn00411042011>.
- Gullan, P. J. & Cranston, P. S. (2014). *The insects: an outline of entomology*. Fifth Edition. West Sussex: John Wiley & Sons, Ltd. p. 632.
- Hilsenhoff, W. L. (1988). Rapid field assessment of organic pollution with a family-level biotic index. *Journal of the North American Benthological Society* 7, 65-68. doi: <https://doi.org/10.2307/1467832>.
- Leba, G. V., Koneri, R., & Papu, A. (2013). Keanekaragaman serangga air di Sungai Pajowa Kabupaten Minahasa, Sulawesi Utara. *Jurnal MIPA Unsrat Online*, 2(2), 73-78.
- Magurran, A. E. (2004). *Measuring biological diversity and its measurement*. Oxford: Blackwell Publishing. p. 256
- Mahajoeno, E., Efendi, M., & Ardiansyah. (2001). Keanekaragaman larva insekta pada sungai-sungai kecil di hutan Jobolarangan. *Biodiversitas*, 2, 133-139. doi: 10.13057/biodiv/d020202.
- Manalu, I., Fajri, N. E., & Adriama. (2014). Determination of water pollution levels Sibam River Pekanbaru based biotic index macrozoobenthos. *JOM*, 1-9. <https://media.neliti.com/media/publications/199086-none.pdf>
- Maneechan, W., & Prommi, T. O. 2015. Diversity and distribution of aquatic insects in streams of the Mae Klong Watershed, western Thailand. *Psyche*, 1-7. <http://dx.doi.org/10.1155/2015/912451>
- Maramis, R. T. D., & Makal, H. V. G. (2011). Keanekaragaman jenis dan kelimpahan populasi serangga air sebagai indikator biologis cemaran air pada DAS di Langowan. *Eugenia*, 17(2), 95-101.
- Marpuang, S. M., Muhammad, F., & Hidayat, J. W. (2014). Keanekaragaman dan kemelimpahan larva insekta akuatik sebagai bioindikator kualitas air di Sungai Garang, Semarang. *Jurnal Biologi*, 3(4), 1-8.
- Moran, J. (2016). Application of family biotic index in assessment of two

- rivers affected by oil pollution in Assam, India. *International Research Journal of Environment Sciences*, 5(11), 35-40.
- Morse, J. C. (2009). Biodiversity of aquatic insects. In: Footitt, R.G., & Adler, P.H., (eds.). *Insect Biodiversity: Science and Society*. Oxford: Blackwell Publishing Ltd. Pp. 165-263.
- Nair, G. A., Morse, J. C., & Marshall, S. A. (2015). Aquatic insects and their societal benefits and risks. *Journal of Entomology and Zoology Studies* 3(3), 171-177.
- Prommi, T. & Payakka, A. (2015). Aquatic insect biodiversity and water quality parameters of streams in Northern Thailand. *Sains Malaysiana*, 44, 707-717. doi: 10.17576/jsm-2015-4405-10.
- Rasdi M. Z., Fauziah, I., Ismail, R., Mohd, Hafezan, S., Fairuz K., Hazmi, A. D., & Che Salmah. M. R. (2012). Diversity of aquatic insects in Keniam River, National Park, Pahang, Malaysia. *Asian Journal of Agriculture and Rural Development*, 2(3), 312-32.
- Samways, M. J. (2018). Insect conservation for the twenty-first century. In: Shah, M.M. & Syarif, U. (eds.). *Insect Science-Diversity, Conservation and Nutrition*. London: IntechOpen. Pp. 19-40. doi: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.71639>.
- Schowalter, T.D. (2016). *Insect ecology: An ecosystem approach*. Fourth edition. London: Academic Press. P. 753.
- Soma, A.S., & Arsyad, U. (2014). Pemetaan faktor penutupan vegetasi pada hutan homogen dan heterogen Hutan Penidikan Universitas Hasanuddin, hulu Daerah Aliran Sungai Bila-Walanae. *Jurnal Satria Seri Ilmu Pengetahuan Alam*. 20, 20-37.
- Wahizatul, A. A., Long, S. H., & Ahmad, A. (2011). Composition and distribution of aquatic insects communities in relation to water quality in two freshwater streams of hulu Terengganu, Terengganu. *Journal of Sustainability Science and Management*, 6(1), 148-155.

KEPADATAN KUSKUS GENUS PHALANGER DAN IDENTIFIKASI TUMBUHAN PAKANNYA DI PULAU OBI

(*The Density of Kuskus Genus Phalanger and Its Feed Plant Identification in Obi Island*)

M. Nasir Tamalene^{1*}, Buyung La Payama², Rahwani², dan/and Said Hasan³

¹Program Studi Pendidikan Biologi, Universitas Khairun

Jl. Bandara Babullah Kampus 1 Kelurahan Aehuda kota Ternate Utara, Kode Pos 53 97728

²Jurusan MIPA, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Khairun

Jl. Bandara Babullah Kampus 1 Kelurahan Aehuda kota Ternate Utara, Kode Pos 53 97728

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: <i>Cuscus Phalanger rothschildi</i> , <i>Phalanger ornatus</i> , Obi Island	<i>Indonesia has a very high fauna diversity. Cuscus is an Australian marsupial of the Phalangeridae family that has a quite extensive distribution in Indonesia particularly in the eastern part of the region. Its natural distribution is also found in Papua New Guinea to Australia. There are two genera discovered in North Maluku, namely the genus Phalanger and Spilocuscus. Those genera are found in Halmahera Island, Bacan Island, Obi Island and Morotai Island. Cuscus in Obi Island is P. rothschildi that is distributed in the three islands: Obi, Bisa, and Obi Latu. This cuscus species is discovered in area with altitude of 100 m above the sea level. The study aimed to o analyze the population density of the Phalanger genus cuscus and identify its feed plants in Obi Island. The research was conducted using transect survey method and data collection techniques including observation, interviews and documentation. The results showed that cuscus in Obi Island was identified as Phalanger rothschildi (endemic species) and Phalanger ornatus. The cuscus density in the forest area of Jikotamo village was about 25 individual/ha. 16 plant species were eaten by the cuscus as the main food source. The most preferred plants were sirih hutan (Piper aduncum L.), kersen (Muntingia calabura L.) and Awar-awar (Ficus septica).</i>
Kata kunci: <i>Kuskus Phalanger rothschildi</i> , <i>Phalanger ornatus</i> , Pulau Obi	ABSTRAK
Riwayat Artikel: Tanggal diterima: 24 Mei 2019; Tanggal direvisi: 17 Juli 2019; Tanggal disetujui: 2 Agustus 2019	Indonesia memiliki keanekaragaman fauna yang sangat tinggi. Kuskus merupakan marsupial Australia dari famili Phalangeridae yang penyebarannya cukup luas khususnya di bagian timur Indonesia cukup luas. Penyebaran alami dari spesies ini dapat pula dijumpai di Papua New Guinea dan Australia. Di Maluku utara, terdapat dua genus yaitu genus <i>Phalanger</i> dan <i>Spilocuscus</i> yang dapat ditemukan di Pulau Halmahera, Pulau Bacan, Pulau Obi dan Pulau Morotai. Kuskus yang terdapat di Pulau Obi merupakan <i>P. rothschildi</i> yang terdistribusi di tiga pulau yaitu Pulau Obi, Pulau Bisa dan Obi Latu. Jenis kuskus ini ditemukan pada wilayah dengan ketinggian 100 m di atas permukaan laut. Tujuan dari penelitian ini adalah menganalisis kepadatan populasi kuskus genus <i>Phalanger</i> dan mengidentifikasi tumbuhan pakannya di pulau Obi. Penelitian ini dilakukan menggunakan metode survei jalur dengan teknik pengambilan data observasi, wawancara dan dokumentasi. Hasil penelitian menunjukkan ada dua jenis kuskus yang dijumpai di Pulau Obi yaitu kuskus <i>Phalanger rothschildi</i> (endemic dari Pulau Obi) dan kuskus <i>Phalanger ornatus</i> . Kepadatan kuskus di kawasan hutan Desa Jikotamo rata-rata 25 individu/ha. Kuskus mengonsumsi 16 Jenis tumbuhan sebagai sumber pakan utama. Jenis tumbuhan yang paling disukai yaitu sirih hutan (<i>Piper aduncum</i> L.), Kersen (<i>Muntingia calabura</i> L.) dan Awar-awar (<i>Ficus septica</i>).

Editor: Dr. Henti Hendalastuti Rachmat

Korespondensi penulis: M. Nasir Tamalene * (E-mail: acil@unkhair.ac.id)

Kontribusi penulis: **MNT**: mendesain ide penelitian, menyusun proposal, melaksanakan penelitian, menganalisis data, menyusun laporan penelitian dan menyusun artikel hasil penelitian; **BLP** dan **R**: mengumpulkan data lapangan; **SH**: menganalisis data dan menyusun artikel hasil penelitian

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.159-171>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license



I. PENDAHULUAN

Kuskus merupakan salah satu jenis satwa berkantung endemik kawasan Wallacea Indonesia yang terdapat di Papua (Irian Jaya), Sulawesi, Maluku, dan Pulau Timor (Sinery, 2016). Kuskus ini termasuk dalam famili *Phalangeridae* dengan status dilindungi berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 07 tahun 1999 tentang Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi. Indonesia memiliki empat genus kuskus yaitu *Ailurops*, *Phalanger*, *Spilocuscus*, dan *Strigocuscus*. Sementara itu di Papua, ditemukan dua marga anggota suku *Phalangeridae* yaitu *Phalanger* untuk jenis kuskus tidak bertotol dan *Spilocuscus* untuk jenis kuskus yang bertotol. Di Maluku ditemu-kan dua genus yaitu *Phalanger* dan *Spilocuscus*, sedangkan di Sulawesi ditemukan genus *Strigocuscus* dan *Ailurops* yang merupakan satwa endemik Sulawesi (Achmad, Ngaken, & Maulany, 2016). Kuskus di Pulau Obi mengalami penurunan jumlah populasi setiap tahunnya dan dikhawatirkan akan mempengaruhi kelestarian menghadapi ancaman kelestarian-nya dimasa mendatang. Hal tersebut disebabkan oleh kebiasaan masyarakat lokal dalam berburu kuskus karena diyakini dapat menyembuhkan berbagai penyakit.

Daerah sebaran kuskus di Maluku Utara meliputi Pulau Halmahera, Ternate, Tidore, Gebe, Kayoa, Makian, Sanana, Taliabu, Bacan, Morotai dan Obi. Di antara sebaran dari kuskus tersebut, Kuskus Kuning (*Phalanger ornatus*) adalah hewan endemik yang dapat ditemukan di pulau Halmahera, Bacan, dan Morotai dengan status konservasinya "Least Concern". Kuskus ini dijumpai pada wilayah dengan ketinggian 100 m dari permukaan laut (dpl) (Saragih, Sadsoeitoeboen & Pattiselanno, 2014). Di Pulau Ternate dijumpai Kuskus mata biru atau Blue-eyes Cuscus (*Phalanger matabiru*) yang merupakan endemik Ternate, di Pulau Gebe dijumpai Kuskus Endemik Gebe yaitu *Phalanger*

alexandrae dan Kuskus endemik Obi yaitu *P. rothschildi* yang terdistribusi di tiga pulau yaitu Pulau Obi, Pulau Bisa dan Obi Latu.

Populasi dan habitat kuskus dikhawatirkan mengalami tekanan sebagai dampak dari pesatnya pembangunan dan meningkatnya pertumbuhan penduduk. Berkurangnya sumber makanan karena rusaknya habitat yang disebabkan oleh penebangan liar, kebakaran hutan dan fragmentasi habitat untuk dijadikan lahan perkebunan juga menjadi masalah upaya pelestarian kuskus. Disamping itu, tekanan utama adalah perburuan liar yang dilakukan masyarakat guna diambil dagingnya untuk konsumsi sebagai kebutuhan protein hewani (Flannery & Maynes, 1987; Pattiselanno, 2014). Kuskus dilindungi oleh Peraturan Pemerintah Nomor 7 tahun 1999 tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Hewan. *Internasional Union Conservation of Nature* (IUCN) menjadi organisasi yang banyak melakukan usaha konservasi flora dan fauna di dunia memasukan kuskus dalam *redlist* (buku merah) dan tergolong sebagai hewan *vulnerable* (terancam), karena semakin berkurangnya populasi hewan endemik ini (IUCN, 2016).

Masyarakat lokal sering melakukan perburuan liar terhadap kuskus karena hama. Selain itu kuskus diburu untuk dikonsumsi sehingga dikhawatirkan akan menyebabkan penurunan populasi bahkan dapat mengakibatkan kepunahan spesies ini di masa mendatang (Marthinus & Tuaputty, 2015). Faktor lain yang menyebabkan penurunan populasi Kuskus di Pulau Obi diantaranya: dekatnya jarak antara permukiman penduduk dengan habitat kuskus beserta aktifitas penduduk yang mempengaruhi habitat kuskus, seperti pengambilan kayu bakar, bahan bangunan, bahkan kuskus menjadi musuh petani karena dianggap sebagai hama perkebunan, serta pembukaan lahan untuk perladangan. Selain itu juga perburuan liar terhadap kuskus oleh penduduk lokal terus terjadi. Masih kurangnya informasi ilmiah

tentang keragaman dan penyebaran jenis kuskus di pulau Obi, tingkat perburuan liar spesies ini yang meningkat, maka diperlukan berbagai upaya-upaya dasar untuk menyediakan data-data dan informasi guna kebijaksanaan konservasi spesies endemik ini di di pulau Obi.

Berdasarkan permasalahan tersebut, perlu dilakukan studi mengenai kepadatan populasi dan tumbuhan pakan Kuskus agar dapat menjadi sumber informasi dalam upaya pengelolaan yang dapat dilakukan untuk perlindungan dan pelestarian kuskus terutama di Pulau Obi.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan Hutan Desa Jikotamo Kecamatan Obi, Kabupaten Halmahera Selatan. Penelitian dilaksanakan selama 6 bulan yaitu pada bulan Juli - Desember 2018.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan yaitu; GPS (*Global Positioning System*) Garmin E-Trex Vista.), kamera, senter 9 volt, kompas, meteran, perangkap dan alat tulis. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian adalah peta rupa bumi dan peta penutupan lahan Halmahera selatan.

C. Metode

Metode yang digunakan yaitu metode survei berdasarkan jalur dan waktu pengamatan dengan teknik observasi secara langsung, wawancara, dan dokumentasi. Data dikumpulkan pada musim hujan dan musim panas. Data kepadatan kuskus di dapatkan melalui kombinasi metode transek jalur (Van Strien, 1969). Pengambilan data pada penelitian ini dengan melakukan metode standar *broad survei* (survei menyeluruh). Tahap pengambilan data dilakukan dengan tahapan sebagai berikut:

1. **Studi Area;** pengambilan data dilakukan dengan cara melakukan survey terlebih dahulu pada lokasi-lokasi yang diduga pernah di jumpai adanya aktivitas kuskus berdasarkan informasi masyarakat lokal.
2. **Wawancara;** merupakan metode wawancara terhadap warga masyarakat khususnya petani dan pemburu
3. **Observasi Lapangan;** observasi dilakukan secara serempak pada titik-titik pengamatan yang telah ditentukan. Tahap-tahap dalam observasi lapangan yaitu.

1) Tahap pengamatan kepadatan populasi;

Langkah-langkah yang dilakukan dalam pengamatan kepadatan kuskus yaitu 1) penetapan jalur transek dilakukan dengan menyusuri tepian sungai, hutan hujan tropis dataran rendah, bukit dan pegunungan, 2) membuat plot berukuran 20 x 20 m pada titik dijumpai kuskus 3) melakukan penghitungan menggunakan *point count* dan *line transect* dimana setiap titik ditempatkan dua orang pengamat. Pengamatan dilakukan dengan cara meniru suara kuskus oleh masyarakat lokal setempat dan mencatat seluruh individu yang teramati oleh pengamat.

2) Tahap pengambilan data pakan kuskus;

Informasi tentang pakan kuskus diketahui melalui petani pemburu kuskus dan pengamatan langsung. Data pakan meliputi nama tumbuhan, serta bagian tumbuhan yang dimakan, misalnya buah, bunga, pucuk, daun, dll. Pengamatan pakan kuskus dilakukan dengan mengamati secara langsung tumbuhan yang dimakan maupun bekas gigitan bagian daun dan buah tumbuhan. Informasi mengenai tumbuhan

pakan kuskus diketahui melalui pemandu dan para petani lokal.

4. Identifikasi Tumbuhan Pakan

Data tumbuhan pakan kuskus yang belum diketahui nama ilmiahnya diidentifikasi langsung di lokasi penelitian menggunakan Buku Kunci Determinasi Dr. C.G.G.J Van Steenis, (1975). Setelah teridentifikasi selanjutnya dilakukan validasi nama tumbuhan menggunakan data base <http://www.tropicos.org/>. Sedangkan jenis tumbuhan yang secara umum diketahui nama ilmiahnya tidak dilakukan identifikasi tetapi dilakukan koleksi foto.

D. Analisis Data

Data yang dikumpulkan dianalisis menggunakan statistik deskriptif dan ditampilkan dalam bentuk tabel dan gambar (bagan, grafik dan foto). Uraian analisis masing-masing variabel yaitu sebagai berikut.

1. Analisis Populasi Kuskus

Paramter populasi kuskus yang diamati meliputi, kepadatan populasi. Pada metode penelitian ini diasumsikan bahwa populasi kuskus menyebar secara acak. Data survey selanjutnya ditabulasi dan dihitung nilai rata-rata dan kisarannya.

i (jumlah individu)

$$N = \frac{J}{S}$$

ii (kepadatan populasi)

$$D = \frac{N}{P \times l}$$

Keterangan

D = dugaan populasi satwa (ekor/km²)

N = jumlah individu satwa (ekor)

J = jumlah total jejak dalam lokasi

S = jumlah seluruh sensus dalam lokasi

P = panjang jalur dalam lokasi

l – lebar jalur sensus dalam lokasi (m)

2. Pakan Kuskus

Data hasil pengamatan di lapangan dibuat tabel berupa jenis tumbuhan yang dimakan oleh kuskus. Hasilnya kemudian dianalisis secara deskriptif kualitatif. Analisis deskriptif yang dimaksud adalah penyajian data pakan berdasarkan pada persentase jenis tumbuhan yang dikonsumsi.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kepadatan Kuskus di Pulau Obi

Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat 39 individu Kuskus jenis *Phalanger ornatus* (Tabel 1, 2, 4, 5, 6, 7, 8) dan 2 individu Kuskus endemik Obi yaitu *Phalanger rothschildi* (Tabel 3). Berdasarkan data tersebut maka jumlah Kuskus di Pulau Obi yang ditemukan pada delapan jalur pengamatan sebanyak 41 individu dengan jumlah jantan 14 Individu dan betina 27 Individu. Hasil analisis kepadatan kuskus disajikan pada Tabel 9.

Data hasil pada tabel 1-8 diketahui bahwa tingkat perjumpaan kuskus berdasarkan waktu yaitu kuskus lebih banyak dijumpai pada pukul 19.15 – 00.15 yaitu dengan jumlah individu 30 ekor dan pada waktu 00.15 – 06.15 dijumpai 11 ekor. Sedangkan data hasil kepadatan individu (Tabel 9) menunjukkan bahwa rerata kepadatan kuskus dikawasan hutan Desa Jikotamo adalah 25 ind/ha. Data hasil penelitian membuktikan bahwa tingkat perjumpaan berdasarkan jenis kelamin yaitu kuskus betina lebih banyak dijumpai dibandingkan dengan kuskus jantan. Grafik tingkat perjumpaan kuskus jantan dan betina berdasarkan waktu di kawasan hutan Desa Jikotamo pulau Obi disajikan pada gambar 1.

Tabel 1. Tingkat perjumpaan kuskus (*Phalanger ornatus*) di Pulau Obi pada jalur I (*The frequency of cuscus (Phalanger ornatus) Encounter in Obi Island at Transect I*)

Jalur Pengamatan (Survey Transect)	Titik Koordinat (Coordinat Point)		Jumlah Individu (Number of Individuals)		Waktu Perjumpaan (Time Encounter)
	S	E	♂	♀	
Jalur I/Transect I (Dataran Rendah/Lowland)	1°20'46.899	127°39'49.529	0	1	19.15
	1°20'51.465	127°39'56.016	1	0	20.37
	1°20'56.762	127°40'02.593	0	1	20.51
	1°21'05.914	127°40'10.986	0	1	21.40
	1°21'11.900	127°40'14.827	1	0	23.13
	1°21'18.069	127°40'14.920	1	0	05.24
	1°21'24.296	127°40'12.234	0	1	05.43

Tabel 2. Tingkat perjumpaan kuskus (*Phalanger ornatus*) di Pulau Obi jenis pada jalur II (*The frequency of cuscus (Phalanger ornatus) Encounter in Obi Island at Transect II*)

Jalur Pengamatan (Survey Transect)	Titik Koordinat (Coordinat Point)		Jumlah Individu (Number of Individuals)		Waktu Perjumpaan (Time Encounter)
	S	E	♂	♀	
Jalur II/Transect II (Perkebunan Pantai/farmland/garden, coastal area)	1°21'28.358	127°40'11.746	0	1	20.17
	1°21'33.777	127°40'11.366	1	0	22.37
	1°21'38.338	127°40'11.025	0	1	05.21

Tabel 3. Tingkat perjumpaan kuskus (*P. rothschildi*) di Pulau Obi pada jalur III (*The frequency of cuscus (P. rothschildi) Encounter in Obi Island at Transect III*)

Jalur Pengamatan (Survey Transect)	Titik Koordinat (Coordinat Point)		Jumlah Individu (Number of Individuals)		Waktu Perjumpaan (Time Encounter)
	S	E	♂	♀	
Jalur III/ Transect III Pegunungan (Mountainous area)	1°21'38.164	127°40'03.386	0	1	21.40
	1°21'37.643	127°40'01.109	1	0	23.51

Tabel 4. Tingkat perjumpaan kuskus (*Phalanger ornatus*) di Pulau Obi jenis pada jalur IV (*The frequency of cuscus (Phalanger ornatus) Encounter in Obi Island at Transect IV*)

Jalur Pengamatan (Survey Transect)	Titik Koordinat (Coordinat Point)		Jumlah Individu (Number of Individuals)		Waktu Perjumpaan (Time Encounter)
	S	E	♂	♀	
Jalur IV/Transect IV Sungai/River	1°21'41.245	127°39'56.859	1	0	19.59
	1°21'44.214	127°39'51.563	0	1	20.47
	1°21'47.694	127°39'39.054	0	1	23.56
	1°21'48.403	127°39'35.346	0	1	05.16
	1°21'48.679	127°39'31.214	1	0	05.58

Tabel 5. Tingkat perjumpaan kuskus (*Phalanger ornatus*) di Pulau Obi jenis pada jalur V
(*The frequency of cuscus (Phalanger ornatus) Encounter in Obi Island at Transect V*)

Jalur Pengamatan (Survey Transect)	Titik Koordinat (Coordinat Point)		Jumlah Individu (Number of Individuals)		Waktu Perjumpaan (Time Encounter)
	S	E	♂	♀	
Jalur V/ <i>Transect V</i>	1°21'38.164	127°40'03.386	0	1	21.04
Hutan Dataran Tinggi/ <i>Table Land Forest</i>	1°21'37.643	127°40'01.109	1	0	23.24

Tabel 6. Tingkat perjumpaan kuskus (*Phalanger ornatus*) di Pulau Obi jenis pada jalur VI
(*The frequency of cuscus (Phalanger ornatus) Encounter in Obi Island at Transect VI*)

Jalur Pengamatan (Survey Transect)	Titik Koordinat (Coordinat Point)		Jumlah Individu (Number of Individuals)		Waktu Perjumpaan (Time Encounter)
	S	E	♂	♀	
Jalur VI/ <i>Transect VI</i>	1°21'42.977	127°40'13.390	1	0	19.42
Hutan Pantai/ <i>Coastal Forest</i>	1°21'33.777	127°40'15.955	0	1	20.47
	1°21'38.338	127°40'19.454	0	1	05.49

Tabel 7. Tingkat perjumpaan kuskus (*Phalanger ornatus*) di Pulau Obi jenis pada jalur VII
(*The frequency of cuscus (Phalanger ornatus) Encounter in Obi Island at Transect VII*)

Jalur Pengamatan (Survey Transect)	Titik Koordinat (Coordinat Point)		Jumlah Individu (Number of Individuals)		Waktu Perjumpaan (Time Encounter)
	S	E	♂	♀	
Jalur VII/ <i>Transect VII</i>	1°21'28.320	127°40'20.699	1	0	19.17
Perkebunan	1°21'29.740	127°40'25.527	0	1	19.51
Lembah (<i>Valley garden</i>)	1°21'31.766	127°40'31.277	0	1	20.33
	1°21'33.891	127°40'33.820	1	0	20.56
	1°21'36.671	127°40'36.447	0	1	21.11
	1°21'40.362	127°40'39.415	0	1	21.49
	1°21'41.321	127°40'44.237	0	1	22.17
	1°21'45.502	127°40'46.901	1	0	23.13
	1°21'46.256	127°40'52.303	0	1	05.13
	1°21'45.564	127°40'58.359	1	0	05.36
	1°21'50.831	127°41'03.530	0	1	05.57

