ISSN 0216 - 0439
E-ISSN 2540 - 9689

Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam

Journal of Forest and Nature Conservation Research

Volume 18 Nomor 1, Juni Tahun 2021

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 publkasi ilmiah dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan (P3H) yang memuat hasil penelitian bidang-bidang Silvikultur 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 Lingkungkan 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
Prof. Ris. 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*)
Ir. Reni Sawitri, M.Sc (*Konservasi Sumberdaya Hutan - KLHK*)
Dr. Budi Hadi Narendra, S.Hut., M.Sc (*Hidrologi dan Konservasi Tanah - KLHK*)

Reviewer
Prof. Ris. Pratiwi (*Hidrologi dan Konservasi Tanah - KHLH)*
Prof. Ris. Dr. Hendra Gunawan (*Konservasi Sumberdaya Hutan - KLHK*)
Prof. Ris. Dr. Maman Turjaman (*Mikrobiologi - KLHK*)
Prof. Dr. Ir Yanto Santosa, DEA (*Ekologi Kuantitatif - IPB*)
Prof. Dr. Gono Semiadi (*Mamalia dan Pengelolaan Satwaliar - LIPI*)
Prof. Dr. Ir. Ibnu Maryanto, M.Si (*Biologi Konservasi - LIPI*)
Prof. Ris. Dr. Acep Akbar (*Silvikultur Kebakaran Hutan - KLHK*)
Prof. Ris. Dr. Sri Suharti (*Perhutanan Sosial - KLHK*)
Prof. Ris. Dr. Yulianti (*Silvikultur/Perbenihan - KLHK*)
Prof. Ris. Dr. Subarudi, M.Wood.Sc (*Sosiologi Kehutanan - KLHK*)
Deden Girmansyah, M.Si (*Sistematika Tumbuhan - LIPI*)
Dr. Jarwadi Budi Hernowo (*Ekologi Satwaliar - IPB*)
Dr. Achmad Siddik Thoha (*Konsevasi Sumberdaya Alam Hayati - USU*)
Dr. Wanda Kuswanda (*Konservasi Sumberdaya Hutan - KLHK*)
Dr. Nunung Parlinah (*Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan - KLHK*)
Dr. Iyan Robiansyah (*Ekologi dan Konservasi Tumbuhan, Species Distribution Modeling dan IUCN Red List Assesment - LIPI*)
Dr. Joko Ridho Witono (*Konservasi dan Pengelolaan Kawasan - LIPI*)
Dr. Nining Wahyuningrum (*Konservasi Tanah dan Air, Hidrologi, Remote Sensing dan GIS - KLHK*)
Dr. Nurainas (*Taksonomi Tumbuhan - Universitas Andalas*)
Dr. Terri Repi (*Bioekologi Hewan - Universitas Muhammdiyah Gorontalo*)
Dr. Marthina Tjoa (*Sosial Kehutanan - Universitas Pattimura*)
Wahyu Catur Adinugroho, M.Si (*Forest Biometrics, Biomass and Carbon Stock Assesment, Carbon Accounting - KLHK*)
Ir. Mariana Takandjandji, M.Si (*Konservasi dan Keanekaragaman Hayati - KLHK*)
Dra. Titi Kalima (*Botani dan Ekologi Hutan - KLHK*)
Dr. Ridha Mahyuni (*Plant Taxonomy, Plant Biodiversity, Botany - LIPI*)
Dr. Edwin Martin, S.Hut., M.Si (*Sosiologi Kehutanan - KLHK*)

Copy Editor
Ir. Adi Susilo, M.Sc (*Silvikultur - KLHK*)
Fathimah Handayani, S.Hut., M.For.Sc (*Konservasi Tanah dan Air - KLHK*)

Editor Bagian (*Sec. Editor*)
Retno Agustarini, S.Hut., M.Si
Rosita Dewi, S.Hut., M.IL
Anita Rianti, S.Pt
Retno Kusumastuti Rahajeng, SH., M.Hum
Merry M. Dethan, SP
Sarah Asih Faulina, M.Sc
Yeni Nuraeni, S.Hut
Nilam Sari, S.Hut., MP

Layout Editor
Zamal Wildan, S.Kom

Administrasi Web
Apid Robini Eka Prawira, ST

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. Sinar Jaya

Terakreditasi
Berdasarkan Keputusan Menteri Riset dan Teknologi/Kepala Badan Riset dan Inovasi Nasional
Nomor: 200/M/KPT/2020, Tanggal 23 Desember 2020

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terimakasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada *Peer Review*er yang telah menelaah naskah yang dimuat pada Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Volume 18 Nomor 1, Juni 2021:

Prof. (Riset) Subarudi, M.Wood.Sc (*Sosiologi Kehutanan – KLHK*)
Prof. (Riset) Pratiwi (*Hidrologi dan Konservasi Tanah – KLHK*)
Prof. Dr. Gono Semiadi (*Mamalia dan Pengelolaan Satwaliar – LIPI)*
Prof. Dr. Ir. Yanto Santosa, DEA (*Ekologi Kuantitatif – IPB*)
Prof. Dr. Ir. Ibnu Maryanto, Msi (*Biologi Konservasi – LIPI*)
Prof. (Riset) Dr. Maman Turjaman (*Mikrobiologi – KLHK*)
Prof. (Riset) Hendra Gunawan (*Konservasi Sumberdaya Hutan – KLHK*)
Dr. Yulita Sri Kusumadewi (*Botani dan Ekologi – LIPI*)
Dr. Iyan Robiansyah (*Ekologi dan Konservasi Tumbuhan, Species Distribution Modeling dan IUCN Red List Assessment – LIPI*)
Dr. Henti Hendalastuti Rachmat (*Silvikultur Genetik – KLHK*)
Dr. Rozza Tri Kwatrina (*Konservasi Keanekaragaman Hayati – KLHK*)
Dr. Wanda Kuswanda (*Konservasi Sumberdaya Hutan – KLHK*)
Dr. Nining Wahyuningrum (*Konservasi Tanah dan Air, Hidrologi, Remote Sensing dan GIS – KLHK*)
Dr. Joko Ridho Witono (*Konservasi dan Pengelolaan Kawasan – LIPI*)

ISSN 0216 – 0439
E-ISSN 2540 – 9689

Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam

Volume 18 Nomor 1, Juni Tahun 2021

ISI/*CONTENT :*

1. Zola Anjelia Putri, Nindy Lady Fandela, Elfira Septiansyah dan/*and* Bimo Premono
Pendugaan Keanekaragaman Mamalia Menggunakan *Camera Trap* di Hutan Desa Senamat Ulu, Lanskap Bujang Raba, Jambi*(Estimation of Mammals Diversity Using Camera Traps in Senamat Ulu Village Forest, Bujang Raba Landscape, Jambi)*…….. 1-12
2. Muhamad Yusup Hidayat, Ridwan Fauzi dan/*and* Chairil Anwar Siregar
Kesesuaian Lahan Beberapa Jenis Tanaman untuk Perbaikan Kualitas Lahan di Hutan Lindung Sekaroh *(Land Suitability for Certain Types of Plants for Land Restoration in Sekaroh Protected Forest)* …….. 13-27
3. Reza Saputra
Orchids From Five Districts in Fakfak Regency, West Papua: Diversity and Distribution *(Studi Keragaman dan Persebaran Anggrek (Orchidaceae) pada Lima Distrik di Kabupaten Fakfak, Papua Barat).*…….. 29-38
4. Muhammad Farid Al-Faritsi dan/*and* Yanto Santosa
Keanekaragaman Jenis Herpetofauna sebagai Dampak Pembangunan Perkebunan Kelapa Sawit di Sumatera Selatan *(Herpetofauna Species Diversity as the Impact of Oil Palm Plantation Development in South Sumatra)* ……. 39-51
5. Ilham Setiawan Noer, Hendra Gunawan, dan/*and* Dede Aulia Rahman
Penggunaan Habitat dan Pemodelan Distribusi Spasial Macan Tutul Jawa di Kawasan Gunung Sawal, Jawa Barat *(Habitat Use and Modeling of the Spatial Distribution of the Javan Leopard in the Sawal Mount Area, West Java)* …… 53-66
6. Fadjri Maarif, Himmah Rustiami, and Priyanti
A Phenetic Analysis of *Korthalsia* spp. in Sumatra Based on Morphological Characters *(Analisis Fenetik Korthalsia spp. di Sumatra Berdasarkan Karakter Morfologi)* ……. 67-82
7. Abban Putri Fiqa and Siti Sofiah
Impact of Litter Quality and Earthworm Populations on Seruk Spring Forest's Soil Characteristic *(Pengaruh Kualitas Serasah dan Populasi Cacing Tanah pada Karakteristik Tanah Hutan Sumber Seruk)* …….. 83-95

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. 18 No. 1, Juni 2021

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

UDC/ODC 630*149 (594.46)
Zola Anjelia Putri (Komunitas Konservasi Indonesia Warsi (KKI-Warsi)), Nindy Lady Fandela, Elfira Septiansyah (Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas) dan Bimo Premono (Komunitas Konservasi Indonesia Warsi (KKI-Warsi))
Pendugaan Keanekaragaman Mamalia Menggunakan *Camera Trap* di Hutan Desa Senamat Ulu, Lanskap Bujang Raba, Jambi
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, Juni 2021 p: 1-12

Hutan Desa Senamat Ulu merupakan bagian dari kawasan hutan lindung Bukit Panjang Rantau Bayur, Jambi yang memiliki beragam tipe ekosistem yang menjadi habitat bagi banyak satwa liar termasuk jenis mamalia. Minimnya data mengenai keanekaragaman jenis mamalia di kawasan tersebut melatarbelakangi dilakukannya penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan kelimpahan mamalia di kawasan hutan Desa Senamat Ulu. Jenis dan kelimpahan mamalia diketahui dengan menggunakan c*amera trap* dan pengamatan secara langsung di lapangan. Sebanyak 25 jenis mamalia berhasil direkam selama pengamatan. Hasil pengamatan menunjukkan mamalia dengan kelimpahan yang tinggi adalah adalah *Sus scrofa* (babi hutan) sebesar 28,34% dan nilai terendah adalah *Hemigalus derbyanus* (musang belang), *Panthera tigris sumatrae* (Harimau Sumatera), dan *Tragulus napu* (kancil/napu) dengan nilai 0,23%. Indeks keanekaragaman satwa kawasan hutan Desa Senamat Ulu tergolong sedang sebesar 2,72. Keutuhan hutan Desa Senamat Ulu perlu terus diupayakan karena memiliki peran penting terhadap keberadaan satwa mamalia di lanskap Bujang Raba.

Kata Kunci: Kelimpahan, *camera trap*, mamalia, Senamat Ulu

UDC/ODC 630*187(594.71)
Muhamad Yusup Hidayat, Ridwan Fauzi (Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan) dan Chairil Anwar Siregar (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan)
Kesesuaian Lahan Beberapa Jenis Tanaman untuk Perbaikan Kualitas Lahan di Hutan Lindung Sekaroh
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, Juni 2021 p: 13-27

Laju penambahan lahan kritis di Indonesia menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan setiap tahun. Upaya untuk menguranginya dilakukan dengan rehabilitasi hutan dan lahan. Untuk itu diperlukan telaah atas informasi terkait jenis-jenis tanaman yang sesuai, faktor pembatas, kondisi lahan saat ini (aktual) serta metode perbaikannya. Metode penelitian yang diterapkan pada kasus hutan lindung adalah analisis deskriptif, yaitu dengan menerapkan hukum minimum Leibig (*Liebig law*) dalam menentukan faktor pembatas yang akan berdampak pada kelas kesesuaian lahan. Hasil analisis kesesuaian lahan aktual yang diujicobakan menunjukkan bahwa seluruh satuan lahan mahoni (*Swietenia macrophylla*) termasuk pada kelas S3, sedangkan jenis trembesi (*Samanea saman*), jati (*Tectona Grandis*) dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*), dua satuan lahannya pada kelas S2 dan dua satuan lahan lainnya pada kelas S3. Tiga jenis unggulan lokal, yaitu durian (*Durio zibethinus*) dan rambutan (*Nephelium lappaceum*), seluruh satuan lahannya termasuk pada kelas S3, sedangkan jenis mangga (*Mangifera indica*) dua satuan lahan tergolong kelas S2 dan dua satuan lahan lainya tergolong kelas S2. Kelas kesesuaian lahan potensial dapat ditingkatkan dengan perbaikan karakterisitik lahan sebesar satu sampai dua tingkat lebih tinggi. Jenis tanaman buah-buahan perlu diprioritaskan karena mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi dan nilai ekologis yang tidak kalah dengan jenis tanaman kayu.

Kata kunci: Kesesuaian lahan aktual, kesesuaian lahan potensial, nilai ekonomi

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

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 1, Juni 2021

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

UDC/ODC 630*187(594.47)
Muhammad Farid Al-Faritsi (Program Studi Konservasi Biodiversitas Tropika, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor) dan Yanto Santosa (Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor)
Keanekaragaman Jenis Herpetofauna sebagai Dampak Pembangunan Perkebunan Kelapa Sawit di Sumatera Selatan
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, Juni 2021 p: 39-51

Perluasan perkebunan kelapa sawit yang terus terjadi dianggap memengaruhi keanekaragaman dan kekayaan satwa liar khususnya herpetofauna. Herpetofauna memiliki peran yang penting dalam ekosistem sehingga upaya pelestariannya dalam kajian ekologis perlu menjadi perhatian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak perkebunan kelapa sawit terhadap keanekaragaman jenis dan komposisi jenis herpetofauna. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode *Visual Encounter Survey* (VES) dengan membandingkan lima tipe tutupan lahan dengan tutupan lahan semak belukar, yang merupakan tipe tutupan lahan sebelum dialihkan menjadi perkebunan sawit. Perubahan dari semak belukar menjadi perkebunan kelapa sawit berdampak positif pada keanekaragaman jenis herpetofauna. Jumlah jenis herpetofauna pada kondisi semak belukar sebanyak 6 jenis dengan indeks kekayaan jenis sebesar 1,48, indeks keanekaragaman jenis sebesar 0,83, dan indeks kemerataan jenis sebesar 0,46. Setelah menjadi perkebunan kelapa sawit, terjadi penambahan 4 jenis herpetofauna, serta peningkatan indeks kekayaan jenis sebanyak 1,09, indeks keanekaragaman jenis sebanyak 1,08, dan indeks kemerataan jenis sebanyak 0,37. Dengan demikian, jumlah jenis herpetofauna setelah konversi lahan menjadi 10 jenis dengan indeks kekayaan jenis sebesar 2,57, indeks keanekaragaman jenis sebesar 1,91, dan indeks kemerataan jenis sebesar 0,83. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan dari semak belukar menjadi perkebunan sawit menyebabkan perubahan pada komposisi jenis herpetofauna sebesar 63%.

Kata kunci: Dampak, herpetofauna, keanekaragaman jenis, kelapa sawit

UDC/ODC 630*149(594.53)
Ilham Setiawan Noer (Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor), Hendra Gunawan (Pusat Penelitian dan Pengembangna Hutan), dan Dede Aulia Rahman (Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor)
Penggunaan Habitat dan Pemodelan Distribusi Spasial Macan Tutul Jawa di Kawasan Gunung Sawal, Jawa Barat
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, Juni 2021 p: 53-66

Macan tutul jawa (*Panthera pardus melas*) merupakan predator puncak yang berstatus dilindungi, kritis (*critically endangered*), dan salah satu dari 25 satwa prioritas nasional. Data dan informasi terkait penggunaan habitat dan pemodelan distribusi spasial macan tutul jawa masih sedikit. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi penggunaan habitat macan tutul jawa, serta membuat pemodelan distribusi spasial macan tutul jawa. Data penelitian ini dikumpulkan melalui pemasangan *camera trap*, metode eksplorasi, dan pengumpulan variabel lingkungan dengan metode *Maximum Entropy*. Analisis dilakukan menggunakan *Relative Use Index,* pemodelan *Maximum Entropy*, dan *Relative Abundance Index*. Berdasarkan penelitian, penggunaan habitat oleh macan tutul jawa dengan nilai paling tinggi terdapat pada tipe habitat berupa hutan alam primer, ketinggian 751-1.250 mdpl, dan kemiringan lahan curam (26-40%), dengan sedikit gangguan manusia. Variabel lingkungan yang paling berpengaruh adalah jarak dari satwa mangsa, lereng, dan ketinggian. Penelitian ini menghasilkan implikasi pengelolaan, yaitu 1) area yang dinilai sesuai bagi macan tutul jawa dapat dipertahankan keberadaannya, sedangkan area yang kurang sesuai dapat dilakukan perbaikan habitat; 2) integrasi antara kawasan konservasi dengan kawasan hutan disekitarnya penting untuk dilakukan agar populasi macan tutul jawa dapat tertampung dengan baik, 3) mitigasi konflik juga penting untuk dilakukan melalui kerja sama yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan.

Kata kunci: Kesesuaian habitat, penggunaan habitat, macan tutul jawa, maxent

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

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 1, June 2020

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

UDC/ODC 630*149 (594.46)
Zola Anjelia Putri (Indonesian Conservation Community Warsi (ICC-Warsi)), Nindy Lady Fandela, Elfira Septiansyah (Departement of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Andalas University) and Bimo Premono (Indonesian Conservation Community Warsi (ICC-Warsi))
Estimation of Mammals Diversity Using Camera Traps in Senamat Ulu Village Forest, Bujang Raba Landscape, Jambi
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, June 2021 p: 1-12

The Senamat Ulu Village Forest is part of the Bukit Panjang Rantau Bayur protected forest area, Jambi, which has various ecosystem types that provide habitat for many wildlife including mammals. The lack of data on the diversity of mammals in the area is the background of the research which aimed to identify the species and abundance of mammals in the area of Senamat Ulu Village Forest. Mammals' species and abundance were observed using camera traps and direct field observations. A total of 25 species of mammals were successfully recorded during the observation. The results showed that the species with the highest relative abundance index was Sus scrofa (wild boar) with a value of 28.34% and the lowest ones were Hemigalus derbyanus (striped weasel), Panthera tigris sumatrae (Sumatran Tiger), and Tragulus napu (Mouse deer) with a value of 0.23%. The diversity indexs in Senamat Ulu village forest itself was 2.72 and therefore was classified as moderate/medium abundance. The sustainability of the Senamat Ulu Village Forest needs to be ensured as it has an important role as mammals'habitat in the Bujang Raba landscape.

Keywords: Abundance, camera trap, mammals, Senamat Ulu

UDC/ODC 630*187(594.71)
Muhamad Yusup Hidayat, Ridwan Fauzi (Quality and Environmental Laboratory Research and Development Center) dan Chairil Anwar Siregar (Forest Research and Development Center)
Land Suitability for Certain Types of Plants for Land Restoration in Sekaroh Protected Forest
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, June 2021 p: 13-27

The amount of critical land in Indonesia shows a significant increase every year. One of the efforts undertaken is forest and land rehabilitation. Therefore, a review of the suitable plants, limiting factors, current (actual) land conditions and improvement methods is needed. The research method applied in the protected forest is descriptive analysis, with a matching process using the Leibig minimum law (Liebig law) to determine the limiting factors that will impact the land suitability class. The results of the actual land suitability tested showed that all mahogany (*Swietenia macrophylla*) *land units belong to S3 class. Meanwhile, the trembesi* (*Samanea saman*), *teak* (*Tectona grandis*) *and jackfruit* (*Artocarpus heterophyllus*), *the two land units are in the S2 class and the other two belong to S3 class. For the superior local species, durian* (*Durio zibethinus*) *and rambutan* (*Nephelium lappaceum*), *all land units belong to S3 class, while two types of mango (Mangifera indica) are classified as S2 class and two other land units are classified as S2 class. Potential land suitability classes can be improved by one or two levels higher through land characteristics improvement. The fruit plants need to be prioritized because they have a higher economic and ecological value that is not inferior to timber plants' species.*

Keywords: Actual land suitability, potential land suitability, economic value

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

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 1, June 2020

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

UDC/ODC 630*27(594.81)
Reza Saputra (West Papua Natural Resources Conservation Agency, Ministry of Environment and Forestry)
Orchids From Five Districts in Fakfak Regency, West Papua: Diversity and Distribution
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, June 2021 p: 29-38

A study of the diversity and distribution of orchids has been conducted in five districts in Fakfak Regency, i.e. Kokas, Fakfak Tengah, Fakfak, Wartutin, and Karas. This study was conducted based on current condition that research on orchid inventory has never been carried out in Fakfak Regency. Therefore, there is lack information and report related to the data of orchids collection from this regency. The objective of the research was to provide a preliminary note on the diversity and distribution of orchids in the Fakfak Regency. The study was carried out using the Visual Encounter Survey and the Purposive Exploration method. The result determined 67 collection numbers consisting of 49 epiphytic orchids, 16 terrestrial orchids, and two holomycotrophic orchids classified into 33 genera and 67 species. Fakfak Tengah District has the most diverse orchids species compared to other districts, viz. 37 species.

Keywords: Fakfak Regency, Orchids Diversity, West Papua

UDC/ODC 630*187(594.47)
Muhammad Farid Al-Faritsi (Tropical Biodiversity Conservation Study Program, Faculty of Forestry and Environment, IPB University) and Yanto Santosa (Department of Forest Resources Conservation and Ecotourism, Faculty of Forestry and Environment, IPB University)
Herpetofauna Species Diversity as the Impact of Oil Palm Plantation Development in South Sumatra
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, June 2021 p: 39-51

The continued expansion of oil palm plantations has affected the diversity and wealth of wildlife, especially herpetofauna. Herpetofauna has an essential role in the ecosystem, so that its conservation efforts in ecological studies need to be considered. This study aimed to determine oil palm plantations impact on the diversity and species composition of herpetofauna. Data collection was conducted using the Visual Encounter Survey (VES) method by comparing five land cover types with shrubs, which is the type of land cover before it was converted to oil palm plantations. The conversion from shrubs to oil palm plantations has a positive impact on the diversity of herpetofauna species. There were six types of herpetofauna in shrubs conditions with a species richness index of 1.48, a diversity index of 0.83, and an evenness index of 0.46. After being converted to be an oil palm plantation, there was an addition of four species of herpetofauna and an increase in the species richness index of 1.09, the diversity index of 1.08, and the evenness index of 0.37. Thus, the number of herpetofauna species after land conversion became ten species with a species richness index of 2.57, a diversity index of 1.91, and an evenness index of 0.83. The results showed that the conversion from shrubs to oil palm plantations had caused changes in herpetofauna species' composition by 63%.

Keywords: *Herpetofauna, impact, oil palm, species diversity*

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

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 1, June 2020

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

UDC/ODC 630*149(594.53)
Ilham Setiawan Noer (Department of Forest Resources Conservation and Ecotourism, Faculty of Forestry and Environment, IPB University), Hendra Gunawan (Forest Research and Development Center), and Dede Aulia Rahman (Department of Forest Resources Conservation and Ecotourism, Faculty of Forestry and Environment, IPB University)
Habitat Use and Modeling of the Spatial Distribution of the Javan Leopard in the Sawal Mount Area, West Java
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, June 2021 p: 53-66

Javan leopard (Panthera pardus melas) is a protected top predator classified as critically endangered and one of 25 national priority animals. Data and information regarding habitat use and modeling of the spatial distribution of the javan leopard using MaxEnt are still limited. This study aims to identify the habitat use of the javan leopard and predict the habitat suitability of the javan leopard. Data were collected by camera trap, exploration method, and environmental variable data using the Maximum Entropy method. The analysis was performed using the Relative Use Index, Maximum Entropy modeling, and the Relative Abundance Index. Based on the results, the habitat use of javan leopard with the highest value was found in the habitat type of primary natural forest, with an elevation of 751-1,250 m above sea level and steep slopes (26-40%), and without human disturbance. The most influential environmental variables are distance from the prey, slopes, and elevation. There are three management implications of this study, 1) maintaining the suitable and improving the less suitable area for the javan leopard. 2) Integration between the conservation area and the surrounding forest area shall accommodate the javan leopard population. 3) Conflict mitigation is essential to do through collaboration between all stakeholders.

Keywords: Habitat Suitability, habitat use, javan leopard, maxent

UDC/ODC 630*287(594.42)
Fadjri Maarif (Department of Biology, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Syarif Hidayatullah), Himmah Rustiami (Herbarium Bogoriense, Botany Division, Research Center for Biology, Indonesian Institute of Sciences), and Priyanti (Department of Biology, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Syarif Hidayatullah)
A Phenetic Analysis of *Korthalsia* spp. in Sumatra Based on Morphological Characters
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, June 2021 p: 67-82

Korthalsia (Blume) is a genus in the sub-family Calamoideae of the family Arecaceae. Research on a phenetic study of Korthalsia in Sumatra has never been published. The research was conducted to describe the specific characteristics of Korthalsia spp. in Sumatra and analyze their morphological character and similarity with a phenetic analysis. There were 85 herbarium specimens of Korthalsia deposited at the Herbarium Bogoriense (BO). Twenty-four vegetative and six generative characters were observed. Scoring was analyzed with a multinomial approach. The analysis was performed using the NTSys pc 2.02. The result showed that nine species of Korthalsia in Sumatra were distinguished based on their ocrea types, leaflets shape, and rachillae. The phenogram showed a similarity coefficient value of 0.53 for two main clusters, cluster A consisting of 4 species of Korthalsia (K. debilis, K. paucijuga, K. rigida, and K. rostrata) and Cluster B consisting of 5 species (K. echinometra, K. flagellaris, K. laciniosa, K. hispida, and K. robusta).

Keywords: *Calamoideae, Korthalsia, phenetic, rattan, Sumatra*

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

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 1, June 2020

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

UDC/ODC 630*114.4

Abban Putri Fiqa and Siti Sofiah (Purwodadi Botanical Gardens Plant Conservation Center, Research Center for Plant Conservation and Botanical Gardens - Indonesian Institute of Sciences)

Impact of Litter Quality and Earthworm Populations on Seruk Spring Forest's Soil Characteristic

J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 1, June 2021 p: 83-95

Seruk spring, located in Batu, East Java, is a spring with four different Land Use Systems (LUS) in its surrounding area, comprising a mixed, a pine, an eucalypt, and a bamboo forests. Over time, there have been changes in land use around the area of Seruk Spring. This results in a decrease in the environmental quality, and even in the spring's water discharge. As spring serves as an important part of people living in the immediate vicinity, this research aimed to determine the differences in litter quality, earthworm populations, and soil porosity at each LUS. Litter was measured in each area and analyzed in the laboratory to determine its biomass and quality. Earthworm populations and biomass were measured with the iron box method, while the soil porosity and organic matter were based on secondary data from the previous research. The correlation among all the parameters was analyzed with Principal Components Analysis (PCA) using PAST 3 software. The results showed that the bamboo forest had the most suitable land-use system around spring, based on the highest litter thickness and its quality in the area. The different qualities of each LUS provided diverse advantages for the spring ecosystem. The presence of the bamboo forest around the spring area should be conserved, to maintain the quality of the ecosystem and the sustainability of the spring area itself.

Keywords: *recharge area, conservation, earthworm density, soil attributes*

Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, (2021), 18(1): 1-12
http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPHKA
pISSN: 0216 – 0439 eISSN: 2540 – 9689
Akreditasi Kemenristekdikti Nomor 21/E/KPT/2018

Pendugaan Keanekaragaman Mamalia Menggunakan *Camera Trap* di Hutan Desa Senamat Ulu, Lanskap Bujang Raba, Jambi

(Estimation of Mammals Diversity Using Camera Traps in Senamat Ulu Village Forest, Bujang Raba Landscape, Jambi)

Zola Anjelia Putri[1*], Nindy Lady Fandela[2], Elfira Septiansyah[2] dan/*and* Bimo Premono[1]

[1]Komunitas Konservasi Indonesia Warsi (KKI-Warsi), Jl. Inu Kertapati No. 12, Pematang Sulur, Telanaipura, Jambi 36129, Indonesia; Telp. (0741) 66695
[2]Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Andalas, Padang 25175, Sumatera Barat, Indonesia, Telp. (0751) 777427

Info artikel:

***Keywords**: Abundance, camera trap, mammals, Senamat Ulu*

ABSTRACT

The Senamat Ulu Village Forest is part of the Bukit Panjang Rantau Bayur protected forest area, Jambi, which has various ecosystem types that provide habitat for many wildlife including mammals. The lack of data on the diversity of mammals in the area is the background of the research which aimed to identify the species and abundance of mammals in the area of Senamat Ulu Village Forest. Mammals' species and abundance were observed using camera traps and direct field observations. A total of 25 species of mammals were successfully recorded during the observation. The results showed that the species with the highest relative abundance index was Sus scrofa (wild boar) with a value of 28.34% and the lowest ones were Hemigalus derbyanus (striped weasel), Panthera tigris sumatrae (Sumatran Tiger), and Tragulus napu (Mouse deer) with a value of 0.23%. The diversity indexs in Senamat Ulu village forest itself was 2.72 and therefore was classified as moderate/medium abundance. The sustainability of the Senamat Ulu Village Forest needs to be ensured as it has an important role as mammals'habitat in the Bujang Raba landscape.

Kata kunci: Kelimpahan, *camera trap*, mamalia, Senamat Ulu

Riwayat artikel:
Tanggal diterima: 06 Mei 2020;
Tanggal direvisi: 11 Agustus 2020;
Tanggal disetujui:

ABSTRAK

Hutan Desa Senamat Ulu merupakan bagian dari kawasan hutan lindung Bukit Panjang Rantau Bayur, Jambi yang memiliki beragam tipe ekosistem yang menjadi habitat bagi banyak satwa liar termasuk jenis mamalia. Minimnya data mengenai keanekaragaman jenis mamalia di kawasan tersebut melatarbelakangi dilakukannya penelitian yang bertujuan untuk mengidentifikasi jenis dan kelimpahan mamalia di kawasan hutan Desa Senamat Ulu. Jenis dan kelimpahan mamalia diketahui dengan menggunakan c*amera trap* dan pengamatan secara langsung di lapangan. Sebanyak 25 jenis mamalia berhasil direkam selama pengamatan. Hasil pengamatan menunjukkan mamalia dengan kelimpahan yang tinggi adalah adalah *Sus scrofa* (babi hutan) sebesar 28,34% dan nilai terendah adalah *Hemigalus derbyanus* (musang belang), *Panthera tigris sumatrae* (Harimau Sumatera), dan *Tragulus napu* (kancil/napu) dengan nilai 0,23%. Indeks keanekaragaman satwa kawasan hutan Desa Senamat Ulu tergolong sedang sebesar 2,72. Keutuhan hutan Desa Senamat Ulu perlu terus diupayakan karena memiliki peran penting terhadap keberadaan satwa mamalia di lanskap Bujang Raba.

Editor: Dr. Rozza Tri Kwatrina
Korespondensi penulis: Zola Anjelia Putri* (E-mail: zolaputri1994@gmail.com)
Kontribusi penulis: **ZAP**: Melakukan perencanaan pengamatan, pengamatan lapangan, dan penulisan draft final tulisan; **NLF**: Melakukan pengamatan lapangan, analisis data lapangan; **ES**: Melakukan pengamatan lapangan dan analisis data; **BP**: Melakukan perencanaan pengamatan dan pengamatan lapangan.

https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.1.1-12
©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

1. Pendahuluan

Hutan Desa Senamat Ulu di Provinsi Jambi, merupakan kawasan hutan yang menjadi habitat dari beragam satwa langka dan dilindungi seperti harimau sumatera, tapir dan beberapa jenis Primata. Selain itu, hutan Desa Senamat Ulu merupakan sumber kehidupan bagi masyarakat seperti pemanfaatan hasil-hasil hutan bukan kayu maupun jasa lingkungan. Hutan Senamat Ulu berada dalam skema perhutanan social dengan luas kawasan 1.661 Ha, (SK Kemenhut No. 360, 2011). Pengelolaan hutan dalam skema perhutanan sosial merupakan bentuk pengelolaan hutan yang dilakukan berbasis masyarakat. Pengelolaan hutan berbasis masyarakat di kawasan Lanskap Bujang Raba telah mampu menghambat terjadinya deforestasi hutan dan meningkatkan tutupan hutan (KKI-Warsi, 2018).

Indonesia memiliki kekayaan mamalia dan tingkat endemisitas yang tinggi. Mamalia yang terdistribusi di Indonesia berjumlah sekitar 773 spesies, 280 diantaranya tersebar di Pulau Sumatera dengan tingkat endemisitas mencapai 15,8% (Maryanto et al., 2019). Mamalia adalah satwa yang memiliki peran penting terhadap kondisi ekologi kawasan hutan. Mamalia sangat sulit untuk diamati secara langsung karena banyak jenis satwa yang bersifat sulit dijangkau, aktif di malam hari dan menghindari perjumpaan dengan manusia. Pengamatan dengan menggunakan *camera trap* dianggap efektif dalam penggalian informasi dan pengamatan ekologi satwa.

Penelitian-penelitian mengenai pengamatan satwa liar menggunakan *camera trap* telah banyak dilakukan dan sangat efisien dalam mengamati kehadiran satwa liar yang biasanya menghindari perjumpaan langsung dengan manusia (Novarino et al., 2007). *Camera trap* menghasilkan data berupa gambar atau video yang bisa digunakan untuk mengetahui jenis, keanekaragaman jenis, kelimpahan relatif satwa dalam kawasan hutan. Keuntungan penggunaan *camera trap* adalah pengamatan dapat dilakukan terus menerus setiap hari dan lebih efisien dibandingkan dengan melakukan pengamatan secara langsung (Azlan & Sharma, 2006). Ario (2010) menyatakan gambar yang dihasilkan dapat menjadi bukti kuat terkait keberadaan satwa yang hidup di kawasan tersebut. Menurut Setiawan (2013) ukuran kamera yang kecil tidak mengganggu kehadiran satwa di habitatnya. Menurut Silveira, Jácomo, & Diniz-Filho (2003) perjumpaan secara langsung sulit untuk ditemukan sehingga sulit untuk melakukan penghitungan kelimpahan relatif, estimasi populasi maupun aktivitas ekologisnya.

Sejumlah penelitian menggunakan *camera trap* telah banyak dilakukan untuk menggali informasi mengenai keberadaan satwa serta aktivitasnya, yang kurang efektif jika dilakukan dengan pengamatan secara langsung. Oleh karena itu penelitian ini dilakukan untuk mendapat-kan data dan informasi mengenai karakteristik habitat, keanekaragaman jenis, dan kelimpahan relatif. Menurut Putri, Mustari, & Ardiantiono (2017), banyaknya jumlah *camera trap* yang dipasang akan meningkatkan kemungkinan terdeteksinya satwa dan keefektifan dalam waktu pengamatan.

Pengelolaan kawasan yang berkelanjutan perlu dilakukan untuk menjaga fungsi kawasan hutan Desa Senamat Ulu dan menjaga kelangsungan hidup satwa-satwa agar ekosistem hutan tetap seimbang. Saat ini, pihak pengelola kawasan hutan Desa Senamat Ulu belum memiliki data yang lengkap mengenai keberadaan jenis satwa liar khususnya keanekaragaman mamalia. Oleh karena itu, perlu dilakukan pendataan untuk inventarisasi mamalia dan menganalis keanekaragaman jenis mamalia dalam kawasan hutan Desa Senamat Ulu. Menurut Novarino et al. (2007), pemantauan satwa liar dalam suatu kawasan penting dilakukan sebagai bahan

pertimbangan dalam upaya konservasi, karena hasil pemantauan akan memberikan informasi mengenai keberadaan dan ekologi satwa liar. Informasi yang diperoleh dalam penelitian ini diharapkan dapat menjadi dasar dalam menentukan rencana pengelolaan dan perlindungan kawasan hutan Desa Senamat Ulu.

2. Metodologi

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di kawasan hutan Desa Senamat Ulu. Hutan Desa Senamat Ulu secara administratif berada di Desa Senamat Ulu, Kecamatan Bathin III Ulu, Kabupaten Bungo, Provinsi Jambi. Penelitian ini dilakukan pada Agustus 2019 sampai Januari 2020.

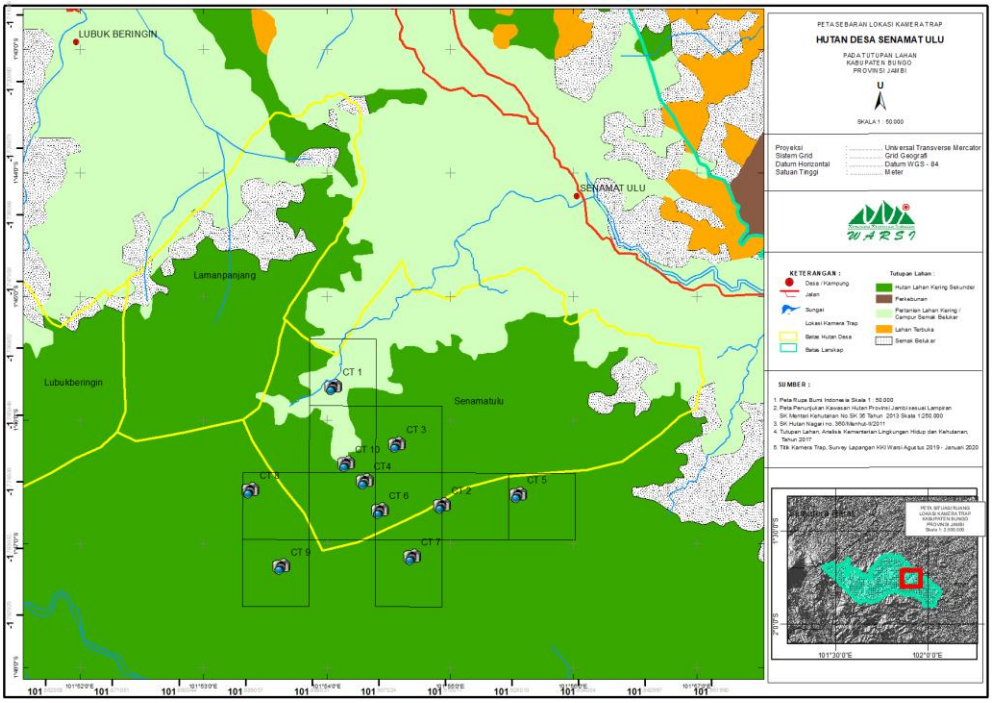
2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah video rekaman spesies mamalia hasil rekaman *camera trap*. Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sepuluh buah *camera trap* tipe Bushnell, sling pelindung, tali pelindung, gembok, baterai, penanda (*tagging*), lakban hitam, tisu serap, dua buah GPS merk Garmin, dua lembar peta lokasi kawasan dan buku identifikasi mamalia.

2.3. Metode Penelitian

Pemasangan *Camera Trap*

Pengamatan dilakukan secara *sampling* dengan menggunakan *camera trap* dipasang sebanyak 10 unit secara acak pada stasiun pengamatan (*grid cell*) berukuran 1 x 1 km^2 (Gambar 1). *Camera trap* dipasang pada wilayah yang ada tanda-tanda keberadaan mamalia seperti jejak kaki, bekas cakar, kotoran/*feses*, sisa makanan dan tanda lainnya. Pemilihan *grid cell* memperhatikan kondisi lapangan seperti kontur, tanda keberadaan hewan, sumber air, dan tipe vegetasi. *Camera trap* dipasang pada pohon dengan ketinggian sekitar 40 cm di atas permukaan tanah atau disesuaikan dengan kondisi lapangan 2,5 meter dari arah jalur hewan (Karanth & Nichols, 2000). *Camera trap* diatur untuk mengambil video dengan jarak antar video 3 detik dan durasi video selama 30 detik.



Gambar *(Figure)* 1. Lokasi pemasangan *camera trap* (*The camera traps installment location*)

Pada setiap video dilakukan identifikasi spesies dan individunya. Asumsi yang digunakan untuk meng-identifikasi individu adalah menggunakan foto atau video independen. Foto atau video independen adalah foto yang berurutan dari individu atau spesies yang berbeda atau dalam rentang waktu 30 menit, dan foto individu atau spesies yang sama tapi tidak berurutan (O'Brien, Kinnaird, & Wibisono, 2003). Proses identifikasi satwa menggunakan buku mamalia di Kalimantan, Sabah, Serawak dan Brunei Darussalam (Payne, Francis, Phillips & Kartikasari, 2000) dan *A Field Guide to The Mammals of Thailand and South – East Asia* (Francis, 2008). Data hasil pengamatan ditampilkan dalam bentuk tabel kehadiran dan nilai kelimpahan, dengan menggunakan software ReNamer (Sanderson & Grant, 2013).

2.4. Analisis Data

2.4.1. Indeks Kelimpahan Relatif (*Relative Abundance Index*/RAI)

Kelimpahan relatif merupakan indeks kelimpahan jenis pada suatu lokasi dalam waktu tertentu. Satuan ukuran kelimpahan relatif berkorelasi dengan kepadatan satwa (Karanth, Nichols, & Kumar 2004). Pendugaan kelimpahan relatif hasil pengamatan *camera trap* diadaptasi dari penelitian O'Brien et al. (2003) yang dapat dihitung dengan formula sebagai berikut:

$$RAI = (n/N)\ 100 \quad (1)$$

Dimana (*Where*):

RAI : Indeks Kelimpahan Relatif (*Relative Abundance Index)*

n : Jumlah total video independen yang diperoleh (*Total Number of Independent Video*)

N : *Total Trap Days* (*Total number of Trap Days*)

2.4.2. Indeks Keanekaragaman

Penghitungan Indeks keaneka-ragaman menggunakan rumus Shannon-Wiener (H') Magurran (2004):

$$H' = -\sum_{i=1}^{s} Pi \ln Pi \quad (2)$$

$$Pi = \frac{ni}{N} (2) \quad (3)$$

Dimana (*Where*):

H' : Indeks keanekaragaman Shannon – Wienner (Shannon-Wienner *Index*)

Ln : Logaritma natural (*Natural logaritma*)

ni : Jumlah individu jenis ke-i (*Number of individu i*)

N : Jumlah total individu (*Total Number of individu*)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Jenis dan Indeks Keanekaragaman Satwa di Kawasan Hutan Desa Senamat Ulu

Pengamatan satwa di kawasan hutan Desa Senamat Ulu merekam 2.032 video, 1.305 total hari aktif kamera, 550 foto independen satwa, dan 30 foto independen manusia yang beraktivitas di dalam hutan. Satwa yang berhasil direkam terdiri dari 10 ordo, 19 famili dan 28 spesies satwa. Secara keseluruhan spesies tersebut dikelompokkan ke dalam dua kelas yaitu kelas mamalia dan kelas aves. Spesies yang paling banyak ditemukan yaitu pada kelas mamalia sebanyak 25 spesies dan kelas aves ditemukan 3 spesies.

Dari sepuluh lokasi pemasangan *camera trap*, kehadiran satwa pada setiap lokasi cukup beragam, bahkan ada spesies satwa yang terekam kamera hampir di semua lokasi. *Sus scrofa* merupakan spesies yang paling sering ditemukan, pada delapan lokasi pemasangan kamera. Sebaliknya Bajing, *Hemygalus derbyanus*, *Macaca fascicularis*, *Neofelis diardii*, *Panthera tigris sumatrae*, dan *Tragulus napu* hanya ditemukan pada satu lokasi, sedangkan satwa yang lainnya

hadir secara beragam pada lokasi pemasangan *camera trap*.

Camera trap yang berhasil menangkap satwa mamalia memiliki posisi pemasangan yang cukup strategis, dimana kamera dipasang di persimpangan jalur satwa yang dekat genangan air atau kubangan yang memungkinkan hewan untuk minum dan berkubang. Lokasi pemasangan di-dominasi oleh vegetasi Dipterocarpaceae, Fagaceae, Lauraceae, dan Myrtaceae. Vegetasi kawasan ini masih tergolong baik, dimana masih banyak ditemukan pohon-pohon dengan diameter besar. Kondisi pohon dengan diameter besar tersebut memberikan peluang kepada satwa arboreal untuk bertahan hidup. Menurut Kuncahyo, Alikodra, & Gunawan (2016), macan dahan cenderung ditemukan pada lokasi hutan yang didominasi oleh pohon berdiameter besar, karena pohon seperti itu cukup kuat untuk menjadi tumpuan ketika beraktifitas secara arboreal. Naungan pohon termasuk faktor yang berpengaruh terhadap keberadaan satwa dalam kawasan hutan, selain itu naungan pohon bisa menjadi acuan dalam menentukan kondisi ekosistem hutan (Iswandaru et al., 2018).

Sus scrofa adalah spesies mamalia yang paling melimpah di kawasan hutan Desa Senamat Ulu dengan nilai RAI sebesar 28,34%, kemudian diikuti oleh *Hystrix brachyura* dengan nilai RAI sebesar 14,9%. Sedangkan spesies lainnya memiliki nilai RAI dibawah 10%. *Panthera tigris sumatrae, Hemigalus derbyanus*, dan *Tragulus napu* merupakan spesies dengan kelimpahan atau RAI yang rendah dengan nilai sebesar 0,23%. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin tinggi RAI suatu spesies maka semakin besar tingkat perjumpaan spesies tersebut di suatu lokasi serta semakin melimpah jumlah populasi spesies tersebut.

