

ISSN 0216 - 0439
E-ISSN 2540 - 9689

Jurnal

Penelitian Hutan dan Konservasi Alam

Journal of Forest and Nature Conservation Research

Volume 18 Nomor 2, Desember 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 publikasi 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 Lingkungan Hidup dan Kehutanan. Logo penerbit juga mengalami perubahan menyesuaikan Logo Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan

Dewan Redaksi (Editorial Board)

Ketua Dewan Redaksi

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

Anggota 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. Reny Sawitri, M.Sc (Konservasi Sumberdaya Hutan - 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. Yulianti (Silvikultur/Perbenihan - KLHK)

Prof. Ris. Dr. Subarudi, M.Wood.Sc (Sosiologi Kehutanan - KLHK)

Dr. Risma Illa Maulany, S.Hut., M.NatResSt (Pengelolaan Satwa Liar - Unhas Tamalanrea)

Deden Girmansyah, M.Si (Sistematika Tumbuhan - LIPI)

Dr. Jarwadi Budi Hernowo (Ekologi Satwaliar - IPB)

Dr. Achmad Siddik Thoha (Konservasi Sumberdaya Alam Hayati - USU)

Dr. Wanda Kuswanda (Konservasi Sumberdaya Hutan - KLHK)

Dr. Nunung Parlinah (Ekonomi Sumberdaya Alam dan

Lingkungan - KLHK)

Dr. Budi Hadi Narendra, S.Hut., M.Sc (Hidrologi dan

Konservasi - KLHK)

Dr. Iyan Robiansyah (Ekologi dan Konservasi Tumbuhan,

Species Distribution Modeling dan IUCN Red List Assessment - 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 Muhammadiyah Gorontalo)

Dr. Marthina Tjoa (Sosial Kehutanan - Universitas Pattimura)

Wahyu Catur Adinugroho, M.Si (Forest Biometrics, Biomass and Carbon Stock Assessment, 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)

Proof Reader

Ahmad Gadang Pamungkas, S.Hut., M.Si (Manajemen - KLHK)

Mamay Maisaroh, S.Hut., M.Si (Manajemen - 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 Reviewer* yang telah menelaah naskah yang dimuat pada Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam Volume 18 Nomor 2, Desember 2021:

Asep Hidayat, S.Hut., M.Agr., Ph.D (*Mikrobiologi - KLHK*)
Prof. Ris. Dr. Sri Suharti (*Perhutanan Sosial - KLHK*)
Prof. Ris. Dr. Acep Akbar (*Silvikultur Kebakaran Hutan - KLHK*)
Prof. Ris. Dr. Yulianti (*Silvikultur/Perbenihan - KLHK*)
Dr. Yulita Sri Kusumadewi (*Botani dan Ekologi - LIPI*)
Dr. Henti Hendalastuti Rachmat (*Silvikultur, Genetik - KLHK*)
Dr. Rozza Tri Kwatrina (*Konservasi Keanekaragaman Hayati - KLHK*)
Dr. Wanda Kuswanda (*Konservasi Sumberdaya Hutan - KLHK*)
Wahyu Catur Adinugroho, M.Si (*Forest Biometrics, Biomass and Carbon Stock Assesment, Carbon Accounting - KLHK*)
Rinaldi Imanuddin, S.Hut., M.Sc (*Manajemen Hutan dan Biometrika - KLHK*)
Deden Girmansyah M.Si (*Sistematika Tumbuhan - LIPI*)
Dr. Jarwadi Budi Hernowo (*Ekologi Satwaliar - IPB*)
Dr. Achmad Siddik Thoha, S.Hut. M.Si (*Konsevasi Sumberdaya Alam Hayati - USU*)
Dr. Nunung Parlinah (*Ekonomi Sumberdaya Alam dan Lingkungan - KLHK*)
Ir. Reny Sawitri, M.Sc (*Konservasi Sumberdaya Hutan - KLHK*)
Dr. Neo Endra Lelana (*Perlindungan Hutan - KLHK*)
Dr. Budi Hadi Narendra, S.Hut., M.Sc (*Hidrologi dan Konservasi - KLHK*)

Jurnal

Penelitian Hutan dan Konservasi Alam

Volume 18 Nomor 2, Desember Tahun 2021

ISI/CONTENT :

1. Nirmala Ayu Aryanti, Dany Fiqrullah Jaki, Teguh Pribadi, and Iwan Kurniawan
Mammal Distribution and Diversity in the Protected Forest of RPH Sumbermanjing Kulon
KPH Malang (*Distribusi dan Keanekaragaman Mamalia di Hutan Lindung RPH
Sumbermanjing Kulon KPH Malang*)..... 97-110
 2. Nur M. Heriyanto, Dolly Priatna, dan/and Ismayadi Samsuedin
Sediaan Karbon pada Hutan Bekas Terbakar di PT Bumi Andalas Permai, Provinsi Sumatera
Selatan (*Carbon Stock in Burnt Forest Area at PT Bumi Andalas Permai, South Sumatera
Province*)..... 111-122
 3. Musdi, Hardjanto, dan/and Leti Sundawati
Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kompetensi Petani Hutan Rakyat Jati di
Kabupaten Muna Provinsi Sulawesi Tenggara (*Analysis of Factors Affecting the Competence
of Teak Community Forest Farmers in Muna Regency South-East Sulawesi
Province*)..... 123-135
 4. Nur Mufarhatun, Iwan Hilwan, and Henti Hendalastuti Rachmat
Identification of Red Meranti Group (*Shorea* spp., Dipterocarpaceae) Saplings Based on
Variations in the Morphological Features of Quantitative Leaves (*Identifikasi anakan
Kelompok Meranti Merah (Shorea* spp., Dipterocarpaceae) Berdasarkan Variasi Ciri
Morfologi Daun Kuantitatif)..... 137-149
 5. Hamam Asyrowi, Bambang Hero Saharjo, dan/and Erianto Indra Putra
Pola Sebaran *Hotspot* di Taman Hutan Raya Raden Soerjo (*Hotspot Distribution Patterns in
Raden Soerjo Grand Forest Park*)..... 151-165
 6. Aulia H. Widjaya, M. Rahmad Suhartanto, Endah R. Palupi, dan/and Dian Latifah
Karakter Fisik dan Fisiologi Serta Metode Konservasi Benih *Vatica venulosa* Blume
(Dipterocarpaceae) (*Physical and Physiological Characteristics of Vatica venulosa Blume
(Dipterocarpaceae) Seed and Its Conservation Methods*)..... 167-181
 7. Moh. Ihsan, Ani Mardiasuti, Burhanuddin Masy'ud, and Yeni A. Mulyani
Feed Preferences of Yellow-crested cockatoo (*Cacatua sulphurea sulphurea*) in Pasoso Island,
Central Sulawesi (*Preferensi Pakan Kakatua-Kecil Jambul-Kuning (Cacatua sulphurea
sulphurea) di Pulau Pasoso Sulawesi Tengah*)..... 183-193
-



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

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 2, Desember 2021

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

UDC/ODC 630*111(594.47)

Nur M. Heriyanto (Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan), Dolly Priatna (Universitas Pakuan, Divisi Sustainability & Stakeholder Engagement, Asia Pulp and Paper Group) dan Ismayadi Samsuudin (³Yayasan Sahabat Pohon Indonesia) Sediaan Karbon pada Hutan Bekas Terbakar di PT Bumi Andalas Permai, Provinsi Sumatera Selatan
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, Desember 2021 p: 111-122

Kebakaran sering terjadi di hutan hujan tropis terutama di musim kemarau. Salah satu dampaknya yaitu berkurangnya biomassa dan menurunkan kandungan karbon. Tujuan penelitian adalah melakukan evaluasi sediaan karbon pada hutan bekas terbakar berulang. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2019 di hutan sekunder terbakar pada tiga lokasi terpilih yaitu lokasi kebakaran tahun 2015, lokasi kebakaran tahun 2017, serta lokasi kebakaran berulang tahun 1997, 2015 dan 2017 yang berada di areal kerja PT Bumi Andalas Permai, Provinsi Sumatera Selatan. Pada masing-masing lokasi, plot penelitian dibuat seluas satu Ha (100 x 100 m). Penelitian menunjukkan bahwa komposisi tegakan tingkat pohon, tiang dan semai di hutan terbakar tahun 2015 didominasi jenis uba (*Syzygium* sp.), pada hutan terbakar tahun 2017 didominasi jenis *Acacia crasscarpa* dan *Macaranga* sp., sedangkan pada hutan yang terbakar berulang tahun 1997, 2015 dan 2017 didominasi oleh jenis gelam (*Melaleuca cajuputi*). Sediaan karbon pada tegakan berdiameter ≥ 10 cm secara umum sangat rendah, yaitu sebesar 20,06 ton C/Ha pada tegakan hutan terbakar tahun 2015, sebesar 0,42 ton C/Ha di hutan terbakar tahun 2017 dan sebesar 0,16 ton C/Ha pada hutan terbakar berulang tahun 1997, 2015 dan 2017. Kebakaran hutan berulang berdampak pada turunnya biomassa dan jumlah pohon per-ha, sehingga untuk memulihkannya diperlukan restorasi dan kerja yang ekstra keras mencegah kebakaran.

Kata Kunci: Sediaan tegakan, sediaan karbon, hutan bekas terbakar

UDC/ODC 630*922.2(594.25)

Musdi (Sekolah Pasca Sarjana, IPB University), Hardjanto dan Leti Sundawati (Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB University)
Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kompetensi Petani Hutan Rakyat Jati di Kabupaten Muna Provinsi Sulawesi Tenggara
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, Desember 2021 p: 123-135

Hutan rakyat merupakan salah satu usaha tani yang umum dikembangkan oleh masyarakat di Kabupaten Muna. Motivasi utama para petani untuk mengembangkan hutan rakyat adalah sebagai investasi untuk menunjang perekonomian rumah tangganya di masa depan. Pengelolaan hutan rakyat yang baik harus didukung oleh petani yang kompeten. Saat ini belum banyak kajian terkait dengan tingkat kompetensi petani dalam mengelola hutan, oleh karena itu perlu dilakukan kajian terhadap kinerja petani dalam mengelola hutan guna menjaga dan meningkatkan produktivitas hasil hutannya. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui kompetensi petani hutan rakyat jati; dan (2) menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kompetensi. Pengambilan sampel menggunakan Purposive Sampling berdasarkan pada domisili dan jenis tanaman yang dibudidayakan. *Structural Equation Modeling* (SEM) yang dioperasikan dengan program *Linear Structural Relationship* (LISREL) digunakan sebagai analisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum kompetensi petani termasuk dalam kategori sedang, dilihat dari aspek pengetahuan, keterampilan petani dan tindakannya dalam mengelola hutan rakyat jati. Kompetensi petani dipengaruhi secara nyata oleh faktor eksternal yaitu kelompok tani dan akses informasi. Indikator yang paling berpengaruh secara signifikan terhadap kompetensi petani adalah keberadaan kelompok tani. Tingkat kompetensi yang dimiliki petani saat ini memberikan gambaran tentang bentuk pengelolaan hutan rakyat yang telah dilakukan.

Kata kunci: Hutan rakyat, kelompok tani, kompetensi

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

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 2, Desember 2021

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

UDC/ODC 630*342.23(594.59)

Hamam Asyrowi (Program Studi Magister Silvikutur Tropika, Sekolah Pascasarjana IPB University), Bambang Hero Saharjo, dan Erianto Indra Putra (Departemen Silvikutur Tropika, Fakultas Kehutanan, IPB University)
Pola Sebaran *Hotspot* di Taman Hutan Raya Raden Soerjo
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, Desember 2021 p: 151-165

Kebakaran hutan merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan hutan dan lahan di Indonesia. Kejadian kebakaran tidak hanya terjadi di Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera akan tetapi juga terjadi di Pulau Jawa, seperti di Jawa Timur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pola sebaran titik panas (*hotspot*) kebakaran hutan di Taman Hutan Raya Raden Soerjo (Tahura R. Soerjo) Jawa Timur. Metode analisis *time series* digunakan untuk mendapatkan informasi kebakaran yang terjadi di Tahura R. Soerjo dari tahun 2011- 2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *hotspot* terjadi pada Juni sampai November dan mengalami kenaikan pada Agustus. Sebaran *hotspot* tersebut secara dominan terjadi pada daerah lereng yang landai dengan kemiringan 8-15% dan sebaran *hotspot* terendah pada daerah lereng yang curam dengan kemiringan 25-45%. Tiga implikasi dari penelitian ini yaitu sebaran hotspot dapat mengindikasikan adanya potensi kebakaran hutan di kawasan Tahura R. Soerjo, pola sebaran hotspot dapat dipetakan secara spasial dan temporal, dan mitigasi kebakaran dapat dilakukan berdasarkan pola sebaran hotspot baik secara spasial atau temporal di kawasan Tahura R. Soerjo.

Kata kunci: Curah hujan, hotspot, kelerengan, kebakaran hutan, Taman Hutan Raya Raden Soerjo

UDC/ODC 630*232

Aulia H. Widjaya (Sekolah Pascasarjana Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, IPB University, Pusat Riset Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN)), M. Rahmad Suhartanto, Endah R. Palupi (Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University), and Dian Latifah (Pusat Riset Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN))
Karakter Fisik dan Fisiologi Serta Metode Konservasi Benih *Vatica venulosa* Blume (Dipterocarpaceae)
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, Desember 2021 p: 167-181

Vatica venulosa Blume merupakan jenis tumbuhan langka dengan kategori *Critically Endangered* A1c ver 2.3. Benih *V. venulosa* bersifat rekalsitran dan studi mengenai penentuan waktu panen, standar pengujian viabilitas, kadar air kritis benih untuk mendukung konservasi *V. venulosa* belum banyak dilakukan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mempelajari periode perkecambahan, waktu masak fisiologi buah, kadar air kritis dan metode konservasi embrio *V. venulosa*. Periode perkecambahan *V. venulosa* memiliki hitungan awal dan akhir pada 23 hari setelah semai (HSS) dan 33 HSS. Benih *V. venulosa* mencapai masak fisiologi pada 101 ± 3 hari setelah antesis (HSA) sampai 106 ± 3 HSA. Kadar air kritis benih *V. venulosa* sebesar 38,63%-39,59%. Pertumbuhan embrio *V. venulosa* menggunakan *Woody Plant Medium* (WPM) memiliki tingkat keberhasilan sebesar 70% pada kadar air 34,1%. *Woody Plant Medium* hanya bisa digunakan hingga 15 hari setelah tanam (HST) untuk eksplan embrio tumbuhan berkayu yang memiliki kandungan fenolik tinggi. Benih *V. venulosa* memiliki daya berkecambah sebesar 78,75%-81,25% dan akan menjadi bibit dengan 2 helai daun pada 45 HSS. Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa benih *V. venulosa* dapat dipertahankan melalui metode konservasi secara *invitro* untuk mendukung program konservasi benih tanaman langka.

Kata kunci: Embrio, hitungan akhir, hitungan awal, kadar air kritis, masak fisiologi

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

ISSN 0216-0439

E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 2, December 2021

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

UDC/ODC 630*149 (594.59)

Nirmala Ayu Aryanti (Forestry Study Program, Faculty of Agriculture-Animal Husbandry, Muhammadiyah University of Malang), Dany Fiqrullah Jaki, Teguh Pribadi (Wildlife Study Group, Forestry Study Program, Faculty of Agriculture-Animal Husbandry, Muhammadiyah University of Malang) and Iwan Kurniawan (Faculty of Forestry, Malang Agricultural Institute)

Mammal Distribution and Diversity in the Protected Forest of RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang

J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, December 2021 p: 97-110

The Protected Forest of RPH (Forest Management Resort) Sumbermanjing Kulon is an area, which is susceptible to land conversion due to human activities, such as road construction and tourism. These conditions might harm the habitat of several animals and disturb their movements, specifically in the mammal group. Therefore, the purpose of this research is to determine the distribution and diversity of mammals as the basis for the proper management of the RPH. This research was conducted on a variety of forest habitats located on plot 97A, which covers an area of 331.5 Ha. Moreover, data were collected by creating line transects in this location and then analyzed by constructing a map of the mammals' distribution using the Shannon-Winer diversity index, evenness, and species richness. According to the results, 23 species of mammals were scattered in three types of habitats. The low category of mammal species diversity index was discovered in the mangrove forest (0.69), while the tropical rainforest (2.48) and coastal forest (2.18 were moderate). Furthermore, the mammal species evenness index in the lowland tropical rainforest, mangrove, and coastal forests indicated relatively even results while the highest mammal species richness index was detected in the lowland tropical rainforest. The mammal diversity results can be used by area managers for sustainable management.

Keywords: Distribution, diversity, mammals, protected forest

UDC/ODC 630*111(594.47)

Nur M. Heriyanto (Forest Research and Development Center), Dolly Priatna (Pakuan University, Divisi Sustainability & Stakeholder Engagement, Asia Pulp and Paper Group) and Ismayadi Samsuodin (Indonsian Tree Friends Foundation)

Carbon Stock in Burnt Forest Area at PT Bumi Andalas Permai, South Sumatera Province

J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, December 2021 p: 111-122

*Fires often occur in tropical rainforests, especially in the dry season. One of the impacts is the reduction biomass and reduced carbon content. This study aimed to evaluate carbon stocks in the repeated ex-burnt forests. This research was conducted in October 2019 in three selected locations. Those were a secondary forest burnt in 2015, in 2017, and recurring burnt in 1997, 2015 and 2017 at the work area of PT. Bumi Andalas Permai, South Sumatra. A research plot of one hectare (100m x 100m) was made at each location. The results showed that the stand composition of the research location in secondary forest burnt in 2015 was dominated by *Syzygium* sp., burnt in 2017 was dominated by *Acacia crassicarpa* and *Macaranga* sp., while secondary forest with recurring burnt in 1997, 2015 and 2017, was dominated by *Melaleuca cajuputi*. Carbon stock in aboveground carbon pools with a diameter of ≥ 10 cm was generally very low, with a value of 20.06-ton C/Ha, 0.42-ton C/Ha and 0.16-ton C/Ha in each study area of secondary forest burnt in 1997, 2015, and recurring burnt in 1997, 2015 and 2017, respectively. Recurring forest fires have led to the decline of biomass and number of trees per hectare; thus, restoration and extra hard work are necessary to recover the forest condition and prevent fires.*

Keywords: Standing stocks, carbon stocks, burnt forest

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

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 2, December 2021

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

UDC/ODC 630*922.2(594.25)

Musdi (Graduate School, IPB University), Hardjanto and Leti Sundawati (Forest Management Study Program, Faculty of Forestry, IPB University)

Analysis of Factors Affecting the Competence of Teak Community Forest Farmers in Muna Regency South-East Sulawesi Province

J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, December 2021 p: 123-135

A community forest is one of the farming businesses commonly developed by the community in Muna District. Their main motivation is to utilize the community forests as a future investment to support their household economy. Competent farmers should carry out good community forest management. Currently, there are not many studies related to farmers' competency level in managing forests. Therefore, it is necessary to conduct a study on the farmers' performance in managing forests to maintain and improve their productivity. This study aims to: (1) determine the competence of teak community forest farmers and (2) analyze the factors that influence competence. Data collection was conducted using purposive sampling based on the domicile and type of cultivated plant. Structural Equation Modeling (SEM) operated by Linear Structural Relationship (LISREL) program was used as data analysis. The results showed that farmers' competence was a medium category, shown from their knowledge, skills, and actions in managing teak community forests. The farmers' competence was significantly influenced by external factors such as farmer groups and access to information. The most significant indicator of the farmers' competence was the existence of farmer groups. The current level of farmers' competence provides an overview of the design of community forest management carried out so far.

Keywords: Community forest, farmer group, competence

UDC/ODC 630*167.1

Nur Mufarhatun (Department of Tropical Silviculture, Graduate School, IPB University), Iwan Hilwan (Department of Silviculture, Faculty of Forestry, IPB University), and Henti Hendalastuti Rachmat (Forest Research and Development Center)

Identification of Red Meranti Group (*Shorea* spp., Dipterocarpaceae) Saplings Based on Variations in the Morphological Features of Quantitative Leaves

J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, December 2021 p: 137-149

Shorea is the largest genus within the family of Dipterocarpaceae, a major timber tree dominating tropical forest in South East Asia. The genus of Shorea has many similarities, and species identification is often tricky. Most Shorea (Dipterocarpaceae) species perform as a big emergent tree; thus, species discrimination at seedlings level will benefit practical use in the field scale. A study of variations of leaf morphology and color on Red Meranti seedlings growing in an experimental nursery. A total of 450 individuals of 29 species of the Red Meranti were measured for their leaf characters. Data analysis was performed using the application R Statistics 3.6.0, RawTherapee 5.5, ImageJ 1.32, nixsensor, and encycolorpedia.id to obtain the leaf color of the observed species. Cluster analysis (Hierarchical Cluster Analysis) and Principal Component Analysis (PCA) were executed using IBM SPSS Statistics 25. The results showed that 11 of 13 observed leaf characters were, all variables support the grouping and species kinship, and those can be as determinants, except for AS and BS. Leaves color may be helpful in species determination only if transformed into digital color. This study result supports current taxonomical grouping based on flower and fruit characteristics.

Keywords: Shorea red meranti, leaf morphology, leaf color, species determination

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

ISSN 0216-0439

E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 2, December 2021

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

UDC/ODC 630*342.23(594.59)

Hamam Asyrowi (Tropical Silviculture Master Program, Graduate School of IPB University), Bambang Hero Saharjo, and Erianto Indra Putra (Department of Tropical Silviculture, Faculty of Forestry, IPB University)

Hotspot Distribution Patterns in Raden Soerjo Grand Forest Park

J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, December 2021 p: 151-165

Forest fires are one of the factors causing land and forest destruction in Indonesia.. The fire incidents did not only occur in Sumatra and Kalimantan, but also in Java, including East Java. This study aimed to determine the distribution pattern of forest fire hotspots in Raden Soerjo Grand Forest Park (RSGFP), East Java. Time series analysis method was used to obtain information on fire incidents occurred in RSGFP from 2011-2015. The results showed that hotspots occurred from June to November and increased in August. The hotspots' distribution predominantly occurs in areas with a gentle slope of 8-15%, while the lowest hotspots' distribution occurs in areas with a steep slope of 25-45%. The three implications of this study were that the hotspots' distribution indicated the potential for forest fires in the RSGFP area, the pattern of hotspot distribution can be mapped spatially and temporally, and forest fire mitigation in RSGFP can be carried out based on the spatial and temporal mapping.