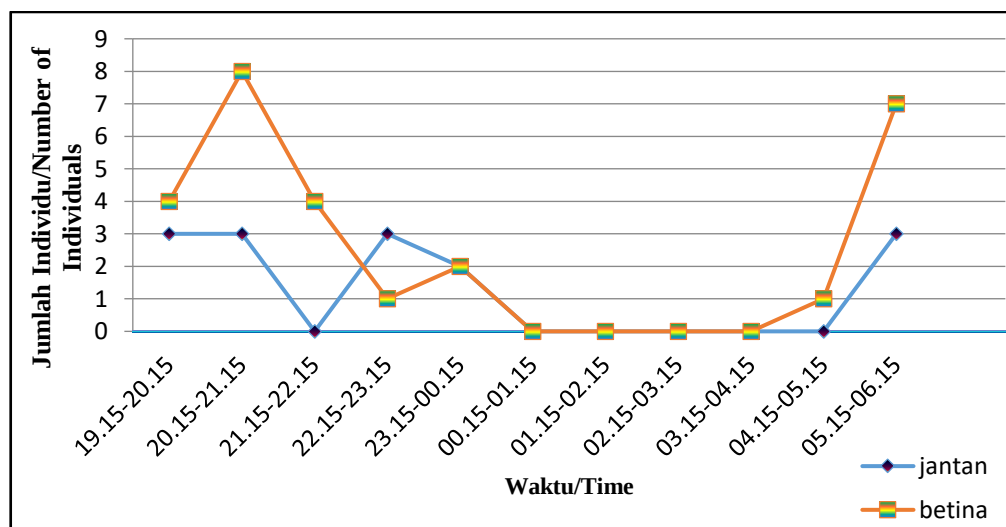
Tabel 8. Tingkat perjumpaan kuskus (*Phalanger ornatus*) di Pulau Obi jenis pada jalur VIII
(*The frequency of cuscus (Phalanger ornatus) Encounter in Obi Island at Transect VIII*)

Jalur Pengamatan (Survey Transect)	Titik Koordinat (Coordinat Point)		Jumlah Individu (Number of Individuals)		Waktu Perjumpaan (Time Encounter)
	S	E	♂	♀	
Jalur	1°20'54.408	127°38'52.020	1	0	19.36
VIII/ <i>Transect VIII</i>	1°20'56.141	127°38'50.097	0	1	20.01
	1°20'59.434	127°38'52.015	1	0	20.45
Perkebunan	1°21'02.257	127°38'49.567	0	1	21.12
Perbukitan	1°21'04.891	127°38'48.365	0	1	22.04
(<i>Hills garden</i>)	1°21'06.076	127°38'50.181	0	1	23.46

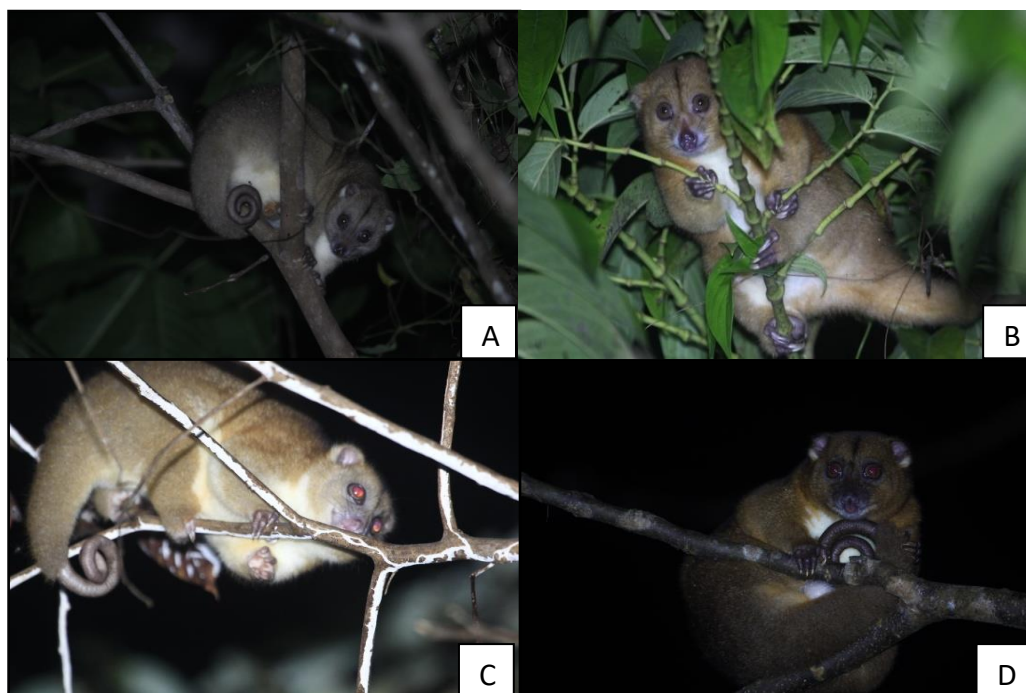
1°20'58.651	127°38'47.772	1	0	05.27
1°20'44..532	127°38'38.088	0	1	05.49

Tabel 9. Kepadatan kuskus di Kawasan Hutan Desa Jikotamo Pulau Obi (*Cuscus density in the Forest Area of Jikotamo Village, Obi Island*)

Jalur Pengamatan (Survey Transect)	Jumlah Individu (Number of Individuals) (Ni)		Luas Area Cuplikan (Coverage Area) (A)	Kepadatan (Density) (D)
	♂	♀		
Jalur 1. Hutan dataran rendah (Lowland forest)	3	4	2.800 m ²	7 ind/0,28 ha
Jalur 2. Perkebunan pantai (Coastal garden)	1	2	1.200 m ²	3 ind/0,12 ha
Jalur 3. Pegunungan (Mountainous area)	1	1	800 m ²	2 ind/0,08 ha
Jalur 4. Perkebunan dekat Sungai (Garden near river)	1	4	2.000 m ²	5 ind/0,2 ha
Jalur 5. Hutan dataran tinggi (Table Land forest)	1	1	800 m ²	2 ind/0,08 ha
Jalur 6. Hutan pantai (Coastal forest)	2	1	1.200 m ²	3 ind/0,12 ha
Jalur 7. Perkebunan lembah (Valley garden)	3	8	4.400 m ²	11 ind/0,44 ha
Jalur 8. Perkebunan perbukitan (Hills garden)	2	6	3.200 m ²	8 ind/0,32 ha
Jumlah	14	27	16.400 m²	41 ind/1,64 ha
	41		1,64 ha	25/ha



Gambar 1 (Figure 1). Grafik Tingkat Perjumpaan Kuskus Berdasarkan Waktu (*Chart of Encounter Level of Cuscus Based on Time*)



Gambar 2 (Figure 2). [A] Kuskus *Phalanger rothschildi* pada Jalur Bukit (*Cuscus Phalanger rothschildi* at Hills Transect) , [B] Kuskus *Phalanger ornatus* pada Jalur Sungai (*Cuscus Phalanger ornatus* att River Transect), [C] Kuskus *Phalanger ornatus* pada jalur Pegunungan (*Cuscus Phalanger ornatus* at Mountain Transect) [D] Kuskus jenis *Phalanger ornatus* pada dataran rendah (*Cuscus Phalanger ornatus* at Lowland Transect).

1. Tumbuhan Pakan Kuskus di Pulau Obi

Hasil pengamatan menemukan 16 jenis tumbuhan sebagai sumber pakan Kuskus. Hewan nokturnal ini lebih banyak mengkonsumsi buah dari pada bunga dan daun. Pada penelitian ini tidak di jumpai kuskus mengkonsumsi hewan sebagai pakan. Jenis tumbuhan sebagai pakan kuskus merupakan jenis yang ditemukan langsung di area penelitian dan informasi dari pemandu. Tumbuhan pakan kuskus disajikan pada Tabel 10.

Kuskus mengkonsumsi bagian buah yang masih muda, kami menemukan sisa-sisa pakan kuskus di lantai hutan atau dibawah pohon tumbuhan pakan. Berdasarkan pada temuan penelitian ini maka suku tumbuhan yang sering dikonsumsi oleh kuskus di pulau Obi yaitu Moraceae, namun jenis tumbuhan yang paling disukai oleh Kuskus adalah

tumbuhan Siri Hutan (*Piper aduncum* L.) Gersen (*Muntingia calabura* L.), dan buah dari tanaman Cacao (*Theobroma cacao* L.) yang masih muda. Adapun distribusi suku sebagai sumber pakan Kuskus disajikan pada Gambar 3.

IV. PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil analisis kepadatan kuskus di kawasan hutan Desa Jikotamo diketahui bahwa jumlah individu kuskus yang ditemukan sebanyak 41 yang terdiri dari 25 ekor betina (61%) dan 16 ekor jantan (39%) dengan rata-rata luas area survey 1,64 Ha. Data tersebut berarti bahwa jika dalam luas area satu hektar rata-rata tingkat perjumpaan Kuskus sebanyak 25 ind/ha, semakin banyak jumlah individu kuskus yang ditemukan dalam kawasan penelitian, maka semakin padat, begitu juga sebaliknya, semakin sedikit jumlah

individu kuskus yang ditemukan dalam lokasi penelitian, maka akan semakin renggang. Suatu keadaan akan dikatakan semakin padat bila jumlah individu pada suatu batas ruang tertentu semakin banyak dibandingkan dengan luas ruangnya. Kepadatan kuskus berhubungan dengan ketersediaan pakan, dalam penelitian ini kuskus lebih sering dijumpai pada bulan Oktober-Desember, aktivitas kuskus pada bulan tersebut karena adanya musim bunga dan buah (Marthinus & Tuaputty, 2015; Wondama, 2018).

Berdasarkan analisis kepadatan kuskus berdasarkan jenis kelamin diketahui bahwa jumlah kuskus betina lebih banyak jika dibandingkan dengan jumlah kuskus jantan. Jumlah kuskus betina yang dijumpai di lokasi penelitian sebanyak 27 ekor dalam luas area 1,64 ha (65.85%). Jumlah Kuskus jantan yang dijumpai di lokasi penelitian dengan luas 1,64 ha sebanyak 14 ekor (34.14%). Dari data tersebut, maka dalam luas area satu hektar, kuskus jantan lebih sedikit dibandingkan dengan Kuskus betina. Aktivitas kuskus betina dalam masa menyusui sangat tinggi sehingga kuskus tersebut lebih aktif untuk mencari pakan yang mengandung protein, mineral dan asam lemak yang tinggi, untuk metabolisme tubuh sangat diperlukan untuk menjaga kondisi tubuhnya sehingga tetap aktif dalam masa menyusui. Protein berperan penting terhadap pertumbuhan, reproduksi, dan ketahanan terhadap penyakit (Menzies & Pernetta, 1986) (Dawson & Degabriele, 1973; Riley, 2019).

Perjumpaan kuskus di Pulau Obi terbanyak yaitu pada perkebunan. Kehadiran Kuskus disebabkan oleh faktor ketersediaan pakan dan predator. Panjang jalur transek yang berbeda-beda dan

perbedaan kontur wilayah setiap habitat dalam jalur pengamatan, menyebabkan jalur transek yang memiliki jalur yang sangat menanjak dan sangat curam untuk dilewati. Selain itu, perbedaan luas habitat kuskus juga mempengaruhi ketersediaan pakan kuskus yang berdampak pada kehadiran kuskus di lokasi penelitian. Secara umum, kondisi habitat kuskus di kawasan hutan Desa Jikotamo memiliki peran penting dalam kehidupan kuskus. Kondisi habitat yang baik akan memberikan dampak positif bagi kehidupan kuskus, begitu juga sebaliknya kondisi habitat yang tidak baik akan memberikan dampak negatif bagi kehidupan Kuskus. Indikator dari habitat satwa yang baik adalah tersedianya sumber pakan yang cukup, baik dari segi kelimpahan jenis maupun jumlahnya (Martin et al., 2018).

Berdasarkan pengamatan langsung di lapangan, kawasan hutan desa Jikotamo memiliki kawasan hutan yang rimbun serta banyak ditumbuhi tanaman perkebunan dan pohon-pohon produktif. Selain itu, tumbuhan sebagai pakan kuskus juga banyak ditemukan dalam lokasi penelitian. Hal tersebut menunjukkan bahwa kondisi habitat kuskus di kawasan hutan Desa Jikotamo tergolong baik. Kondisi tersebut jika dibandingkan dengan jumlah individu kuskus tersebut mengartikan bahwa, kawasan hutan Desa Jikotamo dapat menunjang kehidupan semua jenis kuskus yang dijumpai. Jumlah maksimum individu satwa liar yang dapat hidup di tempat tertentu ditentukan oleh kemampuan suatu habitat untuk mendukung hidupnya, jika satwa liar dapat hidup dan berkembang biak di suatu kawasan, berarti kawasan itu tergolong masih baik kondisinya (Meijaard, 2001; Febriadi, 2015; Pratiwi, 2016).

Tabel 10. Tumbuhan pakan Kuskus di Pulau Obi (*Cuscus Feed Plant in Obi Island*)

No	Famili (<i>Family</i>)	Nama Lokal (<i>Local Name</i>)	Nama Ilmiah (<i>Scientific Name</i>)	Bagian yang Dimakan (<i>Edible part</i>)
1	Anacardiaceae	Mangga	<i>Mangifera indica</i>	Buah (<i>Fruit</i>)
		Kedondong	<i>Spondias dulcis</i>	Buah (<i>Fruit</i>)
2	Dipterocarpaceae	Rambutan	<i>Nephelium lappaceum</i>	Buah, Bunga (<i>Fruit, Flower</i>)
3	Gnetaceae	Ganemo	<i>Gnetum genom</i>	Buah (<i>Fruit</i>)
4	Moraceae	Pohon bulat	<i>Ficus racemosa</i>	Buah (<i>Fruit</i>)
		Awar-awar	<i>Ficus septica</i>	Buah (<i>Fruit</i>)
		Amo	<i>Artocarpus communis</i> Forst.	Buah (<i>Fruit</i>)
		Beringin	<i>Ficus</i> sp.	Buah (<i>Fruit</i>)
5	Myrtaceae	Cengkeh	<i>Syzygium aromaticum</i> L.	Bunga (<i>Flower</i>)
		Jambulang	<i>Eugenia cumini</i> Druse	Buah (<i>Fruit</i>)
6	Malvaceae	Coklat	<i>Theobroma cacao</i> L.	Buah (<i>Fruit</i>)
		Durian	<i>Durio zibethinus</i>	Bunga (<i>Flower</i>)
7	Musaceae	Pisang	<i>Musa paradisiaca</i> L.	Buah (<i>Fruit</i>)
8	Muntingiaceae	Gersen	<i>Muntingia calabura</i> L.	Buah, Bunga, Daun (<i>Fruit, Flower & Leaves</i>)
9	Piperaceae	Siri Hutan	<i>Piper aduncum</i> L.	Buah, Daun (<i>Fruit, Leaves</i>)
10	Sapindaceae	Matoa	<i>Pometia pinnata</i>	Buah, Daun (<i>Fruit, Leaves</i>)
11	Salicaceae	Tomi-tomi	<i>Flacourtia inermis</i>	Buah, Daun (<i>Fruit, Leaves</i>)

Keberadaan vegetasi merupakan komponen biotik habitat yang sangat menentukan bagi herbivora. Ketersediaan makanan bagi satwa herbivora sangat tergantung pada kelimpahan dan distribusi tumbuhan pakan. Keberadaan vegetasi selain sebagai sumber makanan juga merupakan jenis struktur lingkungan untuk pelindung (*cover*) bagi satwa liar (Daut, Brightsmith, Mendoza, Puhakka, & Peterson, 2015). Ketersediaan jumlah pakan kuskus yang banyak dalam lokasi penelitian dapat memicu kehadiran kuskus yang semakin meningkat, hal ini tentu akan menghasilkan kepadatan yang semakin meningkat pada tahun-tahun berikutnya jika tidak terjadi kerusakan pada habitat yang berdampak pada berkurangnya jumlah pakan (Dawson & Degabriele, 1973); (Archer & Kirsch, 2006)

Tumbuhan *Piper aduncum* L. *Muntingia calabura* L., dan jenis *Ficus racemosa* sangat disukai oleh kuskus di Pulau Obi. Kuskus jenis *Phalanger ornatus* dan *Phalanger rothschildi* beraktivitas mencari makan pada pukul

19.15. Kuskus bukan hewan yang rakus, dari hasil pengamatan hewan nokturnal ini mengkonsumsi buah secara perlahan-lahan dengan posisi diam. Pergerakan Kuskus melalui cabang pohon sangat cepat, hewan malam ini merupakan pemanjat yang sangat baik dan sangat cepat. Pengamatan kami berdasarkan waktu makan ditemukan bahwa kuskus akan beristirahat makan pada 01.15, namun berbeda dengan beberapa individu pada jalur lainnya yaitu lebih cepat beristirahat yaitu jam 11.46. Kuskus adalah hewan berkantung dengan pergerakan pada cabang pohon sangat cepat dan memiliki indera pendengaran dan penciuman yang tajam (Farida, Nurjaeni, Mutia & Diapari, 2004; Archer & Kirsch, 2006; Kayadoe, Koibur, & Warmetan, 2017);

Kuskus endemik Obi *P. rothschildi* dapat dijumpai di atas pohon dengan ketinggian 5 - 29 meter. Dari hasil pengamatan yang dilakukan, kuskus *P. rothschildi* lebih sering dijumpai beraktivitas pada tumbuhan pakan yang terdiri dari *Piper aduncum* L., *Artocarpus*

communis Forst dan *Ficus* sp. Hasil identifikasi menemukan 16 jenis tumbuhan yang tergolong dalam 11 suku sebagai pakan kuskus. Berdasarkan bagian tumbuhan yang menjadi pakan kuskus dapat dibedakan menjadi buah sebanyak 9 jenis (56,25%), buah dan daun sebanyak 3 jenis (18,75%), bunga sebanyak 2 jenis (12,5), buah dan bunga sebanyak 1 jenis (6,25%), dan bagian buah, bunga dan daun sebanyak 1 jenis (6,25%). Dari penelitian terdahulu dilaporkan bahwa bagian pohon yang dimakan kuskus adalah buah, daun muda, bunga, dan pucuk (Farida & Dahrudin, 2000); (Sinery, 2016), sedangkan dari jenis tumbuhan merambat, bagian yang dimakan adalah daun muda dan buah. Dalam penelitian ini tidak ditemukan kuskus mengkonsumsi pucuk dan hewan sebagai pakan.

Tumbuhan yang buahnya menjadi pakan kuskus berdasarkan penelitian langsung adalah awar-awar (*Ficus septica*), mangga (*Mangifera indica*), jambulang (*Eugenia cumini* Druse), beringin (*Ficus* sp.), amo (*Artocarpus communis* Forst.), kedondong (*Spondias dulcis*), ganemo (*Gnetum genom*) dan pisang (*Musa paradisiaca* L.). Kuskus juga memakan daun muda dan buah. Daun muda dan buah dari siri hutan (*Piper aduncum* L.), matoa (*Pometia pinnata*) dan tomi-tomi (*Flacourtia inermis*). Sedangkan cengkeh (*Syzygium aromaticum* L.) dan durian (*Durio zibethinus*) bunganya menjadi sumber pakan kuskus. Gersen (*Muntngia calabora* L.) buah, bunga, dan daunnya dikonsumsi oleh kuskus, sedangkan jenis tumbuhan yang buah dan bunganya dijadikan pakan kuskus adalah rambutan (*Nephelium lapacaeum*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kuskus merupakan hewan pemakan tumbuhan (herbivora), walaupun beberapa literatur melaporkan bahwa kuskus di habitat aslinya juga mengkonsumsi telur burung, kadal dan anak mamalia kecil (Menzies & Pernetta, 1986). Dari banyaknya jenis pakan yang

dipilih kuskus berupa tumbuhan pohon, jelas terlihat bahwa kuskus adalah hewan arboreal atau hewan yang hidupnya di atas pohon dan beraktivitas pada malam hari dengan pergerakan yang cepat namun diam saat adanya cahaya.

V. KESIMPULAN

Kuskus anggota genus *phalanger* yang dijumpai dalam penelitian ini adalah *Phalanger rothschildi* endemik Obi dan *Phalanger ornatus*. Kepadatan kuskus di kawasan hutan Desa Jikotamo rata-rata 25 ind/Ha. Kuskus mengkonsumsi 16 Jenis tumbuhan sebagai sumber pakan utama yaitu tumbuhan sirih hutan (*Piper aduncum* L.), Cengkeh (*Syzygium aromaticum*), Kersen (*Muntingia calabora* L.), Awar-awar (*Ficus septica*), Mangga (*Mangifera indica*), Cokelat (*Theobroma cacao* L.), Beringin (*Ficus* sp.), Sukun (*Artocarpus altilis*), Durian (*Durio zibethinus*), Matoa (*Pometia pinnata*), Rambutan (*Nephelium* sp.), Kedondong (*Spondias dulcis*), Tomi-tomi (*Flacourtia inermis*), Ganemo (*Gnetum genom*), Pisang (*Musa paradisiaca* L.) Bagian tumbuhan yang dimakan meliputi buah, bunga dan daun.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kami ucapkan kepada bapak kepala desa Jikotamu dan desa Anggai yang telah memberikan izin penelitian. Bapak Lapanga, Ibu Lapanga dan seluruh petani yang memberikan informasi tentang habitat Kuskus.

DAFTAR PUSTAKA

- Achmad, A., Ngakan, P. O., & Maulany, R. I. (2016). Potensi Pakan dan Preferensi Bersarang Kuskus Beruang (Ailurops. *Prosiding Seminar Nasional Biologi 2016*, (November).
- Alikodra, H. S. 1990. *Pengelolaan Satwa Liar Jilid I*. Departemen Pendidikan Dan Kebudayaan, Direktorat Jendral

- Pendidikan Tinggi, Pusat Antar Universitas Ilmu Hayati, IPB: Bogor.
- Archer, M., & Kirsch, J. (2006). The evolution and classification of marsupials. *Marsupials*, 1–21. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511541889.002>
- Daut, E. F., Brightsmith, D. J., Mendoza, A. P., Puhakka, L., & Peterson, M. J. (2015). Illegal domestic bird trade and the role of export quotas in Peru. *Journal for Nature Conservation*, 27, 44–53. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2015.06.005>
- Dawson, T. J., & Degabriele, R. (1973). The cuscus (Phalanger maculatus) - a marsupial sloth? *Journal of Comparative Physiology*, 83(1), 41–50. <https://doi.org/10.1007/BF00694571>
- Farida, W. R., & Dahrudin, H. (2000). The selection of forest plants as feed resources and nesting site of dwarf cuscus (*Strigocuscus celebensis*) and nutrient analysis in Wawonii Island, South-East Sulawesi. *The Selection of Forest Plants as Feed Resources and Nesting Site*, 201–210.
- Farida, W. R., Nurjaeni, M. R., & Diapari, D. (2004). Digestibility capacity of captive bear cuscus (*Ailurops ursinus*) fed on alternative feed. *BioSMART*, 6(1), 65–70.
- Flannery, T., Archer, M., & Maynes, G. (1987). The phylogenetic relationships of living Phalangerids (Phalangerioidea: Marsupialia) with a suggested new taxonomy. In Archer, M. (ed.). *Possum and Opossum, Studies in Evolutions*. Sydney: Surrey Beatty & Sons and the Royal Zoological Society of New South Wales.
- Febriadi, I. (2015). *Studi tentang habitat dan pendugaan populasi kuskus bertotol biasa* Issn : 1907-7556.
- Kayadoe, M., Koibur, J. F., & Warmetan, H. (2017). Komposisi Kimia dan Komponen Serat Berbagai Jenis Pakan Lokal yang Berasal dari Habitat Asal Kuskus dan Penangkaran. *Sains Peternakan*, 12(1), 15. <https://doi.org/10.20961/sainspet.12.1.15-19>
- Marthinus, U., & Tuaputty, P. K. (2015). Kajian Fenotip Kuskus (Famili Phalangeridae) di Penangkaran Desa Lumoli. *Jurnal Sains Veteriner*, 33(2).
- Martin, T. E., Monkhouse, J., Connell, D. P. O., Analuddin, K., Karya, A., Priston, N. E. C. & Tosh, D. G. (2018). *Distribution and status of threatened and endemic marsupials on the offshore islands of south-east Sulawesi, Indonesia*.
- Menzies, J. I., & Pernetta, J. C. (1986). A Taxonomic Revision of Cuscuses Allied to Phalanger orientalis (Marsupialia: Phalangeridae). *Journal of Zoology*, 1(3), 551–618. <https://doi.org/10.1111/j.1096-3642.1986.tb00647.x>
- Pattiselanno, F. (2014). Cuscus (Phalangeridae) hunting by Napan communities at Ratewi Island, Nabire, Papua. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 8(4), 274–278. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d080406>
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Tahun 1999 Tentang Pengawetan Jenis Tumbuhan Dan Satwa. Diakses pada 28 Maret 2019.
- Pratiwi. (2016). Alam Tangkoko. *Jurnal Zooteck*, 36(1), 174–183.
- Riley, J. (2019). Mammals on the Sangihe and Talaud Islands, Indonesia, and the impact of hunting and habitat loss. *Oryz* 12401-1. 36(3), 288–296. <https://doi.org/10.1017/S0030605302000510>
- Saragih, E. V. I. W., Sadoeitoeboen, M. J., & Pattiselanno, F. (2014). The diet of cuscus (*Spilocuscus maculatus*) in natural and captivity habitat.