Tabel (*Table*) 1. Foto independen, kelimpahan relatif mamalia di kawasan hutan Desa Senamat Ulu (*The number of independent, relative abudance of mammals in the Senamat Ulu village forest*)

No (***Number***)	**Famili** (***Family***)	**Nama Jenis** (***Name of species***)	**∑ Foto Independen** (***Total Independent Photo)***	**RAI (%)**
1	Viverridae	*Arctictis binturong*	6	1,36
2		*Hemigalus derbyanus*	1	0,23
3		*Paguma larvata*	8	1,81
4		*Prinodon linsang*	6	1,36
5	Mustelidae	*Martes flavigula*	7	1,59
6	Ursidae	*Helarctos malayanus*	38	8,61
7	Canidae	*Cuon alpinus*	4	0,91
8	Felidae	*Catopuma temminckii*	9	2,04
9		*Neofelis diardii*	3	0,68
10		*Panthera tigris sumatrae*	1	0,23
11		*Pardofelis marmorata*	15	3,4
12	Cercophitecidae	*Macaca fasicularis*	3	0,68
13		*Macaca nemestrina*	36	8,16
14	Bovidae	*Capricornis sumatraensis*	10	2,27
15	Cervidae	*Muntiacus muntjac*	31	7,03
		Rusa unicolor	16	3,62
16	Suidae	*Sus scrofa*	125	28,34
17	Tragulidae	*Tragulus napu*	1	0,23
18	Tapiridae	*Tapirus indicus*	24	5,44
19	Hystricidae	*Hystrix brachyura*	66	14,9
20	Muridae	Sp 1	21	4,76
21	Sciuridae	*Lariscus insignis*	3	0,68
22		Sp 2	3	0,68
23	Tupaiidae	*Tupaia* sp	1	0,23
24	Microchiroptera	Sp 3	3	0,68

Mamalia yang memiliki nilai RAI tertinggi merupakan satwa mangsa, yakni satwa yang menjadi sumber makanan bagi mamalia lainnya. Keberadaan satwa mangsa dalam kawasan hutan berpengaruh terhadap keberadaan satwa pemangsa karena akan menjamin kebutuhan makanan dan keberadaan dari satwa pemangsanya. Menurut Kuswanda & Abdullah (2010), keberadaan dan kehadiran mamalia herbivora seperti kijang dan rusa dalam kawasan hutan akan membuat mamalia karnivora menjadikan kawasan tersebut sebagai kawasan untuk mencari makan.

Keberadaan babi yang melimpah dikarenakan tersedianya pakan dan tempat berkubang (Khalil, Setiawan, Rustiati, Haryanto, & Nurarifin, 2019), dan babi merupakan mamalia yang bisa hidup pada berbagai tipe habitat (Albert, Rizaldi, & Nurdin, 2015). Jenis mamalia dari famili Muridae merupakan jenis yang paling sedikit ditangkap *camera trap*. Hal ini bisa terjadi karena ukuran tubuh yang kecil sehingga sulit tertangkap oleh *camera trap*. Pemasangan umpan bisa dilakukan sebagai cara untuk memperbesar peluang tertangkap oleh *camera trap* (Mustari, Agus, & Rinaldi, 2015).

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, kawasan hutan Desa Senamat Ulu memiliki keanekaragaman hewan tergolong "sedang" dengan indeks keanekaragaman Shannon- Wienner (H') sebesar 2,72. Perbedaan indeks keanekaragaman pada setiap lokasi dipengaruhi oleh jumlah individu beserta jumlah spesies yang ditemukan pada lokasi tersebut. Rendahnya nilai keanekaragaman dapat dipengaruhi oleh dominasi suatu spesies terhadap spesies-spesies lainnya. Namun, nilai keanekaragaman akan tinggi apabila jumlah dan kehadiran spesies relatif sama atau merata. Perbedaan habitat juga dapat berpengaruh terhadap nilai indeks keanekaragaman (Susanto & Ngabekti, 2014). Hutan Desa Senamat Ulu merupakan kawasan hutan sekunder dengan tipe habitat perbukitan. Dengan tipe yang mirip, tingkat keanekaragaman hayati di Desa Senamat Ulu ini sedikit lebih tinggi dari kawasan Cagar Alam Rimbo Panti yang memiliki indeks keanekaragam sedang (H' = 1.95) (Kasayev, Nurdin, & Novarino, 2008).

3.2. Keberadaan Famili Felidae di Kawasan Hutan Desa Senamat Ulu

Famili Felidae merupakan yang famili dengan jumlah jenis yang paling banyak ditemukan. Ditemukan empat jenis dengan jumlah foto independen kucing liar sebanyak 28 foto, terdiri dari kucing batu (15), kucing emas (9), macan dahan (3) dan harimau Sumatra (1). Indeks kelimpahan relatif tertinggi pada kucing batu (3,4), diikuti kucing emas (2,04), diikuti macan dahan (0,68) dan harimau Sumatra (0,23). Perbedaan jumlah komposisi spesies pada masing-masing famili dapat dipengaruhi beberapa faktor. Hewan biasanya akan menempati kawasan hutan yang memiliki banyak sumber makanannya. Sejumlah hewan herbivora yang berpotensi sebagai makanan juga tertangkap pada lokasi tersebut seperti babi hutan, kancil, kijang, dan rusa.

Tabel (*Table*) 2. Nilai Indeks Keanekaragaman satwa di kawasan hutan Desa Senamat Ulu (*Diversity index in the Senamat Ulu village forest*)

	Nilai (*Value*)
Jumlah Foto Independen (*Total independent photo)*	550
Jumlah Spesies (*Total species*)	31
Keanekaragaman Shannon-Wienner (H') (*Shannon-Wienner Diversity index*)	2,72

*Hasil pengelolaan data indeks keanekaragaman (*The result of data analysis diversity index*)

Keberadaan kucing liar di Hutan Senamat Ulu diurutkan dari yang paling sulit ditemukan adalah harimau Sumatra, macan dahan, kucing emas dan kucing batu. Kucing batu termasuk jenis yang kelimpahannya tinggi dibandingkan kucing lainnya. Menurut Subagyo et al. (2013) kucing liar yang paling jarang ditemukan di kawasan Taman Nasional Way Kambas adalah kucing batu. Kucing batu merupakan kucing liar yang pemalu dan sedikit sekali informasinya. Kucing batu hidup pada kawasan hutan primer dan sekunder, jenis ini memilih untuk menghindari pemukiman (Ario, 2010). Pada kawasan hutan Desa Senamat Ulu, kucing batu ditemukan di kawasan hutan sekunder. Hal ini juga terjadi pada perjumpaan kucing batu yang di temukan pada kawasan hutan sekunder, diTaman Nasional Bukit Barisan Selatan (Putri, Mustari, & Ardiantiono, 2017).

Ketersediaan satwa mangsa sangat berpengaruh terhadap keberadaan dan kelangsungan hidup satwa karnivora seperti harimau (Paiman, Anggraini, & Maijunita, 2018). Di Hutan Senamat Ulu, kelimpahan satwa mangsa tidak berbanding lurus dengan keberadaan satwa Harimau sumatera. Menurut Yanti (2011), keberadaan satwa mangsa akan berbanding lurus dengan keberadaan macan tutul, namun menurut Fata (2011) tidak selalu terdapat hubungan yang berbanding lurus antara perjumpaan harimau dengan keberadaan satwa mangsa. Kelimpahan macan dahan dan harimau Sumatra di kawasan hutan Senamat Ulu sangat rendah, hal itu bisa terjadi karena macan dahan berkompetisi dengan harimau Sumatra dalam memperoleh makanan (Sunarto, 2011).



Gambar (*Figure*) 2. a) *Pardofelis marmorata* (*marble cat*/kucing batu), b) *Catopuma temminckii* (*asiatic golden cat*/kucing emas), c) *Neofelis diardii* (*sunda cloued leopard*/macan dahan), d) *Panthera tigris sumatrae* (*sumatran tiger*/harimau sumatera). Foto oleh/*Photo by*: KKI-Warsi (2019)

Jenis dari famili Felidae atau kucing liar seperti Harimau Sumatera merupakan satwa yang berada di puncak rantai makanan dan ekosistem yang mengambil peran penting untuk mempertahankan keseimbangan ekosistem (Ladyfandela, Novarino, & Nurdin, 2018). Harimau merupakan satwa yang berperan sebagai penyeimbang populasi satwa-satwa lain dan mengontrol satwa mangsa serta menjadi indikator kualitas habitat yang baik (Haidir et al., 2017). Karnivora merupakan jenis satwa yang berperan sebagai pengendali naik turun populasi mangsa dalam rantai makanan. Hilangnya karnivora yang berada di puncak rantai makanan seperti harimau sumatera akan berdampak terhadap keberlangsungan ekosistem. Menurut Carey & Judge (2007), predator puncak berfungsi sebagai pengendali ekosistem dengan mengendalikan populasi satwa mangsa. Ketika suatu spesies mengalami ledakan populasi, berarti spesies lain akan menurun. Semakin besar ledakan suatu spesies, maka semakin meningkatkan peluang bagi penurunan atau kepunahan spesies lain.

Kondisi tutupan hutan yang rimbun merupakan kondisi yang disukai harimau (Paiman et al., 2018). Namun, di hutan Senamat Ulu, harimau ditemukan di kawasan dengan naungan yang terbuka dan tembus cahaya matahari langsung ke tanah. Fragmentasi dan deforestasi kawasan hutan menyebabkan mamalia terutama kucing liar mengalami penurunan jumlah populasi di alam (Nowell & Jackson, 1996). Menurut Alfajri (2010), kegiatan perburuan liar juga mempengaruhi berkurangnya perjumpaan hewan yang keberadaannya sudah terancam, disebabkan karena adanya gangguan habitat oleh pemburu. Dengan melindungi dan melestarikan kucing liar, maka sejumlah besar spesies lain akan dapat turut terlindungi.

3.3. Status Perlindungan Mamalia di Hutan Desa Senamat Ulu

Mamalia yang ditemukan di Kawasan Hutan Desa Senamat Ulu sebagian besar merupakan satwa-satwa yang dilindungi. Menurut Mustari et al. (2015), mamalia merupakan satwa yang berperan penting dalam mempertahankan keseimbangan ekosistem, baik mamalia berukuran kecil, berukuran sedang, maupun mamalia berukuran besar.

Satwa mamalia yang ditemukan di hutan Desa Senamat Ulu, sebagian besar merupakan satwa yang dilindungi baik di Indonesia maupun secara internasional (Tabel 2). Tingkat keterancaman pada satwa liar tidak akan berhenti bahkan akan terus meningkat mencapai tingkat kepunahan jika faktor-faktor yang mengancam keberlangsungan satwa tersebut terus terjadi yang menyebabkan terjadinya penurunan jumlah populasi satwa liar di alam (Nowell & Jackson, 1996; CITES, 2014; IUCN, 2014). Pembukaan kawasan hutan dalam jumlah besar, yang digunakan sebagai kawasan pertanian, pemukiman, dan alasan lainnya, menyebabkan satwa khususnya mamalia, kehilangan habitat (Paiman et al., 2018).

Keberadaan hutan Desa Senamat Ulu, sebagai bagian dari lanskap Bujang Raba menjadi penting bila diperhatikan pada daftar mamalia liar yang ditemukan di dalam kawasan ini. Hampir secara keseluruhan, satwa yang ditemukan merupakan spesies yang penting dan menjadi indikator terhadap keberadaan suatu kawasan hutan. Kawasan ini menjadi penting bagi keberadaan sejumlah spesies tersebut sebelum mengalami kepunahan, sehingga penyelamatan kawasan ini perlu dilakukan.

Tabel (*Table*) 3. Status konservasi satwa mamalia di kawasan hutan desa Senamat Ulu (*Conservation status of mammals in the Senamat Ulu village forest*)

No (*Number*)	Nama Spesies (*Name of Species*)	Nama local (*Local name*)	Status Konservasi (*Conservation status*)		
			IUCN	CITES	P. 106/2018
1	*Arctictis binturong*	Binturong	VU	Appendix III	Dilindungi
2	*Hemigalus derbyanus*	Musang Belang	NT	Appendix II	-
3	*Paguma larvata*	Musang Bulan	LC	Appendix III	Dilindungi
4	*Prinodon linsang*	Linsang	LC	Appendix II	Dilindungi
5	*Martes flavigula*	Musang Leher Kuning	LC	Appendix III	Dilindungi
6	*Helarctos malayanus*	Beruang madu	VU	Appendix I	Dilindungi
7	*Cuon alpinus*	Ajax/Anjing Hutan	EN	Appendix II	Dilindungi
8	*Catopuma temminckii*	Kucing Emas	NT	Appendix I	Dilindungi
9	*Neofelis diardii*	Macan Dahan	EN	Appendix I	Dilindungi
10	*Panthera tigris sumatrae*	Harimau Sumatera	CE	Appendix I	Dilindungi
11	*Pardofelis marmorata*	Kucing Baru	NT	Appendix I	Dilindungi
12	*Macaca fascicularis*	Monyet Ekor Panjang	LC	Appendix II	-
12	*Macaca nemestrina*	Beruk	VU	Appendix II	Dilindungi
14	*Capricornis sumatraensis*	Kambing Hutan Sumatera	VU	Appendix I	Dilindungi
15	*Mintiacus muntjac*	Kijang	LC	-	Dilindungi
16	*Sus scrofa*	Babi Celeng	LC	-	-
17	*Sus barbatus*	Babi Jenggot	VU	-	-
18	*Tragulus napu*	Kancil	LC	-	Dilindungi
19	*Tapirus indicus*	Tapir Asia	EN	Appendix I	Dilindungi
20	*Hystrix brachyuran*	Landak	LC	-	-
21	*Lariscus insignis*	Bajing Tanah	LC	-	-

Keterangan (*Remarks*): LC: *Least Concern*, NT: *Near Threatened*, VU: *Vulnerable*, EN: *Endangered*.

Penggunaan *camera trap* berhasil merekam 24 spesies mamalia di hutan Desa Senamat Ulu, yang menjadi bagian dari Lanskap Bujang Raba, Provinsi Jambi. Jenis mamalia dengan kelimpahan yang tinggi adalah *Sus scrofa* dengan nilai RAI sebesar 28,34%, sedangkan *Hemigalus derbyanus*, *Panthera tigris sumatrae*, dan *Tragulus napu* adalah jenis mamalia dengan kelimpahan terendah dengan nilai RAI 0,23%. Secara keseluruhan, indeks keanekaragaman satwa di hutan Desa Senamat Ulu tergolong sedang dengan nilai 2,72. Sebagai lanskap yang bernilai penting bagi satwa dan ekosistem, maka keutuhan hutan Desa Senamat Ulu perlu terus diupayakan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Penggunaan *camera trap* berhasil merekam 24 spesies mamalia di hutan Desa Senamat Ulu, yang menjadi bagian dari Lanskap Bujang Raba, Provinsi Jambi. Jenis mamalia dengan kelimpahan yang tinggi adalah *Sus scrofa* dengan nilai RAI sebesar 28,34%, sedangkan *Hemigalus derbyanus*, *Panthera tigris sumatrae*, dan *Tragulus napu* adalah jenis mamalia dengan kelimpahan terendah dengan nilai RAI 0,23%. Secara keseluruhan, indeks keanekaragaman satwa di hutan Desa Senamat Ulu tergolong sedang dengan nilai 2,72. Sebagai lanskap yang bernilai penting bagi satwa dan ekosistem, maka keutuhan hutan Desa Senamat Ulu perlu terus diupayakan.

4.2. Saran

Untuk menjaga keberlangsungan satwa dalam kawasan hutan Desa Senamat Ulu, diperlukan kajian yang lebih mendalam dan komprehensif mengenai populasi dan keberadaan satwa karnivora di kawasan ini dikaitkan dengan pengelolaan kawasan yang melibatkan multipihak.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Komunitas Konservasi Indonesia (KKI)-Warsi dan *Tropical Forest Conservation Action* (TFCA) Sumatera yang telah mensupport tim dan mendanai penelitian ini. Terimakasih juga kepada Dr. Wilson Novarino yang telah membantu dan membimbing penulis. Terima kasih juga kepada Kesatuan Pengelola Hutan Desa (KPHD) Senamat Ulu yang membantu proses pengambilan data di lapangan.

Daftar Pustaka

Albert, W. R., Rizaldi, & Nurdin, J. (2014). Karakteristik kubangan dan aktivitas berkubang babi hutan (Sus scrofa) di Hutan Pendidikan dan Penelitian Biologi (HPPB) Universitas Andalas. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, 3(3), 195 – 201.

Alfajri, D. 2010. *Kelimpahan Harimau Sumatera (Panthera tigris sumatrae Pocock, 1929) di Suaka Alam Malampah Sumatera Barat* (Skripsi Sarjana). Universitas Andalas, Padang.

Ario, A. (2010). *Panduan Lapangan Kucing – Kucing Liar Indonesia*. Yayasan Pustaka Obor Indonesia. Jakarta.

Azlan, J. M., & Sharma, D. S. K. (2006). The diversity and activity patterns of wild felids in a secondary forest in Peninsular Malaysia, 40(1), 36–41. https://doi.org/https://doi.org/10.1017/S0030605306000147.

Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora. 2014. Appendices I, II and III. Appendices I, II & III (14/09/2014. Geneva: Switzerland.

Carey, J. R., & Judge, D. S. (2002). Longevity Records: Life Spans of Mammals, Birds, Amphibians, Reptiles, and Fish. Max Planck Institute for Demographic Research. ISBN 87-7838-539-3. ISSN 0909-119X. Diakses dari https://www.demogr.mpg.de/longevityrecords/.

Fata, I. (2011). *Aplikasi SIG untuk Analisis Distribusi Populasi* Harimau *Sumatera. (Panthera tigris sumatrae, Pocock 1929) dan Satwa Mangsanya di Hutan Blang Raweu, Kawasan Ekosistem Ulu Masen, Aceh* (Skripsi Sarjana). Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Francis, C. M. (2008). *A Field Guide to the Mammals of Thailand and South-East Asia.* Bangkok: Asia Books.

Haidir, I. A., Albet, W. R., Pinondang, I. M. R., Ariyanto, T., Widodo, F. A., & Ardiantiono (2017). *Panduan Pemantauan Populasi Harimau Sumatera, Direktorat Konservasi Keanekaragaman Hayati*, Jakarta: DITJEN KSDAE – KLHK.

Iswandaru, D., Khalil, A. R. A., Beny, K., Pramana, R., Febryano, I. G., & Winarno, G. D. (2018). Kelimpahan dan keanekaragaman jenis burung di hutan mangrove KPHL Gunung Balak. *Indonesian journal of Conservation, 07*(01), 57–62.

Karanth, K. U & Nichols, J. D. (2000). *Ecologycal Status and Conservation of Tigers in India.* Final Technical Report to the Division of International Conservation. United States.

Karanth, K. U., Nichols, J. D. & Kumar, N. S. (2004). *Photographic Sampling of Elusive Mammals in Tropical*

Forest. In Thompson W. L. (ed). *Sampling Rare or Elusive Species: Concepts, Designs, and Techniques for Estimating Population Parameters.* Island Press: Washington DC: p: 229-247.

Kasayev, Tomi., Nurdin, J., & Novarino, W. (2018). Keanekaragaman mamalia di Cagar Alam Rimbo Panti. *Jurnal Biologi Universitas Andalas*, Universitas Andalas. Padang.

Keputusan Menteri Kehutanan Republik Indonesia Nomor : SK.360/Menhut-II/2011 Tentang Penetapan Kawasan Hutan Lindung Sebagai Areal Kerja Hutan Desa Senamat Ulu Seluas 1.661 (Seribu Enam Ratus Enam Puluh Satu) Hektar Di Kabupaten Bungo Provinsi Jambi.

Khalil, A. R. A., Setiawan, A., Rustiati, E. L., Harianto, S. P. & Nurarifin, I. (2019). Keragaman dan kelimpahan artiodactyla menggunakan kamera jebak di Kesatuan Pengelolaan Hutan I Pesisir Barat. *Jurnal Sylva Lestari*, 07(03), 350-358.

KKI-Warsi. (2018). Laporan Monitoring Satwa Lanskap Bujang Raba. KKI-WARSI: Jambi.

Kuncahyo, B. A., Alikodra, H. S., & Gunawan, H. (2016). Identifikasi faktor sebaran macan dahan (*Neofelis diardi* Cuvier, 1823) di ekosistem rawa gambut, Taman Nasional Sebangau. *Jurnal Media Konservasi*, 21(03): 252–260

Kuswanda, W. & Abdullah, S. M. (2010). Pengelolaan Populasi Mamalia Besar Terestrial Di Taman Nasional Batang Gadis, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam, 07*(01), 59-74.

Ladyfandela, N., Novarino, W., & Nurdin, J. (2018). Jenis-jenis karnivora di Kawasan Suaka Alam Malampah, Sumatera Barat, Indonesia. *Jurnal Biologi Universitas Andalas, 6*(2), 90-97.

Magurran, A. E. (2004). Measuring *Biological Diversity*. Blackwell Publishing Company. UK.

Maryanto, I., Maharadatunkamsi, Achmadi, A. S., Wiantoro, S., Sulistyadi, Eko, Yoneda, M., Suyantom, A., & Sugardjito, J. (2019). *Checklist of the Mammals of Indonesia*. Research Center for Biology, Indonesia Institute of Science (LIPI): Bogor. Diakses pada https://www. Researchgate.net/Publi-cation/338687953.

Mustari, A. H., Setiawan, A., & Rinaldi, D. (2015). Kelimpahan jenis mamalia menggunakan kamera jebakan di Resort Gunung Botol Taman Nasional Gunung Halimun Salak. *Jurnal Media Konservasi*, 20(2), 93–101.

Novarino, W., Kamilah, S. N., Nugroho, A., Janra, M. N., Silmi, M., & Syafrie, M. (2007). Kehadiran Mamalia pada Sesapan (*Salt lick*) Di Hutan Lindung Taratak, Kabupaten Pesisir Selatan, Sumatera Barat. *Biota*, 12(2), 100-107

Nowell, K., & Jackson, P. (1996). Status Survey and Conservation Action Plan of Wild Cats. *IUCN/SSC Cat Specialist Group*. Gland, Switzerland. pp xxiv + 383.

O'Brien, T., Wibisono, H. T., & Kinnaird, M. F. (2003). Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey population in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, 6, 131-139.

Paiman, A., Anggraini, & Maijunita, R. (2018). Faktor kerusakan habitat dan sumber air terhadap populasi harimau sumatera (*Panthera tigris sumatrae* Pocock, 1929) di Seksi Pengelolaan Taman Nasional (SPTN) Wilayah III Taman Nasional Sembilang. *Jurnal Silva Tropika*, *2*(2), 22–28.

Payne, J., Francis, C. M., Phillipps, K., & Kartikasari, S. N. (2000). *Panduan Lapangan Mamalia di Kalimantan,*

Sabah, Sarawak dan Brunei Darussalam. Wildlife. Conservation Society: Bogor, Indonesia.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No 06/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang Perubahan kedua atas Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No P.20/MENLHK/SETJEN/KUM/1/6/2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi.

Putri, R. A. A., Mustari, A. H., & Ardiantiono (2017). Keanekaragaman jenis felidae menggunakan *camera trap* di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, *14*(1), 21–34.

Sanderson, J., & Grant, H. (2013). Automatic data organization, storage, and analysis of camera trap pictures. *Indonesian Natural History*, *1*(1), 11-19.

Setiawan, A. (2013). Kelimpahan jenis mamalia menggunakan camera trap di Resort Gunung Botol Taman Nasional Gunung Halimun Salak. Institut Pertanian Bogor: Bogor.

Silveira, L., Jácomo, A. T. A., & DinizFilho, J. A. F. (2003). Camera trap, line transect census and track surveys: A comparative evaluation. *Biological Conservation*, *114*(3), 351–355. https://doi.org/10.1016/S0006- 3207(03)00063-6

Subagyo, A., Yunus, M., Sumianto, Supriatna, J., Andayani, N., Mardiastuti, A., … Sunarto. (2013). Survei dan Monitoring Kucing Liar (Carnivora: Felidae) Di Taman Nasional Way Kambas, Lampung, Indonesia. *Seminar Nasional Sains & Teknologi* V, *Lembaga Penelitian Universitas Lampung*, (hal 84-95).

Sunarto (2011). *Ecology and restoration of Sumatran tigers in forest and plantation landscape* (Disertasi Doktor). Faculty of the Virginia Polytechnic Institute & State University, Virginia.

Susanto, A., & Ngabekti, S. (2014). Keanekaragaman spesies dan peranan rodentia di TPA Jatibarang, Semarang. *Jurnal MIPA*, 37(02), 115-122.

The IUCN. (2014). Red List of Threatened Species. Diakses dari http:// www. iucnredlist.org/.

Yanti, & Erlina (2011). *Kajian karakteristik habitat dan pola sebaran spasial macan tutul Jawa (Panthera pardus melas Cuvier, 1809) di TNGHS* (Skripsi Sarjana). Institut Pertanian Bogor.

pISSN: 0216 – 0439 eISSN: 2540 – 9689
Akreditasi Kemenristekdikti Nomor 21/E/KPT/2018

Kesesuaian Lahan Beberapa Jenis Tanaman untuk Perbaikan Kualitas Lahan di Hutan Lindung Sekaroh

(Land Suitability for Certain Types of Plants for Land Restoration in Sekaroh Protected Forest)

Muhamad Yusup Hidayat[1*], Ridwan Fauzi[1] dan/*and* Chairil Anwar Siregar[2]

[1]Pusat Penelitian dan Pengembangan Kualitas dan Laboratorium Lingkungan, Komplek Puspiptek Gedung 210, Jl. Raya Puspitek Serpong, Tangerang Selatan, 15314, Banten, Indonesia; Telp. (021) 7563114
[2]Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor, 16610, Kota Bogor, Jawa Barat, Indonesia; Telp. (0251) 8638111

Info artikel:

Keywords:
Actual land suitability, potential land suitability, economic value

ABSTRACT

The amount of critical land in Indonesia shows a significant increase every year. One of the efforts undertaken is forest and land rehabilitation. Therefore, a review of the suitable plants, limiting factors, current (actual) land conditions and improvement methods is needed. The research method applied in the protected forest is descriptive analysis, with a matching process using the Leibig minimum law (Liebig law) to determine the limiting factors that will impact the land suitability class. The results of the actual land suitability tested showed that all mahogany (Swietenia macrophylla) land units belong to S3 class. Meanwhile, the trembesi (Samanea saman), teak (Tectona grandis) and jackfruit (Artocarpus heterophyllus), the two land units are in the S2 class and the other two belong to S3 class. For the superior local species, durian (Durio zibethinus) and rambutan (Nephelium lappaceum), all land units belong to S3 class, while two types of mango (Mangifera indica) are classified as S2 class and two other land units are classified as S2 class. Potential land suitability classes can be improved by one or two levels higher through land characteristics improvement. The fruit plants need to be prioritized because they have a higher economic and ecological value that is not inferior to timber plants' species.

Kata kunci:
Kesesuaian lahan aktual,
kesesuaian lahan potensial,
nilai ekonomi

ABSTRAK

Laju penambahan lahan kritis di Indonesia menunjukkan peningkatan yang cukup signifikan setiap tahun. Upaya untuk menguranginya dilakukan dengan rehabilitasi hutan dan lahan. Untuk itu diperlukan telaah atas informasi terkait jenis-jenis tanaman yang sesuai, faktor pembatas, kondisi lahan saat ini (aktual) serta metode perbaikannya. Metode penelitian yang diterapkan pada kasus hutan lindung adalah analisis deskriptif, yaitu dengan menerapkan hukum minimum Leibig (*Liebig law*) dalam menentukan faktor pembatas yang akan berdampak pada kelas kesesuaian lahan. Hasil analisis kesesuaian lahan aktual yang diujicobakan menunjukkan bahwa seluruh satuan lahan mahoni (*Swietenia macrophylla*) termasuk pada kelas S3, sedangkan jenis trembesi (*Samanea saman*), jati (*Tectona Grandis*) dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*), dua satuan lahannya pada kelas S2 dan dua satuan lahan lainnya pada kelas S3. Tiga jenis unggulan lokal, yaitu durian (*Durio zibethinus*) dan rambutan (*Nephelium lappaceum*), seluruh satuan lahannya termasuk pada kelas S3, sedangkan jenis mangga (*Mangifera indica*) dua satuan lahan tergolong kelas S2 dan dua satuan lahan lainya tergolong kelas S2. Kelas kesesuaian lahan potensial dapat ditingkatkan dengan perbaikan karakterisitik lahan sebesar satu sampai dua tingkat lebih tinggi. Jenis tanaman buah-buahan perlu diprioritaskan karena mempunyai nilai ekonomi yang lebih tinggi dan nilai ekologis yang tidak kalah dengan jenis tanaman kayu.

Riwayat artikel:
Tanggal diterima:
30 Juni 2020;
Tanggal direvisi:
12 November 2020;
Tanggal disetujui:
17 November 2020

Editor: Dr. Agung Budi Supangat
Korespondensi penulis: Muhamad Yusup Hidayat* (E-mail: yusup.fairuz@gmail.com)
Kontribusi penulis: **MYH**: Melakukan analisis kesesuaian lahan aktual dan potensial untuk masing-masing jenis tanaman yang diujikan, dan mendeskripsikan pengolahan lahan yang harus dilakukan; **RF**: Melakukan analisis sosial ekonomi; **CAS**: Melakukan analisis tanah, kebijakan pengelolaan lahan, serta menentukan arahan dan rekomendasi penanaman yang disarankan didalam naskah.

https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.1.13-27
©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

1. Pendahuluan

Luasan lahan kritis di Indonesia saat ini menunjukan peningkatan yang cukup signifikan. Merujuk data Direktorat Jenderal Pengendalian Daerah Aliran Sungai dan Hutan Lindung (Ditjen PDASHL) tahun 2018, lahan kritis di Indonesia mencapai luasan 14,01 juta ha. Salah satu wilayah di Indonesia yang terkategori lahan kritis yaitu Kawasan Hutan Lindung Sekaroh seluas ± 2.834,20 ha. Kawasan tersebut sudah terdegradasi dengan tutupan hutan kurang dari 30% (Siregar & Ridwan, 2013). Lahan kritis jika dibiarkan terus-menerus akan mengalami proses penggerusan fisika dan kimia sehingga kualitasnya sebagai tempat tumbuh menjadi semakin buruk. Selanjutnya, lahan kritis yang tidak ditanami akan mengakibatkan lahan menjadi gersang dan tidak produktif (Solikin, 2014). Salah satu program yang dicanangkan dalam rangka pemulihan kondisi lahan kritis adalah kegiatan reboisasi. Dengan adanya kegiatan ini diharapkan dapat memulihkan, mempertahankan, dan meningkatkan kualitas lahan.

Reboisasi menjadi sangat penting karena tingkat kerusakan lahan yang terjadi saat ini menyebabkan kondisi tanah sukar untuk dipulihkan dengan sendirinya, karena kapasitas kerusakan yang terjadi melebihi kapasitasnya untuk pulih (Pasaribu, Rauf, & Slamet, 2012). Kemampuan tanah dalam menahan air sangat dipengaruhi oleh jenis vegetasi dan kondisi tanahnya (terutama teksur) (Tufaila, Mpia, & Karim, 2017). Kondisi tanah dan air yang tidak dapat dipulihkan menyebabkan sumber daya ini tergolong kedalam *non renewable natural recources* (FAO, 2015; Saha, Monroe, & Day, 2016) sehingga reboisasi perlu segera dilakukan.

Di dalam kegiatan reboisasi perlu dilakukan penilaian kesesuaian lahan terhadap ragam tanaman yang akan ditanam. Informasi ini menjadi penting untuk mengetahui faktor pembatas pada kondisi saat ini (aktual) dan perbaikan kondisi lahan yang perlu dilakukan (potensial). Pemilihan jenis dalam pembangunan hutan seperti pada hutan kemasyarakatan dan hutan rakyat tentunya membutuhkan acuan jenis tanaman agar tetap berkontribusi dalam ekonomi dan lingkungan (Handayani & Sudomo, 2013). Tujuan dari penelitian ini adalah diperolehnya informasi terkait kesesuaian lahan aktual dan potensial terhadap jenis tanaman mahoni (*Swietenia macrophylla*), trembesi (*Samanea saman*), jati (*Tectona grandis*), dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*), serta komoditas unggulan lokal rambutan (*Nephelium lappaceum*), durian (*Durio zibethinus*), dan mangga (*Mangifera indica)* pada beberapa satuan lahan di Kawasan Hutan Lindung Sekaroh. Pemilihan empat jenis tanaman kayu yang diujicobakan berdasarkan pada nilai serapan karbon yang tinggi, mengacu pada penelitian yang dilakukan proyek A/R CDM Lombok Timur (Siregar & Ridwan, 2013). Pemilihan empat komoditas unggulan lokal dilakukan berdasarkan nilai produksinya yang cukup tinggi. Dengan diketahuinya kesesuaian lahan pada jenis-jenis tersebut diharapkan kegiatan reboisasi di Hutan Lindung Sekaroh dapat berhasil.

2. Metodologi

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan dari tahun 2010 sampai dengan tahun 2013. Lokasi penelitian di Kawasan Hutan Lindung Sekaroh (KHLS), di Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat. Lokasi pengambilan sampel pada empat satuan lahan (SL) dibedakan berdasarkan kerapatan tegakan. SL-1 merupakan tipe lahan yang terbuka (vegetasi < ± 20%). SL-2 merupakan tipe lahan yang masih terdapat vegetasi (> ± 20% dan kurang dari < ± 40%). SL-3 merupakan tipe lahan yang masih terdapat vegetasi (> ± 20% dan kurang dari < ± 40%) serta ditemukan ada bangunan yang terbangun. SL-4 merupakan wilayah peralihan dari lahan yang sangat terbuka (vegetasi < ± 20%)

dengan lahan bervegetasi (> ± 20% dan kurang dari < ± 40%).

2.2. Bahan dan Alat

Penelitian ini menggunakan data primer dan data sekunder. Data primer yang digunakan dalam bentuk kualitas tanah (fisika dan kimia) dikumpulkan dari implementasi kegiatan *Afforestation/ Reforestation Clean Development Mechanism* (A/R CDM) yang telah dilaksanakan tahun 2010 sampai dengan tahun 2013. Kegiatan tersebut merupakan kerjasama Korea dan Indonesia dalam rangka komitmen kerjasama untuk menindaklanjuti perubahan iklim. Adapun data sekunder yang dihimpun dari penelitian ini merupakan data yang berupa tinjauan literatur dan data sosial ekonomi yang mendukung penelitian.

2.3. Analisis Data

Penelitian ini melakukan analisis data dalam dua bagian, yaitu berupa analisis tanah serta analisis data kesesuaian lahan. Karakteristik lahan yang diamati dalam survei lapangan diantaranya sifat fisik tanah yang meliputi tekstur, drainase, erosi, kedalaman efektif perakaran, data curah hujan, dan temperatur udara. Sifat kimia tanah meliputi C-organik, pH tanah, kapasitas tukar kation (KTK) tanah, kejenuhan basa (KB) kandungan nitrogen total, Difosforus Pentaoksida ($P_2O_{5)}$ tersedia, serta Kalium Oksida (K_2O) tersedia.

Matching merupakan salah satu cara melakukan penilaian kelas kesesuaian lahan, yaitu dengan membandingkan antara karateristik lahan dengan syarat kesesuaian lahan yang menjadi kebutuhan minimal tanaman yang telah dipilih atau ditentukan (Wirosoedarmo, Sutanhaji, Kurniati, & Wujayanti, 2011; Setyorini, 2007). Pada proses *matching* menggunakan hukum minimum *Leibig* (*Liebig law*). Hukum tersebut untuk menentukan faktor pembatas yang akan memberi dampak terhadap kelas dan sub kelas kesesuaian lahannya. Hal tersebut juga mengacu pada petunjuk teknis evaluasi lahan untuk tanaman pertanian (Ritung, Nugroho, Mulyani, & Suryanti, 2011).

2.3.1. Kesesuaian lahan aktual

Evaluasi kesesuaian lahan dilakukan dengan cara membandingkan sifat khusus/ kualitas lahan. Setiap satuan lahan dibandingkan (*matching*) terhadap tabel persyaratan tumbuh tanaman yang merujuk pada buku kriteria kesesuaian lahan (Wahyunto et al., 2016). Setiap satuan lahan dikumpulkan ke dalam ordo sesuai (S) atau tidak sesuai (N). Untuk ordo yang tergolong sesuai, diklasifikasikan kembali ke dalam kelas sangat sesuai (S1), cukup sesuai (S2) atau sesuai marjinal (S3). Masing-masing kelas lahan akan diklasifikasikan kedalam sub kelasnya berdasarkan faktor pembatas karakteristik lahan yang terberat (Ritung et al., 2011).

2.3.2. Kesesuian lahan potensial

Perbaikan karakteristik lahan akan menaikkan kesesuaian lahan aktual menjadi kesesuaian lahan potensial. Kesesuaian lahan potensial diperoleh dengan memperbaiki/menambahkan input pada sub kelas yang menjadi karakteristik lahan pembatas pada kesesuaian lahan aktual. Perbaikan karateristik lahan pada kesesuaian lahan aktual akan meningkatkan karateristik lahan di kondisi yang paling ideal (kesesuaian lahan potensial), sehingga hanya tersisa faktor pembatas permanen yang sulit dilakukan upaya perbaikan karakteristik lahannya (Ritung et al, 2011).

3. Hasil dan Pembahasan

Reboisasi yang dilakukan di KHLS perlu mempertimbangkan kesesuaian tanaman dengan kualitas lahan pada lokasi yang ada. Lahan sebagai sumber daya alam mempunyai keterbatasan dalam pemanfaatannya, untuk itu diperlukan perencanaan yang sempurna dalam penggunaannya sehingga dapat

dimanfaatkan secara tepat dan berkelanjutan (Tufaila, Aliyaman, Ginting, & Alam, 2014).

3.1. Karakteristik Lahan

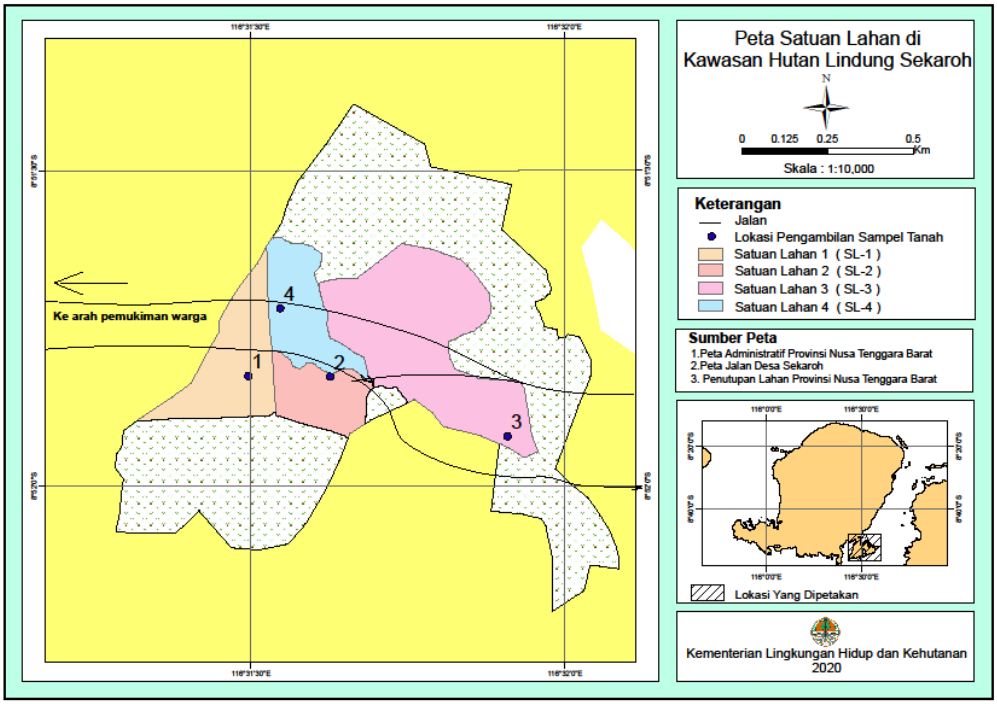
Pemilihan empat jenis tanaman kayu-kayuan (mahoni (*Swietenia macrophylla*), trembesi (*Samanea saman*), jati (*Tectona grandis*), dan nangka (*Artocarpus heterophyllus*)) yang diujicobakan sebagai komoditas reboisasi di KHLS mengacu pada nilai serapan karbon yang tinggi mengacu pada penelitian yang dilakukan proyek A/R CDM Lombok Timur (Siregar & Ridwan, 2013). Harga karbon yang lebih tinggi akan lebih menarik minat masyarakat sekitar hutan untuk mempertahankan cadangan karbon dalam hutan, sehingga keberadaan hutan akan lestari (Fauzi & Siregar, 2019). Meskipun memiliki nilai serapan karbon yang tinggi, namun keempat jenis tersebut memiliki karakteristik persyaratan tumbuh yang berbeda-beda. Oleh karenanya tingkat kesesuaian lahannya berbeda-beda apabila dipadankan dengan karakterisitik lahan di daerah KHLS.

Tingkat kerapatan lahan di KHLS bervariasi sesuai dengan kondisi *existing* yang ada saat ini. Variasi kerapatan lahan telah menyebakan adanya perbedaan karakteristik lahan yang ada. Karakteristik lahan di KHLS bervariasi berdasarkan ketersediaan nutrisi dan retensi hara (Tabel 1). Variasi karakteristik lahan tersebut terlihat sebagaimana satuan lahan (SL) pada Gambar 1.

3.2. Kesesuaian lahan

3.2.1. Kesesuaian lahan aktual

Kesesuaian lahan aktual merupakan penilaian karateristik lahan ketika survei dan belum ada upaya perbaikan pada kondisi lahannya. Kondisi kesesuaian lahan ini masih memasukkan faktor pembatas yang ada. Kondisi ini sebelum adanya tindakan perbaikan karakteristik lahan untuk mengatasi kekurangan atau kelemahan, hubungannya dengan kriteria minimal tumbuh untuk tanaman (Ritung et al., 2011).



Gambar (*Figure*) 1. Peta Satuan Lahan di Hutan Lindung Sekaroh (*Map of Land Units in Sekaroh Protected Forest)*

Tabel (*Table*) 1. Data Karakteristik Lahan (fisika, kimia dan lingkungan) (*Land characteristics data (physics, chemistry and environment)*)

No	Karakteristik Lahan *(Land Characteristics)*	Satuan Lahan (*Land Unit*)			
		1	**2**	**3**	**4**
1.	Temperatur Rata-rata (*Average temperature*) (^{0}C) (tc)	22-33 ^{0}C	22-33	22-33	22-33
2.	Ketersediaan air (*Water Availability*) (wa)				
	1. Curah hujan (*Rainfall*) (mm/thn)	1.539,3	1.539,3	1.539,3	1.539,3
	2. Bulan Kering (*Dry Month*) bln	2	2	2	2
3.	Ketersediaan oksigen (*Oxygen Availability*) (oa) Drainase (*Drainage*)	Sedang (*Moderate*)	Sedang (*Moderate*)	Sedang (*Moderate*)	Sedang (*Moderate*)
4.	Media perakaran (*Rooting Media*) (rc)				
	1. Tekstur tanah (*Soil Texture*)	Sedang (*Moderate*)	Agak halus (*subtle*)	Sedang (*Moderate*)	Agak halus (*subtle)*
	2. Bahan kasar (*Coarse material*) (%)	-	-	-	-
	3. Kedalaman tanah (*Soil depth*)	>150	>150	>150	>150
5	Gambut (*Peat*)				
	1. Ketebalan(*Depth*) (cm)	Tanpa (*None*)	Tanpa (*None*)	Tanpa (*None*)	Tanpa (*None*)
	2. Kematangan (*Maturity*)	-	-	-	-
6.	Retensi hara (*Nutrient Retention*) (nr)				
	1. KTK tanah (*Soil Cation Exchange Capacity*) (cmol)	49,48	42,32	37,11	41,35
	2. Kejenuhan basa (*Alkaline saturation*)	97,85	90,28	>100	>100
	3. pH H_2O	7,7	6,6	6,9	7
	4. C-Organik (*C-Organic*) (%)	0,86	1,62	1,08	0,88
7	Hara tersedia (*Nutrient availability*) (na)				
	1. N total (N *Total*)	0,07	0,11	0,24	0,07
	2. P_2O_5	54	93,85	52,66	93,28
	3. K_2O	226	193,14	303	218,42
8.	Bahaya Erosi (*Potential of erosion*) (eh)				
	1. Lereng (*Slope*) (%)	8 <%	8 <%	8 <%	8 <%
	2. Bahaya erosi (*Erosion potential*)	Sangat ringan (*very mild*)	Sangat ringan (*very mild*)	Sangat ringan (*very mild*)	Sangat ringan (*very mild*)
9.	Bahaya banjir/genangan pada masa tanam (*flood threat during planting season*) (fh)				
	1. Tinggi (*Height*) (cm)	-	-	-	-
	2. Lama (*duration*) (hari)	-	-	-	-
10.	Penyiapan lahan (*land preparation*)				
	1. Batuan di permukaan (*Rock on the surface*) (%)	< 3	< 3	< 3	< 3
	2. Singkapan batuan (*Outcrops Rock*) (%)	< 2	< 2	< 2	< 2

Keterangan (*Remarks*): Kegiatan A/R CDM di Hutan Lindung Sekaroh, Lombok Timur, 2013 (*A/R CDM Project in Sekaroh Protected Forest, Lombok Timur Regency, 2013)*

Tanaman mahoni terkategorikan dalam S2 dan S3 (Tabel 2). Pada (SL 1) terkategorikan S3 dengan pembatas utama (wa) yang dispesifikasikan oleh curah hujan yang rendah, (nr) yang dispesifikasikan oleh pH tanah yang terlalu tinggi (suasana basa) serta (na) yang dispesifikasikan oleh kadar N total yang sangat rendah dari yang dipersyaratkan. Pada (SL 2) dan (SL 3) terkategorikan S3 dengan pembatas utama (wa) yang dispesifikasikan oleh curah hujan yang rendah dari yang dipersyaratkan. Adapun (SL 4) terkategorikan S3 dengan pembatas utama (wa) yang dispesifikasikan oleh curah hujan yang rendah serta (na) yang dispesifikasikan oleh kadar N total yang sangat rendah dari yang dipersyaratkan.