Keywords: Rainfall, hotspot, slope, forest fire, Raden Soerjo Grand Forest Park

UDC/ODC 630*232

Aulia H. Widjaya (Graduate School of Seed Science and Technology Study Program, IPB University, Research Center for Plant Conservation and Botanical Gardens – National Research and Innovation Agency), M. Rahmad Suhartanto, Endah R. Palupi (Department of Agronomy and Horticulture, Faculty of Agriculture, IPB University), and Dian Latifah (National Research and Innovation Agency)

Physical and Physiological Characteristics of *Vatica venulosa* Blume (Dipterocarpaceae) Seed and Its Conservation Methods

J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, December 2021 p: 167-181

Vatica venulosa Blume is an endangered plant species with Critically Endangered A1c ver 2.3 status. The seeds of *V. venulosa* are recalcitrant, and studies regarding the determination of harvest time, the standard of viability testing and critical moisture content of seeds to support the conservation of *V. venulosa* have not been carried out. This research aimed to study the germination period, physiological maturation of fruit, critical moisture content, and conservation methods of *V. venulosa* embryos. The germination period of *V. venulosa* had first and final counts on the 23rd day after sowing (DAS) and 33 DAS. The seeds reached physiological maturity at 101±3 days after anthesis (DAA) to 106±3 DAA. The critical moisture content of *V. venulosa* seeds is 38.63%-39.59%. The growth of *V. venulosa* embryos using woody plant medium has a success rate of 70% at a moisture content of 34.1%. We can only use up the media to 15 DAS for embryonic explants of woody plants with high phenolic content. The seeds of *V. venulosa* have a germination capacity of 78.75%-81.25% and will become seedlings with two leaves at 45 DAS. The results of this study provide information that the seeds of *V. venulosa* can be preserved by the in-vitro conservation method to support the seed conservation program for endangered plants.

Keywords: Embryo, final count, first count, critical moisture content, physiological maturation

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

ISSN 0216-0439
E-ISSN 2540-9689

Vol. 18 No. 2, December 2021

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

UDC/ODC 630*146.2(594.23)

Moh. Ihsan (Tropical Biodiversity Conservation Program, Graduate School, Bogor Agricultural University), Ani Mardiasuti, Burhanuddin Masy'ud, and Yeni A. Mulyani (Department of Forest Resources Conservation and Ecotourism, Faculty of Forestry, IPB University)

Preferensi Pakan Kakatua-Kecil Jambul-Kuning (*Cacatua sulphurea sulphurea*) di Pulau Pasoso Sulawesi Tengah
J. Pen. Htn & KA Vol. 18 No. 2, December 2021 p: 183-193

*The yellow-crested cockatoo (Cacatua sulphurea sulphurea) is a sub-species of Cacatua sulphurea widely distributed in Sulawesi and several surrounding islands including Pasoso. Currently, the population has decreased and is categorized as critically endangered, hence, conservation measures are needed. One conservation approach is by understanding feed preference as an important aspect of improving survival. This study, then, aims to determine the feed preferences of yellow-crested cockatoos on Pasoso Island. It was conducted from April-September 2019 using data on the regeneration of forage plants obtained with a 20 m x 20 m plot, while feed preference data were taken using the focal animal sampling method. Furthermore, the data obtained were analyzed using the Jacobs preference index and the results showed that *Buchanania arborescens* is the type of forage plant that is most consumed. Based on the Jacobs category, it was known that *B. arborescens* and *Ficus benjamina* were the preferred types of feed, while *Aglaia argentea* was less preferred. However, the most preferred feed do not regenerate in the primary forest and had low regeneration in the ecotone habitat type, and an effort to develop the habitats by planting more *B. Arborescens* is necessary.*

Keywords: Buchanania arborescens, habitat, yellow-crested cockatoo, feed, preference

Mammal Distribution and Diversity in the Protected Forest of RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang (Distribusi dan Keanekaragaman Mamalia di Hutan Lindung RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang)

Nirmala Ayu Aryanti¹, Dany Fiqrullah Jaki², Teguh Pribadi², and Iwan Kurniawan³

¹Forestry Study Program, Faculty of Agriculture-Animal Husbandry, Muhammadiyah University of Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246 Tlogomas, Babatan, Tegalondo, Malang City, East Java 65144 Phone: +62 341 551253

²Wildlife Study Group, Forestry Study Program, Faculty of Agriculture-Animal Husbandry, Muhammadiyah University of Malang, Jl. Raya Tlogomas No. 246 Tlogomas, Babatan, Tegalondo, Malang City, East Java 65144 Phone: +62 341 551253

³Faculty of Forestry, Malang Agricultural Institute, Jl. Soekarno - Hatta, Mojolangu, Malang City, East Java 65142 Phone (+62) 341 495541

Article information:	ABSTRACT
Keywords: Distribution, diversity, mammals, protected forest	<i>The Protected Forest of RPH (Forest Management Resort) Sumbermanjing Kulon is an area, which is susceptible to land conversion due to human activities, such as road construction and tourism. These conditions might harm the habitat of several animals and disturb their movements, specifically in the mammal group. Therefore, the purpose of this research is to determine the distribution and diversity of mammals as the basis for the proper management of the RPH. This research was conducted on a variety of forest habitats located on plot 97A, which covers an area of 331.5 Ha. Moreover, data were collected by creating line transects in this location and then analyzed by constructing a map of the mammals' distribution using the Shannon-Winer diversity index, evenness, and species richness. According to the results, 23 species of mammals were scattered in three types of habitats. The low category of mammal species diversity index was discovered in the mangrove forest (0.69), while the tropical rainforest (2.48) and coastal forest (2.18 were moderate). Furthermore, the mammal species evenness index in the lowland tropical rainforest, mangrove, and coastal forests indicated relatively even results while the highest mammal species richness index was detected in the lowland tropical rainforest. The mammal diversity results can be used by area managers for sustainable management.</i>
Article history: Received: 28 September 2020; Revised: 23 February 2021 Accepted: 6 May 2021	

1. Introduction

Indonesia is known for its vast biodiversity with several endangered wildlife, including mammals. This country is home to 720 mammal species and accounts for 13% of these animals globally. The geology and ecosystem of Indonesia are unique, resulting in 270 species of endemic mammals (Darajati et al., 2016). Furthermore, loss of biodiversity and deforestation can occur as a result of wildlife trade and forest area conversions into plantations, respectively. This process of deforestation impacts large mammals that

depend on enormous specialized habitats for movement (Zemanova, Perotto-Baldivieso, Dickins, Gill, Leonard, & Wester, 2017). Although certain mammal species may survive with sufficient vegetation cover in the presence of human disturbance, their population tends to increase with decreasing human activity (Riggio, et al., 2018; Aryanti, Hartono, Ramadhan, & Pahrurrobi, 2018).

The diversity of mammals is crucial for the balance of forest ecosystems, where the loss of large carnivores impacts the food chain and results in the dominance of herbivorous animals.

Editor: Ir. Reny Sawitri, M.Sc

Corresponding author: Nirmala Ayu Aryanti * (E-mail: nirmalaaaryanti@gmail.com)

Author contribution: **NAA**: Analyzing data; **DFJ**: Performing map and animal data processing; **TP**: Assisting in processing vegetation data; and **IK**: Assisting in processing animal data.

<https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.2.97-110>

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



Therefore, the pressure on plant species consumed by herbivores is increased (Ripple et al., 2014). In forest ecosystems, fruit-eating mammals (frugivores) can serve as seed dispersal agents through feces, where seeds are attached to and lightly transported by carnivores over long distances to degraded areas, such as regions formerly damaged by fire (Corlett & Primack, 2011; Rost, Pons, & Bas, 2012). Also, mammals maintain the ecosystem services in human-modified landscapes (Peredo, Martines, Rodriguez-Perez, & Gracia, 2013) and preserve ecological processes that are beneficial to human welfare (Kartono, 2015).

Moreover, one of the habitats for various mammal species is the protected forest of the Forest Management Resort (RPH) Sumbermanjing Kulon, which is managed by the Forest Management Unit Department (BKPH) Sengguruh and Forest Management Unit (KPH) Malang located in Bantur Sub-district, Malang Regency, East Java Province. This region contains diverse vegetation and is relatively well maintained. Also, a total of 21 mammal species have been recorded, including the protected species of the Javan slow loris (*Nycticebus javanicus*), which are located far from settlements and roads (Aspinal Foundation, 2017; Aryanti, et al., 2018). However, due to the high amount of human activities as a result of its proximity to beach tourism, main roads, and fishermen's settlements, this forest area is currently under pressure. The commencement of the 2019 Java Island Southern Cross Road construction (Erwin, 2019) may have led to a reduction in the habitat and threatened the existence of animals. Therefore, this research aims to obtain data and information regarding the distribution and diversity of mammal species in the protected forest area of RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang. The results are expected to serve as basic

information for the development of an appropriate and effective area management plan, ensuring the long-term viability of this region's biodiversity.

2. Method

2.1. Research Time and Location

This research was conducted between January-March 2019 on plot 97A of the Protected Forest RPH Sumbermanjing Kulon BKPH Sengguruh KPH Malang, with an area of 331.5 hectares. Also, this region contains three vegetation types, including lowland tropical rain forest (HDR), coastal (HP), and mangrove forests (HM). The roads leading to this location are in poor condition due to the presence of a combination of rock and soil, which becomes muddy during the rainy season. In addition, the long-tailed monkey (*Macaca fascicularis* Raffles) and the Javan langur (*Trachypithecus auratus* Geoffroy) include some of the mammal species often observed in this site.

2.2. Materials and Tools

GPS (Global Positioning System), binoculars, meters, digital cameras, flashlights, field guide books, and stationery were utilized in the field research. Furthermore, tally sheet instruments were used to record the data on vegetation and mammals.

2.3. Research Methods

Implementation Stages / Research Design

The stratified random sampling method was used to collect data on mammals from the three different habitat types (Bismark, 2011). This process was performed by creating and placing line transects of at least 1 km, based on the population information, preliminary surveys, and accessibility of each habitat type. Also, the paths were spaced at a minimum distance of 500 m apart to avoid double-counting while the observation radius between the left and

right lane was approximately 20 m in width. Figure 1 shows that there are 10 paths in this research, which were obtained by the following calculation method (Anggrita, Nasihin, & Nendrayan, 2017):

$$P = \frac{IS \times N \times 10.000}{L} \quad 1$$

Description (Remarks):

P = path length

N = total area

IS = sampling intensity 0.6%

L = path width in the field

A vegetation analysis method on animal paths was used to obtain information on the composition of each vegetation type. Moreover, the nested sampling plot method involved creating an animal observation path with a distance of 20 m between the plots. The species, number of individuals, diameter, and height of each plant growth, such as trees, poles, saplings, and seedlings were recorded. Meanwhile, the measuring

plots used for the lowland and coastal forests included plant trees, poles, and saplings with a diameter of > 20 cm (20x20m), 10-20 cm (10x10m), and < 10 cm (5x5m), respectively, as well as saplings and seedlings with a height of > 1.5 m and <1.5 m (2x2m). Based on the preliminary survey, the mangrove forest in Plot 97A of the RPH Sumbermanjing Kulon was observed to be quite small in size. Therefore, the square plot was placed in a location, with the potential presence of animals and included plant trees and saplings with a diameter of > 10 cm (10 x 10 m) and < 10 cm (5x5m), as well as saplings and seedlings with a height of > 1.5 m and <1.5 m (2x2m), respectively (Wiyanto & Faiqoh, 2015; Ghufrona, Kusmana, & Rusdiana, 2015). Mangrove trees with a trunk diameter greater than 20 cm are usually only observed in Papua's natural forests. Hence, these trees were generally 10-20 cm in length, with the largest measuring plot of 10x10 m (Poedjarahajoe, 2019). Also, literature research and interviews were used to identify the vegetation.

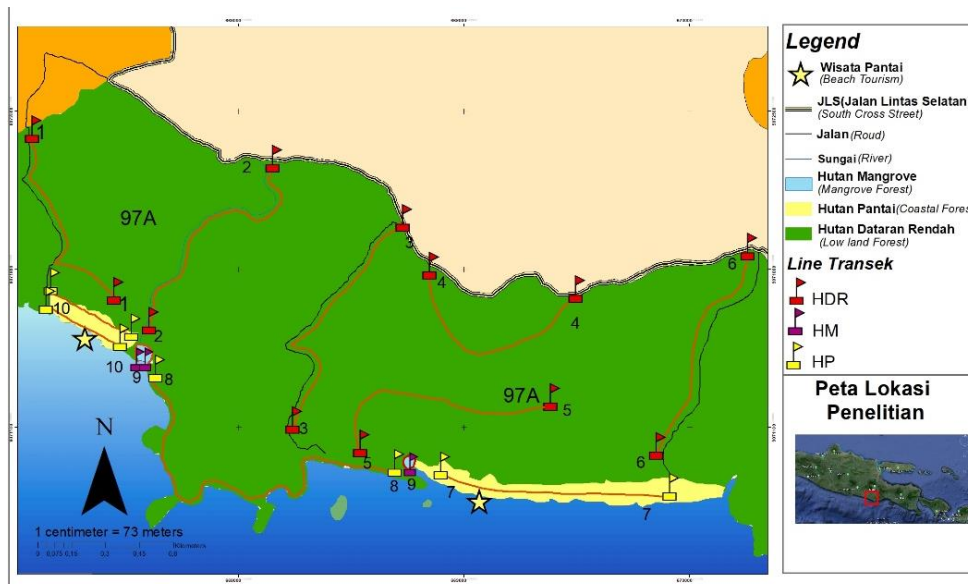


Figure 1. The research location map of the protected forest area plot 97A RPH Sumbermanjing Kulon BKP Sengguruh KPH Malang

2.4. Data Analysis

Moreover, the vegetation data was processed to determine the diversity index (H') while, the information concerning the mammals were analyzed for species frequency (F), Shannon-Winer diversity index (H'), evenness index (E), and Margalef species richness index (D_{mg}) (Magurran & McGill, 2010). The Kruskal Wallis test with the SPSS 21 application was used to determine the difference in plant species between the three vegetation types (Santoso, 2016).

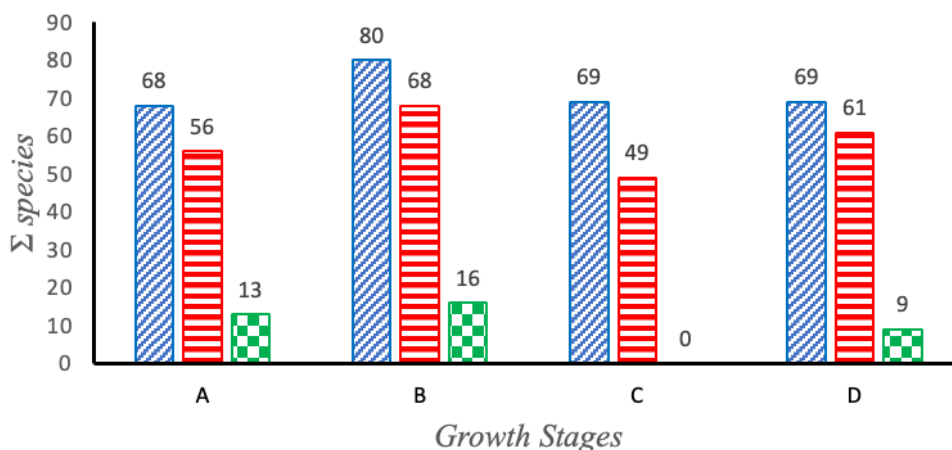
3. Results and Discussion

3.1. Vegetation Composition

The lowland forest on plot 97A Protection Forest RPH Sumbermanjing Kulon contains more plant species, including tree and seedlings than the coastal and mangrove forests. In the lowland forest area, the tree and seedling were dominated by *bendo* (*Artocarpus elasticus* Reinw), *langkap* (*Arenga*

obtusifolia Mart), *tutup angina* (*Mallotus floribundus* Blume), and *penjalin* (*Celtis philippensis* Blanco). Meanwhile, *nyirih* (*Xylocarpus granatum* J. Koenig) and *tinjang* (*Rhizophora apiculata* Bl) occupied the mangrove forest. The coastal forest was dominated by *ara jejawi* (*Ficus retusa* L), *langkap* (*A. obtusifolia* Mart), *butun* (*Barringtonia asiatica* L), *waru laut* (*Thespesia populnea* L).

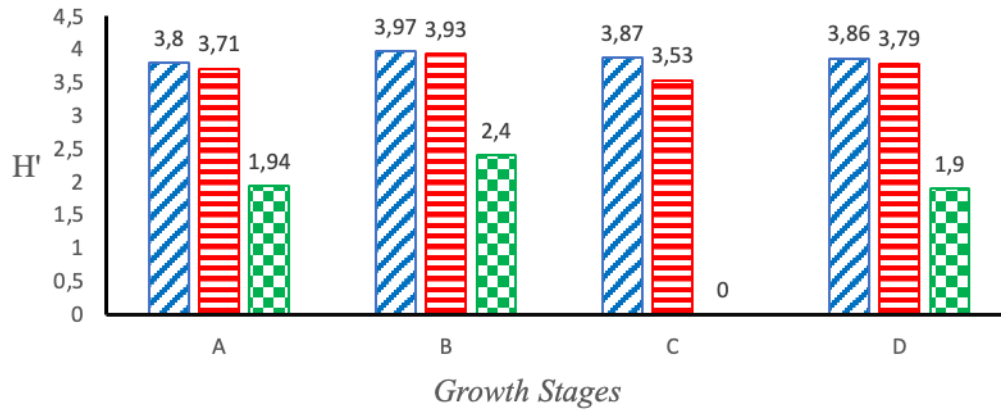
Figure 3 illustrates that in the protected mangrove forest of RPH Sumbermanjing, the diversity of vegetation species was moderate ($2 < H' < 3$) for saplings and low ($H' < 2$) for seedlings and trees. This differs from the lowland and coastal forests, which are classified as high at all vegetation levels ($H' > 3$) (Nurudin, Kariada, & Irsandi, 2013). The low species diversity in the mangroves compared to lowland and coastal forests may be due to the limited organisms that may survive there (Kartika, Istomo, & Amanah, 2018).



Remarks:

- A = seedling
 - B = sapling
 - C = pole
 - D = tree
- = Σ species of HDR (Lowland Forest)
 - = Σ species of HP (Coastal Forest)
 - = Σ species of HM (Mangrove Forest)

Figure 2. Number of plant species in protected forest plot 97A RPH Sumbermanjing Kulon



Remarks:

A = seedling
 B = sapling
 C = pole
 D = tree

■ = Σ species of HDR (Lowland Forest)
 ■ = Σ species of HP (Coastal Forest)
 ■ = Σ species of HM (Mangrove Forest)

Figure 3. Diversity (H') of vegetation species in protected forest plot 97A RPH Sumbermanjing Kulon

Table 1. Observation of Plants Consumed by Mammals in the Protected Forest Plot 97A RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang

No.	Local name	Scientific name	Edible parts	Mammal Species
1	<i>Bendo</i>	<i>A. elasticus</i>	Fruit, sap	<i>N. javanicus</i> Geoffroy and <i>Muntiacus muntjak</i> Zimmermann, <i>M. muntjak</i> Zimmermann, <i>Tragulus javanicus</i> Osbeck, <i>Hystrix javanica</i> F.Cuvier, <i>Ratufa affinis</i> Raffles, and <i>T. auratus</i> Geoffroy
2	<i>Bringin</i>	<i>F. benjamina</i>	Leaf, fruit	<i>M. muntjak</i> Zimmermann, <i>T. javanicus</i> Osbeck, and <i>T. auratus</i> Geoffroy
4	<i>Luwingan</i>	<i>F. hispida</i>	Leaf, fruit, sap	<i>N. javanicus</i> Geoffroy, <i>M. muntjak</i> Zimmermann, and <i>T. javanicus</i> Osbeck
5	<i>Lau</i>	<i>F. variegata</i>	Leaf, fruit, sap	<i>M. muntjak</i> Zimmermann
6	<i>Langan Jangkan</i>	<i>Dillenia suffruticosa</i>	Fruit	<i>M. muntjak</i> Zimmermann, <i>T. javanicus</i> Osbeck, and <i>N. javanicus</i> Geoffroy
7	<i>Nelung</i>	<i>Trema orientalis</i>	Leaf, stem	<i>N. javanicus</i> Geoffroy and <i>M. fascicularis</i> Raffles
8	<i>Mangga</i>	<i>Mangifera indica</i>	Fruit	<i>M. fascicularis</i> Raffles
9	<i>Pelawi</i>	<i>Alstonia scholaris</i>	Fruit	<i>N. javanicus</i> Geoffroy
10	<i>Langsat kr</i>	<i>Aglaia lawii</i>	Leaf	<i>Ratufa affinis</i> Raffles and <i>M. fascicularis</i> Raffles
11	<i>Jamblang</i>	<i>Syzygium cumini</i>	Fruit	<i>R. affinis</i> Raffles and <i>T. auratus</i> Geoffroy
12	<i>Ketapang</i>	<i>Terminalia catappa</i>	Fruit, leaf	<i>Callosciurus notatus</i> Boddaert
13	<i>Kelapa</i>	<i>Cocos nucifera</i>	Fruit	<i>C. notatus</i> Boddaert and <i>R. affinis</i> Raffles
14	<i>Buni</i>	<i>Antidesma bunius</i>	Fruit	
15	<i>Kayu api</i>	<i>Melanolepis multiglandulosa</i>	Leaf, fruit	<i>T. auratus</i> Geoffroy

No.	Local name	Scientific name	Edible parts	Mammal Species
16	Rao	<i>Dracontamelon dao</i>	Leaf	<i>T. auratus</i> Geoffroy
17	Bayur	<i>Pterusperrum diversitolium</i>	Leaf	<i>T. auratus</i> Geoffroy
18	Pokok Agutut	<i>Cordia subcordata</i>	Leaf	<i>T. auratus</i> Geoffroy
19	Gerok ayam	<i>Buchanania arborescens</i>	Leaf	<i>T. auratus</i> Geoffroy
20	Jembirit	<i>Tabernaemontana sphaerocarpa</i>	Leaf	<i>T. auratus</i> Geoffroy
21	Majegau	<i>Dysoxylum spp</i>	Leaf, fruit	<i>T. auratus</i> Geoffroy
22	Tutup	<i>M. floribundus</i>	Leaf	<i>T. auratus</i> Geoffroy
23	Waru	<i>Hibiscus tiliaceus</i>	Leaf	<i>T. auratus</i> Geoffroy

A significance value of 0.006 or less than 0.05 was obtained using the Kruskal Wallis difference test for the number of vegetation species in each habitat type. Therefore, the amount of these species in mangrove, coastal, and lowland forests varied significantly. The condition of these diverse plant species has resulted in a variance of the mammals encountered due to their differences in selecting suitable habitats for their sustainability (Chabwela, Chomba, Kaweche, & Mwenya, 2017). Furthermore, the large number of plant species influenced the discovery of several mammals, which is related to the availability of abundant feed (Sulistiyadi, 2016). The majority of mammals also use forests with several stands as a source of food and shelter (Arini & Prasetyo, 2013). Table 1 shows the results of the observations on several plant species consumed by mammals in plot 97A of RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang. Also, *M. muntjak* Zimmermann, *T. javanicus* Osbeck, *T. auratus* Geoffroy, *R. affinis* Raffles, and *M. fascicularis* Raffles include the various mammal species that consume plant parts in coastal and lowland forests.