- Nusantara Bioscience*, 2(2), 78–83.
<https://doi.org/10.13057/nusbiosci/n020205>
- Sinery, A. S. (2016). The population of spotted cuscus (*Spilocuscus maculatus*) and its habitat carrying capacity in Numfor Island, Papua, Indonesia. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, 17(1), 315–321.
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d170143>
- Van Strien, N. (1969). A Guide to the Tracks of Mammals of Western Indonesia. *School Of Environmental Conservation Management - Ciawi, Indonesia*, 74(17), 4379–4381.
- Wondama, K. T., Barat, P., & Jenis, V. (2018). *Laporan Hasil Kegiatan Survei Populasi dan Habitat Kuskus di PT. Wijaya Sentosa*.

POTENSI PENGEMBANGAN BUDIDAYA SILVOFISHERY DI AREA MANGROVE WONOREJO SURABAYA

(Potential of The Silvofishery Cultivation in The Mangrove Area of Wonorejo Surabaya)

Nirmalasari Idha Wijaya*, Ninis Trisyani, dan/and Aniek Sulestiani

Universitas Hang Tuah, Jl. Arif Rahman Hakim, Nomor 150, Surabaya, 60111, 031-5846261

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: <i>Scylla serrata</i> , mangrove, silvofishery, cultivation, Wonorejo	<i>Regional Regulation of Surabaya City Government Number 3 of 2007 that the mangrove ecosystem designated as a conservation area in Pamurbaya is 2,500 hectares. But until 2015 the mangrove forests in the Pamurbaya area only had around 440 ha. The remaining about 2,060 hectares is still in the form of traditional ponds. The aim of this study was to assess the potential development of crab silvofishery cultivation in the Wonorejo mangrove area. The method of this research was used descriptive analysis of the mangrove ecosystem and the economic valuation of mud crab silvofishery cultivation. Silvofishery is a solution for the use of mangroves that are environmentally friendly. However, the development of silvofishery mangrove crabs in Wonorejo mangroves requires special efforts, in order to be successful, because of the low condition of mangrove aquatic environment for cultivation, which includes high pollutants of heavy metals (Pb, Cd and Hg), low Dissolved Oxygen (DO), and high rates of sedimentation in ponds. Low environmental conditions cause the growth rate of low-culture crabs to be only an average of 0.32 - 0.87 g / day, with a survival rate of around 50-58%.</i>
Kata kunci: <i>Scylla serrata</i> , mangrove, silvofishery, budidaya, Wonorejo	ABSTRAK Peraturan Daerah Kota Surabaya No 3 Tahun 2007 menetapkan bahwa ekosistem mangrove yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi di Pamurbaya seluas 2.500 ha. Namun sampai tahun 2015 hutan mangrove yang ada di kawasan Pamurbaya hanya ada sekitar 440 ha. Selebihnya sekitar 2.060 ha masih berupa lahan tambak tradisional yang tidak ramah bagi ekosistem mangrove. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menilai potensi pengembangan budidaya silvofishery kepiting di kawasan mangrove Wonorejo. Metode penelitian yang digunakan adalah analisis deskriptif terhadap ekosistem mangrove dan valuasi ekonomi terhadap budidaya silvofishery kepiting bakau. Silvofishery adalah solusi untuk pemanfaatan mangrove yang ramah lingkungan, namun pengembangan budidaya silvofishery kepiting bakau di mangrove Wonorejo memerlukan upaya khusus, agar dapat berhasil dengan baik. Hal ini disebabkan oleh rendahnya kondisi lingkungan perairan mangrove untuk budidaya, yaitu antara lain pada tingginya bahan pencemar logam berat (Pb, Cd, dan Hg), rendahnya Oksigen Terlarut (DO), dan tingginya laju sedimentasi dalam tambak. Kondisi lingkungan yang rendah menyebabkan laju pertumbuhan kepiting budidaya rendah hanya rata-rata 0,32 – 0,87 g/hari, dengan tingkat kelulushidupan sekitar 50-58%, sehingga menjadi tidak layak juga secara ekonomi.
Riwayat Artikel: Tanggal diterima: 27 Desember 2018; Tanggal direvisi: 12 Agustus 2019; Tanggal disetujui: 4 Oktober 2019	

Editor: Dr. Henti Hendalastuti Rachmat

Korespondensi penulis: Nirmalasari Idha Wijaya * (E-mail: nirmalasari@hangtuah.ac.id)

Kontribusi penulis: **NIW**: pengambilan data primer, mengolah data dan penulisan bidang ekologi mangrove dan kepiting bakau; **NT**: mengolah data dan penulisan bidang biologi perikanan; **AS**: mengolah data dan penulisan bidang analisis finansial

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.173-189>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license



I. PENDAHULUAN

Ekosistem mangrove memiliki peranan sebagai perpaduan antara aspek fisik dan aspek biologi, yang dikenal sebagai fungsi ekologis. Sedangkan pemanfaatannya akan bermakna sebagai aspek ekonomi dimana manusia merupakan salah satu unsur utama yang berperan sebagai pengguna ekosistem tersebut. Pemanfaatan sumber daya mangrove untuk kepentingan ekonomi seringkali menjadi permasalahan bagi ekosistem mangrove tersebut karena yang dilakukan umumnya berupa pengkonversian mangrove untuk pengembangan kegiatan skala besar seperti pertanian, akuakultur, logging, pengambilan garam, dan infrastruktur (Wijaya, 2011).

Pemanfaatan areal mangrove untuk budidaya silvofishery kepiting bakau dapat menjadi salah satu alternatif jalan keluar bagi permasalahan pemanfaatan lahan warga di sekitar kawasan konservasi mangrove. Dengan dimanfaatkan untuk silvofishery, maka masyarakat akan terus mempertahankan keberadaan pohon mangrove di lahan miliknya, sehingga areal lahan masyarakat dapat berfungsi sebagai zona penyangga bagi mangrove di kawasan ekowisata, yang merupakan zona inti.

Sejak beberapa tahun terakhir populasi kepiting bakau di daerah Pamurbaya semakin berkurang, hal ini antara lain disebabkan karena eksploitasi terhadap sumberdaya kepiting yang sangat intensif dan semakin berkurangnya ekosistem mangrove di wilayah Pamurbaya yang merupakan habitat kepiting. Dari hasil penelitian ini, diketahui bahwa laju eksploitasi kepiting betina di Wonorejo dengan nilai sebesar 0,63, sehingga sudah melebihi eksploitasi optimum yaitu sebesar 0,5 (Pauly, 1984). Yusrudin (2016) bahkan menyatakan bahwa laju eksploitasi kepiting bakau di Wonorejo mencapai nilai 0,72. Eksploitasi sumberdaya perairan yang mengabaikan kelestarian, baik karena pemanfaatan yang berlebihan maupun dengan cara yang

merusak habitat, pada akhirnya akan memiskinkan masyarakatnya.

Saat ini masyarakat pesisir Pamurbaya masih memanfaatkan kawasan mangrove untuk budidaya udang dan bandeng dengan sistem tambak tradisional. Sistem tambak tradisional dengan teknologi budidaya ekstensif cenderung lebih banyak menggunakan lahan, dengan produktivitas yang relatif rendah. Akibatnya kawasan mangrove yang dibuka untuk dikonversi menjadi lahan tambak juga makin luas. Seperti saat ini, menurut Peraturan Daerah Kota Surabaya No 3 Tahun 2007, ekosistem mangrove yang ditetapkan sebagai kawasan konservasi di Pamurbaya seluas 2.500 hektare. Namun sampai tahun 2015 hutan mangrove yang ada di kawasan Pamurbaya hanya ada sekitar 440 ha (Damayanti, Wijaya, & Patwati, 2017). Selebihnya sekitar 2.060 ha berupa lahan tambak tradisional, yang masih dapat direhabilitasi menjadi silvofishery.

Pemanfaatan mangrove untuk budidaya silvofishery kepiting bakau belum umum dilakukan di kawasan mangrove Wonorejo. Hal itu terjadi karena budidaya silvofishery mempunyai banyak kendala terkait dengan pemeliharaan biota budidaya. Pada kenyataannya, memelihara biota pada perairan yang volume airnya terbatas dan dengan sedimentasi yang sangat cepat, memerlukan rekayasa teknologi agar kualitas air yang tiba-tiba menurun dapat diatasi dengan cepat. Untuk itu dilakukan penelitian ini, dengan tujuan untuk menilai potensi ekologi pengembangan budidaya silvofishery kepiting di kawasan mangrove Wonorejo.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pengumpulan data ini dilaksanakan antara Juni 2017 sampai dengan Juli 2018. Lokasi penelitian adalah kawasan mangrove di Desa Wonorejo, Kecamatan Rungkut, dan pada lokasi tambak silvofishery yang dikelola oleh

Mangrove Information Center (MIC) di bawah Dinas Ketahanan Pangan Pertanian dan Perikanan Kota Surabaya, dengan koordinat 7°18'31" LS, 112°49'0" BT.

Tambak yang digunakan adalah tambak silvofishery di MIC Wonorejo dengan luas sekitar 1 hektar. Tambak ditutupi vegetasi mangrove dengan penutupan mencapai 80% dari area tambak. Bagian tambak yang akan digunakan untuk penelitian budidaya silvofishery kepiting bakau dibuat jembatan bambu, sebagai tempat untuk meletakkan katrol sebagai alat angkat karamba.

Lokasi pengamatan untuk survei vegetasi diletakkan pada 3 stasiun dengan 3 plot transek. Stasiun penelitian ditentukan di lokasi secara konseptual berdasarkan keterwakilan lokasi penelitian.

Stasiun 1 : Zona belakang ekosistem mangrove (supratidal)

Stasiun 2 : Zona tengah ekosistem mangrove (intertidal)

Stasiun 3 : Zona depan ekosistem mangrove (subtidal)

Masing-masing stasiun ditarik garis jalur sejauh 100 meter atau mengikuti ketebalan mangrove di lokasi tersebut. Pada jalur tersebut dibuat plot-plot. Pada

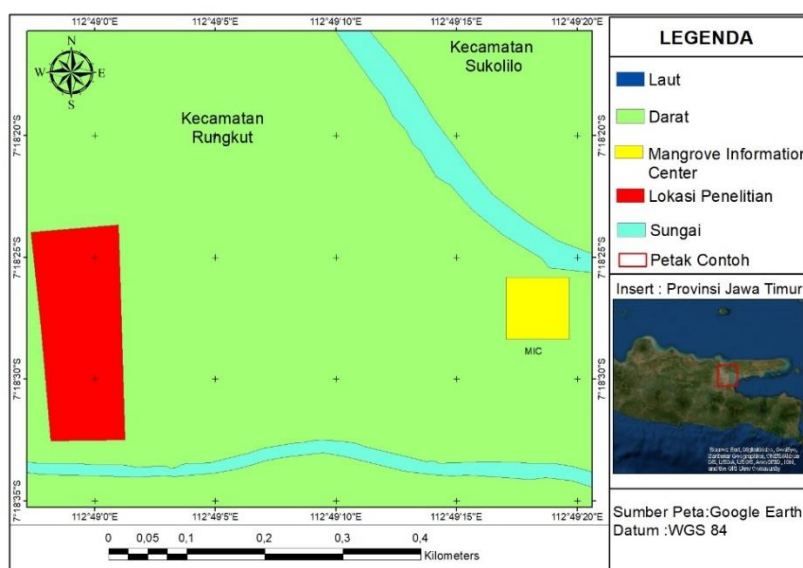
jalur dibuat petak contoh dengan ukuran 2 x 2 m untuk semai, 5 x 5 m untuk pancang, dan 10 x 10 m untuk pohon (Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove).

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah data mengenai ekosistem mangrove, biologi populasi kepiting bakau, kualitas lingkungan perairan di tambak silvofishery, dan data usaha budidaya silvofishery kepiting bakau.

Data yang dikumpulkan untuk mengetahui potensi ekosistem mangrove Wonorejo bagi budidaya silvofishery kepiting bakau, meliputi:

1. Kondisi kerapatan dan jenis vegetasi mangrove.
2. Parameter lingkungan perairan budidaya silvofishery.
3. Biologi populasi kepiting bakau.
4. Hasil usaha budidaya silvofishery kepiting bakau.
5. Kelayakan ekonomi usaha budidaya silvofishery kepiting bakau.



Gambar (Figure) 1. Lokasi tambak silvofishery di mangrove Wonorejo (*The location of silvofishery ponds in mangrove of Wonorejo*)

Alat yang digunakan untuk mengumpulkan data antara lain adalah GPS, tali rafia, roll meter, jangka sorong, timbangan digital, rambu ukur pasut, DO meter, termometer, refraktometer, pH meter, karamba *battery cell*, plastik sampel, dan kertas label.

C. Metode Penelitian

Penelitian dilakukan dengan metode survei, sebagaimana diuraikan pada Tabel 1.

D. Analisis Data

1) Analisis Data Vegetasi

Data vegetasi dianalisis dengan menghitung Kerapatan Jenis (K), Frekuensi (Fi), Dominansi (Di), Indeks nilai penting (INP), dan indeks keanekaragaman Shanon-Wiener (H').

2) Kelayakan Usaha Budidaya Silvofishery

a) Revenue Cost Ratio (R/C)

Analisis ini digunakan untuk melihat layak atau tidaknya suatu usaha yang dilakukan dengan membandingkan penerimaan dengan biaya produksi selama periode waktu tertentu (satu musim tanam). Secara matematis R/C dituliskan:

$R/C = \text{Total Revenue} / \text{Total Cost}$
Kriteria Usaha: $R/C > 1$, usaha menguntungkan; $R/C = 1$, usaha impas; $R/C < 1$, usaha merugikan

b) Net Present Value (NPV)

Net Present Value (nilai saat ini) adalah nilai kini dari keuntungan bersih yang akan diperoleh di masa yang akan datang. NPV merupakan selisih antara present value dari manfaat dengan present value dari biaya. Secara matematis NPV dapat dituliskan:

$$NPV = \left(\sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+r)^t} \right)$$

Bt = Manfaat pada tahun ke-t

Ct = Biaya pada tahun ke-t

r = Tingkat bunga diskonto
(*discount rate*)

n = umur ekonomis

t = 0, 1, 2, 3..... tahun ke-n

Kriteria Usaha: $NPV > 1$, usaha layak untuk dilaksanakan; $NPV = 1$, pengembalian sebesar *opportunity cost* modal; $NPV < 1$, usaha tidak layak dilakukan

c) Net Benefit Cost Ratio (Net B/C)

Net B/C merupakan perbandingan nilai sekarang dari keuntungan suatu usaha dengan biaya investasi pada awal usaha. Untuk menghitung nilai net B/C digunakan persamaan berikut:

$$NetB/C = \frac{\sum_{t=0}^n \frac{(B_t - C_t)}{(1+i)^t} (B_t - C_t) > 0}{\sum_{t=1}^n \frac{(C_t - B_t)}{(1+i)^t} (B_t - C_t) < 0}$$

Kriteria Usaha: $Net B/C > 1$, usaha layak untuk dilaksanakan; $Net B/C = 1$, usaha perlu ditinjau kembali; $Net B/C < 1$, usaha tidak layak dilakukan.

d) Payback Period (PbP)

Choliq & Wirasasmita (2004), Payback Period adalah jangka waktu kembalinya investasi yang telah dikeluarkan, melalui keuntungan yang diperoleh dari suatu proyek yang telah direncanakan. Untuk menghitung PbP digunakan rumus:

$$Payback Period = n + (a-b)/(c-b) \times 1 \text{ tahun}$$

n = Tahun terakhir dimana jumlah arus kas masih belum bisa menutup investasi mula-mula

a = Jumlah investasi mula-mula

b = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke - n

c = Jumlah kumulatif arus kas pada tahun ke n + 1

Kriteria: Periode pengembalian lebih cepat: layak; Periode pengembalian lebih lama: tidak layak.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kondisi Ekosistem Mangrove Wonorejo

Kawasan mangrove Wonorejo merupakan bagian kawasan konservasi mangrove Pamurbaya yang direhabilitasi menjadi kawasan ekowisata. Mangrove Wonorejo mulai direhabilitasi sejak tahun 2009, dan selanjutnya dijadikan sebagai kawasan ekowisata dan dibangun fasilitas Mangrove Information Centre (MIC). Sejak direhabilitasi tahun 2009, hingga saat ini mangrove Wonorejo telah mengalami perubahan pada pola zonasi ekosistemnya. Perubahan tersebut antara lain pada pembentukan zonasi vegetasinya. Perubahan struktur vegetasi juga akan menyebabkan perubahan dari profil vegetasi tumbuhan yang menyusun komunitas mangrove. Analisis struktur vegetasi mangrove Wonorejo pernah dilaporkan sebelumnya pada tahun 2018 oleh penulis (Wijaya & Huda, 2018) yaitu jenis mangrove yang dominan pada zona belakang adalah *Nypa fruticans* (84,2%), sedangkan pada zona tengah jenis yang dominan adalah *Excoecaria agallocha* (40,9%), dan pada zona depan adalah *Avicenia alba* (83,4%). Tingkat kerusakan

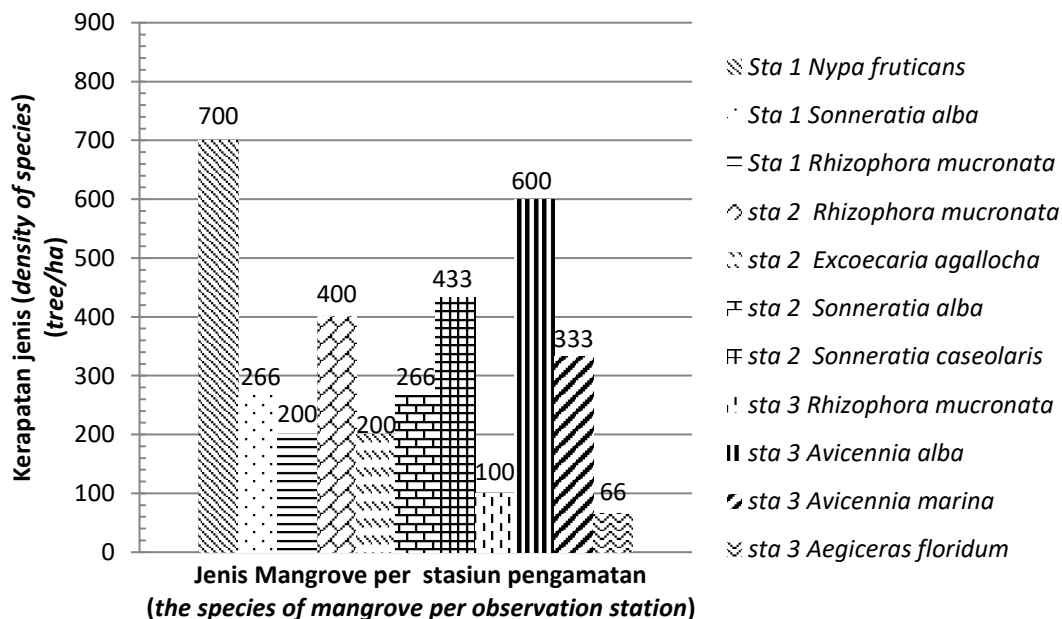
vegetasi mangrove di Wonorejo termasuk dalam kondisi sedang, dengan kerapatan pohon antara $\geq 1000 - < 1500$ per hektar. Indeks keanekaragaman pada semua zona rendah karena bernilai kurang dari 1,5.

1. Kerapatan Jenis Vegetasi Mangrove Wonorejo

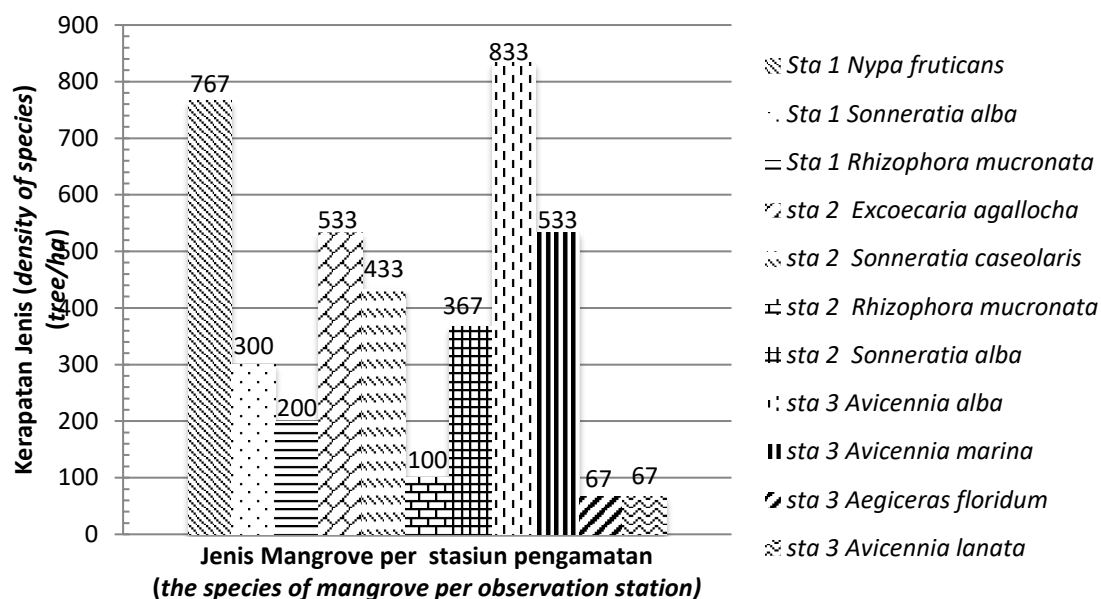
Nilai kerapatan jenis tingkat pohon berdasarkan hasil transek mangrove yang dilakukan di lokasi Mangrove Wonorejo Surabaya, disajikan pada Gambar 2.

Nilai kerapatan jenis tertinggi tingkat pancang disajikan pada Gambar 3 dan nilai kerapatan jenis tertinggi tingkat semai disajikan pada Gambar 4.

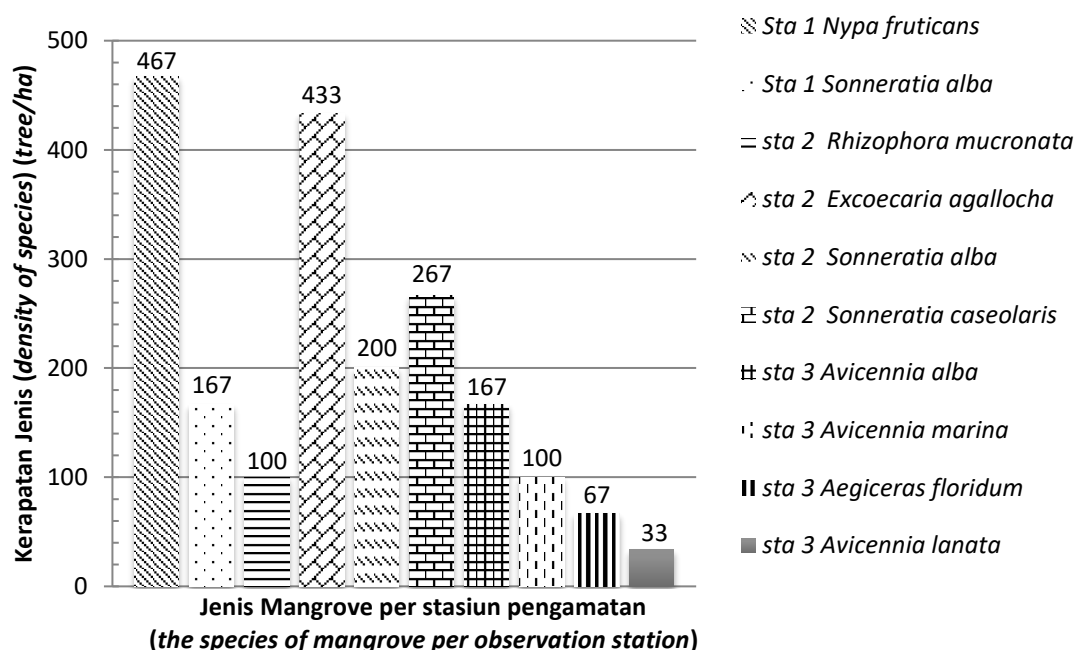
Bila dibandingkan antar ketiga ukuran vegetasi mangrove, yaitu pohon, pancang dan semai, tampak bahwa baik pada stasiun 1, stasiun 2, maupun stasiun 3, ketiga ukuran vegetasi tersebut ditemukan relatif merata. Hal ini menunjukkan bahwa ekosistem mangrove Wonorejo mempunyai struktur pertumbuhan vegetasi yang lengkap pada tingkat semai, pancang, dan pohon sehingga proses regenerasi dapat berlangsung dan akan terwujud kelestarian apabila tingkat ancaman/gangguan kerusakan terhadap ekosistem tersebut rendah.