Tanaman trembesi terkategorikan dalam S2 dan S3 (Tabel 2). Pada (SL 1) terkategorikan S3 dengan pembatas utama retensi hara (nr) yang lebih khusus oleh pH dalam tanah yang terlalu tinggi (suasana basa) dan hara tersedia yang dispesifikasikan oleh N Total yang bernilai sangat rendah dari yang dipersyaratkan. Pada (SL 2) dan (SL 3) terkategorikan S2 dengan pembatas utama (oa) yang dispesifikasikan drainase, (na) yang dispesifikasikan N Total yang bernilai rendah dari yang dipersyaratkan, Bahaya erosi yang dispesifikasikan oleh lereng dan bahaya erosi. Adapun (SL 4) terkategorikan S3 dengan pembatas utama (na) yang dispesifikasikan oleh kadar N total yang sangat rendah dari yang dipersyaratkan.

Tanaman jati terkategorikan dalam S2 dan S3 (Tabel 2). Pada (SL 1) terkategorikan S3 dengan pembatas utama (nr) yang dispesifikasikan oleh pH tanah yang terlalu tinggi (suasana basa) serta hara tersedia yang dispesifikasikan oleh N total yang sangat rendah dari yang dipersyaratkan. Pada (SL 2) terkategorikan S2 dengan pembatas utama (tc), (oa), serta (na) yang dispesifikasikan oleh kadar N total yang rendah dari yang dipersyaratkan. Pada (SL 3) terkategorikan S2 dengan pembatas utama (tc), dan (oa). Sedangkan (SL 4) terkategorikan S3 dengan pembatas utama (na) yang dispesifikasikan oleh kadar N total yang sangat rendah dari yang dipersyaratkan.

Tanaman nangka terkategorikan dalam S2 dan S3 (Tabel 2). Pada (SL 1) terkategorikan S3 dengan pembatas utama (na) yang dispesifikasikan oleh N total yang sangat rendah dari yang dipersyaratkan. Pada (SL 2) terkategorikan S2 dengan pembatas utama (tc), (nr) yang dispesifikasikan oleh nilai pH yang terlalu tinggi (suasana basa), serta (na) yang dispesifikasikan oleh kadar N total yang rendah dari yang dipersyaratkan. Pada (SL 3) terkategorikan S2 dengan pembatas utama (tc), media perakaran yang terspesifikasikan oleh (rc), serta (nr) yang terspesifikasikan oleh pH serta C Organik kurang dari yang dipersyaratkan. Adapun (SL 4) terkategorikan S3 dengan pembatas utama (na) yang dispesifikasikan oleh kadar N total yang sangat rendah dari yang dipersyaratkan.

Penanaman keempat jenis tananam yang diujicobakan tersebut apabila tidak disertai dengan perbaikan karateristik lahannya (aktual) maka harus dilakukan optimalisasi terhadap lahannya. Optimalisasi lahan akan meningkatkan pendapatan/ keuntungan maksimum yang diperoleh petani per hektar setiap satuan lahan (Jayanti, Goenadi, & Hadi, 2013).

Tabel (*Table*) 2. Kesesuaian lahan aktual tanaman kayu kayuan (*Actual land suitability of timber plantation)*

No	Karakteristik Lahan *(Land Characteristics)*	Kesesuaian lahan aktual *(Actual land suitability)*															
		Satuan lahan (*land unit*) 1				Satuan lahan (*land unit*) 2				Satuan lahan (*land unit*) 3				Satuan lahan (*land unit*) 4			
		A	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1.	Suhu Rata-rata (*Average temperature*) (^{0}C) (tc)	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S2
2.	Ketersediaan air (*Water Availability*) (wa)																
	1. Curah hujan (*Rainfall*) (mm/thn)	S3	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1	S3	S1	S1	S1
	2. Bulan Kering (*Dry Month*) bln	S1	S1	S1		S1	S1	S1		S1	S1	S1		S1	S1	S1	
3.	Ketersediaan oksigen (*Oxygen Availability*) (oa)																
	Dranase (*Drainage*)	S2	S2	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S2	S2	S1
4.	Media perakaran *(Rooting Media)* (rc)																
	1. Tekstur tanah (*Soil Texture*)	S2	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1
	2. Bahan kasar (*Coarse material*) (%)																
	3. Kedalaman tanah (*Soil depth*)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
5	Gambut (*Peat*)																
	1. Ketebalan(*Depth*) (cm)	S1	S1	S1	-	S1	S1	S1	-	S1	S1	S1	-	S1	S1	S1	-
	2. Kematangan (*Maturity*)	S1	S1	S1	-	S1	S1	S1	-	S1	S1	S1	-	S1	S1	S1	-
6.	Retensi hara (*Nutrient Retention*) (nr)																
	1. KTK tanah (*Soil Cation Exchange Capacity*) (cmol)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	2. Kejenuhan basa (*Alkaline saturation*)		S1		S1		S1		S1		S1		S1		S1		S1
	3. pH H_2O	S3	S3	S3	S2	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2
	4. C-Organik (*C-Organic*) (%)	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2
7	Hara tersedia (*Nutrient availability*) (na)																
	1. N total (N *Total*)	S3	S3	S3	S3	S2	S2	S2	S2	S1	S1	S1	S1	S3	S3	S3	S3
	2. P2O5	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	3. K2O	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
8.	Bahaya Erosi (eh) (*Potential of erosion)*																
	1. Lereng (*Slope*) (%)	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1	S1
	2. Bahaya erosi (*Erosion*)	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S2	S1	S1
9.	Bahaya banjir/genangan pada masa tanam (*flood*) (fh)																
	1. Tinggi (*Height*) (cm)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	2. Lama (*duration*) (hari)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
10.	Penyiapan lahan (lp) (*Land preparation)*																
	1. Batuan di permukaan (*Surface Rock*) (%)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	2. Singkapan batuan (*Outcrops Rock*) (%)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Kelas kesesuaian lahan (*Land Suitability Class*)		**S3-wa1,nr3,na1**	**S3-nr3,na1**	**S3-nr3 ,na1**	**S3-na1**	**S3-wa1**	**S2-oa,na1, eh1,eh2**	**S2-tc, oa, na1**	**S2-tc, nr3, na1**	**S3-wa1**	**S2-oa,na1, eh1,eh2**	**S2-tc, oa**	**S2-tc,rc1,nr3,**	**S3-wa1, na1**	**S3-na1**	**S3-na1**	**S3-na1**

Keterangan (*Remarks*): (a) Mahoni (*Swietenia macrophylla*), (b) Trembesi (*Samanea saman*), (c) Jati *(Tectona grandis),* (d) Nangka (*Artocarpus heterophyllus*)

Tabel (*Table*) 3. Kesesuaian lahan potensial tanaman kayu-kayuan *(Potential land suitability of timber plantation)*

No	Karakteristik Lahan *(Land Characteristics)*	Kesesuaian lahan Potensial (*Potential land suitability*)															
		Satuan lahan (*land unit*) 1				Satuan lahan (*land unit*) 2				Satuan lahan (*land unit*) 3				Satuan lahan 4			
		A	B	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d	a	b	c	d
1.	Temperatur Rata-rata (*Average temperature*) (^{0}C) (tc)	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S2
2.	Ketersediaan air (*Water Availability*) (wa)																
	1. Curah hujan (*Rainfall*) (mm/thn)	S1++	S1	S1	S1+	S1++	S1	S1	S1+	S1++	S1	S1	S1+	S1++	S1	S1	S1+
	2. Bulan Kering (*Dry Month*) bln	S1	S1	S1		S1	S1	S1		S1	S1	S1		S1	S1	S1	
3.	Ketersediaan oksigen (*Oxygen Availability*) (oa)																
	Dranase (*Drainage*)	S1+	S1+	S1+	S1	S1+	S1+	S1+	S1	S1+	S1+	S1+	S1	S1+	S1+	S1+	S1
4.	Media perakaran (*Rooting Media*) (rc)																
	1. Tekstur tanah (*Soil Texture*)	S2	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1
	2. Bahan kasar (*Coarse material*) (%)																
	3. Kedalaman tanah (*Depth soil*)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
5	Gambut (*Peat*)																
	1. Ketebalan(*Depth*) (cm)	S1	S1	S1		S1	S1	S1		S1	S1	S1		S1	S1	S1	
	2. Kematangan (*Maturity*)	S1	S1	S1		S1	S1	S1		S1	S1	S1		S1	S1	S1	
6.	Retensi hara (*Nutrient Retention*) (nr)																
	1. KTK tanah (*Cation Exchange Capacity* Soil) (cmol)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	2. Kejenuhan basa (*Alkaline saturation*)	S1++	S1	S1++	S1+	S1	S1	S1	S1+	S1	S1	S1	S1+	S1	S1	S1	S1+
	3. pH H_2O	S1	S1	S1	S1+	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1+	S1	S1	S1	S1+
	4. C-Organik (*C-Organic*) (%)																
7	Hara tersedia (*Nutrient availability*) (na)																
	1. N total (N *Total*)	S1++	S1++	S1++	S1++	S1+	S1+	S1+	S1+	S1	S1	S1	S1	S1++	S1++	S1++	S1++
	2. P2O5	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	3. K2O	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
8.	Bahaya Erosi (eh) (*Potential of erosion*)																
	1. Lereng (*Slope*) (%)	S1	S1+	S1	S1	S1	S1+	S1	S1	S1	S1+	S1	S1	S1	S1+	S1	S1
	2. Bahaya erosi (*Erosion*)	S1	S1+	S1	S1	S1	S1+	S1	S1	S1	S1+	S1	S1	S1	S1+	S1	S1
9.	Bahaya banjir/genangan pada masa tanam (*flood thread during planting period*) (fh)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	1. Tinggi (*Height*) (cm)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	2. Lama (*Duration*) (hari)																
10.	Penyiapan lahan (*land Preparation*) (lp)																
	1. Batuan di permukaan (*Surface Rock*) (%)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	2. Singkapan batuan (*Outcrops Rock*) (%)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Kelas kesesuaian lahan(*Land Suitability*)		**S2-tc1,rc1**	**S1**	**S2-tc1**	**S2-tc1,rc1**	**S2-tc1**	**S1**	**S2-tc1**	**S2-tc1**	**S2-tc1, rc1**	**S1**	**S2-tc1**	**S2-tc1**	**S2-tc1**	**S1**	**S2-tc1**	**S2-tc1**

Keterangan (*Remark*s): (a) Mahoni (*Swietenia macrophylla*), (b) Trembesi (*Samanea saman*), (c) Jati *(Tectona grandis)*, (d) Nangka (*Artocarpus heterophyllus*), (+) Perbaikan kondisi lahan dengan kenaikan kelas satu tingkat lebih tinggi (*improvement of land condition ane level higher)*, (++) Perbaikan kondisi lahan dengan kenaikan kelas dua tingkat lebih tinggi (*improvement of land condition two level higher*)

Tabel (*Table*) 4. Kesesuaian lahan aktual, beberapa jenis komoditas unggulan MPTS di wilayah Lombok (*Potential Land Suitability of several type superior commodity at Lombok Regency*)

No	Karakteristik Lahan *(Land Characteristics)*	Kesesuaian lahan aktual (*Actual land suitability)*											
		Durian (*Durio Zibethinus*)				Rambutan (*Nephelium lappaceum*)				Mangga (*Mangifera Indica*)			
		Satuan lahan (*Land Unit*)				Satuan Lahan (*Land Unit*)				Satuan Lahan (*Land Unit*)			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1.	Temperatur Rata-rata (*Average temperature*) (^{0}C) (tc)	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S2	S1	S1	S1	S1
2.	Ketersediaan air (*Water Availability*) (wa) Curah hujan (*Rainfall*) (mm/thn)	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S3	S1	S1	S1	S1
3.	Ketersediaan oksigen (*Oxygen Availability*) (oa) Dranase (*Drainage*)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
4.	Media perakaran (Rooting Media) (rc) 1. Tekstur tanah (*Soil Texture*)	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S1
	2. Bahan kasar (*Coarse material*) (%) 3. Kedalaman tanah (*Depth soil*)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
5.	Retensi hara (*Nutrient Retention*) (nr) 1. KTK tanah (*Cation Exchange Capacity* Soil) (cmol)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	2. Kejenuhan basa (*Alkaline saturation*)	S1	S1	S1	S1	S1	S2	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	3. pH H_2O	S1	S1	S1	S1	S2	S1	S2	S2	S1	S1	S1	S1
	4. C-Organik (*C-Organic*) (%)	S2	S1	S2	S1	S2	S1	S2	S2	S2	S1	S2	S2
6.	Hara tersedia (*Fertility availability*) (na) 1. N total (N *Total*)	S3	S2	S1	S3	S1	S1	S1	S1	S3	S2	S1	S3
	2. P2O5	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S1	S1	S1	S1
	3. K2O	S1	S1	S1	S1	S2	S2	S2	S2	S1	S1	S1	S1
7.	Bahaya Erosi (eh) 1. Lereng (*Slope*) (%)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	2. Bahaya erosi (*Erosion*)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
8.	Bahaya banjir/genangan pada masa tanam (*flood*) (fh) 1. Tinggi (*Height*) (cm)												
	2. Lama (*Duration*) (hari)	S1 S1	S1 S1	S1 S1	S1 S1	S1 S1	S1 S1	S1 S1	S1 S1	S1 S1	S1 S1	S1 S1	S1 S1
9.	Penyiapan lahan (*Land Preparation*) (lp) 1. Batuan di permukaan (*Surface Rock*) (%)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
	2. Singkapan batuan (*Outcrops Rock*) (%)	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1	S1
Kelas kesesuaian lahan Aktual (*Actual land suitability Class)*		**S3-wa1,na1**	**S3-wa1**	**S3-wa1**	**S3-wa, na1**	**S3-wa1**	**S3-wa1**	**S3-wa1**	**S3-wa1**	**S3-na1**	**S2-na1**	**S2-nr4**	**S3-na1**

Keterangan (*Remarks*): sangat sesuai (*very suitable*) (S1), cukup sesuai (*quiet suitable*) (S2) atau sesuai marjinal (*marginal suitable*) (S3)

Optimalisasi lahan dilakukan dengan cara pencampuran jenis tanaman dalam satu hamparan lahan/satuan lahan yang sama sehingga mengurangi resiko kegagalan tumbuh akibat dari kekurangan hara dan nutrisi sebagaimana yang menjadi pembatas dominasi pada keempat jenis tanaman kayu-kayuan yang diujicobakan. Adanya stratifikasi tajuk akan menyebabkan permukaan lahan lebih tertutup dan menjaga siklus hara tetap tersedia bagi tanaman. Reboisasi lebih diarahkan pada satuan lahan yang terkriteria S1 dan S2 untuk mengurangi serta mengefisienkan pengolahan lahan yang harus dilakukan. Pemberian nutrisi dalam jangka waktu yang lama melalui pemupukan dinilai tidak efisien bagi tanaman tahunan seperti kayu-kayuan.

3.2.2. Kesesuaian lahan potensial

Untuk menaikkan kesesuaian lahan aktual pada kondisi yang paling ideal (kesesuaian lahan potensial) perlu dilakukan penambahan input karakterisitik lahannya (Tabel 3). Untuk meningkatkan kualitas karakteristik lahan, perlu dilakukan beberapa perbaikan, perlakuan dan tindakan pengelolaan (Handayani & Sudomo, 2013). Agar menjadi unit lahan yang sesuai untuk penanaman empat jenis tanaman kayu-kayuan yang diujicobakan, perlu adanya tindakan pengelolaan lahan di wilayah tersebut. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan kualitas lahan menjadi lebih baik dari kesesuaian lahan sebelum dilakukan upaya perbaikan kondisi lahannya. Tindakan pengelolaannya adalah sebagai berikut:

a. Faktor pembatas ketersediaan air dan drainase tanah merupakan faktor pembatas tanaman yang saling berkaitan. Ketersediaan air sangat penting bagi pertumbuhan tanaman. Kekurangan air bagi tanaman memengaruhi proses fisiologi, biokimia dan anatomi dan morfologi tanaman (Ai & Banyo, 2010). Tumbuhan yang mengalami kekurangan kadar air di bawah kadar layu permanen akan mengalami kematian. Selain itu fungsi air bagi tanaman menjaga tekanan turgor pada saat terjadinya respirasi.
Usaha perbaikan karakteristik lahan yang dapat dilakukan adalah melalui pengolahan lahan dengan pembuatan parit-parit yang sempit dan dalam. Hal ini bertujuan untuk meningkatkan pengendalian kadar air berat tanah agar tidak mudah hilang ke dalam lapisan dalam tanah. Drainase tanah yang terhambat akan membuat ketersediaan air dalam tanah melebihi kebutuhan air yang dibutuhkan oleh tanaman (Mulyono, 2009). Drainase tanah yang terlalu cepat dapat menyebabkan kandungan Nitrogen tanah hilang/tercuci (Patti, Kaya, & Silahooy, 2013). Perbaikan drainase tanah pada umumnya terkategori pengelolaan lahan yang sedang sampai dengan tinggi (Ritung et al, 2011).
b. Tekstur tanah merupakan karakteristik lahan yang tidak dapat diperbaiki (Ritung et al, 2011). Karakteristik ini menjadi pembatas permanen, sehingga membatasi terhadap pertumbuhan tanaman. Beberapa *agensia organic* seperti bakteri *Lactobacillus fermentum* dapat meningkatkan kemantapan tanah, namun aplikasi bakteri tersebut dalam skala yang besar perlu dikaji lebih lanjut (Kusuma, Wicaksono, & Prasetya, 2016).
c. pH tanah (kemasaman tanah) berkaitan dengan ketersediaan unsur fosfor (P) dalam tanah (Mulyono, 2009). Usaha perbaikan karakteristik lahan ini dapat dilakukan dengan pemberian tambahan kapur pada tanah. Pengapuran akan meningkatkan pH hingga mencapai nilai yang dipersyaratkan oleh tanaman (Handayani & Sudomo, 2013) Pengapuran juga akan

meningkatkan kadar hara tersedia dalam tanaman (Soewandita, 2008).

d. Nitrogen total merupakan karakteristik lahan yang memengaruhi tumbuh kembang tanaman (Wahyudi, 2009). Kekurangan Nitrogen akan menyebabkan terjadinya gangguan pertumbuhan vegetatif tanaman (Soewandita, 2008). Unsur Nitrogen juga memengaruhi sintesis klorofil tanaman (Ai & Banyo, 2010). Perbaikan karakteristik lahan kadar nitrogen dalam tanah dilakukan melalui pemberian pemupukan. Salah satunya dengan pemberian pupuk Urea untuk meningkatkan kadar Nitrogen dalam tanah.

e. Bahaya Erosi
Bahaya Erosi dapat diperbaiki dengan perbaikan lereng yang menjadi tempat tumbuh. Perbaikan yang dapat dilakukan melalui teknik konservasi tanah. Menurut (Hidayat, 2006) Teknik konservasi untuk lereng 0-8% dengan penerapan penanaman dengan model baris-baris kecil yang dikombinasikan dengan pembuatan tanaman mulsa searah kontur (*Contour Strip Cropping*). Teknis konservasi untuk lereng 8-15% dengan penerapan *Countour Strip Cropping*, namun jaraknya lebih pendek, yaitu 5-7 meter. Selain itu penanganan erosi juga dapat dilakukan dengan pembuatan teras. Teknis konservasi teras diklasifikasikan menurut kemiringan lahan. Kemiringan 3-10% dapat menggunakan teras kredit, pada kemiringan 3-10% dapat menggunakan teras model bangku, dan kemiringan antara 30-50% menggunakan teras pematang/guludan (*Countour Terrace*).

3.3. Preferensi dan Kesesuaian Lahan Aktual Komoditas Unggulan Lokal

Apabila masyarakat lebih menyukai jenis tanaman buah-buahan, maka sebaiknya reboisasi lahan yang dilakukan di KHLS lebih mengutamakan pada penanaman jenis-jenis *multi purpose tree species* (MPTS). Pola tanam yang digunakan menggunakan pola agroforestri. Pola penanaman secara agroforestri dilakukan pada tanaman paling sedikit 400 (empat ratus) batang/ha (Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2018). Penanaman dengan jenis MPTS dapat memberikan produk lain, seperti buah, getah, kulit, dan rempah, disamping produk kayu. Selain itu, jenis-jenis pohon MPTS memiliki peran penting dalam produktivitas lahan (Muttaqin, Nurhayati, & Rusli, 2019; Nadeak, Qurniati, & Hidayat, 2013). Tanaman keras seperti jati, trembesi, dan mahoni dapat dijadikan sebagai tanaman utama.

Pola agroforestri memberikan keuntungan secara aspek ekologi, ekonomi dan psikologi. Secara ekologi, agroforestri memberikan keuntungan dalam memperbaiki struktur tanah, memperbaiki lahan yang labil, tata air, dan memanfaatkan sinar matahari yang lebih efisien. Jenis-jenis MPTS yang ditanam secara heterogen, disamping memperkaya strata tajuk yang memperkuat kualitas ekosistem mikro setempat, dari sisi ekonomi dapat memberikan pendapatan yang lebih kontinyu/ berkelanjutan, sebab waktu panen jenis-jenis tersebut akan berbeda-beda sesuai musimnya (Nurida, Mulyani, Widiastuti, & Agus, 2018; Prasetyo, Indriyanto, & Riniarti, 2019; van Wyk & Prinsloo, 2019).

Pola agroforestri dapat menyediakan pilihan hasil dan cara mengolah lebih mudah (Diniyati, Achmad, & Santoso, 2013). Pola agroforestri memberikan alternatif pendapatan untuk masyarakat (Diniyati & Achmad, 2015). Pola agroforestri juga memberikan interaksi yang positif, karena

pertumbuhan memberikan pertambahan produksi (Handayani & Sudomo, 2013; Nandini, 2018).

Berdasarkan Badan Pusat Statistik Lombok Barat (2012) terdapat beberapa jenis unggulan tanaman MPTS yang memiliki produksi yang cukup tinggi, diantaranya durian, rambutan dan mangga, selain jenis nangka. Jenis MPTS ini dapat dijadikan rekomendasi untuk ditanam di lokasi KHLS, sebab produksi yang ada saat ini mendominasi di wilayah Lombok. Jenis-jenis ini disukai masyarakat untuk ditanam, sebab produksi yang dihasilkan cukup tinggi (>100.000 kw).

Hasil analisis kesesuaian lahan aktual di lokasi KHLS, jenis tanaman durian dan rambutan memiliki pembatas ketersediaan air dan hara tersedia yang dispesifikasikan oleh N-total (kelas S3). Tanaman mangga memiliki pembatas media perakaran yang dispesifikan oleh tekstur tanah, retensi hara dispesifikasikan oleh C-organik serta hara tersedia yang dispesifikasikan oleh N-total (Kelas S2) untuk dua satuan lahan (dua dan tiga) serta hara tersedia yang dispesifikasikan oleh N-total (Kelas S3) untuk satuan lahan satu dan empat. Hasil analisis secara rinci tersaji pada Tabel 4.

Pengembangan lebih lanjut jenis-jenis tersebut di lokasi KHLS hanya memerlukan perlakuan awal yang sesuai dan dapat dilakukan oleh petani itu sendiri. Dengan pengelolaan yang baik dan sesuai, produksi tanaman MPTS tersebut dapat memberikan *revenue* lebih terhadap pendapatan petani. Menurut Fauzi dan Siregar (2019) jenis-jenis MPTS seperti srikaya, nangka, mangga, dan asam mempunyai potensi pendapatan bagi masyarakat sekitar KHLS mencapai Rp.70.000.000,-/ha/tahun. Hasil yang didapat tersebut memberikan hasil secara ekonomi yang lebih baik dibandingkan dengan menggunakan tanaman semusim seperti jagung.

Tingginya nilai tambah yang diperoleh oleh masyarakat dari sumber tanaman MPTS, dapat mendorong pemerintah untuk lebih meningkatkan proporsi penanaman reboisasi secara agroforestri dengan jenis MPTS (> 30%) dari total keseluruhan tanaman yang ditanam. Di dalam peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No P. 105/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 yang direvisi dengan peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan NOMOR P.2/MENLHK/SETJEN/KUM. 1/1/2020 tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Insentif, Serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan Rehabilitasi Hutan dan Lahan. Kegiatan Reboisasi secara agroforestri dilakukan dengan tanaman jenis kayu-kayuan dan/atau pohon HHBK. MPTS lebih diutamakan karena nilai langsung yang dapat dimanfaatkan oleh masyararakat sekitar kawasan hutan, sehingga tekanan masyarakat terhadap lahan dapat berkurang. Hasil yang diterima dari tanaman MPTS dapat segera dirasakan masyarakat sekitar kawasan hutan dan berkelanjutan.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Empat jenis tanaman yang diujicobakan serta tiga jenis tanaman unggulan setempat mempunyai kelas kesesuaian lahan aktual S2 dan S3, sehingga direkomendasikan untuk ditanam di KHLS. Dalam rangka perbaikan kesesuaian lahan aktual menjadi kesesuian lahan potensial, diperlukan peningkatan kualitas karakteristik lahan satu sampai dua tingkat lebih tinggi. Pembatas dominan pada tanaman kayu-kayuan adalah ketersediaan hara dan nutrisi yang rendah. Karakteristik lahan temperatur rata-rata menjadi pembatas karakteristik lahan yang tidak dapat dilakukan perbaikan. Diperlukan penyuluhan yang lebih intensif dari penyuluh setempat untuk men-sosialisasikan pentingnya pengelolaan lahan (agroforestri) yang baik.

4.2. Saran

Penanaman reboisasi pada KHLS agar lebih diperbanyak proporsinya (>30%) dengan jenis MPTS, karena memiliki nilai konservasi bagi lahan dan ekonomi masyarakat sekitar kawasan. Diperlukan evaluasi kesesuaian lahan untuk jenis-jenis lain yang dapat ditanam di wilayah KHLS, di Kabupaten Lombok Timur, Provinsi Nusa Tenggara Barat.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih disampaikan kepada seluruh tim implementasi aktivitas proyek A/R CDM yang sudah mendukung kelancaran pengumpulan data penelitian, serta kepada para pihak yang turut serta mendukung dalam penulisan dan penyusunan artikel ini.

Daftar Pustaka

Ai, S. N., & Banyo, Y. (2010). Konsentrasi klorofil daun sebagai indikator kekurangan air pada tanaman. *Ilmiah Sains*, *11*(2), 2–8.

Badan Pusat Statistik Lombok Barat. (2012). *Pertanian, peternakan dan perkebunan – Kabupaten Lombok Barat*.

Diniyati, D., Achmad, B., & Santoso, B. (2013). Analisis finansial agroforestry sengon di Kabupaten Ciamis (studi kasus di Desa Ciomas Kecamatan Panjalu). *Penelitian Agroforestry*, *1*(Agustus), 13–30.

Diniyati, D., & Achmad, B. (2015). Kontribusi pendapatan hasil hutan bukan kayu pada usaha hutan rakyat pola agroforestri di Kabupaten Tasikmalaya. *Ilmu Kehutanan*, *9*(1), 23–31.

FAO. (2015). Soil is a non-renewable resource. *Food and Agriculture Organization of the United Nations*, 2–3.

Fauzi, R., & Siregar, C. A. (2019). Estimasi harga konservasi karbon pada kegiatan A/R CDM di Hutan Lindung Sekaroh, Lombok Timur (Conservation carbon price estimation of A/R CDM activity using forest economic value approach in Sekaroh Protection Forest, East Lombok). *Jurnal Penelitian Sosial Dan Ekonomi Kehutanan*, *16*(1), 1–12.

Handayani, W., & Sudomo, A. (2013). Evaluasi kesesuaian lahan jenis-jenis tanaman hutan rakyat agroforestry di Desa Tenggerraharja, Kecamatan Sukamantri, Kabupaten Ciamis, Provinsi Jawa Barat. *Seminar Nasional Agroforestry*, *2013*, 257–264.

Hidayat, M. Y. (2006). *Evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman Sengon (Paraserianthes falcataria (L) Nielsen) pada beberapa satuan kelas lereng (studi kasus di Kecamatan Cipatat , Kabupaten Bandung , Jawa Barat)* (Skripsi Sarjana). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Jayanti, D. S., Goenadi, S., & Hadi, P. (2013). Evaluasi kesesuaian lahan dan optimasi penggunaan lahan untuk pengembangan tanaman kakao (*Theobroma cacao* L.) (studi kasus di Kecamatan Batee dan Kecamatan Padang Tiji Kabupaten Pidie Propinsi Aceh). *Agritech*, *33*(02), 208–218. https://doi.org/10.22146/agritech.9808

Kusuma, C. A., Wicaksono, K. S., & Prasetya, B. (2016). Perbaikan sifat fisik dan kimia tanah lempung berpasir melalui aplikasi bakteri *Lactobacillus fermentum*. *Jurnal Tanah dan Sumberdaya Lahan*, *3*(2), 401–410.

Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2018). Nomor P.105/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 Tentang Tata Cara Pelaksanaan, Kegiatan Pendukung, Pemberian Insetif, serta Pembinaan dan Pengendalian Kegiatan

Rehabilitasi Hutan dan Lahan. *Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan*, 1–145.

Mulyono, D. (2009). Evaluasi kesesuaian lahan dan arahan pemupukan N , P , dan K dalam budidaya tebu untuk pengembangan daerah Kabupaten Tulungagung. *Sains dan Teknologi Indonesia*, *11*(1), 47–53.

Muttaqin, Z., Nurhayati, L., & Rusli, A. R. (2019). Bimbingan teknis aplikasi biochar pada penanaman pola agroforestri di Desa Leuwisadeng, Kecamatan Leuwisadeng, Kabupaten Bogor. *Jurnal Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat*, *8*(1), 73–77.

Nadeak, N., Qurniati, R., & Hidayat, W. (2013). Analisis finansial pola tanam agroforestri di Desa Pesawaran Indah Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, *1*(1), 65–74. https://doi.org/10.23960/jsl1165-74

Nandini, R. (2018). Benefits analysis of agroforestry farming patterned candlenuts, cacao, coffee and banana in Sesaot Community Forest, West Lombok. *Faloak*, *1*(2), 1–12.

Nurida, N. L., Mulyani, A., Widiastuti, F., & Agus, F. (2018). Potensi dan model agroforestry untuk rehabilitasi lahan terdegradasi di Kabupaten Berau, Paser dan Kutai Timur, Provinsi Kalimantan Timur. *Jurnal Tanah dan Iklim*, *42*(1), 13–26. https://doi.org/10.2017/jti.v42i1.7800

Pasaribu, P. H. P., Rauf, A., & Slamet, B. (2012). Kajian tingkat bahaya erosi untuk arahan konservasi tanah pada berbagai tipe penggunaan lahan di Kecamatan Merdeka Kabupaten Karo. *Geografi*, *66*(1), 37–39.

Patti, P. S., Kaya, E., & Silahooy, C. (2013). Analisis status nitrogen tanah dalam kaitannya dengan serapan N oleh tanaman padi sawah di Desa Waimital, Kecamatan Kairatu, Kabupaten Seram Bagian Barat. *Agrologia*, *2*(1), 51–58.

Prasetyo, A. D., Indriyanto, & Riniarti, M. (2019). Jenis-jenis tanaman di lahan garapan petani KPPH Wana Makmur dalam Tahura Wan Abdul Rachman. *EnviroScienteae*, *15*(1), 95–106.

Ritung, S., Nugroho, K., Mulyani, A., & Suryanti, E. (2011). *Petunjuk Teknis*.

Saha, S., Monroe, A., & Day, M. R. (2016). Growth, yield, plant quality and nutrition of basil (Ocimum basilicum L.) under soilless agricultural systems. *Annals of Agricultural Sciences*, *61*(2), 181–186. https://doi.org/10.1016/j.aoas.2016.10.001

Setyorini, D. L. (2007). Kajian evaluasi kesesuaian lahan permukiman dengan teknik sistem informasi geografis (SIG). *Jurusan Geografi FIS - UNNES*, *4*(1), 44–54.

Siregar, C. A., & Ridwan, M. (2013). *Rehabilitasi lahan di zona ekstrim belajar dari A/R CDM Lombok Timur* (A. Suharto (ed.); 1st ed.). RA Visindo.

Soewandita, H. (2008). Studi kesuburan tanah dan analisis kesesuaian lahan untuk komoditas tanaman perkebunan di kabupaten bengkalis. *Sains dan Teknologi Indonesia*, *2*, 128–133.

Solikin, A. (2014). *Kesesuaian lahan beberapa jenis tanaman kehutanan untuk pengembangan hutan rakyat di sub DAS Temon Kabupaten Wonogiri* (Skripsi Sarjana). Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Tufaila, M., Aliyaman, Ginting, S., & Alam, S. (2014). Evaluation of land fitness for crop of coffee, cocoa, and cashew in District North Moramo, South Konawe. *Agroteknos*, *4*(3), 167–173.

Tufaila, M., Mpia, L., & Karim, J. (2017). Analisis neraca air lahan terhadap jenis tanah yang berkembang pada daerah karts di Kecamatan Parigi Kabupaten Muna Sulawesi Tenggara. *Agritech*, *37*(2), 215. https://doi.org/10.22146/agritech.16747

van Wyk, A. S., & Prinsloo, G. (2019). A review of the ethnobotanical uses, pharmacology, toxicology, management and cultivation of selected South African protected multi-purpose tree species. *South African Journal of Botany*, *124*, 258–269. https://doi.org/10.1016/j.sajb.2019.05.012

Wahyudi, I. (2009). Serapan tanaman jagung (*Zea mays* L.) akibat pemberian pupuk guano dan pupuk hijau lamtoro pada Ultisol Wanga. *Agroland*, *16*(4), 265–272.

Wahyunto, H., Suryani, E., Tafakresnanto, C., Ritung, S., Mulyani, A., Sukarman, … Nursyamsi, D. (2016). *Pedoman penilaian kesesuaian lahan untuk komoditas pertanian strategis tingkat semi detail skala 1 : 50.000*. Balai Besar Litbang Sumberdaya Lahan Pertanian, Badan Litbang Pertanian Bogor. 36p.

Wirosoedarmo, R., Sutanhaji, A. T., Kurniati, E., & Wujayanti, R. (2011). Evaluasi kesesuaian lahan untuk tanaman jagung menggunakan metode analisis spasial. *Agritech*, *31*(1), 71–78.

pISSN: 0216 – 0439 eISSN: 2540 – 9689
Akreditasi Kemenristekdikti Nomor 21/E/KPT/2018

Orchids From Five Districts in Fakfak Regency, West Papua: Diversity and Distribution

(Studi Keragaman dan Persebaran Anggrek (Orchidaceae) pada Lima Distrik di Kabupaten Fakfak, Papua Barat)

Reza Saputra

West Papua Natural Resources Conservation Agency, Ministry of Environment and Forestry, Indonesia. Jalan Klamono KM 16, Sorong, West Papua, Indonesia. Postal Code 98417. Phone +62951 321986

Article info:

Keywords:
Fakfak Regency,
Orchids Diversity,
West Papua

Article history:
Received:
8 October 2020;
Revised:
2 December 2020;
Accepted:
10 December 2020

ABSTRACT

A study of the diversity and distribution of orchids has been conducted in five districts in Fakfak Regency, i.e. Kokas, Fakfak Tengah, Fakfak, Wartutin, and Karas. This study was conducted based on current condition that research on orchid inventory has never been carried out in Fakfak Regency. Therefore, there is lack information and report related to the data of orchids collection from this regency. The objective of the research was to provide a preliminary note on the diversity and distribution of orchids in the Fakfak Regency. The study was carried out using the Visual Encounter Survey and the Purposive Exploration method. The result determined 67 collection numbers consisting of 49 epiphytic orchids, 16 terrestrial orchids, and two holomycotrophic orchids classified into 33 genera and 67 species. Fakfak Tengah District has the most diverse orchids species compared to other districts, viz. 37 species.

1. Introduction

New Guinea is the richest island of flora in the world, with 13,634 described plant species (Cámara-Leret et al., 2020). More than half of them are endemic to this island. The richest and most endemic vascular plants in New Guinea is Orchidaceae (Vollering, Schuiteman, de Vogel, van Vugt, & Raes, 2016). In June 2020, New Guinea has 2,856 species of orchids (Cámara-Leret et al., 2020). The latest publication has announced the new finding of orchid species in West Papua namely *Dendrobium sagin* Saputra & Schuit (Saputra, Mustaqim, Metusala, & Schuiteman, 2020), summing the total number of 2,857 wild orchids species in the Papuasia Region. Among those number, 2,465 are endemic to Papua, with the endemicity levels up to 86.27% (Cámara-Leret et al., 2020).

Most parts of New Guinea still has low orchids collecting density (Juswara, Schuiteman, & Droissart, 2016). Based on Vollering et al. (2016), orchids collection in the Western New Guinea (Papua and West Papua Province, Indonesia) is still low, compared to the Eastern New Guinea (Papua New Guinea). The statement was also supported by de Vogel (personal communication, 2018), who stated that there are still many Papuasian orchids species that are not yet known, especially in the western New Guinea. One of the lowest orchids collection density in Indonesian New Guinea is Fakfak Regency, West Papua Province. The orchids diversity in this regency has never been explored by the Indonesian Institute of Science (LIPI) or Royal Botanic Garden (RBG) Kew, only from some individual orchids enthusiasts or researchers. Due to limited research on

Editor: Dr. Henti Hendalastuti Rachmat
Author correspondence: Reza Saputra* (E-mail: reza.saputraa21@gmail.com)
Author contribution: **RS:** Design research methods, conduct inventory research/exploration in the field, identify specimens, analyze data, make the manuscript.

https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.1.29-38
©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

orchid diversity that has been conducted in Fakfak Regency, it is suspected there are still many unknown orchid species in this area.

Fakfak Regency is geographically located between 131 ° 53'03 "E - 133 ° 29'19" E and 02 ° 30'58 "S - 03 ° 57'51" S with an area of 14,320 km2, which is divided into 17 districts (Badan Pusat Statistik Kabupaten Fakfak, 2014). Based on the Schmidt and Ferguson climate types, Fakfak Regency has type A climate with rainfall of more than 100 mm/month, which has wet months > 9 and dry months < 2 (Pemerintah Kabupaten Fakfak, 2011). The development in Fakfak Regency is intensively carried out, which will more or less result in forest degradation and decline of the orchids population. Therefore, research related to the inventory of orchid diversity in the Fakfak Regency needs to be done before further degradation of the orchid population occurs in this area. This research's objective is to provide a preliminary note on the diversity and distribution of orchids in the Fakfak Regency.

2. Methodology

2.1. Time and Location of Research

Research on orchid diversity and distribution was carried out in several districts in Fakfak Regency, including Fakfak (Fakfak Mountain Nature Reserve at 250– 1,000 m asl), Kokas (Ugar Village Forest at 1–150 m asl), Fakfak Tengah (Air Besar Forest at 1–400 m asl and Sekartamen Forest at 1–150 m asl), Wartutin (Hanatpona Forest at 1–100 m asl), and Karas (Maas Village Forest at 1–50 m asl), West Papua (Figure 1). The research was conducted on February 15 - April 22, 2016, and continued on April 4-7, 2019.

2.2. Material and Tools

The material used in this research were alcohol 70%, herbarium paper, specimen's label, plastic bag, and duct tape. Whereas the tools used were the Global Positioning System (GPS), camera, stationary, ruler, as well as orchid's manual identification book.

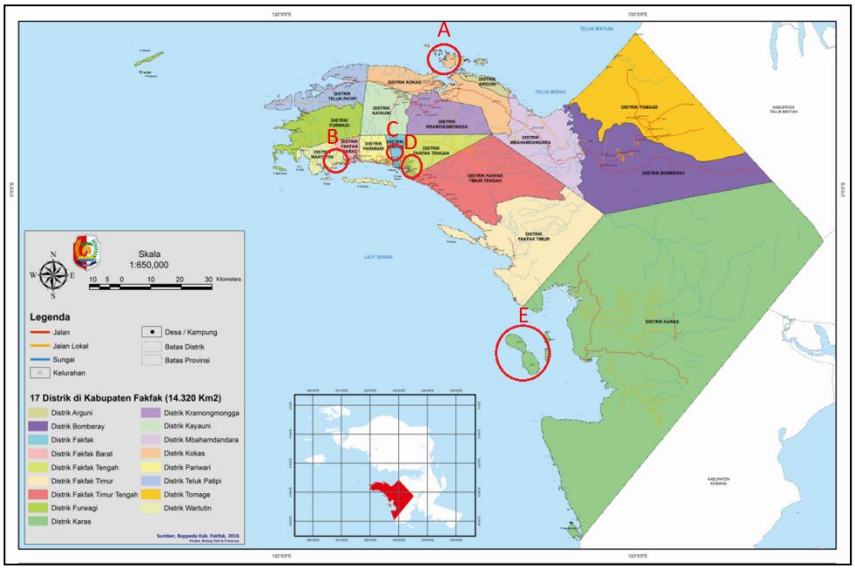


Figure 1. Five study locations: (A) Ugar Village Forest, Kokas District; (B) Hanatpona Forest, Wartutin District; (C) Fakfak Mountain Nature Reserve, Fakfak District; (D) Air Besar Forest and Sekartemen Forest, Fakfak Tengah District; (E) Maas Village Forest, Karas District). (Source: Badan Pusat Statistik Kabupaten Fakfak, 2014)

2.3. Research Method

Sampling was carried out using the Visual Encounter Survey (VES) and the purposive exploration method (Saputra, Tibalia, Darwis, & Sumirto, 2018). Only orchid plants that are flowering or showing the key characters were recorded. Data were recorded by taking the photographs of orchids lifeforms, leaves, inflorescences, as well as the coordinate location at every spot where orchids were identified during the survey. Furthermore, the living collection was taken by using rice sacks for epiphytic orchids, and using their substrate within the plastic bag for terrestrial and holomycotrophic orchids. Soon after arrived at temporary camp, the orchid specimens were preserved using 70% alcohol for further identification purposes. Treatment for terrestrial orchids were carried out using *Kadaka* medium (*Asplenium nidus* L.) and soil medium. Living collection for holomycotrophic orchids did not executed prior to their short life cycle (die quickly). The specimens were then identified using the book "Orchids of Papua New Guinea" (Millar, 1999), "Lowland Orchids of Papua New Guinea" (O'Byrne, 1994), and "A Guide to Dendrobium of New Guinea" (Schuiteman, 2013), as well as assistance from the Orchids Experts in LIPI, RBG Kew, and Hortus Botanicus Leiden.

2.4. Data Analysis

Raw data during orchids collection consists of the scientific name and GPS location followed by re-checking for their latest scientific name at POWO Kew (powo.kew.org), global conservation status (iucnredlist.org), global trading status (checklist.cites.org), and their protection status by Ministry of Environment and Forestry Decree (SK KLHK No. P.106, 2018). Data on diversity and distribution of orchids were categorized and analyzed by Microsoft Excel (Microsoft.inc, USA).

3. Results and Discussion

3.1. Orchids diversity study

This study identified 67 species belonging to 33 genera, consisting of 49 epiphytic orchid, 16 terrestrial, and two holomycotrophic orchids (Table 1). Identification process until species level was not always successful even though the collected specimens only taken to those of flowered ones. Thus, for several specimens, the identification just can be carried out until the genus or section level. Some specimens are undescribed and some are under preparation for proposing as new species. Identification result for orchids specimens are shown in Figure 2.