3.2. Mammal Distribution

In the lowland tropical rainforest, 18 species of mammals with 72 individuals were discovered while 11 species with 43 individuals were observed in the coastal forest. Meanwhile, only 2 species with 2 individuals were seen in the mangrove

forests. Figure 4 illustrates the distribution of mammal encounters in the protected forest plot 97 A RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang.

C. notatus was directly discovered in the mangrove forest, while *Paradoxurus hermaphroditus* was found indirectly in the form of footprints in the middle of a receding mangrove. The mammal species observed in the mangrove forest are assumed to be in search of food, such as earthworms because *P. hermaphrodites*, which is an omnivore preys on various insects, mollusks, earthworms, lizards, and small creatures, including mice (Suatha, 2019). Furthermore, *P. hermaphroditus* Pallas and *C. notatus* Boddaert exist in the mangrove ecosystem (Malla, Ray, Johnson, & Sivakumar, 2019; Zakaria & Rajpar, 2015), hence, these organisms can be seen in lowland and/or coastal forests.

Figures 2 and 3 show that the large number of mammals and individuals observed in lowland and coastal forests may be attributed to a greater number and species of vegetation than in the mangrove forest. These conditions support the demand for more readily available food sources for several mammal species. Conversely, only a few of these animals are seen in the mangrove forest, hence, they have low diversity (Kusmana, et al., 2017).

According to the frequency analysis results in Table 2, *Sus scrofa* Linnaeus is usually seen in the lowland forest. This is an adaptable mammal located in all

habitats of tropical rain forests, grasslands, sub-tropical, and bamboo forests as well as on agricultural lands in search of food (Sulistiyadi, 2016). In the coastal forest, the most common species are *M. fascicularis* and *C. notatus*. *M. fascicularis* survives in several habitats, including human areas (Hambali et al. 2014) while *C. notatus* can be seen in small islands, beachside coconut groves, around the coast of mangrove forests, and behind the outer part of a forest (Rugayah, Rahayu, Mulyadi, & Rahajoe, 2019).

The survival of mammals and other wild animals is essential for the protection and sustainability of their species, hence, conservation efforts through regulations that protect and preserve these organisms are required. According to CITES, 2 species of mammals in the protected forest plot 97A RPH Sumbermanjing Kulon are listed in Appendix I, and 7 in Appendix II (Figure 5). The animals in Appendix I include *N. javanicus* and *A. binturong*, while *H. javanicus*, *M. fascicularis*, *T. auratus*, *R. affinis*, *P. hermaphroditus*, *A. cinerea*, and *P. bangalensis* were in Appendix II.

According to the IUCN Red Data List 2016, in reference to the protected mammal group, 3 mammal species, including *A. binturong*, *T. auratus*, and *A.*

cinerea were classified as vulnerable in the plot 97A RPH Sumbermanjing Kulon. Meanwhile, *S. scrofa*, *T. javanicus*, *R. affinis*, and *N. javanicus* were endangered, data deficient, threatened, and had Redlist statuses, respectively. According to the 2008 Ministry of Environment and Forestry Regulation No. P.106, 9 mammal species, including *M. muntjak*, *T. javanicus*, *A. binturong*, *H. javanica*, *T. auratus*, *N. javanicus*, and *P. bangalensis* are protected.

3.3. Diversity, Richness, and Evenness of Mammal Species

In theory, the diversity of mammal species increases with the variety of their diet, such as plants, insects, and rodents (Feng, Yun & Yang, 2018). Figure 6 shows the diversity index of these organisms and the number of vegetation species in each forest condition. The species diversity (H') of mammals in lowland and coastal forests was moderate ($2 < H' < 3$) but low ($H' < 2$) in the mangrove forest. Also, the most common mammals in the lowland and coastal forests were *S. scrofa* and *M. fascicularis*, respectively. The limited species and populations observed in the small sample area of mangrove forests may contribute to its low species diversity.

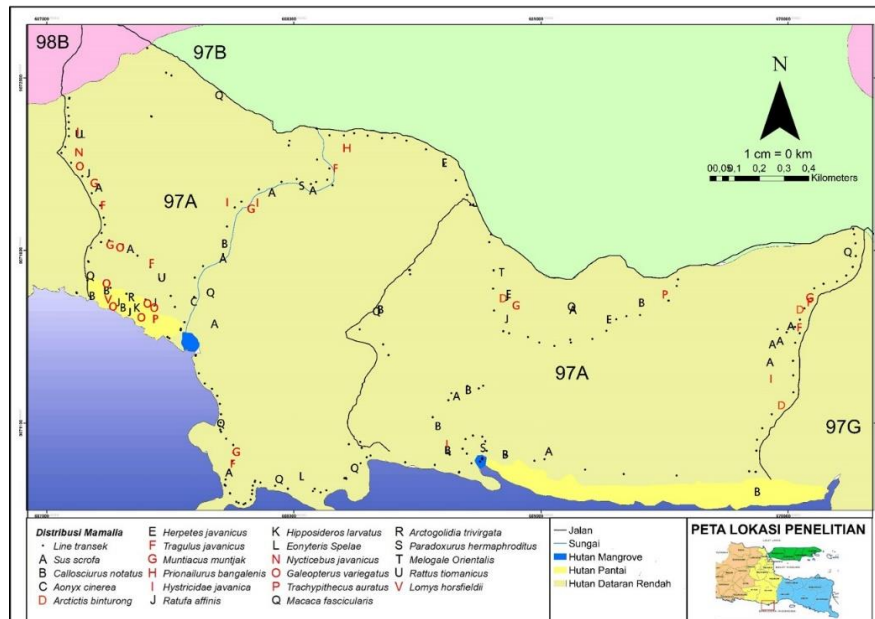
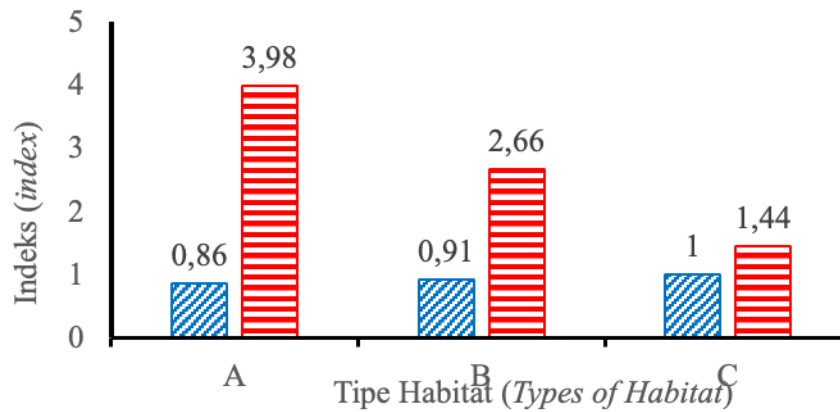


Figure 4. Map of mammal distribution in protected forest plot 97A RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang

Table 2. Encounter and Frequency of Mammals in Protected Forest Plot 97A RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang

No.	Local Name	Scientific Name	Frequency (%)		
			HDR	HP	HM
1	Bajing Kelapa	<i>C. notatus</i> Boddaert	11.11	16.28	50
2	Babi Hutan	<i>S. scrofa</i> Linnaeus	22.22	4.65	0
3	Kijang	<i>M. muntjak</i> Zimmermann	9.72	2.33	0
4	Kancil	<i>Tragulus javanicus</i> Osbeck	12.50	4.65	0
5	Garangan Jawa	<i>Herpestes javanicus</i> Geoffroy	4.17	0.00	0
6	Binturong	<i>Arctictis binturong</i> Raffles	4.17	0.00	0
7	Teledu Jawa	<i>Melogale Orientalis</i> Horsfield	1.39	0.00	0
8	Landak jawa	<i>H. javanica</i> F.Cuvier	4.17	0.00	0
9	Monyet Ekor panjang	<i>M. fascicularis</i> Raffles	11.11	23.26	0
10	Lutung Jawa	<i>T. auratus</i> Geoffroy	4.17	9.30	0
11	Jelarang Bilalang	<i>R. affinis</i> Raffles	2.78	6.98	0
12	Musang luwak	<i>P. hermaphroditus</i> Pallas	1.39	0.00	50
13	Kukang jawa	<i>N. javanicus</i> Geoffroy	1.39	0.00	0
14	Berang-berang cakar kecil	<i>Aonyx cinerea</i> Illiger	0.00	2.33	0
15	Lemur sunda/kubung malaya/tando	<i>Galeopterus variegatus</i> Audebert	4.17	11.63	0
16	Kelelawar Fajar	<i>Eonycteris Spelaea</i> Dobson	0.00	9.30	0
17	Bajing terbang jawa	<i>Iomys horsfieldii</i> Waterhouse	0.00	2.33	0
18	Kucing Hutan/Kucing kuwuk	<i>Prionailurus bengalensis</i> Kerr	1.39	0.00	0
19	Musang rase	<i>Viverricula indica</i> Geoffroy	0.00	2.33	0
20	Tikus hutan	<i>Rattus tiomanicus</i> Miller	1.39	2.33	0
21	Musang Akar	<i>Arctogalidia trivirgata</i> Gray	0.00	2.33	0
22	Barong Horsfield	<i>Hipposideros larvatus</i> Horsfield	1.39	0.00	0
23	Tomusu Asteng	<i>Miniopterus medius</i> Thomas & Wroughton	1.39	0.00	0
Total			100	100	100

Remarks: HDR = Lowland Forest, HP = Coastal Forest, HM = Mangrove Forest




Remarks:

A = HDR (Lowland Forest)

B = HP (Coastal Forest)

C = HM (Mangrove Forest)

 = Σ Species


 = H' of Mammals

Figure 5. Species evenness index (E) and richness index (Dmg) of Mammals in Protected Forest Plot 97A RPH Sumbermanjing Kulon

These conditions indicate that lowland and coastal forests can serve as a source of food and shelter for mammal species that inhabit the protected forest in plot 97 A RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang. The Javan langur (*T. auratus*) is also known to move around using the canopy covers of vegetations (Aryanti & Azizah, 2019).

The overall diversity of mangrove ecosystems is relatively low compared to tropical habitats, such as coral reefs and tropical rainforests (Lee, Jones, Diele, Castellanos-Galindo, & Nordhaus, 2017). In theory, the habitat type and dense vegetation cover provide shelter for several mammal species. However, the movement of these animals may be inhibited due to the use of corridors through the canopy, which increases the chance of encountering predatory mammals (Gorini et al., 2011). These conditions are more favorable for omnivorous mammals in search of prey, such as *A. binturong* Raffles or *P. hermaphroditus* Pallas. Furthermore, sustained forest conditions with vegetation stands can provide food sources in the form of insects that depend on this vegetation and plant parts (leaves, fruit, flowers, nectar), which are

consumed (Susilo & Putri, 2018). This condition is also beneficial for omnivorous mammals, such as civets or the Viverridae family, which consume fruits, insects, worms, snails, and small mammals (Septiyan, Kapsul, & Mahrudin, 2016).

Figure 5 demonstrates that the species richness index (Dmg) of mammals is moderate in the lowland forest but low in coastal and mangrove ecosystems. The Margalef species richness index (Dmg) can be categorized as low, moderate, and high, if the values are < 3.5 , $> 3.5 - < 5$, and > 5 , respectively (Arini & Wahyuni, 2016). Moreover, mangrove and coastal forest zones are habitats for a variety of other fauna species, such as birds, reptiles, fish, and invertebrates due to the availability of food sources and several species of vegetation, despite the low species richness of mammals (Rajpar & Zakaria, 2014; Zakaria & Rajpar, 2015). The presence of mammals in mangrove and coastal forests also indicates that these habitats support sources of food and shelter for mammals.

Figure 5 also shows that the number of mammal species in each habitat type is relatively even ($E=1$) in

the protected forest plot 97 A RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang. Furthermore, these ecosystems have a relatively even level of distribution, though the diversity index is moderate in the lowland and coastal forests and low in the mangrove ecosystem. This condition indicates that the mammal community in the mangrove forest is evenly distributed and home to a variety of species, despite its relatively small size. Several similar mammal species are present in all three habitat types with different vegetation constituents. Specifically, *C. notatus*, which is commonly observed in lowland and coastal forests, can also be found with easy access in the mangrove forest. Also, animals are spread based on dietary factors, hence, they are usually present in an area with easy access to food (Nento, Sahami, & Nursinar, 2013). This condition indicates that the protected forest of RPH Sumbermanjing KPH Malang is in a state of equilibrium with other communities (Nahlunnisa, Zuhud, & Santosa, 2016). The importance of the mangrove ecosystem, which is rich in food sources for several faunas, such as aves, mammals, reptiles, fish, and invertebrates is also seen from the above phenomenon (Zakaria & Rajpar, 2015). In addition, due to the combination of terrestrial, transitional, and aquatic environments, various existing fauna species utilize a variety of hard (soil or mangrove roots) to soft (mud) substrates (Kustanti, 2011).

3.4. Implications of the Distribution and Diversity of Mammal Species in the Protected Forest Area of RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang

The Protected Forest Area of RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang is located in the southern part of Greater Malang, which is fragmented and under significant pressure from human activities. However, because this area remains natural and provides a food

source for several animal species, it is an option for the survival of wildlife. Therefore, a variety of partly protected mammals can still exist in this forest.

Ecologically, due to the poor growth of seeds under the canopy of the parent tree, the presence of mammals maintains the regeneration of forest stands by playing a role in the dispersal process of various seeds (Matthesius, Chapman, & Kelly, 2011). This occurrence is also seen in other areas, where the presence of several seed dispersal mammals is essential in the population dynamics of rattan species in the forests of Peninsular Malaysia. Also, this region is highly dependent on the presence of the primate species *Macaca namestrina* Linnaeus (Ruppert, Mansor, & Mohd Sah, 2014). The presence of large and small herbivorous mammal species also aids in the dispersal of different seeds. *T. auratus* Geoffroy, *T. javanicus* Osbeck, *M. muntjac* Zimmermann, and *M. fascicularis* have been recorded as fruit consumers in the protected forest of RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang. Hence, large mammals with considerable amounts of forage consumption and longer movements are effective seed dispersers over long distances (Sridhara, McConkey, Prasad, & Corlett, 2016).

Managers should consider the information on the distribution and diversity of mammal species provided in this research while developing conservation policies and sustainable management systems. The following measures should also be taken to maintain the habitat quality and avoid a reduction in the diversity of mammals in the protected forest plot 97 A RPH Sumbermanjing Kulon: a) provision of warning signs concerning the existence of protected animals, b) educating and socializing the community on the potential of mammals seen in the protected forest, and c) inviting the

community to participate in managing the forest area.

These actions are expected to increase public awareness concerning the importance of protecting the forest and using natural resources, such as special interest tourism. The community may also generate additional income from the forest without disturbing the animals and their habitats. Furthermore, mammal observation, bird watching, plant biosystematics, and forest roaming may be managed together with the community. These measures are quite possible, as the protected forest plot 97 A RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang can support 51 bird species in addition to the mammals (Ardiansyah, Matovani, Pertiwi, Salsabilla & Aryanti, 2020).

4. Conclusion and Suggestion

4.1. Conclusion

The mammals recorded in the protected forest area of plot 97 A Forest Management Resort (RPH) Sumbermanjing Kulon consisted of 23 species with 72 individuals spread across three habitat types. Furthermore, lowland and coastal forests had moderate mammal species diversity, while the mangroves had the lowest. The mammal species evenness index was relatively even for the three forests with different vegetation. This condition is further supported at the tree and seedling level by the significant diversity of vegetation species, which act as a food source in lowland and coastal forests.

4.2. Suggestion

Currently, land conversion in the form of road construction and massive tourism threatens the forest area, which is a habitat for various mammal species. Therefore, the research results on the protected forest of RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang can be used as a basis for determining the appropriate process of wildlife management.

Communities around this region are promoted to participate in the area management process in order to build common goals and a sense of togetherness, cooperation, as well as responsibility.

Acknowledgments

The authors are grateful to KPH Malang for granting the permission required to conduct this research. The authors are also grateful to the Forestry Study Program, the Faculty of Animal Husbandry, and the Muhammadiyah University of Malang for supporting the implementation of this research.

References

- Anggrita., Nasihin, L., & Nendrayana, Y. (2017). Keanekaragaman jenis dan karakteristik habitat mamalia besar di kawasan Hutan Bukit Bahohor Desa Citapen Kecamatan Hantara Kabupaten Kuningan. *Wanaraka*, 11(1), 21-29.
- Arini, D. I. D., & Prasetyo, L. B. (2013). Komposisi avifauna di beberapa tipe lansekap Taman Nasional Bukit Barisan Selatan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 10(2), 135-151. <https://doi.org/10.20886/jphka.2013.10.2.135-151>
- Arini, D. I. D., & Wahyuni, N. I. (2016). Kelimpahan tumbuhan pakan anoa (*Bubalus sp.*) di Taman Nasional Bogani Nani Wartabone. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*. 5(1), 91-102.
- Ardiansyah, I. N., Matovani, R. T., Pertiwi, D. A., Salsabila, G., & Aryanti, N. A. (2020). *Buku Saku Panduan Burung di Hutan Lindung RPH Sumbermanjing Kulon KPH Malang*. Malang: Edulitera
- Aryanti, N. A., Hartono, N. A., Ramadhan, F., & Pahrurrobi, P.

- (2018). Hubungan antara aktivitas manusia dan keberadaan kukang jawa (*Nycticebus javanicus*) di Kawasan Hutan Lindung di RPH Sumbermanjing Kulon, Jawa Timur. *Biotropika - Journal of Tropical Biology*, 6(3), 83-88. <https://doi.org/10.21776/ub.biotropika.2018.006.03.02>.
- Bismark, M. (2011), *Prosedur Operasi Standar (SOP) untuk Survey Keragaman Jenis pada Kawasan Konservasi*. Bogor: Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan.
- Chabwela, H., Chomba, C., Kaweche, G., & Mwenya, A. (2017). Habitat selection by large mammals in South Luangwa National Park, Zambia. *Open Journal of Ecology*, 7(3), 179-192. <https://doi.org/10.4236/oje.2017.73013>
- Corlett, R. T., & Primack, R. B. (2011). *Tropical Rain Forests: An Ecological and Biogeographical Comparison, 2nd Edition*. UK: Wiley-Blackwell, Oxford.
- Darajati, W., Pratiwi, S., Herwinda, E., Rahardiansyah, A. D., Nalang, V. S., Nooryanto, B., ... Hakim, F. (2016). *Indonesian Biodiversity Strategy and Action Plan (IBSAP) 2015-2020*. Indonesia: BAPPENAS
- Erwin. M. (2019). *Pemkab Malang Bangun JLS Mulai Perempatan Pantau Balekambang sampai Kondang Merak*. Retrieved June 2019, from <https://suryamalang.tribunnews.com>
- Feng, G., Yun, H., & Yang, X. (2019). Climate and food diversity as drivers of mammal diversity in inner Mongolia. *Ecology and Evolution*. 9(4):1-7. DOI: 10.1002/ece3.4908.
- Gorini, L., Linnell, J. D. C., May, R., Panzacchi, M., Boitani, L., Odden, M., & Nilsen, E.B. (2011). Habitat heterogeneity and mammalian predator-prey interactions. *Mammal Review*, 42(1), 55-77. DOI: 10.1111/j.1365-2907.2011.00189.x
- Hambali, K., Ismail, A., Md-Zain, B. M., Amir, A., & Karim, F. A. (2014). Diet of long-tailed macaques (*Macaca fascicularis*) at the entrance of Kuala Selangor Nature Park (Anthropogenic habitat): Food selection that leads to human-macaque conflict. *Acta Biologica Malaysiana*, 3(2): 58-68. DOI: 10.7593/abm/3.2.58.
- Kartika, K. F., Istomo, & Amanah, D. S. (2018). Keanekaragaman jenis mangrove di UPT KPHP Bulungan Unit VIII Kalimantan Utara. *Media Konservasi*, 20(3): 253-261.
- Kartono, A. P. (2015). Keragaman dan kelimpahan mamalia di perkebunan sawit PT Sukses Tani Nusasubur Kalimantan Timur. *Media Konservasi*, 20(2), 85-92.
- Kusmana, C., Manshur, A., Rusdiana, O., Putro, H. R., Hakim, F., & Ermynyla, M. (2017). Wildlife species composition in various forest types on Sebuku Island, South Kalimantan. *IOP Conf. Series: Earth and Environmental Science*, 54, 1-10. doi:10.1088/1755-1315/54/1/012068
- Lee S. Y., Jones E. B. G., Diele K., Castellanos-Galindo G. A., & Nordhaus I. (2017) Biodiversity. In: Rivera-Monroy V., Lee S., Kristensen E., & Twilley R. (eds) *Mangrove Ecosystems: A Global Biogeographic Perspective*. Springer, Cham. (pp. 55-86).
- Magurran, A. E., & McGill, B. J. (2010). *Biological Diversity: Frontiers in*

- Measurement and Assessment*. New York: Oxford University Press.
- Malla, G., Ray, P., Johnson, J. A., & Sivakumar, K. (2019). First photographic record of common palm civet *Paradoxurus hermaphroditus* from the Mangroves of Andhra Pradesh, India. *Small Carnivore Conservation*, 57, 10-13
- Matthesius, A., Chapman, H., & Kelly, D. (2011). Testing for Janzen-Connell Effects in a West African Montane Forest. *Biotropica*, 43(1), 77-83. DOI: 10.1111/j.1744-7429.2010.00664.x
- Nahlunnisa, H., Zuhud, E. A. M., & Santosa, Y. (2016). Keanekaragaman spesies tumbuhan di areal Nilai Konservasi Tinggi (NKT) perkebunan kelapa sawit Provinsi Riau. *Media Konservasi*. 21(1), 91-98.
- Nurudin, F. A., Kariada, N., & Irsandi, A. (2013). Keanekaragaman jenis ikan di Sungai Sekonyer Taman Nasional Tanjung Puting Kalimantan Tengah. *Unnes Journal of Life Science*, 2(2), 118-125.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (2018). Jenis Tumbuhan dan Satwa yang Dilindungi (Permen LHK Nomor P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018).
- Peredo, A., Martínez, D., Rodríguez-Pérez, J., & García D. (2013). Mammalian seed dispersal in Cantabrian woodland pastures: Network structure and response to forest loss. *Basic and Applied Ecology*, 14, 378-389. <http://dx.doi.org/10.1016/j.baae.2013.05.003>
- Poedjirahajoe, E. (2019). *Ekosistem Mangrove Karakteristik, Fungsi dan Dinamikanya*. Yogyakarta: Gosyen Publishing.
- Rajpar, M. N., & Zakaria, M. (2014). Mangrove Fauna of Asia. In Hanum, F., Mohamad, A. L., Hakeem, K. R., & Oztruk (Eds.). *Mangrove Ecosystems of Asia, Status, Challenges and Management Strategies*. New York: Springer Science+Business Media.
- Riggio, J., Kija, H., Masenga, E., Mbwilo, F., Van de Perre, F., & Caro, T. (2018). Sensitivity of African's larger mammals to humans. *Journal for Nature Conservation*, 43, 136-145. <https://doi.org/10.1016/j.jnc.2018.04.001>
- 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, 1241484. doi: 10.1126/science.
- Rost, J., Pons, P., & Bas, J. M. (2012). Seed dispersal by carnivorous mammals into burned forests: An opportunity for non-indigenous and cultivated plant species. *Basic and Applied Ecology*, 13, 623-630. DOI: 10.1016/j.baae.2012.08.016
- Rugayah, Rahayu, M., Mulyadi, & Rahajoe, J. S. (2019). *Pulau Wawonii: Keanekaragaman Ekosistem, Flora dan Fauna*. Jakarta: LIPI Press
- Ruppert, N., Mansor, A., & Mohd Sah, S. A. (2014). A key role of the southern pig-tailed macaque *Macaca nemestrina* (Linnaeus) in seed dispersal of non-climbing rattans in Peninsular Malaysia. *Asian Primates Journal*, 4(2), 42-51.