Gambar (figure) 2. Kerapatan jenis mangrove tingkat pohon (density of mangrove species at tree level) (Wijaya & Huda, 2018)



Gambar (figure) 3. Kerapatan jenis mangrove tingkat pancang (*density of mangrove species at stake level*) (Wijaya & Huda, 2018)



Gambar (figure) 4. Kerapatan jenis mangrove tingkat semai (*density of mangrove species at seedling level*) (Wijaya & Huda, 2018)

Kerapatan jenis mangrove pada tingkat semai di stasiun 3 rata-rata lebih rendah (83,28 semai/ha) dibandingkan pada stasiun 1 (316,66 semai/ha) dan stasiun 2 (249,97 semai/ha). Rendahnya

tingkat semai di stasiun 1 bisa terjadi karena pada lantai mangrove di stasiun 1 penuh dengan sampah plastik yang berasal dari sampah buangan warga yang terjebak dalam hutan mangrove.

2. Indeks Nilai Penting (INP) Vegetasi Mangrove

Indeks Nilai Penting (INP) vegetasi mangrove di Wonorejo pada stasiun 1 adalah jenis *Nypa fruticans* yang memiliki nilai INP tertinggi sebesar 182% untuk tingkat pohon dan untuk tingkat pancang 197,4%. Stasiun 2 nilai INP tertinggi ada pada jenis *Excoecaria agallocha* dengan nilai INP sebesar 106,7% untuk tingkat pohon dan 94,1% untuk tingkat pancang. Kemudian pada stasiun 3 jenis *Avicennia alba* memiliki nilai INP tertinggi sebesar 181,79% untuk tingkat pohon dan untuk tingkat pancang 133%. Sedangkan nilai kerapatan dan indeks keanekaragaman untuk vegetasi yang berukuran pohon disajikan pada Tabel 2.

Mengacu pada Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : 201 Tahun 2004 Tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove, tingkat kerusakan vegetasi

mangrove di Wonorejo termasuk dalam kondisi sedang, dengan kerapatan pohon antara $\geq 1000 - < 1500$ per hektar.

Indeks keanekaragaman pada semua stasiun juga tergolong rendah karena bernilai kurang dari 1,5. Hal ini terjadi karena ekosistem mangrove Wonorejo merupakan ekosistem yang baru terbentuk setelah dilakukan penanaman kembali pada tahun 2009. Namun ekosistem ini mulai menunjukkan adanya suksesi ekosistem, terbukti dengan mulai adanya jenis-jenis mangrove lain yang tidak ditanam dengan sengaja, dan adanya semai yang cukup banyak.

3. Karakteristik Parameter Hidro-oseanografi

Parameter hidro-oseanografi yang diukur meliputi jenis substrat, lama rendaman dan tinggi rendaman pasut, disajikan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 2. Indeks keanekaragaman mangrove bertipe pohon di Wonorejo (*Diversity Index of mangrove that tree size in Wonorejo*)

Parameter	Sta 1	Sta 2	Sta 3
Kerapatan/ <i>density</i> (tree/ha)	1267	1433	1500
Indeks Keanekaragaman/ <i>Diversity Index</i> (H)	0,40	0,55	0,42

Tabel (Table) 3. Rerata hasil pengukuran parameter hidro-oseanografi di mangrove Wonorejo (*result of measurements of hydro-oceanographic in the Wonorejo Mangrove*).

Parameter	Kondisi Pasut (tide)	Perbani (<i>bandage</i>)			Purnama (<i>full moon</i>)		
		Sta. I	Sta. II	Sta. II	Sta. I	Sta. II	Sta. III
Jenis Substrat (<i>substrate</i>)		lempung lanauan (<i>silt clay</i>)	lempung lanauan (<i>silt clay</i>)	lempung lanauan (<i>silt clay</i>)	lempung lanauan (<i>silt clay</i>)	lempung lanauan (<i>silt clay</i>)	lempung lanauan (<i>silt clay</i>)
Lama Rendaman (<i>long tide immersion</i>) (hours)		17,2	17,7	19,3	16,8	18,3	19,7
Tinggi Rendaman (<i>high tide immersion</i>) (cm)		63,5	81,2	96,5	121,0	130,8	152,3

Pasang surut di lokasi penelitian memiliki tipe pasang surut campuran condong harian ganda dimana dalam satu hari terjadi dua kali pasang dan dua kali surut dengan tinggi dan periode yang berbeda namun pada periode tertentu juga terjadi satu kali pasang dan satu kali air surut, dengan nilai *formzahl* sebesar 0,65 nilai tersebut berada diantara 0,25 dan 1,5. Jenis sedimen di Hutan Mangrove Wonorejo Surabaya didominasi lempung lanauan tetapi pada plot 2 stasiun 3 ditemukan sedimen pasir lanauan.

Wijaya & Huda (2018) menyatakan parameter salinitas dan lama rendaman berkorelasi erat dengan jenis vegetasi mangrove di mangrove Wonorejo, dengan hasil perhitungan matrik korelasi (*Pearson*) dimana vegetasi mangrove dengan parameter salinitas memiliki koefisien korelasi 0,896 (korelasi sangat kuat) sedangkan vegetasi mangrove dengan parameter substrat memiliki koefisien korelasi 0,297 (korelasi sangat lemah).

B. Kualitas Perairan Tambak Silvofishery

Hasil analisis kualitas perairan tambak silvofishery adalah sebagai berikut:

1. Tingginya laju sedimentasi

Beban sedimen dari aliran sungai di sekitar area tambak silvofishery MIC Wonorejo mencapai 335,65 ton/hari. Sedimentasi menjadi semakin cepat terjadi ketika beban sedimen yang cukup tinggi ini terperangkap oleh perakaran mangrove dalam tambak silvofishery.

Tambak silvofishery yang dikelilingi oleh vegetasi mangrove menyebabkan kualitas air dalam tambak mengalami sedimentasi yang sangat cepat. Perakaran mangrove merupakan jebakan sedimen, yang menyebabkan sedimen mudah menumpuk di dasar tambak dan menyebabkan pendangkalan air tambak. Hastuti (2017) menyatakan bahwa terdapat penurunan kekeruhan seiring dengan pertambahan lebar saluran tambak silvofishery pada tegakan *R. mucronata*. Penurunan turbiditas air seiring dengan semakin bertambahnya ukuran saluran meningkatkan laju pengangkutan sedimen. Dalam saluran tambak silvofishery, semakin lebar saluran tambak berdampak pada semakin besar aliran biomassa air sehingga kandungan sedimen menurun dan tingkat kekeruhan menjadi rendah. Sehingga untuk menurunkan kandungan sedimen perlu direkayasa saluran air yang lebih lebar.

Penelitian Budiadi, Nurjanto, Hardiwinoto, & Pramananda (2016) di S. Progo Yogyakarta, menunjukkan bahwa muara Sungai Progo pada awalnya memiliki laguna yang bisa menjadi tempat tumbuh yang ideal tanaman mangrove, namun demikian, laguna tersebut berangsur-angsur menyempit dan menghilang karena sedimen.

2. Rendahnya Oksigen Terlarut (DO)

Pengukuran oksigen terlarut (DO) pada malam hari menunjukkan kadar yang rendah, yaitu 3,0 mg/L. Kadar DO ini sudah di bawah ambang batas kebutuhan biota perairan, yaitu sebesar 4,0 mg/L.

Tabel (Table) 4. Laju sedimentasi di kawasan mangrove Wonorejo (*The sedimentation rates of mangrove Wonorejo areas*)

No	Lokasi (Location)	Laju Transpor Sedimen (Sediment Transport Rate) (mg/cm ² /day)	Beban Sedimen (Sediment Loading) (ton/day)
1.	Muara Sungai Jagir	0,0257	79,9580
2.	Lokasi Jogging Track	0,1511	468,5221
3.	Tambak MIC	0,2476	335,6443

Sumber (Source): Maharani & Wijaya (2018)

Pengukuran DO pada pagi hari juga menunjukkan kadar yang sangat rendah, yaitu hanya sebesar 1,1 mg/L. Kadar DO yang sangat rendah di pagi hari terjadi karena selama malam hari tidak terjadi penambahan oksigen terlarut oleh fotosintesis fitoplankton, justru mereka ikut mengonsumsi oksigen terlarut yang ada di perairan tambak, sehingga terjadi deplesi oksigen yang sangat cepat, bahkan mencapai kondisi hipoxia. Deplesi Oksigen yang cepat pada malam hari berpotensi menyebabkan kematian kepiting bakau yang dibudidayakan. Pada beberapa kejadian kematian kepiting bakau banyak terjadi pada malam hari. Tingginya DO ini juga bisa disebabkan oleh konsentrasi NO_3^- (Nitrat) dan PO_4^- (Fosfat) yang melebihi ambang baku mutu (Tabel 5), kedua unsur ini akan meningkatkan pertumbuhan fitoplankton, yang akan berdampak pada deplesi oksigen.

BOD (*Biological Oxygen Demand*) di dalam tambak mencapai kisaran 65-73 mg/L. Tingginya kadar BOD di tambak silvofishery antara lain disebabkan oleh tingginya serasah yang dihasilkan oleh vegetasi mangrove yang tumbuh di area silvofishery. Serasah dari vegetasi mangrove menjadi sumber bahan organik di tambak, sehingga BOD menjadi tinggi.

3. Tingginya bahan pencemar logam berat

Hasil analisis logam berat yang dilakukan di Laboratorium Gizi Universitas Airlangga menunjukkan bahwa kandungan tiga jenis logam berat, yaitu Pb, Cd, dan Hg, pada air tambak silvofishery Wonorejo sudah jauh melebihi ambang batas kebutuhan hidup biota air laut, berdasarkan Lampiran III Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut untuk Biota Laut.

Hasil analisis kualitas air tambak silvofishery untuk beberapa jenis polutan, yaitu Pb (Timbal), Hg (Merkuri), Cd (Cadmium), NO_3 (Nitrat-N), dan PO_4

(Fosfat-P) menunjukkan bahwa kandungan polutan pada air tambak sudah jauh melebihi ambang baku mutu yang disarankan untuk kehidupan biota laut.

Pengukuran pada saat aliran air masuk ke tambak ketika air laut pasang bahkan menunjukkan angka yang lebih tinggi dibanding air tambak yang sudah beberapa saat berada di dalam tambak. Hal ini diduga bahwa air sungai yang menjadi sumber air bagi tambak dalam kondisi tercemar oleh logam berat dan polutan lain (N dan P). Justru setelah beberapa saat berada dalam tambak, polutan tersebut terendapkan sehingga kadarnya menjadi lebih rendah, dibandingkan ketika air baru masuk ke tambak. Penelitian Hastuti (2017) menunjukkan bahwa perlakuan lebar saluran memberikan pengaruh yang signifikan terhadap perubahan kandungan Cd dalam sedimen saluran tambak wanamina, sementara perlakuan berdasarkan jenis mangrove dan secara simultan tidak menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan.

Hasil analisis kualitas air tambak silvofishery untuk beberapa jenis polutan, yaitu Pb (Timah Hitam), Hg (Merkuri), Cd (Cadmium), NO_3 (Nitrat-N), dan PO_4 (Fosfat-P) menunjukkan bahwa kandungan polutan pada air tambak sudah jauh melebihi ambang baku mutu yang disarankan.

Pengukuran pada saat aliran air masuk ke tambak ketika air laut pasang menunjukkan angka yang lebih tinggi dibanding air tambak yang sudah beberapa saat berada di dalam tambak. Justru setelah beberapa saat berada dalam tambak, polutan tersebut terendapkan sehingga kadarnya menjadi lebih rendah, dibandingkan ketika air baru masuk ke tambak. Hal ini diduga bahwa air sungai yang menjadi sumber air bagi tambak dalam kondisi tercemar oleh logam berat dan polutan lain (N dan P), karena di Sungai Wonorejo bermuara saluran air dari industri yang ada di sekitar Kecamatan Rungkut.

Kadar logam berat tertinggi pada unsur cadmium yang mencapai 87 kali lebih tinggi dibanding baku mutu, sedangkan merkuri mencapai 4 kali lebih tinggi, dan timah hitam 2,75 kali lebih tinggi. Tingginya logam berat di area mangrove dilaporkan juga oleh Gunawan & Anwar (2008) yaitu kandungan Pb yang mencapai 0,562 mg/L di tambak empang parit di Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan Ciasem-Pamanukan, yang sudah jauh di atas baku mutu yang dibolehkan.

4. Peningkatan suhu air tambak.

Perairan yang dangkal karena sedimen juga menyebabkan air tambak menjadi lebih cepat meningkat suhunya.

Kisaran suhu air tambak silvofishery Wonorejo adalah antara 28-32°C, dengan suhu rata-rata adalah 30,8°C. Suhu ini relatif lebih tinggi dibanding di daerah lain, namun masih dalam batas toleransi kehidupan kepiting bakau. Secara umum, kualitas air dalam tambak silvofishery memang sangat mudah berubah, sehingga perlu rekayasa teknologi agar proses budidaya dapat terlaksana dengan baik. Rekayasa yang bisa dilakukan pada jenis budidaya karamba adalah bagaimana karamba yang berisi hewan budidaya dapat dipindahkan dengan cepat ketika kondisi kualitas air menurun.

Tabel (Table) 5. Hasil pengukuran kualitas air pada tambak silvofishery Wonorejo (*Water quality measurement on silvofishery Ponds of Wonorejo*)

No	Parameter (parameter)	Hasil analisa (Result)	Baku mutu untuk biota laut (quality standards for marine biota)	Satuan (Units of measurement)	Keterangan ¹⁾ (remarks)
A. Pada saat penebaran benih kepiting (at the time of sowing crab seeds)*					
1	Pb (Timbal)	0,018	0,008	mg/L	A
2	Hg (Merkuri)	0,002	0,001	mg/L	A
3	Cd (Cadmium)	0,051	0,001	mg/L	A
4	NO ₃ (Nitrat)	10,57	0,008	mg/L	A
5	PO ₄ (Fosfat)	0,063	0,015	mg/L	A
B. Pada saat air pasang (at high tide)*					
1	Pb (Timbal)	0,022	0,008	mg/L	A
2	Hg (Merkuri)	0,004	0,001	mg/L	A
3	Cd (Cadmium)	0,087	0,001	mg/L	A
4	NO ₃ (Nitrat)	12,89	0,008	mg/L	A
5	PO ₄ (Fosfat)	0,081	0,015	mg/L	A
C. Kisaran kualitas air mingguan (weekly water quality range)**					
1	Salinitas	20-29	sd. 34	‰	B
2	DO	1-7,7	>5	mg/L	A
3	pH	7,2-8,3	7-8,5	-	B
4	Temperatur	28-32,6	28-32	°C	B
5	BOD	65-73	20	mg/L	A

Keterangan (Remarks):

* = hasil analisis lab. gizi Universitas Airlangga (*The results of analyzed by the nutrition laboratory of Airlangga University*)

** = hasil pengukuran mingguan insitu oleh peneliti (*Weekly measurement results on site by researches*)

¹⁾ A = melebihi ambang (*exceed the threshold*)

B = sesuai ambang (*suitable*)

Tarunamulia, Mustafa, Hasnawi, dan

Kamariah (2015) menyampaikan bahwa

kondisi rekayasa tambak eksisting dapat berpengaruh langsung maupun tidak langsung pada produktivitas dan keberlanjutan tambak silvofishery di Blanakan. Ketidaksesuaian lebar dan kedalaman saluran dengan kondisi tunggang pasut lokal (< 1 m) menyebabkan tidak efektifnya fungsi saluran dalam menyediakan kuantitas dan kualitas air yang optimal untuk kegiatan budidaya. Nilai salinitas air dengan kisaran 7-65 ppt juga merupakan faktor pembatas utama produktivitas lahan. Nilai salinitas air tambak yang tinggi berkaitan erat dengan variasi spasial elevasi dasar tambak dan penurunan efektivitas fungsi saluran tambak akibat sedimentasi. Jika faktor pembatas lingkungan dan ketidaksesuaian rekayasa tambak tersebut tidak ditangani dengan baik tentunya akan mengancam keberlanjutan kegiatan budidaya berbasis silvofishery.

C. Biologi Kepiting Bakau

Kepiting bakau adalah salah satu jenis biota yang berasosiasi dengan vegetasi mangrove. Demikian juga dengan kepiting bakau yang dibudidayakan pada penelitian ini adalah kepiting yang ditangkap dari kawasan mangrove Wonorejo. Hasil penelitian menunjukkan bahwa kepiting bakau (*S. serrata*) yang tertangkap oleh nelayan Wonorejo frekuensi tertinggi pada kisaran lebar karapas 75 mm – 85 mm, berarti ukuran rata – rata kepiting bakau di mangrove Wonorejo masih belum dewasa kelamin atau belum melakukan reproduksi. Penelitian Wijaya, Yulianda, Boer, & Juwana (2010) kepiting bakau (*S. serrata*) telah dewasa kelamin jika memiliki

ukuran lebar karapas >100 mm. Ukuran lebar karapas >150 mm merupakan ukuran yang diizinkan untuk diperdagangkan oleh pemerintah Indonesia berdasarkan Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI (Permen KP No. 1/2015). Berdasarkan peraturan tersebut, hasil tangkapan kepiting bakau di mangrove Wonorejo masih belum memenuhi standar ukuran lebar karapas yang boleh diperdagangkan.

Analisis pertumbuhan populasi *S. serrata* di Wonorejo disajikan tabel 6.

Mortalitas penangkapan (F) dapat dihitung dengan mengurangi mortalitas total (Z) terhadap mortalitas alami (M), dengan rumus di bawah ini:

$$Z = F + M \quad \text{menjadi} \quad F = Z - M$$

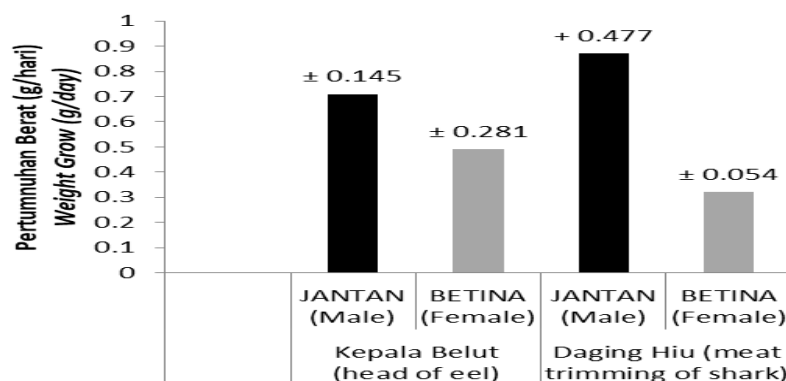
Berdasarkan nilai dugaan laju mortalitas akibat penangkapan (F) dibagi dengan laju mortalitas total (Z), maka laju eksploitasi (E) dapat diduga dengan rumus $E = F/Z$. Dimana E adalah laju eksploitasi atau bagian dari mortalitas yang disebabkan oleh penangkapan. Jika nilai $E = 0,5$ menunjukkan bahwa nilai tersebut optimum (Eopt), hal ini didasarkan pada asumsi bahwa hasil berimbang adalah optimum bila $F = M$.

Laju Eksploitasi (E) kepiting betina juga lebih tinggi dibanding kepiting jantan, dengan nilai sebesar 0,63. Laju eksploitasi kepiting betina ini sudah melebihi eksploitasi optimum, sebagaimana disarankan oleh Pauly (1984), yaitu eksploitasi dapat dikatakan optimal bila mortalitas alami dan mortalitas penangkapan seimbang sehingga $E_{opt} = 0,5$. Hasil analisis laju pertumbuhan pada usaha budidaya silvofishery kepiting bakau di mangrove Wonorejo disajikan pada gambar 5.

Tabel (Table) 6. Laju Mortalitas *Scylla serrata* (The mortality rate of *Scylla serrata*)

Parameter (Parameter)	Jantan (Male)	Betina (Female)	Keterangan Data (Data Information)
Z	1,85	2,79	Data processing of FiSAT II RUMUS PAULY $F=Z-M$ $E=F/Z$
M	1,11	1,04	
F	0,74	1,75	
E	0,40	0,63	

Sumber (source): Pengolahan data primer (Primary data processing)



Gambar (Figure) 5. Grafik rerata pertumbuhan spesifik harian kepiting (*Graph of daily specific growth rates for mangrove crabs*)

Rerata Pertumbuhan spesifik harian untuk kepiting jantan kecil yang diberi pakan segar kepala belut 0,71 g/hari. Sedangkan yang diberi pakan daging trimming hiu sebesar 0,87 g/hari. Sementara itu pada kepiting betina, rerata pertumbuhan spesifik harian untuk kepiting betina kecil yang diberi pakan segar kepala belut 0,49 g/hari. Sedangkan yang diberi pakan daging trimming hiu sebesar 0,32 g/hari.

Pertumbuhan berat kepiting bakau jantan lebih besar dibanding kepiting betina, baik dengan pemberian pakan kepala belut maupun daging hiu, yaitu pada jantan tertinggi sebesar 0,87 g/hari, dan terendah pada betina sebesar 0,32 g/hari. Hal ini sejalan dengan penelitian Suprpto, Yudiati, & Subandiyono (2014) yang menemukan bahwa kepiting jantan dengan pakan ikan rucah mempunyai laju pertumbuhan mutlak rata-rata yang paling cepat, yaitu 1,07 g/hari dan yang terendah terjadi pada kepiting betina dengan pakan ikan rucah dengan laju pertumbuhan mutlak 0,44 g/hari. Hasil penelitiannya pada perlakuan wadah pemeliharaan individu, kepiting jantan memberikan laju pertumbuhan yang lebih baik dari pada kepiting betina.

Penelitian Saidah & Sofia (2016) menunjukkan bahwa pemeliharaan kepiting bakau selama 2 bulan dengan pemberian pakan ikan rucah dan kepiting *piyai* menunjukkan pertumbuhan yang cukup baik yaitu sebesar 102 g/2 bulan atau rata-rata sebesar 1,7 g/hari. Lebih

tinggi dibandingkan pertumbuhan kepiting di Wonorejo. Pertumbuhan kepiting di Wonorejo secara umum dapat dikatakan lebih rendah dibandingkan di tempat lain.

Laju pertumbuhan kepiting bakau dari hasil budidaya ini mendekati hasil penghitungan pendugaan pertumbuhan kepiting bakau secara alami dengan menggunakan pendekatan persamaan Von Bertalanffy, dimana laju pertumbuhan diduga dengan menggunakan koefisien K. Pada kawasan mangrove Wonorejo Kecepatan pertambahan lebar karapas kepiting jantan sebesar $K=0,89$ sedikit lebih cepat dibanding betina yang memiliki nilai $K=0,82$.

Namun berbeda dengan penelitian Wijaya, Yulianda, Boer, & Juwana (2010) di Muara Sangatta Kutai Timur, dan penelitian Tahmid, Fahrudin, & Wardiatno (2015) di Teluk Bintan, kedua penelitian ini menunjukkan bahwa pertumbuhan kepiting betina di alam lebih cepat dibanding pertumbuhan kepiting jantan. Perbedaan ini diduga karena tekanan lingkungan di kawasan mangrove Wonorejo lebih tinggi dibanding di Bintan dan Kutai Timur, sehingga kepiting jantan yang relatif agresif lebih bisa bertahan hidup dibanding kepiting betina.

Sintasan kepiting bakau pada minggu ke-4 sebesar 50% pada kepiting betina dan 58% pada kepiting jantan. Tingkat kelulushidupan pada budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo ini relatif rendah bila dibandingkan

dengan budidaya kepiting bakau di tambak Pulau Bingkar Delta Berau yang mencapai kelulushidupan 90% (Wijaya, Bonar, & Triyanto, 2014).

Rendahnya sintasan hasil budidaya kepiting bakau di mangrove Wonorejo ini tidak lepas dari pengaruh kondisi kualitas perairan yang tidak layak bagi kehidupan kepiting bakau.

D. Analisis Finansial Budidaya Silvofishery kepiting bakau

Capaian ekonomi dari budidaya silvofishery yang dilakukan di mangrove Wonorejo dilihat berdasarkan kelayakan ekonomi dari usahatani budidaya kepiting. Analisis finansial kelayakan usaha mencakup pada perhitungan penentuan biaya investasi, biaya operasional dan penerimaan. Analisis ini menggunakan kriteria Rasio Biaya Pendapatan (*Revenue Cost Ratio/R/C*), Nilai Bersih Sekarang (*Net Present Value/NPV*), Rasio biaya keuntungan bersih (*Net Benefit Cost Ratio/Net B/C*), dan Periode pengembalian (*Payback Period/PbP*).