The result of this study showed higher value than that of predicted orchids richness in Fakfak Regency, viz. 30-50 orchids species (Vollering et al., 2016). Limited specimens' collection by previous works (Vollering et al., 2016) may be the factor that being the cause for the differences in species richness. The result of previous research was also only a prediction orchids model that could be somewhat biased if applied in different location. Nevertheless, this current study is based on direct exploration in the field and may deliver more reliable data.

Other orchids exploration also had conducted in the Bird's Head Peninsula, specifically in the Sorong City forest with a result of 84 orchids species (Saputra, Tibalia, et al., 2018). Higher orchids diversity was found compare to the present work. The lower diversity recorded in this present work may be attributed to the limited resources and fewer surveyed pristine forest, especially at Fakfak Nature Reserve that may still contains hundreds of uncovered species. In both location Sorong and Fakfak, there were also similar recorded species, i.e *Dendrobium capituliflorum*, *Grammatophyllum speciosum*, *Spathoglottis papuana*, etc. Those common species are widespread in the Papua lowland rainforest. The highland orchids are absent in Sorong site, for

instance, *Goodyera lamprotaenia* and *G. stenopetala*. Considering the possibility of high diversity orchid, it was possible that there would be more than 150 species of orchids growing naturally in Fakfak Regency.

The most diverse genus is *Dendrobium* orchids with 18 different species, followed by *Bulbophyllum* with six species and *Taeniophyllum* with five different species. It is quite related to Camara-Leret et al. (2020) research that shows *Bulbophyllum* and *Dendrobium* as the two largest genera in New Guinea. Currently, there are about 658 species of *Bulbophyllum*, and 614 species of *Dendrobium* growing in New Guinea (Cámara-Leret et al., 2020; Saputra et al., 2020). Furthermore, *Taeniophyllum* has its main area of diversity in New Guinea with approximately 90 species.

Table 1. Orchids diversity and distribution in five districts in Fakfak Regency, West Papua

No	Species Name	FT	FF	KK	KR	WR	IUCN	CITES	P.106	Lifeform
1	*Acriopsis javanica* Reinw. ex Blume	+					NE	II	×	
2	*Appendicula reflexa* Blume.	+					NE	II	×	
3	*Brachypeza indusiata* (Rchb.f.) Garay	+	+	+	+	+	NE	II	×	
4	*Bryobium erioides* M.A.Clem. & D.L.Jones		+				NE	II	×	
5	*Bulbophyllum clandestinum* Lindl.		+				NE	II	×	
6	*Bulbophyllum infundibuliforme* J.J.Sm.	+					NE	II	×	
7	*Bulbophyllum lepanthiflorum* Schltr.		+				NE	II	×	
8	*Bulbophyllum* sp. Sect. *Beccariana*	+					NE	II	×	
9	*Bulbophyllum* sp. Sect. *Codonosiphon*	+					NE	II	×	
10	*Bulbophyllum stabile* J.J.Sm.		+				DD	II	×	
11	*Ceratostylis subulata* Blume.		+				NE	II	×	
12	*Cleisostoma firmulum* Rchb.f.		+				NE	II	×	
13	*Coelogyne asperata* Lindl.	+	+				NE	II	×	
14	*Coelogyne beccarii* Rchb.f.	+	+				NE	II	×	
15	*Dendrobium antennatum* Lindl.			+		+	NE	II	×	
16	*Dendrobium bracteosum* Rchb.f.			+			NE	II	×	
17	*Dendrobium angraecifolium* Schltr.	+					NE	II	×	Epiphytic
18	*Dendrobium capituliflorum* Rolfe.	+					NE	II	×	
19	*Dendrobium cochliodes* Schltr.	+					NE	II	×	
20	*Dendrobium funiforme* Blume.			+	+		NE	II	×	
21	*Dendrobium hosei* Ridl.	+					NE	II	×	
22	*Dendrobium insigne* Rchb.f. ex Miq.	+					NE	II	×	
23	*Dendrobium mirbelianum* Gaudich.				+		NE	II	×	
24	*Dendrobium piestocaulon* Schltr.	+					NE	II	×	
25	*Dendrobium poneroides* Schltr.	+					LC	II	×	
26	*Dendrobium roseipes* Schltr.	+					NE	II	×	
27	*Dendrobium pseudocalceolum* J.J.Sm				+		NE	II	×	
28	*Dendrobium smillieae* F. Muell.		+				NE	II	×	
29	*Dendrobium* sp. Sect. *Diplocaulobium*		+				NE	II	×	
30	*Dendrobium* sp. Sect. *Grastidium*	+					NE	II	×	
31	*Dendrobium* sp. Sect. *Flickingeria*	+					NE	II	×	
32	*Dendrobium taylorii* (F.Muell.) F.M.Bailey	+		+	+		NE	II	×	

No	Species Name	FT	FF	KK	KR	WR	IUCN	CITES	P.106	Lifeform
33	*Grammatophyllum speciosum* Blume	+					NE	II	×	
34	*Grammatophyllum scriptum* (L) Blume	+	+				NE	II	×	
35	*Oberonia cuneata* J.J.Sm.		+				NE	II	×	
36	*Oberonia phleoides* Schltr.	+					NE	II	×	
37	*Oxystophyllum torricellianum* M.A.Clem.	+					NE	II	×	
38	*Dryadorchis singularis* Christenson & Schuit.			+			NE	II	×	
39	*Phreatia* aff. *brachystachys* Schltr.			+			NE	II	×	
40	*Podochilus scalpelliformis* Blume.			+			NE	II	×	
41	*Schoenorchis micrantha* Reinw. ex Blume	+					NE	II	×	
42	*Stichorkis gibbosa* (Finet) J.J.Wood.		+				NE	II	×	
43	*Taeniophyllum* sp. Sect. *Loboglossum*	+					NE	II	×	
44	*Taeniophyllum apiculatum* J.J.Sm	+					NE	II	×	
45	*Taeniophyllum arachnites* J.J.Sm	+					NE	II	×	
46	*Taeniophyllum* cf. *aureum* Schltr.	+					NE	II	×	
47	*Taeniophyllum* cf. *xerophilum* Schltr.	+					NE	II	×	
48	*Thelasis carinata* Blume.	+					NE	II	×	
49	*Thelasis mamberamensis* J.J.Sm.		+		+		NE	II	×	
50	*Thelasis micrantha* (Brongn.) J.J.Sm.	+					NE	II	×	
51	*Trichoglottis papuana* Schltr.	+					NE	II	×	
52	*Didymoplexiella* sp.		+				NE	II	×	Holo-myco-trophic
53	*Epipogium roseum* (D.Don) Lindl.		+				NE	II	×	
54	*Corymborkis veratrifolia* (Reinw.) Blume.		+				NE	II	×	
55	*Eria javanica* (Sw.) Blume.			+			NE	II	×	
56	*Erythrodes papuana* Schltr.		+				NE	II	×	
57	*Erythrodes bicarinata* Schltr.		+				NE	II	×	
58	*Eulophia pulchra* (Thouars) Lindl.	+					NE	II	×	
59	*Goodyera rubicunda* (Blume) Lindl.		+				NE	II	×	Terres-trial
60	*Goodyera* aff. *lamprotaenia* Schltr.		+				NE	II	×	
61	*Goodyera* aff. *stenopetala* Schltr.		+				NE	II	×	
62	*Macodes sanderiana* (Kraenzl.) Rolfe.	+					NE	II	×	
63	*Nervilia aragoana* Gaudich.	+	+			+	NE	II	×	
64	*Paphiopedilum glanduliferum* Stein.				+		EN	I	✓	
65	*Plocoglottis moluccana* Blume.		+				NE	II	×	
66	*Spathoglottis papuana* F.M.Bailey	+	+	+	+	+	NE	II	×	
67	*Tropidia disticha* Schltr.	+				+	NE	II	×	
	TOTAL	37	26	10	8	5				

Remarks: IUCN=NE: Not Evaluated, EN:Endangered; CITES=I:Appendix I, II:Appendix II; Protected by Indonesian Government= ×: no, ✓: yes.

Epiphytic is a form of plant relationship when one plant grow on another living plant (Darma, Setyo Lestari, Priyadi, & Iryadi, 2018) without being parasitic (Mondragón, Valverde, & Hernández-Apolinar, 2015). One example of an epiphytic orchid is *Dendrobium bracteosum* Rchb.f. that having four different color of flower (red, purple, pink, and white) with yellowish orange or rarely purplish red of lip. This orchid can be found in lowland forests, usually in shaded spots from 0 to 800 m asl (Saputra, et al., 2018). This orchids flowers

throughout the year and lasts for four months (O' Byrne, 1994). Their attractive bright color and long-lasting flower have made *D. bracteosum* to be potential as a high-value ornamental plant.

An example of terrestrial orchids, *Nervilia aragoana* Gaudich, has a heart-shaped like leaves and separate from the generative phase (flowers). *N. aragoana* is a very widespread species that bears 4–16 flowers, green petals and a white lip that is marked with dark green or brownish-purple lines and which bears tall, white hairs primarily along the main veins on the disk (Gale et al., 2016). Field observation determined that generative and vegetative phase are located closely. The leaves only emerge after the inflorescence has faded. *N. aragoana* has green leaves and yellowish green flowers that indicate chlorophyll's presence, thus enabling the organs to carry out photosynthesis and store their photosynthetic products in their tuber. The tuber organ of *N. aragoana* was reported as a traditional medicine for epilepsy, asthma (Pant, 2013), and diuretic problem (Thomas, Aneesh, Thomas, & Anandan, 2013), as well as to increase stamina and aphrodisiac (Silalahi, Nisyawati, Walujo, Supriatna, & Mangunwardoyo, 2015). Moderate light intensity and humidity are preferable habitat for *N. arogana* growing in the Fakfak Mountains Nature Reserve, Air Besar Forest, and Hanatpona Forest.

One example of a holomycotrophic orchid is *Epipogium roseum* (D.Don) Lindl. which only has roots, stems, and flowers. Their pale stem and flower are among their morphological camouflage to blend with their surrounding that make them rather difficult to recognize. The genus *Epipogium* Borkh. is a group of orchids included in holomycotrophic plants. Holomycotrophic is a symbiotic plant that growing on dead and decaying matter, and the entire life cycle is completely dependent on mycorrhizae (Jalal & Jayanthi, 2012). *E. roseum* was found growing on the moist forest floor with low light intensity in the Fakfak Mountains Nature Reserve, which has a lot of leaf litter with high humidity and low light intensity.

Based on the concervation status, several orchids were in Appendix I (CITES), Endangered (IUCN), and protected by the Government of Indonesia regulation, i.e. *Paphiopedilum glanduliferum* (Blume) Stein. This orchid belongs to a group of slipper orchids (*anggrek kantung*) that is in great demand by orchid lovers worldwide. Therefore, every year, the population of *P. glanduliferum* in the nature is decreasing due to many factors such as deforestation, ruthless exploitation, and soil erosion (Rankou & Sullivan, 2015).

3.2. Distribution Pattern

Fakfak Tengah District had the most significant number of orchids compare to other four districts, i.e. 37 species (Table 1). Fakfak District as known for its highland area are supposedly to have richer orchid than those in other lowland districts. The higher number of species found in Fakfak District may also generated from the surveyed forest that covered two observation areas, i.e. the Sekartemen Forest and Air Besar Forest. Moreover, Fakfak Tengah District has the most observation frequency among others.

This study only covers a small area of whole Fakfak Mountains Nature Reserves in Fakfak District (elevation 250-1,000 m asl), however, this less extensive study still resulted in high number of orchids found within the area. Vollering et al. (2016) predicted the orchids diversity pattern where higher elevation will show higher predicted richness. However, their research shows that New Guinean orchid richness is maximized within a montane elevational band ranging from approximately 2,000 to 3,000 m and decreasing as altitude increases.

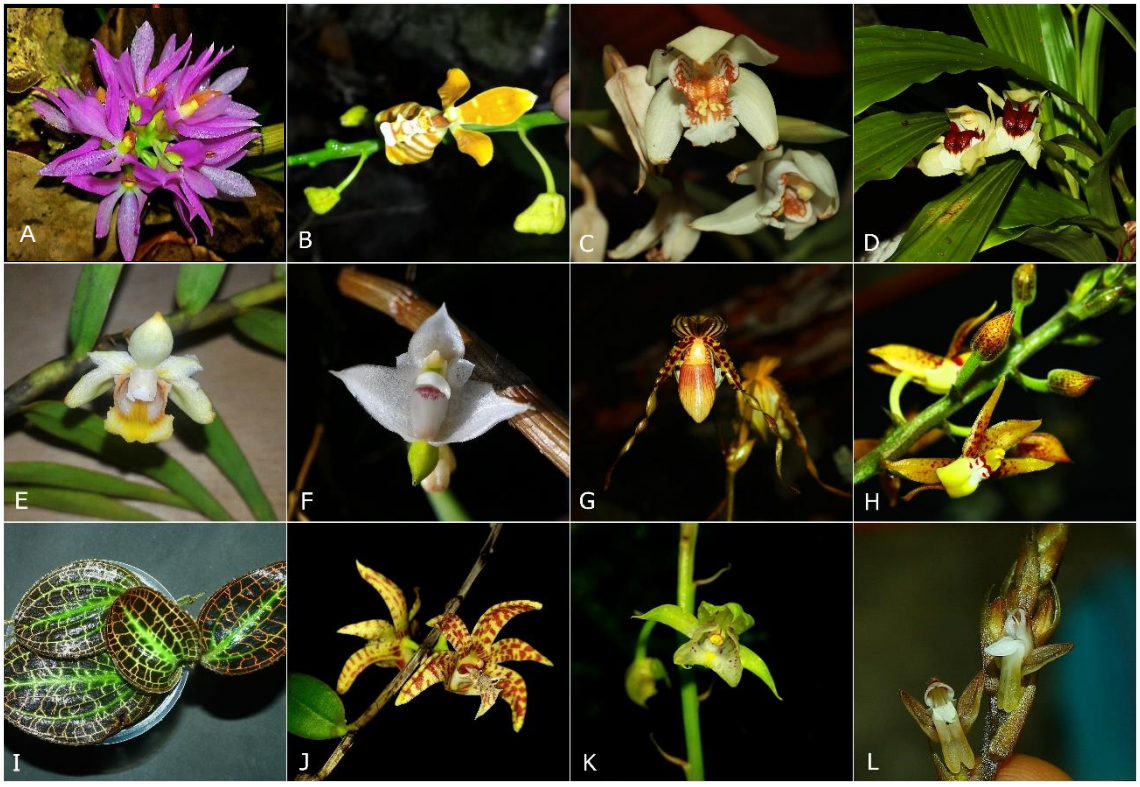


Figure 2. Some of the orchids found in Fakfak Regency. A. *Dendorbium bracteosum*, B. *Dryadorchis singularis*, C. *Coelogyne asperata*, D. *Coelogyne beccarii*, E. *Dendrobium hosei*, F. *Dendrobium piestocaulon*, G. *Paphiopedillum glanduliferum*, H. *Plocoglottis moluccana*, I. *Macodes sanderiana*, J. *Dendrobium insigne*, K. *Eulophia pulchra*, L. *Erythrodes papuana.*

Fakfak Mountain Nature Reserve is a huge landscape that provide supported habitat for all orchids lifeforms, i.e. epiphytic, holomycotrophic, and terrestrial. From all recorded lifeforms, the most interesting is the presence of holomycotrophic orchids. It only appears in the Fakfak Mountain Nature Reserve, Fakfak District, above 500 m asl. Holomycotrophic is a group of plants that entirely depends on mycorrhizae fungi in the soil. Because of its high relation to mycorrhizae, any changes in the soil could threaten their survival. Orchid is commonly known to be a bio-indicator and early warning system of the natural forest. Their presence reveals that the forest is in decent condition. Their absence will give an early warning of the forest health and condition (Swarts & Dixon, 2009).

Even though the Fakfak Mountains Nature Reserve in Fakfak District hold the second place for its orchid's diversity, it still keeps many various species of orchids. Most of them only found in that 1,300 m asl mountain. Based on Agustini, Zebua, & Wenda (2016), some of the Papuan orchids can only be seen in high montane forest above 1,200 m asl. For instance, *Dendrobium spiculatum* Schuit. The species is endemic to Arfak Mountain in altitude about 2,100 m asl (Schuiteman & Wanma, 2017). Higher altitudes is beneficial for its less anthropogenic disturbance, furthermore nature reserve status also plays a huge role in preserving biodiversity (Takandjandji & Kwatrina, 2011), and it influences the diversity of orchids. This current study can be determined as an initial step for further and deeper study of the orchid richness within this biodiversity spots.

There are most common orchids species found in all districts, viz. *Spathoglottis papuana* Schltr. *S. papuana* is a native orchid species that widely growing in New Guinea. Their widespread characteristic may attributed to its tolerance for various environmental types, especially in open habitat (Saputra, Farishy, & Suratman, 2018). The author found the most abundant *S. papuana* population in the open habitat of the national road (Fakfak-Kokas) through the Fakfak Mountain Nature Reserve.

4. Conclusion

Research on orchids growing in Fakfak regency has been less studied. Current study determined 67 collection numbers consisting of 49 epiphytic orchids, 16 terrestrial orchids, and two holomycotrophic orchids belonging to 33 genera and 67 species. Fakfak Tengah District has the highest number of orchid collection with 37 orchids.

Acknowledgment

The author would like to thanks the NKRI Expedition 2016: West Papua Corridor, which has facilitated this research. Inggit Puji Astuti, as the Chairperson of the Flora Fauna Team Expert. Destario Metusala, Lina Juswara, André Schuiteman, and Eduard de Vogel which has helped the identification process.

References

Agustini, V., Zebua, L. I., & Wenda, N. (2016). Inventory of native orchids in Makki Sub-District, Lanny Jaya, Papua, Indonesia. *Biodiversitas*, *17*(1), 301–305. https://doi.org/10.13057/biodiv/d170141

Badan Pusat Statistik Kabupaten Fakfak. (2014). *Kabupaten Fakfak dalam Angka 2014*. Kabupaten Fakfak: Badan Pusat Statistik Kabupaten Fakfak.

Cámara-Leret, R., Frodin, D. G., Adema, F., Anderson, C., Appelhans, M. S., Argent, G., … van Welzen, P. C. (2020). New Guinea has the world's richest island flora. *Nature*, *584*(7822), 579–583. https://doi.org/10.1038/s41586-020-2549-5

Darma, I. D. P., Setyo Lestari, W., Priyadi, A., & Iryadi, R. (2018). Paku epifit dan pohon inangnya di Bukit Pengelengan, Tapak dan Lesung, Bedugul, Bali. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, *15*(1). https://doi.org/10.20886/jphka.2018.15.1.41-50

Gale, S. W., Schuiteman, A., Watthana, S., Sando, T., Souvannakhoummane, K., Averyanov, L., & Suddee, S. (2016). Studies in asian nervilia (Nervilieae, epidendroideae, orchidaceae) VI: N. mekongensis, a new species from Thailand, Cambodia, Laos and Vietnam. *Phytotaxa*, *247*(4), 267–273. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.247.4.4

Jalal, J. S., & Jayanthi, J. (2012). Endemic orchids of peninsular India: a review. *Journal of Threatened Taxa*, *4*(15), 3415–3425. https://doi.org/10.11609/jott.o3091.3415-25

Juswara, L., Schuiteman, A., & Droissart, V. (2016). Four new orchid species from the Lengguru fold belt, West Papua, Indonesia. *PhytoKeys*, *61*(1), 47–59. https://doi.org/10.3897/phytokeys.61.7590

Mondragón, D., Valverde, T., & Hernández-Apolinar, M. (2015). Population ecology of epiphytic angiosperms: A review. *Tropical Ecology*, *56*(1), 1–39. https://doi.org/10.13140/2.1.4043.5849

O' Byrne, P. (1994). *Lowland Orchids of Papua New Guinea*. Singapore: SNP Publisher Pte Ltd.

Pant, B. (2013). Medicinal orchids and their uses: Tissue culture a potential alternative for conservation. *African Journal of Plant Science*, *7*(10), 448–467. https://doi.org/10.5897/ajps2013.1031

Pemerintah Kabupaten Fakfak. (2011). *Rencana Tata Ruang Wilayah (RTRW) Kabupaten Fakfak 2011-2031*. Kabupaten Fakfak: Bappeda Kabupaten Fakfak.

Rankou, A., & Sullivan, O. (2015). Paphiopedilum glanduliferum. *The IUCN Red List of Threatened Species*. https://doi.org/10.2305/IUCN.UK.2015-2.RLTS.T43320333A43327839.en

Saputra, R., Farishy, D. D. Al, & Suratman, D. (2018). *Orchids of Sorong Nature Recreation Park* (D. Metusala, W. A. Mustaqim, & T. Haryanto, eds.). Sorong: Balai Besar KSDA Papua Barat.

Saputra, R., Tibalia, D., Darwis, F., & Sumirto, A. (2018). Keanekaragaman Anggrek (Orchidaceae) di Taman Wisata Alam Sorong, Kota Sorong, Papua Barat. *Jurnal Biologi Papua*, *10*(2), 74–79. https://doi.org/10.31957/jbp.492

Saputra, R., Mustaqim, W. A., Metusala, D., & Schuiteman, A. (2020). *Dendrobium sagin* (Orchidaceae: Epidendroideae), a new species from the Bird's Head Peninsula, West New Guinea. *Phytotaxa*, *459*(2), 190–196. https://doi.org/10.11646/phytotaxa.459.2.9

Schuiteman, A., & Wanma, J. F. (2017). New and Noteworthy Orchid Species from the Arfak Mountains , West Papua Province , Indonesia. *Malesian Orchid Journal*, *20*(August), 75–90.

Silalahi, M., Nisyawati, Walujo, E. B., Supriatna, J., & Mangunwardoyo, W. (2015). The local knowledge of medicinal plants trader and diversity of medicinal plants in the Kabanjahe traditional market, North Sumatra, Indonesia. *Journal of Ethnopharmacology*, *175*, 432–443. https://doi.org/10.1016/j.jep.2015.09.009

Surat Keputusan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2018). *Perubahan kedua atas peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor P.20/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2018 tentang jenis tumbuhan dan satwa yang dilindungi* (SK KLHK No. P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018).

Swarts, N. D., & Dixon, K. W. (2009). Terrestrial orchid conservation in the age of extinction. *Annals of Botany*, *104*(3), 543–556. https://doi.org/10.1093/aob/mcp025

Takandjandji, M., & Kwatrina, R. T. (2011). Pengelolaan Cagar Alam Pulau Dua di Provinsi Banten sebagai ekosistem bernilai penting. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, *8*(1), 95–108. https://doi.org/10.20886/jphka.2011.8.1.95-108

Thomas, E., Aneesh, T. P., Thomas, D. G., & Anandan, R. (2013). GC-MS analysis of phytochemical compounds present in the rhizomes of *Nervilia aragoana* GAUD. *Asian Journal of Pharmaceutical and Clinical Research*, *6*(SUPPL.3), 68–74.

Vollering, J., Schuiteman, A., de Vogel, E., van Vugt, R., & Raes, N. (2016).

Phytogeography of New Guinean orchids: Patterns of species richness and turnover. *Journal of Biogeography*, *43*(1), 204–214. https://doi.org/10.1111/jbi.12612

pISSN: 0216 – 0439 eISSN: 2540 – 9689
Akreditasi Kemenristekdikti Nomor 21/E/KPT/2018

Keanekaragaman Jenis Herpetofauna sebagai Dampak Pembangunan Perkebunan Kelapa Sawit di Sumatera Selatan

(Herpetofauna Species Diversity as the Impact of Oil Palm Plantation Development in South Sumatra)

Muhammad Farid Al-Faritsi[1*] dan/*and* Yanto Santosa[2]

[1]Program Studi Konservasi Biodiversitas Tropika, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Jl. Ulin Lingkar Akademik Kampus IPB, Bogor, 16680; Telp/Fax (0251) 8621947
[2]Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Jl. Ulin Lingkar Akademik Kampus IPB, Bogor, 16680; Telp/Fax. (0251) 8621947

Info artikel:

***Keywords**:*
Herpetofauna,
impact,
oil palm,
species diversity

ABSTRACT

The continued expansion of oil palm plantations has affected the diversity and wealth of wildlife, especially herpetofauna. Herpetofauna has an essential role in the ecosystem, so that its conservation efforts in ecological studies need to be considered. This study aimed to determine oil palm plantations impact on the diversity and species composition of herpetofauna. Data collection was conducted using the Visual Encounter Survey (VES) method by comparing five land cover types with shrubs, which is the type of land cover before it was converted to oil palm plantations. The conversion from shrubs to oil palm plantations has a positive impact on the diversity of herpetofauna species. There were six types of herpetofauna in shrubs conditions with a species richness index of 1.48, a diversity index of 0.83, and an evenness index of 0.46. After being converted to be an oil palm plantation, there was an addition of four species of herpetofauna and an increase in the species richness index of 1.09, the diversity index of 1.08, and the evenness index of 0.37. Thus, the number of herpetofauna species after land conversion became ten species with a species richness index of 2.57, a diversity index of 1.91, and an evenness index of 0.83. The results showed that the conversion from shrubs to oil palm plantations had caused changes in herpetofauna species' composition by 63%.

Kata kunci:
Dampak,
herpetofauna,
keanekaragaman jenis,
kelapa sawit

ABSTRAK

Perluasan perkebunan kelapa sawit yang terus terjadi dianggap memengaruhi keanekaragaman dan kekayaan satwa liar khususnya herpetofauna. Herpetofauna memiliki peran yang penting dalam ekosistem sehingga upaya pelestariannya dalam kajian ekologis perlu menjadi perhatian. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dampak perkebunan kelapa sawit terhadap keanekaragaman jenis dan komposisi jenis herpetofauna. Pengambilan data dilakukan dengan menggunakan metode *Visual Encounter Survey* (VES) dengan membandingkan lima tipe tutupan lahan dengan tutupan lahan semak belukar, yang merupakan tipe tutupan lahan sebelum dialihkan menjadi perkebunan sawit. Perubahan dari semak belukar menjadi perkebunan kelapa sawit berdampak positif pada keanekaragaman jenis herpetofauna. Jumlah jenis herpetofauna pada kondisi semak belukar sebanyak 6 jenis dengan indeks kekayaan jenis sebesar 1,48, indeks keanekaragaman jenis sebesar 0,83, dan indeks kemerataan jenis sebesar 0,46. Setelah menjadi perkebunan kelapa sawit, terjadi penambahan 4 jenis herpetofauna, serta peningkatan indeks kekayaan jenis sebanyak 1,09, indeks keanekaragaman jenis sebanyak 1,08, dan indeks kemerataan jenis sebanyak 0,37. Dengan demikian, jumlah jenis herpetofauna setelah konversi lahan menjadi 10 jenis dengan indeks kekayaan jenis sebesar 2,57, indeks keanekaragaman jenis sebesar 1,91, dan indeks kemerataan jenis sebesar 0,83. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perubahan dari semak belukar menjadi perkebunan sawit menyebabkan perubahan pada komposisi jenis herpetofauna sebesar 63%.

Riwayat artikel:
Tanggal diterima:
3 September 2020;
Tanggal direvisi:
21 Februari 2021;
Tanggal disetujui:
3 Maret 2021

Editor: Dr. Rozza Tri Kwatrina
Korespondensi penulis: Muhammad Farid Al Faritsi i* (E-mail: mfarid.faris@gmail.com)
Kontribusi penulis: **MFA**: Penulis utama dan mengambil data di lapang; **YS**: Mengoreksi tulisan dan memberikan arah penulisan artikel.

https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.1.39-51
©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

1. Pendahuluan

Industri kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq) di Indonesia telah menjadi salah satu komoditas yang terus mengalami pertumbuhan. Perluasan perkebunan kelapa sawit secara masif terjadi antara tahun 1980-an hingga pertengahan tahun 1990-an (Kementerian Pertanian, 2016). Perluasan perkebunan kelapa sawit terus terjadi seiring berjalannya waktu. Luas perkebunan kelapa sawit dalam kurun waktu 2013 hingga 2019 di Indonesia mengalami perluasan dari 10,47 juta Ha menjadi 14,59 juta Ha (Badan Pusat Statistik, 2020). Hal ini menimbulkan banyak tudingan dari berbagai pihak akibat penambahan luasan tersebut. Dari aspek ekologi, perkebunan kelapa sawit dinilai memiliki dampak terhadap perubahan komposisi pada struktur keanekaragaman hayati dan tidak sesuai untuk jenis-jenis asli yang habitatnya merupakan kawasan hutan (Savilaakso et al., 2014). Dengan semakin meluasnya perkebunan kelapa sawit, maka dinilai akan berdampak terhadap keanekaragaman dan kekayaan jenis satwa liar salah satunya terhadap herpetofauna (Yaap, Struebig, Paoli, & Koh, 2010; Gallmetzer & Schulze, 2015; Paoletti et al., 2018).

Herpetofauna memiliki peran terhadap fungsi kesuburan tanah, siklus nutrisi, pengurai biji, penyerbukan tumbuhan, dan sebagai predator dalam jaring-jaring makanan (Hocking & Babbit, 2014; Cortés-Gomez, Ruiz-Agudelo, Valencia-Aguilar, & Ladle, 2015). Menurut Kwatrina, Santosa, & Maulana (2019), keanekaragaman herpetofauna di perkebunan sawit dipengaruhi oleh ragam habitat. Selain itu, pertumbuhan, daya tahan, dan reproduksi herpetofauna juga dapat dipengaruhi oleh faktor lingkungan yang berdampak pada perubahan populasinya (Alford & Richards, 1999). Hal ini yang memberikan kekhawatiran mengenai bagaimana kelestarian herpetofauna di habitatnya terutama dengan adanya tudingan mengenai perkebunan kelapa sawit terhadap kelompok satwa liar tersebut. Penelitian mengenai dampak perkebunan sawit terhadap herpetofauna masih terbatas, terutama yang membahas mengenai perbandingan antara kondisi sebelum dan sesudah adanya pembangunan perkebunan kelapa sawit. Untuk itu, penelitian ini dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui dampak perkebunan kelapa sawit terhadap keanekaragaman jenis herpetofauna dan mengetahui dampak perkebunan kelapa sawit terhadap komposisi jenis herpetofauna.

2. Metodologi

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada 26 Desember 2019 – 20 Januari 2020. Pengambilan data dilakukan pada beberapa tipe tutupan lahan yaitu sawit muda (7 tahun), sawit sedang (9 tahun), sawit tua (11 tahun), semak belukar dan areal nilai konservasi tinggi (NKT) milik kebun sawit PT. Rambang Agro Jaya (RAJ), Kecamatan Kayu Agung, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Sumatera Selatan.

Asumsi yang digunakan dalam menilai dampak perkebunan sawit terhadap keanekaragaman jenis herpetofauna adalah menggunakan selisih antara keanekaragaman jenis pada lahan sebelum adanya perkebunan sawit dan setelah adanya perkebunan sawit. Penelusuran terhadap lahan sebelum adanya perkebunan sawit dilakukan dengan melihat citra satelit pada saat sebelum diubah menjadi perkebunan sawit. Berdasarkan citra satelit tersebut, sebelum diubah menjadi perkebunan sawit kondisi lahan didominasi oleh semak belukar. Tutupan lahan semak belukar yang digunakan pada saat penelitian merepresentasikan kondisi tutupan lahan sebelum adanya perkebunan sawit. Hal ini dibuktikan dengan penelusuran melalui citra satelit yang menunjukkan tidak adanya penggunaan lahan yang sangat

besar yang terjadi pada lokasi penelitian selain menjadi perkebunan sawit. Selain itu, kondisi semak belukar yang digunakan dalam penelitian ini menunjukkan kesamaan dengan kondisi sebelum berubah menjadi perkebunan sawit.

2.2. Objek dan Alat

Objek penelitian ini adalah herpetofauna dan vegetasi. Beberapa alat yang digunakan adalah peta kawasan, buku panduan lapang (*field guide*) herpetofauna kawasan hutan Batang Toru karya Mistar Kamsi tahun 2017 sebagai panduan identifikasi jenis, *Global Positioning System* (GPS) untuk membuat jalur pengamatan, *head lamp* untuk membantu penerangan selama pengamatan, kamera untuk mendokumentasikan kegiatan dan temuan jenis herpetofauna, *software* Ms. Word dan Ms. Excel 2013 untuk pengolahan data, *tally sheet* dan alat tulis untuk mencatat hasil pengamatan, jam sebagai alat penunjuk waktu, plastik spesimen, spidol permanen, karung, dan *hook* sebagai alat untuk menangkap herpetofauna.

2.3. Metode Penelitian

Data herpetofauna diambil dengan metode *Visual Encounter Survey* (VES) yang digabung dengan *transect* (Graeter, Buhlmann, Wilkinson, & Gibbons, 2013). Waktu pengamatan dilakukan selama dua jam pada pukul 19.00 – 21.00 WIB. Setiap tipe tutupan lahan dibuat satu *transect* jalur dengan panjang 1 km dan lebar area pengamatan selebar 75 m ke arah kanan dan kiri jalur. Data yang diambil meliputi jenis yang ditemukan, jumlah herpetofauna, waktu perjumpaan, tumbuhan bawah, sumber air, suhu, dan kelembapan (Kwatrina et al., 2019).

2.4. Analisis Data

Untuk menentukan dampak perkebunan kelapa sawit terhadap keanekaragaman jenis herpetofauna digunakan analisis jumlah jenis, indeks kekayaan jenis, dan indeks kemerataan jenis antara kondisi sebelum dengan setelah adanya perkebunan sawit. Nilainya dihitung dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

Jumlah Jenis (S)

Merupakan jumlah jenis yang ditemukan pada saat pengambilan data di setiap tutupan lahan.

Indeks Kekayaan Jenis (Dmg)

Indeks ini digunakan untuk menentukan kekayaan jenis di setiap tutupan lahan. Indeks ini berfungsi untuk mengetahui kekayaan setiap jenis dalam komunitas yang dijumpai (Magurran, 1988).

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

Keterangan (*Remarks*):

Dmg = indeks kekayaan jenis (*species richness index*)
S = jumlah jenis (*number of species*)
ln = logaritma natural (*natural logarithm*)
N = total jumlah individu seluruh jenis (*the total number of individuals of all species*)

Indeks Keanekaragaman Jenis Shannon-Wiener

Indeks keanekaragaman jenis digunakan untuk menentukan keanekaragaman jenis pada suatu habitat (Magurran, 1988).

$$H' = \sum_{i=0}^{n} \left(\frac{ni}{N}\right) \ln\left(\frac{ni}{N}\right) \qquad (2)$$

Keterangan (*Remarks*):

H’ = indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (*Shannon-Wiener species diversity index*)
n = jumlah individu jenis ke-i (*number of individuals of species-i*)
N = total jumlah individu dari semua jenis yang ditemukan (*the total number of individuals of all species discovered*)

Indeks Kemerataan Jenis (E)

Indeks kemerataan jenis digunakan untuk menentukan kemerataan jenis dalam komunitas (Magurran, 1988).

$$E = \frac{H'}{\ln S} \quad (3)$$

Keterangan (*Remarks*):
E = indeks kemerataan (*Evennes index*)
H' = indeks keanekaragaman jenis Shannon-Wiener (*Shannon-Wiener species diversity index*)
ln = logaritma natural (*natural logarithm*)
S = jumlah jenis (*number of species*)

Untuk menentukan dampak perkebunan kelapa sawit terhadap komposisi jenis herpetofauna dilakukan perbandingan antar tipe tutupan lahan dengan menggunakan persamaan sebagai berikut :

Indeks Ketidaksamaan (ID)

$$ID = 1 - IS, \text{ di mana } IS = \frac{2C}{A+B} \quad (4)$$

Keterangan (*Remarks*):
ID = indeks ketidaksamaan (*dissimilarity index*)
IS = indeks kesamaan Sorensen (*Sorensen similarity index*)
A = jumlah jenis di lokasi A (*number of species in location A*)
B = jumlah jenis di lokasi B (*number of species in location B*)
C = jumlah jenis yang dijumpai di lokasi A dan B (*total number of species discovered in location A and B*)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Jumlah dan Tingkat Keanekaragaman Jenis

Pengamatan herpetofauna pada tutupan lahan sebelum dan setelah adanya perkebunan sawit di PT. RAJ Sumatera Selatan menemukan sebanyak 13 jenis herpetofauna dari 10 famili yang berbeda (8 jenis reptil dan 5 jenis amfibi), sebagaimana disajikan pada Tabel 1. Terdapat 6 jenis herpetofauna dengan 29 individu yang ditemukan pada tutupan lahan semak belukar, dan 10 jenis herpetofauna dengan 33 individu yang ditemukan pada perkebunan kelapa sawit. Keberadaan perkebunan kelapa sawit menyebabkan adanya penambahan jenis baru herpetofauna seperti *Ahaetulla prasina*, *Bungarus candidus*, *Hemidactylus frenatus*, *Homalopsis buccata*, *Varanus salvator*, *Fejervarya cancrivora*, dan *Polypedates leucomystax*.

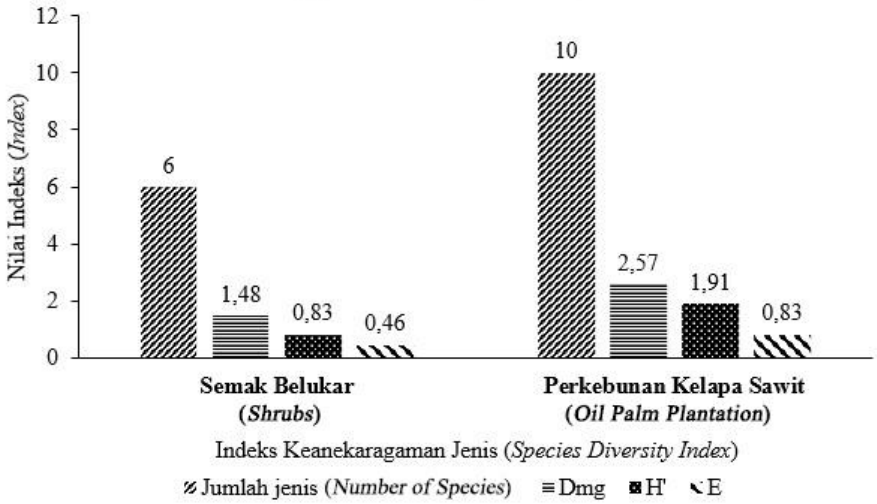
Berdasarkan variasi jumlah jenis tersebut, maka indeks kekayaan jenis pada perkebunan kelapa sawit (Dmg=2,57) lebih tinggi dibanding kondisi semak belukar (sebelum adanya perkebunan sawit) (Dmg=1,48). Gambar 1 menunjukkan perbandingan nilai indeks keanekaragaman jenis. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Rejeki & Santosa (2019) dimana perkebunan sawit menunjukkan nilai yang lebih tinggi untuk beberapa indeks keanekaragaman jenis herpetofauna. Tingginya nilai indeks di perkebunan kelapa sawit diduga disebabkan oleh kondisi habitat yang mendukung jenis-jenis herpetofauna. Faktor kondisi iklim mikro dapat menyebabkan suhu dan kelembapan menjadi ideal dan ketersediaan sumber air untuk berkembang biak (Karthik, Kalaimani, & Nagarajan, 2018; Gallmetzer & Schulze, 2015). Perkebunan kelapa sawit memiliki kondisi habitat yang beragam dan berpengaruh terhadap kualitas habitat sebagai tempat hidup herpetofauna. Hal ini disebabkan oleh perbedaan umur tanaman sawit dengan tingkat naungan berbeda-beda sehingga memengaruhi faktor lingkungan yang sesuai bagi pertumbuhan tumbuhan bawah (Nahdi & Darsikin, 2015). Selanjutnya, jenis-jenis tumbuhan bawah menciptakan kondisi lingkungan berupa kelembapan yang sesuai bagi keberadaan amfibi serta menjadi sumber nutrisi bagi larva untuk pertumbuhan populasi (DeMaynadier &

Hunter, 1999). Hal ini dikuatkan oleh Latifiana (2019) yang menyatakan bahwa perubahan habitat dari areal bervegetasi hutan menjadi perkebunan kelapa sawit diduga masih mampu memberikan kondisi lingkungan yang sesuai bagi jenis herpetofauna karena masih dapat dijumpai vegetasi dan sumber air di sekitarnya.

Pada penelitian ini, jenis *Hemidactylus frenatus* (Gekkonidae) adalah jenis yang dapat ditemukan pada banyak tipe tutupan lahan. Hal ini dapat dipengaruhi oleh kondisi morfologisnya yang memiliki cakar jari tangan dan kaki yang kuat sehingga memungkinkannya untuk melekat pada berbagai permukaan (Zani, 2000; Muller, Andrews, Schwarzkopf, & Pike, 2020). Pada saat penelitian, *H. frenatus* ditemukan pada umur tanaman sawit muda, sawit sedang, dan sawit tua, terutama di tanah, batang sawit, dan batang kayu yang terdapat di sekitar perkebunan. Sementara itu, terdapat jenis yang hanya dapat ditemukan pada satu tutupan lahan yaitu *Varanus salvator* (Varanide) di kebun sawit tua dan *Enhydris enhydris* (Homalopsidae) di semak belukar. *V. salvator* adalah jenis reptil yang sensitif terhadap manusia namun dapat hidup di banyak tipe habitat seperti pinggiran sungai atau rawa-rawa hutan, daerah pertanian, perkebunan, dan pemukiman (Rahman, Rakhimov, & Khan, 2017). Untuk *E. enhydris*, sejenis ular, hanya ditemukan pada semak belukar dimana terdapat banyak jumlah individu amfibi yang menjadi sumber pakan bagi ular jenis ini. Selain amfibi, pakan utama ular jenis ini adalah ikan (Fabre, Bickford, Segall, & Herrel, 2016). Pada saat pengamatan dilakukan, terdapat aktivitas masyarakat untuk mencari ikan di tutupan lahan semak belukar. Temuan ini mengindikasikan wilayah di sekitar semak belukar memiliki potensi jenis-jenis ikan yang potensial sebagai sumber pakan *E. enhydris*.

Tabel (*Table*) 1. Jenis herpetofauna dan jumlah individu yang ditemukan di semak belukar serta perkebunan kelapa sawit (*Herpetofauna species and number of individuals discovered in shrubs area and oil palm plantation*)

No	Famili (*Family*)	Nama jenis (*Species*)	Semak Belukar, Tutupan Lahan sebelum adanya Perkebunan Sawit (*Shrubs, Land Cover before Oil Palm Plantation*)	Perkebunan Kelapa Sawit (*Oil Palm Plantation*)
Reptil (*Reptiles*)				
1	Colubridae	*A. prasina*	0	1
2	Elapidae	*B. candidus*	0	1
3	Elapidae	*B. fasciatus*	2	0
4	Gekkonidae	*H. frenatus*	0	10
5	Homalopsidae	*E. enhydris*	1	0
6	Homalopsidae	*H. buccata*	0	2
7	Scincidae	*Eutropis multifasciata*	1	1
8	Varanidae	*V. salvator*	0	1
Amfibi (*Amphibians*)				
9	Dicroglossidae	*F. cancrivora*	0	2
10	Megophryidae	*Leptobrachium sp.*	1	0
11	Ranidae	*Hylarana erythraea*	23	9
12	Ranidae	*Pulchrana glandulosa*	1	4
13	Rhacophoridae	*P. leucomystax*	0	2
Jumlah individu (*Number of individual*)			29	33
Jumlah jenis (*Number of species*)			6	10



Gambar (*Figure*) 1. Perbandingan keanekaragaman jenis antara semak belukar (sebelum adanya perkebunan sawit) dan perkebunan kelapa sawit (*The comparison of diversity index for shrubs area and oil palm plantation*)

Pada penelitian ini juga ditemukan jenis *H. erythraea* (Ranidae) sebanyak 23 individu di semak belukar. Tingginya jumlah individu yang ditemukan dapat disebabkan oleh ketersediaan pakan berupa serangga pada saat penelitian dilakukan. *H. erythraea* merupakan jenis katak yang memakan jenis-jenis serangga dari ordo Odonata yang menyukai habitat perairan (Tippler, Wright, Davies, & Evans, 2018; Jhon, Jumilawaty, & Girsang, 2018).