- Santoso, S. (2016). *Panduan Lengkap SPSS*. Jakarta: PT Elex Media Komputindo.
- Sridhara, S., McConkey, K., Prasad, S., & Corlett, R. T. (2016). Frugivory and Seed Dispersal by Large Herbivores of Asia. F. S. Ahrestani & M. Sankaran (Eds.) *The Ecology of Large Herbivores in South and Southeast Asia*. New York: Springer Science+Business Media
- Septiyan, R. A., Kaspul, & Mahrudin. (2016). Jenis dan Kerapatan Musang (Famili Viverridae) di Kawasan Air Terjun Rempah Menjangan Kecamatan Loksado Kabupaten Hulu Sungai Selatan. In Soendjoto, M. A., & Riefani, M. K. (Eds.) *Prosiding Seminar Nasional Lahan Basah 2016 Jilid 3 Potensi, Peluang dan Tantangan Pengelolaan* (pp. 892-895)
- Suatha, I. K. (2019). Aktivitas harian musang luwak (*Paradoxurus hermaproditus*) yang dikandangkan. *Indonesia Medicus Veterinus*. 8(1), 52-60. <https://doi.org/10.19087/imv.2019.8.1.52>.
- Sulistiyadi, E. (2016). Karakteristik komunitas mamalia besar di Taman Nasional Bali Barat (TNBB). *Zoo Indonesia*, 25(2), 142-159.
- Susilo, A., & Putri, I. A. S. L. P. (2018). Respons burung bawah tajuk terhadap sistem pengelolaan TPTI dan TPTII/SILIN. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 15(2), 91-109. <https://doi.org/10.20886/jphka.2018.15.2.91-109>
- Wiyanto, D. B., & Faiqoh, E. (2015). Analisis vegetasi dan struktur komunitas mangrove di teluk Benoa, Benoa. *Journal of Marine and Aquatic Sciences*, 1, 1-7. <https://doi.org/10.24843/jmas.2015.v1.i01.1-7>
- Zakaria, M., & Rajpar, M. N. (2015). Assessing the fauna diversity of Marudu Bay Mangrove Forest, Sabah, Malaysia, for future conservation. *Diversity*, 7, 137-148. doi:10.3390/d7020137.

Sediaan Karbon pada Hutan Bekas Terbakar di PT Bumi Andalas Permai, Provinsi Sumatera Selatan (Carbon Stock in Burnt Forest Area at PT Bumi Andalas Permai, South Sumatera Province)

Nur M. Heriyanto^{1,*}, Dolly Priatna^{2,4,*}, dan/and Ismayadi Samsedin³

¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan Jl. Gunung Batu No. 5, Kotak Pos 165 Bogor 16610, Jawa Barat, Telp. (0251) 833234, Faks. (0251) 638111

²Universitas Pakuan. Jl. Pakuan, Tegallega, Kota Bogor, Jawa Barat 16129

³Yayasan Sahabat Pohon Indonesia. Jl. Selakopi 3/1A, Kota Bogor 16117

⁴Divisi Sustainability & Stakeholder Engagement, Asia Pulp and Paper Group. Sinarmas Land Plaza Tower I, Jl. M.H. Thamrin No. 51, Gondangdia, Kota Jakarta Pusat, Daerah Khusus Ibukota Jakarta 10350

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Standing stocks, carbon stocks, burnt forest	<i>Fires often occur in tropical rainforests, especially in the dry season. One of the impacts is the reduction biomass and reduced carbon content. This study aimed to evaluate carbon stocks in the repeated ex-burnt forests. This research was conducted in October 2019 in three selected locations. Those were a secondary forest burnt in 2015, in 2017, and recurring burnt in 1997, 2015 and 2017 at the work area of PT. Bumi Andalas Permai, South Sumatra. A research plot of one hectare (100m x 100m) was made at each location. The results showed that the stand composition of the research location in secondary forest burnt in 2015 was dominated by <i>Syzygium</i> sp., burnt in 2017 was dominated by <i>Acacia crassicarpa</i> and <i>Macaranga</i> sp., while secondary forest with recurring burnt in 1997, 2015 and 2017, was dominated by <i>Melaleuca cajuputi</i>. Carbon stock in aboveground carbon pools with a diameter of ≥ 10cm was generally very low, with a value of 20.06-ton C/Ha, 0.42-ton C/Ha and 0.16-ton C/Ha in each study area of secondary forest burnt in 1997, 2015, and recurring burnt in 1997, 2015 and 2017, respectively. Recurring forest fires have led to the decline of biomass and number of trees per hectare; thus, restoration and extra hard work are necessary to recover the forest condition and prevent fires.</i>
Kata kunci: Sediaan tegakan, sediaan karbon, hutan bekas terbakar	ABSTRAK Kebakaran sering terjadi di hutan hujan tropis terutama di musim kemarau. Salah satu dampaknya yaitu berkurangnya biomassa dan menurunkan kandungan karbon. Tujuan penelitian adalah melakukan evaluasi sediaan karbon pada hutan bekas terbakar berulang. Penelitian dilakukan pada bulan Oktober 2019 di hutan sekunder terbakar pada tiga lokasi terpilih yaitu lokasi kebakaran tahun 2015, lokasi kebakaran tahun 2017, serta lokasi kebakaran berulang tahun 1997, 2015 dan 2017 yang berada di areal kerja PT Bumi Andalas Permai, Provinsi Sumatera Selatan. Pada masing-masing lokasi, plot penelitian dibuat seluas satu Ha (100 x 100 m). Penelitian menunjukkan bahwa komposisi tegakan tingkat pohon, tiang dan semai di hutan terbakar tahun 2015 didominasi jenis uba (<i>Syzygium</i> sp.), pada hutan terbakar tahun 2017 didominasi jenis <i>Acacia crassicarpa</i> dan <i>Macaranga</i> sp., sedangkan pada hutan yang terbakar berulang tahun 1997, 2015 dan 2017 didominasi oleh jenis gelam (<i>Melaleuca cajuputi</i>). Sediaan karbon pada tegakan berdiameter ≥ 10 cm secara umum sangat rendah, yaitu sebesar 20,06 ton C/Ha pada tegakan hutan terbakar tahun 2015, sebesar 0,42 ton C/Ha di hutan terbakar tahun 2017 dan sebesar 0,16 ton C/Ha pada hutan terbakar berulang tahun 1997, 2015 dan 2017. Kebakaran hutan berulang berdampak pada turunnya biomassa dan jumlah pohon per-ha, sehingga untuk memulihkannya diperlukan restorasi dan kerja yang ekstra keras mencegah kebakaran.
Riwayat artikel: Tanggal diterima: 11 September 2020; Tanggal direvisi: 17 Maret 2021; Tanggal disetujui: 11 Juni 2021	

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

Korespondensi penulis: N. M. Heriyanto* (E-mail: nurmheriyanto@yahoo.com);
Dolly Priatna* (E-mail: dollypriatna@unpak.ac.id)

Kontribusi penulis: **NMH**: Melakukan konseptualisasi penelitian, metoda penelitian, pelaksana penelitian, analisis hasil, interpretasi hasil dan penulisan naskah; **DP** dan **ISM**: Melakukan konseptualisasi penelitian, metoda penelitian, analisis hasil, interpretasi hasil dan penulisan naskah.

<https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.2.111-122>

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

1. Pendahuluan

Hutan pada kondisi primer hujan tropik dataran rendah memiliki kekayaan jenis yang tinggi, ekosistemnya dinamis dan stabil. Kebakaran hutan dapat merubah ekosistem tersebut. Sejalan dengan hal tersebut, Yuningsih, Bastoni, Yulianty, & Harbi (2018) menyatakan, lahan gambut paska terbakar tahun 2015 tidak ditemukan vegetasi untuk tingkat semai dan tumbuhan lainnya. Vegetasi yang ditemukan hanya beberapa jenis pakis dan merupakan jenis yang mendominasi dengan nilai kerapatan tertinggi.

Di tahun 1980 emisi karbon di dunia adalah sebesar 117 ± 35 Gt (82-152 Gt), akibat dari pembakaran hutan dan bahan bakar minyak (IPCC, 2013). Selanjutnya dinyatakan bahwa kenaikan suhu global diperkirakan akan naik rata-rata sampai 2°C . Gas rumah kaca (GRK) di Indonesia dilaporkan sangat tinggi yang dilepaskan ke atmosfer. Selama periode 2000-2016, rata-rata emisi GRK dari sektor kehutanan (penebangan, kebakaran) mencapai 0,71 Gt CO_2e (Adinugroho, Prasetyo, Kusmana, & Krisnawati, 2019).

Di daerah tropis pertumbuhan pohon lebih pesat bila dibandingkan dengan daerah yang beriklim sub-tropis. Hutan berpotensi tinggi dalam menyerap emisi gas yang dapat menyebabkan perubahan iklim yang tidak diinginkan. Indonesia mempunyai hutan tropis yang cukup luas dan umumnya pada musim kemarau sering terjadi kebakaran hutan.

Di hutan hujan tropis dataran rendah, gambut dan pegunungan pada umumnya mempunyai keanekaragaman tinggi dan biomassa juga relatif tinggi, bila sering terbakar maka keanekaragaman rendah begitu pula dengan biomasnya. Penelitian Dharmawan (2013) di hutan gambut Kalimantan Tengah, kandungan karbon pada hutan bekas terbakar diameter ≥ 10 cm sebesar 73,08 ton C/Ha. Kandungan karbon hutan rawa gambut di Kepulauan Meranti, Riau

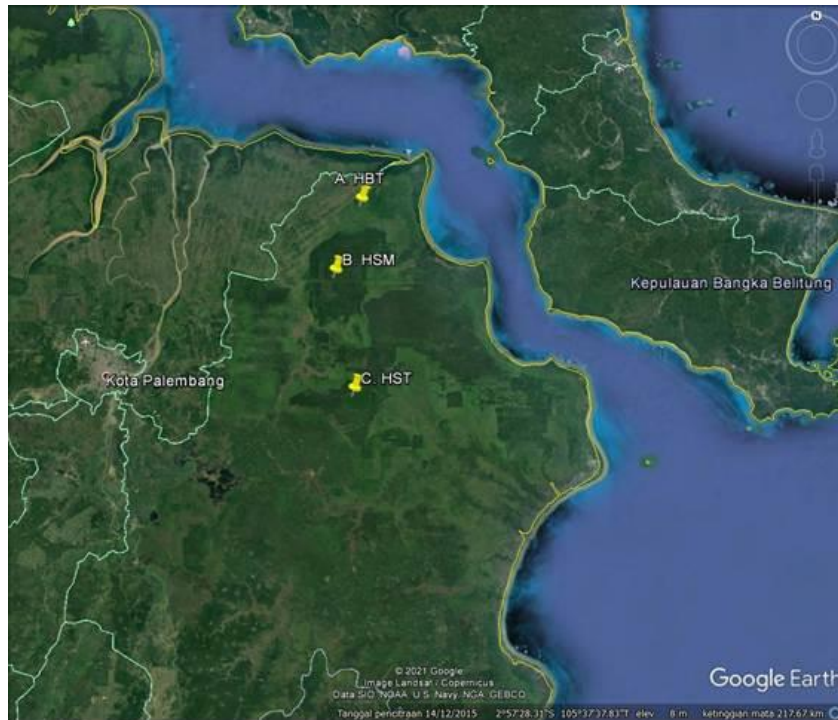
untuk tingkat pohon sebesar 39,47 ton C/Ha (Rosalina, Kartawinata, Nisyawati, Nurdin, & Supriatna, 2013). Sedangkan hasil penelitian Heriyanto, Priatna, & Samsu (2020) di hutan rawa gambut Bengkalis, Riau, diameter ≥ 10 cm pada hutan sekunder tua sebesar 151,14 ton C/Ha, di hutan sekunder muda sebesar 43,42 ton C/Ha dan di belukar tua sebesar 36,37 ton C/Ha. Penelitian kandungan karbon pada hutan sekunder telah banyak dilakukan, akan tetapi penelitian di hutan sekunder dengan kebakaran berulang sedikit dilakukan. Dengan demikian tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui sediaan karbon pada hutan bekas terbakar berulang.

2. Metode

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Pelaksanaan penelitian bulan Oktober 2019, di lokasi hutan sekunder terbakar tahun 2015, hutan sekunder terbakar tahun 2017 dan hutan sekunder terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 pada kelompok hutan Sungai Simpang Heran-Sungai Buyuku dan kelompok hutan Air Sugihan, Kabupaten OKI, Sumatera Selatan (Gambar 1). Secara administrasi lokasi ini termasuk Desa Jadi Mulya dan Desa Sungai Lumpur, Kabupaten Ogan Komering Ilir, Provinsi Sumatera Selatan. Keadaan petak contoh disajikan di Gambar 2.

Lokasi penelitian berdasarkan pengamatan terletak pada ketinggian ± 10 mdpl. Topografi landai dengan kemiringan lahan antara 0-8%. Lokasi penelitian sebagian besar gambut termasuk Organosol (70%) pH masam 4-6 tingkat kesuburan rendah (Balittanah, 2018). Material bahan induk terdiri dari batuan endapan rawa, lumpur lanau dan pasir. Tanah berwarna kelabu gelap dengan variabel tekstur konsisten, asam, permeabilitas rendah sampai medium, mudah tererosi, kandungan nutrisi rendah dan solum tanah tebal (Bumi Andalas Permai, 2017).



Gambar (Figure) 1. Lokasi penelitian: A. Hutan terbakar tahun 2015 B. Hutan terbakar tahun 2017 dan C. Hutan terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 (*Research locations: A. Forest burnt in 2015, B. Forest burnt in 2017 and C. Recurring forest burnt in 1997, 2015 and 2017*)



Gambar (Figure) 2. Keterangan: a. Terbakar tahun 2015, b. Terbakar tahun 2017 dan c. Terbakar tahun 1997, 2015 dan 2017 (*Remarks: a. Forest burnt in 2015, b. Forest burnt in 2017 and c. Recurring forest burnt in 1997, 2015 and 2017*).

Termasuk tipe iklim B menurut klasifikasi Schmitd & Ferguson lokasi penelitian tersebut. Berdasarkan BPS, (2018), curah hujan bulan Januari sampai Juni 2017 daerah ini mempunyai curah hujan termasuk kelas menengah sampai tinggi yaitu antara 159,1 mm sampai 355,1 mm, rata-rata curah hujan pertahun sebesar 2.906 mm. Rata-rata suhu di areal ini terendah terjadi pada bulan September yaitu 24,1°C dan tertinggi pada bulan Juni yaitu sekitar 28,1°C; kelembaban udara antara 67% - 86%. Kejadian kebakaran umumnya pada bulan-bulan dengan curah hujan dan hari hujan yang rendah.

2.2. Bahan dan Alat

Alat yang digunakan yaitu: meteran, pita diameter, tambang plastik, alat ukur tinggi pohon Hagloof Vertex II digital, gunting stek, pengawet herbarium, kertas koran, kantong plastik, etiket gantung untuk herbarium, dan alat-alat tulis.

Bahan penelitian yaitu tegakan hutan terbakar tahun 2015, hutan terbakar tahun 2017 dan hutan terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 bagian dari kawasan lindung seluas ± 19.270 Ha, dimana seluas ± 8.300 Ha merupakan hutan bekas terbakar.

2.3. Rancangan Penelitian Penelitian Tahapan Pelaksanaan/Rancangan Penelitian

Berdasarkan kondisi tegakan di hutan terbakar tahun 2015, hutan terbakar tahun 2017 dan hutan terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 dari kawasan lindung terbakar seluas ± 8.300 Ha. Areal dicuplik seluas masing-masing satu hektar dianggap dapat mewakili tegakan tersebut, dimana kondisi tegakan dilokasi penelitian relatif seragam pada setiap lokasi. Ukuran plot 100 x 100 m, di dalam plot dibuat sub-plot (petak bersarang/*nested plot*) ukuran 20 x 20 m untuk pengukuran pohon,

pengukuran belta 5 m x 5 m dan 2 m x 2 m untuk pengukuran semai (Gambar 3).

Semua pohon (diberi nomor/*tagging* dari aluminium) dan belta dicatat nama jenisnya, diukur tinggi dan diameter, sedangkan semai dihitung jenis dan jumlahnya. Material yang belum diketahui jenisnya diambil contoh untuk diidentifikasi di Laboratorium Litbang Hutan, Bogor. The Plant List, (2013), yang diacu pada tata nama jenis.

Tingkat pohon, belta dan semai menurut kriteria (Wardani, Astuti, & Heriyanto, 2017; Heriyanto, Priatna, Kartawinata, & Samsuodin, 2020); pohon diameter ≥ 10 cm pada tinggi 1,3 m, bila berbanir diameter diukur 20 cm di atas banir, (2) belta, diameter < 10 cm dan tinggi lebih dari 1,5 m dan (3) semai, tinggi kurang dari 1,5 m berikut kecambah.

2.4. Analisis Data

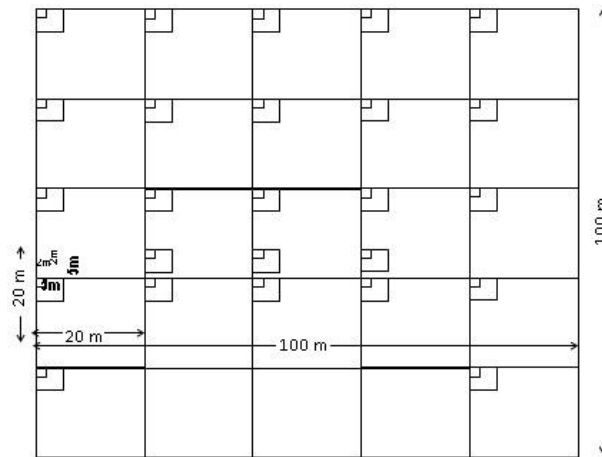
Penentuan jenis-jenis yang dominan dilakukan analisis data. Jenis dominan yaitu yang mempunyai indeks nilai kepentingan tertinggi dalam suatu tegakan (Kusmana, 2011; Kusmana & Susanti, 2015; Heriyanto, Samsuodin, & Kartawinata, 2019). Indeks kepentingan (%): kerapatan relatif + dominasi relatif + frekuensi relatif dari masing-masing jenis, jenis dominan mempunyai indeks kepentingan tertinggi (Dharmawan & Samsuodin, 2012; Wardani & Heriyanto, 2016; Sadili, Kartawinata, Soedjito, & Sambas, 2018).

Jenis tumbuhan

Tingkat pertumbuhan yaitu pohon, belta dan semai merupakan kategori jenis tumbuhan dihitung per satuan luas (Ha).

Potensi tegakan

Diklasifikasikan menurut kelas diameter dan dihitung jumlah individu/Ha.