Analisis dilakukan pada budidaya silvofishery kepiting bakau jenis *Scylla serrata* yang dipelihara dengan sistem *battery cell*, sebanyak 1000 ekor. Sistem *battery cell* adalah pemeliharaan kepiting dalam satu kurungan per satu individu

(Gambar 7). Ukuran benih 60-90 gram dibesarkan selama ± 3 bulan untuk mendapatkan ukuran konsumsi ± 200 gram.

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kelayakan usaha budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo di bawah nilai kelayakan ekonomi, atau secara ekonomi tidak layak untuk dilaksanakan. Nilai analisis finansial dapat dilihat pada Tabel 7.

Dari beberapa parameter tersebut, hasil analisis finansial budidaya silvofishery yang riil dilaksanakan di Wonorejo menunjukkan belum layak secara ekonomi. Dari nilai *R/C ratio* terlihat bahwa penerimaan dari hasil panen masih lebih rendah dibanding biaya produksi. Biaya produksi yang mendominasi adalah dari *fixed cost* untuk biaya investasi pembuatan karamba *battery cell* dan *variabel cost* untuk pembelian benih.

Keuntungan bersih yang diharapkan juga masih jauh, karena masih minus. Demikian juga dengan *PbP*, memerlukan waktu lebih dari 4,74 tahun untuk mengembalikan pinjaman modal investasi, sehingga melebihi batas maksimum pengembalian yang hanya 2 tahun.



Gambar (figure) 7. Budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo (*silvofishery cultivation of mud crabs in Wonorejo*)

Tabel (Table) 7. Analisis finansial budidaya silvofishery kepiting bakau di Mangrove Wonorejo (*The financial analysis of mud crabs silvofishery in mangroves of Wonorejo*)

No.	Kriteria (Criteria)	Nilai SR 50% (Value of SR 50%)	Nilai dengan asumsi SR 70% (Value of assumed SR 70%)	Nilai dengan asumsi SR 90% (Value of assumed SR 90%)
1.	Rasio Biaya Pendapatan (<i>Revenue Cost Ratio (R/C)</i>)	0,69	0,96	1,24
2.	Nilai Bersih (<i>Present Value (PV)</i>)	-2618750	-321607	1975536
3.	Nilai Bersih Sekarang (<i>Net Present Value (NPV)</i>)	-14668399	-12371256	-8023093
4.	Rasio biaya keuntungan bersih (<i>Net Benefit Cost Ratio (B/C)</i>)	-0,25	-0,05	0,32
5.	Periode pengembalian (<i>Payback Period (PbP)</i>)	4,74	3,39	2,63

SR = *Survival Rate* (Laju Kelulushidupan)

Rendahnya kelayakan finansial ini antara lain karena tingkat kelulushidupan yang rendah dari proses budidaya silvofishery, yaitu hanya sekitar 50%. Tingkat kelulushidupan yang rendah menyebabkan hasil panen dan penerimaan petani menjadi rendah. Dengan mensimulasikan hasil panen menjadi 70% dan 90%, ternyata ada peningkatan yang signifikan pada kelayakan finansial budidaya silvofishery.

Dengan asumsi kelulushidupan kepiting untuk panen mencapai 70 %, nilai *R/C ratio* meningkat menjadi 0,96. Bila SR dapat ditingkatkan menjadi 90%, maka *R/C ratio* menjadi di atas nilai 1, artinya layak dikembangkan. Nilai *B/C ratio* juga sudah mulai membaik menjadi positif, walaupun masih di bawah 1. Dengan meningkatkan SR menjadi 90%, *PbP* juga menjadi lebih baik, artinya waktu pengembalian investasi menjadi lebih cepat.

Penelitian Primyastanto, Harahap, Sartimbul, & Anggreani (2015) menunjukkan hasil analisis ekonomi jangka panjang budidaya kepiting bakau di Gresik memiliki nilai *NPV* sebesar Rp 73.625.458,2. *Net B/C* pada usaha penggemukkan kepiting (pada kondisi normal) yaitu sebesar 2,72, nilai IRR sebesar 51,7%, dan nilai *PbP* sebesar 2,15.

Sehingga dapat dikatakan bahwa pembudidayaan kepiting bakau di tambak lebih menguntungkan dibandingkan silvofishery. Namun demikian perlu dipertimbangkan bahwa silvofishery lebih ramah terhadap ekosistem mangrove dibandingkan dengan tambak biasa.

Rendahnya nilai kelayakan ekonomi budidaya silvofishery, juga disebabkan oleh biaya produksi yang masih tinggi dalam proses budidaya. Biaya produksi yang masih tinggi tersebut antara lain adalah biaya untuk pembelian benih kepiting dan pembelian pakan.

E. Potensi pengembangan budidaya silvofishery kepiting bakau

Pengukuran parameter vegetasi menunjukkan bahwa struktur komunitas dan regenerasi vegetasi mangrove di Wonorejo cukup baik, dengan struktur pertumbuhan vegetasi yang lengkap pada tingkat semai, pancang, dan pohon. Tingkat kerusakan vegetasi mangrove di Wonorejo masih dalam kondisi sedang, dengan pola pasang surut dan jenis substrat yang sesuai bagi pertumbuhan vegetasi mangrove. Berdasarkan hal tersebut dapat dikatakan bahwa secara ekologi kondisi vegetasi mangrove Wonorejo masih mendukung untuk pengembangan budidaya silvofishery

kepiting bakau di wilayah Wonorejo.

Potensi sumberdaya kepiting bakau, sebagai biota budidaya masih tersedia di ekosistem mangrove Wonorejo, terutama untuk jenis kepiting jantan, karena tingkat eksploitasinya masih di bawah optimum.

Namun demikian, kualitas air di tambak silvofishery masih perlu rekayasa teknologi untuk perbaikan, karena kondisi DO, laju sedimentasi, dan kandungan logam berat di perairan mangrove Wonorejo tidak cukup mendukung bagi pertumbuhan kepiting bakau yang dibudidayakan. Tingkat kematian yang tinggi dan pertumbuhan kepiting yang lambat akibat kualitas air yang rendah pada budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo, menyebabkan kelayakan ekonomi budidaya silvofishery menjadi rendah, dan tidak menguntungkan bagi pembudidaya.

Perbaikan pada lingkungan perairan mangrove yang perlu dilakukan antara lain, pengelolaan pembuangan limbah industri dan rumah tangga, diupayakan ada pengolahan limbah sebelum dibuang ke perairan umum, agar polutan berupa logam berat, nitrat, dan fosfat, tidak berlebihan masuk ke lingkungan mangrove. Ketegasan pemerintah, dari dinas yang terkait perlu ditegakkan untuk mengatur hal ini.

Penelitian Amrial, Effendi, & Damar (2015) menyatakan bahwa hasil pembobotan kriteria menunjukkan kriteria ekonomi merupakan prioritas tertinggi dalam penentuan kebijakan pengelolaan silvofishery dengan bobot 40% disusul kriteria ekologi dengan bobot 23%. kriteria bioteknik budidaya dengan bobot 16%. Artinya keberhasilan dari nilai ekonomi paling utama dalam menentukan kebijakan pengelolaan silvofishery.

Oleh karena itu, walaupun usaha silvofishery belum memberikan potensi keberhasilan untuk dilaksanakan di kawasan mangrove Pamurbaya, perlu dicari solusi agar silvofishery bisa dilakukan disana, karena silvofishery adalah salah satu bentuk pemanfaatan

mangrove yang ramah lingkungan. Sebagaimana yang pernah disarankan Wijaya (2017) bahwa model pengelolaan mangrove Taman Nasional Kutai dengan pemanfaatan mangrove untuk silvofishery dengan skenario optimistik, dimana ada peningkatan luas pemanfaatan mangrove oleh masyarakat sampai batas optimal tertentu justru akan menjaga keberlanjutan kawasan konservasi. Hal ini bisa diterapkan di Pamurbaya, karena statusnya sebagai kawasan konservasi, namun luasan vegetasi mangrovenya hanya sekitar 20% saja (440 ha), sementara sisanya dalam bentuk tambak tradisional dan lahan kritis, berupa tambak yang terbengkalai dan tidak produktif. Lahan kritis ini akan lebih bermanfaat bila dijadikan tambak silvofishery, namun dengan perbaikan lingkungan, sebagaimana disampaikan di atas, agar memberikan daya dukung yang lebih besar bagi usaha budidaya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pengembangan budidaya silvofishery kepiting bakau di mangrove Wonorejo memerlukan upaya khusus, agar dapat berhasil dengan baik, karena rendahnya kondisi lingkungan perairan mangrove untuk budidaya, yaitu antara lain pada tingginya bahan pencemar logam berat (Pb, Cd, dan Hg), rendahnya Oksigen Terlarut (DO), dan tingginya laju sedimentasi dalam tambak. Kondisi lingkungan yang rendah menyebabkan laju pertumbuhan kepiting budidaya rendah hanya rata-rata 0,32 – 0,87 g/hari, dengan tingkat kelulushidupan sekitar 50-58%. Hasil analisis kelayakan ekonomi menunjukkan bahwa nilai kelayakan usaha budidaya silvofishery kepiting bakau di Wonorejo di bawah nilai kelayakan ekonomi, atau secara ekonomi tidak layak untuk dilaksanakan.

B. Saran

Salah satu bentuk perlindungan bagi

ekosistem mangrove adalah pemanfaatan mangrove yang ramah lingkungan, antara dengan memanfaatkan untuk budidaya silvofishery. Namun agar masyarakat sendiri tidak mengalami kerugian atas usaha silvofishery tersebut, perlu upaya untuk meningkatkan daya dukung mangrove bagi budidaya, antara lain:

1. Pengaturan pembuangan limbah industri, terutama logam berat, agar tidak masuk aliran sungai yang menjadi sumber air tambak.
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai prosentase vegetasi dengan luas tambak, untuk mendapatkan kondisi tambak yang optimal dalam mencegah sedimentasi dan serasah yang berlebihan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih disampaikan kepada Kementerian Ristekdikti untuk pendanaan pada penelitian ini melalui hibah Penelitian Terapan Unggulan Penguruan Tinggi tahun 2017 di Universitas Hang Tuah Surabaya dengan nomor kontrak ex.B/13/UHT.C7/V/2017.

DAFTAR PUSTAKA

Amrial, Y., Effendi, H., & Damar, A. (2015). Pengelolaan Ekosistem Mangrove Berbasis Silvofishery di Kecamatan Cibuaya, Kabupaten Karawang. *J. Kebijakan Sosek KP*, 5 (1): 59-70.

Budiadi, Nurjanto, H., Hardiwinoto, S., & Primananda E. (2016). Strategi Pemilihan Jenis Tanaman untuk Mendukung Rehabilitasi Pesisir Berdasarkan Karakteristik Fisik Makro di Muara Sungai Progo. *J. Manusia Dan Lingkungan*, 23 (3): 349-359. DOI: 10.22146/jml.18809

Cholih, A. & Wirasasmita, R. (2004). Evaluasi Proyek Suatu Pengantar (cetakan ke dua). Bandung.

Damayanti, I. R., Wijaya, N. I., & Patwati.

E. (2017). Perubahan Luas dan Kerapatan Ekosistem Mangrove di Kawasan Pantai Timur Surabaya. *Prosiding Seminakel XII Universitas Hang Tuah*. Surabaya 12 Juli 2018.

Gunawan, H., & Anwar, Ch. (2008). Kualitas Perairan dan Kandungan Merkuri (Hg) dalam Ikan pada Tambak Empang Parit di Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan Ciasem-Pamanukan, Kesatuan Pemangkuan Hutan Purwakarta, Kabupaten Subang, Jawa Barat. *J. Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, (V) 1 :429-439.

Hastuti, E. D. (2017). Penerapan Wanamina: Kelulushidupan Semai Mangrove, Variasi Kualitas Lingkungan dan Perubahan Kandungan Logam Berat. *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2 (2): 17-25.

Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 201 Tahun 2004 tentang Kriteria Baku dan Pedoman Penentuan Kerusakan Mangrove.

Maharani, R.A., & Wijaya, N.I. (2018). *Pengaruh Kerapatan Mangrove terhadap Laju Transpor Sedimen di Mangrove Wonorejo Surabaya*. (Skripsi Sarjana). Universitas Hang Tuah, Surabaya.

Pauly, D. (1984). Some simple methods for the assessment of tropical fish stocks. *FAO Fish. Tech. Pap.* (234): 52 p.

Peraturan Menteri Kelautan dan Perikanan RI No. 1 Tahun 2015 tentang Penangkapan Lobster (*Panulirus* Spp.), Kepiting (*Scylla* Spp.), Dan Rajungan (*Portunus Pelagicus* Spp.).

Peraturan Daerah Kota Surabaya Nomor 3 Tahun 2007 tentang Rencana Tata Ruang Wilayah Kota Surabaya.

Primyastanto, M., Harahap, N., Sartimbul, A., & Anggreani, D. S. (2015). Studi Kelayakan Usaha Penggemukkan Kepiting Bakau (*Scylla Sp.*) di Kabupaten Gresik, Jawa Timur.

- Prosiding Seminar Nasional Perikanan dan Kelautan V Universitas Brawijaya Malang*. Hal 154-158
- Saidah, S., & Sofia, L.A. (2016). Pengembangan Usaha Pembesaran Kepiting Bakau (*Scylla Spp*) melalui Sistem Silvofishery. *Jurnal Hutan Tropis*, 4 (3): 265-272. ISSN 2337-7771
- Suprpto, Dj., Yudiati, I., E. & Subandiyono. (2014). Pertumbuhan Kepiting Bakau *Scylla serrata* yang Diberi Berbagai Jenis Pakan. *Ilmu Kelautan*, 19 (4): 202-210, ISSN 0853-7291, <https://doi.org/10.14710/ik.ijms.19.4.189-194>
- Tahmid, M., Fahrudin, A., & Wardiatno, Y. (2015). Kajian Struktur Ukuran dan Parameter Populasi Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) di Ekosistem Mangrove Teluk Bintan, Kepulauan Riau. *Jurnal Biologi Tropis*, 15 (2):93-106, ISSN: 1411-9587, DOI: <http://dx.doi.org/10.29303/jbt.v15i2.207>
- Tarunamulia, Mustafa, A., Hasnawi, & Kamariah. (2015). Kelayakan Rekayasa Tambak Silvofishery di Kecamatan Blanakan Kabupaten Subang Provinsi Jawa Barat. *Jurnal Riset Akuakultur*, 10 (4): 579-586
- Wijaya, N. I. (2011). Pengelolaan Zona Pemanfaatan Ekosistem Mangrove Melalui Optimasi Pemanfaatan Sumberdaya Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) di Taman Nasional Kutai Provinsi Kalimantan Timur. [Disertasi] Institut Pertanian Bogor. Bogor
- Wijaya, N.I, Yulianda, F., Boer, M., & Juwana, S. (2010). Biologi populasi kepiting bakau (*Scylla serrata*) di habitat mangrove Taman Nasional Kutai Kabupaten Kutai Timur. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia. LIPI*, 36(3): 443-461.
- Wijaya, N.I., Triyanto, & Bonar. (2014). Pengaruh Kedalaman Perairan dan Pemotongan Capit terhadap Laju Pertumbuhan Kepiting Bakau (*Scylla Serrata*) yang Dibudidayakan dalam Battery Cell. *Prosiding Pertemuan Ilmiah Nasional Tahunan XI ISOI 2014* Balikpapan, 17-18 November 2014.
- Wijaya, N. I., & Yulianda, F. (2017). Model Pengelolaan Kepiting Bakau untuk Kelestarian Habitat Mangrove di Taman Nasional Kutai Provinsi Kalimantan Timur. *J. Manusia dan Lingkungan* 24(2):55-65. DOI:10.22146/jml.23079
- Wijaya, N.I., & Huda, M. (2018). Monitoring Sebaran Vegetasi Mangrove yang Direhabilitasi di Kawasan Ekowisata Mangrove Wonorejo Surabaya. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, 10 (3): 747-755. DOI: <http://dx.doi.org/10.29244/jitkt.v10i3.21217>
- Xue, B., Yan, C., Lu, H., & Bai, Y. (2009). Mangrove-derived organic carbon in sediment from Zhangjiang Estuary (China) mangrove wetland. *J. Coastal Res.*, 25:949-956. <https://doi.org/10.2112/08-1047.1>
- Yusrudin. (2016). Analisis Beberapa Aspek Biologi Kepiting Bakau (*Scylla serrata*) Di Perairan Suklilo, Pantai Timur Surabaya. *Prosiding Seminar Nasional Kelautan*, Universitas Trunojoyo Madura.

ANALISIS SPASIAL TINGKAT KERUSAKAN KAWASAN SUAKA MARGASATWA PADANG SUGIHAN SUMATERA SELATAN (Spatial Analysis of Degradation Level of Padang Sugihan Wildlife Reserve South Sumatra)

Adi Kunarso¹, Tubagus Angga Anugrah Syabana¹, Shabiliani Mareti², Fatahul Azwar¹, Taufan Kharis², dan/ and Nuralamin¹

¹Balai Litbang Lingkungan Hidup dan Kehutanan Palembang, Jl Kol H Burlian Km 6,5, Punti Kayu, Palembang, Sumatera Selatan 30151

²Balai Konservasi Sumber Daya Alam Sumatera Selatan, Jl. Kol. H Burlian Km 6 No. 79, Palembang, Sumatera Selatan 30151

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Padang Sugihan Wildlife Reserve, restoration, spatial analysis	<i>Padang Sugihan Wildlife Reserve is an important habitat for Sumatran elephants. However, it has been degraded mainly due to forest fires, illegal logging, and land encroachment. This study aims to map the level of damage to the Padang Sugihan Wildlife Reserve and identify the causes of the degradation as part of the ecosystem recovery planning activities. The area damage analysis was carried out using a geographic information system with overlapping scoring method and weighting of the parameters that affect the area damage. The parameters used were land cover, fire frequency, canal and peatland area, ecological sensitivity and social sensitivity. Each parameter was weighted differently based on its impact on the damage to the area and the survival of key species. The results showed the area with a severe degraded level was 13,219.60 Ha (15%), moderate degraded level was 31,867.20 Ha (36%), and low degraded level was about 42,555.91 Ha (49%). Areas that have been severely damaged or degraded are proposed areas as the top priority for ecosystem recovery activities. Ecosystem degradation in the study area is mainly caused by repeated forest fires, logging, and canal drainage. These three factors lead to loss of peat mass and reduced or even the loss of native vegetation composition.</i>
Kata kunci: Suaka Margasatwa Padang Sugihan, restorasi, analisis spasial	ABSTRAK
Riwayat Artikel: Tanggal diterima: 16 Maret 2019; Tanggal direvisi: 12 September 2019; Tanggal disetujui: 30 September 2019	Kawasan Suaka Margasatwa Padang Sugihan merupakan habitat penting bagi gajah sumatera. Namun demikian kondisinya saat ini terus mengalami tekanan terutama akibat kebakaran, pembalakan liar, dan penguasaan lahan oleh oknum masyarakat. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan tingkat kerusakan Suaka Margasatwa Padang Sugihan dan mengidentifikasi penyebab kerusakan sebagai bagian kegiatan perencanaan pemulihan ekosistem. Analisis kerusakan kawasan menggunakan sistem informasi geografis dengan metode skoring tumpang susun dan pembobotan terhadap parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kerusakan kawasan, yaitu tutupan lahan, frekuensi kebakaran, areal berkanal dan lahan gambut, sensitivitas ekologi dan sensitivitas sosial. Setiap parameter akan memiliki bobot yang berbeda berdasarkan pengaruhnya terhadap kerusakan kawasan dan kelangsungan hidup spesies kunci. Hasil penelitian menunjukkan kawasan dengan tingkat kerusakan berat seluas 13.219,60 Ha (15%), rusak sedang seluas 31.867,20 Ha (36%), dan rusak ringan seluas 42.555,91 Ha (49%). Areal yang mengalami kerusakan berat merupakan area yang diusulkan menjadi prioritas utama kegiatan pemulihan ekosistem. Kerusakan ekosistem di SM Padang Sugihan terutama disebabkan oleh kebakaran hutan yang terjadi secara berulang, pembalakan hutan, dan pembukaan kanal drainase. Ketiga faktor tersebut menyebabkan hilangnya masa gambut dan berkurang/hilangnya komposisi vegetasi asli.

Editor: Rinaldi Imanuddin, S.Hut., M.Sc

Korespondensi penulis: Adi Kunarso * (E-mail: adikunarso@yahoo.com)

Kontribusi penulis: **AK, TAAS, FA:** sebagai kontributor utama; **SM, TK, N:** sebagai kontributor anggota

AK: analisis peta, menulis dan memperbaiki draft publikasi; **TAAS:** analisis peta dan menulis; **SM:** mengumpulkan data-data sekunder dan menuliskannya dalam naskah; **FA:** analisis peta dan memperbaiki draft publikasi; **TK:** menyiapkan peta dasar; **N:** mengkompilasi data jenis-jenis vegetasi dan perapihan naskah

<https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.191-206>

©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license



I. PENDAHULUAN

Total luas kawasan konservasi di Indonesia saat ini sekitar 27,1 juta hektar, yang mana sekitar 5 juta hektar (18%) diantaranya merupakan kawasan suaka margasatwa (Ditjen KSDAE, 2015). Pengelolaan kawasan konservasi yang luas bukanlah perkara yang mudah. Beberapa tantangan dalam pengelolaan kawasan konservasi antara lain terbatasnya tenaga pengelola, terbatasnya anggaran yang dimiliki pemerintah, tumpang tindih klaim pemilikan atau penguasaan atas kawasan, fragmentasi hutan, dan meningkatnya lahan kritis (Santosa & Setyowati, 2016; Bismark, 2010). Kondisi tersebut dapat menimbulkan permasalahan bagi konservasi biodiversitas, seperti kehilangan habitat, fragmentasi dan isolasi spesies, yang dapat memicu kepunahan spesies, terutama spesies yang berbadan besar (Prasetyo, 2017).

Suaka Margasatwa (SM) Padang Sugihan merupakan salah satu kawasan konservasi yang berada di Sumatera Selatan dan yang ditetapkan berdasarkan Surat Keputusan Menteri Kehutanan Nomor 2585/Menhut-VII/KUH/2014 tanggal 16 April 2014 dengan luas 88.148,05 hektar. Secara administratif SM Padang Sugihan berada di Kabupaten Banyuasin dan Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI). SM Padang Sugihan merupakan habitat alami gajah sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) dan didalamnya terdapat pusat latihan gajah.

Sebelum ditetapkan menjadi suaka margasatwa, kawasan Padang Sugihan semula diperuntukkan sebagai areal transmigrasi pada awal tahun 1980-an. Kondisi SM Padang Sugihan pada saat itu digambarkan sebagai habitat yang paling kaya dan khas di landsekap Padang Sugihan (Nash & Nash, 1985; Mahanani, 2012). Kawasan ini juga merupakan representasi tipe hutan alam rawa gambut di Sumatera Selatan. Pohon-pohon yang ada banyak ditumbuhi epifit dan palem menjalar yang tersebar di dalam hutan.

Beberapa jenis pohon yang umum dijumpai di bentang lahan padang sugihan pada waktu itu menurut KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan (2018) antara lain jelutung (*Dyera polyphylla*), pulai (*Alstonia pneumatophora*), kempas (*Kompassia malaccensis*), terentang (*Campnosperma* sp.), meranti rawa (*Shorea pauciflora*), bintangur (*Callophylum* spp), punak (*Tertamerista glabra*), nyatoh (*Palaquium* spp.), resak (*Vatica Rasak*) dan beberapa jenis pohon lainnya.

Namun demikian kondisi sekarang sudah sangat berubah, tutupan hutan SM Padang Sugihan saat ini secara umum didominasi jenis-jenis pionir seperti gelam (*Melaleuca cajuputi*), kelat (*Eugenia*, sp), laban (*Vitex pubescens*), dan pelangas (*Aporosa*, sp) (Mahanani, 2012). Kondisi ini menuntut upaya pemulihan ekosistem sehingga terwujud keseimbangan alam hayati dan ekosistemnya di kawasan tersebut. Pemulihan ekosistem kawasan konservasi diatur dalam Permenhut Nomor P.48/Menhut-II/2014 tentang Tata Cara Pemulihan Ekosistem Kawasan Suaka Alam/Kawasan Pelestarian Alam.