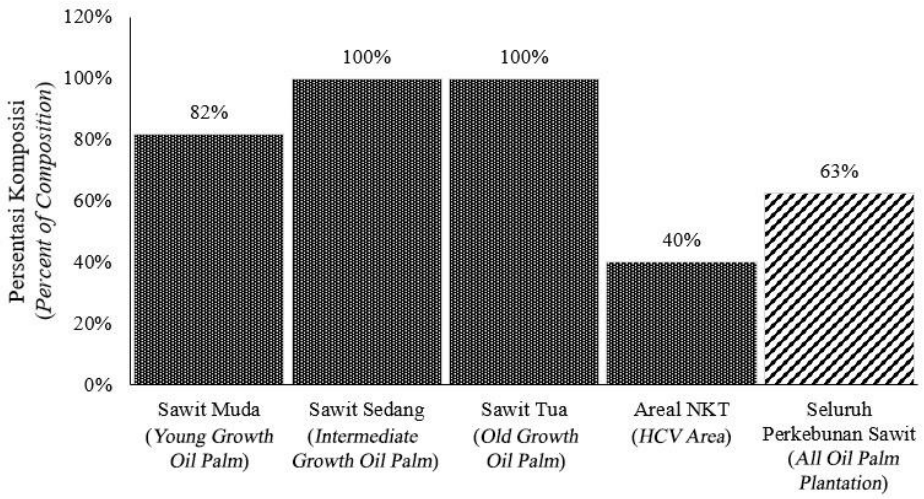
3.2. Dampak Perkebunan Sawit terhadap Tingkat Keanekaragaman Jenis

Perkebunan kelapa sawit diduga memberikan dampak terhadap keanekaragaman jenis herpetofauna. Dampak tersebut dapat terjadi secara positif dengan adanya penambahan, ataupun negatif dengan adanya pengurangan. Dampak yang ditimbulkan dari perubahan semak belukar menjadi perkebunan kelapa sawit ditunjukkan pada Tabel 2.

Jika dibandingkan kondisi semak belukar (sebelum adanya perkebunan sawit) dengan sesudah adanya perkebunan sawit, maka perubahan dari semak belukar menjadi seluruh tipe habitat pada perkebunan sawit berdampak positif terhadap peningkatan jumlah jenis. Hal ini terlihat dari penambahan jumlah jenis herpetofauna dari semula sebanyak 6 jenis menjadi 10 jenis. Dampak positif ini juga terlihat pada indeks kekayaan jenis yang mengalami penambahan sebanyak 1,09, indeks keanekaragaman jenis sebanyak 1,08, dan indeks kemerataan jenis yang bertambah sebanyak 0,37. Dampak positif terhadap keanekaragaman jenis herpetofauna ini sejalan dengan penelitian yang telah ada sebelumnya (Paoletti et al., 2018; Rejeki & Santosa, 2019; Santosa & Rejeki, 2019; Rahmadiyanti & Santosa, 2019). Kondisi ini dapat disebabkan oleh beragamnya tutupan lahan pada perkebunan sawit karena perbedaan umur tanaman dan penggunaan lahan lainnya seperti areal NKT. Ketersediaan sumber daya untuk menunjang kehidupan satwa liar akan membantu meningkatkan nilai keanekaragaman jenisnya sehubungan dengan beragamnya tipe habitat (Rahayuningsih & Abdullah, 2012).

Tabel (*Table*) 2. Dampak perubahan semak belukar menjadi perkebunan kelapa sawit terhadap masing-masing indeks keanekaragaman jenis herpetofauna (*The impact of changes in shrubs to be oil palm plantation for herpetofauna species diversity*)

Parameter (*Parameter*)	Kondisi (*Condition*)		Perubahan Perkebunan Kelapa Sawit terhadap Semak Belukar (*The Change of Oil Palm Plantation toward Shrubs*)
	Semak Belukar, tutupan lahan sebelum adanya perkebunan sawit (*Shrubs, land cover before oil palm plantation*)	Perkebunan Kelapa Sawit (*Oil Palm Plantation*)	
Jumlah Jenis (*Number of Species*)	6	10	+4
Indeks Kekayaan Jenis (*Species Richness Index*)	1,48	2,57	+1,09
Indeks Keanekaragaman Jenis (*Species Diversity Index*)	0,83	1,91	+1,08
Indeks Kemerataan Jenis (*Evenness Index)*	0,46	0,83	+0,37



Gambar (*Figure)* 2. Perubahan komposisi jenis herpetofauna pada perkebunan sawit terhadap semak belukar (*The changes of herpetofauna species composition in oil palm plantation toward shrubs)*

Perkebunan sawit juga memengaruhi komposisi jenis herpetofauna, dimana dampak perkebunan sawit terhadap komposisi jenis menunjukkan apakah jenis yang terdapat pada kondisi lahan sebelum sawit dapat ditemukan kembali setelah berubah menjadi perkebunan sawit, dengan pengukuran indeks ketidaksamaan (*dissimilarity index*). Indeks ini merupakan hasil modifikasi yang mengukur kesamaan komunitas antara dua sampel lokasi yang dibandingkan dengan mempertimbangkan kelimpahan relatifnya (Krebs, 1989). Perhitungan komposisi jenis herpetofauna pada penelitian ini menggunakan perbandingan antara semak belukar dengan tutupan lahan perkebunan kelapa sawit dan seluruh perkebunan kelapa sawit. Penggunaan indeks ketidaksamaan akan menunjukkan bagaimana besarnya

dampak yang mengakibatkan perubahan terhadap komposisi jenis dari dua tutupan lahan yang dibandingkan (Santosa & Rejeki, 2019). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perkebunan sawit mengakibatkan perubahan komposisi jenis pada batas antara 40 – 100%. Dampak pada setiap tutupan lahan ditunjukkan dalam Gambar 2.

Hasil penelitian ini juga mengindikasikan kelas umur tanaman pada perkebunan sawit yang paling berpengaruh terhadap komposisi jenis herpetofauna adalah sawit kelas umur sedang dan sawit kelas umur tua dengan persentase perubahan mencapai 100%. Hal ini menunjukkan bahwa perubahan komposisi jenis herpetofauna yang signifikan terdapat pada perubahan dari tutupan lahan berupa semak belukar menjadi tutupan lahan sawit sedang dan sawit tua. Nilai indeks ketidaksamaan (*dissimilarity*) paling rendah ditunjukkan pada areal NKT dengan persentase 40%. Nilai tersebut menunjukkan bahwa komposisi jenis herpetofauna pada semak belukar (sebelum menjadi perkebunan sawit) masih memiliki kesamaan dengan yang ada pada areal NKT (setelah menjadi perkebunan kelapa sawit). Salah satu faktor yang memengaruhi kesamaan kedua tipe tutupan lahan pada penelitian ini adalah adanya dominasi jenis tumbuhan bawah yang sama yaitu *Syzygium zeylanicum*. Tumbuhan bawah tersebut disukai satwa liar karena dapat digunakan sebagai tempat berlindung, berkembang biak, bermain, dan mencari makan (Findua, Harianto, & Nurcahyani, 2016).

Secara keseluruhan, perubahan lahan dari semak belukar menjadi perkebunan kelapa sawit memberikan pengaruh terhadap perubahan komposisi jenis herpetofauna sebesar 63%. Perubahan komposisi jenis tersebut mengindikasikan adanya perubahan jenis herpetofauna dari tutupan lahan semak belukar menjadi perkebunan kelapa sawit. Perubahan ini menyebabkan adanya penambahan tujuh jenis baru herpetofauna dan menyebabkan kehilangan tiga jenis herpetofauna. Jenis baru herpetofauna yang ditemukan di perkebunan kelapa sawit adalah *A. prasina* (Colubridae), *B. candidus* (Elapidae), *V. salvator* (Varanidae), *H. frenatus* (Gekkonidae), *F. cancrivora* (Dicroglossidae), *H. buccata* (Homalopsidae), dan *P. leucomystax* (Rhacophoridae). Jenis yang ditemukan pada penelitian ini tergolong jenis generalis, sehingga memiliki respon yang positif pada habitat perkebunan dan mampu berkembang biak (Yaap et al., 2010).

Hanya terdapat tiga jenis herpetofauna yang masih dapat ditemukan pada kedua tipe habitat di semak belukar maupun perkebunan kelapa sawit, yaitu *E. multifasciata* (Scincidae), *H. erythraea* (Ranidae), dan *P. glandulosa* (Ranidae). *E. multifasciata* merupakan salah satu jenis kadal yang adaptif dan memiliki populasi melimpah serta wilayah sebaran distribusi yang luas di Asia Tenggara (Amarasinghe et al., 2018; Zakaria, Rahim, Ahmad, & Abdullah, 2019). Spesies ini juga dapat hidup di perkebunan kelapa sawit karena menyukai tempat yang memiliki banyak serasah dan area terbuka (Ayu et al., 2020; Saputro, Boscha, Nainggolan, Yudha, & Eprilurahman, 2020). Ditemukannya famili Ranidae yang tergolong dalam ordo Anura pada kedua tipe habitat ini dapat disebabkan oleh ketersediaan sumber air. Ordo Anura yang tergolong amfibi biasanya menggunakan sumber air sebagai tempat berkembang biak untuk menyimpan telur dan larva (Downie et al., 2013; Meegaskumbura et al., 2015; Nowakowski, Górski, Lewandowski, & Dulisz, 2018).

Tingginya dampak terhadap perubahan komposisi jenis herpetofauna mengindikasikan perlunya upaya konservasi di perkebunan sawit. Adanya penambahan jumlah jenis herpetofauna setelah adanya perkebunan kelapa sawit, mengkonfirmasi beberapa hasil penelitian

sebelumnya yang mengungkap bahwa perkebunan kelapa sawit dapat mengakibatkan penambahan jumlah jenis herpetofauna, meningkatkan indeks keanekaragaman jenis, dan merubah komposisi jenis pada habitat tersebut (Kwatrina, Santosa, Bismark, & Santoso, 2018). Pada skala yang lebih luas, peningkatan terhadap indeks keanekaragaman jenis suatu jenis akan berpengaruh terhadap peningkatan fungsi-fungsi ekosistem (Cadotte, Carscadden, & Mirotchnick, 2011).

Upaya pengelolaan yang dapat dilakukan setelah mengetahui peningkatan positif terhadap penambahan indeks keanekaragaman jenis herpetofauna adalah dengan melestarikan areal Nilai Konservasi Tinggi (NKT) di perkebunan sawit. Areal NKT merupakan areal dalam skala lokal, regional, ataupun global yang memiliki nilai tinggi meliputi nilai ekologis, lingkungan, sosial, dan budaya (Sulistyowati & Hadi, 2018). Areal NKT yang dimiliki oleh perusahaan perkebunan kelapa sawit dapat menjadi salah satu area untuk mempertahankan keanekaragaman jenis satwa liar, serta menjadi habitat yang baik dan sesuai untuk jenis herpetofauna karena secara keseluruhan akan membentuk kondisi habitat yang beragam (Kwatrina et al., 2018).

Selain berfungsi sebagai upaya pelestarian satwa liar melalui pengelolaan habitat dan pemantauan populasi, keberadaan areal NKT juga dapat dikelola tanpa menghilangkan nilai ekonomi dari lahan perkebunan untuk budidaya (Iskandar, Alikodra, Bismark, & Kartono, 2017). Untuk itu, perusahaan perkebunan sawit memiliki kewajiban penting untuk membuat panduan khusus untuk mengelola dan memantau areal NKT serta mengadakan kerja sama antar pihak untuk dapat berperan aktif dalam menjaga keanekaragaman hayati (Nurjannah, Amzu, & Sunkar, 2017). Selain itu, jika diperlukan, pengelola perkebunan sawit juga dapat melakukan pemulihan ekosistem dengan melakukan revegetasi atau pengayaan tumbuhan pada lahan yang terbuka, tidak bervegetasi, ataupun NKT. Dengan demikian, diharapkan pengelolaan habitat tersebut dapat berdampak lebih besar terhadap peningkatan keanekaragaman hayati di perkebunan sawit.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Perubahan semak belukar menjadi perkebunan sawit berdampak positif terhadap keanekaragaman jenis herpetofauna meliputi jumlah jenis, indeks keanekaragaman jenis, indeks kekayaan jenis, dan indeks kemerataan jenis. Perubahan ini juga berdampak terhadap perubahan komposisi jenis herpetofauna sebesar 63% dari semak belukar yang mengindikasikan adanya perubahan jenis herpetofauna dan indeks keanekaragaman jenis dari semak belukar menjadi perkebunan kelapa sawit. Terdapat penambahan 7 jenis herpetofauna setelah adanya perkebunan sawit, yaitu *Ahaetulla prasina*, *Bungarus candidus*, *Varanus salvator*, *Hemidactylus frenatus*, *Fejervarya cancrivora*, *Homalopsis buccata*, dan *Polypedates leucomystax*. Ada tiga jenis herpetofauna yang tergolong jenis adaptif yang dapat ditemukan pada semak belukar maupun perkebunan sawit yaitu *Eutropis multifasciata*, *Hylarana erythraea*, dan *Pulchrana glandulosa*. Keberadaan herpetofauna di perkebunan sawit memerlukan upaya pengelolaan melalui keberadaan areal Nilai Konservasi Tinggi (NKT) dan melalui pemulihan ekosistem pada lahan yang terbuka, tidak bervegetasi, dan areal NKT.

4.2. Saran

Perlu dilakukan pemantauan terhadap populasi jenis herpetofauna di PT. RAJ serta mempertahankan areal NKT dengan menyusun panduan pengelolaan NKT yang baik. Perusahaan perkebunan sawit perlu upaya pemulihan

ekosistem dengan melakukan revegetasi pada lahan yang terbuka, tidak bervegetasi, ataupun pada areal NKT.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPKS) yang telah memberikan bantukan biaya untuk penelitian ini, PT. Rambang Agro Jaya yang telah menyediakan segala kebutuhan dan tempat selama penelitian ini berlangsung, dan kawan-kawan penelitian yang membantu dalam mengambil data di lapangan.

Daftar Pustaka

Alford, R. A., & Richards, S. J. (1999). Global amphibian declines : a problem in applied ecology. *Annual Review of Ecology and Systematics*, *30*, 133–65. https://doi.org/10.1146/annurev.ecolsys.30.1.133

Amarasinghe, A. A. T., Thammachoti, P., Campbell, P. D., Hallermann, J., Henkanaththegedara, S. M., Karunarathna, D. M. S. S., … Ineich, I. (2018). Systematic composition of the *Eutropis multifasciata* (Kuhl 1820) species complex (Squamata: Scincidae) and designation of a neotype. *Herpetologica*, *74*(4), 342–354. https://doi.org/10.1655/herpetologica-d-15-00073.1

Ayu, K. L., Maghfiroh, N. L., Falah, A. A., Haekal, M., Saputro, A. T. E., & Yudha, D. S. (2020). Herpetofauna community structure and distribution of Watu Joglo cave area, Gunung Kidul, Special Region of Yogyakarta. *BIO Web of Conferences*, *19*, 00008. https://doi.org/10.1051/bioconf/20201900008

Badan Pusat Statistik [BPS]. (2020). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2019*. Jakarta: Badan Pusat Statistik.

Cadotte, M. W., Carscadden, K., & Mirotchnick, N. (2011). Beyond species: Functional diversity and the maintenance of ecological processes and services. *Journal of Applied Ecology*, *48*(5), 1079–1087. https://doi.org/10.1111/j.1365-2664.2011.02048.x

Cortés-Gomez, A. M., Ruiz-Agudelo, C. A., Valencia-Aguilar, A., & Ladle, R. J. (2015). Ecological functions of neotropical amphibians and reptiles: A review. *Universitas Scientiarum*, *20*(2), 229–245. https://doi.org/10.11144/Javeriana.SC20-2.efna

DeMaynadier, P. G., & Hunter, M. L. (1999). Forest canopy closure and juvenile emigration by pool-breeding amphibians in maine. *Journal of Wildlife Management*, *63*(2), 441–450

Downie, J. R., Nokhbatolfoghahai, M., Bruce, D., Smith, J. M., Orthmann-Brask, N., & MacDonald-Allan, I. (2013). Nest structure, incubation and hatching in the Trinidadian leaf-frog *Phyllomedusa trinitatis* (Anura: Hylidae). *Phyllomedusa*, *12*(1), 13–32. https://doi.org/10.11606/issn.2316-9079.v12i1p13-32

Fabre, A. C., Bickford, D., Segall, M., & Herrel, A. (2016). The impact of diet, habitat use, and behaviour on head shape evolution in homalopsid snakes. *Biological Journal of the Linnean Society*, *118*(3), 634–647. https://doi.org/10.1111/bij.12753

Findua, A. W., Harianto, S. P., & Nurcahyani, N. (2016). Keanekaragaman reptil di repong damar Pekon Pahmungan Pesisir Barat (Studi kasus plot permanen Universitas Lampung). *Jurnal Sylva Lestari*, *4*(1), 51. https://doi.org/10.23960/jsl1451-60

Gallmetzer, N., & Schulze, C. H. (2015). Impact of oil palm agriculture on

understory amphibians and reptiles: A Mesoamerican perspective. *Global Ecology and Conservation*, *4*, 95–109. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2015.05.008

Graeter, G. J., Buhlmann, K. A., Wilkinson, L. R., & Gibbons, J. W. (2013). *Inventory and monitoring: Recommended techniques for reptiles and amphibians*. Birmingham: Partners in Amphibian and Reptile Conservation Technical Publication

Hocking, D. J., & Babbitt, K. J. (2014). Amphibian contributions to ecosystem services. *Herpetological Conservation and Biology*, *9*(1), 1–17

Iskandar, S., Alikodra, H. S., Bismark, M., & Kartono, A. P. (2017). Status populasi dan konservasi bekantan (*Nasalis larvatus* Wurmb. 1787) di habitat rawa gelam, Kalimantan Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, *14*(2), 123–132. https://doi.org/10.20886/jphka.2017.14.2.123-132

Jhon, A. H., Jumilawaty, E., & Girsang, A. A. (2018). Food preferences of anuran species in horticultural lands, Doulu village, Karo regency, North Sumatera. *Journal of Physics: Conference Series*, *1116*(5), 3–8. https://doi.org/10.1088/1742-6596/1116/5/052034

Karthik, P., Kalaimani, A., & Nagarajan, R. (2018). An inventory on herpetofauna with emphasis on conservation from Gingee Hills, Eastern-Ghats, Southern India. *Asian Journal of Conservation Biology*, *7*(1), 2–16

Kementerian Pertanian. (2016). *Outlook kelapa sawit*. Jakarta: Sekretariat Jenderal Kementerian Pertanian

Krebs, C. J. (1989). *Ecological methodology*. New York: Harper and Row PublisherKwatrina, R. T., Santosa, Y., Bismark, M., & Santoso, N. (2018). The impacts of oil palm plantation establishment on the habitat type, species diversity, and feeding guild of mammals and herpetofauna. *Biodiversitas*, *19*(4), 1213–1219. https://doi.org/10.13057/biodiv/d190405

Kwatrina, R. T., Santosa, Y., Bismark, M., & Santoso, N. (2018). The impacts of oil palm plantation establishment on the habitat type, species diversity, and feeding guild of mammals and herpetofauna. *Biodiversitas*, *19*(4), 1213–1219. https://doi.org/10.13057/biodiv/d190405

Kwatrina, R. T., Santosa, Y., & Maulana, P. (2019). Keanekaragaman spesies herpetofauna pada berbagai tipe tutupan lahan di lansekap perkebunan sawit: Studi kasus di PT. BLP Central Borneo. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, *9*(2), 304–313. https://doi.org/10.29244/jpsl.9.2.304-313

Kunarso, A., Anugrah Syabana, T. A., Mareti, S., Azwar, F., Kharis, T., & Nuralamin, N. (2019). Analisis Spasial Tingkat Kerusakan Kawasan Suaka Margasatwa Padang Sugihan Sumatera Selatan. Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam, 16(2), 191–206. https://doi.org/10.20886/jphka.2019.16.2.191-206

Latifiana, K. (2019). Pemetaan habitat potensial herpetofauna pada daerah terdampak erupsi Gunung Merapi 2010. *Seminar Nasional Geomatika*, *3*, 497. https://doi.org/10.24895/sng.2018.3-0.1002

Magurran, A. E. (1988). *Ecological diversity and its measurement*. London: Chapman and Hall.

Meegaskumbura, M., Senevirathne, G.,

Biju, S. D., Garg, S., Meegaskumbura, S., Pethiyagoda, R., … Schneider, C. J. (2015). Patterns of reproductive-mode evolution in Old World tree frogs (Anura, Rhacophoridae). *Zoologica Scripta*, *44*(5), 509–522. https://doi.org/10.1111/zsc.12121

Muller, B. J., Andrews, R. M., Schwarzkopf, L., & Pike, D. A. (2020). Social context alters retreat- and nest-site selection in a globally invasive gecko, *Hemidactylus frenatus*. *Biological Journal of the Linnean Society*, *129*(2), 388–397. https://doi.org/10.1093/biolinnean/blz188

Nahdi, M. S., & Darsikin. (2015). Distribusi dan kemelimpahan spesies tumbuhan bawah pada naungan *Pinus merkusii*, *Acacia auriculiformis*, *Daneucalyptus alba* di hutan Gama Giri Mandiri, Yogyakarta. *Jurnal Natur Indonesia*, *16*(1), 33–41. https://doi.org/10.31258/jnat.16.1.33-41

Nowakowski, J. J., Górski, A., Lewandowski, K., & Dulisz, B. (2018). Habitat selection of amphibians in water bodies in Olsztyn City (Poland). In P. Indykiewicz, L. Jerzak, J. Böhner, & B. Kavanagh (Eds.), *Urban Fauna Studies of animal biology, ecology, and conservation in European cities* (2011th ed., pp. 237–258). Bydgoszcz: Uniwersytet Technologiczno-Przyrodniczy w Bydgoszcz. https://doi.org/10.4324/9780203108703-14

Nurjannah, S., Amzu, E., & Sunkar, A. (2017). Peran kawasan bernilai konservasi tinggi bagi pelestarian keanekaragaman hayati di perkebunan kelapa sawit Provinsi Riau. *Risalah Kebijakan Pertanian Dan Lingkungan: Rumusan Kajian Strategis Bidang Pertanian Dan Lingkungan*, *3*(1), 68. https://doi.org/10.20957/jkebijakan.v3i1.15237

Paoletti, A., Darras, K., Jayanto, H., Grass, I., Kusrini, M., & Tscharntke, T. (2018). Amphibian and reptile communities of upland and riparian sites across Indonesian oil palm, rubber and forest. *Global Ecology and Conservation*, *16*, e00492. https://doi.org/10.1016/j.gecco.2018.e00492

Rahayuningsih, M., & Abdullah, M. (2012). Persebaran dan keanekaragaman herpetofauna dalam mendukung konservasi keanekaragaman hayati di Kampus Sekaran Universitas Negeri Semarang. *Indonesian Journal of Conservation*, *1*(1).

Rahmadiyanti, P., & Santosa, Y. (2019). Impact of oil palm plantations on herpetofauna species diversity in KGP and CNG, West Kalimantan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *336*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/336/1/012031

Rahman, K. M. M., Rakhimov, I. I., & Khan, M. M. H. (2017). Activity budgets and dietary investigations of varanus salvator (Reptilia: Varanidae) in Karamjal ecotourism spot of Bangladesh Sundarbans mangrove forest. *Basic and Applied Herpetology*, *31*, 45–56. https://doi.org/10.11160/bah.79

Rejeki, S. S. S., & Santosa, Y. (2019). Impact of oil palm plantation on herpetofauna species diversity at PT Waimusi Agroindah South Sumatera. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *336*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/336/1/012030

Santosa, Y., & Rejeki, S. S. S. (2019). Impact of oil palm plantation on mammal and herpetofauna species diversity. *IOP Conference Series:*

Earth and Environmental Science, *336*(1). https://doi.org/10.1088/1755-1315/336/1/012027

Saputro, A. T. E., Boscha, E., Nainggolan, A. P., Yudha, D. S., & Eprilurahman, R. (2020). Diversity and distribution of herpetofauna in Banyu Nibo waterfall ecotourism region, Nglanggeran, Gunung Kidul, Special Region of Yogyakarta. *Journal of Tropical Biodiversity and Biotechnology*, *5*(1), 6. https://doi.org/10.22146/jtbb.53637

Savilaakso, S., Garcia, C., Garcia-Ulloa, J., Ghazoul, J., Groom, M., Guariguata, M. R., … Zrust, M. (2014). Systematic review of effects on biodiversity from oil palm production. *Environmental Evidence*, *3*(1), 1–20. https://doi.org/10.1186/2047-2382-3-4

Sulistyowati, S., & Hadi, S. P. (2018). The existence of high conservation value forest (HCVF) in Perum Perhutani KPH Kendal to support implementation of FSC certification. *E3S Web of Conferences*, *31*. https://doi.org/10.1051/e3sconf/20183108019

Tippler, C., Wright, I. A., Davies, P. J., & Evans, C. R. (2018). Are Odonata nymph adversely affected by impaired water quality in urban streams. *Austral Ecology*, *43*(8), 890–902. https://doi.org/10.1111/aec.12630

Yaap, B., Struebig, M. J., Paoli, G., & Koh, L. P. (2010). Mitigating the biodiversity impacts of oil palm development. *CAB Reviews: Perspectives in Agriculture, Veterinary Science, Nutrition and Natural Resources*, *5*(019), 1–11. https://doi.org/10.1079/PAVSNNR20105019

Zakaria, A. A., Rahim, N. A. A., Ahmad, A., & Abdullah, M. T. (2019). Species richness estimation of reptiles in selected sites of Tasik Kenyir, Hulu Terengganu, Malaysia. *Greater Kenyir Landscapes: Social Development and Environmental Sustainability: From Ridge to Reef*, 159–170. https://doi.org/10.1007/978-3-319-92264-5_15

Zani, P. A. (2000). The comparative evolution of lizard claw and toe morphology and clinging performance. *Journal of Evolutionary Biology*, *13*(2), 316–325. https://doi.org/10.1046/j.1420-9101.2000.00166.x

pISSN: 0216 – 0439 eISSN: 2540 – 9689
Akreditasi Kemenristekdikti Nomor 21/E/KPT/2018

Penggunaan Habitat dan Pemodelan Distribusi Spasial Macan Tutul Jawa di Kawasan Gunung Sawal, Jawa Barat

(Habitat Use and Modeling of the Spatial Distribution of the Javan Leopard in the Sawal Mount Area, West Java)

Ilham Setiawan Noer*[1], Hendra Gunawan[2], dan/*and* Dede Aulia Rahman[1]

[1]Departemen Konservasi Sumberdaya Hutan dan Ekowisata, Fakultas Kehutanan dan Lingkungan, Institut Pertanian Bogor, Jl. Ulin Lingkar Akademik Kampus IPB, Bogor, 16680, Jawa Barat, Indonesia; Telp. (0251) 8621947

[2]Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Jl. Gunung Batu No. 5, Bogor, 16610, Jawa Barat, Indonesia; Telp. (0251) 8633234, 7520067

Info artikel:

***Keywords**:*
Habitat Suitability, habitat use, javan leopard, maxent

ABSTRACT

Javan leopard (Panthera pardus melas) is a protected top predator classified as critically endangered and one of 25 national priority animals. Data and information regarding habitat use and modeling of the spatial distribution of the javan leopard using MaxEnt are still limited. This study aims to identify the habitat use of the javan leopard and predict the habitat suitability of the javan leopard. Data were collected by camera trap, exploration method, and environmental variable data using the Maximum Entropy method. The analysis was performed using the Relative Use Index, Maximum Entropy modeling, and the Relative Abundance Index. Based on the results, the habitat use of javan leopard with the highest value was found in the habitat type of primary natural forest, with an elevation of 751-1,250 m above sea level and steep slopes (26-40%), and without human disturbance. The most influential environmental variables are distance from the prey, slopes, and elevation. There are three management implications of this study, 1) maintaining the suitable and improving the less suitable area for the javan leopard. 2) Integration between the conservation area and the surrounding forest area shall accommodate the javan leopard population. 3) Conflict mitigation is essential to do through collaboration between all stakeholders.

Kata kunci:
Kesesuaian habitat, penggunaan habitat, macan tutul jawa, maxent

ABSTRAK

Macan tutul jawa (*Panthera pardus melas*) merupakan predator puncak yang berstatus dilindungi, kritis (*critically endangered*), dan salah satu dari 25 satwa prioritas nasional. Data dan informasi terkait penggunaan habitat dan pemodelan distribusi spasial macan tutul jawa masih sedikit. Tujuan dari penelitian ini adalah mengidentifikasi penggunaan habitat macan tutul jawa, serta membuat pemodelan distribusi spasial macan tutul jawa. Data penelitian ini dikumpulkan melalui pemasangan *camera trap*, metode eksplorasi, dan pengumpulan variabel lingkungan dengan metode *Maximum Entropy*. Analisis dilakukan menggunakan *Relative Use Index*, pemodelan *Maximum Entropy*, dan *Relative Abundance Index*. Berdasarkan penelitian, penggunaan habitat oleh macan tutul jawa dengan nilai paling tinggi terdapat pada tipe habitat berupa hutan alam primer, ketinggian 751-1.250 mdpl, dan kemiringan lahan curam (26-40%), dengan sedikit gangguan manusia. Variabel lingkungan yang paling berpengaruh adalah jarak dari satwa mangsa, lereng, dan ketinggian. Penelitian ini menghasilkan implikasi pengelolaan, yaitu 1) area yang dinilai sesuai bagi macan tutul jawa dapat dipertahankan keberadaannya, sedangkan area yang kurang sesuai dapat dilakukan perbaikan habitat; 2) integrasi antara kawasan konservasi dengan kawasan hutan disekitarnya penting untuk dilakukan agar populasi macan tutul jawa dapat tertampung dengan baik, 3) mitigasi konflik juga penting untuk dilakukan melalui kerja sama yang melibatkan seluruh pemangku kepentingan.

Riwayat artikel:
Tanggal diterima:
17 September 2020;
Tanggal direvisi:
17 Maret 2021;
Tanggal disetujui:
18 Maret 2021

Editor: Ir. Reny Sawitri, M.Sc
Korespondensi penulis: Ilham Setiawan Noer * (E-mail: ilhamsnoer@gmail.com)
Kontribusi penulis: **ISN**: Menulis, mengumpulkan data, dan mengolah data; **DAR**: Memfasilitasi pengambilan data, menganalisis, mengedit, dan meninjau tulisan; dan **HG**: Memfasilitasi pengambilan data, menganalisis, mengedit, dan meninjau tulisan.

https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.1.53-66
©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

1. Pendahuluan

Karnivora besar merupakan satwa liar yang diprioritaskan dalam upaya konservasi dunia karena rentan terhadap kepunahan, yang ditunjukkan dengan tren penurunan ukuran populasi dalam dua abad terakhir (Ripple et al., 2014). Salah satu karnivora besar adalah macan tutul jawa (*Panthera pardus melas* Cuvier 1809), yang merupakan mamalia langka, dan dilindungi berdasarkan Peraturan Menteri LHK Nomor. P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018 tentang. Perubahan Kedua atas Peraturan Menteri LHK Nomor P.20/MENLHK/SETJEN/KUM.1/6/2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi. Selain itu macan tutul jawa juga termasuk dalam 25 satwa prioritas nasional berdasarkan SK Dirjen KSDAE No. 180/IV-KKH/2015 tentang Penetapan Dua Puluh Lima Satwa Terancam Punah Prioritas untuk Ditingkatkan Populasinya Sebesar 10% pada Tahun 2015-2019. Menurut *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN), satwa ini tergolong kritis (*Crtitically Endangered*) (Stein et al., 2020), sedangkan *Convention on International Trade in Endangered Species of Flora and Fauna* (CITES), menggolongkannya ke dalam kategori *Appendix I* (CITES, 2020).

Dalam hieraki ekosistem, macan tutul memiliki peran penting sebagai *top predator* yang mengendalikan populasi satwa mangsa, seperti kijang dan babi hutan (Shanidah, Partasasmita, Parikesit, Febrianto, & Megantara, 2018). Berbagai faktor yang mengancam spesies ini, sehingga dikhawatirkan akan terjadi kepunahan lokal pada berbagai lokasi adalah pembunuhan akibat konflik dengan manusia (Wibisono et al., 2018), dimana konflik merupakan akumulasi dampak kerusakan habitat, kehilangan habitat dan fragmentasi habitat yang semakin intensif pada beberapa tahun terakhir. Dampak buruk dari faktor-faktor tersebut adalah menurunnya populasi macan tutul jawa secara drastis yang diperparah oleh perburuan yang tidak terkendali terhadap macan tutul jawa dan satwa mangsanya (Gunawan, 2010). Kegiatan perburuan ilegal umumnya dilanjutkan dengan kegiatan perdagangan ilegal, seperti perdagangan kulit macan tutul jawa, sehingga keberadaan macan tutul jawa semakin terancam.

Informasi mengenai habitat macan tutul jawa diperlukan dalam upaya konservasi. Studi mengenai penggunaan habitat dan faktor-faktor yang memengaruhinya masih terbatas, sehingga diperlukan informasi lebih mendalam. Penggunaan habitat dan faktor-faktor yang memengaruhinya dapat diidentifikasi melalui pemodelan *Maximum Entropy* (MaxEnt). Model MaxEnt adalah model relung ekologi, yang semakin banyak digunakan untuk menilai distribusi habitat satwa liar (Clements et al., 2012; Rahman et al., 2019). Pemodelan ini dilakukan dengan cara mengolah data kehadiran spesies dan variabel lingkungan yang memengaruhi kehadiran suatu spesies tersebut, sehingga sebaran spasial suatu spesies tersebut dapat dipetakan (Rahman et al., 2017). Hasil dari pemetaan dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan pengelolaan habitat macan tutul jawa untuk mencegah kepunahan lokal. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi penggunaan habitat macan tutul jawa serta memprediksi peta kesesuaian habitat dan variabel lingkungan yang memengaruhi keberadaan macan tutul jawa. Hasil pemetaan dapat digunakan sebagai dasar pertimbangan dalam pengelolaan habitat macan tutul jawa untuk mencegah konflik dengan masyarakat, serta mencegah kepunahan lokal.

2. Metodologi

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan dari bulan Desember 2019 sampai dengan Februari 2020 di kawasan hutan Gunung Sawal, Kabupaten Ciamis, Provinsi Jawa Barat.

Kawasan hutan Gunung Sawal merupakan kawasan hutan dengan jumlah kasus konflik macan tutul jawa dengan masyarakat paling tinggi dibandingkan lokasi lainnya di Jawa Barat dan Banten, yakni mencapai 47 kasus dari tahun 2001-2015 (Gunawan, Iskandar, Sihombing, & Wienanto, 2017). Konflik tersebut terdiri dari tiga bentuk, yakni macan tutul jawa mendekati permukiman, diperangkap, dan memangsa ternak. Kawasan hutan Gunung Sawal terbagi menjadi kawasan suaka margasatwa (SM) berupa hutan alam seluas 5.583,38 Ha atau 53% dari total kawasan hutan Gunung Sawal, hutan produksi terbatas (HPT) seluas 3.308,93 Ha, hutan produksi (HP) 714,34 Ha, dan hutan pangonan (hutan rakyat) 908,91 Ha. Peta tutupan lahan dan status kawasan hutan disajikan pada Gambar 1.

2.2. Metode Penelitian

Pengambilan data perjumpaan macan tutul jawa (*Panthera pardus melas*) dan satwa mangsa dilakukan melalui rekaman perjumpaan pada *camera trap* dan perjumpaan tidak langsung dalam suatu eksplorasi. *Camera trap* yang digunakan adalah Bushnell HD, (model 119739), sebanyak 16 unit yang dipasang tersebar di dalam 16 *grid cell* dengan ukuran *grid cell* sebesar 2 km x 2 km. Perekaman oleh *camera trap* adalah pada mode video dengan interval antar *trigger* 30 detik, dan lama perekaman 60 detik. Pengamatan jejak dan tanda-tanda aktivitas macan tutul jawa dan satwa mangsa dilakukan menggunakan metode eksplorasi. Areal eksplorasi mencakup lokasi-lokasi yang berpotensi digunakan oleh macan tutul jawa dan satwa mangsa. Pengamatan dilakukan dari pagi pukul 07.00 WIB hingga sore hari pukul 17.00 WIB. Pengamatan pagi hari dilakukan di sepanjang jalur *tracking* menuju titik pemasangan *camera trap*, sedangkan pengamatan sore hari dilakukan dari titik pemasangan *camera trap* menuju titik awal (*track back).* Selain itu, dilakukan pengumpulan data variabel lingkungan dalam prediksi kesesuaian habitat menggunakan model *Maximum Entropy* (MaxEnt). Model ini meliputi kondisi fisik, biologis, dan gangguan antropogenik yang dianggap memengaruhi keberadaan macan tutul jawa. Kondisi fisik terdiri dari variabel jarak dari sungai, ketinggian, dan lereng (Debeljak, Dzeroski, Jerina, Kobler, & Adamic, 2001; Patthey 2003; Rahman et al., 2017). Kondisi biologis terdiri dari tutupan lahan dan jarak dari satwa mangsa (Schutz, Risch, Leuzinger, Krusi, & Achermann, 2003; Sharma, Bhatnagar, & Mishra, 2015; Alexander, Gopalaswamy, Shi, Hughes, & Riordan, 2016). Sementara itu, faktor gangguan antropogenik terdiri dari jarak dari jalan, dan jarak dari ladang (Patthey 2003; Rahman et al., 2017). Data jarak dari sungai, jarak dari jalan, dan jarak dari ladang didapatkan dari Peta Rupa Bumi Indonesia (RBI) yang bersumber dari Badan Informasi Geospasial (BIG) tahun 2015, dengan skala 1:25.000. Data berupa ketinggian tempat dan lereng diperoleh dari Peta ASTER *Global Digital Elevation Model* (DEM) tahun 2015 yang diolah menggunakan *software* ArcGis 10.5. Data tutupan lahan diperoleh dari Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam (BBKSDA) Jawa Barat tahun 2019. Jarak terhadap satwa mangsa diperoleh dari data perjumpaan mangsa macan tutul jawa di kawasan hutan Gunung Sawal melalui tangkapan foto/video pada *camera trap*.

2.3. Analisis Data

Analisis Penggunaan Habitat

Penggunaan habitat macan tutul jawa dianalisis menggunakan *Relative Use Index* (RUI). Index ini menggambarkan nilai penggunaan habitat oleh macan tutul berdasarkan rekaman *camera trap*, dengan rentang nilai 0-1 (Sharma, Bhatnagar, & Mishra, 2015). Perhitungan RUI dilakukan menggunakan rumus sebagai berikut:

$$RUI = \frac{c}{C} \times \frac{n}{N} \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (1)$$

Keterangan *(Remarks):*

c = Jumlah foto/video independen pada suatu tipe tutupan lahan/kelas ketinggian/kelas lereng tertentu *(Number of independent photographic captures at a certain land cover/elevation class/slope class)*

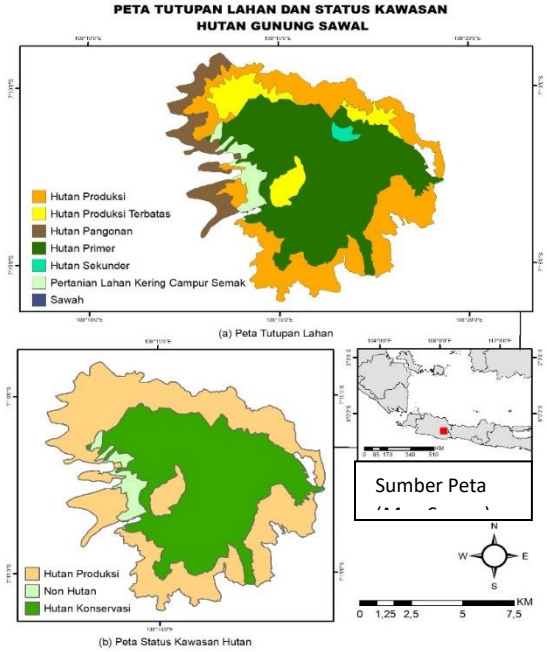
C = Jumlah foto/video independen pada seluruh tipe tutupan lahan/kelas ketinggian/kelas lereng *(Number of independent photographic captures across all land cover/elevation class/slope class)*

n = Jumlah individu pada suatu tipe tutupan lahan/kelas ketinggian/kelas lereng tertentu *(Number of individuals captured at a certain land cover/elevation class/slope class)*

N = Jumlah individu pada seluruh tipe tutupan lahan/kelas ketinggian/kelas lereng *(Number of individuals captured across all land cover/elevation class/slope class)*

Analisis Pemodelan Distribusi Spasial

Prediksi kesesuaian habitat macan tutul jawa dilakukan dengan pendekatan pemodelan *Maximum Entropy* (MaxEnt). Model ini dibangun dengan memasukkan variabel lingkungan yang diduga memengaruhi keberadaan suatu spesies di suatu lokasi (Rahman et al., 2017). Seluruh variabel lingkungan perlu dilakukan analisis multikolinearitas menggunakan *Band Collection Statistic* pada *Software* ArcGis 10.5, yang bertujuan untuk mengetahui hubungan korelasi antar variabel lingkungan yang berpengaruh terhadap pemodelan (Rahman et al., 2018). Salah satu variabel lingkungan dihapus, apabila nilai korelasi ≤ -0,75 maupun >0,75 (Pearson, Raxworthy, Nakamura, & Peterson, 2007). Pemodelan dengan *Software* MaxEnt v.3.3.3k (www.cs.princeton.edu/~schapire/maxent) dilakukan untuk mengidentifikasi distribusi spasial suatu spesies berdasarkan data kehadiran dan variabel lingkungan yang berpengaruh terhadap kehadiran spesies tersebut (Rahman et al., 2017).



Gambar (*Figure*) 1. Peta tutupan lahan dan status kawasan hutan di Gunung Sawal **(***Map of land cover and status of forest area in the Sawal Mount***)**

Analisis Satwa Mangsa Potensial

Data perjumpaan satwa mangsa potensial dari *camera trap* diolah untuk mendapatkan nilai *Relative Abundance Index* (RAI). RAI dihitung berdasarkan jumlah foto/video yang diperoleh per hari dari suatu spesies. Indeks ini dilakukan per 100 hari rekam untuk menyamakan waktu satuan usaha yang digunakan (O'Brien, Kinnaird, & Wibisono, 2003), dengan rumus:

$$RAI = \frac{\sum f}{\sum d} \times 100 \quad \ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots\ldots (2)$$

Keterangan *(Remarks)*:
RAI = Indeks kelimpahan relatif *(Relative Abundance Index)*
$\sum f$ = Jumlah total foto/video independen yang diperoleh (*Number of photographs acquired per day*)
$\sum d$ = Jumlah total hari operasi kamera *(Number of trap days)*

3. Hasil dan Pembahasan

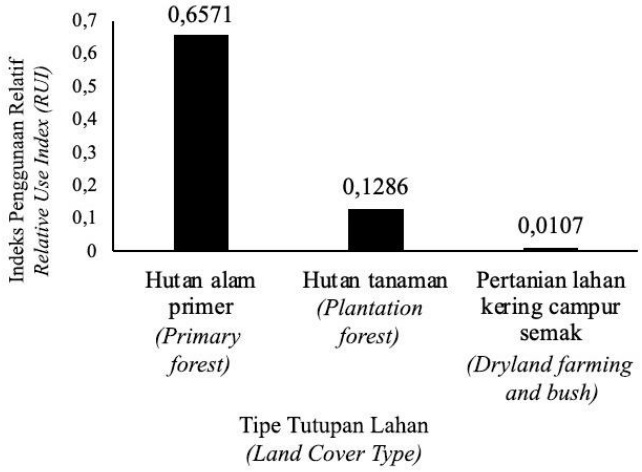
Berdasarkan kegiatan pemasangan *camera trap*, tidak seluruh *camera trap* berhasil merekam keberadaan macan tutul jawa. Hal ini menunjukkan bahwa spesies ini menggunakan habitat tertentu dalam aktivitasnya. Penggunaan habitat macan tutul bergantung pada kepadatan satwa mangsa (Sharma, Bhatnagar, & Mishra, 2015). Nilai penggunaan habitat berdasarkan tipe tutupan lahan disajikan pada Gambar 2. Tampak bahwa penggunaan habitat yang paling tinggi adalah pada hutan alam primer.

Macan tutul jawa mampu hidup di berbagai tipe habitat, seperti hutan alam primer, hutan tanaman, dan lahan pertanian, dan semak (Furstenburg, 2010; Shanidah et al., 2018) dan akan merespon keamanan dan keutuhan suatu habitat yang dapat diidentikan dengan kualitas habitat (Gunawan & Sihombing, 2017). Nilai penggunaan habitat yang tinggi pada hutan alam primer menunjukkan bahwa tutupan lahan ini relatif aman bagi macan tutul jawa. Hutan konservasi dinilai aman bagi macan tutul jawa karena di dalamnya terdapat perlindungan intensif flora dan fauna, aktivitas manusia rendah, dan patroli rutin dilaksanakan (Gunawan & Sihombing, 2017). Meskipun macan tutul jawa menggunakan hutan konservasi dengan nilai *relative use index* (RUI) tertinggi (Gambar 2) namun potensi konflik masih mungkin terjadi di kawasan hutan Gunung Sawal. Konflik terjadi ketika macan tutul jawa turun dari hutan konservasi ke hutan produksi bahkan perkebunan dekat permukiman masyarakat. Faktor yang menyebabkan terjadinya konflik adalah keberadaan kandang ternak yang berada di lokasi yang berbatasan dengan kawasan hutan, sehingga macan tutul jawa cenderung lebih mudah untuk mencari mangsa. Awal tahun 2020, dari bulan Januari hingga Maret telah terjadi tiga kasus konflik berupa pemangsaan ternak oleh macan tutul jawa yang menyebabkan tiga ekor kambing mati, sehingga menimbulkan kerugian (Fathony, 2020). Selain itu, faktor lainnya adalah dugaan terjadinya perebutan wilayah jelajah antar individu jantan, sehingga salah satu individu jantan terpaksa melakukan perpindahan wilayah jelajah hingga luar kawasan hutan dan rentan memicu terjadinya konflik dengan masyarakat. Sementara itu, nilai penggunaan habitat (Gambar 2), terendah terdapat pada tipe habitat pertanian lahan kering campur semak. Hal ini disebabkan oleh tingginya aktivitas manusia dibandingkan tipe habitat yang lain.