Gambar (Figure) 3. Plot pengukuran penelitian (*Plot of research measurements*)

Pendugaan biomassa tegakan

Biomassa tegakan diduga dengan menggunakan rumus (Chave et al., 2014) dan dibatasi pada tingkat pohon diameter ≥ 10 cm. Persamaan tersebut adalah:

$$Y = 0,0673 \times (\rho D^2 H)^{0,976} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan (*Information*):

- Y = biomassa total/total biomass (kg),
- D = diameter/diameter (cm), ρ = bj/wood density (gr/cm³),
- H = tinggi/height (m). Berat jenis kayu menurut/Wood density according to (Pustekolah, 2013; ICRAF, 2017)

Kandungan karbon

Dugaan karbon dihitung dengan menggunakan rumus (Martin & Thomas, 2011; IPCC, 2013):

Dugaan karbon = Berat kering x 47%
(2)

Serapan CO₂

CO₂ = 44/12 x dugaan karbon(3)

Data ditabulasi dan dianalisis dengan menggunakan *software Microsoft Excel* 2013.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Komposisi Jenis

Hasil identifikasi suku dan jenis tumbuhan di hutan terbakar tahun 2015, hutan terbakar tahun 2017 dan hutan terbakar tahun 1997, 2015 & 2017, distribusi jumlah jenis dan suku di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1.

Tabel (Table) 1. Persebaran suku, jenis dan jumlah pohon per-Ha (*Distribution of family, species and number of trees per-Ha*)

Lokasi (Location)	Suku (Family)	Jenis (Species)	Total (Total) Individu/Ha
Hutan terbakar tahun 2015 (Forest burnt in 2015)	8	11	122
Hutan terbakar tahun 2017 (Forest burnt in 2017)	2	2	8
Hutan terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 (Recurring forest burnt in 1997, 2015 & 2017)	1	1	5

Di hutan terbakar tahun 2015, dijumpai 11 jenis tumbuhan dalam 8 suku, Euphorbiaceae adalah suku yang mempunyai jenis terbanyak disusul Myrtaceae dan Myristicaceae. Vegetasi berdiameter ≥ 10 cm ada 11 jenis berjumlah 122 individu/Ha. Di hutan terbakar tahun 2017 dijumpai hanya 2 jenis tumbuhan yang tergolong dalam 2 suku yaitu *Acacia crassissima* dan *Macaranga* sp. Hutan sekunder terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 pada tahun 2017 mengalami kebakaran besar sehingga vegetasi tingkat pohon sebagian besar musnah terbakar. Di lokasi ini dijumpai hanya 1 jenis tumbuhan yaitu gelam (*Melaleuca cajuputi*), pohon berdiameter ≥ 10 cm yaitu 1 jenis yang berjumlah 5 individu/Ha.

Pada plot hutan terbakar tahun 2017 ditemukan pohon berdiameter ≥ 10 cm sejumlah 8 individu/Ha, *A. crassissima* sebanyak 7 individu/Ha dan *Macaranga* sp. sebanyak 1 individu/Ha. Jenis dominan di hutan terbakar tahun 2015 berdasarkan kerapatan dan indeks nilai penting dapat dilihat di Tabel 2.

Pada lokasi hutan sekunder terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 vegetasi tingkat pohon didominasi oleh satu jenis yaitu akasia (*A. crassissima*) dengan INP

262,50%, sedangkan pada hutan sekunder terbakar tahun 2017 hanya terdapat satu jenis vegetasi tingkat pohon yaitu gelam (*M. cajuputi*). Di hutan terbakar tahun 2015, vegetasi untuk tingkat pohon didominasi oleh jenis uba/*Syzygium* sp. (INP = 107,11%), pulai/*A. scholaris*. (INP = 92,83%) dan serampit/*S. cymosum* (INP = 31,33%). Tegakan yang akan menggantikan dimasa datang yaitu tegakan tingkat belta: jambuang/*Syzygium cf. Lineatum* (INP = 89,91%) dan Uba/*Syzygium* sp. (INP = 38,50%). Pohon dengan INP rendah, pertumbuhannya akan tertekan dibandingkan dengan pohon dengan INP yang tinggi. INP tinggi mempunyai kemampuan reproduksi, daya adaptasi dan kompetisi lebih baik (Dendang & Handayani, 2015; Kartawinata, 2016).

3.2. Struktur dan Regenerasi Tegakan

Tegakan hutan dapat dilihat secara horizontal dan vertikal yaitu sebaran pohon pada berbagai kelas diameter per satuan luas atau sebaran tinggi lapisan tajuk tumbuhan (Wardani et al., 2017; Heriyanto, Samsudin, & Bismark, 2019). Pada Tabel 3 disajikan tinggi tegakan tingkat pohon di plot penelitian.

Tabel (Table) 2. Dominansi pohon diameter ≥ 10 cm (INP >10%) (*Dominance of trees with diameters ≥ 10 cm (IVI $\geq 10\%$)*)

No.	Nama jenis (<i>Species name</i>)	Individu/ha (<i>Individual/ha</i>)	Indeks Nilai Penting (<i>Important Value Index</i>) %
1	Uba/ <i>Syzygium</i> sp.	38	107,11
2	Pulai/ <i>A. scholaris</i>	46	92,83
3	Serampit/ <i>Syzygium cymosum</i>	13	31,33
4	Pianggu/ <i>Horsfieldia sylvestris</i>	9	21,96
5	Kiara/ <i>Ficus drupacea</i>	4	14,32
6	Medang pelem/ <i>Diplospora singularis</i>	5	13,13

Tabel (Table) 3. Sebaran tinggi pohon dominan (INP >10%) (*Distribution of dominant tree heights (IVI ≥ 10%)*)

Lokasi (Location)	Nama jenis (Species name)	Tinggi (Height) (m)
Hutan sekunder terbakar tahun 2015 (<i>Secondary forest burnt in 2015</i>)	•Tinggi/Height > 15 m	
	- pulai/ <i>A. scholaris</i>	17,8
	- uba/ <i>Syzygium</i> sp.	17,1
	•Tinggi/Height (>10 m - 15 m)	
	- pulai/ <i>A. scholaris</i>	14,9
	- uba/ <i>Syzygium</i> sp.	14,8
Hutan sekunder terbakar tahun 2017 (<i>Secondary forest burnt in 2017</i>)	•Tinggi/Height (≤10 m)	
	- serampit/ <i>S. cymosum</i>	9,8
	- medang pelem/ <i>D. singularis</i>	9,1
	•Tertinggi/Highest <i>A. crassicarpa</i>	10,6
Hutan sekunder terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 (<i>Secondary forest with recurring burnt in 1997, 2015 & 2017</i>)	•Terendah/Lowest <i>Macaranga</i> sp.	5,1
	•Tertinggi/Highest <i>M. cajuputi</i>	12,1
	•Terendah/Lowest <i>M. cajuputi</i>	10,9

Hasil sebaran semua pohon di hutan terbakar tahun 2015 diameter antara 10 cm - <20 cm, 20 cm - <30 cm, 30 cm - <40 cm, 40 cm - <50 cm dan ≥ 50 cm dapat dilihat pada Tabel 4. Pada tabel tersebut, struktur tegakan di hutan terbakar tahun 2015 menunjukkan jumlah pohon pada kelas diameter kecil akan semakin berkurang ke kelas diameter yang lebih besar. Di hutan alam kelas diameter kecil lebih banyak dibandingka kelas diameter besar (Ristiara, Hilmanto, & Duryat,

2017; Posa, Wijedasa, & Corlett, 2011; Samsudin & Heriyanto, 2010). Di hutan sekunder terbakar tahun 2017 dijumpai 2 jenis yaitu *A. crassicarpa* dan *Macaranga* sp. dengan diameter sebesar 10-20 cm sebanyak 6 pohon dan diameter 20-30 cm sebanyak 2 pohon, sedangkan di hutan sekunder terbakar 1997, 2015 & 2017 hanya dijumpai 1 jenis yaitu gelam/*M. cajuputi* (5 individu/Ha) dengan diameter sebesar 10-20 cm.

Tabel (Table) 4. Sebaran jumlah pohon (individu/ha) pada tiap kelas diameter (*Distribution of the number of trees (individual/ha) in each diameter class*)

No.	Lokasi/Location	Kelas diameter/Diameter class (cm)					Jumlah/ Total
		10-20	20-30	30-40	40-50	≥50	
1.	Hutan sekunder terbakar tahun (<i>Secondary forest burnt in 2015</i>)	43	39	24	12	4	122
2.	Hutan sekunder terbakar tahun 2017 (<i>Secondary forest burnt in 2017</i>)	6	2	-	-	-	8
3.	Hutan sekunder terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 (<i>Secondary forest with recurring burnt in 1997, 2015 & 2017</i>)	5	-	-	-	-	5

Adanya perbedaan kemampuan pohon dalam memanfaatkan unsur hara/mineral, sinar matahari dan air serta sifat kompetisi, sehingga struktur tegakan hutan tidak selalu sama walaupun ditempat yang sama. Akibatnya tegakan hutan akan membentuk kelas diameter yang berbeda (Kartawinata, 2016).

Fenomena alam pada proses regenerasi karena suatu sebab terbakar, tumbang, ditebang atau secara fisiologis mati, pohon yang muda akan menggantikan pohon dewasa. Regenerasi lengkap (ada di setiap strata: semai, belta dan pohon), di hutan terbakar 2015 hanya ditemukan dua jenis yaitu uba/*Syzygium* sp. dan girang/*Leea indica* dalam plot satu ha dapat dilihat di Tabel 5.

Pada tersebut, hutan bekas terbakar tahun 2015 jenis yang mendominasi regenerasi lengkap: tingkat semai, belta dan pohon yaitu uba/*Syzygium* sp. dengan INP berturut-turut 100%, 136,01% dan 107,11%. Jenis tumbuhan di hutan terbakar 2017 tidak ditemukan tingkat semai hanya ada tingkat pohon dan belta. Jumlah dan jenis belta yang tumbuh secara alami di lokasi penelitian hutan terbakar 2017 ini ada 3 jenis yaitu gelam (*M. cajuputi*) dengan kerapatan 7.296 individu/ha, senggani (*Melastoma malabathricum*) dan tenggek burung (*Evodia ridleyi*) masing-masing kerapatannya 432 individu/ha. Semai dijumpai 2 jenis yaitu senggani (*M. malabathricum*) dan tenggek burung (*E. ridleyi*) dengan kerapatan/Ha 3.500 dan 600.

Di lokasi penelitian hutan terbakar 1997, 2015 & 2017, vegetasi tingkat belta ada 1 jenis yaitu gelam (*M. cajuputi*) dengan kerapatan 7.920 individu/Ha, semai dijumpai 3 jenis yaitu gelam (*M. cajuputi*),

senggani (*M. malabathricum*) dan pulai gabus (*A. spatulata*) dengan kerapatan 2.900, 300 dan 1.000 individu/Ha.

Pada umumnya hutan sekunder bekas terbakar menjadi hutan yang tidak normal pertumbuhannya terutama tingkat permudaan banyak yang hilang karena terbakar. Kondisi tegakan yang tidak normal dengan ketersediaan permudaan yang kurang dan hanya didominasi oleh jenis tertentu ini membutuhkan intervensi manusia untuk membantu dan mempercepat proses pemulihan. Hutan sekunder bekas terbakar di OKI ini perlu direstorasi yaitu untuk mengembalikan keanekaragaman hayati dengan menanam tumbuhan asli setempat dan yang paling penting menjaga hutan dari kebakaran dan penebangan liar.

Di hutan sekunder terbakar tahun 2015 untuk tingkat pohon terdapat 11 jenis berjumlah 122 individu/Ha, tingkat belta terdapat 4 jenis dengan kerapatan 240 individu/Ha, tingkat semai ada 2 jenis dengan kerapatan 2 individu/Ha. Hutan terbakar tahun 2017 dijumpai 2 jenis berjumlah 8 individu/Ha, tingkat belta ada 3 jenis 8.160 individu/Ha; semai dijumpai 2 jenis dengan kerapatan 4.100 individu/Ha. Hutan terbakar 1997, 2015 & 2017 dijumpai hanya 1 jenis berjumlah 5 individu/Ha, tingkat belta ada 1 jenis dengan kerapatan 7.920 individu/Ha, semai dijumpai 3 jenis dengan kerapatan 4.200 individu/Ha. Pada data tersebut permudaan di hutan sekunder terbakar tahun 2015 jumlahnya sangat sedikit sehingga perlu di restorasi dengan jenis yang ada di tempat tersebut, sedangkan di hutan terbakar tahun 2017 dan hutan terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 jumlah permudaan telah mencukupi hanya perlu pengkayaan jenis.

Tabel (Table) 5. Regenerasi lengkap di lokasi penelitian (*Complete regeneration at the study site*)

No.	Nama jenis (<i>Species name</i>)	Suku (<i>Family</i>)	Nilai penting/ <i>Important value</i> (%)		
			Pohon (<i>Trees</i>)	Belta (<i>Saplings</i>)	Semai (<i>Seedlings</i>)
1.	Uba/ <i>Syzygium</i> sp..	Myrtaceae	107,11	136,01	100
2.	Girang/ <i>L. indica</i>	Vitaceae	2,61	19,65	100

3.3. Biomassa dan Karbon

Rosalina, Kartawinata, Nisyawati, Nurdin, & Supriatna (2013) menyatakan bahwa biomassa dalam berat kering oven persatuan luas yang terdiri dari berat daun, bunga, buah, cabang, ranting, batang, akar serta pohon mati. Berat jenis kayu, kerapatan, diameter, tinggi dan kesuburan tanah yaitu peubah yang mempengaruhi besarnya biomassa (Dharmawan, 2013; Rosalina et al., 2013; Siregar & Heriyanto, 2010). Pendugaan biomassa berpengaruh pada siklus karbon terutama hutan tanaman tropis (Samsodin, Heriyanto, & Bismark, 2014; Putri & Wulandari, 2015). Biomassa hutan, kurang lebih sebanyak 47 persen mengandung karbon (IPCC, 2013). Selanjutnya dinyatakan oleh Chave et al. (2014) dan Natalia, Yuwono, & Qurniati (2014) untuk bahan evaluasi produktivitas berbagai ekosistem yang ada, data biomassa sangat berguna.

Pohon muda dalam pertumbuhannya mempunyai potensi yang besar dalam menyerap dan mengurangi kadar karbon dioksida dari udara. Pertumbuhan pohon tua lebih lambat dibandingkan dengan pohon yang lebih muda. Melalui proses metabolisme asam nukleat, lipid dan protein akan diubah menjadi organ tumbuhan setelah mekanisme fotosintesis karbon dioksida dan air diubah menjadi karbohidrat (Campbell, Reece, & Mitchell, 2002).

Dampak dari adanya kebakaran hutan, kandungan karbon dan biomassa tegakan diameter ≥ 10 cm di lokasi penelitian tergolong sangat rendah, hal ini disajikan pada Tabel 6. Biomassa dan kandungan karbon tegakan yang berdiameter ≥ 10 cm di hutan terbakar

2015 sebesar $(42,68 \pm 0,38)$ ton/Ha atau 20,06 ton C/Ha setara dengan 73,62 ton C dioksida/Ha. Biomassa dan rosot karbon di lokasi penelitian dipengaruhi oleh gangguan yang terjadi pada hutan terutama tingkat kebakaran hutan. Pada lokasi yang sering terbakar (hutan terbakar 1997, 2015 & 2017), diketahui biomassa, jumlah jenis dan jumlah tingkat pohon sangat rendah bila dibandingkan dengan hutan terbakar 2015. Pada hutan yang terbakar 2017 masih terjadi tahap awal proses suksesi dan kemungkinan tingkat intensitas kebakaran yang lebih tinggi dibandingkan pada areal bekas kebakaran 2015 yang berdampak pada sangat rendahnya nilai simpanan karbon dibandingkan pada areal bekas kebakaran 2015. Kondisi ini menggambarkan hilangnya sejumlah karbon pada pool karbon biomassa diatas permukaan tanah dengan diameter >10 cm yang cukup besar yang akan menjadi sumber emisi gas rumah kaca.

Rosot karbon di lokasi penelitian termasuk rendah, hal ini dikarenakan daerah tersebut sering terjadinya kebakaran hutan dan sedang mengalami suksesi secara alami seperti halnya yang terjadi pada lokasi penelitian hutan bekas terbakar pada tahun 1997, 2015 dan tahun 2017. Pada hutan bekas terbakar umumnya dijumpai jenis-jenis utama hilang dan digantikan oleh tumbuhan pioner sehingga untuk mempercepat proses pemulihan hutan bekas terbakar perlu dilakukan intervensi melalui kegiatan restorasi dengan jenis-jenis lokal penyusun tegakan pada awalnya (Ripin, Astiani, & Burhanuddin, 2017; Qirom, Lazuardi, & Kodir, 2015).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Kebakaran hutan yang berulang berdampak pada turunnya biomassa vegetasi terutama pada tegakan dengan diameter > 10 cm dan keanekaragaman hayati di lokasi penelitian. Rosot karbon hutan terbakar tahun 2015 diameter \geq 10 cm senilai 20,06 ton C/Ha, di hutan terbakar tahun 2017 sebesar 0,42 ton C/Ha dan pada hutan terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 sebesar 0,16 ton C/Ha. Kondisi struktur tegakan dan permudaan yang ada menunjukkan perlu adanya tindakan intervensi untuk mempercepat proses pemulihan dan peningkatan serapan karbon paska terjadinya kebakaran.

Jenis dominan di hutan terbakar tahun 2015 adalah uba/*Syzygium* sp., pulai/*Alstonia scholaris* dan serampit/*Syzygium cymosum*. Uba/*Syzygium* sp. merupakan jenis dominan yang mempunyai tingkat regenerasi lengkap di hutan terbakar tahun 2015 yaitu tingkat pohon, belta dan semai. Jumlah dan jenis belta di hutan terbakar tahun 2017 yang tumbuh secara alami ada 3 jenis yaitu gelam (*Melaleuca cajuputi*), senggani (*Melastoma malabathricum*) dan tenggek burung (*Evodia redleyi*). Di hutan terbakar tahun 1997, 2015 & 2017 jumlah dan jenis belta ada 1 jenis yaitu gelam (*Melaleuca cajuputi*), semai 3 jenis yaitu gelam (*Melaleuca cajuputi*), senggani (*Melastoma malabathricum*) dan pulai gabus (*Alstonia spathulata*).

4.2. Saran

Pada semua lokasi penelitian dapat dilakukan tindakan restorasi menggunakan jenis-jenis pohon lokal untuk mengembalikan biodiversitas hutan dan peningkatan sediaan karbon.

Ucapan Terima Kasih

Terima kasih ditujukan Sdr. Eman Teknisi Litkayasa Penyelia pada Pusat Litbang Hutan, Bogor yang membantu

dalam mengolah data dan pihak perusahaan Bumi Andalas Permai.

Daftar Pustaka

- Adinugroho, W. C., Prasetyo L. B., Kusmana, C., & Krisnawati, H. (2019). Contribution of forest degradation in Indonesia's GHG emissions: Profile and opportunity to improve its estimation accuracy. *ISenREM Conf. Series: Earth and Environmental Science* 399, 1-8. doi:10.1088/1755-1315/399/1/012025.
- Badan Pusat Statistik (BPS). (2018). *Ogan Komering Ilir (OKI) dalam Angka*. Badan Pusat Statistik Kabupaten Ogan Komering Ilir. Provinsi Sumatera Selatan
- Balai Penelitian Tanah (Balittanah). (2018). *Peta Tanah Pulau Sumatera, Sumatera Selatan*. Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian, Kementerian Pertanian. Bogor.
- Bumi Andalas Permai (2017). *Rencana Kerja Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Tanaman Industri (RKUPHHK-HTI) untuk Jangka Waktu 10 (Sepuluh) Tahun 2017-2026*. PT. Bumi Andalas Permai. Provinsi Sumatera Selatan.
- Campbell, N. A., Reece, J. B., & Mitchell L. G. (2002). *Biologi*. Penerbit Erlangga. Jakarta.
- Chave, J., Mechain, M. R., Burquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M. S., Delitti, W. B. C., ... Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology*, 20, 3177-3190. doi: 10.1111/gcb.12629.
- Dendang, B., & Handayani, W. (2015). Struktur dan Komposisi Tegakan Hutan di Taman Nasional Gunung Gede Pangrango. *Jurnal Proseminas*, 1(4), 691-695.