Sebagai dasar dalam pengelolaan dan pengawasan kawasan SM Padang Sugihan, maka pada tahun 2015 telah dilakukan penataan blok yang membagi kawasan dalam tiga blok pengelolaan yaitu perlindungan (41.488,51 ha), rehabilitasi (38.230,46 ha), dan pemanfaatan (8.429,08 ha) (BKSDA Sumatera Selatan, 2015). Upaya rehabilitasi dan pemulihan kawasan SM Padang Sugihan telah dilakukan antara lain melalui kegiatan penanaman seluas 600 ha pada tahun 2017 serta kegiatan rehabilitasi seluas 40 ha dan pembangunan sekat kanal (*canal blocking*) sebanyak 6 buah kanal primer pada tahun 2018 bekerjasama dengan Badan Restorasi Gambut (BRG). Namun demikian upaya-upaya ini masih belum sebanding dengan luas dan tingkat kerusakan kawasan sehingga masih

diperlukan dukungan dari berbagai pihak untuk mempercepat proses pemulihan ekosistem SM Padang Sugihan di masa mendatang.

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan pemetaan tingkat kerusakan SM Padang Sugihan dan mengidentifikasi penyebab terjadinya kerusakan/degradasi sebagai bagian dari kegiatan perencanaan pemulihan ekosistem. Hasil dari penelitian ini sebagai bahan perencanaan dalam kegiatan pemulihan ekosistem kawasan SM Padang Sugihan.

II. BAHAN DAN METODE

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

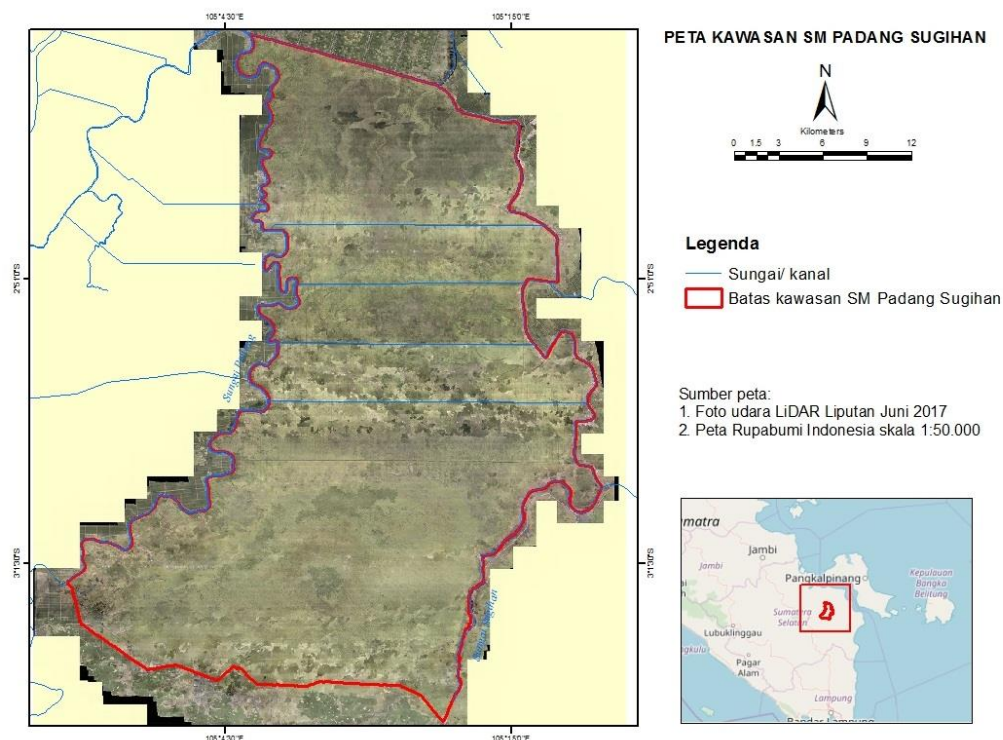
Penelitian dilakukan di kawasan SM Padang Sugihan Kabupaten Banyuasin dan Kabupaten OKI (Gambar 1). Pengambilan data dan analisis dilakukan pada bulan Oktober – Desember 2018.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Alat yang digunakan meliputi seperangkat komputer, perangkat lunak ArcGIS versi 10.2, perangkat lunak *Microsoft Office 2007*, serta peralatan lapang yang meliputi GPS, kamera, dan alat tulis. Sedangkan bahan yang digunakan disajikan pada Tabel 1.

C. Pengumpulan Data

Data yang dikumpulkan berupa data primer dan sekunder terkait dengan kerusakan kawasan SM Padang Sugihan. Data primer diperoleh dengan metode pengamatan lapang dan wawancara terstruktur dan mendalam dengan informan kunci yang dipilih secara sengaja (*purposive*). Sedangkan data sekunder diperoleh dari beberapa sumber berupa laporan, dokumen rencana pengelolaan, citra satelit, peta, dan jenis dokumen lainnya.



Gambar (Figure)1. Lokasi Penelitian (*Location of study area*)

Tabel (Table) 1. Bahan/ data spasial yang digunakan (*Spatial data to be used*)

No (Number)	Data(Data)	Resolusi/ skala (Resolution/ scale)	Tanggal Liputan/ Tahun (<i>Acquisition date/ year</i>)	Sumber(Source)
1	Citra Sentinel-2	10 m	13 September 2018	USGS
2	Foto udara LiDAR		Juni 2017	TRGD Sumsel
3	Peta sebaran gambut	1 : 50.000	2017	TRGD Sumsel
4	Peta kebakaran (<i>burn scar</i>)	1 : 50.000	2006, 2009, 2014, 2015, 2018	Dishut Prov Sumsel dan KLHK
5	Peta jaringan kanal	1 : 50.000	2017	TRGD Sumsel
6	Peta sensitivitas ekologi	1 : 100.000	2015	BKSDA Sumsel
7	Peta sensitivitas sosial	1 : 100.000	2015	BKSDA Sumsel
8	Peta SRTM DEM	30 m	2018	USGS
9	Peta Rupabumi Indonesia	1 : 50.000	2010	Bappeda Sumsel
10	Hotspot Kabupaten OKI	1 km	2000 s/d 2018	Satelit MODIS

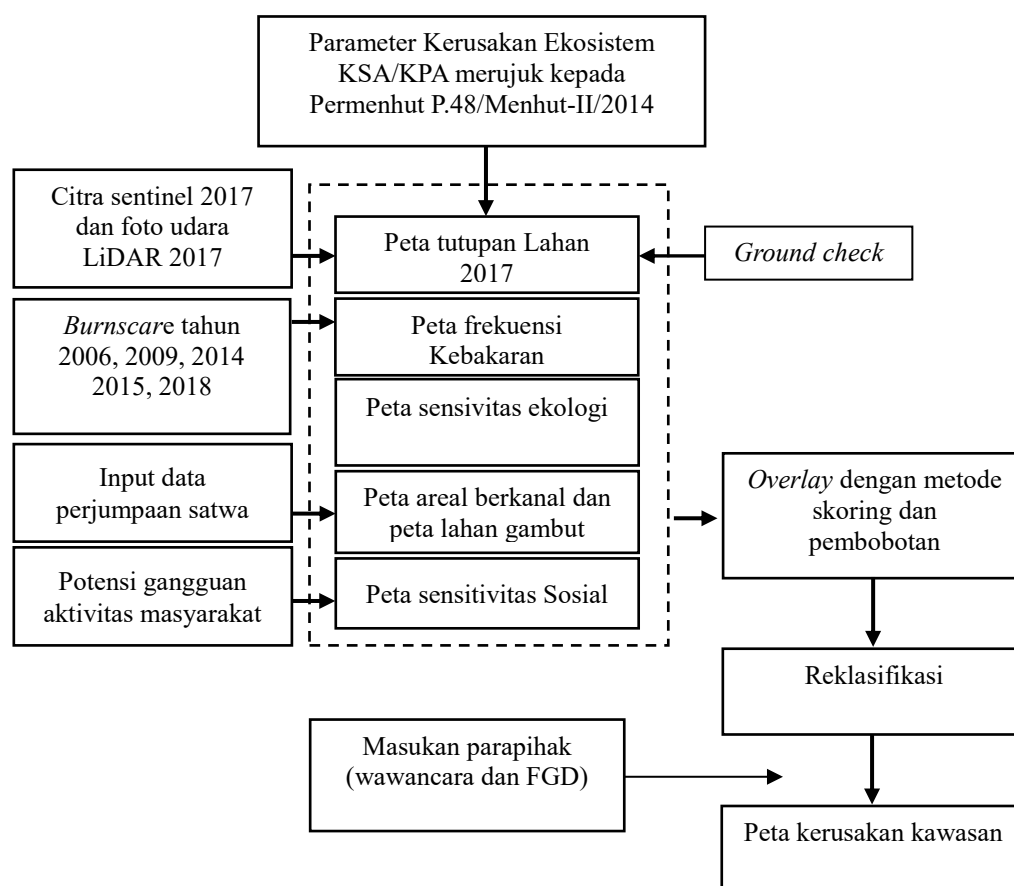
D. Analisis Data

Tahapan analisis spasial kerusakan kawasan disajikan pada Gambar 2. Analisis tingkat kerusakan kawasan menggunakan metode skoring tumpang-susun (*overlay*) dan pembobotan (*weighted*) dari parameter-parameter yang berpengaruh terhadap kerusakan kawasan (Herawati, 2010; Jaya, 2007). Parameter yang digunakan dalam analisis ini merujuk pada parameter kerusakan ekosistem seperti yang tertuang dalam Permenhut Nomor P.48/Menhut-II/2014, yaitu tutupan lahan, frekuensi kebakaran, areal berkanal dan distribusi lahan gambut, serta parameter lain yang mempengaruhi kondisi ekosistem dan tingkat kerusakan yaitu sensitivitas ekologi dan sensitivitas sosial.

Parameter sensitivitas ekologi menggambarkan tingkat daya dukung kawasan terhadap satwa liar yang dilindungi dengan spesies kunci yang telah ditetapkan yaitu gajah sumatra. Sementara itu, aktivitas manusia menjadi faktor penting yang menekan kelestarian habitat satwa dan keberadaan satwa-satwa itu sendiri. Peta kerentanan akibat aktivitas masyarakat diperoleh dengan meng-

gabungkan informasi sebaran spasial pusat-pusat aktivitas masyarakat, yang antara lain jalan, permukiman, pemanfaatan sumur bor, kebun, dan sebagainya (BKSDA Sumatera Selatan, 2015).

Skoring dilakukan terhadap masing-masing parameter untuk menentukan tingkat kerusakan. Nilai skoring ini memiliki nilai dari 1 (satu) sampai 3 (tiga). Prinsip dasar dari skoring adalah semakin mudah resiko terdegradasi, maka nilai skornya akan kecil (1), sedangkan parameter atau kondisi yang tahan terhadap degradasi, memiliki nilai skor besar (3). Pembobotan dilakukan terhadap masing-masing parameter untuk menentukan tingkat degradasi. Pembobotan ini akan mencerminkan kondisi yang diinginkan agar kriteria tertentu yang ditetapkan memberikan kontribusi terbesar dalam output alternatif yang dihasilkan. Untuk memvalidasi peta yang sudah dibuat maka dilakukan verifikasi lapang dan diskusi kelompok terfokus untuk menerima masukan terutama dari staf Balai Konservasi Sumber Daya Alam (BKSDA) Sumatera Selatan yang sangat mengenal kondisi kawasan.



Gambar (Figure) 2. Alur proses analisis kerusakan kawasan (*Analysis process of degradation level map*)

1. Parameter tutupan lahan

Analisis tutupan lahan dilakukan secara terbimbing (*supervised classification*) menggunakan metode *maximum likelihood classification* (Jaya, 2007; Puzinas, 2017). Kriteria pengelompokan kelas ditetapkan berdasarkan penciri kelas (*signature*) yang diperoleh melalui pembuatan *training area* (Jaya, 2007; Sampurno & Thoriq, 2016). *Training area* dibuat dengan memanfaatkan data pendukung yang diperoleh dari data lapang dan peta LiDAR tahun perekaman bulan Juni 2017 guna meningkatkan akurasi.. Areal dengan tutupan tajuk yang rapat seperti misalnya kelas hutan sekunder akan memiliki resiko degradasi lahan yang kecil sehingga memiliki nilai skor yang besar (3). Sebaliknya kebun memiliki fungsi ketahanan lahan yang rendah sehingga mempunyai nilai skor rendah (1).

2. Parameter frekuensi kebakaran

Peta frekuensi kebakaran merupakan hasil tumpangtumpukan (*overlay*) peta areal bekas terbakar (*burnscar*) tahun 2006, 2009, 2014, dan 2018 (sumber Dinas Kehutanan Provinsi Sumsel), serta tahun 2015 (sumber KLHK). Areal yang mengalami kebakaran 3 kali atau lebih dikategorikan areal dengan fungsi ketahanan yang rendah atau mudah terdegradasi, sehingga mendapat skor rendah, sebaliknya areal yang tidak pernah terbakar dalam kurun waktu tersebut mempunyai fungsi ketahanan yang tinggi sehingga memiliki skor yang tinggi (3).

3. Parameter areal berkanal dan lahan gambut

Dalam Permenhut Nomor: P.48/Menhut-II/2014, secara jelas disebutkan bahwa pada ekosistem rawa gambut, kanal drainase menjadi salah satu

parameter penyebab kerusakan ekosistem. Jaringan kanal diperoleh dari analisis peta DEM, menggunakan *hydrology tools* dalam ArcGIS 10.2. Informasi yang disajikan dari analisis ini yaitu data/informasi hidrologi seperti jaringan sungai dan jaringan kanal/ drainase buatan (ESRI, 2018). Kemudian dilakukan *buffering* terhadap jaringan kanal yang diperoleh untuk mendeliniasi areal berkanal. Jangkauan pembasahan sangat bergantung pada konduktivitas hidrolik tanah. Bila konduktivitas hidrolik semakin rendah, maka jangkauan pembasahan akan semakin jauh (KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan, 2018). *Buffering* menggunakan *distance unit* 249 m merujuk pada hasil studi yang dilakukan oleh (KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan (2018) pada lanskap yang sama. Pada studi tersebut digunakan angka konduktivitas hidrolik sebesar 10m/hari, sehingga perkiraan jangkauan pembasahan di dalam dan di sekitar lahan gambut adalah 249 meter (KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan, 2018).

Peta areal berkanal kemudian di-*overlay*-kan dengan peta lahan gambut. Hasil *overlay* berupa klasifikasi lahan dengan urutan tingkat degradasi dan urutan skor paling rendah yaitu lahan gambut berkanal, lahan gambut tidak berkanal, lahan bukan gambut berkanal, dan lahan bukan gambut tidak berkanal.

4. Parameter sensitivitas ekologi dan sosial

Kawasan dengan nilai sensitivitas ekologi tinggi berarti bahwa kawasan tersebut masih mempunyai daya dukung yang tinggi terhadap satwa liar khususnya gajah sumatera, atau dapat dikatakan memiliki tingkat degradasi yang rendah sehingga diberi skor tinggi. Peta sensitivitas ekologi diperoleh dari BKSDA Sumsel.

Sementara itu, aktivitas manusia menjadi faktor penting yang mempengaruhi tingkat degradasi kawasan. Tekanan masyarakat terhadap lahan di dalam kawasan menyebabkan kelestarian

kawasan menjadi terancam akibat kegiatan-kegiatan seperti perambahan dan perkebunan. Peta kerentanan akibat aktivitas masyarakat diperoleh dari BKSDA Sumsel. Areal dengan sensitivitas sosial tinggi berarti potensi tekanan terhadap kawasan atau potensi degradasi tinggi, sehingga akan mempunyai nilai skor yang rendah.

Analisa statistik dilakukan untuk menggabungkan parameter-parameter tersebut menjadi penilaian tingkat kerusakan kawasan. Pembobotan didasarkan pada dua hal utama yang menjadi pertimbangan dalam pengelolaan kawasan SM Padang Sugihan, yaitu fungsi dan tujuan pengelolaan suaka margasatwa serta fakta dan kondisi terkini yang terjadi di kawasan SM Padang Sugihan. SM Padang Sugihan ditunjuk atas dasar potensi kekhasan/keunikan sebagai habitat tumbuhan dan satwa liar terutama gajah sumatera. Sehingga parameter-parameter yang berkaitan langsung terhadap keberadaan dan perlindungan spesies kunci akan memiliki bobot yang lebih besar.

Tutupan lahan menjadi salah satu indikator utama kerusakan kawasan. Kehilangan habitat akibat perubahan tutupan lahan menjadi ancaman utama terhadap keberadaan satwa liar (Sintayehu & Kassaw, 2019; Kaim, et al, 2019; Martinuzi et al, 2015). Disebutkan bahwa dengan habitat kurang tersedia, populasi satwa liar di seluruh dunia telah menurun 20–35% dari mamalia terancam punah (Schipper et al, 2008). Sehingga parameter tutupan lahan memperoleh bobot yang paling besar karena pengaruhnya terhadap kelangsungan hidup gajah sumatera.

Sementara itu, fungsi pokok kawasan suaka alam adalah sebagai kawasan pengawetan keanekaragaman tumbuhan dan satwa beserta ekosistemnya yang juga berfungsi sebagai wilayah sistem penyangga kehidupan. Sehingga daya dukung habitat dan faktor utama penyebab kerusakan kawasan yaitu

kebakaran menjadi parameter lainnya yang memperoleh bobot yang besar.

Pada saat ini, SM Padang Sugihan menghadapi persoalan tekanan sosial yang tinggi sebagai akibat banyaknya aktivitas masyarakat yang memanfaatkan akses di dalam dan sekitar kawasan SM Padang Sugihan. Akses transportasi dengan memanfaatkan sistem jaringan kanal yang terlanjur dibuat dimasa lalu, yang semula dibuat untuk kepentingan transmigrasi. Aktivitas masyarakat ini antara lain mencari kayu gelam dan mencari ikan yang kadangkala memicu terjadinya kebakaran. Sedangkan jaringan kanal mengakibatkan turunnya level air yang memicu terjadinya kebakaran. Hal ini yang menjadi pertimbangan dalam menentukan bobot sensitivitas sosial dan areal berkanal. Formula pembobotan mengacu pada petunjuk teknis Perdirjen Bina Pengelolaan Daerah Aliran Sungai dan Perhutanan Sosial Nomor: P.4/V-Set/2013 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis (Dirjen BPDASPS, 2013) dengan memodifikasi parameter-parameter yang digunakan seperti yang tertuang dalam Permenhut Nomor: P.48/Menhut-II/2014, sebagai berikut:

$$\text{Tingkat Kerusakan Kawasan} = (40 \times \text{tutupan lahan}) + (20 \times \text{frekuensi kebakaran}) + (20 \times \text{sensitivitas ekologi}) + (10 \times \text{areal berkanal}) + (10 \times \text{sensitivitas sosial})$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Tingkat kerusakan Kawasan SM Padang Sugihan

1. Tutupan lahan

Sebagai dasar perencanaan kegiatan pemulihan ekosistem SM Padang Sugihan maka diperlukan peta tutupan lahan terkini dengan skala yang memadai. Hasil analisis citra menghasilkan 7 kelas tutupan lahan yaitu hutan sekunder kerapatan tinggi (8,10%), hutan sekunder kerapatan rendah (27,62%), hutan gelam kerapatan tinggi (12,61%), hutan gelam kerapatan rendah (10,78%), semak (35,99%),

padang rumput (3,54%), dan kebun (1,37%).

Kelas tutupan hutan sekunder, umumnya didominasi oleh beberapa jenis tumbuhan berkayu pionir antara lain mahang (*Macaranga pruinosa*), laban (*Vitex pubescens*), dan pelangas (*Aporosa sp.*). Diantara dominasi jenis tersebut, dijumpai beberapa jenis pohon asli hutan rawa gambut seperti meranti (*Shorea spp.*), terentang (*Campnosperma spp.*), jelutung rawa (*Dyera polyphylla*), dan kempas (*Kompassia malaccensis*). Di lapangan, hutan sekunder ini memiliki kondisi kerapatan penutupan tajuk yang berbeda, sehingga dalam analisis ini kelas tutupannya dibagi menjadi kerapatan tinggi dan rendah. Tutupan dengan kerapatan tinggi yaitu bila terdapat penutupan tajuk 70% atau lebih, sedangkan kerapatan rendah apabila tutupan tajuk kurang dari 40% (Indriyanto, 2008).

Kelas tutupan hutan gelam, sesuai dengan penamaannya, berupa tegakan gelam (*Melaleuca cajuputi*) dengan kerapatan penutupan tajuk yang berbeda, yaitu rapat dan rendah. Umumnya lantai tegakan pada hutan gelam ditutupi oleh beberapa jenis rumput terutama rumput kerisan (*Schleria sumatrensis*).

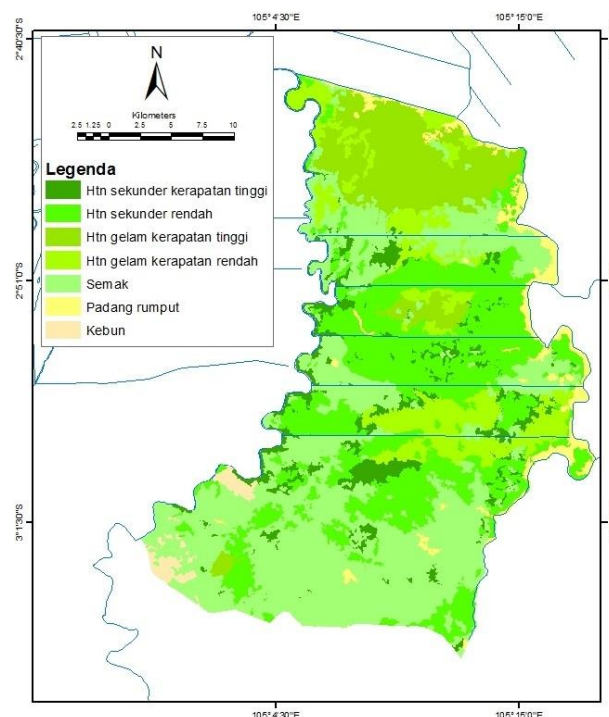
Semak merupakan kelas tutupan lahan yang umum dijumpai di lapangan. Semak didominasi penutupannya oleh beberapa jenis tumbuhan herba dan paku antara lain paku udang (*Stenochlaena palustris*), *Nephrolepis spp.*, *Pteridium spp.*, dan seduduk (*Melastoma malabathricum*), dengan ketinggian mencapai 2 meter di beberapa tempat.

Padang rumput dapat dijumpai pada dua jenis tanah, yaitu tanah mineral dan gambut-rawa. Di areal yang tanahnya mineral, jenis rumput yang umum dijumpai adalah alang-alang (*Imperata cylindrica*). Sementara untuk yang di areal gambut-rawa, jenis rumput yang umum dijumpai antara lain rumput kumpeh (*Hymenachne amplexicaulis*) dan kerisan (*Schleria sumatrensis*). Sedangkan kelas penutupan kebun yaitu perambahan

kawasan yang dilakukan oleh masyarakat sekitar SM Padang Sugihan untuk ditanami dengan kelapa sawit dan jeruk.

Perubahan tutupan lahan akan berdampak pada kemampuan daya dukung hutan sebagai habitat alami gajah sumatera yang merupakan spesies kunci di SM Padang Sugihan. Kerusakan hutan atau hilangnya tutupan lahan akan merubah perilaku gajah yang ada karena mereka harus mampu menyesuaikan diri atau beradaptasi dengan perubahan tutupan lahan yang ada. gajah sumatera

merupakan satwa yang habitat alaminya menyukai tutupan lahan yang lebih tertutup dibandingkan kawasan hutan yang terbuka. Menurut Abdullah, et al.(2009), gajah sumatera lebih banyak menghabiskan waktunya di hutan primer (daerah terlindung) untuk istirahat dan mencari makan, dengan kata lain bahwa tutupan vegetasi akan mempengaruhi perilaku gajah dalam hal mencari makan maupun mencari tempat perlindungan (*cover*).



Gambar (Figure)3. Peta tutupan lahan (*Land cover map of study area*)

Tabel (Table)2. Persentase tutupan lahan SM Padang Sugihan(*Percentage of land cover of Padang Sugihan Wildlife Reserve*)

No	Tutupan Lahan (<i>Land cover</i>)	Luas(<i>Area</i>) (hektar/ <i>hectare</i>)	%(<i>Percentage</i>)
1	Hutan sekunder kerapatan tinggi (<i>Secondary forest high density</i>)	7,136.96	8.10
2	Hutan sekunder kerapatan rendah (<i>Secondary forest low density</i>)	24,348.87	27.62
3	Hutan gelam kerapatan tinggi (<i>Galam forest high density</i>)	11,117.42	12.61
4	Hutan gelam kerapatan rendah (<i>Galam forest low density</i>)	9499.97	10.78
5	Semak (<i>Shrub</i>)	31,723.24	35.99
6	Padang rumput (<i>Savanna</i>)	3,117.01	3.54
7	Kebun (<i>plantation</i>)	1,203.65	1.37
Total		88.148,05	100.00

2. Frekuensi kebakaran

Hasil tumpang susun peta kebakaran tahun 2006 – 2018 pada Gambar 4 menunjukkan hampir seluruh kawasan (85%) pernah terbakar dalam kurun waktu tersebut. Frekuensi kebakaran satu kali menempati areal yang paling luas yaitu sekitar 49 ribu hektar (56%). Sedangkan areal dengan frekuensi kebakaran lebih dari tiga kali pada periode yang sama seluas sekitar 6 ribu hektar (6,8%) (Tabel 3).