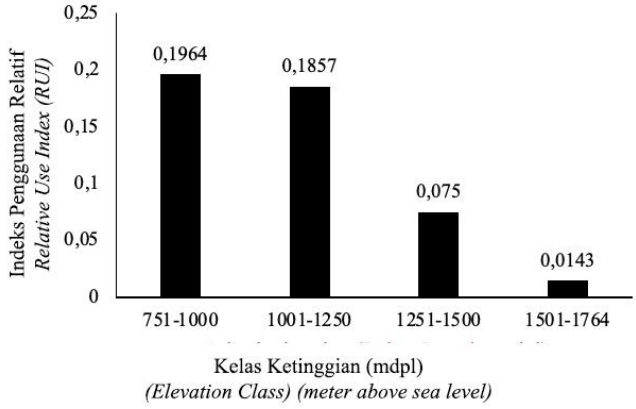
Selain tertangkap melalui rekaman *camera trap*, keberadaan macan tutul jawa juga teridentifikasi melalui jejak kaki. Macan tutul akan meninggalkan beberapa tanda seperti suara, kotoran, *urine*, dan cakaran untuk menandai dan mempertahankan teritorinya (Furstenburg, 2010). Berdasarkan penelitian, banyaknya jejak kaki macan tutul jawa di hutan tanaman mengindikasikan bahwa hutan tanaman merupakan lintasan jelajah macan tutul jawa dari kawasan suaka margasatwa ke perkebunan dan

permukiman. Masih banyak ditemukan indikasi keberadaan satwa mangsa di area perkebunan masyarakat yang berada dekat dengan permukiman, sehingga hutan tanaman berpotensi digunakan oleh macan tutul jawa sebagai lintasan untuk mencari mangsa. Pergeseran temporal dalam pemilihan habitat dapat dilakukan oleh macan tutul untuk menggunakan habitat yang tidak seharusnya dipilih, karena dekat dengan manusia (Knopff, Knopff, Boyce, & St. Clair, 2014). Di India, karnivora besar seperti macan tutul india (*Panthera pardus fusca*) memiliki kepadatan yang tinggi pada lanskap termodifikasi yang sudah terintervensi manusia (Athreya, Odden, Linnell, Krishnaswamy, & Karanth, 2013).

Perjumpaan macan tutul jawa berdasarkan kelas ketinggian tempat cukup bervariasi (Gambar 3). Berdasarkan kelas ketinggian, perjumpaan macan tutul jawa ditemukan dari ketinggian 751 hingga 1.764 mdpl. dengan kelas ketinggian yang paling banyak terdeteksi adalah pada ketinggian 751 hingga 1.250 mdpl. Macan tutul jawa menyukai daerah yang memiliki ketinggian di atas 1.000 mdpl (Gunawan & Sihombing, 2017).



Gambar (*Figure*) 2. Relative use index (RUI) berdasarkan tipe tutupan lahan (*Relative use index (RUI) based on land cover type*)



Gambar (*Figure*) 3. Relative use index (RUI) berdasarkan kelas ketinggian (*Relative use index (RUI) based on elevation class*)

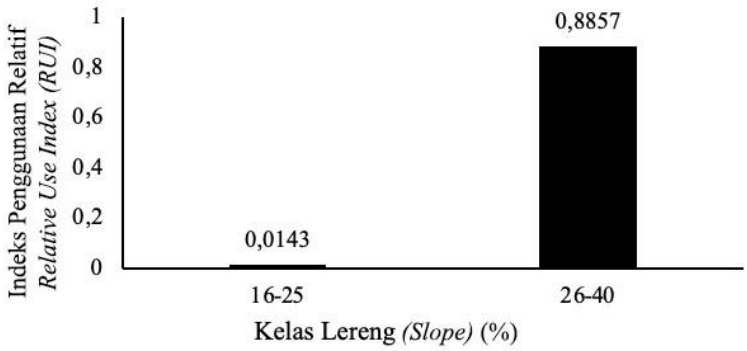
Pada ketinggian 751 hingga 1.250 mdpl, kondisi habitat berupa kawasan hutan yang sebagian wilayahnya ada yang berbatasan dengan kebun masyarakat yang relatif terbuka lahannya, sehingga satwa mangsa cenderung tersebar pada daerah ini, terutama satwa mangsa yang tergolong *grazer* atau memiliki kebiasaan merumput. Ketinggian <751 mdpl persentasenya 0% (tidak ditemukan adanya kehadiran macan tutul jawa), menunjukkan ketinggian ini kurang disukai karena tingginya aktivitas manusia dalam bentuk penggarapan lahan oleh masyarakat.

Berdasarkan hasil penelitian ini, semakin tinggi tempat, maka nilai penggunaan habitat semakin kecil. Hal ini diduga berkaitan dengan ketersediaan vegetasi yang menjadi pakan satwa mangsa. Semakin tinggi elevasi, maka keragaman tumbuhan akan cenderung semakin rendah (Sa'adah, Zuhud, & Siswoyo, 2019). Selain itu, kenaikan elevasi juga berpengaruh terhadap suhu dan kelembapan. Setiap kenaikan 100 mpdl, akan menurunkan suhu sebesar 0,6 ^{o}C dan meningkatkan kelembapan, sehingga menghambat perkembangan tumbuhan (Andrian & Purba, 2014; Istiawan & Kastono, 2019). Jika ketersediaan pakan satwa mangsa rendah, kemungkinan keberadaan macan tutul juga rendah, karena macan tutul jawa akan bergerak mengikuti mangsanya (Rahman, 2020).

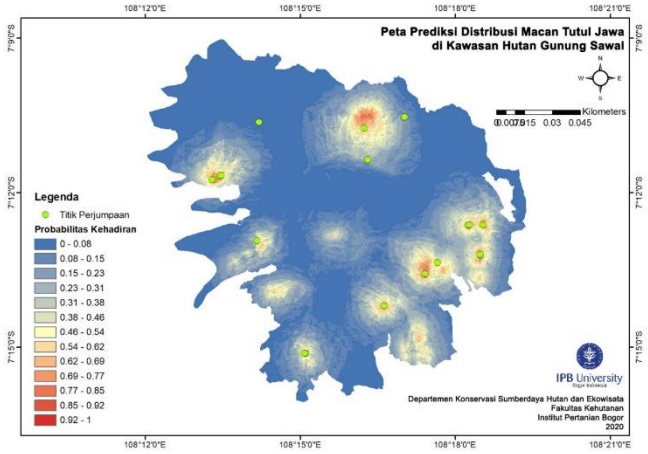
Berdasarkan kelas lereng, macan tutul jawa ditemukan pada dua kelas lereng, yaitu 26-40% (curam), dan 16-25% (agak curam). Nilai penggunaan habitat berdasarkan kelas lereng disajikan pada Gambar 4. Perjumpaan yang tinggi ada pada kelas kelerengan 26-40%, menunjukkan bahwa macan tutul jawa lebih memilih daerah yang curam karena sulit dijangkau oleh manusia, sesuai dengan apa yang ditemui oleh Gunawan & Sihombing, (2017). Aktivitas manusia cenderung rendah bahkan tidak ada pada topografi curam, sehingga daerah ini cenderung aman bagi macan tutul jawa. Topografi yang curam juga dapat dimanfaatkan oleh macan tutul jawa untuk berlindung (Gunawan, Prasetyo, Mardiastuti, & Kartono, 2012). Selain itu, daerah dengan topografi curam juga ditetapkan sebagai suaka margasatwa, sehingga pada daerah ini dilakukan perlindungan dengan intensif berupa patroli rutin guna mencegah terjadinya perburuan ilegal, sehingga relatif aman bagi satwa liar.

Hasil analisis model distribusi spasial menunjukkan prediksi keberadaan macan tutul jawa semakin tinggi pada tipe habitat hutan konservasi yang berdekatan dengan hutan produksi yang memiliki tutupan lebih terbuka, berupa tanaman Pinus (*Pinus merkusii*), rasamala (*Altingia excelsa*), dan damar (*Agathis borneensis*). Peta distribusi potensial menggambarkan kondisi kesesuaian untuk kelangsungan hidup suatu spesies, sehingga sangat bagus digunakan sebagai pertimbangan dalam upaya konservasi (Jafari, Ahmadmahmoodi, & Mirzaei, 2018). Peta distribusi spasial macan tutul jawa di kawasan hutan Gunung Sawal disajikan pada Gambar 5.

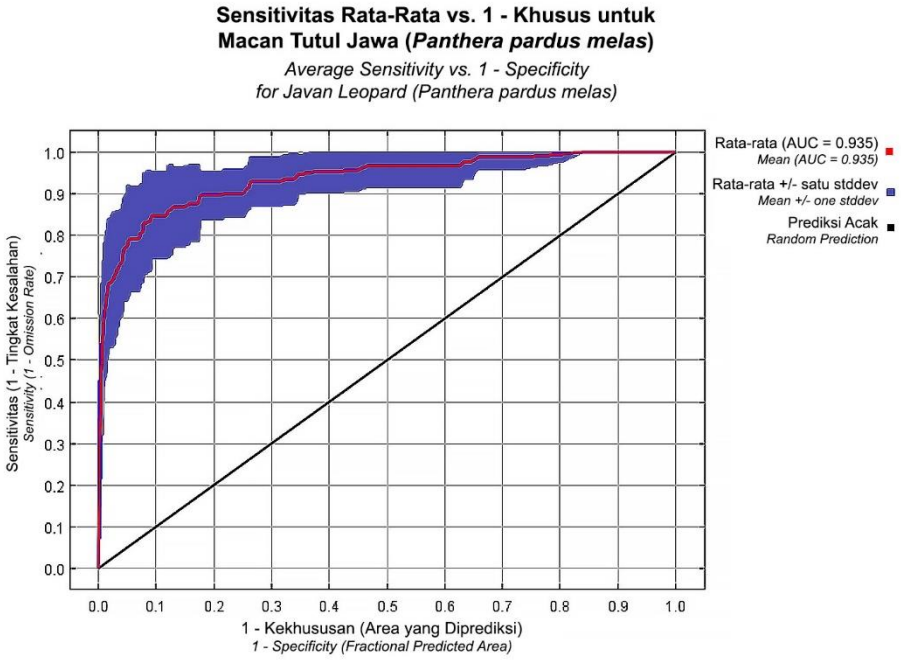
Pergerakan macan tutul jawa hingga ke seluruh pinggiran kawasan. Daerah ini sebagian termasuk kawasan hutan konservasi yang berbatasan dengan hutan produksi, sedangkan sebagian lagi merupakan kawasan hutan produksi yang dikelola oleh Perum Perhutani KPH Ciamis. Pola pergerakan dan penyebaran satwa karnivora biasanya sangat erat kaitannya dengan herbivora (Rahman, 2020). Selain itu, potensi distribusi macan tutul jawa di seluruh kawasan juga diduga dipengaruhi oleh ukuran populasi macan tutul jawa. Berdasarkan penelitian saat ini, digabungkan dengan hasil penelitian BBKSDA 2019, dan Tim Kolaboratif Penyelamatan Macan Tutul Jawa tahun 2017, didapatkan bahwa ukuran populasi macan tutul jawa di kawasan hutan Gunung Sawal secara keseluruhan mencapai sebelas individu (standar deviasi ± 2,40) yang menempati luasan total kawasan 10.515,56 Ha.



Gambar (*Figure)* 4. *Relative use index* (RUI) berdasarkan kelas lereng (*Relative use index (RUI) based on slope class*)



Gambar (*Figure)* 5. Peta prediksi distribusi Macan Tutul Jawa (*Javan leopard distribution prediction map*)



Gambar (*Figure)* 6. Kurva hasil evaluasi model (*The curve of model evaluation result*)

Penilaian akurasi untuk setiap variabel dalam model diukur oleh *area under curve* (AUC) dari kurva *receiver operating characteristic* (ROC). Standar minimum akurasi dan kinerja model yang dapat diterima yaitu ketika nilai *Random Prediction* mencapai diatas atau sama dengan 0,5 (AUC = 0,5). Kurva respon hasil evaluasi model disajikan pada Gambar 6. Berdasarkan hasil, didapatkan bahwa nilai AUC dari pembuatan model yakni sebesar 0,935. Nilai AUC >0,9 menunjukkan akurasinya sangat baik (Gasso, Thuiller, Pino, & Vila, 2012).

Pembuatan model distribusi spasial dapat dianalisis dengan cara analisis kontribusi variabel lingkungan berdasarkan tingkat kontribusinya dalam persen dan hasil uji *jackknife* terhadap model prediksi (Rahman et al., 2017). Hasil analisis terhadap tujuh variabel lingkungan yang digunakan dalam pembuatan model distribusi spasial macan tutul jawa, menunjukkan bahwa kontribusi tertinggi adalah pada variabel jarak terhadap mangsa dengan nilai 78,5% (Tabel 1). Kemudian, diikuti variabel kelerengan sebesar 5,9%, variabel ketinggian sebesar 4,8%. Tiga variabel lingkungan ini sama seperti di laporkan oleh Yulianti (2019).

Hasil penelitian ini mendapatkan hasil bahwa jarak dari satwa mangsa sangat berpengaruh terhadap keberadaan macan tutul jawa. Pergerakan macan tutul jawa umumnya dipengaruhi oleh satwa mangsa, seperti kijang dan babi hutan. Salah satu faktor pembatas bagi satwa liar adalah makanan, sehingga ketersediaan-nya harus baik (Jafari et al., 2018). RAI setiap jenis didapatkan hasil bahwa musang luwak (*Paradoxurus hermaproditus*) memiliki RAI tertinggi (Gambar 7). Musang merupakan salah satu satwa mangsa macan tutul jawa. Kijang (*Muntiacus muntjak*), dan babi hutan (*Sus scrofa*) memiliki indeks kelimpahan relatif yang sama, yakni 0,62. Kijang merupakan satwa mangsa utama karnivora besar (Ekwal, Tahir, & Tahir, 2012).

Jejak aktivitas satwa mangsa ditemukan hampir sepanjang jalur penelitian, berupa kebun masyarakat, hutan tanaman, hingga kawasan suaka margasatwa. Jejak aktivitas musang luwak berupa kotoran, sedangkan jejak babi berupa bekas galian dan jejak kaki. Berdasarkan penelitian, masih banyak ditemukan jejak aktivitas satwa mangsa relatif jauh dari kawasan suaka margasatwa. Kelimpahan satwa mangsa potensial yang berdekatan dengan permukiman dapat menarik perhatian predator, sehingga dapat berpotensi menimbulkan konflik dengan manusia (Athreya, Odden, Linnell, Krishnaswamy, & Karanth, 2016).

Tabel (*Table*) 1. Persen kontribusi setiap variabel lingkungan terhadap model distribusi macan tutul jawa (*The percentage of the contribution of each environmental variable to the javan leopard distribution model*)

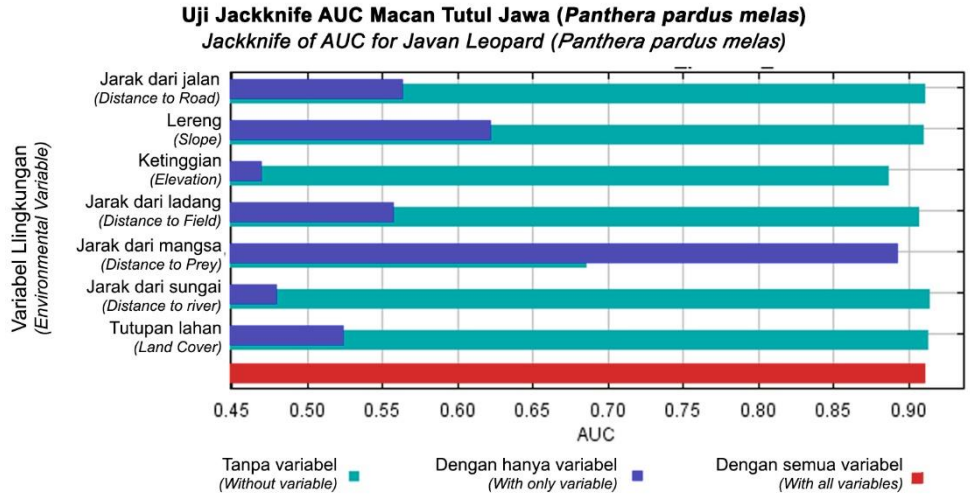
Variabel Lingkungan *(Environmental Variable)*	Persen Kontribusi *(Percent Contribution)*	Pentingnya Permutasi *(Permutation Importance)*
Jarak dari satwa mangsa *(Distance to prey)*	78,5	76,2
Lereng *(Slope)*	5,9	1,4
Ketinggian *(Elevation)*	4,8	10,5
Tutupan lahan *(Land cover)*	4,6	2,3
Jarak dari ladang *(Distance to field)*	3,6	6,3
Jarak dari jalan *(Distance to road)*	1,4	3,1
Jarak dari sungai *(Distance to river)*	1,2	0,3

Pemodelan menggunakan MaxEnt juga menghasilkan output berupa uji *jackknife* setiap variabel lingkungan terhadap model prediksi. Uji *jackknife* dilakukan untuk mendapatkan estimasi alternatif dari kepentingan variabel lingkungan (Rahman et al., 2017). Hasil uji *jackknife* didapatkan bahwa varibel jarak dari satwa mangsa mencapai nilai AUC tertinggi yakni lebih dari 0,85 (Gambar 8). Nilai AUC dapat berkurang apabila menghilangkan variabel yang berkontribusi tinggi terhadap hasil pemodelan (Elith, Phillips, Hastie, Dudík, Chee, & Yates, 2011). Nilai AUC dari uji *jackknife* ini menunjukkan bahwa variabel jarak dari satwa mangsa merupakan variabel lingkungan yang dianggap penting terhadap model prediksi hanya dengan variabel tersebut (digunakan secara independen) dan memiliki informasi yang penting jika digunakan sendiri.

Implikasi Pengelolaan

Informasi mengenai penggunaan habitat oleh macan tutul jawa dapat menjadi acuan dalam pembinaan habitat dan pengelolaan populasi macan tutul jawa. Area yang tergolong sesuai bagi macan tutul jawa dapat dipertahankan keberadaannya, sedangkan area yang dinilai kurang mendukung kehidupan macan tutul jawa dapat dilakukan perbaikan habitat demi menjaga keberlangsungan kehidupan macan tutul jawa. Faktor antropogenik cukup berpengaruh terhadap keberadaan macan tutul jawa, sehingga diperlukan pengelola perlu memerhatikan aspek pengelolaan yang memberikan keuntungan bagi kedua pihak, yakni manusia dan macan tutul jawa.

Macan tutul jawa tidak mengenal batas-batas administrasi dan batas fungsi kawasan hutan, sehingga spesies ini dapat tersebar hingga ke luar kawasan hutan mengikuti persebaran satwa mangsanya. Kondisi tersebut dapat menjadi pertimbangan bahwasannya diperlukan penguatan komitmen dari berbagai pihak yang berkepentingan dan berwenang dalam mengelola kawasan hutan Gunung Sawal. Diperlukan integrasi antara kawasan suaka margasatwa, kawasan lindung, kawasan budi daya hutan, dan kawasan budi daya non-hutan seperti hutan rakyat dan perkebunan. Persebaran macan tutul jawa hingga ke pinggiran kawasan hutan dapat menjadi indikasi bahwa kawasan hutan ini perlu didukung oleh kawasan hutan di sekitarnya agar macan tutul jawa dapat tertampung dengan baik.



Gambar (*Figure)* 8. Grafik hasil uji *jackknife* pada nilai AUC (*Graph of jackknife test results on AUC value*)

Selain itu, kawasan hutan Gunung Sawal merupakan kawasan hutan dengan jumlah kasus konflik macan tutul jawa dengan masyarakat paling tinggi dibandingkan lokasi lainnya di Jawa Barat dan Banten. Kondisi ini mengharuskan pengelola untuk melakukan penanganan dan mitigasi konflik antara macan tutul jawa dengan masyarakat secara terpadu dengan melibatkan seluruh *stakeholder* (pemangku kepentingan). Penanganan dan mitigasi konflik dapat dilakukan dengan melakukan sosialisasi kepada masyarakat, pengelolaan populasi dan habitat, serta penegakan hukum yang sesuai prosedur terhadap pelaku yang terlibat dalam konflik tersebut.

4. Kesimpulan

Penggunaan habitat oleh macan tutul jawa dengan nilai paling tinggi terdapat pada tipe habitat berupa hutan alam primer, ketinggian 751-1.250 mdpl, dan kemiringan lahan curam (26-40%), dengan sedikit gangguan manusia. Kawasan hutan Gunung Sawal merupakan habitat yang berpotensi sesuai bagi macan tutul jawa dengan nilai validasi model tergolong sangat baik dimana variabel lingkungan yang paling memengaruhi keberadaan macan tutul jawa adalah jarak dari satwa mangsa, lereng, dan ketinggian.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih penulis ucapkan kepada Balai Besar Konservasi Sumber Daya Alam Jawa Barat, Bidang KSDA Wilayah III Ciamis, Seksi Konservasi Wilayah VI Tasikmalaya atas bantuan dan pemberian izin untuk penelitian ini. Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua petugas lapang yang telah memberikan bantuan selama penelitian di kawasan hutan Gunung Sawal.

Daftar Pustaka

Alexander, J. S., Gopalaswamy, A. M., Shi, K., Hughes, J., Riordan, P. (2016). Patterns of snow leopard site use in an increasingly human-dominated landscape. *PLoS One*, 11(5), e0155309. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0155309.

Andrian, S., Purba, M. (2014). Pengaruh ketinggian tempat dan kemiringan lerengterhadap produksi karet (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) di kebun Hasepong PTPN III Tapanuli Selatan. *Jurnal Online Agroteknologi*, 3(2): 981–989.

Athreya, V., Odden, M., Linnell, J. D. C., Krishnaswamy, J., & Karanth, U. (2013). Big Cats in Our Backyards: Persistence of Large Carnivores in a Human Dominated Landscape in India. *PLoS ONE*, *8*(3). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0057872.

Athreya, V., Odden, M., Linnell, J. D. C., Krishnaswamy, J., & Karanth, K. U. (2016). A cat among the dogs: Leopard *Panthera pardus* diet in a human-dominated landscape in western Maharashtra, India. *Oryx*, *50*(1), 156–162. https://doi.org/10.1017/S0030605314000106.

CITES. (2020). Appendices I, II, and III, valid from 28 August 2020. *Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora*. Diakses dari: https://cites.org/eng/app/appendices.php.

Clements, G. R., Rayan, D. M., Aziz, S. A., Kawanishi, K., Traeholt, C., Magintan, D., Yazi, M. F. A., & Tingley, R. (2012). Predicting the distribution of the asian tapir in Peninsular Malaysia using maximum entropy modelling. *Integrative Zoology*, *7*(4), 400–406. https://doi.org/10.1111/j.1749-4877.2012.00314.x.

Debeljak, M., Dzeroski, S., Jerina, K., Kobler, A., Adamic, M., (2001).

Habitat suitability modelling of red deer (*Cervus elaphus*, L) in South-Central Slovenia. *Ecological Modelling*, 138 (1–3): 321–330. https://doi.org/10.1016/S0304-3800(00)00411-7.

Ekwal, I., Tahir, H., & Tahir, M. (2012). Modelling of Habitat Suitability Index for Muntjac (*Muntiacus muntjak*) Using Remote Sensing, GIS and Multiple Logistic Regression. *Journal of Settlements and Spatial Planning*, *3*(2), 93–102.

Elith, J., Phillips, S. J., Hastie, T., Dudík, M., Chee, Y. E., & Yates, C. J. (2011). A statistical explanation of MaxEnt for ecologists. *Diversity and Distributions*, *17*(1), 43–57. https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2010.00725.x.

Fathony, R. A. (2020). *Konflik dan persepsi masyarakat sekitar kawasan hutan Gunung Sawal terhadap macan tutul jawa (Panthera pardus melas Cuvier, 1809)* (Skripsi Sarjana). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Furstenburg, D. (2010). *Focus on the Leopard (Panthera pardus)*. Heidelberg: Geo Wild Consult (Pty) Ltd.

Gasso, N., Thuiller, W., Pino, J., & Vila, M. (2012). Potential distribution range of invasive plant species in Spain. *NeoBiota*, 12, 25–40. https://doi.org/10.3897/neobiota.12.2341.

Gunawan, H. (2010). *Habitat dan penyebaran macan tutul jawa (Panthera pardus melas Cuvier 1809) di Lansekap Terfragmentasi di Jawa Tengah* (Desertasi Doktor). Insitut Pertanian Bogor, Bogor.

Gunawan, H., Prasetyo, L. B., Mardiastuti, A., & Kartono, A. P. (2012). Habitat macan tutul jawa (*Panthera pardus melas* Cuvier 1809) di lansekap hutan tanaman pinus. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, *9*(1), 49–67. https://doi.org/10.20886/jphka.2012.9.1.049-067.

Gunawan, H., Iskandar, S., Sihombing, V. S., Wienanto, R. (2017). Conflict between humans and leopards (*Panthera pardus melas* Cuvier, 1809) in Western Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(2), 652–658. https://doi: 10.13057/biodiv/d180229.

Gunawan, H., & Sihombing, V. S. (2017). Preferensi habitat macan tutul jawa (*Panthera pardus melas* Cuvier 1809) di Jawa bagian barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, *1*, 35–43. https://doi: 10.20886/jphka.2017.14.1.35-44.

Istiawan, N. D., Kastono, D. (2019). Pengaruh ketinggian tempat tumbuh terhadap hasil dan kualitas minyak cengkih (*Syzygium aromaticum* (L.) Merr. & Perry.) di Kecamatan Samigaluh, Kulon Progo. *Vegetalika*, 8(1), 27–41. https://doi.org/10.22146/VEG.35744.

Jafari, A., Ahmadmahmoodi, R. Z., & Mirzaei, R. (2018). Persian leopard and wild sheep distribution modelling using the maxent model in the Tang-e-Sayad protected area, Iran. *Mammalia*, 83(1), 84–96. https://doi.org/10.1515/mammalia-2016-0155.

Knopff, A. A., Knopff, K. H., Boyce, M. S., & St. Clair, C. C. (2014). Flexible habitat selection by cougars in response to anthropogenic development. *Biological Conservation*, *178*, 136–145. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.07.017.

O'Brien, T. G., Kinnaird, M. F., & Wibisono, H. T. (2003). Crouching tigers, hidden prey: Sumatran tiger and prey populations in a tropical forest landscape. *Animal Conservation*, *6*(2), 131–139. https://doi.org/10.1017/S1367943003003172.

Patthey, P. (2003). *Habitat and corridor selection of an expanding red deer (Cevus Elaphus) population* (Desertasi Doktor). University of Lausanne, Lausanne.

Pearson, R. G., Raxworthy, C. J., Nakamura, M., Peterson, A. T. (2007). Predicting species distributions from small numbers of occurrence records: a test case using geckos in Madagascar. *Journal of Biogeogrhapy*, 34, 102–117. https://doi.org/10.1111/j.1365-2699.2006.01594.x.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor. P.106/Menlhk/Setjen/Kum.1/12/2018 tentang Perubahan kedua atas peraturan menteri lingkungan hidup dan kehutanan No. P.20/Menlhk/Setjen/Kum.1/6/2018 tentang Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi.

Rahman, D. A., Gonzalez, G., Haryono, M., Muhtarom, A., Firdaus, A. Y., & Aulagnier, S. (2017). Factors affecting seasonal habitat use, and predicted range of two tropical deer in Indonesian rainforest. *Acta Oecologica*, *82*, 41–51. https://doi.org/10.1016/j.actao.2017.05.008.

Rahman, D. A., Rianti, P., Muhiban, M., Muhtarom, A., Rahmat, U. M., Santosa, Y., & Aulagnier, S. (2018). Density and spatial partitioning of endangered sympatric Javan leopard (Felidae) and dholes (Canidae) in a tropical forest landscape. *Folia Zoologica*, *67*(3–4), 207–219. https://doi.org/10.25225/fozo.v67.i3-4.a8.2018.

Rahman, D. A., Rinaldi, D., Kuswanda, W., Siregar, R., Ch, F. N., Hakim, F., … & Putro, H. R. (2019). Determining the landscape priority and their threats for the critically endangered *Pongo tapanuliensis* population in Indonesia. *Biodiversitas*, *20*(12), 3584–3592. https://doi.org/10.13057/biodiv/d201217.

Rahman, D. A. (2020). Ecological niche and potential distribution of the endangered bos javanicus in South-Western Java, Indonesia. *Therya*, *11*(1), 57–68. https://doi.org/10.12933/therya-20-840.

Ripple, W. J., Estes, J. A., Beschta, R. L., Wilmers, C. C., Ritchie, E. G., Hebblewhite, M., … & Wirsing, A. J. (2014). Status and ecological effects of the world's largest carnivores. *Science*, *343*(6167). https://doi.org/10.1126/science.1241484.

Sa'adah, V. S., Zuhud, E. A. M., & Siswoyo, S. (2019). The Potential Utilization of Aromatic Plants in Kembang Kuning Resort, Gunung Rinjani National Park, West Nusa Tenggara. *Media Konservasi*, *24*(1), 1–10. https://doi.org/10.29244/medkon.24.1.1-10.

Schutz, M., Risch, A. C., Leuzinger, E., Krusi, B. O., Achermann, G. (2003). Impact of herbivory by red deer (*Cervus elaphus* L.) on patterns and processes in subalpine grasslands in the Swiss National Park. *Forest Ecology Management*, 181, 177–188. https://doi.org/10.1016/S0378-1127(03)00131-2.

Shanidah, S. S., Partasasmita, R., Husodo, T., Parikesit, Febrianto, P., & Megantara, E. N. (2018). The existence of javan leopard (*Panthera pardus melas* cuvier, 1809) in the non-conservation forest areas of Cisokan, Cianjur, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, *19*(1), 42–46. https://doi.org/10.13057/biodiv/d190107.

Sharma, R. K., Bhatnagar, Y. V., & Mishra, C. (2015). Does livestock

benefit or harm snow leopards?. *Biological Conservation*, *190*, 8–13. https://doi.org/10.1016/j.biocon.2015.04.026.

Stein, A. B., Athreya, V., Gerngross, P., Balme, G., Henschel, P., Karanth, U., … & Ghoddousi, A. (2020). *Panthera pardus* (amended version of 2019 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2020: e.T15954A163991139. https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-1.RLTS.T15954A163991139.en.

Surat Keputusan Direktur Jenderal KSDAE Nomor. 180/IV-KKH/2015 tentang Penetapan dua puluh lima satwa terancam punah prioritas untuk ditingkatkan populasinya sebesar 10% pada tahun 2015-2019.

Wibisono, H. T., Wahyudi, H. A., Wilianto, E., Pinondang, I. R. M., Primajati, M., Liswanto, D., & Linkie, M. (2018). Identifying priority conservation landscapes and actions for the Critically Endangered Javan leopard in Indonesia: Conserving the last large carnivore in Java Island. *PLoS ONE*, *13*(6), 1–13. https://doi.org/10.1371/journal.pone.0198369.

Yulianti, S. (2019). *Pemetaan area prioritas restorasi habitat macan tutul jawa (Panthera pardus melas) di Taman Nasional Gunung Halimun Salak* (Skripsi Sarjana). Institut Pertanian Bogor, Bogor.

pISSN: 0216 – 0439 eISSN: 2540 – 9689
Akreditasi Kemenristekdikti Nomor 21/E/KPT/2018

A Phenetic Analysis of *Korthalsia* spp. in Sumatra Based on Morphological Characters

(Analisis Fenetik Korthalsia spp. di Sumatra Berdasarkan Karakter Morfologi)

Fadjri Maarif [1*], Himmah Rustiami[2], and Priyanti[1]

[1]Department of Biology, Faculty of Science and Technology, State Islamic University Syarif Hidayatullah Jakarta, Jl. Ir. H. Juanda No. 95, Ciputat, Tangerang Selatan, Banten 15412. Telp: 021-7401925

[2]Herbarium Bogoriense, Botany Division, Research Center for Biology, Indonesian Institute of Sciences, Jl. Raya Jakarta-Bogor Km. 46, Cibinong, Kab. Bogor 16911. Telp: 021-8765066

Info artikel:

Keywords:
Calamoideae,
Korthalsia,
phenetic,
rattan,
Sumatra

Article history:
Received:
11 July 2020;
Revised:
18 Oktober 2020;
Accepted:
8 April 2021

ABSTRACT

Korthalsia (Blume) is a genus in the sub-family Calamoideae of the family Arecaceae. Research on a phenetic study of Korthalsia in Sumatra has never been published. The research was conducted to describe the specific characteristics of Korthalsia spp. in Sumatra and analyze their morphological character and similarity with a phenetic analysis. There were 85 herbarium specimens of Korthalsia deposited at the Herbarium Bogoriense (BO). Twenty-four vegetative and six generative characters were observed. Scoring was analyzed with a multinomial approach. The analysis was performed using the NTSys pc 2.02. The result showed that nine species of Korthalsia in Sumatra were distinguished based on their ocrea types, leaflets shape, and rachillae. The phenogram showed a similarity coefficient value of 0.53 for two main clusters, cluster A consisting of 4 species of Korthalsia (K. debilis, K. paucijuga, K. rigida, and K. rostrata) and Cluster B consisting of 5 species (K. echinometra, K. flagellaris, K. laciniosa, K. hispida, and K. robusta).

1. Introduction

Calamoideae is a sub-family of *Arecaceae*. According to Dransfield et al. (2008), Calamoideae is divided into three tribes (*Eugeissoneae*, *Lepidocaryeae*, *Calameae)*, including the rattans of Malesian region. This sub-family consists of nine genera, *Calamus*, *Ceratolobus*, *Daemonorops*, *Korthalsia*, *Myrialepis*, *Plectocomia*, *Plectocomiopsis*, *Pogonotium*, and *Retispatha*. All of these genera have a climbing habit, whether solitary or clustered. Rattan is a spiny palm with cirrus and/or flagella as a climbing tool (Henderson & Pitopang, 2018) with a scaly and shiny fruit surface.

Rattan, such as *Daemonorops*, *Calamus*, *Korthalsia*, *Ceratolobus*, and *Plectocomia* is a non-timber forest product widely used with a high commercial value (Hidayat, Yoza, & Budiani, 2017). It is commonly used as a basic material for making ropes, baskets, mats, and furniture. Rattan is a tropical plant that is distributed in African and Asian tropics, including Indonesia (Dransfield, Tesoro, & Manokaran, 2002). Indonesia is one of the largest producers of rattan (Jasni, Damayanti, & Kalima, 2012). A 90% of rattan production in Indonesia is from natural forests in Sumatra, Sulawesi, and Kalimantan (Kalima & Jasni, 2015). Some species have been cultivated in Kalimantan, such as *Calamus caesius*, *C. javensis*, and *C. manan* (Armayanti, Herawatiningsih, & Tavita, 2016).

Editor: Dr. Yulita Sri Kusumadewi
Korespondensi penulis: Fadjri Maarif * (E-mail: fadjrimrf@gmail.com)
Kontribusi penulis: **FM**: melakukan penelitian, analisis data, menyusun dan menulis karya tulis; **HR**: memberikan masukan selama penelitian, menyempurnakan karya tulis bidang taksonomi rotan dan sistematika penulisan; dan **P**: memberikan masukan selama penelitian, menyempurnakan karya tulis bidang taksonomi umum dan sistematika penulisan.

https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.1.67-82
©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

Korthalsia was firstly described by Blume (1843). The taxonomic account of the genus was published by Dransfield (1980), Mattes et al. (1998), Mathew, Krishnaraj, Mohandas, & Lakshminarasimhan (2007), and Shahimi et al. (2019). *Korthalsia* is one of the genera with many species after *Calamus* and *Daemonorops,* with 28 species being found in Indonesia (Kusmana & Hikmat, 2015). *Korthalsia* is widespread in Indochina, Myanmar, Andaman Island, Southeast Asia (particularly in Sumatra and Sulawesi), and New Guinea (Dransfield et al., 2008). Sumatra is the region for which 9 species of *Korthalsia* are found, the third-highest species diversity after Borneo and Malay Peninsula (Shahimi et al., 2019).

Korthalsia is distinguishable among other rattan genera based on its morphological characters, ocrea, leaflet shape, and rachillae. The stem of *Korthalsia,* as of other rattans genera, is spiny covered with leaf sheath and indumentum without knee (Kalima & Rustiami, 2018). The ocrea of *Korthalsia* is distinct and various, distinguishing *Korthalsia* from other rattan genera or species. The ocrea can be tightly sheathing, inflated, divergent, and fibrous net-like ocrea. Generally, *Korthalsia* has the shape of a rhomboid leaflet with varying size and leaf sheath without knee.

A phenetic study of *Korthalsia* has never been conducted. Besides, the study of *Korthalsia* in Sumatra is poorly known, including the number of species and the similarity between species based on a phenetic analysis approach. Therefore, a study about *Korthalsia* in Sumatra is needed to provide basic information and the latest taxonomic status of *Korthalsia* in Sumatra. This study aimed to record the morphological variation of *Korthalsia* in Sumatra and its taxonomic status based on a phenetic approach.

2. Methodology

2.1. Plant Materials

Eighty-five collection-number herbarium specimens of *Korthalsia* were observed in this study. The specimmens consisted of nine species, and those were: *K. debilis* Blume, *K. echinometra* Becc., *K. flagellaris* Miq., *K. hispida* Becc., *K. laciniosa* Mart., *K. paucijuga* Becc., *K. rigida* Blume, *K. robusta* Blume, and *K. rostrata* Blume. The specimens were collected from Sumatra and deposited in Herbarium Bogoriense (BO).

2.2. Method

Specimen images obtained directly from the Herbarium Bogoriense (BO) and living plant images were obtained from the Bogor Botanical Garden. The study was conducted from December 2019 to March 2020, using 85 collection numbers of *Korthalsia* dried herbarium specimens from Sumatra and virtual Kew Herbarium specimens documented on the JSTOR website (www.plants.jstor.org).

The morphological characters examined are also based on various publications of Dransfield (1979), Dransfield (1980), Dransfield (1997), and Barfod & Dransfield (2013). Thirty morphometric characters were chosen for phenetic study using cluster analysis (Table 1). The term of botany followed the terminology of Harris & Harris (2001). Several morphometric characters and data analyzed followed Rustiami, Mogea, & Tjitrosoedirdjo (2011) and Syam, Chikmawati, & Rustiami (2016). Phenetic classification is conducted based on similarity of taxa (Sneath & Sokal, 1973). Phenetic classification started with collecting measurement data on the chosen characters, called the *Operational Taxonomic Unit* (OTU). Scoring was conducted binary or multi-state data. Qualitative characters, *i.e*. ocrea types and leaflets shape were coded as (absent = 1; present = 2) and quantitative characters, *i.e* high, diameter, length were characters

standardized to binary data that represented OTU.

2.3. Data Analysis

The similarity of 9 species of *Korthalsia* was analyzed using the NTSys ver. 2.02 (Rohlf, 1997). Thirty morphological characters were observed arranged in a matrix. Scoring was conducted as a multinomial using the Unweighted Pair Group Method with Aritmathic means (UPGMA) with the Similarity for Qualitative Data (SIMQUAL) procedure. The results of these similarities were analyzed using the Sequential Agglomerative Hierarchical and Nested (SAHN) approach.

3. Results and Discussion

3.1. Morphological Characters

Korthalsia spp. has various morphology characters and can be distinguished from vegetative and generative characters. The morphological characters that distinguished this species of *Korthalsia* from the other are ocrea, leaflets, and inflorescences (Table 2).

Table 1. Morphological characters used in the cluster analysis.

No.	Character	No.	Character
	Vegetative Characters	16.	Total leaflet on each side of rachis: < 20 (1), ≥ 20 (2)
1.	Plant height: < 20 m (1), ≥ 20 m (2)	17.	Petiole absent (1), present (2)
2.	Stem diameter with sheath: < 1 cm (1), ≥ 1 cm (2)	18.	Leaflet length: < 20 cm (1), ≥ 20 cm (2)
3.	Stem diameter without sheath: < 2 cm (1), ≥ 2 cm (2)	19.	Leaflet width: < 5 cm (1), ≥ 5 cm (2)
4.	Type of ocrea: tightly sheathing (1), inflated (2), divergent (3)	20.	Leaf length: < 1 m (1), ≥ 1 m (2)
5.	Ocrea length: < 10 cm (1), ≥ 10 cm (2)	21.	Transverse veinlets present: absent (1), present (2)
6.	Ocrea spine present: absent (1), present (2)	22.	Petiole length: < 10 cm (1), ≥ 10 cm (2)
7.	Spine length: < 2 cm (1), ≥ 2 cm (2)	23.	Rachis length: < 50 cm (1), ≥ 50 cm (2)
8.	Solitary or cluster spine: solitary (1), clustering (2)	24.	Cirrus length: < 1 m (1), ≥ 1 m (2)
9.	Leaflet shape: rhomboid (1), lanceolate (2), narrow lanceolate (3)		**Generative characters**
10.	Leaflet apices shape: acuminate (1), acute (2)	25.	Inflorescence length: < 50 cm (1), ≥ 50 cm (2)
11.	Leaflet margins shape: praemorse (1), entire (2)	26.	Rachillae length: < 15 cm (1), ≥ 15 cm (2)
12.	Leaflet bases shape: cuneate (1), attenuate (2)	27.	Rachillae diameter: < 1 cm (2), ≥ 1 cm (2)
13.	Leaflet indumentum present: absent (1), present (2)	28.	Fruit shape: globe-shaped (1), egg-shaped (2)
14.	Different color on leaflet surface: different (1), same color (2)	29.	Fruit length: < 2 cm (1), ≥ 2 cm (2)
15.	Leaflet arrangement: alternate (1), opposite (2)	30.	Fruit diameter: < 1.5 cm (1), ≥ 1.5 cm (2)

Table 2. Scoring of *Korthalsia* spp. in Sumatra based on morphological characters

No.	Characters	Species								
		1	**2**	**3**	**4**	**5**	**6**	**7**	**8**	**9**
1.	Plant height: < 20 m (1), ≥ 20 m (2)	2	2	2	2	2	1	2	2	2
2.	Stem diameter with sheath: < 1 cm (1), ≥ 1 cm (2)	2	2	2	2	2	1	2	2	1
3.	Stem diameter without sheath: < 2 cm (1), ≥ 2 cm (2)	1	2	2	2	2	1	1	2	2
4.	Type of ocrea: tightly sheathing (1), inflated (2), divergent (3)	1	2	1	3	1	1	1	3	2
5.	Ocrea length: < 10 cm (1), ≥ 10 cm (2)	1	2	2	2	2	1	1	2	1
6.	Ocrea spine present: absent (1), present (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
7.	Spine length: < 2 cm (1), ≥ 2 cm (2)	1	2	1	2	1	1	1	2	1
8.	Solitary or cluster spine: solitary (1), clustering (2)	1	2	1	1	1	1	1	1	1
9.	Leaflet shape: rhomboid (1), lanceolate (2), narrow lanceolate (3)	1	2	3	1	1	1	1	1	1
10.	Leaflet apices shape: acuminate (1), acute (2)	1	2	1	1	1	1	1	1	1
11.	Leaflet margins shape: praemorse (1), entire (2)	1	2	1	1	1	1	1	1	1
12.	Leaflet bases shape: cuneate (1), attenuate (2)	1	2	2	1	1	1	1	1	1
13.	Leaflet indumentum present: absent (1), present (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
14.	Different color on leaflet surface: different (1), same color (2)	1	1	1	1	1	1	1	1	1
15.	Leaflet arrangement: alternate (1), opposite (2)	1	2	2	1	2	1	1	2	2
16.	Total leaflet on each side of rachis: < 20 (1), ≥ 20 (2)	1	2	2	1	1	1	1	1	1
17.	Petiole absent (1), present (2)	2	1	2	2	2	2	2	2	1
18.	Leaflet length: < 20 cm (1), ≥ 20 cm (2)	1	2	2	2	2	1	1	2	2
19.	Leaflet width: < 5 cm (1), ≥ 5 cm (2)	2	2	2	2	2	1	2	2	2
20.	Leaf length: < 1 m (1), ≥ 1 m (2)	1	2	2	2	2	1	1	2	2
21.	Transverse veinlets present: absent (1), present (2)	2	2	2	2	2	2	2	2	2
22.	Petiole length: < 10 cm (1), ≥ 10 cm (2)	1	2	2	2	2	1	2	2	2
23.	Rachis length: < 50 cm (1), ≥ 50 cm (2)	1	2	2	2	2	1	2	2	1
24.	Cirrus length: < 1 m (1), ≥ 1 m (2)	1	2	2	1	2	1	1	1	1
25.	Inflorescence length: < 50 cm (1), ≥ 50 cm (2)	1	2	2	1	2	1	2	1	1
26.	Rachillae length: < 15 cm (1), ≥ 15 cm (2)	1	2	1	2	2	1	2	1	2
27.	Rachillae diameter: < 1 cm (2), ≥ 1 cm (2)	1	2	1	2	1	1	1	2	1
28.	Fruit shape: globe-shaped (1), egg-shaped (2)	1	2	2	2	2	1	1	2	1
29.	Fruit length: < 2 cm (1), ≥ 2 cm (2)	1	2	2	2	2	1	1	2	1
30	Fruit diameter: < 1.5 cm (1), ≥ 1.5 cm (2)	1	2	1	1	1	1	1	1	1

Remarks:
Species 1: *Korthalsia debilis*
Species 2: *Korthalsia echinometra*
Species 3: *Korthalsia flagellaris*
Species 4: *Korthalsia hispida*
Species 5: *Korthalsia lacinosia*
Species 6: *Korthalsia paucijuga*
Species 7: *Korthalsia rigida*
Species 8: *Korthalsia robusta*
Species 9: *Korthalsia rostrata*

Ocrea

The ocrea size of *Korthalsia* in Sumatra ranged 0.5–50 cm. Ocrea of *Korthalsia* in Sumatra has three variations, tightly sheathing ocrea (*K. debilis, K. flagellaris, K. laciniosa, K. rigida, K. paucijuga*), inflated ocrea (*K. echinometra, K. rostrata*), and divergent ocrea (*K. hispida, K. robusta*) (Figure 1).