- Dharmawan, I. W. S., & Samsuudin, I. (2012). Dinamika potensi biomassa karbon pada lanskap hutan bekas tebangan di Hutan Penelitian Malinau. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 9(1), 12-20.
- Dharmawan, I. W. S. (2013). *Evaluasi dinamika cadangan karbon tetap pada hutan gambut primer dan bekas terbakar di Hampangan dan Kalampangan, Kalimantan Tengah* (Disertasi Doktor). Sekolah Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Heriyanto, N. M., Samsuudin, I., & Kartawinata, K. (2019). Tree species diversity, structural characteristics and carbon stock in a one-hectare plot of the protection forest area in West Lampung Regency, Indonesia. *Reinwardtia*, 18(1), 1-18.
- Heriyanto, N. M., Samsuudin, I., & Bismark, M. (2019). Keanekaragaman hayati flora dan fauna di Kawasan Hutan Bukit Datuk Dumai Provinsi Riau. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(1), 82-94.
- Heriyanto, N. M., Priatna, D., Kartawinata, K., & Samsuudin, I. (2020). Struktur dan komposisi hutan di kawasan lindung Rantau Bertuah, Kabupaten Siak, Provinsi Riau. *Buletin Kebun Raya*, 23(1), 69-81.
- Heriyanto, N. M., Priatna, D., & Samsuudin, I. (2020). Keanekaragaman Hayati dan Rosot Karbon pada Rawa Gambut di Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman* 17(1), 53-67.
- International Center Research in Agroforestry/ICRAF. (2017). *Database, wood density*. ICRAF. Bogor. diakses dari <http://www.worldagroforestry.org>. tanggal 17 Maret 2021 jam 14.02 WIB
- International Panel on Climate Change [IPCC]. (2013). *Climate change 2013 the physical basis working group I contribution to the fifth assessment report of the IPCC*. Switzerland.
- Kartawinata, K. (2016). *Diversitas ekosistem alami Indonesia*. Cetakan ke-2. Penerbit: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Kusmana, C. (2011). *Metode Survei Vegetasi*. Cetakan ke 2. IPB Press. Bogor.
- Kusmana, C., & Susanti, S. (2015). Komposisi dan struktur tegakan hutan alam di Hutan Pendidikan Gunung Walat, Sukabumi. *Jurnal Silviculture Tropika*, 4(3), 210-217.
- Martin, A. R & Thomas, S. C. (2011). A Reassessment of carbon content in tropical trees. *PLoS ONE*, 6(8), 1-9. Ontario. Canada.
- Natalia, D., Yuwono, S. B., & Qurniati, R. (2014). Potensi penyerapan karbon pada sistem agroforestri di Desa Pesawaran Indah Kecamatan Padang Cermin Kabupaten Pesawaran Provinsi Lampung. *Jurnal Sylva Lestari*, 2(1), 11-20. doi: 10.23960/jsl1211-20.
- Posa, M. R. C., Wijedasa, L. S., & Corlett, R. T. (2011). Biodiversity and conservation of tropical peat swamp forests. *BioScience*, 61(1), 49-57. doi:10.1525/bio.2011.61.1.10.
- Putri, A. H. M., & Wulandari, C. (2015). Potensi penyerapan karbon pada tegakan damar mata kucing (*Shorea Javanica*) di Pekon Gunung Kemala Krui Lampung Barat. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(2), 13-20. doi: 10.23960/jsl2313-20.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Keteknikan Kehutanan dan Pengolahan Hasil Hutan [Pustekolah]. (2013). Atlas Kayu Indonesia Jilid 4. Badan Penelitian dan Pengembangan Kehutanan. Departemen Kehutanan. Bogor.
- Qirom, M. A., Lazuardi, D., & Kodir, A. (2015). Keragaman jenis dan potensi simpanan karbon hutan sekunder di

- Kotabaru Kalimantan Selatan. *Indonesian Forest Rehabilitation Journal*, 3(1), 49-66. doi: 10.9868/IFRJ.3.1.49-66.
- Ripin., Astiani, D., & Burhanuddin. (2017). Jenis-jenis pohon penyusun vegetasi hutan rawa gambut di Semenanjung Kampar Kecamatan Teluk Meranti Provinsi Riau. *Jurnal Hutan Lestari*, 5(3), 807-813.
- Ristiara, L., Hilmanto, R., & Duryat. (2017). Estimasi karbon tersimpan pada hutan rakyat di Pekon Kelungu Kabupaten Tanggamus. *Jurnal Sylva Lestari*, 5(1), 128-138. doi: 10.23960/jsl15128-138.
- Rosalina, Y., Kartawinata, K., Nisyawati., Nurdin, E., & Supriatna, J. (2013). Kandungan karbon di hutan rawa gambut kawasan konservasi PT National Sago Prima, Kepulauan Meranti, Riau. *Buletin Kebun Raya*, 16(2), 115-130.
- Sadili, A., Kartawinata, K., Soedjito, H., & Sambas, E. (2018) Tree species diversity in a pristine montane forest previously untouched by human activities in Foja Mountains, Papua, Indonesia. *Reinwardtia*, 17(2), 133-154.
- Samsuodin, I., Heriyanto, N. M., & Bismark, M. (2014). Keanekaragaman hayati flora dan fauna di kawasan hutan Pertamina Bukit Datuk Dumai, Provinsi Riau. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 11(1), 77-89.
- Samsuodin, I. & Heriyanto, N. M. (2010). Struktur dan komposisi hutan pamah bekas tebangan ilegal di kelompok hutan Sei Lapan, Sei Serdang, Taman Nasional Gunung Leuser, Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(3), 299-314.
- Siregar, C. A. & Heriyanto, N. M. (2010). Akumulasi biomassa karbon pada skenario hutan sekunder di Maribaya, Bogor, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(3), 215-226.
- The Plant List. (2013). *The Plant List Version 1.1 (September 2013)*, Royal Botanic Gardens, Kew, U.K. and Missouri Botanical Garden, Missouri, USA.
- Wardani, M. & Heriyanto, N. M. (2016). Autekologi damar asam *Shorea hopeifolia* (F. Heim) Symington di Taman Nasional Bukit Barisan Selatan, Lampung. *Buletin Plasma Nutfah*, 21(2), 89. doi: 10.21082/blpn.v21n2.2015.p89-98.
- Wardani, M., Astuti, I. P., & Heriyanto, N. M. (2017). Analisis vegetasi jenis-jenis Dipterocarpaceae di kawasan hutan seksi I Way Kanan, Taman Nasional Way Kambas, Lampung. *Buletin Kebun Raya*, 20(1), 51-64.
- Yuningsih, L. , Bastoni , Yulianty T., Harbi, J. (2018). Analisis vegetasi pada lahan hutan bekas terbakar di Kabupaten Ogan Komering Ilir (OKI), Provinsi Sumatera Selatan. Indonesia. *SYLVA* 7(2), 58-67.

Analisis Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Kompetensi Petani Hutan Rakyat Jati di Kabupaten Muna Provinsi Sulawesi Tenggara (Analysis of Factors Affecting the Competence of Teak Community Forest Farmers in Muna Regency South-East Sulawesi Province)

Musdi^{1*}, Hardjanto², dan/and Leti Sundawati²

¹Sekolah Pasca Sarjana, IPB University, Jl. Raya Dramaga, Gedung Sekolah Pasca Sarjana IPB, 16680, Bogor, Jawa Barat, Indonesia, Telp (0251) 8622961862406

²Program Studi Ilmu Pengelolaan Hutan, Fakultas Kehutanan, IPB University, Jl. Lingkar Akademik Kampus IPB Dramaga, 16680, Bogor, Jawa Barat, Indonesia, Telp. (0251) 8624067

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Community forest, farmer group, competence	<i>A community forest is one of the farming businesses commonly developed by the community in Muna District. Their main motivation is to utilize the community forests as a future investment to support their household economy. Competent farmers should carry out good community forest management. Currently, there are not many studies related to farmers' competency level in managing forests. Therefore, it is necessary to conduct a study on the farmers' performance in managing forests to maintain and improve their productivity. This study aims to: (1) determine the competence of teak community forest farmers and (2) analyze the factors that influence competence. Data collection was conducted using purposive sampling based on the domicile and type of cultivated plant. Structural Equation Modeling (SEM) operated by Linear Structural Relationship (LISREL) program was used as data analysis. The results showed that farmers' competence was a medium category, shown from their knowledge, skills, and actions in managing teak community forests. The farmers' competence was significantly influenced by external factors such as farmer groups and access to information. The most significant indicator of the farmers' competence was the existence of farmer groups. The current level of farmers' competence provides an overview of the design of community forest management carried out so far.</i>
Kata kunci: Hutan rakyat, kelompok tani, kompetensi	ABSTRAK Hutan rakyat merupakan salah satu usaha tani yang umum dikembangkan oleh masyarakat di Kabupaten Muna. Motivasi utama para petani untuk mengembangkan hutan rakyat adalah sebagai investasi untuk menunjang perekonomian rumah tangganya di masa depan. Pengelolaan hutan rakyat yang baik harus didukung oleh petani yang kompeten. Saat ini belum banyak kajian terkait dengan tingkat kompetensi petani dalam mengelola hutan, oleh karena itu perlu dilakukan kajian terhadap kinerja petani dalam mengelola hutan guna menjaga dan meningkatkan produktivitas hasil hutannya. Penelitian ini bertujuan untuk: (1) mengetahui kompetensi petani hutan rakyat jati; dan (2) menganalisis faktor-faktor yang mempengaruhi kompetensi. Pengambilan sampel menggunakan Purposive Sampling berdasarkan pada domisili dan jenis tanaman yang dibudidayakan. <i>Structural Equation Modeling (SEM)</i> yang dioperasikan dengan program <i>Linear Structural Relationship (LISREL)</i> digunakan sebagai analisis data. Hasil penelitian menunjukkan bahwa secara umum kompetensi petani termasuk dalam kategori sedang, dilihat dari aspek pengetahuan, keterampilan petani dan tindakannya dalam mengelola hutan rakyat jati. Kompetensi petani dipengaruhi secara nyata oleh faktor eksternal yaitu kelompok tani dan akses informasi. Indikator yang paling berpengaruh secara signifikan terhadap kompetensi petani adalah keberadaan kelompok tani. Tingkat kompetensi yang dimiliki petani saat ini memberikan gambaran tentang bentuk pengelolaan hutan rakyat yang telah dilakukan.
Riwayat artikel: Tanggal diterima: 2 Oktober 2020; Tanggal direvisi: 19 Januari 2021; Tanggal disetujui: 22 April 2021	

Editor: Prof. Ris. Dr. Sri Suharti

Korespondensi penulis: Musdi * (E-mail: musdi945@gmail.com)

Kontribusi penulis: **M**: menyusun thesis, menganalisa data dan membuat laporan; **H**: mengoreksi tulisan dan memberikan arah penulisan artikel; dan **LS**: Mengoreksi tulisan dan memberikan arah penulisan artikel.

<https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.2.123-135>

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



1. Pendahuluan

Pengelolaan hutan oleh masyarakat menghadapi tantangan untuk mewujudkan pengelolaan yang berkelanjutan (Yumi, Sumardjo, Gani, & Sugihen, 2012). Kebutuhan kayu baik untuk masyarakat maupun industri menjadi salah satu penyebabnya. Alternatif pemecahan masalah terhadap tekanan sumber daya hutan dapat dilakukan melalui peningkatan produktivitas lahan milik masyarakat, peningkatan pendapatan masyarakat, pemenuhan kebutuhan kayu, serta pemenuhan kebutuhan pangan (Pratama, Yuwono, & Hilmanto, 2015; Irundu & Fatmawati, 2019). Terdapat korelasi yang erat antara kebutuhan bahan baku industri dengan produksi kayu dari hutan rakyat (Anwar, 2018). Keberadaan hutan rakyat dapat mendukung ketersediaan kayu dan dapat dijadikan sebagai sumber pendapatan masyarakat (Widarti, 2015). Setiawan, Barus, & Suwardi (2014) menyatakan bahwa dengan potensi hutan rakyat yang besar, dibutuhkan perencanaan yang baik mengingat produksi hutan rakyat saat ini masih tergolong rendah. Hutan rakyat sangat memungkinkan untuk dapat meningkatkan pendapatan dan mengembangkan kesejahteraan petani (Saraswati & Darmawan, 2014).

Pola usaha tani memiliki keragaman jenis tanaman yang berbeda, sesuai dengan kebutuhan sosial ekonomi dan budaya masyarakat (Sawitri, Suharti, & Karlina, 2011). Pengolahan hasil hutan rakyat saat ini hanya bertujuan untuk pemenuhan kebutuhan sendiri yang disebabkan oleh minimnya pengetahuan dan keterampilan petani. Hal ini sejalan dengan Wijaya, Hardjanto, & Hero (2015) yang menyatakan bahwa pengolahan hasil hutan rakyat yang hanya bertujuan untuk pemenuhan kebutuhan subsistem (dijadikan kayu bakar, papan sebagai bahan bangunan dan peralatan rumah tangga). Pengetahuan dalam usaha hutan rakyat umumnya berasal dari orang tua, melanjutkan usaha keluarga, dan

merupakan usaha secara turun temurun. Kondisi ekonomi keluarga menjadi bahan pertimbangan di dalam menentukan keputusan terkait pengelolaan hutan seperti penanaman, pemeliharaan dan pemanenan (Hardjanto, Hero, & Trisno, 2012).

Sikap dan pengetahuan memiliki peran dalam pengelolaan hutan rakyat yang dilakukan petani. Waluyo, Ulya, & Martin (2010) menjelaskan bahwa masyarakat mempunyai pengetahuan terkait program pengembangan hutan rakyat meskipun mereka kurang memiliki pengalaman dalam menanam pohon dan sikap mereka akan memberikan pengaruh langsung terhadap tindakan penanaman tanaman kehutanan. Kemampuan yang berhubungan dengan kinerja pada setiap individu yang mencakup aspek pengetahuan, keterampilan dan sikap kerja yang sesuai dengan standar yang ditetapkan disebut dengan Kompetensi (UU No. 13, 2003; Somantrie, 2010; Cori & Purnama, 2019).

Salah satu daerah di Indonesia yang masyarakatnya mengelola hutan rakyat adalah Kecamatan Kabawo yang terletak di Kabupaten Muna Sulawesi Tenggara. Luas hutan rakyat di Kecamatan Kabawo 107,06 ha atau 4,96% dari total luas hutan rakyat yang ada di Kabupaten Muna yaitu 2.159 ha. Masyarakat Kabupaten Muna memiliki minat untuk membudidayakan tanaman jati di lahan milik yang telah dimulai sejak 30 tahun lalu dan mengalami peningkatan dari tahun ke tahun. Lonjakan peningkatan jumlah tanaman hutan rakyat terjadi di tahun 2002-2006. Pada periode lima tahun sebelumnya jumlah tanaman sebanyak 220.423 pohon meningkat menjadi 777.791 pohon dan dari luas lahan 346,69 ha meningkat menjadi 799,06 ha. Namun pada periode berikutnya yakni pada tahun 2007-2012, penanaman kayu di lahan milik rakyat per-kecamatan tidak lebih banyak dari jumlah luas lahan, jumlah petani dan luas tanaman pada periode

sebelumnya (Dinas Kehutanan Kabupaten Muna, 2012).

Garnadi (2004) menyatakan bahwa pengetahuan masyarakat terkait pengelolaan hutan masih kurang, sikap yang kurang mendukung dalam pengelolaan, serta tindakan masyarakat terhadap keberadaan dan pengelolaan hutan masih kurang optimal. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat kompetensi petani (pengetahuan, keterampilan, sikap dan tindakan) serta faktor-faktor yang mempengaruhinya. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi khususnya kepada pemerintah daerah Kabupaten Muna terkait dengan kompetensi petani guna mendukung pengelolaan hutan rakyat menuju pengelolaan yang lestari.

2. Metodologi

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 3 bulan dari bulan Oktober sampai Desember 2017. Penelitian lapangan dilakukan di Kecamatan Kabawo Kabupaten Muna Sulawesi Tenggara. Lokasi merupakan Hutan Rakyat Jati milik masyarakat.

2.2. Bahan dan Alat

Alat yang di gunakan adalah seperangkat laptop yang dilengkapi dengan program Microsoft Excel, SPSS dan *Linear Structural Relationship* (LISREL) untuk pengolahan data dan analisis data. Bahan yang digunakan adalah data hasil wawancara, dan observasi lapangan serta hasil dari studi pustaka.

2.3. Metode

Jumlah responden dalam penelitian ini adalah 100 orang. Penentuan jumlah sampel berdasarkan pada kebutuhan analisis data yang menggunakan *Structural Equation Modelling* (SEM). Ukuran sampel yang digunakan pada SEM minimal 100 sampel (Haryono, 2014). Penentuan responden dilakukan secara *purposive* berdasarkan pada domisili dan tanaman yang dibudidayakan. Penentuan berdasarkan domisili dan tanaman yang dibudidayakan didasarkan pada hasil observasi awal dimana ditemukan beberapa lahan hutan rakyat yang pemiliknya berada di luar lokasi penelitian serta terdapat jenis tanaman lain yang dibudidayakan selain jati.

Tingkat kompetensi petani hutan rakyat diukur berdasarkan jumlah skor dari pernyataan dalam kuesioner dengan menggunakan skala Likert terhadap 24 pernyataan penduga kompetensi. Masing-masing pernyataan memiliki skor seperti tertera pada Tabel 1 dan Tabel 2. Tingkat kompetensi yang diukur menyangkut pengetahuan, keterampilan, sikap dan tindakan petani dalam pengelolaan hutan rakyat.

Penentuan skor atas jawaban responden dilakukan dengan membuat klasifikasi berdasarkan jawaban dari para responden. Skor pernyataan dianalisis sehingga diperoleh skor akumulatif untuk memperoleh kategori kompetensi. Kategori kompetensi terbagi menjadi tiga berdasarkan nilai skor yang telah ditentukan.

Tabel (Table) 1. Skor pernyataan pada kompetensi pengetahuan keterampilan sikap dan tindakan (*Score statement on competence, knowledge, skills, attitude and action*)

Kategori (<i>Category</i>)	Skor (<i>Score</i>)
Pernyataan (<i>Statement</i>) "a"	1
Pernyataan (<i>Statement</i>) "b"	2
Pernyataan (<i>Statement</i>) "c"	3
Pernyataan (<i>Statement</i>) "d"	4
Pernyataan (<i>Statement</i>) "e"	5

2.4. Analisis Data

Analisis deskriptif kualitatif dan kuantitatif digunakan untuk analisis kompetensi petani dalam pengelolaan hutan rakyat. Data lapangan yang diperoleh diolah dan ditabulasi sesuai interval yang dihasilkan pada masing-masing hasil pengukuran untuk setiap pernyataan. Faktor kompetensi petani (Y1) yang dianalisis mencakup kompetensi pengetahuan, keterampilan, sikap, dan tindakan. Cara mengetahui faktor yang mempengaruhi kompetensi petani menggunakan teknik analisis multivariate. *Structural Equation Modelling* (SEM) merupakan salah satu teknik analisis multivariate yang dapat dioperasikan melalui program Linear Structural Relationship (LISREL). LISREL merupakan salah satu program yang paling banyak digunakan untuk model SEM (Ramadiani, 2010).

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Karakteristik Responden

Responden yang dipilih merupakan petani laki-laki dan perempuan dengan kisaran umur antara 33-72 tahun. Kelompok umur terbanyak berada pada kisaran usia 41-68 tahun (68%). Lebih dari setengah total responden sudah menyelesaikan pendidikan di jenjang SMA dan perguruan tinggi (51%). Sebagian besar responden yang telah menyelesaikan jenjang pendidikan perguruan tinggi berprofesi sebagai tenaga pendidik dan tenaga medis. Pengetahuan, wawasan dan keterampilan erat kaitannya dengan tingkat pendidikan petani (Asbi, Roslinda, & Fahrizal, 2016). Jumlah tanggungan keluarga responden sebagian besar berjumlah 4-5 orang (57%). Hal ini dapat mempengaruhi jumlah pengeluaran rumah tangga untuk pemenuhan kebutuhan anggota keluarga. Pekerjaan utama sebagai petani hutan rakyat sebanyak 39% responden. Hal ini menjelaskan bahwa sebagian besar

responden menjadikan usaha hutan rakyat sebagai pekerjaan sampingan.

Petani mulai mengusahakan hutan rakyat jati sekitar tahun 1985. Usaha hutan rakyat jati terus meningkat, dan puncaknya terjadi pada tahun 2000-an. Petani menganggap jati merupakan tanaman yang memiliki nilai jual yang tinggi sehingga mereka mulai mengusahakannya secara serius. Usaha tani dilakukan di lahan hutan dapat memberikan pengaruh terhadap pendapatan keluarga petani (Murniati, 2012). Luas lahan yang paling banyak diusahakan petani hutan rakyat yaitu < 1 ha sebanyak 55% responden. Sebagian lahan yang dimiliki petani dengan luasan < 1 ha merupakan bekas lahan pertanian tidak produktif yang kemudian diubah menjadi hutan rakyat. Luas lahan, pemanfaatan media informasi, dan pendidikan formal merupakan karakteristik yang berhubungan secara signifikan dengan kompetensi petani khususnya untuk petani lahan sempit (Manyamsari & Mujiburrahmad, 2014).

Petani memiliki enam motivasi utama dalam mengelola hutan rakyat antara lain keinginan yang berasal dari diri sendiri, dukungan dari pihak keluarga, manfaat dan keuntungan yang didapat, ekonomi petani terbantu, harga jual yang menguntungkan serta pemasaran kayu rakyat yang relatif mudah. Usaha hutan rakyat dilakukan secara sendiri-sendiri dan berkelompok. Manfaat yang dirasakan secara berkelompok yaitu sebagai sumber informasi, membantu menyelesaikan masalah dan membantu dalam sistem budidaya. Minimnya informasi tentang pengelolaan hutan rakyat sangat dirasakan oleh petani. Tidak adanya peran penyuluh baik dari pemerintah maupun tokoh masyarakat merupakan salah satu faktor penyebabnya. Informasi mengenai pengelolaan hutan rakyat berasal dari tetangga sesama petani dan dari media massa.

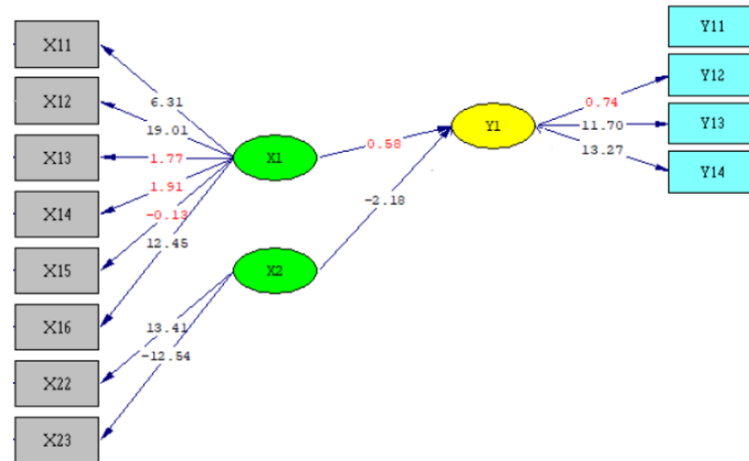
Tabel (Table) 2. Kategori tingkat kompetensi (Category of competence level)

Kategori (Category)	Skor (Score)
Baik/Tinggi (good/high)	87,67-120,0
Sedang (medium)	55,34-87,66
Buruk/Rendah (bad/low)	00,24-55,33

3.2. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kompetensi Petani

Gambar 1 menunjukkan hasil uji yang dilakukan terhadap 18 indikator yang digunakan. Terdapat empat indikator yang berpengaruh tidak signifikan, 11 indikator berpengaruh signifikan dengan tiga pembanding pada taraf nyata 5% terhadap kompetensi petani. Hasil uji hipotesis pada Tabel 3 menunjukkan bahwa kompetensi petani pengelola hutan

rakyat jati hanya dipengaruhi secara nyata oleh faktor eksternal yaitu akses informasi dan kelompok tani sedangkan faktor internal tidak memberikan pengaruh nyata. Faktor internal tidak memberikan pengaruh nyata terhadap kompetensi karena terdapat tiga dari enam indikator yaitu pengalaman petani, jumlah tanggungan keluarga dan kepemilikan lahan yang tidak berpengaruh signifikan.