3. Sensivitas ekologi

Kawasan dengan nilai sensitivitas ekologi tinggi berarti bahwa kawasan tersebut masih mempunyai daya dukung yang tinggi terhadap satwa liar khususnya gajah sumatera, atau dapat dikatakan memiliki tingkat degradasi yang rendah sehingga diberi skor tinggi (Gambar 5). Peta sensitivitas ekologi diperoleh dari BKSDA Sumsel. Kebakaran hutan yang berulang akan mengakibatkan perubahan komposisi vegetasi penyusun hutan yang mana tentunya akan berhubungan langsung dengan potensi pakan dan daya dukung lingkungan lainnya bagi habitat gajah sumatera di lokasi penelitian. Tutupan vegetasi yang berkurang akibat kebakaran tentu saja akan merubah preferensi pakan dan perilaku harian dari gajah. Kebutuhan naungan akan menjadi sedikit atau terbatas akibat pengurangan tutupan vegetasi oleh kebakaran yang terjadi di kawasan SM Padang Sugihan, padahal gajah sumatera termasuk binatang

berdarah panas sehingga apabila kondisi cuaca panas mereka akan bergerak mencari naungan (*thermal cover*) untuk menstabilkan suhu tubuhnya agar sesuai dengan lingkungannya (Riba'i, et al, 2013).

4. Area berkanal dan lahan gambut

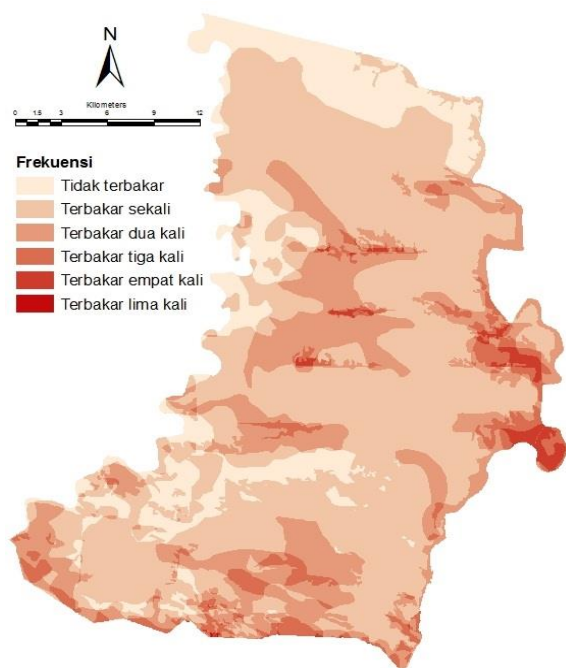
Kanal primer dan sekunder di dalam kawasan SM Padang Sugihan telah dibuat pada tahun 1980-an untuk kepentingan pembukaan areal transmigrasi. Akibatnya kondisi bentang lahan alami dan keseimbangan hidrologis gambut telah terganggu. Dari hasil analisis areal berkanal diperkirakan mencapai 21.892,12 Ha (24%), terdiri dari lahan gambut berkanal seluas 6.055,38 Ha (7,2%) dan lahan mineral berkanal seluas 15.836,75 Ha (17,97%) (Tabel 3).

5. Sensivitas sosial

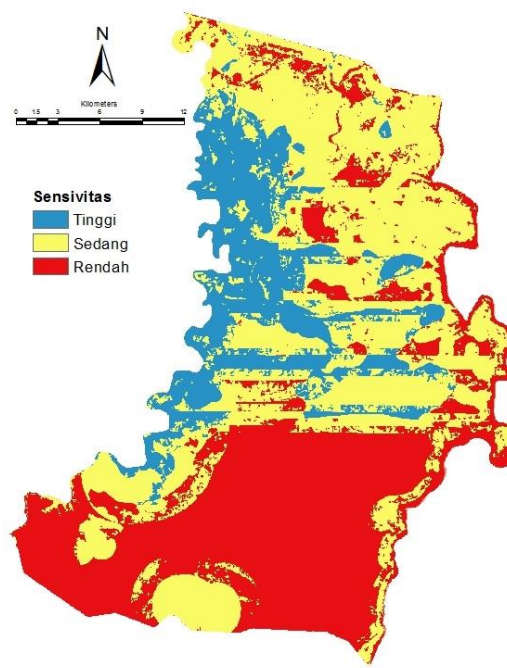
Aktivitas manusia menjadi faktor penting yang mempengaruhi tingkat degradasi kawasan. Tekanan masyarakat terhadap lahan di dalam kawasan menyebabkan kelestarian kawasan menjadi terancam akibat kegiatan-kegiatan seperti pembalakan liar dan perambahan. Peta kerentanan akibat aktivitas masyarakat diperoleh dari BKSDA Sumsel (Gambar 7). Areal dengan sensitivitas sosial tinggi berarti potensi tekanan terhadap kawasan atau potensi degradasi tinggi, sehingga akan mempunyai nilai skor yang rendah.

Tabel (Table) 3. Frekuensi dan luas kebakaran periode tahun 2006-2018 (*Frequency and extent of fires in the periods of 2006-2018*)

Frekuensi kebakaran (<i>Frequency of fires</i>)	Luas (<i>Area</i>) (Ha)	% (<i>percentage</i>)
Tidak Terbakar (<i>No fire</i>)	12.575,96	14,3
Terbakar satu kali (<i>Once fires</i>)	49.614,13	56,3
Terbakar dua kali (<i>Twice fires</i>)	19.959,75	22,6
Terbakar tiga kali (<i>Three time fires</i>)	4.851,89	5,5
Terbakar empat kali (<i>Four time fires</i>)	1.140,68	1,29
Terbakar lima kali (<i>Five time fires</i>)	5,64	0,01
Grand Total	88.148,05	100



Gambar (Figure) 4. Peta frekuensi kebakaran tahun 2006 -2018 (Map of fire frequencies in the period of 2006 – 2018)



Gambar (Figure)5. Peta sensitivitas ekologi (Ecological sensitivity map)

Tabel (Table) 4. Luas areal berkanal dan lahan gambut (canals and peatland area)

Kondisi lahan (Land condition)	Luas (Area) (Ha)	% (percentage)
gambut berkanal (drainage peatland)	6.055,38	6,87
gambut tidak berkanal (peatland)	40.647,20	46,11
non gambut berkanal (drainage mineral soil)	15.836,75	17,97
nongambut tdk berkanal (mineral soil)	25.608,72	29,05
Total	88.148,05	100,00

6. Peta tingkat kerusakan kawasan

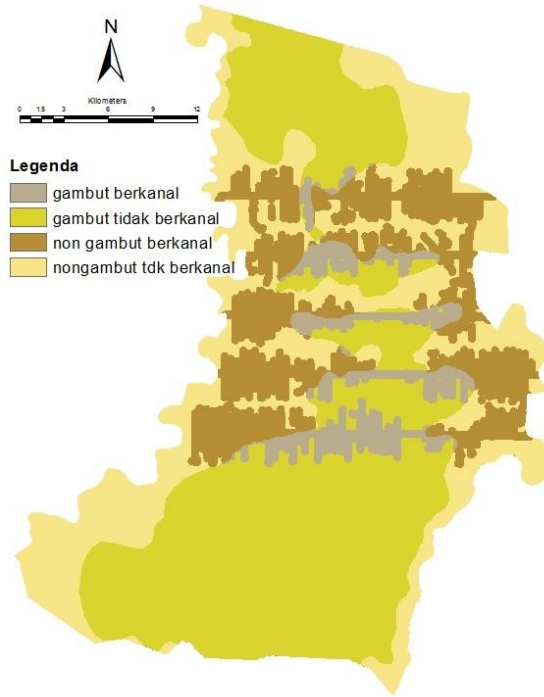
Hasil analisis dengan metode tumpang susun (*overlay*) peta adalah berupa peta tingkat kerusakan kawasan. Areal dengan tingkat kerusakan berat seluas 13.219,60 Ha (15%), rusak sedang seluas 31.867,20 Ha (36%), dan rusak ringan seluas 42.555,91 Ha (49%). Distribusi areal dengan kerusakan berat sebagian besar terletak di pinggir Sungai Air Sugihan pada areal dengan tutupan lahan padang rumput dan bagian selatan kawasan yang terdapat aktivitas masyarakat berupa konversi untuk kebun

dan budidaya padi dengan sistem bakar (sonor) pada saat musim kemarau panjang. Sedangkan areal dengan tingkat kerusakan ringan secara umum berada di sepanjang sungai Air Padang, dimana masih dijumpai tutupan hutan sekunder dan tegakan gelam rapat yang menjadi tempat berlindung bagi gajah sumatera (Gambar 8).

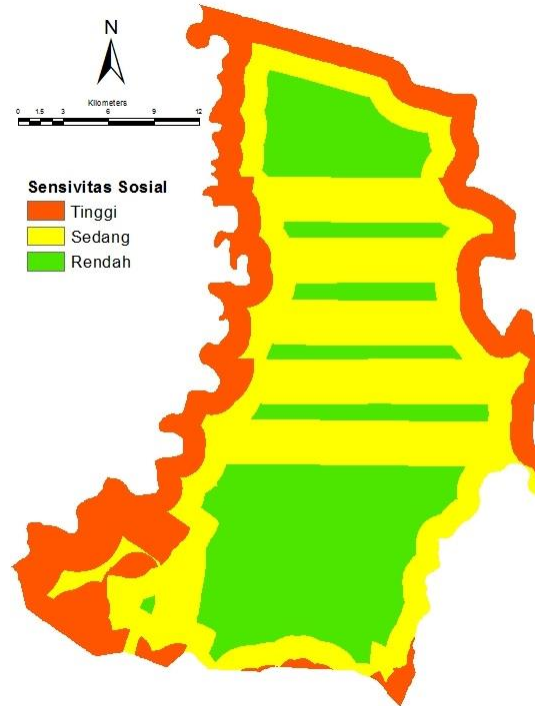
Dari uraian diatas dapat dikatakan bahwa secara umum seluruh kawasan SM Padang Sugihan telah mengalami kerusakan, sehingga perlu dilakukan pemulihan ekosistem. Oleh karena itu target utama rencana pemulihan ekosistem

adalah meningkatkan kualitas ekosistem seluruh kawasan SM Padang Sugihan. Akan tetapi mengingat keterbatasan sumber daya, maka perlu ditetapkan lokasi-lokasi prioritas sebagai target

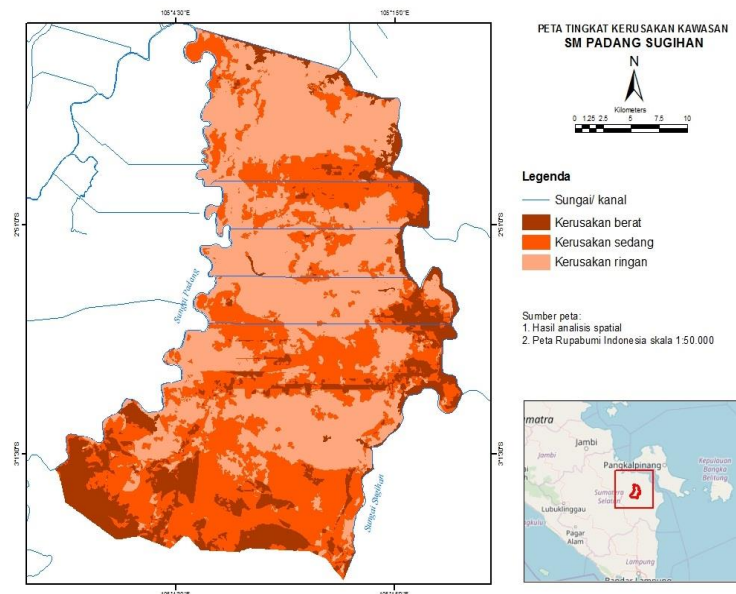
tindakan pemulihan ekosistem. Sehingga areal yang mengalami kerusakan berat menjadi areal prioritas utama dalam intervensi pemulihan ekosistem.



Gambar (Figure) 6. Peta lahan gambut dan areal berkanal (*Map of peat and canals areas*)



Gambar (Figure) 7. Peta sensitivitas sosial (*Social sensitivity map*)



Gambar (Figure) 8. Peta tingkat kerusakan SM Padang Sugihan (*Map of degradation level of Padang Sugihan Wildlife Reserve*)

B. Faktor Penyebab Kerusakan Kawasan SM Padang Sugihan

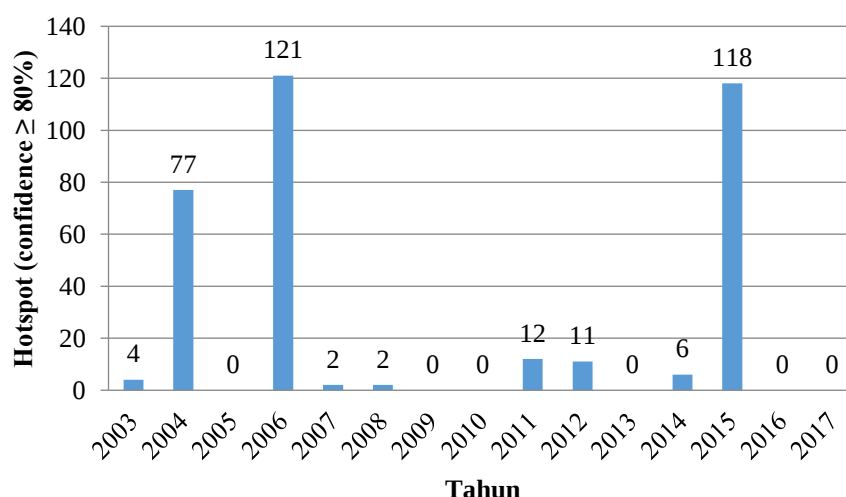
Kerusakan ekosistem di SM Padang Sugihan umumnya disebabkan oleh kebakaran hutan yang terjadi secara berulang, pembalakan hutan, dan pembukaan saluran/kanal (Suyanto & Grahame, 2001; Chokkalingam et al, 2007). Ketiga faktor tersebut akan saling terkait menyebabkan hilangnya masa gambut, berkurang/hilangnya komposisi vegetasi asli dan sulitnya suksesi alami dapat dicapai.

Frekuensi kebakaran dapat diketahui dari jumlah *hotspot* yang terpantau oleh satelit pemantau *hotspot* baik Terra/Aqua maupun Modis. Gambar 9 menunjukkan frekuensi kebakaran di SM Padang Sugihan dalam kurun waktu 15 tahun terakhir. Data yang disajikan adalah titik *hotspot* dengan *confidence level* atau tingkat kepercayaan $\geq 80\%$ atau yang secara kuat dapat diduga sebagai titik api (*firespot*) (Pramesti, et al, 2017; Zubaidah, et al, 2014). Dalam kurun waktu tersebut tercatat setidaknya terjadi tiga kali kebakaran besar yaitu pada tahun 2003,

2006, dan 2015 disamping kebakaran secara sporadis yang terjadi pada tahun-tahun lainnya.

Hasil temuan di lapangan, beberapa kasus kebakaran lahan di SM Padang Sugihan disebabkan oleh perilaku manusia yang secara sengaja membakar lahan untuk tujuan tertentu, diantaranya budidaya padi sonor serta akses untuk mencari gelam dan ikan. Selain menghanguskan alang-alang dan semak belukar dengan cepat, kebakaran juga menghambat pertumbuhan tegakan pohon lainnya.

Selain kebakaran, pembukaan kanal serta pembalakan hutan yang telah berlangsung sekian lama, menyebabkan berubahnya komposisi vegetasi penyusun SM Padang Sugihan. Berdasarkan *database* BKSDA tahun 1983, diketahui vegetasi penyusun kawasan SM Padang Sugihan antara lain rengas (*Glutta* sp), terentang (*Camptosperma* sp), jelutung (*Dyera* sp), kempas (*Koompassia* sp), dan lain-lain (Mahanani, 2012).



Gambar (Figure) 9. Jumlah hotspot dengan confidence $\geq 80\%$ dalam 15 tahun terakhir (*Hotspot with confidence level $\geq 80\%$ recorded by MODIS satellite in the last 15 years*)

Sementara berdasar hasil wawancara dengan masyarakat beberapa jenis yang dahulu dengan mudah mereka temukan di lansekap Padang Sugihan antara lain meranti (*Shorea* sp), jelutung (*Dyera costulata*), terentang (*Camnosperma* sp), medang (*Litsea spp*), gerunggang (*Cratoxylum arborescens*), manggeris (*Kompassia spp*), simpur (*Dillenia obovata*), ramin (*Gonystylus bancanus*), perupuk (*Lophopetalum javanicum*), resak (*Vatica spp.*), dan kempas (*Koompassia-malaccensis*). Namun demikian saat ini jenis-jenis ini hampir tidak ditemukan lagi di kawasan SM Padang Sugihan.

C. Implikasi Pengelolaan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum kondisi SM Padang Sugihan mengalami kerusakan/degradasi ditandai dengan berubahnya vegetasi asli penyusun hutan dan drainase secara massif yang telah merubah bentang alam asli kawasan, sehingga perlu dilakukan pemulihan ekosistem. Namun demikian mengingat keterbatasan sumber daya yang ada, maka perlu ditetapkan lokasi-lokasi prioritas sebagai target tahunan dalam tindakan pemulihan ekosistem. Dalam hal ini pertimbangan-pertimbangan non-spatial juga menjadi faktor yang diperhitungkan, antara lain tujuan pengelolaan kawasan dan ketersediaan sumberdaya baik sumberdaya manusia maupun anggaran.

Padang Sugihan ditetapkan pemerintah menjadi Suaka Margasatwa berdasarkan SK Menhut Nomor 2585/Menhut-VII/KUH/2014 mempunyai tujuan sebagai tempat perlindungan gajah sumatera. Untuk itu kegiatan-kegiatan yang dilakukan dalam rangka pemulihan ekosistem juga harus mendukung upaya perbaikan daya dukung habitat gajah sumatera, misalnya untuk menjamin ketersediaan naungan dan pengkayaan jenis pakan.

Sementara itu, berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan

Kehutanan (Permen LHK) Nomor P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/2/2017 Tentang Pedoman Teknis Pemulihan Fungsi Ekosistem Gambut, kegiatan pemulihan fungsi ekosistem gambut dilakukan dengan cara: rehabilitasi, suksesi alami, restorasi, dan/atau cara lain yang sesuai dengan perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi.

Kegiatan restorasi dilakukan untuk menjadikan ekosistem gambut atau bagian-bagiannya berfungsi kembali sebagaimana semula. Kondisi ekosistem gambut SM Padang Sugihan yang telah terdrainase akibat pembukaan kanal dimasa silam harus diperbaiki. Oleh karena itu pemulihan ekosistem yang dilaksanakan di SM Padang Sugihan tidak hanya ditujukan pada upaya pertambahan vegetasi tapi juga diarahkan untuk perlindungan dan normalisasi fungsi gambut dengan cara pembasahan kembali (*rewetting*), baik dengan pembangunan sekat kanal atau penimbunan kanal, pada seluruh areal yang telah terdrainase, sekaligus sebagai upaya untuk pencegahan kebakaran.

Revegetasi dilakukan pada areal terbuka dan tidak bervegetasi, padang rumput dan semak/belukar yaitu areal dengan tingkat kerusakan berat, dalam rangka mengembalikan penutupan lahan sehingga mendekati kondisi aslinya. Kegiatan revegetasi dilakukan dengan mengutamakan jenis tanaman asli dan dengan mempertimbangkan kesesuaian lahan, aspek lingkungan, dan tujuan pengelolaan SM Padang Sugihan.

Pengayaan jenis dilakukan pada area dengan tingkat kerusakan ringan dan sedang, yaitu areal yang masih memiliki vegetasi pohon dengan jumlah tertentu atau kelas tutupan kelas tutupannya berupa hutan gelam, dan semak/belukar guna mengembalikan struktur vegetasi mendekati aslinya. Jenis-jenis tanaman asli yang dapat digunakan untuk kegiatan revegetasi tercantum dalam lampiran Permen LHK P.16/Menlhk/Setjen/Kum.1/2/2017.

Revegetasi dengan cara suksesi alami/mekanisme alam dilakukan pada area dengan tingkat kerusakan ringan dan sedang yaitu secara umum dijumpai pada tutupan hutan sekunder. Suksesi alami, juga dapat dilakukan terhadap ekosistem gambut berkanal yang telah disekat dan tidak terdapat gangguan dari aktivitas manusia.

Salah satu tantangan dalam pemulihan ekosistem di SM Padang Sugihan adalah tingkat kerawanan kebakaran hutan yang sangat tinggi. Tindakan untuk menekan ancaman bahaya kebakaran melalui perlindungan dan pengamanan mutlak diperlukan. Peningkatan sarana prasarana pemadaman dan aktivitas penjagaan secara intensif melalui patroli keamanan kawasan harus lebih diprioritaskan.

Selain itu, dari peta tingkat kerusakan dapat dilihat bahwa kerusakan tingkat berat berada di area yang berbatasan dengan pemukiman warga. Hal ini menggambarkan sensitivitas sosial yang tinggi antara masyarakat terhadap kawasan. Untuk itu diperlukan kegiatan-kegiatan yang dapat mengurangi ketergantungan masyarakat terhadap sumberdaya alam di kawasan SM Padang Sugihan. Masyarakat disekitar kawasan belum memiliki persepsi konservasi yang baik mengenai norma hukum kepemilikan kawasan dan fungsi ekologi dari keberadaan hutan SM Padang Sugihan. Hal ini senada dengan Purbawiyatna, et al.(2011), yang menyatakan pada umumnya masyarakat sekitar kawasan konservasi belum memiliki kesadaran akan arti penting fungsi ekologi, khususnya terkait dengan kelestarian jenis (konservasi spesies). Untuk itu perlu adanya pendekatan dan penyadaran dari pihak pengelola kawasan yang dilakukan secara terus menerus. Hal ini mengingat bahwa perambahan kawasan SM Padang Sugihan tentu akan menambah konflik antara satwa liar gajah dengan manusia karena pada dasarnya kawasan SM Padang Sugihan adalah habitat dan jalur

jelajah alami gajah sumatera.

Pengelolaan kawasan SM Padang Sugihan kedepan perlu dilakukan secara kolaboratif dengan melibatkan para pihak terkait mengingat keterbatasan-keterbatasan yang dimiliki oleh pihak pengelola kawasan. Agar pengelolaan secara kolaboratif dapat berjalan efektif dan efisien, harus berdasarkan prinsip-prinsip holistik, integratif dan keberlanjutan (Falah, 2013; Rachman, 2012).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Secara umum seluruh kawasan SM Padang Sugihan telah mengalami kerusakan. Areal dengan tingkat kerusakan berat diperkirakan seluas 13.219,60 Ha (15%), rusak sedang seluas 31.867,20 Ha (36%), dan rusak ringan seluas 42.555,91 Ha (49%). Dalam rangka pemulihan ekosistem perlu mempertimbangkan ketersediaan sumberdaya yang dimiliki. Oleh karena itu, penetapan lokasi prioritas sebagai target intervensi merupakan strategi terbaik dalam upaya pemulihan ekosistem tersebut. Areal yang mengalami kerusakan berat merupakan area yang diusulkan menjadi prioritas utama kegiatan pemulihan ekosistem. Kerusakan berat terutama disebabkan oleh pembalakan hutan, kebakaran hutan yang terjadi secara berulang, dan pembukaan kanal drainase.