Leaflets

The leaflet size of *Korthalsia* in Sumatra ranged 15 – 30 cm long. Leaflet' shape of *Korthalsia* in Sumatra has three variations. Those are rhomboid shape (*K. debilis, K. rigida, K. paucijuga, K. laciniosa, K. robusta, K. rostrata*), lanceolate shape (*K. flagellaris*), and narrow lanceolate shape (*K. echinometra*) (Figure 2).

Inflorescence

The inflorescence size of *Korthalsia* in Sumatra ranged 9 – 20 × 0.5 – 2 cm. The inflorescence shape of *Korthalsia* in Sumatra has three variations, thin, thick, and very thick. The availability of flowering specimens is still limited on *Korthalsia* in Sumatra (BO) (Figure 3).

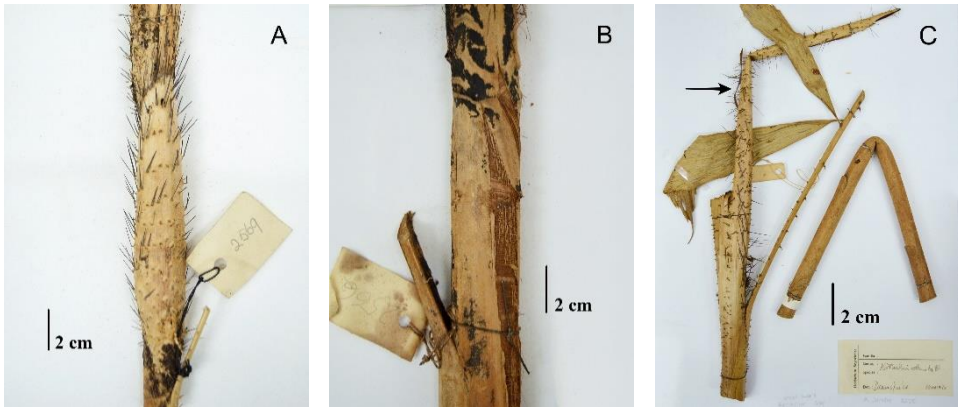


Figure 1. Ocrea types *Korthalsia* in Sumatra. A. Tightly sheathing ocrea (2569; BO). B. Inflated ocrea (2566: BO). C. Divergent ocrea (8295; BO).



Figure 2. Leaflets shape of *Korthalsia* in Sumatra. A. Rhomboid shape (Cin 02 D; BO). B. Lanceolate shape (2566; BO). C. Narrow lanceolate shape (NS 29; BO).



Figure 3. Inflorescences variation of *Korthalsia* in Sumatra. A. Thin *rachillae* (6722; BO). B. Thick *rachillae* (7361; BO). C. Very thick *rachillae* (8295; BO).

Based on the morphological characters observed, the identification key to species of *Korthalsia* in Sumatra was assigned.

Key to species of the *Korthalsia* in Sumatra

1. a. Ocrea < 10 cm long …….. 2
   b. Ocrea ≥ 10 cm long ……..... 5
2. a. Inflated ocrea ……. *K. rostrata*
   b. Tightly sheathing ocrea ……..... 3
3. a. Leaf < 1 m long …… 4
   b. Leaf ≥ 1 m long …… *K.rigida*
4. a. Stem diameter < 1 cm without ocrea …… *K. paucijuga*
   b. Stem diameter ≥ 1 cm without ocrea …….. *K. debilis*
5. a. Leaflet shape narrow lanceolate …. ……. *K. echinometra*
   b. Leaflet shape rhomboid ……. 6
6. a. Inflorescence length ≥ 50 cm ….... 7
   b. Inflorescence < 50 cm ……... 8
7. a. < 20 leaflets each side of rachis ….... …….. *K. laciniosa*
   b. ≥ 20 leaflets each side of rachis ….... ……..... *K. flagellaris*
8. a. *Rachillae* length ≥ 15 cm …..... ……. *K. hispida*
   b. *Rachillae* length < 15 cm …..... ……. *K. robusta*

3.2. Taxonomic Treatment

A total of nine species of *Korthalsia* in Sumatra with different and distinguishable characters were recognized, *i.e. K. debilis, K. echinometra, K. flagellaris, K. hispida, K. laciniosa, K. paucijuga, K. rigida, K. robusta,* and *K. Rostrata.*

1. *Korthalsia debilis* Blume, Rumphia 2: 169 (1843)

It can climb rattan to 20 m. *Stem* with sheath 0.4 – 1.3 cm in diameter, without sheath 0.8 – 1.7 cm in diameter. *Leaf* 50 – 100 cm long including petiole, rachis, and cirrus; sheath green with solitary spines, spines 0.2 – 0.3 cm long; ocrea 2 – 8 cm long, tightly sheathing, net-like ocrea; petiole 2 – 7 cm long; cirrus 20 – 35 cm long; rachis 23 – 32 cm, grapnel spines; 3 – 6 leaflets each side of rachis, alternate regularly arranged, *petiolules* present, rhomboid shape, 12 – 19 × 4 – 9 cm, leaflets green and grey greenish undersurface, indumentum present, distal margin *praemorse*, apices shape acuminate, basis shape cuneate, transverse veinlets present. *Inflorescence* branched; *rachillae* 9 – 0.4 cm. *Fruit* not available.

Habitat. Primary forest, dipterocarp forest. 19 - 1200 m altitude.

Distribution. Brunei Darussalam, Kalimantan, Sarawak, Sumatra.

Vernacular name. Wae melandeng (Desa Dendang, Sumatra Utara), rautan buai (Belitung Timur), rautan dan (Belitung).

Uses. Furniture

Notes. *K. debilis* almost similar with *K. rigida*, it has a rhomboid shape leaflet with similar size, but *K. rigida* has broader leaflets than *K. debilis*.

Specimens examined. Sumatra: Aceh, Kutacane, Biak Mentelang, 450 m alt., 14 Feb 1980, *J.P. Mogea* 1997, sterile (BO); **Jambi,** Bukit Barisan, 25 km from Penuh river, 1.200 m alt., 30 Jul 1972, *J. Dransfield* 2725, sterile (BO); **Kepulauan Bangka Belitung,** Lasar Village, Membalong, Belitung, 19-20 m alt., 16 Mar 2017, *Deri Andayani* DE 12D, sterile (BO); Limbungan Village, Gantung, Belitung, 11 m alt., 22 Mar 2017, *Cinthia Paramita* Cin 02D, sterile (BO); **South Sumatra,** Ranau Lake, Setumpau, 800-900 m alt., 16 November 1983, *J.J. Afriastini* 0803, sterile (BO); **North Sumatra,** Dendang Village, Stabat, Langkat, 55 m alt., 23 Mar 2011, *Fitri* V-3 008, sterile (BO); Ulu Besitang, Tanjung Pura, 50 m alt., 14 Aug 1971, *J. Dransfield & D. Saerudin* 1844, sterile (BO).

2. *Korthalsia echinometra* Becc., Malesia 2: 66 (1884)

Synonym. *Korthalsia angustifolia* var. *gracilis* Miq., Palm. Archip. Ind.: 16 (1868); *Korthalsia horrida* Becc., Malesia 2: 66 (1884).

It can climb rattan to 40 m. *Stem* with sheath 1.2 - 4 cm in diameter, without

sheath 0.8 – 2 cm in diameter. *Leaf* 1.2 – 2 m long including petiole, rachis, and cirrus; sheath green with grey indumentum, solitary triangular black spines, spines to 6 cm long; ocrea 10 - 20 cm long, inflated ocrea; petiole 10 - 30 cm long, covered brown indumentum; cirrus 0.5 – 1.2 m long; rachis 0.5 – 1 m, grapnel spines; 11 – 20 leaflets each side of rachis, opposite regularly arranged, *petiolules* absent, narrowly lanceolate shape, 24.5 – 33 × 2 – 3 cm, leaflets green and grey greenish undersurface, indumentum present, distal margin entire, apices shape acute, basis shape attenuate, transverse veinlets present. *Inflorescence* 0.6 – 1.2 m long, branched; 1 – 4 *rachillae*, *rachillae* 11 – 20 × 0.6 – 1.5 cm. *Fruit* oblong, 2 – 2.5 × 1.5 cm, covered vertical rows of red-brownish.

Habitat. Primary forest, dipterocarp forest. 3 - 800 m altitude.

Distribution. Brunei Darussalam, Malay Peninsula, Sumatra.

Vernacular name. rotan udang (Riau), rotan dangau (Mentawai), ketang cacing (Aceh), ronga (Mentawai)

Uses. Basic materials of chairs.

Notes. *K. echinometra* is a very distinctive species. It has a narrow lanceolate leaflet and an inflated ocrea with long black spines. The ocrea of *K. echinometra* is inhabited by ants.

Specimens examined. Sumatra: Aceh, Sosor Village, Sub-district of Simpang Kanan, Aceh Singkil, 5 m alt., 18 August 2013, *Nasrianti Syam & M. Nasir* Syam NS29, sterile (BO); **Bengkulu**, Kepahiang Nature Preserve, Sub-district of Curup, Kepahiang Regency, 800 m alt., *J. Dransfield* 1231, sterile (BO); **Kepulauan Bangka Belitung,** Sub-district of Belinyu, Bangka Regency, 9 November 1914, *W. Grashoff* 79, sterile (BO); **Riau,** Sub-district of Kuala Indragiri, Indragiri Hilir Regency, 600 m alt., 27 April 1939, *Dr. P. Buwalda* 6722, fruiting (BO); Sub-district of Kuala Cenaku, Indragiri Hulu Regency, 3 m alt., 10 January 1940, *Rapii* BB.31.244, fruiting (BO); **West Sumatra**, Teiteibati National Park, Siberut Island, 100 m alt., July 1992, *J.J. Afriastini* 1901, sterile (BO); Teitei Lemori, Madobag Village, Sub-district of South Siberut, Siberut Island, 100 m alt., 29 June 1993, *J.J. Afriatini & A. Adhikerana* 2569, fruiting (BO); **South Sumatra**, Ogan Komering Ulu Regency, 80 m alt., 22 August 1915, *W. Grashoff* 572, flowering (BO); Banyuasin Regency, 20 m alt., 11 October 1915, *W. Grashoff* 701, flowering (BO); Palembang City, Sub-district of Sematang Ulu, 150 m alt., 19 February 1915, *W. Grashoff* 197, sterile (BO); **North Sumatra**, Sub-district of Ulu Besitang, Tanjung Pura Regency, 50 m alt., 15 August 1971, *J. Dransfield & D. Saerudin* 1849, sterile (BO).

3. *Korthalsia flagellaris* Miq., Fl. Ned. Ind., Eerste Bijv. 3: 591 (1861)

Synonym. *Korthalsia rubiginosa* Becc., Malesia 2: 72 (1884)

It can climb rattan to 40 m. *Stem* with sheath 2 – 4 cm in diameter, without sheath 1.5 – 2.5 cm in diameter; internodes 30 cm. *Leaf* 1.5 – 3 m long including petiole, rachis, and cirrus, smooth solitary spines; ocrea 10 – 30 cm long, tightly sheathing ocrea, membranous lateral; petiole 10 – 17 cm long; cirrus 0.5 – 1.5 m long; rachis 0.5 – 1.3 m, grapnel spines; leaflets absent when juvenile, distal margin of leaf rounded, the leaf will develop into leaflets when mature; 8 – 20 leaflets each rachis, opposite regularly arranged, *petiolules* present, lanceolate shape, 30 – 40 × 3 – 4.5 cm, leaflets blue-greenish and brownish undersurface, indumentum present, distal margin *praemorse*, apices shape acuminate, basis shape attenuate, transverse veinlets present. *Inflorescence* 75 cm long, branched; *rachillae* 9 – 12 × 0.7 cm. *Fruit* oblong, 2 × 1.2 cm, covered vertical rows of brown.

Habitat. Peat swamp forest. 3 - 50 m altitude.

Distribution. Brunei, Malay Peninsula, Sumatra

Vernacular name. Rotan dahan (Sumatra Barat), rotan batu (Jambi), rautan bidai (Belitung), wae den (Belitung).
Uses. Baskets.
Notes. *K. flagellaris* is a distinctive species because it has a bluish-green leaflet. The lanceolate leaflet shape with praemorse margin is one of the distinctive character of this species.
Specimens examined. Sumatra: Jambi, Berbak Wildlife Reserve, near Air Hitam river, 4 m alt., 13 July 1972, *J. Dransfield* 2566, 2586, sterile (BO); **Kepulauan Bangka Belitung,** Pebuar Village, Sub-district of Jebus, Bangka Barat Regency, 43 m alt., 4 April 2011, *Fitri* V-3 021, sterile (BO); Kembiri Village, Sub-district of Membalong, Belitung Regency, 18 m alt., 15 March 2017, *Deri Andayani* DE 08R, sterile (BO); Belitung, 1913, *Heyne* 2, sterile (BO); Sub-district of Belinyu, Bangka Regency, 50 m alt., 25 September 1914, *Grashoff* 8, sterile (BO); **Kepulauan Riau,** Singkep Island, Lingga Regency, 40 m alt., 7 August 1919, *H.A.B. Bünnemeyer* 7361, flowering (BO); **Riau,** Bengkalis Regency, 3 m alt., 13 November 1919, *Beguin* 468, sterile (BO); **West Sumatra,** 17 January 1935, Houtv. J.H.de Haan 50, sterile (BO), 3 January 1935, *Houtv. J.H. de Haan* 16, sterile (BO); **South Sumatra,** Banyuasin Regency, 20 m alt., 16 November 1915, *Grashoff* 825, sterile (BO); Palembang City, 1914, *Heyne* 19, sterile (BO).

4. *Korthalsia hispida* Becc., Malesia 2: 71 (1884)

It can climb rattan to 30 m. *Stem* with sheath 1.5 – 2.5 cm in diameter, without sheath 0.8 – 1.5 cm in diameter; internodes 10 – 20 cm. *Leaf* 1 – 1.8 m long including petiole, rachis, and cirrus; sheath light green with brown indumentum, solitary triangular black spines, spines 2 – 3 cm long; ocrea 17 – 25 × 3 – 5 cm, divergent ocrea, armed with 1 – 3 cm; petiole 14 – 20 cm long, covered brown indumentum; cirrus 60 – 90 cm long; rachis 0.3 – 1.5 m, grapnel spines; 5 – 8 leaflets each side of rachis, alternate regularly arranged, *petiolules* present, rhomboid shape, 16 – 19 × 5 – 8 cm, leaflets light green and whitish undersurface, indumentum present, distal margin *praemorse*, apices shape acuminate, basis shape cuneate, transverse veinlets present. *Inflorescence* 30 – 50 cm long, branched; 1 – 3 *rachillae*, *rachillae* 15 – 20 × 1 – 1.5 cm. *Fruit* round to oblong, 1.8 – 2.2 × 0.6 – 0.9 cm, covered vertical rows of red-brownish.
Habitat. Dipterocarp forest, near the river, lowland hills. 5 - 400 m altitude.
Distribution. Borneo, Malay Peninsula, Sumatra
Vernacular name. Ketang udang (Aceh)
Uses. Basic materials of chairs.
Notes. *K. hispida* and *K. robusta* are indistinguishable species. This species has a divergent ocrea and rhomboid shape leaflet with a similar size. It can be distinguished from generative characters, *rachillae* length of both is different.
Specimens examined. Sumatra: Aceh, Sosor Village, Sub-district of Simpang Kanan, Aceh Singkil Regency, 5 m alt., 18 August 2013, *Nasrianti Syam & M. Nasir Syam* NS 28, sterile (BO); Bukit Plawi, Sub-district of Peureulak, East Aceh Regency, 30 m alt., April 1931, *Nainggolan* s.n., sterile (BO); **Jambi,** Kerinci Regency, Penuh river, 400 m alt., 22 July 1972, *J. Dransfield* 2620, flowering (BO).

5. *Korthalsia laciniosa* Mart., Hist. Nat. Palm. III: 211 (1845)

Synonym. *Korthalsia andamanensis* Becc., Malesia 2: 76 (1884); *Korthalsia grandis* Ridl., Mat. Fl. Malay. Penins. 2: 217 (1907); *Korthalsia scaphigera* Kurz, Forest Fl. Burma 2: 513 (1877); *Korthalsia teysmanii* Miq., Fl. Ned. Ind., Eerste Bijv.: 591 (1861); *Korthalsia wallichiifolia* (Griff.) H. Wendl. in O.C.E.de Kerchove de Denterghem, Palmiers: 248 (1878).

It can climb rattan to 50 m. *Stem* with sheath 3 – 7 cm in diameter, without

sheath 2 – 6 cm in diameter; internodes 30 cm. *Leaf* 2.5 m long including petiole, rachis, and cirrus; sheath whitish with indumentum, smooth solitary spines, spines 0.6 cm long; ocrea 10 – 15 cm, tightly sheathing ocrea, membranous; petiole 6 – 8 cm long; cirrus 1.2 m long; rachis 0.5 – 1.2 m, grapnel spines; 6 – 8 leaflets each side of rachis, opposite regularly arranged, *petiolules* present, rhomboid shape, 15 – 30 × 12 – 19 cm, different color on surface, indumentum present, distal margin *praemorse*, apices shape acuminate, basis shape cuneate, transverse veinlets present. *Inflorescence* 50 – 75 cm long, branched; *rachillae* 10 – 15 × 0.5 – 1 cm. *Fruit* oblong, 2 × 1.5 cm.
Habitat. Dipterocarp forest. 250 - 1000 m alt.
Distribution. Andaman Island, Nicobar Island, Myanmar, Thailand, Indochina, Malay Peninsula, Sumatra, Java, the Philippines.
Vernacular name. Uwi dahanan (Palembang).
Uses. Not recorded.
Specimens examined. Sumatra: Lampung, Lampung**,** 914, *Gusdorf* 317, 311, sterile (BO); **South Sumatra,** Kelam Hill, Curup Village, Sub-district of Tanah Abang, Penukal Abab Lematang Ilir Regency, 1.000 m alt., 13 February 1971, *J. Dransfield* 1244, sterile (BO); Sub-district of Muaradua, Palembang City, 250 m alt., 1 June 1915, *Grashoff* 425, flowering (BO); Palembang City, Sub-district of Sematang Ulu, 150 m alt., 19 February 1915, *Grashoff* 199, flowering (BO); **North Sumatra,** Lawang Hill, Sub-district of Bahorok, Langkat Regency, 600 m alt., 27 February 1973, *J. Dransfield* 3367, sterile (BO).

6. *Korthalsia paucijuga* Becc., Ann. Roy. Bot. Gard. (Calcutta) 12(2): 121, 122 (1918)

It can climb rattan to 30 m. *Stem* with sheath 0.6 – 1 cm in diameter, without sheath 0.5 cm in diameter; internodes 10 cm. *Leaf* 80 cm long including petiole, rachis, and cirrus; smooth solitary spines, spines 0.1 cm long; ocrea 0.5 – 1.5 cm, tightly sheathing ocrea; petiole 1 – 3 cm long; cirrus 30 cm long; rachis 50 cm, grapnel spines; 6 – 8 leaflets each side of rachis, opposite regularly arranged, *petiolules* present, rhomboid to lanceolate shape, 15 – 20 × 4 – 5.5 cm, different color on surface, indumentum present, distal margin *praemorse*, apices shape acuminate, basis shape cuneate, transverse veinlets present. *Inflorescence* 20 cm long, branched; *rachillae* 8 × 0.4 cm. *Fruit shapes* round to oblong, 1.2 × 1 cm.
Habitat. Peatland forest. 4 m altitude.
Distribution. Sumatra, Borneo
Vernacular name. Rotan tai ayam (Sumatra Barat)
Uses. Not recorded.
Notes. *K. paucijuga* has any similar characters with *K. debilis*, but the species can be distinguished from the size of the plant and stem diameter. *K. paucijuga* has smaller stem diameter than *K. debilis*.
Specimens examined. Sumatra: Jambi, Berbak Wildlife Reserve, near Air Hitam river, 4 m alt., 13 July 1972, *J. Dransfield* 2564, sterile (BO); **West Sumatra,** 16 January 1935, *Houtv.J.H.de Haan* 47, sterile (BO).

7. *Korthalsia rigida* Blume, Rumphia 2: 167 (1843)

Synonym. *Korthalsia ferox* var. malayana Becc. in J.D.Hooker, Fl. Brit. India 6: 476 (1893); *Korthalsia hallieriana* Becc., Ann. Roy. Bot. Gard. (Calcutta) 12(2): 142 (1918); *Korthalsia paludosa* Furtado, Gard. Bull. Singapore 13: 313 (1951); *Korthalsia polystachya* Mart., Hist. Nat. Palm. 3: 210 (1845).

It can climb rattan to 50 m. *Stem* with sheath 1.5 – 2.5 cm in diameter, without sheath 1 – 2 cm in diameter; internodes 20 cm. *Leaf* 1.5 – 2 m long including petiole, rachis, and cirrus; sheath green with whitish indumentum, solitary triangular brown spines, spines 0.2 – 3 cm long; ocrea 16 – 50 × 3 – 7 cm,

divergent ocrea; petiole 10 – 35 cm long; cirrus 0.75 – 1.75 m long; rachis 0.65 – 1.35 m long, grapnel spines; 6 – 10 leaflets each side of rachis, alternate regularly arranged, *petiolules* present, rhomboid shape, 9 – 15 × 6 – 8 cm, leaflets dark green and whitish undersurface, indumentum present, distal margin *praemorse*, apices shape acuminate, basis shape cuneate, transverse veinlets present. *Inflorescence* 70 – 80 cm long, branched; *rachillae* up to 10, *rachillae* 15 – 30 × 0.5 cm. *Fruit* round, 2 cm wide, covered vertical of rows green brownish.

Habitat. Lowland hills, dipterocarp forest, primary forest. 3 - 1300 m altitude.

Distribution. Thailand, Malaya, Sumatra, Borneo, Palawan

Vernacular name. Rotan danan (Aceh), rotan kubin (Sumatra Barat), rotan belidang (Riau), rotan melandang (Belitung).

Uses. Furniture

Specimens examined. Sumatra: Aceh, Kemiri Mountain, Aceh Southeast, 700 m alt., 21 November 1975, *J.P. Mogea* 622, sterile (BO); Gayo Luwes Regency, 744 m alt., 2 November 1997, *Pak Ikram Sangaji & Sasha Barrow* 25, sterile (BO); **Kepulauan Bangka Belitung,** Permis Hill, Sub-district of Simpang Rimba, South Bangka Regency, 207 m alt., 23 March 2011, Leg. ign. *SHER 010*, sterile (BO); Sub-district of Belinyu, Bangka Regency, 80 m alt., 30 October 1914, *W. Grashoff* 60, sterile (BO); Sub-district of Lubuk Besar, Bangka Regency, 20 m alt., 26 August 1949, *Kostermans & Anta* 133, flowering (BO); Belitung Regency, 1913, *Heyne* 4, flowering (BO); Gunung Permisan, Sub-district of Simpang Rimba, South Bangka Regency, 300 m alt., *H.A.B. Bünnemeyer* 2025, sterile (BO); **Riau,** Sub-district of Kuala Cenaku, Indragiri Hulu Regency, 3 m alt., 15 January 1919, *Rapii* BB.31.267, BB.31.268, sterile (BO); **West Sumatra,** Rimbo Panti Nature Preserve, Sub-district of Panti, Pasaman, 35 km to north from Lubuk Sikaping, 200-500 m alt., 5 August 1999, *Nurainas* N 1354, flowering (BO); Talamau Mountain, Sub-district of Jorong Bungo Tanjung, Pasaman, 20 June 2011, *H. Rustiami*, *A. Haryadi, M. Ardiyani*, *Y. Santika*, *H. Handika*, *Wahyudi*, *& Daniel* HR 1854, sterile (BO); Muro Kulampi, Sijunjung Regency, 400 m alt., 26 February 1974, *J. Dransfield & J.P. Mogea* 3960, fruiting (BO); **South Sumatra,** Musi Rawas Regency, 50 m alt., 19 March 1916, *W. Grashoff* 1006, sterile (BO); Ogan Komering Ulu Regency, 80 m alt., 23 August 1915, *W. Grashoff* 584, sterile (BO); Palembang, Sub-district of Muaradua, 250 m alt., 12 June 1915, *W. Grashoff* 466, 30 July 1915, *W. Grashoff* 552, sterile (BO); **North Sumatra,** Lawang Hill, Sub-district of Bahorok, Langkat Regency, 500 m alt., 17 February 1973, *J. Dransfield* 3199, fruiting, 3201, sterile, 3202, flowering (BO), 20 February 1973, *J.* Dransfield 3257, fruiting (BO); Sub-district of Sibolangit, 400-550 m alt., 2 October 1927, *J.A. Lorzing* 12123, fruiting (BO); Sibualbuali Mountain Madurana track, Sipirok, 1.300 m alt., 20 May 1993, *J.J. Afriastini* 2400, fruiting (BO).

8. *Korthalsia robusta* Blume, Rumphia 2: 170 (1843)

Synonym. *Korthalsia macrocarpa* Becc., Ann. Roy. Bot. Gard. (Calcutta) 12(2): 149 (1918); *Korthalsia squarrosa* Becc., Philipp. J. Sci., C 4: 620 (1909).

It can climb rattan to 40 m. *Stem* with sheath 2 – 3.5 cm in diameter, without sheath 1.4 – 2 cm in diameter; internodes 25 cm. *Leaf* 1.5 – 3 m long including petiole, rachis, and cirrus; sheath green with brown indumentum, solitary triangular black spines, spines 0.2 – 3 cm long; ocrea 4 – 6 cm, tightly sheathing ocrea; petiole 10 – 25 cm long; cirrus 0.75 – 1 m long; rachis 30 – 80 cm, grapnel spines; 5 – 7 leaflets each side of rachis, opposite regularly arranged, *petiolules* present, rhomboid shape, 20 – 27 × 5 – 13 cm, leaflets dark green and whitish undersurface, indumentum

present, distal margin *praemorse*, apices shape acuminate, basis shape cuneate, transverse veinlets present. *Inflorescence* 35 – 55 cm long, branched; *rachillae* 13 – 16 × 1 – 1.2 cm. *Fruit* round, 1.8 – 2.3 × 0.9 – 1.6 cm, covered vertical of rows brownish.

Habitat. Lowland dipterocarp forest. 4 - 450 m altitude.

Distribution. Borneo, Philippine, Sumatra.

Uses. Not recorded.

Notes. *K. robusta* and *K. hispida* have divergent ocrea, and ants can inhabit it.

Specimens examined. Sumatra: Jambi, Berbak Wildlife Reserve, near Air Hitam river, 4 m alt., 13 July 1972, *J. Dransfield* 2567, sterile (BO); **Lampung,** Sub-district of Kota Agung, Tanggamus Regency, 350-450 m alt., 9 May 1968, *M. Jacobs* 8295, flowering (BO); Karangberak village, Sub-district of Pematang Sawah, Tanggamus Regency, 100 m alt., 20 February 1971, *J. Dransfield* 1258, sterile (BO).

9. *Korthalsia rostrata* Blume, Rumphia 2: 168 (1843)

Synonym. *Korthalsia lobbiana* H.Wendl., Bot. Zeitung (Berlin) 17: 174 (1859); *Korthalsia machadonis* Ridl., Mat. Fl. Malay. Penins. 2: 216 (1907); *Korthalsia scaphigera* Mart. Hist. Nat. Palm. 3(ed. 2): 211 (1845).

It can climb rattan to 20 m. *Stem* with sheath 0.5 – 1.5 cm in diameter, without sheath 0.4 – 0.9 cm in diameter; internodes 10 - 12 cm. *Leaf* 0.4 – 1 m long including petiole, rachis, and cirrus; sheath green with brown indumentum, solitary triangular brown-yellowish spines, spines 0.1 – 0.4 cm long; ocrea 2.5 – 5 × 1.3 cm, inflated ocrea, brown, armed with 0.2 – 0.5 cm; petiole 3 – 18 cm long; cirrus 0.3 – 1.25 m long; rachis 0.25 – 1.45 m, grapnel spines; 3 – 7 leaflets each side of rachis, opposite regularly arranged, *petiolules* present, rhomboid shape, 11 – 20 × 5 – 10 cm, leaflets dark green and whitish undersurface, indumentum present, distal margin *praemorse*, apices shape acuminate, basis shape cuneate, transverse veinlets present. *Inflorescence* 30 – 70 cm long, branched; *rachillae* 2 – 4, *rachillae* 8 – 18 × 0.5 – 0.8 cm, covered brown indumentum. *Fruit* oblong, 2 – 2.5 × 1.2 – 1.7 cm, covered vertical of rows brown.

Habitat. Lowland dipterocarp forest. 5 - 550 m altitude.

Distribution. Borneo, Malay Peninsula, Sumatra, Singapore

Vernacular name. Rotan semut (Bengkulu), wae semut (Riau), rotan kawan (Aceh)

Uses. Baskets

Notes. *K. rostrata* has an inflated ocrea like *K. echinometra*, but the ocrea of *K. rostrata* is shorter than *K. echinometra*. The ocrea of *K. rostrata* is inhabited by ants.

Specimens examined. Sumatra: Aceh, Meulaboh City, West Aceh Regency, 73 m alt., 21 October 1997, *Pak Ikram Sangaji & Sasha Barow* 6, sterile (BO); Julok Rayeuk village, Sub-district of Indra Makmur, East Aceh Regency, 100 m alt., May 1931, *Nainggolan* s.n., sterile (BO); Simpang Kiri Mountain, Sub-district of Simpang Kiri, Subulussalam, collected from Kampung Adan, area Tangan-Tangan, 23 October 1997, *Pak Ikram Sangaji & Sasha Barow* 11, sterile (BO); **Bengkulu,** Bukit Barisan Setalan National Park, Kaur Tengah, South Bengkulu, 400 m alt., 17 November 1995, *A. Keim* 14, fruiting (BO); **Kepulauan Riau,** Bakung Island, Lingga, 5 m alt., 19 August 1919, *H.A.B. Bünnemeyer* 7580, flowering (BO); **Lampung,** Bukit Barisan Selatan National Park, Kayongarang, Sukaraja Village, Sub-district of Semaka, 550 m alt., 27 August 2008, *D. Arifiani, R. Mahyuni & Sugianto* DA902, sterile (BO); **Riau,** Sub-district of Kuala Cenaku, Indragiri Hulu Regency, 10 January 1940, *Rapii* BB.31.249, BB.31.250, flowering (BO); Belit Village, Sub-district of Rambah, Rokan Hulu Regency, 65 m alt., 14 March 2011, *Fitri* V-3 027, sterile

(BO); **West Sumatra,** Sub-district of Tapan, 39 km Penuh river street, 500 m alt., 14 March 1974, *J. Dransfield & J.P. Mogea* 4162, fruiting (BO); Muro Kulampi, Sijunjung, 400 m alt., 26 February 1974, *J. Dransfield & J.P. Mogea* JD.3957, sterile (BO); Rimbo Panti Nature Preserve, Sub-district of Panti, Pasaman, 35 km to north from Lubuk Sikaping City, 200-500 m alt., 8 May 1999, *Nurainas* N 1355, sterile (BO); **South Sumatra,** Banyuasin Regency, 20 m alt., 26 September 1915, *W. Grashoff* 634, flowering (BO); Palembang, 1914, *Heyne* 22, flowering (BO); Musi Rawas Regency, 100 m alt., 10 March 1916, *W. Grashoff* 1003, flowering (BO); **North Sumatra,** Landak river, Lawang hill, Sub-district of Bahorok, Langkat, 250 m alt., 5 February 1980, *H. Wiriadinata & Maskuri* 669, fruiting (BO); 6 February 1980, *H. Wiriadinata & Maskuri* 682, flowering (BO); Sub-district of Ulu Besitang, Tanjung Pura Regency, 50 m alt., 14 August 1971, *J. Dransfield & D. Saerudin* 1847, sterile (BO); Bukit Lawang, Sub-district of Bahorok, Langkat, 550 m alt., 17 February 1973, *J. Dransfield* 3204, fruiting (BO).

3.3. Phenetic analysis

Phenogram formed 2 main cluster, *i.e.* Cluster A consisting of 4 species (*K. debilis, K. paucijuga, K. rigida, K. rostrata*) and Cluster B consisting of 5 species (*K. echinometra, K. flagellaris, K. laciniosa, K. hispida, K. robusta*) (Figure 4). Each species in the cluster was associated based on their morphological characters with a coefficient similarity of 0.53.

Cluster A was divided into two subclusters with a coefficient similarity value of 0.53. *Korthalsia debilis, K. paucijuga, K. rigida,* and *K. rostrata* had the same morphological character based on the ocrea's length (< 10 cm). *K. debilis, K. paucijuga,* and *K. rigida* had a tightly sheathing ocrea shaped. In contrast, *K. rostrata* had an inflated ocrea. *Korthalsia debilis* and *K. paucijuga* had a similar morphology character *i.e,* stem diameter < 2 cm with sheath, spine < 2 cm long, solitary spine, leaf < 1 m long, *petiolules* present, rachis < 50 cm long, cirrus < 1 m long. Both species are almost indistinguishable, but *Korthalsia paucijuga* is smaller than *K. debilis*.

Cluster B was divided into two subclusters with a coefficient similarity value of 0.61. Group I consisted of only *K. echinometra*. The character of *K. echinometra* that distinguished this species from other Korthalsia were inflated ocrea (≥ 10 cm long), narrow lanceolate leaflets, and *petiolules* absent. Meanwhile, Group II that consisted of 4 species (*K. flagellaris, K. laciniosa, K. hispida, K. robusta)* had similar morphology *i.e* clustering rattan climbing to ≥ 20 m, stem diameter ≥ 1 cm without ocrea, ≥ 2 cm with sheath, ocrea ≥ 10 cm long, leaf ≥ 1 m long, leaflet ≥ 20 cm long, rachis ≥ 50 cm long.

Group II in Cluster B was divided into two groups. The first group consisted of *K. flagellaris* and *K. laciniosa*, while the second group consisted of *K. hispida* and *K. robusta*. The characters that distinguished the first group from the second group were ocrea types, spine length, cirrus length, clustering rattan climbing ≥ 20 m, and tightly sheathing ocrea with ≥ 10 cm long. *K. hispida* and *K. robusta* had similar characters, such as stem diameter with ≥ 1 cm without ocrea, inflated ocrea with ≥ 10 cm long, spine ≥ 2 cm long. The research about *K. hispida* and *K. robusta* needs to be reviewed comprehensively, based on morphology (generative characters) or molecular.

The study showed that *K. echinometra* could easily be distinguished from other species in the genus *Korthalsia*. The species with the highest percentage coefficient similarity (0.93) are *K. hispida* and *K. robusta*.

The study also showed that *Korthalsia* had varied morphological characters that were distinguishable in

each species. Some species were indistinguishable in some conditions, *i.e K. debilis*, *K. paucijuga*, and *K. rigida.* Dransfield (1980) explained that *K. debilis* and *K.* rigida were undistinguishable if observed from vegetative characters. In this study, almost all of the specimens from *K. debilis*, *K. paucijuga*, and *K. rigida were* sterile. *Korthalsia* had a unique character that could distinguish it from another genus in *Calamoideae*. *Korthalsia* does not have knees and has rhomboid-shaped leaflets. Furthermore, generative characters may be crucial to identifying species rather than vegetative characters, but in some species, the characters can distinguish from the vegetative ones.

Korthalsia was generally found at 3 - 1300 m altitude. Generally, rattan is found in tropical areas at an altitude up to 3000 m above sea level with soil or rock substrates, except in mangrove forest areas (Dransfield et al., 2002). Certain types were found in several numbers in peatland forest areas or swamps. The types of *Korthalsia* found in peat or swamp forest areas included *K. flagellaris* and *K. paucijuga*. These findings supported previous research conducted by Dransfield (1980), who stated that this type grew in their habitat with peat or swampland conditions.

Korthalsia was more common in lowland forest and dipterocarp forest habitats than other habitats. It was also following the research conducted by Watanabe & Suzuki (2008), who discovered that *Korthalsia* rarely grew in conditions, such as swamps or peat. Few types of a rattan could live in inundated soil conditions where the amount of water is stagnant and very little, compared to forest habitat dipterocarp (Dransfield, 1992). This is because the conditions could complicate and inhibit drainage in plants and inhibit the growth of the seedlings underneath (Siebert, 1993).

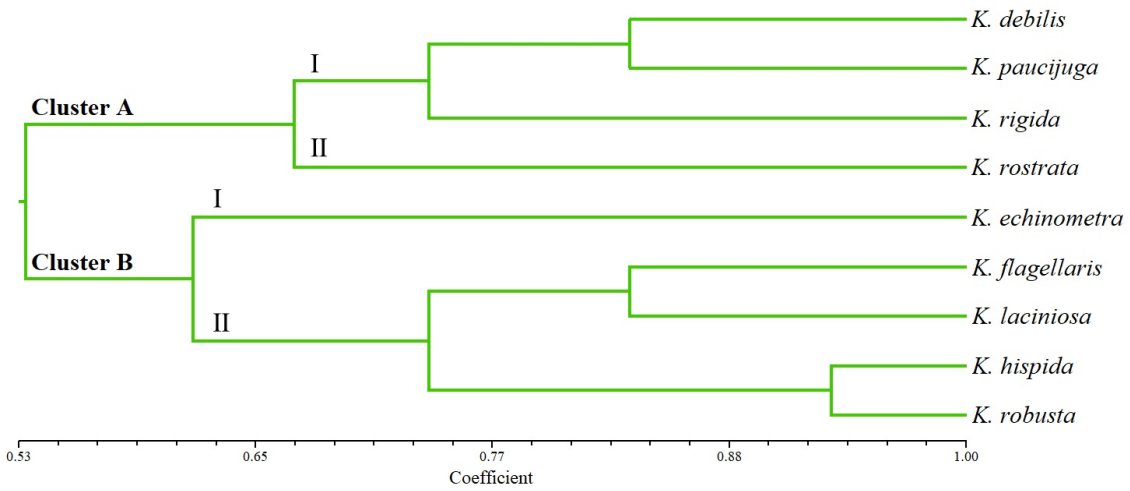


Figure 4. A UPGMA diagram of *Korthalsia* spp. in Sumatra based on morphological characters

4. Conclusion and Recommendation

4.1. Conclusion

There were nine species of *Korthalsia* in Sumatra found in the analysis of its morphological characters. Each species was distinguishable based on the shape and size variations of *Korthalsia* in Sumatra. The key morphological characters distinguishable among the species included ocrea type, leaflets shape, and inflorescences. The phenogram showed *Korthalsia* formed

two main clusters, *i.e.*, Cluster A consisting of 4 species and Cluster B consisting of five species. The similarity of *Korthalsia* in Sumatra showed that *K. echinometra* had a coefficient similarity of 0.61. The closest similarity was found between *K. hispida* and *K. robusta* with a coefficient similarity of 0.93. The distribution study of *Korthalsia* showed that *Korthalsia* was distributed in Sumatra with some variations of the total species in each region. South Sumatra contained the richest species number of *Korthalsia* with 6 out of 9 species in Sumatra.

4.2. Recommendation

Further research needs to be done for *Korthalsia* in other phytogeographic regions in Indonesia or Malesia. This study can be a reference for taxonomic researchers, and it can be the newest taxonomic status of *Korthalsia* in Sumatra. This study contained identification keys and descriptions of the species of *Korthalsia* in Sumatra that can be used to facilitate the identification of other species of *Korthalsia*. This study can be used as basic information to introduce the species of *Korthalsia* to maintain the population in the natural habitat.

Acknowledgements

We are thankful to the curators and staff of Herbarium Bogoriense (BO), Indonesian Institute of Science, to allow access to the specimens. We thank the individuals who contributed to this study.

References

Armayanti, L., Herawatiningsih, R., & Tavita, G. E. (2016). Keanekaragaman jenis rotan dalam Kawasan Hutan Tanaman Industri PT. Bhatara Alam Lestari Kabupaten Mempawah Provinsi Kalimantan Barat. *Jurnal Hutan Lestari*, *4*(4), 605–614. https://doi.org/10.29244/jpsl.5.2.187

Barfod, A. S., & Dransfield, J. (2013). *Flora of Thailand: Arecaceae for Flora of Thailand*. Bangkok: Department of National Parks, Wildlife, and Plant Conservation. Bangkok, Thailand.

Beccari, O. (1884). Piante ospitatrici. *Malesia, raccolta d'osservazioni lese e papuano 2*, 62 – 78.

Beccari, O. (1918). Asiatic palms — Lepidocaryeae, Part III, the species of *Korthalsia*. *Ann. Roy. Bot. Gard. (Calcutta) 12*(2): 104 – 155.

Blume, C. L. (1843). De Ceratolobo de Korthalsia. *Rumphia, sive commentationes botanicae imprimis de plantis Indiae orientalis: tum penitus incognitis tum quæ in libris Rheedii, Rumphii, Roxburghii, Wallichii aliorum recensentur* 2: 166-173.

Dransfield, J. (1979). *A manual of the Rattans of the Malay Peninsula*. Malaysia: Malaysia Forest Department.

Dransfield, J. (1980). A synopsis of the genus *Korthalsia* (Palmae: *Lepidocaryoideae*). *Kew Bulletin*, *36*(1), 163–194. doi: 10.2307/4119016

Dransfield, J. (1992). *The rattans of Sarawak.* Kew Royal Botanic Garden & Sarawak Forest Department.

Dransfield, J., Tesoro, F., & Manokaran, N. (2002). Rattan: Current research issues and prospects for conservation and sustainable development. Food and Agriculture Organization of the United Nations.

Dransfield, J. (1997). *The Rattans of Brunei Darussalam*. Royal Botanic Garden, Kew.

Dransfield, J., Uhl, N. W., Asmussen, C. B., Baker, W. J., Harley, M. M. & Lewis, C. E. (2008). *Genera Palmarum: The Evolution and Classification of Palms*. Kew

Publishing, Royal Botanic Gardens, Kew.

Furtado, C. X. (1951). *Palmae Malesicae XI: The malayan species of Korthalsia. Gardens' Bulletin Singapore*, *132*, 300–324.

Harris, J. G., & Harris, M. W. (2001). Plant Identification Terminology. An Illustrated Glossary, 2nd ed. Spring Lake (US): Spring Lake.

Henderson, A., & Pitopang, R. (2018). Short communication: The rattans (arecaceae) of Wallacea. *Biodiversitas*, *19*(1), 18–21. https://doi.org/10.13057/biodiv/d190103

Hidayat, T., Yoza, D., & Budiani, E. (2017). Identifikasi Jenis-Jenis Rotan Pada Kawasan Arboretum Universitas Riau. *Jurnal Online Mahasiswa Faperta*, *4*(1),1-6.

Jasni, Damayanti, R., & Kalima, T. (2012). *Atlas Rotan Indonesia* (O. Rachman & H. Mogea; 1st ed.). Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan.

Kalima, T., & Jasni. (2015). Prioritas penelitian dan pengembangan jenis rotan andalan setempat. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, *1*(8), 1868–1876.

Kalima, T., & Rustiami, H. (2018). *Identifikasi dan Pertelaan Jenis Rotan Pulau Jawa*. Bogor: CV. Sinar Jaya.

Kusmana, C., & Hikmat, A. (2015). Keanekaragaman Hayati Flora di Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, *5*(2), 187–198.

Martius, C. F. P. von. (1845). *Historia naturalis palmarum* 3 (2): 211. T. O. Weigel, Lipsiae.