Gambar (Figure) 1. T-Hitung model path dengan Lisrel (T-Calculation model path with Lisrel)

Keterangan (Remarks):

Faktor Internal (X1)

- (Internal Factors)
- Umur (Age) (X1₁)
- Tingkat pendidikan (X1₂)
- (Education level)
- Pengalaman petani (X1₃)
- (Farmers' experience)
- Jumlah tanggungan keluarga (X1₄)
- (Number of dependents)
- Luas kepemilikan HR (X1₅)
- (HR ownership area)
- Motivasi berusaha (X1₆)
- (Motivation)

Faktor Eksternal (X2)

- (External Factors)
- Kelompok tani (X2₂)
- (Farmer group)
- Akses informasi (X2₃)
- (Access to information)

Kompetensi (Y1)

- (Competence)
- Pengetahuan (Y1₁)
- (Knowledge)
- Keterampilan (Y1₂)
- (Skills)
- Sikap (Y1₃)
- (Attitude)
- Tindakan (Y1₄)
- (Action)

Tabel (Table) 3. Uji hipotesis faktor internal dan eksternal terhadap kompetensi
(*Hypothesis testing of internal and external factors on competence*)

Hubungan antar variabel (<i>Correlation between variables</i>)	Koefisien jalur (<i>Path coefficient</i>)	t-hit (<i>T-cal</i>)	Kesimpulan (<i>Conclusion</i>)	Keterangan (<i>Remarks</i>)
X1 -> Y1	0,18	0,58	Tidak Signifikan (<i>Not significant</i>)	jika t hitung > 1,96 maka signifikan dan jika t hitung ≤ 1,96 maka tidak signifikan (<i>If t calculation > 1,96 then it is significant and if t calculation ≤ 1,96 then it is not significant</i>)
X2 -> Y1	-0,73	2,18	Signifikan (<i>Significant</i>)	jika t hitung > 1,96 maka signifikan dan jika t hitung ≤ 1,96 maka tidak signifikan (<i>If t calculation > 1,96 then it is significant and if t calculation ≤ 1,96 then it is not significant</i>)

Faktor eksternal petani yang terdiri atas kelompok tani dan akses informasi merupakan faktor yang berpengaruh nyata terhadap kompetensi petani. Hasil penelitian menunjukkan bahwa faktor yang paling berpengaruh terhadap kompetensi adalah kelompok tani. Terdapat hubungan yang nyata antara karakteristik petani dengan kinerja kelompok tani (Sukanata, Dukat, & Yuniati, 2015). Kelompok tani memberikan pengaruh yang besar dilihat dari keberadaannya di masyarakat. Hal tersebut sesuai dengan penelitian Supriono, Bowo, Kosasih, & Herawati (2013) yang menyatakan bahwa kondisi kelompok tani hutan rakyat memiliki posisi yang kuat di dalam memanfaatkan peluang. Keterlibatan anggota kelompok tani di lokasi penelitian dalam budidaya terkait dengan aktivitas kelompok menumbuhkan kesadaran anggota kelompok lain untuk memanfaatkan lahan yang dimiliki untuk menanam tanaman jati. Hal tersebut sesuai dengan Muttaqin (2014) yang menyatakan aktivitas salah seorang anggota kelompok dapat menumbuhkan kesadaran anggota tani lain dalam pemanfaatan lahan yang dimiliki.

Kerja-sama yang dilakukan di dalam kelompok tani sangat membantu khususnya dalam hal bertukar informasi tentang pengetahuan yang berhubungan dengan pengelolaan hutan rakyat. Melalui kerja-sama ini, keterampilan petani yang tidak merata di dalam pengelolaan hutan rakyat bisa teratasi. Selain itu, kerja-sama yang ada dapat membantu petani dalam sikap dan tindakan pengelolaan hutan rakyat. Kegiatan pembinaan terhadap kelompok tani sangat dibutuhkan dengan materi menyangkut tata kelola organisasi, teknis budidaya, teknis persemaian, dan pengembangan kewirausahaan kelompok tani (Widiarti, 2013). Selain kelompok tani, akses informasi yang diperoleh petani juga berperan penting terhadap tinggi rendahnya kompetensi petani. Semakin banyak informasi yang didapat baik dari media cetak, elektronik maupun sesama petani serta semakin seringnya petani mengakses informasi dapat memberikan nilai tambah terhadap pengetahuan petani.

3.3. Kompetensi Petani

Kompetensi dibutuhkan pada setiap bentuk kegiatan/usaha termasuk di dalamnya adalah pengelolaan hutan rakyat. Kompetensi seseorang

mencerminkan tingkat kemampuan diri yang dimiliki. Kompetensi merupakan sebuah gambaran kemampuan dalam melaksanakan setiap peran diri yang mengintegrasikan pengetahuan, keterampilan, sikap, dan tindakan. Berikut ini tingkat pengetahuan, keterampilan, sikap, dan tindakan petani hutan rakyat jati di Kecamatan Kabawo dapat dilihat pada Tabel 4.

Pengetahuan petani (Y11) (Y1₁)

Berdasarkan hasil wawancara, mayoritas petani memberikan jawaban bahwa yang dimaksud dengan hutan rakyat adalah hutan yang ditanam di lahan milik sendiri. Hutan rakyat merupakan hutan yang tumbuh di atas tanah yang dibebankan atas hak milik (UU No. 41, 1999). Namun, sebagian kecil petani belum memiliki bukti kepemilikan lahan/sertifikat. Pengetahuan petani tentang hutan rakyat dalam penerapannya pada lahan yang tidak produktif masih terbatas. Walaupun sebagian petani menyetujui penerapan hutan rakyat pada lahan yang tidak produktif, sebagian beranggapan masalah yang dihadapi adalah waktu panen yang lama. Aplikasi penerapan hutan rakyat di lahan kering didasarkan pada kebiasaan budaya dan pengetahuan lokal yang dimiliki masyarakat (Sudomo & Hani, 2014; Anen, 2017).

Meskipun sangat dipengaruhi oleh budaya dan pengetahuan lokal, dalam pengelolaan hutan rakyat terjadi perubahan pengetahuan masyarakat pada semua tahap kegiatan (persiapan lahan, penanaman pemeliharaan dan pemanenan). Faktor yang mempengaruhi perubahan pengetahuan lokal tentang pengolahan hutan rakyat adalah orientasi/kebutuhan ekonomi rumah tangga dan kemajuan teknologi, pengetahuan/informasi seperti media cetak dan audio-visual. Tersedianya media informasi sangat terkait erat dengan kompetensi pengetahuan petani lahan

sempit (Manyamsari & Mujiburrahmad, 2014).

Pengetahuan petani tentang sistem pemasaran terkait perilaku, keragaman, struktur dan penentuan harga cukup baik. Kayu jati merupakan hasil asli daerah dan merupakan barang yang tidak asing lagi bagi masyarakat sehingga petani tidak mengalami kesulitan dalam memasarkannya. Namun, pengetahuan petani terkait dengan kriteria pohon yang siap panen, manfaat yang diperoleh dari usaha hutan rakyat, serta pengolahan hasil hutan masih memerlukan peningkatan. Diperlukan peningkatan pada tiga aspek tersebut untuk menambah nilai hasil dari hutan rakyat. Achmad & Diniyati (2015) menyatakan bahwa penyuluh sangat dibutuhkan dalam transfer pengetahuan untuk meningkatkan hasil pengelolaan hutan rakyat. Oleh karena itu, untuk mengembangkan kompetensi teknis petani diperlukan peningkatan dalam pelayanan penyuluhan (Simamora & Luik, 2019). Dari hasil analisis didapatkan bahwa secara umum pengetahuan petani dalam pengelolaan hutan rakyat masuk dalam kategori sedang (Tabel 4).

Keterampilan Petani (Y1₂)

Keterampilan dalam menghitung volume kayu dimiliki oleh sebagian besar petani. Petani yang memiliki kemampuan menghitung volume kayu didominasi oleh petani yang memiliki pekerjaan utama maupun sampingan sebagai tukang kayu dan bangunan. Sementara itu, keterampilan dalam pemanenan/penebangan sangat rendah. Hal ini disebabkan oleh keyakinan petani bahwa keterampilan dalam melakukan pemanenan/penebangan memerlukan keahlian khusus dan harus didukung dengan pengalaman. Terkait dengan keterampilan dalam pemasaran, sebagian petani memiliki pekerjaan utama dan sampingan sebagai pedagang sehingga tidak menemui kesulitan dalam memasarkan hasil. Hal tersebut juga didukung dengan adanya informasi

tentang harga kayu jati yang ada di masyarakat. Keterampilan petani dalam hal kerja-sama sangat baik, dimana hal ini terlihat dari proses tukar menukar informasi terkait pengelolaan hutan rakyat serta dalam proses mulai dari persiapan lahan dan penanaman, dimana masyarakat selalu turut serta/saling membantu. Dari hasil analisis didapatkan bahwa secara umum keterampilan petani dalam pengelolaan hutan rakyat masuk dalam kategori sedang (Tabel 4).

Sikap Petani (Y1₃)

Keyakinan terhadap pendapat petani terkait situasi, subjek dan objek diikuti dengan munculnya perasaan setuju atau tidak setuju berhubungan dengan sikap petani hutan rakyat. Berdasarkan hasil penelitian, kompetensi petani dalam hal sikap berusaha tani dalam pengelolaan hutan rakyat cukup seragam. Hal tersebut terlihat dari mayoritas jawaban petani yang menyatakan setuju terhadap sikap petani untuk usaha hutan rakyat sebagai salah satu alternatif dalam memenuhi kebutuhan ekonomi petani, pemilihan jenis tanaman jati sebagai tanaman yang diusahakan, serta menjaga keseimbangan produksi hutan rakyat. Dalam

pemanfaatan lahan untuk dikelola menjadi hutan rakyat, sikap petani terbagi menjadi dua. Untuk responden yang memiliki lahan kering tidak produktif dan memiliki pekerjaan utama sebagai petani memiliki sikap kurang setuju jika lahan tersebut dikelola untuk dijadikan sebagai hutan rakyat. Lahan usaha tani yang dikelola merupakan sumber mata pencaharian utama. Jika semua lahan tidak produktif dikelola menjadi hutan rakyat sementara petani menggantungkan hidup dari hasil hutan, maka akan membutuhkan waktu yang cukup lama hingga dapat menikmati hasil produksi dari hutan rakyat. Hal tersebut dapat mengganggu kestabilan perekonomian rumahtangga petani. Bagi responden yang memiliki pekerjaan utama bukan sebagai petani, lahan yang tidak produktif dikelola menjadi hutan rakyat cenderung setuju. Hal ini disebabkan oleh sumber pendapatan yang tidak bergantung dari hasil bertani. Sebagian besar sikap petani juga mendukung di dalam pengolahan dan pengembangan hutan rakyat bersama pemerintah. Namun ada beberapa petani yang tidak mengambil sikap/ragu-ragu apakah mendukung atau tidak.

Tabel (Table) 4. Pengetahuan, keterampilan, sikap dan tindakan petani hutan rakyat jati di Kecamatan Kabawo (*Knowledge, skills, attitude, and action of teak community forest farmers in Kabawo Sub-District*)

Kategori (Category)	Skala (Scale)	Pengetahuan (Knowledge)		Keterampilan (Skills)		Sikap (Attitude)		Tindakan (Action)	
		Responden (Respondents)	%	Responden (Respondents)	%	Responden (Respondents)	%	Responden (Respondents)	%
Baik/ Tinggi (good/high)	21,67 – 30,00	21	21	34	34	100	100	48	48
Sedang (medium)	13,34 – 21,66	79	79	66	66	-	-	52	52
Buruk/ Rendah (bad/low)	06,00 – 13,33	-	-	-	-	-	-	-	-
Jumlah (Total)		100	100	100	100	100	100	100	100

Sikap petani diharapkan dapat memberikan pengaruh yang baik terhadap kelestarian usaha hutan rakyat. Hal tersebut berkaitan dengan pendapatan yang diperoleh dari pengelolaan hutan rakyat. Tingkat interaksi dengan hutan dan tingkat pendapatan memiliki hubungan yang nyata dengan sikap khususnya bagi masyarakat sekitar hutan (Surati, 2014). Pengetahuan dalam bertani dapat membentuk sikap petani untuk menjaga kelestarian hutan (Masalamate, Benu, & Pakasi, 2015). Secara umum sikap petani dalam mengelola hutan rakyat masuk dalam kategori baik (Tabel 4).

Tindakan Petani (Y1₄)

Tindakan yang dimaksud adalah berkaitan dengan tindakan pembiayaan, budidaya, pemasaran dan peningkatan nilai tambah. Untuk pembiayaan, petani yang memiliki penghasilan terbatas memilih untuk mengurangi serta menekan biaya produksi sedangkan petani yang berpenghasilan lebih, memilih untuk meminjam dana untuk mencukupi kebutuhan pengelolaan. Budidaya, pengelolaan hutan rakyat dimulai dari mempersiapkan lahan, penanaman, pemeliharaan dan pemanenan. Terkait pemasaran, sebagian besar petani memasarkan hasil dalam bentuk pohon sehingga petani lebih memilih menunggu pembeli yang datang menawar. Dalam hal meningkatkan nilai tambah, khususnya petani yang pekerjaan utama dan sampingannya bukan sebagai tukang, memilih untuk memasarkan hasil dalam bentuk barang setengah jadi seperti kayu gelondongan. Berkaitan dengan indikator tindakan budidaya yang keberlanjutan, beberapa petani belum melakukan kegiatan pemanenan sehingga tidak diketahui tindakan apa yang dipilih ketika pasca panen, misalnya beralih ke usaha lain atau tetap melakukan penanaman kembali. Bagi petani yang telah melakukan proses pemanenan, ukuran diameter pohon dijadikan referensi

sebagai patokan untuk pemilihan jenis pohon yang akan di tebang. Hal tersebut sejalan dengan hasil penelitian Sanuddin & Fauziah (2015) yang menyebutkan sistem tebang pilih merupakan proses pemanenan pohon yang diterapkan pada hutan rakyat. Secara umum tindakan petani dalam pengelolaan hutan rakyat masuk dalam kategori sedang (Tabel 4).

3.4. Kompetensi petani hutan rakyat Jati di Kecamatan Kabawo

Kompetensi petani yang meliputi pengetahuan, keterampilan, sikap, dan tindakan dalam mengelola hutan rakyat yang berada di Kecamatan Kabawo menunjukkan performansi yang berbeda-beda. Kompetensi petani yang beragam secara tidak langsung dapat mempengaruhi pengelolaan hutan rakyat yang dilakukan, mulai dari sistem produksi, proses pengolahan hasil, dan bagaimana proses pemasaran hasilnya. Sistem usaha hutan rakyat terdiri atas empat sub-sistem yaitu produksi, pengolahan, pemasaran dan kelembagaan yang keempatnya terkait secara simultan dan dinamis dalam suatu sistem (Hardjanto et al., 2012).

Secara umum kompetensi petani di dalam pengelolaan hutan rakyat masuk dalam kategori sedang yaitu 58% yang dapat dilihat pada Tabel 5. Hal tersebut terlihat dari unsur pengetahuan, keterampilan dan tindakan yang semuanya berada dalam kategori sedang. Hanya sikap dari petani yang berada pada kategori baik. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pengetahuan dan keterampilan yang dimiliki saat ini, petani dapat bersikap lebih baik namun sikap yang dimiliki tidak sejalan dengan tindakan yang dilakukan. Hal ini sejalan dengan penelitian dari Waluyo et al. (2010) yang menyatakan bahwa sikap tidak memberikan pengaruh langsung terhadap tindakan, yang mengindikasikan bahwa perlu ada perbaikan di dalam hal tindakan dalam pengelolaan hutan rakyat.

Tabel (Table) 5. Kompetensi petani pengelola hutan rakyat jati di Kecamatan Kabawo (*The competence of teak community forest farmers in Kabawo Sub-District*)

Kategori (Category)	Skala (Scale)	Kompetensi (Competence)	
		Responden (Respondents)	%
Baik/ Tinggi (<i>good/high</i>)	87,67-120	42	42
Sedang (<i>medium</i>)	55,34-87,66	58	58
Buruk/ Rendah (<i>bad/low</i>)	24-55,33	-	-
Jumlah (Total)		100	100

Tabel 5 memperlihatkan bahwa kompetensi petani pada kategori sedang. Hal tersebut disebabkan pengetahuan, keterampilan, dan tindakan petani dalam kategori sedang. Pengetahuan petani yang terbatas, hanya mengandalkan dari orang tua, informasi sesama petani serta berdasarkan pengalaman, membuat tindakan yang dilakukan di lapangan menjadi cukup sederhana dan terbatas. Semakin tinggi pengetahuan, sikap dan keterampilan petani maka semakin tinggi produksi yang dihasilkan (Fadhilah, Eddy, & Gayatri, 2018). Pengetahuan dan keterampilan petani memberikan pengaruh terhadap tindakan yang dilakukan untuk meningkatkan nilai tambah pengelolaan hutan rakyat. Petani yang memiliki pengetahuan tinggi dan didukung dengan keterampilan yang baik, berpengaruh terhadap tindakan petani di lapangan. Wijaya et al. (2015) menyatakan bahwa minimnya pengetahuan dan keterampilan petani menyebabkan tidak ada tindakan pengolahan lebih lanjut untuk meningkatkan nilai tambah dari kayu jati yang dihasilkan.

Peningkatan kompetensi dapat dilakukan apabila memperhatikan berbagai aspek baik dari segi teknis, konseptual dan relasional. Peningkatan kompetensi relasional dapat menjadi salah satu alternatif dalam pengelolaan hutan rakyat. Kompetensi relasional berhubungan dengan kemampuan untuk membangun hubungan kemitraan (Sidiq & Wijayanti, 2017). Sudrajat, Hardjanto, & Sundawati (2015) menyatakan bahwa kompetensi relasional merupakan faktor yang paling berpengaruh di dalam

pengelolaan hutan rakyat bila dibandingkan dengan kompetensi lain seperti teknis dan konseptual.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Secara umum kompetensi petani berada dalam kategori sedang. Keterbatasan pengetahuan dan keterampilan petani menyebabkan tindakan yang dilakukan di lapangan menjadi terbatas walaupun petani memiliki sikap yang baik. Kompetensi petani dipengaruhi secara nyata oleh faktor eksternal yaitu kelompok tani dan akses informasi. Indikator yang paling berpengaruh dalam faktor eksternal adalah keberadaan kelompok tani.

4.2. Saran

Terkait tingkat kompetensi hutan rakyat di Kecamatan Kabawo, pendampingan yang intensif kepada petani sangat dibutuhkan di dalam mengelola hutan rakyat. Keberadaan penyuluh dapat menjadi salah satu solusinya. Penyuluh sangat dibutuhkan untuk memberikan informasi sehingga dapat menambah pengetahuan dan keterampilan serta dapat mengarahkan dalam mengambil sikap serta cara bertindak yang baik. Selain itu peningkatan kompetensi relasional dapat menjadi alternatif lain.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Allah SWT, kedua dosen pembimbing Prof. Dr. Ir. Hardjanto, MS.

dan Dr. Ir. Leti Sundawati, M.Sc. FTrop, kedua orang tua dan keluarga, Dinas Kehutanan Kabupaten Muna, Camat Kecamatan Kabawo serta rekan-rekan yang telah membantu selama penulis menyelesaikan studi ini.

Daftar Pustaka

- Achmad, B., & Diniyati, D. (2015). Kontribusi pendapatan hasil hutan bukan kayu pada usaha hutan rakyat pola agroforestry di Kabupaten Tasikmalaya. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 9(1), 23–31.
- Anen, N. (2017). Performansi hutan rakyat di kelurahan selopuro Kecamatan Batuwarno Kabupaten Wonogiri. *Jurnal Nusa Sylva*, 7(1), 45-53.
- Anwar. (2018). Potensi dan prospek pengembangan hutan rakyat di Kabupaten Parigi Moutong Sulawesi Tengah. *Jurnal Warta Rimba*, 6(1), 93-101.
- Asbi, Roslinda, E., & Fahrizal. (2016). Persepsi kelompok tani hutan rakyat terhadap jenis Gaharu di Desa Nusapati Kecamatan Sungai Pinyuh Kabupaten Mempawai. *Jurnal Hutan Lestari*, 4(4), 685-692.
- Cori, C., & Purnama, L. (2019). Pengaruh faktor sumberdaya manusia terhadap kinerja. *Jurnal Transaksi*, 11(1), 22-30.
- Dinas Kehutanan Kabupaten Muna. (2012). *Hutan Rakyat*.
- Fadhilah, M. L., Eddy, B. T., & Gayatri, S. (2018). Pengaruh tingkat pengetahuan, sikap dan keterampilan penerapan sistem agribisnis terhadap produksi pada petani padi di Kecamatan Cimanggu Kabupaten Cilacap. *Agrisocionomics*, 2(1), 39-49.
- Garnadi, D. (2004). *Pengetahuan sikap dan tindakan masyarakat sekitar hutan terhadap hutan*. (Thesis Master). Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Hardjanto, Hero, Y., & Trisno, S. (2012). Desain kelembagaan usaha hutan rakyat untuk mewujudkan kelestarian hutan dan kelestarian usaha dalam upaya pengentasan kemiskinan masyarakat pedesaan. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 17(2), 103-107.
- Haryono, S. (2014). Mengenal Metode structural equation modeling (SEM) Untuk penelitian manajemen menggunakan AMOS. *Jurnal Ekonomi dan Bisnis STIE YPN*, 7(1), 23-34.
- Irundu & Fatmawati. (2019). Potensi hutan rakyat sebagai penghasil pangan di Desa Paku Kabupaten Polman Sulawesi Barat. *Jurnal Hutan dan Masyarakat*, 11(1), 41-48.
- Manyamsari, I., & Mujiburrahmad. (2014). Karakteristik petani dan hubungannya dengan kompetensi petani lahan sempit. *Agrisepe*, 15(2), 58-74.
- Masalamate, P. M., Benu, O. L. S., Pakasi, C. B. D. (2015). Perilaku petani di sekitar Hutan Lindung Soputan dan Manimpork Kecamatan Ratahan Kabupaten Minahasa Tenggara. *COCOS*, 6(14).
- Murniati. (2012). Teknik pengayaan pada lahan garapan masyarakat di hutan penelitian carita. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(1), 69-83.
- Muttaqin, T. (2014). Pendampingan kelompok tani hutan rakyat Desa Donowarih Kecamatan Karangploso Kabupaten Malang dalam peningkatan usaha budidaya tanaman sengon. *Dedikasi*. 11, 95-101.
- Pratama, A. R., Yuwono, S. B., & Hilmanto, R. (2015). Pengelolaan hutan rakyat oleh kelompok pemilik hutan rakyat di Desa Bandar Dalam Kecamatan Sidomulyo Kabupaten Lampung Selatan. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(2), 99-112.