B. Saran

Kegiatan dan bentuk pemulihan ekosistem yang akan dilaksanakan hendaknya disesuaikan dengan tingkat kerusakan areal dan tujuan pengelolaan kawasan, melalui kegiatan restorasi, rehabilitasi, dan mekanisme/suksesi alam serta dengan melibatkan peran serta masyarakat sekitar kawasan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini penulis menyam-

paikan ucapan terimakasih kepada Badan Restorasi Gambut yang telah membiayai kegiatan penelitian ini, Kepala Balai Litbang LHK Palembang dan Kepala BKSDA Sumatera Selatan yang telah memfasilitasi kegiatan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga kami sampaikan kepada Pak Aziz Abdul Latif dan Pak Riono beserta seluruh staf resort Air Padang serta kepada seluruh anggota tim.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, Iskandar, J. T., Choesin, D. N., & Sjarmidi, A. (2009). Estimasi Daya Dukung Habitat Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus* Temmick) Berdasarkan Aktivitas Harian dengan Menggunakan Sistem Informasi Geografis (GIS) sebagai Solusi Konflik dengan Lahan Pertanian. *Berk. Penel. Hayati*, 3B, 29–36.
- Bismark, M. (2010). Model Pengelolaan Kawasan Konservasi Berbasis Ekosistem. dalam *Rencana Penelitian Integratif Tahun 2010-2014*. Jakarta: Badan Litbang Kehutanan, Kementerian Kehutanan.
- BKSDA Sumatera Selatan. (2015). *Blok Pengelolaan Suaka Margasatwa (SM) Padang Sugihan Sumatera Selatan*. Palembang.
- Chokkalingam, U., Suyanto, Permana, R. P., Kurniawan, I., Mannes, J., Darmawan, A., ... Susanto, R. H. (2007). Community fire use, resource change, and livelihood impacts: The downward spiral in the wetlands of southern Sumatra. *Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change*, 12(1), 75–100. <https://doi.org/10.1007/s11027-006-9038-5>
- Ditjen BPDASPS. Peraturan Dirjen Bina Pengelolaan DAS dan Perhutanan Sosial Nomor P.4/V-SET/2013 tentang Petunjuk Teknis Penyusunan Data Spasial Lahan Kritis (2013). Jakarta.
- Ditjen KSDAE. (2015). *Rencana Strategis Tahun 2015 - 2019*. Jakart.
- ESRI. (2018). An overview of the Hydrology toolset. Retrieved June 22, 2019, from <https://pro.arcgis.com/en/pro-app/tool-reference/spatial-analyst/an-overview-of-the-hydrology-tools.htm>
- Falah, F. (2013). Kajian Efektifitas Pengelolaan Kolaboratif Taman Nasional Kutai (Study on the Effectiveness of Collaborative Management of Kutai National Park). *Jurnal Analisis Kebijakan Kehutanan*, 10(1), 37–57.
- Herawati, T. (2010). Analisis spatial tingkat bahaya erosi di wilayah Cisadane kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, VII(No 4), 413–424.
- Indriyanto. (2008). *Pengantar Budidaya Hutan*. Jakarta: Bumi Aksara.
- Jaya, N. S. (2007). *Analisis Citra Dijital: Perspektif Penginderaan Jauh untuk Pengelolaan Sumberdaya Alam*. Bogor: IPB Press.
- Kaim, D., Ziolkowska, E., Szwagrzyk, M., Price, B., & Kozak, J. (2019). Impact of Future Land Use Change on Large Carnivores Connectivity in The Polish Carpathians. *Land*. <https://doi.org/10.3390/land8010008>
- KPRGSS-TRGD Sumatera Selatan. (2018). *Rencana Tindak Tahunan (RTT) Tahun 2018 Kesatuan Hidrologis Gambut (KHG) Sungai Saleh - Sungai Sugihan Provinsi Sumatera Selatan*. Bogor.
- Mahanani, A. I. (2012). *Strategi Konservasi Gajah Sumatra(Elephas maximus sumatranus Temminck) di Suaka Margasatwa Padang Sugihan*

- Provinsi Sumatera Selatan Berdasarkan Daya Dukung Habitat. Universitas Diponegoro.
- Martinuzzi, S., Withney, J. C., Pidgeon, A. M., Plantinga, A. J., McKerrow, A., Williams, S. G., ... C, R. V. (2015). Future land-use scenarios and the loss of wildlife habitats in the southeastern United States. *Ecological Applications*, 25(1), 160–171.
- Nash, S. V, & Nash, A. D. (1985). *The Status and Ecology of the Sumatran Elephant (Elephas maximus sumatranus) in the Padang Sugihan Wildlife Reserve South Sumatra*.
- Pramesti, D. F., Furqon, M. T., & Dewi, C. (2017). Implementasi Metode K-Medoids Clustering Untuk Pengelompokan Data Potensi Kebakaran Hutan / Lahan Berdasarkan Persebaran Titik Panas (Hotspot). *Jurnal Pengembangan Teknologi Informasi Dan Ilmu Komputer*, 1(9), 723–732. Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id>
- Prasetyo, L. B. (2017). *Pendekatan Ekologi Lanskap untuk Konservasi Biodiversitas* (Vol. 2020). Bogor: Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor.
- Purbawiyatna, A., Kartodihardjo, H., Alikodra, H. S., & Prasetyo, L. B. (2011). Analisis Kelestarian Pengelolaan Hutan Rakyat di Kawasan Berfungsi Lindung (Analysis of Sustainability of Private Forest Management in Protection Area). *JPSL*, 1(2), 84–92.
- Puzinas, J. (2017). *Land Cover Classification Using Satellite Imagery and LiDAR*. Aalborg University Copenhagen. Retrieved from https://projekter.aau.dk/projekter/files/259739872/THESIS_FINAL.pdf
- Rachman, M. (2012). Konservasi Nilai dan Warisan Budaya. *Indonesian Journal of Conservation*, 1(1), 30–39.
- Riba'i, I., Setiawan, A., & Darmawan, A. (2013). Perilaku Makan Gajah Sumatera (*Elephas maximus sumatranus*) di Pusat Konservasi Gajah Taman Nasional Way Kambas (Feeding Behavior of Sumateranus Elephants - *Elephas maximus sumatranus* in Elephant Conservation Center Way Kambas National Park. *Media Konservasi*, 18(2), 89–95.
- Sampurno, R. M., & Thoriq, A. (2016). Klasifikasi Tutupan Lahan Menggunakan Citra Landsat 8 Operational Land Imager (OLI) di Kabupaten Sumedang. *Jurnal Teknotan*, 10(2).
- Santosa, A., & Setyowati, A. B. (2016). *Pengelolaan Kawasan Konservasi Secara Kolaboratif*. Retrieved from <https://www.lestari-indonesia.org/?s=pengelolaan+kawasan+konservasi>
- Schipper J1, Chanson JS, Chiozza F, Cox NA, Hoffmann M, Katariya V, Lamoreux J, Rodrigues AS, Stuart SN, Temple HJ, Baillie J, Boitani L, Lacher TE Jr, Mittermeier RA, Smith AT, Absolon D, Aguiar JM, Amori G, Bakkour N, Baldi R, Berridge RJ, Bielby J, Bla, Y. B. (2008). The Status of the World's Land and Marine Mammals: Diversity, Threat, and Knowledge. *Science*. <https://doi.org/10.1126/science.1165115>
- Sintayehu, D. W., & Kassaw, M. (2019). Impact of land cover changes on elephant conservation in babile elephant sanctuary, Ethiopia. *Biodiversity International Journal*, 3(2), 65–71. <https://doi.org/10.15406/bij.2019.03.00129>
- Suyanto, & Applegate, G. (2001). Akar Penyebab dan Dampak Kebakaran

Hutan dan Lahan di Sumatra: Ringkasan Hasil Penelitian ICRAF/CIFOR. In G. A. Suyanto, Rizki Pandu Permana, Djoko Setijono (Ed.), *Kebijakan Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Aktivitas Sosial Ekonomi dalam Kaitannya Dengan Penyebab dan Dampak Kebakaran Hutan dan Lahan di Sumatera* (pp. 1–176). Bogor.

Zubaidah, A., Vetrira, Y., & Khomarudin, M. R. (2014). Validasi Hotspot Modis di Wilayah Sumatera dan Kalimantan Berdasarkan Data Penginderaan Jauh SPOT-4 Tahun 2012. *Jurnal Penginderaan Jauh*, 11(1), 1–15. Retrieved from <http://j-ptiik.ub.ac.id>

Indeks Subjek (Subject Index)

ISI VOLUME 14

Nomor 1

Citra Ariesta Fauziah, Siti Badriyah Rushayati dan/and Hendra Gunawan	
Kondisi Iklim Mikro Di Taman Keanekaragaman Hayati Mekarsari Kabupaten Sukabumi Jawa Barat	1
Nilam Arita Putri, Burhanuddin Masy'ud, dan/and Hendra Gunawan	
Persepsi Masyarakat Terhadap Taman Rusa Bumi Patra Indramayu, Jawa Barat	13
N. M. Heriyanto dan/and Sri Suharti	
Kualitas Perairan, Kesuburan Tanah Dan Kandungan Logam Berat Di Hutan Mangrove Nusa Penida, Bali	25
Reny Sawitri dan/and Mariana Takandjandji	
Konservasi Danau Ranu Pane dan Ranu Regulo di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru	35
Titi Kalima dan/and Denny	
Komposisi Jenis Dan Struktur Hutan Rawa Gambut Taman Nasional Sebangau, Kalimantan Tengah	51
Maman Turjaman, Sarah Asih Faulina, Aryanto, Najmulah, Ahmad Yani dan/and Asep Hidayat	
Isolasi, Identifikasi dan Pemanfaatan Fungi yang Berasosiasi dengan <i>Tristaniopsis obovata</i>	73
Aditya Hani	
Pengelolaan Bambu Ampel (<i>Bambusa vulgaris</i>) Melalui Perlakuan Penjarangan pada Pola Agroforestri	91

Nomor 2

M. Fajri dan/and R. Garsetiasih	
Komposisi Jenis Vegetasi Lahan Pasca Tambang Galian C di KHDTK Labanan, Kabupaten Berau	101
Budi Hadi Narendra, Widiatmaka, Cecep Kusmana, Lina Karlinasari dan/and Machfud	
Penilaian Potensi Lahan Kritis Untuk Pengembangan Hutan Tanaman Energi di Lombok Timur	119
M. Bismark, Sofian Iskandar, Reny Sawitri, N. M. Heriyanto dan/and Yulaeka	
Habitat Siamang (<i>Symphalangus syndactylus</i> , Raffles 1821) di Kawasan Terdegradasi Taman Nasional Kerinci Seblat, Kabupaten Pesisir Selatan	133
Sitti Nuraeni, Asma'ul Khusna HM, dan/and Andi Sadapotto	
Keanekaragaman Serangga Air dan Biomonitoring Berbasis Indeks Famili Biotik	147
M. Nasir Tamalene, Buyung La Payama, Rahwani, dan/and Said Hasan	
Kepadatan Kuskus Genus <i>Phalanger</i> dan Identifikasi Tumbuhan Pakannya di Pulau Obi	159
Nirmalasari Idha Wijaya, Ninis Trisyani, dan/and Aniek Sulestiani	
Potensi Pengembangan Budidaya Silvofishery di Area Mangrove Wonorejo Surabaya	173
Adi Kunarso, Tubagus Angga Anugrah Syabana, Shabiliani Mareti, Fatahul Azwar, Taufan Kharis, dan/ and Nuralamin	
Analisis Spasial Tingkat Kerusakan Kawasan Suaka Margasatwa Padang Sugihan Sumatera Selatan	191

PENULIS VOLUME 16

Aryanto	73
Azwar, Fatahul	191
Bismark, M.	133
Denny	51
Fajri, M.	101
Faulina, Sarah Asih	73
Fauziah, Citra Ariesta	1
Garsetiasih, R.	101
Gunawan, Hendra	1, 13
Hani, Aditya	91
Hasan, Said	159
Heriyanto, N. M.	25, 133
Hidayat, Asep	73
Iskandar, Sofian	133
Kalima, Titi	51
Karlinsari, Lina	119
Kharis, Taufan	191
Khusna, Asma'ul. H. M	147
Kunarso, Adi	191
Kusmana, Cecep	119
Machfud	119
Mareti, Shabiliani	191

Masy'ud, Burhanuddin	13
Najmulah	73
Narendra, Budi Hadi	119
Nuraeni, Sitti	147
Nuralamin	191
Payama, B. L.	159
Putri, Nilam Arita	13
Rahwani	159
Rushayati, Siti Badriyah	1
Sadapotto, Andi	147
Sawitri, Reny	35, 133
Suharti, Sri	25
Sulestiani, Aniek	173
Syabana, Tubagus A. A.	191
Takandjandji, Mariana	35
Tamalene, M. N.	159
Turjaman, Maman	73
Trisyani, Ninis	173
Widiatmaka	119
Wijaya, Nirmalasari Idha	173
Yani, Ahmad	73
Yulaeka	133

KATA KUNCI VOLUME 16

A

Agroforestry 91, 94, 99
Agroforestri 91, 92, 93, 94, 95, 98
Analisis spasial 191, 194
Attitude 13

B

Bambu ampel 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98,
Bambusa vulgaris 91
Bamboo shoot 91, 95, 97, 98, 100
Benefit 13
Biodiversity park 1, 5, 6, 7, 8
Bioindicator insect 147
Budidaya 173, 174, 175, 176, 181, 182, 183, 184,
185, 186, 187, 188, 189
Bumi Patra Deer Park (BPDP) 13

C

Conservation 35, 38, 48
Conservation status 51
Critical land 119, 125, 130
Cultivation 173, 185
Cuscus Phalanger rotschildi 159

D

Danau 35, 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46,
47, 48, 49, 50
Danau Punggualas 51, 52, 53, 54, 55, 56, 57, 59, 67,
71

E

Ecosystems 35
Ekosistem 35, 36, 37, 39, 40, 42, 43, 44, 47
Ectomycorrhizas 73
Ektomikoriza 73, 74, 77, 79, 81, 82, 83, 85, 86, 87, 89
Energy plantation forest 119, 125

F

Family biotic index 147, 148, 150, 156
FLOWA 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 128

G

GIS 119, 121, 122, 129, 130
Green open spaces 1, 6

H

Heath forest 73
Hutan Kerangas 73, 74, 76, 77, 83, 86, 87
Hutan tanaman energi 119, 120, 121, 122, 124, 125, ,
128, 129

I

Iklim mikro 1, 2, 3, 5, 6, 10, 11, 12
indeks famili biotik 147
Indeks luas daun 1, 3, 4, 9, 12
Indeks nilai penting 51, 55, 57, 58

Inokulasi 73, 77, 82, 83, 84, 85, 86, 87
Importance value index 51
Inoculation 73, 84, 85, 86

K

kesesuaian lahan 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125,
126, 127, 128, 130, 131
Knowledge 13, 17, 18
komposisi jenis 101, 105, 113, 115, 118
Konservasi 35, 36, 38, 46, 47, 48, 49
Kualitas air 35, 36, 37, 39, 40, 41, 42, 43, 45, 46, 48,
49, 50
Kualitas perairan 147, 148, 150, 154, 155, 156

L

Lahan kritis 119, 120, 122, 124, 125, 128, 129
lahan pasca tambang 101, 102, 106, 107, 114, 117
Lakes 35, 39, 41, 47, 49
Land suitability 119, 123, 126, 127, 129, 130
Leaf area index 1, 4, 8, 11

M

Manfaat 13, 14, 19, 20, 21, 22, 23, 24
Mangrove 25, 26, 27, 28, 29, 30, 31, 32, 33, 173, 174,
175, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186,
187, 188, 189
Microclimate 1, 11
Mosaic 133, 137
Mosaik 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 141

N

Nusa Penida 25, 26, 31

O

Obi Island 159, 163, 164, 165, 168

P

Padang Sugihan Wildlife Reserve 191, 198, 201, 206
Pelawan 73, 74, 75, 77, 78, 79, 80, 82, 83, 84, 85, 86,
87, 89
Pencemaran 35, 36, 37, 41, 42, 43, 44, 45, 48, 49, 50
Penjarangan 91, 92, 93, 95, 96, 97, 98, 100
Pengetahuan 13, 14, 16, 17, 18, 20, 21
Perception 13
Persepsi 13, 14, 17, 18, 21, 23, 24
Phalanger ornatus 159, 160, 162, 163, 164, 166, 168,
169
Polutan 25, 26
Pollutant 25, 31
Pollution 35, 42, 43, 49
Population 133, 144, 145
Populasi 133, 134, 135, 136, 137, 139, 140, 141, 144,
145
Post-mining land 101
Pulau Obi 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167,
168

R

Rebung bambu 91, 92, 93, 97, 98, 99

Restoration 191

Restorasi 191, 192, 203, 204, 205

Ruang Terbuka Hijau 1, 2, 4, 6, 10, 11, 12

S

Scylla serrata 173, 183, 185, 189

Serangga bioindikator 147

Shoot cutting 73, 86

Siamang 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145

SIG 119, 120, 121

Sikap 13, 14, 16, 19

Silvofishery 173, 174, 175, 176, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189

spatial analysis 191

species composition 101, 106,

Status konservasi 51, 52, 59, 60, 61, 62,

Stek Pucuk 73, 76, 77, 79, 82, 83, 85, 86, 87

Suaka Margasatwa Padang Sugihan 191, 205

T

Taman Keanekaragaman Hayati 1, 2, 3, 5, 7, 8

Taman Rusa Bumi Patra (TRBP) 13, 14, 15, 16, 23

Thinning 91, 97, 98, 100

V

Vegetasi 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 117, 118, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 140, 144

Vegetation 101, 104, 106, 109, 117, 118, 133

W

Waters quality 147

Wonorejo 173, 174, 175, 177, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188

PETUNJUK BAGI PENULIS

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

BAHASA : Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia. Naskah dalam bahasa Inggris dipertimbangkan.	LANGUAGE: Manuscripts should be written in Bahasa Indonesia. Articles in English will be considered.
FORMAT : Naskah diketik dua spasi pada kertas A4 putih, satu permukaan; jenis huruf Times New Roman 12; pada semua tepi kertas disisakan ruang kosong 3,5 cm.	FORMAT: Manuscripts should be typed double-spaced on one face of A4 white paper. The font is Times New Roman 12. A 3.5 cm margin should be left in all side of the edge.
JUDUL: Akurat, singkat, informatif; menggambarkan isi; mengandung kata kunci; tidak lebih dari 2 baris atau 13 kata; ditulis dalam bahasa Indonesia (terjemahan bahasa Inggris ditulis miring, diletakkan antara tanda kurung); hindari pemakaian kata kerja, rumus, bahasa singkatan dan tidak resmi.	TITLE: Title should be accurate, concise, informative; describing the contents; containing keywords; no more than 2 lines or 13 words; written in bahasa Indonesia (with English translation in italic, placed between brackets); avoid the verb, the formula, the language abbreviation and unofficial language.
NAMA PENULIS: Dicantumkan di bawah judul; ditulis lengkap tanpa kualifikasi akademik; urutkan berdasarkan penulis pertama, kedua, dan seterusnya; cantumkan alamat instansi dan e-mail penulis.	AUTHOR NAME: Listed under title; completely written without academic qualifications; sort by first author, second, and so on; including agency address and e-mail of the author.
ABSTRAK: Ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris; tidak lebih dari 200 kata, berupa intisari menyeluruh mengenai permasalahan, tujuan, metodologi, hasil penelitian.	ABSTRACT: Written in Bahasa Indonesia and English; no more than 200 words, comprise informative essence of the entire content of the the problems, objectives, methodology, and results.
KATA KUNCI: Ditempatkan di bawah abstrak; gambaran masalah yang dibahas; maksimum 5; ditulis terpisah, dari yang bersifat umum ke hal yang bersifat khusus.	KEYWORDS: Written under abstract; overviewing of the issues discussed; maximum are 5; separately written, from the general to the specific nature.
PENDAHULUAN: Berisi latar belakang (rumusan permasalahan, pentingnya penelitian, pemecahan masalah); tujuan (hasil yang ingin dicapai); sasaran (hasil spesifik sebagai hasil antara untuk mencapai tujuan).	INTRODUCTION: Containing background (problem formulation, the importance of research, problem solving); objectives (desired outcomes); targets (specific outcomes as a result to achieve the goal).
BAHAN DAN METODE: Menjelaskan waktu dan lokasi penelitian; bahan dan alat yang digunakan; metode penelitian (rencana penelitian dan analisis data).	MATERIALS AND METHODS: Describing the time and location of the study; materials and tools used; and research methods (research plan and data analysis).
HASIL: Disajikan dalam bentuk uraian umum; disusun sesuai tujuan penelitian; tabulasi, grafik, analisis dilengkapi tafsiran yang benar; angka dalam tabel tidak perlu diuraikan, cukup dikemukakan makna atau tafsiran; metode statistik yang digunakan harus dikemukakan; prinsip dasar metode harus diterangkan dengan referensi atau keterangan lain; penulis mengemukakan pendapat secara objektif, dilengkapi data kuantitatif.	RESULTS: Presented in the form of general description; prepared based on research purposes; tabulation, charts, analysis completed with the correct interpretation; figures in the table do not need to be described, simply stated meanings or interpretations; statistical methods used should be stated; basic principles of the method must be explained with reference or other information; authors express their opinions in an objective manner, completed with quantitative data.
PEMBAHASAN: Dapat menjawab apa arti hasil yang dicapai dan implikasinya; menafsirkan hasil dan menjabarkan; mengemukakan hubungan dengan hasil penelitian sebelumnya; hasil penelitian ditafsirkan dan dihubungkan dengan hipotesis dan tujuan penelitian; mengemukakan fakta yang ditemukan dan penjelasan mengapa hal tersebut terjadi; menjelaskan kemajuan penelitian dan kemungkinan pengembangan selanjutnya.	DISCUSSION: Should answer the meaning of the results obtained and their implications; interpreting the results and outlines; suggests a relationship with the results of previous studies; research results interpreted and linked to the hypothesis and research objectives; argued the facts found and an explaining why it happened; explain the progress of research and development possibilities in the future.

PETUNJUK BAGI PENULIS

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

TABEL : Judul tabel, judul kolom, judul lajur, dan keterangan yang diperlukan ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris (dicetak miring) dengan jelas dan singkat; diberi nomor; penggunaan tanda koma (,) dan titik (.) pada angka di dalam tabel masing-masing menunjukkan nilai pecahan/desimal dan kebulatan seribu.	TABLE : Table title, column title, and the necessary information is written in Bahasa Indonesia and English (in italics) with a clear and concise; given number; using a comma (,) and dot (.) The respective numbers in each table demonstrating the value of fractions / decimals and roundness thousand.
GAMBAR GARIS : Grafik dan ilustrasi lain yang berupa gambar garis harus kontras; diberi nomor, judul, dan keterangan yang jelas dalam bahasa Indonesia dan Inggris (dicetak miring).	LINE DRAWING : Graphs and other line drawing illustrations must be drawn in high contrast black ink. Each drawing must be numbered, title, and supplied with necessary remarks in Bahasa Indonesia and English.
FOTO : Mempunyai ketajaman yang baik, diberi judul dan keterangan seperti pada gambar.	PHOTOGRAPH : Photographs submitted should have high contrast, and must be supplied with the title and description as shown in the picture.
DAFTAR PUSTAKA : Minimal 10 pustaka; merujuk APA Style; disusun menurut abjad nama pengarang; 80% terbitan 5 tahun terakhir dan 80% berasal dari sumber acuan primer, kecuali buku teks ilmu-ilmu tertentu (matematika, taksonomi, iklim).	REFERENCES : At least 10 references; referring to APA Style; organized alphabetically by author name; 80% from last 5 years issues, and 80% from the primary reference sources, except for specific science textbooks (mathematics, taxonomy, climate).
PENGIRIMAN : Naskah dikirim ke Sekretariat redaksi dalam bentuk hard copy (2 eksemplar) dan soft copy dalam format Microsoft Word. Pengiriman naskah disertai dengan surat pengantar dari instansi asal.	SUBMISSION : Two copies of manuscripts and its soft file should be submitted to the secretariate. An official letter from the authors' institution is required.

- Hepburn, R. & Radloff, S. (2006). Morphological variation in the pollen collecting apparatus of honey bees. *Journal of Apicultural Research & Bee World* 45(1), 25-26.
- Kementerian Kehutanan (2009). *Keputusan Menteri Kehutanan No. SK.328/Menhut-II/2009 tentang penetapan DAS prioritas dalam rangka RPJM tahun 2010-2014*. Jakarta: Sekretariat Jenderal.
- Nita, T. (2002). *Dampak penebangan hutan terhadap sistem tata air di DAS Cimanuk*. Diakses tanggal 5 Maret 2004 dari <http://www.minggupagi.com/article>.
- Siregar, C.A. (2007). Pendugaan biomasa pada hutan tanaman pinus (*Pinus merkusii* Jungh et de Vriese) dan konservasi karbon tanah di Cianten, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* IV(3), 251-266.
- Steel, R. G. D. & Torrie, J. H. (1981). *Principles and procedures of statistic*. New York: Mc Graw-Hill Book Co. Inc. Subiakto, A. & Sakai, C. (2006). Pengembangan teknologi stek pucuk untuk hutan tanaman. *Prosiding Gelar dan Dialog Teknologi : Teknologi untuk Kelestarian Hutan dan Kesejahteraan Masyarakat, tanggal 29-30 Juni 2005 di Mataram* (pp. 1-7). Bogor: Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam.
- Einar, V.K. (2007). Screening of eating disorders in the general population. In P.M. Goldfarb (Ed.), *Psychological test and testing research trends* (pp. 141-50). New York: Nova Science.
- Gilbert, D.G., McClernon, J.F., Rabinovich, N.E., Sugai, C., Plath, L.C., Asgaard, G., ...Botros, N. (2004). Effect of quitting smoking on EEG activation and attention last for more than 31 days and are more severe with stress, dependence, DRD2 A1 allele, and depressive traits. *Nicotine and Tobacco Research*, 6, 249-67.

Catatan:

Untuk jumlah Penulis sampai dengan tujuh, ditulis seluruhnya. Untuk jumlah Penulis lebih dari delapan, enam Penulis awal ditulis seluruhnya; Penulis ketujuh sampai Penulis sebelum Penulis terakhir, ditulis dalam bentuk ..., Penulis terakhir ditulis sebagaimana enam Penulis awal.