Mathew, S., Krishnaraj, M., Mohandas, A., & Lakshminarasimhan, P. (2007). *Korthalsia rogersii* – A Vanishing Endemic Palm of the Andaman Islands. *Palms*, *51*(1), 43–47.

Mattes, M., Moog, J., Fiala, B., Werner, B., Nais, J., & Maschwitz, U. (1998). The rattan palm *Korthalsia robusta* Bl. and its ant and aphid partners: studies on a myrmecophytic association in Kinabalu Park, Sabah. *Sabah Parks Nature Journal*, *1*(May), 37–50.

Miquel, F. A. W. (1861). *Flora van Nederlandsch Indie*. Eerste Bijvoegsel 3:591.

Rohlf, F. J. (1997). NTSYS-pc Numerical Taxonomy and Multivariate Analysis System Version 2.01. Setauket, New York: Exeter Software.

Rustiami, H., Mogea, J. P., & Tjitrosoedirdjo, S. S. (2011). Revision of the rattan genus *Daemonorops* (Palmae: *Calamoideae*) in Sulawesi using a phenetic analysis approach. *Gardens' Bulletin Singapore*, *63*(1&2), 17–30.

Shahimi, S., Conejero, M., Prychid, C. J., Rudall, P. J., Hawkins, J. A., & Baker, W. J. (2019). A taxonomic revision of the myrmecophilous species of the rattan genus *Korthalsia (Arecaceae)*. *Kew Bulletin*, *74*(4), 69. https://doi.org/10.1007/s12225-019-9854-x

Siebert, S. (1993). The abundance and site preferences of Calamus zollingeri in two Indonesian national parks. *Forest Ecology and Management*, *59*, 105–113.

Sneath, P. H., & Sokal, R. R. (1973). Numerical Taxonomy: The Principles and Practice of Numerical Classification. 1st Edition, W. H. Freeman, San Francisco.

Syam, N., Chikmawati, T., & Rustiami, H. (2016). A phenetic study of the *Calamus flabellatus* complex (Palmae) in West Malesia. *Reinwardtia*, *15*(1), 27–41.

Watanabe, N. M., & Suzuki, E. (2008). Species diversity, abundance, and vertical size structure of rattans in Borneo and Java. *Biodiversity and Conservation*, *17*(3), 523–538. https://doi.org/10.1007/s10531-007-9268-1

pISSN: 0216 – 0439 eISSN: 2540 – 9689
Akreditasi Kemenristekdikti Nomor 21/E/KPT/2018

Impact of Litter Quality and Earthworm Populations on Seruk Spring Forest's Soil Characteristic

(Pengaruh Kualitas Serasah dan Populasi Cacing Tanah pada Karakteristik Tanah Hutan Sumber Seruk)

Abban Putri Fiqa* and Siti Sofiah
Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi, Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jl. Raya Surabaya-Malang km. 65, Purwodadi, Pasuruan, 67163, Jawa Timur, Indonesia; Telp. (0343) 615033

Info artikel:

***Keywords**: recharge area, conservation, earthworm density, soil attributes*

Article history:
Received:
27 January 2020;
Revised:
12 April 2020;
Accepted:
15 April 2021

ABSTRACT

Seruk spring, located in Batu, East Java, is a spring with four different Land Use Systems (LUS) in its surrounding area, comprising a mixed, a pine, an eucalypt, and a bamboo forests. Over time, there have been changes in land use around the area of Seruk Spring. This results in a decrease in the environmental quality, and even in the spring's water discharge. As spring serves as an important part of people living in the immediate vicinity, this research aimed to determine the differences in litter quality, earthworm populations, and soil porosity at each LUS. Litter was measured in each area and analyzed in the laboratory to determine its biomass and quality. Earthworm populations and biomass were measured with the iron box method, while the soil porosity and organic matter were based on secondary data from the previous research. The correlation among all the parameters was analyzed with Principal Components Analysis (PCA) using PAST 3 software. The results showed that the bamboo forest had the most suitable land-use system around spring, based on the highest litter thickness and its quality in the area. The different qualities of each LUS provided diverse advantages for the spring ecosystem. The presence of the bamboo forest around the spring area should be conserved, to maintain the quality of the ecosystem and the sustainability of the spring area itself.

1. Introduction

Land-use change is currently a serious and widespread environmental problem, as it causes various negative effects on the ecosystem services (Polasky, Nelson, Pennington, & Johnson, 2011; Borrelli et al., 2017; Batunacun, Nendel, Hu, & Lakes, 2018). One example that needs attention is the reduction of the conservation area around springs. Changes in natural conditions around the springs result in a decrease in the recharge area of the spring water table, which can cause the spring to become dry (Mishra, Khare, Gupta, & Shukla, 2014; Astuti, Sahoo, Milewski, & Mishra, 2019). Conserving the condition of the spring area and all its supporting parameters needs to be done to maintain the sustainability of the spring for human welfare. Several parameters that can be used to evaluate Land Use Systems (LUS) that are most suitable for conserving springs including the thickness and the quality of litter which affects the level of soil fertility, as well as the presence of soil macrofauna, which affects soil porosity and which makes it easier to absorb water and the process of litter decomposition Yusnaini, Niswati, Arif, & Nonaka, 2008; Yulistyarini & Sofiah, 2011).

Litter decomposition is an ecosystem process that plays an important role in global carbon dynamics and balance. The process of litter decomposition, which also produces CO_2

Editor: Asep Hidayat, S.Hut, M.Agr, Ph.D
Korespondensi penulis: Abban Putri Fiqa* (E-mail: abbanpf@gmail.com)
Kontribusi penulis: APF: melakukan pengambilan data, analisis data, menginterpretasi dan menulis draft karya tulis dan SS: melakukan pengambilan data, analisis data, menginterpretasi dan menulis draft karya tulis.

https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.1.83-95
©JPHKA - 2018 is Open access under CC BY-NC-SA license

into the atmosphere, is affected by global warming (Ott, Rall, & Brose, 2012). Changes in evapotranspiration and other environmental factors such as soil moisture have a direct effect on the decomposition process. Generally, the process of litter decomposition occurs more rapidly in warmer temperatures. Changes in the plant community can also affect the litter decomposition and all its input into the soil. Springwater is one of the ecosystems that may also be affected by climate change. The vegetation in the surroundings of the spring plays a role in the hydrological process and water storage in the soil (Song, Zhou, Gu, & Qi, 2015).

Vegetation, soil, and water is a complex integration that affects each other to maintain the productivity of the terrestrial ecosystem (Zhang, Xie, Fan, & Zhen, 2010). Forest land conversion has resulted in the reduction of one of the soil functions that as water storage. Some soil properties which are related to the water balance components, such as water storing capacity, infiltration, and pore stability are affected by land use and plant species that grow in the area. Species growing in the area might affect the water cycle and balance in the system (Yagüe, Domingo-Olivé, Bosch-Serra, Poch, & Boixadera, 2016). One of the vegetation roles in water balance in the soil is to provide organic materials. It is known that organic materials can improve the availability of nutrient elements in soil, which will improve the biophysical conditions of the soil.

Land vegetation generally absorbs more water because surface litter reduces the effects of raindrops beating, and organic materials, micro-organisms, and plant roots tend to increase soil porosity and stabilize soil structure resulting in a higher infiltration rate. Soil physical characteristics are important, especially in the process of water absorption into the soil. The conversion of natural tropical ecosystems may accelerate the degradation of the soil, or even to groundwater storage (Pudjiharta, 2010; Siringoringo, 2014). Forest conversion into intensive farming was also known to have a great impact on biodiversity (Kanianska, Jad'ud'ová, Makovníková, & Kizeková, 2016).

The richness of plant species indirectly affects litter decomposition due to the number of fauna species and the activity of soil microbes (Tresch et al., 2019). In tropical climates, earthworms in the ecosystem play a role in the process of decomposition and nutrient cycling in the soil (Singh, Schädler, Demetrio, Brown, & Eisenhauer, 2019). The earthworm presence and their community structure also give a big effect on the soil structure, gas dynamics, water flow, and C/N ratio in the soil (Bertrand et al., 2015). Their presence is also significant in introducing organic matter into mineral soils and forming humus (Ponge, 2013). Earthworms are considered soil engineers, as they impact soil properties and most of which give benefits to the soil. In this case, the earthworms will be much related to the litter produced by the vegetation and have a crucial impact on the nutrient cycle for the soil quality. Moreover, through its casts deposited on the surface of the soil, earthworms will create a rough surface to decrease run-off and erosion, and the tunnel they created provides high soil porosity simultaneously (Blouin et al., 2013).

In Indonesia, research on earthworms has not been widely conducted, especially those related to their indirect benefits on a spring's conservation. Earthworm research in Indonesia was mostly related to their benefits to the agricultural area (Nurhidayati, Arisoesilaningsih, Suprayogo, & Hairiah, 2012), earthworm as bioindicator on polluted soil (Joko, Anggoro, Sunoko, & Rachmawati, 2017), and their benefit to reclamation in the mining area (Nugroho, Widuri, & Sayektiningsih, 2018). The activity of earthworms will also benefit the

absorption of rainwater into the soil which will maintain the groundwater and water flow regulation (Dewi & Senge, 2015). It maintains the existence of a water source so that the water source can continue to benefit human beings. Therefore, the role of earthworms in the conservation area around a spring needs to be explored more. There are several LUSs in the recharge area of Seruk spring, including bamboo, forest area, eucalypt, and pine LUS. The land cover area of the pine LUS is the most extensive area covering approximately 51.72% or 10.27 ha of the recharge areas (Yulistyarini & Sofiah, 2011). The large pine LUS might affect water conservation. The presence of vegetation plays a considerable role in the availability of leaf litter and roots that can affect the physical, chemical, and biological properties of the soil so that it can create a good ecological environment for the hydrological balance of the spring in the area. However, although the impact of forest land-use change has been widely observed, the activity of forest land-use change nowadays is still happening.

Previous studies conducted in the conservation area around the spring in Batu City were mostly related to the vegetation composition, or the characteristic of the soil Yulistyarini, Solikin, Sofiah, & Laksono, 2009; Yulistyarini, 2011; Yulistyarini & Sofiah, 2011; Fiqa, Yulistyarini, & Arisoesilaningsih, 2018). Comprehensive research on vegetation relationships (represented by the resulting litter), soil macro biota, and soil characteristics, has never been carried out. This research is expected to provide new information regarding the correlation between these parameters for the decreasing number of spring conservation efforts in Batu City. This study aimed to compare the differences in litter quality, soil macrofauna, and soil characteristics in four types of forest surrounding the Seruk spring, to give more consideration regarding the effect of land cover in the conservation of the spring recharge areas.

2. Methodology

2.1. Study Site

This research was conducted in the Seruk Spring recharge area, Toyomarto, Pesanggrahan Village, Batu City, East Java. Geographically, the Seruk Spring is located at 07°53'02.7" S and 112°30'15.4" E, with an altitude of 1,233 meters above sea level. There are four types of forest surrounding the spring (Figure 1), which consists of pine (*Pinus merkusii*) forest (10.27 Ha), eucalypt (*Eucalyptus alba*) forest (1.97 Ha), bamboo forest (*Dendrocalamus asper*, *Gigantochloa atter*, and *Gigantochloa apus*) (1.80 Ha) and mixed forest more than 20 species of trees (dominated by *Trema orientalis, Ficus virens*, and *Ficus racemosa*) (0.44 Ha) (Yulistyarini & Sofiah, 2011).

2.2. Data Collection

Litter thickness was determined using a ruler from the forest floor. Biomass and litter quality were measured based on the taken plots with a size of 0.5 x 0.5 m each, with three times replication, in every observed area. The wet weight of the litter was weighed and dried furnace for 48 hours at 80°C (Hairiah, Ekadinata, Sari, & Rahayu, 2011), then the biomass of the litter was determined in each hectare. The quantities of lignin, polyphenol, cellulose, and ashes were determined with the Van Soest and Wine method (Van Soest & Wine, 1968), based on the separation of the different compounds of the material using specific reactive. The analysis process was conducted in Soil Biology Laboratory, Faculty of Agriculture, Brawijaya University.

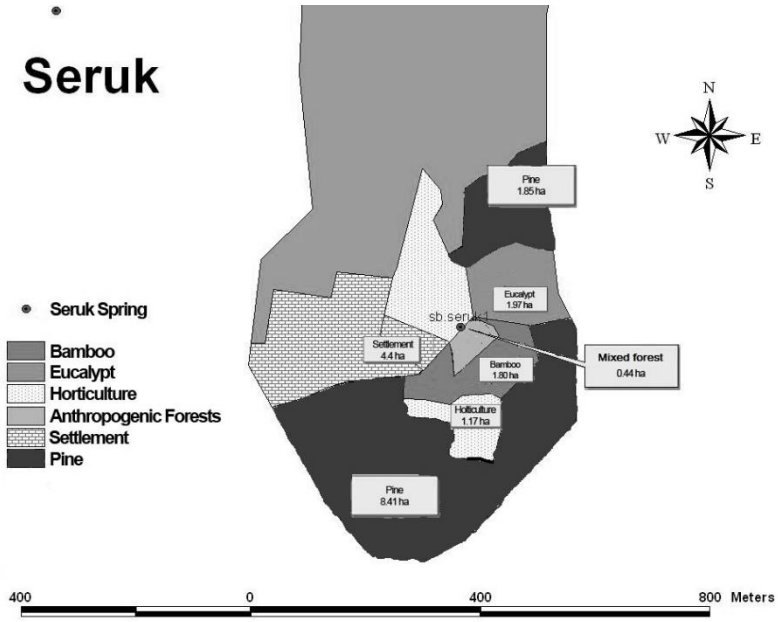


Figure 1. The Land Use System (LUS) around Seruk Spring, Batu City

Earthworm sampling was conducted in the morning. The sampling process was started by putting a steel frame measuring 20 x 20 x 10 cm into the ground (Lavelle & Spain, 2001). Excavated soils around the frame were done to limit the movement of earthworms elsewhere. Soil and earthworms' samples were taken from a depth of 0-10 cm, 10-20 cm, and 20-30 cm with three times replication. Samples of earthworms were taken manually (hand sorted) and then set in the biomass. The parameters observed were the biomass (g/m^2) and the density ($individual/m^2$) of earthworms.

Soil characteristics (porosity and soil organic matter), were obtained from secondary data based on the previous research. Bamboo forest and mixed forest are the native ecosystems of the recharge area, while the other two are artificial ecosystems.

2.3. Data Analysis

Analyses of variance (ANOVA) were performed to determine the differences among the four LUS (the presence of earthworm, litter quality and thickness, soil porosity, and organic matter) using the Tukey test at the level of 5% probability. The standard error of the mean for values for each land use was calculated using the three replicated samples. These analyses were carried out using the statistical software MINITAB 14. Principal Components Analysis (PCA) was done for further data analysis using PAST 3. The result was used to determine how vegetation covers impacted the environment.

3. Result and Discussion

Research results showed that bamboo forest was the most suitable LUS located around the water spring, due to its litter thickness, soil organic matter, and porosity. Based on Figure 2, showing the litter thickness measurements at the four different LUS, it was indicated that the bamboo forest area had the thickest litter compared to the other three areas. The litter thickness in the bamboo area reached about 3.68 cm, which was significantly higher than that in the pine area (1.61 cm), eucalyptus (1.17 cm), and mixed forests (2.85 cm).

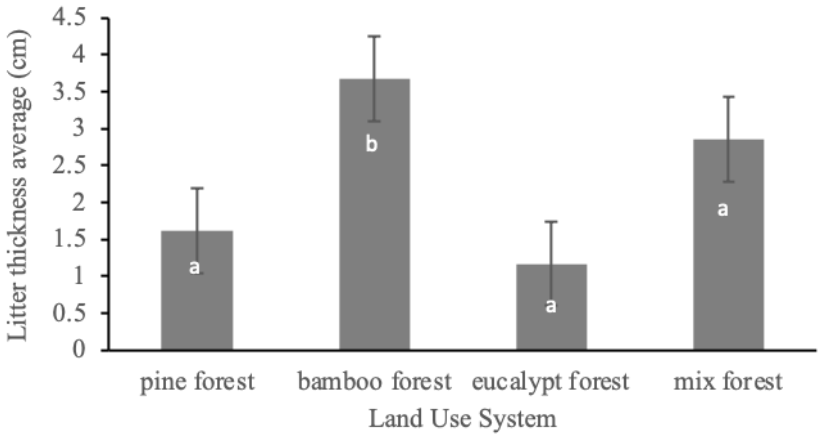


Figure 2. The thickness of litter on a variety of vegetation cover in the recharge area of Seruk Spring, Batu City with significant different of ($p<0.05$: a<b)

Figure 3 shows the quality of the litter thickness, in which the highest content of polyphenols was found in eucalypt LUS with a value of 20.05%. This was significantly different compared to the levels of polyphenols in the mixed, pine, and bamboo forests, with the value of 2.45%, 3.18%, and 2.42%, respectively. The highest lignin content was discovered in litter in the pine area that reached 32.25%. This was significantly different compared to the lignin content in the mixed forest (28.39%) and the eucalyptus forest (26.64%). The lowest lignin percentage was contained in the bamboo forest, which amounted to 16.39%. Litter in the bamboo forest had the highest cellulose content with 63.79%. This was significantly different compared to the cellulose contained in the pine forest litter (47.86%). The levels of cellulose in the pine forest litter were not significantly different when compared to that in the eucalyptus forest (45.22%). However, the mixed forest had significantly different levels of cellulose in a litter (40.18%), while the levels of cellulose in the litter in the mixed and the eucalyptus forests were not significantly different. The litter with the highest ash content was found in the bamboo forest, reaching 27.70%, which was significantly different from the ash content found in the mixed (15.44%), the pine (9.62%), and the eucalyptus (11.35%) forest (Figure 3).

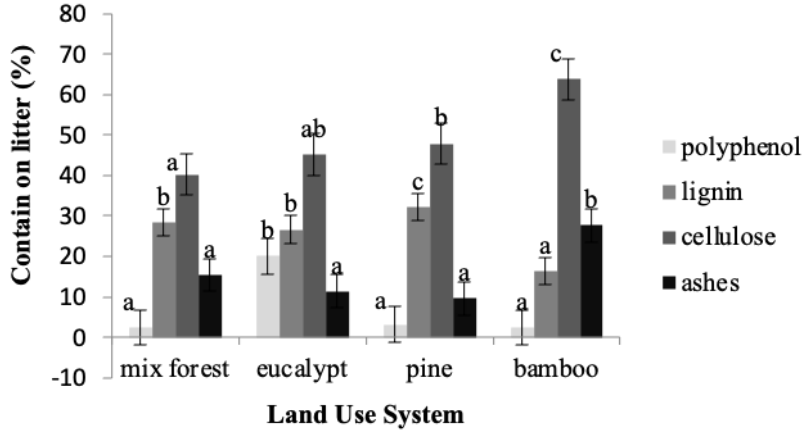


Figure 3. The content of litter on some land cover area in the recharge area of Seruk Spring, Batu City; significant different ($p<0.05$: a<b)

Table 1 shows that the highest worm density was found in the eucalypt forest, which was 150 individual/m^2. The bamboo forest area, on the other hand, had the lowest density of 25 individual/m^2. Similarly, the highest earthworm biomass was also found in the eucalyptus forest area (123.75 g/m^2), and the lowest was found in the bamboo forest area (50 individual/m^2) as shown in Table 1. Table 1 also indicates the value of soil porosity in each area, consisting of the mixed forest area (50.43%), the eucalypt forest area (55.45%), the pine forest area (64.13%), and the bamboo forest area (56.06 %), with no significant differences in all of the LUS. However, the pine forest area had the highest percentage that was followed by the bamboo forest area. In line with soil porosity, soil organic matters in the pine and bamboo forest areas also greater than those in the mixed and eucalyptus forest areas (9.05% and 7.09%) to (2.39% and 3.165%).

Experimental research conducted in sugarcane fields in Malang Regency showed that earthworms will be found in areas with high organic matters (Nurhidayati et al., 2012), but this condition was not found in this study. However, research conducted in the peat forest in Central Kalimantan showed a similar result, where the area with a high litter thickness was not a preferred habitat for earthworms (Maftu'ah & Susanti, 2009). Therefore, the number of earthworms found in the bamboo forest area tended to be low.

LUS that might conserve the spring recharge area better than the others was bamboo LUS. The bamboo forest produced the highest litter thickness in the area (Figure 2) and had the highest soil organic matter and soil porosity (Table 1), which was significantly different from the other forest area. The bamboo forest, which had high cellulose and ashes on its litter (Figure 3), benefited the environment. A high litter thickness, as well as cellulose and ashes contained in the litter, gave a positive impact on the soil organic matter and soil porosity (Figure 4). The differences in the land cover system will affect both the quality of litter inputs, quantity, and sustainability. Litter of the various plant species will have a changing effect on the process of litter decomposition. It is reported that bamboo litter undergoes slow decomposition because as a woody monocot, bamboo has a higher density of wood and cellulose fibers (Liu et al., 2015).

The results from the main component analysis performed on litter quality, earthworm populations, and soil characteristics in four different LUS, were grouped into two main components. This was indicated by the value of eigenvalue >1. The two new components explained 87.32% (the first component was 64.71% and the second component was 22.61%) of the observed variables. The first component had relatively greater information than the second component. Based on the above component analysis, the following was the eigenvalue value of each component (Table 2). Component one provided more information than component two. Cellulose was the litter content component that had the most influence on component one (PC1). Polyphenols were the litter content components that had the most influence on component two (PC2). However, Figure 3 showed that the most closely correlated variables in the eucalypt forests were the earthworm's density and biomass, whereas in the bamboo forest LUS was ashes and cellulose. For the decomposers, in the process of digestion, decomposing cellulose was preferable to decomposing lignin (Talbot & Treseder, 2012).

Table 1. The mean value of earthworms' density and biomass with soil organic matters and porosity in each LUS

Land cover	The Density of earthworms (individual m^{-2})	Biomass of earthworms (g m^{-2})	Soil organic matter (%)*	Porosity (% vol)*
Mix forest	50^{b}	110^{b}	2.92^{a}	51.53^{a}
Eucalypt	150^{c}	123.75^{b}	3.17^{a}	55.83^{b}
Pine	50^{b}	33.75^{a}	7.09^{b}	52.50^{ab}
Bamboo	25^{a}	25^{a}	8.56^{b}	62.47^{c}

Remarks: Different notation showed significantly different values ($p<0.05$: a<b); * (Yulistyarini, 2011)

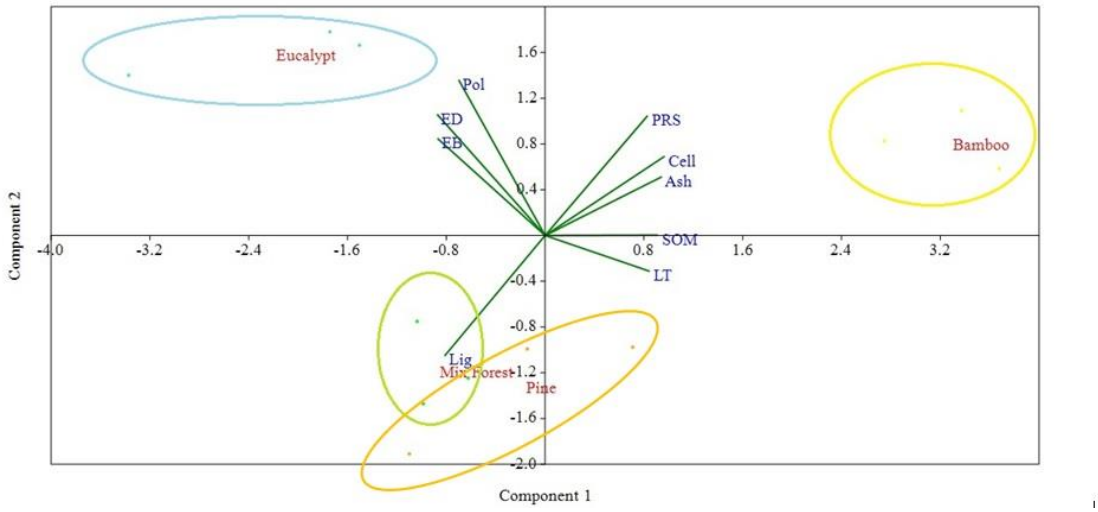


Figure 4. Correlation between litter, soil macrofauna, and soil characteristics in Seruk Spring recharge area (PC 1: 64,709% and PC 2: 22,606)

Table 2. Eigenvalue on litter quality, earthworm's population, and soil characteristic in four different LUS

	PC 1	PC 2
Eigenvalue	**5.82378**	**2.0345**
% variance	**64.709**	**22.606**
Variable		
Litter Thickness	0.3256	-0.12022
Lignin	-0.31345	-0.4053
Polyphenols	-0.26974	0.52441
Ashes	0.3638	0.19774
Cellulose	0.37262	0.26659
Earthworm Biomass	-0.33556	0.32675
Earthworm Density	-0.33681	0.40806
Porosity	0.31964	0.40351
Soil Organic Matter	0.35153	0.0011036

Thick litter in the bamboo forest supported the hydrological function of the recharge area of the spring. As stated by Lu, Liu, Hwang, & Wang (2007), the abundance the abundance of bamboo fine roots serves not only as a source of organic material that helps the development of soil structure, but also forms channels for water movement at the root of the mildew. Therefore, LUS bamboo has been recommended for recharge spring area management (Yulistyarini & Sofiah, 2011). Bamboo adds a great amount of organic matter to the soil (Uluocha,

Udeagha, & Umeojiakor, 2016). The presence of canopy cover, basal area, lower plants, and litter will increase soil organic matter, so the soil will contain many microorganisms. This will invite the micro and macrofauna soil, which in turn will speed up the process of mineralization and the decomposition by soil microorganisms will run faster.

The rate of litter decomposition in the mixed forest consisting of various plant species increased compare to that with one plant species only, due to the presence of additional substances from the exudate in the mixed forest litter. This rate of decomposition can change faster or slower, or interact positively or negatively than expected (Ge et al., 2013). The mixture of various species of litter causes the transfer of nutrients between litter components, due to differences in the quality of the litter content (Pan et al., 2020).

Based on the tree density, the pine LUS had the highest density of trees than any other LUS. However, the litter of some pine species, eucalypt species, and the natural forest had no significant different decay time that can be referred to (Demessie, Singh, Lal, & Strand, 2012). This is made sense that the level of litter thickness in the three areas is not significantly different as reported in this study. A thick layer of litter will increase soil organic matter since its thickness is associated with the process of decomposition and mineralization, in addition to other functions such as protecting soil from erosion and avoiding soil from direct rainwater (Fiqa & Sofiah, 2011; B. Zhang, Wang, Yao, & Bi, 2013; Li, Niu, & Xie, 2014). However, ecological interactions by the soil microbial community are also impacted by secondary metabolites released by the surrounding vegetation. Pine and eucalypt produce secondary metabolite, and this might give an effect on the soil microbial living in the area and working as litter degrading agents in the area.

Litter consists of various organic compounds that are relatively different between plant species (Krishna & Mohan, 2017). From the four observed area, the lowest litter quality was found in the eucalypt forest due to polyphenols and lignin contained in its litter which was very high with 20.05% and 26.64%, respectively. This indicates a slow decaying litter. The other area was the pine forest. Pine litter contains polyphenols which are relatively good (3.18%), whereas lignin content was categorized as high (32.25%). The lignin percentage in the pine forest in this study was similar to that reported by Rahman & Motiur (2012) which was about 29.3%-37%. Lignin is a chemical compound (together with cellulose) that negatively influences the rate of decomposition due to its compound that is quite resistant to the decomposition process Rindyastuti & Darmayanti, 2010; Rahman & Motiur, 2012). The highest polyphenol (tannin) contained in the litter in eucalyptus LUS with 20.05%.

However, based on the research in Korea during the ten-weeks decomposition of leaves, pine needles reduced mass was only 23.6%-30.4% (Chae et al., 2019). It shows that the pine litter needs a long time to decompose. Litter quality has become one of the important factors that regulate the rate of litter decomposition (Zhang, Zou, & Siemann, 2017), which varies according to the plant species.

Different LUS showed significant different results on earthworms' density, biomass, and soil organic matter, while porosity in the four study areas did not show any significant differences. The same result was also indicated in the research conducted by Chotimah, Wasis, & Rachmat (2020) in Bogor. The eucalypt forest had the highest earthworm density and biomass, in contrast to the bamboo forest which had the lowest density, while the two other areas had the same earthworm density. Paoletti (1999) also

obtained a similar research result, where the biomass of earthworm in the tropical forest was higher than the earthworm biomass in the coniferous forest (pine forest), but the earthworm density in the coniferous forest was higher than that in the tropical forest. However, the species richness of earthworms in the tropical forest was higher than the other LUS. The earthworms in the pine forest were found in large numbers but the biomass was lower than that in the mixed forest area.

Eucalypt is planted side by side with grass used by farmers as animal feed. The application of fertilizer is carried out regularly by farmers to maximize the growth of fodder grass. This what has caused the density and biomass of earthworms in the eucalypt area to increase. This also happened to the research conducted by Haynes, Dominy, & Graham (2003) which found that earthworms gather in the area of animal feed grass plantations, due to fertilization applied in the area. The earthworm is a key species that can indicate the soil conditions in an area. Its presence, quantity, and density are used as indicators of the soil quality in the area (Blouin et al., 2013).

The value of soil porosity in each area as follows, mixed forest area (51.53%), eucalypt forest area (55.83%), pine forest area (52.50%), and bamboo forest area (62.47 %). The bamboo forest showed the highest percentage followed by the pine area. In line with soil porosity, soil organic matter in the bamboo forest and the pine forest area was also greater than that in the mixed forest and the eucalyptus forest (8.56% and 7.09%) to (2.92 % and 3.17%). The pine LUS was located next to agricultural land which is also likely to be fertilized periodically (See Figure 1). This might be the cause of the large amount of soil organic matter found in the pine area. (Six, Bossuyt, Degryze, & Denef, 2004) indicated that litter, earthworms, soil porosity, and soil organic matter had a coherent relationship.

The differences in physical properties and chemical characteristics of soil can cause differences in furthering the ability of soil water. Increasing the quality of soil organic matter due to the availability of litter can support the stability of soil physical properties, such as soil porosity. Soil macropore has a large role in the rate of water absorption into the ground, and this condition will also help to conserve water as well.

4. Conclusion and Recommendation

4.1. Conclusion

The bamboo forest was the most suitable land-use system (LUS) around the spring for recharge area. This was based on the highest soil organic matter and porosity due to the thickness and quality of litter in the area. The eucalypt forest had the highest earthworm density and biomass. Each LUS had advantages in terms of each characteristic that might give a good impact on the Seruk Spring.

4.2. Recommendation

To maintain the existence of the water sources, conservation efforts should be carried out more thoroughly. The existence of various types of LUS around the area needs to be preserved provided they support the sustainability of the water source. Similar research needs to be conducted in other water source areas, to discover the similarities or differences in patterns in different areas.

Acknowledgements

The author would like to thank all the fieldwork team members from Purwodadi Botanic Garden, for assisting in identifying the specimen, and to Ibu Titut Yulistyarini for giving a chance joining this research. We would also like to thank the local guide for providing technical assistance and guidance during the fieldwork.

References

Astuti, I. S., Sahoo, K., Milewski, A., & Mishra, D. R. (2019). Impact of Land Use Land Cover (LULC) change on surface runoff in an increasingly urbanized tropical watershed.. *Water Resources Management*, *33*(12), 4087–4103. https://doi.org/10.1007/s11269-019-02320-w

Batunacun, Nendel, C., Hu, Y., & Lakes, T. (2018). Land-use change and land degradation on the Mongolian Plateau from 1975 to 2015—A case study from Xilingol, China. *Land Degradation and Development*, *29*(6), 1595–1606. https://doi.org/10.1002/ldr.2948

Bertrand, M., Barot, S., Blouin, M., Whalen, J., de Oliveira, T., & Roger-Estrade, J. (2015). Earthworm services for cropping systems. A review. *Agronomy for Sustainable Development*, *35*(2), 553–567. https://doi.org/10.1007/s13593-014-0269-7

Blouin, M., Hodson, M. E., Delgado, E. A., Baker, G., Brussard, L., Butt, K. R., … Brun, J. . (2013). A review of earthworm impact on soil function and ecosystem services. *European Journal of Soil Science*, *64*, 161–182. https://doi.org/https://doi.org/10.1111/ejss.12025

Borrelli, P., Robinson, D. A., Fleischer, L. R., Lugato, E., Ballabio, C., Alewell, C., … Panagos, P. (2017). An assessment of the global impact of 21st century land use change on soil erosion. *Nature Communications*, *8*(1), 1–13. https://doi.org/10.1038/s41467-017-02142-7

Chae, H. M., Choi, S. H., Lee, S. H., Cha, S., Yang, K. C., & Shim, J. K. (2019). Effect of litter quality on needle decomposition for four pine species in Korea. *Forests*, *10*(5), 1–15. https://doi.org/10.3390/f10050371

Chotimah, T., Wasis, B., & Rachmat, H. (2020). Populasi makrofauna, mesofauna, dan tubuh buah fungi ektomikoriza pada tegakan Shorea leprosula di hutan penelitian Gunung Dahu Bogor. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, *17*(1), 79–98. https://doi.org/10.20886/jphka.2020.17.1.79-98

Demessie, A., Singh, B. R., Lal, R., & Strand, L. T. (2012). Leaf litter fall and litter decomposition under Eucalyptus and coniferous plantations in Gambo District, southern Ethiopia. *Acta Agriculturae Scandinavica Section B: Soil and Plant Science*, *62*(5), 467–476. https://doi.org/10.1080/09064710.2011.645497

Dewi, W. S., & Senge, M. (2015). Earthworm diversity and ecosystem services under threat. *Reviews in Agricultural Science*, *3*(0), 25–35. https://doi.org/10.7831/ras.3.25-35

Fiqa, A. P., & Sofiah, S. (2011). Pendugaan laju dekomposisi dan produksi biomassa serasah pada beberapa lokasi di Kebun Raya Purwodadi. *Berk. Penel. Hayati Edisi Khusus, 5F*, 17–20.

Fiqa, A. P., Yulistyarini, T., & Arisoesilaningsih, E. (2018). Ecosystem services assessment after 13 years restoration program in the Janitri Water Spring Conservation Area at Batu City. *Jurnal Pembangunan Dan Alam Lestari*, *9*(1), 1–8. https://doi.org/10.21776/ub.jpal.2018.009.01.01

Ge, X., Zeng, L., Xiao, W., Huang, Z., Geng, X., & Tan, B. (2013). Effect of litter substrate quality and soil nutrients on forest litter decomposition: A review. *Acta Ecologica Sinica*, *33*(2), 102–108. https://doi.org/10.1016/j.chnaes.2013.01.006

Hairiah, K., Ekadinata, A., Sari, R. R., & Rahayu, S. (2011). *Pengukuran cadangan karbon: dari tingkat lahan ke bentang alam. Petunjuk praktis. World Agroforestry Centre, ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya* (2nd ed., Vol. 2). Malang: World Agroforestry Centre,ICRAF SEA Regional Office, University of Brawijaya. Retrieved from http://apps.worldagroforestry.org/sea/Publications/files/manual/MN0049-11/MN0049-11-1.pdf

Haynes, R. J., Dominy, C. S., & Graham, M. H. (2003). Effect of agricultural land use on soil organic matter status and the composition of earthworm communities in Kwazulu-Natal, South Africa. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, *95*(2–3), 453–464. https://doi.org/10.1016/S0167-8809(02)00223-2

Joko, T., Anggoro, S., Sunoko, H. R., & Rachmawati, S. (2017). Pesticides usage in the soil quality degradation potential in Wanasari Subdistrict, Brebes, Indonesia. *Applied and Environmental Soil Science*, *2017*, 7 pages. https://doi.org/10.1155/2017/5896191

Kanianska, R., Jad'ud'ová, J., Makovníková, J., & Kizeková, M. (2016). Assessment of relationships between earthworms and soil abiotic and biotic factors as a tool in sustainable agricultural. *Sustainability (Switzerland)*, *8*(9), 906–919. https://doi.org/10.3390/su8090906

Krishna, M. P., & Mohan, M. (2017). Litter decomposition in forest ecosystems: a review. *Energy, Ecology and Environment*, *2*(4), 236–249. https://doi.org/10.1007/s40974-017-0064-9

Lavelle, P., & Spain, A. V. (2001). *Soil Ecology*. The Netherlands: Kluwer Academic Publisher. https://doi.org/10.1016/B978-008045405-4.00850-8

Li, X., Niu, J., & Xie, B. (2014). The effect of leaf litter cover on surface runoff and soil erosion in Northern China. *PLoS ONE*, *9*(9). https://doi.org/10.1371/journal.pone.0107789

Liu, G., Cornwell, W. K., Cao, K., Hu, Y., Van Logtestijn, R. S. P., Yang, S., … Cornelissen, J. H. C. (2015). Termites amplify the effects of wood traits on decomposition rates among multiple bamboo and dicot woody species. *Journal of Ecology*, *103*(5), 1214–1223. https://doi.org/10.1111/1365-2745.12427

Lu, S. Y., Liu, C. P., Hwang, L. S., & Wang, C. H. (2007). Hydrological characteristics of a Makino bamboo woodland in Central Taiwan. *Taiwan Journal of Forest Science*, *22*(1), 81–93.

Maftu'ah, E., & Susanti, M. A. (2009). Komunitas cacing tanah padabeberapa penggunaan lahan gambut di Kalimantan Tengah. *Berita Biologi*, *9*(4), 371–378.

Mishra, N., Khare, D., Gupta, K. K., & Shukla, R. (2014). Impact of land use change on ecosystem services: A review. *Advance in Water Resource and Protection*, *2*(2), 28–41. https://doi.org/10.1016/j.envdev.2020.100527

Nugroho, A. W., Widuri, S. S., & Sayektiningsih, T. (2018). Earthworm population at the post coal mining field in East Kalimantan, Indonesia. *Indonesian Journal of Forestry Research*, *5*(2), 81–93. https://doi.org/10.20886/ijfr.2018.5.2.81-93

Nurhidayati, Arisoesilaningsih, E., Suprayogo, D., & Hairiah, K. (2012). Earthworm population density in sugarcane cropping system applied with various quality of organic

matter. *Journal of Tropical Life Science*, *2*(3), 103–109. https://doi.org/10.11594/jtls.02.03.09

Ott, D., Rall, B. C., & Brose, U. (2012). Climate change effects on macrofaunal litter decomposition: The interplay of temperature, body masses and stoichiometry. *Philosophical Transactions of the Royal Society B: Biological Sciences*, *367*(1605), 3025–3032. https://doi.org/10.1098/rstb.2012.0240

Pan, J., Liu, Y., Yuan, X., Xie, J., Niu, J., Fang, H., … Zhang, L. (2020). Root litter mixing with that of japanese cedar altered CO2 emissions from moso bamboo forest soil. *Forests*, *11*(3), 1–10. https://doi.org/10.3390/f11030356

Paoletti, M. (1999). The role of earthworms for assessment of sustainability and as bioindicators. Agriculture, Ecosystems & Environment, *74*, 137-155.

Polasky, S., Nelson, E., Pennington, D., & Johnson, K. A. (2011). The impact of land-use change on ecosystem services, biodiversity and returns to landowners: A case study in the state of Minnesota. *Environmental and Resource Economics*, *48*(2), 219–242. https://doi.org/10.1007/s10640-010-9407-0

Ponge, J. F. (2013). Plant-soil feedbacks mediated by humus forms: A review. *Soil Biology and Biochemistry*, *57*, 1048–1060. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.07.019

Pudjiharta, A. (2010). pengaruh perubahan penggunaan lahan hutan terhadap hasil air di Baturaden. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, *7*(2), 119–126.

Rahman, M. M., & Motiur, R. M. (2012). Quantitative Chemical Defense Traits, Litter Decomposition and Forest Ecosystem Functioning. In J. A. Blanco (Ed.), *Forest Ecosystems - More than Just Trees*. In Tech. https://doi.org/10.5772/39003

Rindyastuti, R., & Darmayanti, A. S. (2010). Komposisi Kimia Dan Estimasi Proses Dekomposisi Seresah 3 Spesies Familia Fabaceae Di Kebun Raya Purwodadi. *Seminar Nasional Biologi*, 993–998.

Singh, J., Schädler, M., Demetrio, W., Brown, G. G., & Eisenhauer, N. (2019). Climate change effects on earthworms-a review Europe PMC Funders Group. *Soil Org*, *91*(3), 114–138. https://doi.org/10.25674/so91iss3pp114.Climate

Siringoringo, H. H. (2014). Perbedaan simpanan karbon organik pada hutan tanaman Acacia Mangium Wild dan hutan sekunder muda. *Jurnal Penelitian Hutan Dan Konservasi Alam*, *11*(1), 13–39. https://doi.org/10.20886/jphka.2014.11.1.13-39

Six, J., Bossuyt, H., Degryze, S., & Denef, K. (2004). A history of research on the link between (micro)aggregates, soil biota, and soil organic matter dynamics. *Soil and Tillage Research*, *79*(1), 7–31. https://doi.org/10.1016/j.still.2004.03.008

Song, X., Zhou, G., Gu, H., & Qi, L. (2015). Management practices amplify the effects of N deposition on leaf litter decomposition of the Moso bamboo forest. *Plant and Soil*, *395*(1–2), 391–400. https://doi.org/10.1007/s11104-015-2578-2

Talbot, J. M., & Treseder, K. K. (2012). Interactions among lignin, cellulose, and nitrogen drive litter chemistry-decay relationships. *Ecology*, *93*(2), 345–354. https://doi.org/10.1890/11-0843.1

Tresch, S., Frey, D., Le Bayon, R. C., Zanetta, A., Rasche, F., Fliessbach,

A., & Moretti, M. (2019). Litter decomposition driven by soil fauna, plant diversity and soil management in urban gardens. *Science of the Total Environment*, *658*, 1614–1629. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.12.235

Uluocha, O. B., Udeagha, A. U., & Umeojiakor, A. O. (2016). Effects of land use on nutrient content in soil and leaf litter under bamboo trees (*Bambusa vulgaris* Shrad Ex. J.C. Wendl) in South Eastern. *Journal of Agriculture and Rural Development*, *19*(1), 2511–2516.

Van Soest, P. J., & Wine, R. H. (1968). Determination of lignin and cellulose in acid-detergent fiber with permanganate. *Journal of AOAC INTERNATIONAL*, *51*(4), 780–785. https://doi.org/10.1093/jaoac/51.4.780

Yagüe, M. R., Domingo-Olivé, F., Bosch-Serra, À. D., Poch, R. M., & Boixadera, J. (2016). Dairy cattle manure effects on soil quality: porosity, earthworms, aggregates and soil organic carbon fractions. *Land Degradation and Development*, *27*(7), 1753–1762. https://doi.org/10.1002/ldr.2477

Yulistyarini, T. (2011). Keragaman vegetasi dan pengaruhnya terhadap laju infiltrasi di daerah resapan mata air Seruk, Desa Pesanggrahan -Batu. *Berk. Panel . Hayati Edisi Khusus*, *5*, 39–43.

Yulistyarini, T., & Sofiah, S. (2011). Valuing quality of vegetation in recharge area of Seruk Spring, Pesanggrahan Valley, Batu City, East Java. *Biodiversitas, Journal of Biological Diversity*, *12*(4), 229–234. https://doi.org/10.13057/biodiv/d120408

Yulistyarini, T., Solikin, Sofiah, S., & Laksono, R. A. (2009). Karakterisasi beberapa mata air di kota Batu dan vegetasi di sekitarnya. *Berkala Penelitian Hayati*, *3*(January), 87–93.

Yusnaini, S., Niswati, A., Arif, M. A. S., & Nonaka, M. (2008). The changes of earthworm population and chemical properties of tropical soils under different land use systems. *Journal of Tropical Soils*, *13*(2), 131–137. https://doi.org/10.5400/jts.2008.v13i3.253-260

Zhang, B., Wang, H., Yao, S., & Bi, L. (2013). Litter quantity confers soil functional resilience through mediating soil biophysical habitat and microbial community structure on an eroded bare land restored with mono Pinus massoniana. *Soil Biology and Biochemistry*, *57*, 556–567. https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2012.07.024

Zhang, C., Xie, G., Fan, S., & Zhen, L. (2010). Variation in vegetation structure and soil properties, and the relation between understory plants and environmental variables under different phyllostachys pubescens forests in Southeastern China. *Environmental Management*, *45*(4), 779–792. https://doi.org/10.1007/s00267-010-9429-y

Zhang, L., Zou, J., & Siemann, E. (2017). Interactive effects of elevated CO2 and nitrogen deposition accelerate litter decomposition cycles of invasive tree (Triadica sebifera). *Forest Ecology and Management*, *385*, 189–197. https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.11.045

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 languange.
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; refering 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.

Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam

Volume 18 Nomor 1, Juni Tahun 2021: 1-95

ISSN 0216-0439