- Ramadiani. (2010). SEM dan lisrel untuk analisis multivariate. *Jurnal Sistem Informasi*, 179-188.
- Sanuddin, & Fauziah, E. (2015). Karakteristik hutan rakyat berdasarkan orientasi pengelolaannya: Studi kasus di Desa Sukamaju Ciamis dan Desa Kiarajungkung Tasikmalaya Jawa Barat. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.*, 1(4), 696-701.
- Saraswati, Y., & Dharmawan, A. H. (2014). Resiliensi nafkah rumah tangga petani hutan rakyat di Kecamatan Giriwoyo Wonogiri. *Jurnal Sosiologi Pedesaan*, 71-84.
- Sawitri, R., Suharti, S., & Karlina, E. (2011). Interaksi masyarakat dengan hutan dan lingkungan sekitarnya di Kawasan dan daerah penyangga Taman Nasional Kutai. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(2), 129-142.
- Setiawan, H., Barus, B., & Suwardi. (2014). Analisis potensi hutan rakyat di Kabupaten Lombok Tengah. *Majalah Ilmiah Globe*, 16(1), 69-76.
- Sidiq, A., & Wijayanti, H. T. (2017). Meningkatkan kinerja bisnis melalui kompetensi sosial dan relasional jejaring entrepreneur. *Seminar Nasional Pendidikan Sains dan Teknologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Muhammadiyah Semarang*, 1-7
- Simamora, T., & Luik, R. (2019). Tingkat kompetensi teknis petani dalam berusahatani singkong (Kasus Kelompok Mekar Tani Desa Cibanteng Kecamatan Ciampea Kabupaten Bogor). *Agrimor*, 4(4), 53-65.
- Somantrie, H. (2010). Kompetensi sebagai landasan konseptual kebijakan kurikulum sekolah di Indonesia. *Jurnal Pendidikan dan Kebudayaan*, 16(6), 684-698.
- Sudomo, A., & Hani, A. (2014). Produktivitas talas dibawah tiga jenis tegakan dengan sistem agroforestry di lahan hutan rakyat. *Jurnal Ilmu Kehutanan*, 8(2), 100-107.
- Sudrajat, A., Hardjanto, & Sundawati, L. (2015). Partisipasi petani dalam pengelolaan hutan rakyat lestari: Kasus di Desa Cikeusal dan Desa Kananga Kabupaten Kuningan. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 7(1), 8-17.
- Sukanata, I. K., Dukat, & Yuniati A. (2015). Hubungan karakteristik dan motivasi petani dengan kinerja kelompok tani (Studi Kasus Desa Cisaat Kecamatan Dukupuntang). *Jurnal Agrijati*, 28(1), 17-34.
- Supriono, A., Bowo, C., Kosasih, A. S., & Herawati, T. (2013). Strategi penguatan kapasitas kelompok tani hutan rakyat di Kabupaten Situbondo. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 10(3), 139-146.
- Surati. (2014). Analisis sikap dan perilaku masyarakat terhadap hutan penelitian parung panjang. *Jurnal Penelitian Sosial dan Ekonomi Kehutanan*, 11(4), 339-347.
- UU [Undang Undang] No. 41 (1999). *Kehutanan*.
- UU [Undang Undang] No. 13 (2003). *Ketenagakerjaan*.
- Waluyo, E. A., Ulya, N. A., & Martin, E. (2010). Perencanaan sosial dalam rangka pengembangan hutan rakyat di Sumatera Selatan. *Jurnal Penelitian dan Konservasi Alam*, 7(3), 271-280.
- Widarti, A. (2015). Kontribusi hutan rakyat untuk kelestarian lingkungan dan pendapatan. *Pros. Sem. Nas. Masy. Biodiv. Indon.*, 1(7), 1622-1626.
- Widiarti, A. (2013). Pemulihan hutan dengan partisipasi masyarakat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 10(2), 215-228.
- Wijaya, A., Hardjanto, & Hero, Y. (2015). Analisis finansial dan pendapatan hutan rakyat pulai (*Alstonia sp.*) di Kabupaten Musi Rawas Propinsi

Sumatera Selatan. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 6(3), 148-159.

Yumi, Sumardjo, Gani, D. S., Sugihen, B. G. (2012). Kelembagaan pendukung

pembelajaran petani dalam pengelolaan hutan rakyat lestari. *Jurnal Penyuluhan*, 8(1), 15-28.

Identification of Red Meranti Group (*Shorea* spp., Dipterocarpaceae) Saplings Based on Variations in the Morphological Features of Quantitative Leaves (Identifikasi anakan Kelompok Meranti Merah (*Shorea* spp., Dipterocarpaceae) Berdasarkan Variasi Ciri Morfologi Daun Kuantitatif)

Nur Mufarhatun^{1*}, Iwan Hilwan², and Henti Hendalastuti Rachmat³

¹Department of Tropical Silviculture, Graduate School, IPB University, IPB Dramaga Campus, Bogor 16680 (0251) 8622640

²Department of Silviculture, Faculty of Forestry, IPB University, IPB Dramaga Campus, Bogor 16680 (0251) 8626806

³Forest Research and Development Center, Jl. Gunung Batu No. 5 Bogor 16610 (0251) 8334314

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: <i>Shorea red meranti</i> , leaf morphology, leaf color, species determination	<i>Shorea is the largest genus within the family of Dipterocarpaceae, a major timber tree dominating tropical forest in South East Asia. The genus of Shorea has many similarities, and species identification is often tricky. Most Shorea (Dipterocarpaceae) species perform as a big emergent tree; thus, species discrimination at seedlings level will benefit practical use in the field scale. A study of variations of leaf morphology and color on Red Meranti seedlings growing in an experimental nursery. A total of 450 individuals of 29 species of the Red Meranti were measured for their leaf characters. Data analysis was performed using the application R Statistics 3.6.0, RawTherapee 5.5, ImageJ 1.32, nixsensor, and encycolorpedia.id to obtain the leaf color of the observed species. Cluster analysis (Hierarchical Cluster Analysis) and Principal Component Analysis (PCA) were executed using IBM SPSS Statistics 25. The results showed that 11 of 13 observed leaf characters were, all variables support the grouping and species kinship, and those can be as determinants, except for AS and BS. Leaves color may be helpful in species determination only if transformed into digital color. This study result supports current taxonomical grouping based on flower and fruit characteristics.</i>
Article history: Received: 18 March 2021; Revised: 23 April 2021; Accepted: 28 June 2021	

1. Introduction

Shorea is one of the dominant tropical tree species that have high economic, ecological and environmental functions. The largest genus within Dipterocarpaceae can be classified into four timber groups, i.e., red, white meranti, yellow meranti, and *Balau* group. The red meranti is the largest group consisting of more than 70 species with wide distribution covering Malaya Peninsula, Southern Thailand, Sumatra, Kalimantan, Moluccas and the Philippines (Soerianegara & Lemmens, 2002).

Leaves-based morphological species identification has been the most general practice carried out at the field scale as they are visible. Thus, the variations could be assessed quickly when compared with other characters (Hartvig, Czako, Kjaer, Nielsen, & Theilade, 2015). This identification is also common within *Shorea* red meranti group. However, the identification is still challenging due to many morphological similarities (Yusniar & Kustiyo, 2014). Nevertheless, this technique has also been known to have weaknesses as this marker strongly

Editor: Asep Hidayat, S.Hut., M.Agr., Ph.D

Korespondensi penulis: Nur Mufarhatun * (E-mail: nmufarhatun@gmail.com)

Kontribusi penulis: **NM**: Data collection, data tabulation and analysis, writing and editing manuscript; **IH**: supervise data collection, writing and editing manuscript and **HHR**: establish methodological framework, supervise data collection, writing and editing manuscript.

<https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.2.137-149>

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



influenced by the environment (Paria & Bose, 2017).

According to Ashton (1982), the red meranti is grouped into five sections based on their different flower and fruits, namely the *Brachypterae*, *Mutica*, *Ovalis*, *Pachycarpae* and *Rubella* sections. In addition, Newman et al. (1996) reported that Section *Brachypterae*, *Mutica*, *Ovalis*, *Pachycarpae* and *Rubella* are considered as light hardwood, while the balau group (Section *Shorea*) and the yellow meranti (Section *Richetioides*) are considered as heavy hardwood.

In general, *Shorea* is known for its emerging tree with cylindrical buttressed bole. The diameter may reach 45-50 cm (Ashton, 1982) with a height up to 70-80 m that make the trees occupy the top layer (stratum A) at a forest landscape. However, some species stand as the canopy layer in stratum B (Newman et al., 1996). Therefore, species identification at the field scale based on leaf morphology is highly constrained due to their height. Seedlings identification from the offspring growing near the mother trees becomes an alternative and an indirect approach to identifying the intended mother tree. Therefore, it is essential to develop an alternative identification method on seedlings to assist identification of the target parent trees.

2. Methodology

2.1. Study site

The study was conducted at the Nursery of Forest Research and Development Centre, Bogor City, Indonesia, from September to November 2019.

2.2. Samples

A total of 450 nursery-grown seedlings of 29 *Shorea* species belonging to the red meranti group were measured, consisting of 5-20 individuals for each species. Thirteen leaf characters were measured on 3 to 5 leaves collected from

the upper part of each individual, summing 1500 leaves in total.

2.3. Measurements

Measurement of morphological data was carried out as those developed by Kremer et al. (2002) with some modifications to the method of Wu et al. (2007) and Ellis et al. (2009). The measured characteristics included lamina length (LL), petiole length (PL), leaf width at its broadest point (LW) Kremer et al. (2002), the length between the largest leaf point with the base of the leaf (LP) Ellis et al. (2009), and an angle formed between the primary and the secondary vein on the right or left sides at the broadest leaf point (SD) (Kremer et al., 2002; Ellis et al., 2009). The number of leaf veins, the shape of leaf tip (AS) and the leaf base (BS) were following (Ash et al., 1999). The measurement of leaf width (WL), the circumference of the leaf (CL), aspect ratio (AR), form factor (FF), and perimeter ratio of diameter (PR) was based on Wu et al. (2007), with the following formula:

$$WL = \frac{1}{2} \times \pi + (LW \times LL) \quad (1)$$

$$CL = \frac{1}{2} \times \pi + (LW + LL) \quad (2)$$

$$AR = \frac{LL}{LW} \quad (3)$$

$$FF = \frac{4\pi \times WL}{CL^2} \quad (4)$$

$$PR = \frac{CL}{LW} \quad (5)$$

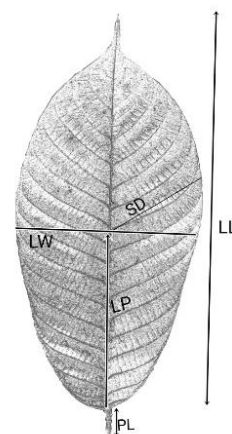


Figure 1. Measurement of leaf morphological characteristics

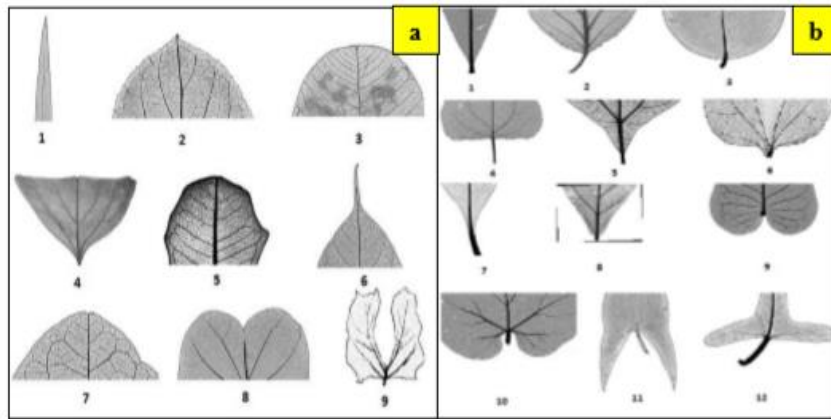


Figure 2. The shape of leaf tip (a) and the shape of leaf base (BS) (b) based on Ash et al. (1999)

Leaves' color was determined by capturing their picture and transforming them into a Munsell chart value based on a technique developed by Kendal et al. (2013). Chlorophyll content was measured using of SPAD-502 Chlorophyll Meter.

2.4. Data analysis

The morphological dimensions were analyzed by using comparative and multivariate analysis. The comparative test was carried out using a *one-way ANOVA F independent* test to quantify the differences and the significance of the relationships between variables. At the same time, multivariate analysis was performed with Principal Component Analysis (PCA) to simplify the complex data by transforming it into simple dimensions. The results of transformation were displayed in the form of biplots. In addition, kinship analysis and similarities among the red meranti group species were performed using the Hierarchical Cluster Analysis method in the IBM SPSS Statistics 25. The analyzed data was a combination of morphological leaf characteristics and leaves color.

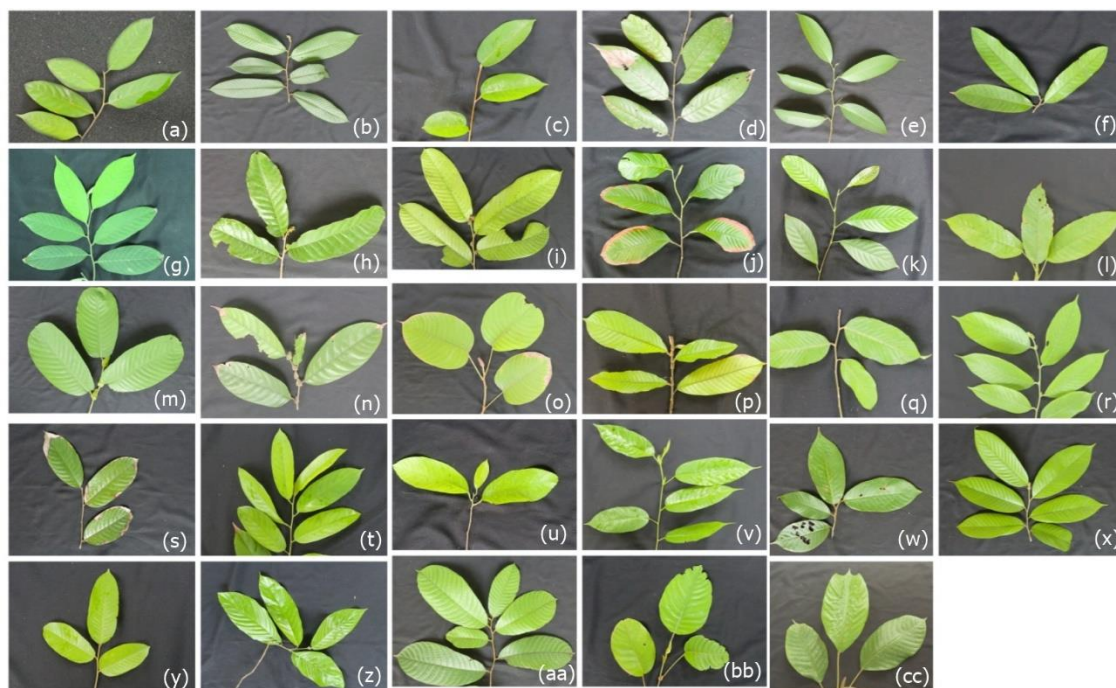
3. Results and Discussions

The results of morphological observations based on leaf color of 29

red meranti (*Shorea* spp.). The color variations between species are showed in Figure 2.

This study showed that digital leaves color could be used as a standard model for identifying red meranti seedlings. All leaf colors were normally distributed following the result of the Kolmogrov-Smirnov test for distribution normal Gaussian at the 0.05 confidence level. In addition, color characterization determined that the leaves of the seedlings had a high green color and brightness with a somewhat yellowish leaf (Table 1).

The morphological differences of leaves color among these *Shorea* spp. might be due to differences in chlorophyll content. Chlorophyll is a green pigment found in chloroplasts at the palisade and leaf sponge parenchyma. They are very important in converting light into chemical energy that is further stored in plants. Chlorophyll content directly determines the potential photosynthesis rate and primary production (Croft & Chen, 2017). The highest chlorophyll content among the group was showed by *S. leprosula* at 46.7 nmol/cm², while the lowest was *S. macrophylla* of at 18.6 nmol/cm². Statistical analysis showed that the chlorophyll content differences among species were significantly different at level 0.05.























Remarks: (a) *S. acuminata*, (b) *S. amplexicaulis*, (c) *S. balangeran*, (d) *S. beccariana*, (e) *S. curtisii*, (f) *S. curtisii* subsp. *grandis*, (g) *S. dasyphylla*, (h) *S. fallax*, (i) *S. hemsleyana*, (j) *S. johoriensis*, (k) *S. leprosula*, (l) *S. macrantha*, (m) *S. macrophylla*, (n) *S. martiniana*, (o) *S. mecisopteryx*, (p) *S. ovalis*, (q) *S. palembanica*, (r) *S. parvifolia*, (s) *S. parvistipulata*, (t) *S. pinanga*, (u) *S. platycarpa*, (v) *S. platyclados*, (w) *S. rugosa*, (x) *S. scaberrima*, (y) *S. selanica*, (z) *S. singkawang*, (aa) *S. smithiana*, (bb) *S. stenoptera*, (cc) *S. teysmaniana*

Figure 3. Actual leaf color of 29 *Shorea* spp. of the red meranti species

Table 1. Digitally-modeled color of 29 *Shorea* red meranti species, and their chlorophyll content

No	Species	RGB			Munsell Charts	Digital color	Chlorophyll content (nmol/cm ²)
		R	G	B			
1	<i>S. leprosula</i>	160	187	101	5GY 7/6		46.7
2	<i>S. rugosa</i>	161	190	101	7.5GY 7/8		43.4
3	<i>S. curtisii</i>	153	180	98	7.5GY 7/6		40.5
4	<i>S. acuminata</i>	163	202	102	7.5GY 8/10		41.9
5	<i>S. singkawang</i>	160	209	100	7.5GY 8/10		39.3
6	<i>S. smithiana</i>	162	198	111	7.5GY 7/8		38.2
7	<i>S. teysmaniana</i>	161	205	111	7.5GY 8/8		37.6
8	<i>S. parvifolia</i>	154	199	110	7.5GY 7/8		39.8

No	Species	RGB			Munsell Charts	Digital color	Chlorophyll content (nmol/cm ²)
		R	G	B			
9	<i>S. dasyphylla</i>	169	198	116	7.5GY 7/6		30
10	<i>S. johoriensis</i>	178	202	110	7.5GY 8/8		35
11	<i>S. balangeran</i>	176	213	115	7.5GY 8/8		32.4
12	<i>S. fallax</i>	176	215	109	7.5GY 8/8		35.8
13	<i>S. scaberrima</i>	183	214	107	7.5GY 8/8		34.3
14	<i>S. parvistipulata</i>	181	219	113	7.5GY 8/8		30.5
15	<i>S. palembanica</i>	174	211	124	7.5GY 8/6		32
16	<i>S. platyclados</i>	175	225	101	7.5GY 8/8		36.4
18	<i>S. selanica</i>	174	208	85	7.5GY 8/10		28.8
17	<i>S. curtisii</i> subsp. <i>grandis</i>	170	215	88	7.5GY 8/10		34
19	<i>S. macrantha</i>	160	204	81	7.5GY 8/10		35.6
20	<i>S. stenoptera</i>	165	204	83	7.5GY 8/10		34.5
21	<i>S. hemsleyana</i>	170	200	89	7.5GY 8/10		35.5
22	<i>S. platycarpa</i>	155	204	73	7.5GY 8/10		32.3
23	<i>S. amplexicaulis</i>	172	201	138	7.5GY 8/6		32.6
24	<i>S. ovalis</i>	189	212	87	5GY 8/8		31.8
25	<i>S. pinanga</i>	191	231	95	5GY 8/8		29.3
26	<i>S. mecisopteryx</i>	200	217	120	5GY 8/6		26.3
27	<i>S. beccariana</i>	193	214	147	7.5GY 8/6		23.2
28	<i>S. martiniana</i>	197	211	157	5GY 8/4		23.2
29	<i>S. macrophylla</i>	198	227	161	7.5GY 9/4		18.6

Plants with higher chlorophyll values will perform more optimum photosynthesis than lower chlorophyll content (Wang, Li, Liu, Lv, & Wang, 2017; Yustiningsih, 2019). Chlorophyll is essential in photosynthesis by absorbing light and producing energy (Putri, Suedy, & Darmanti, 2017). The optimal photosynthesis process will produce sugar and oxygen, which acts as food to support plant growth (Limantara, Dettling, Indrawati, Indriatmoko, & Brotosudarmo, 2015). Sufficient food support is beneficial for vegetative organs (Hendriyani, Nurchayati, & Setiari, 2018) and will cause relatively more leaf growth and relatively faster growth (Zhang, Huang, Bian, & Zhao, 2013).

S. leprosula is a moderate growing tree with high ability to adapt to various environment condition (Mawazin & Suhaendi, 2012; Prameswari, Supriyanto, Saharjo, Wasis, & Pamoengkas, 2015; Erizilina, Pamoengkas, & Darwo, 2019) and also known as light-demanding species in the early stage of growth (Abdurachman, Apriani, & Noor, 2013; Erizilina et al., 2019). *S. leprosula* is widespread and generalist species (Achmad, 2017; Kit, Ng, Lee, Tnah, & Ng, 2020) and compare to other Dipterocarps species, it is categorized as fast growing meranti (Mashudi, Pudjiono, Rayan, & Sulaeman, 2012; Ngatiman &

Fajri, 2018; Tirkaamiana, Partasasmita, & Kamarubayana, 2019) and those listed as one of priority target to be massively planted on Sistem Silviculture Intensif (SILIN/intensive silviculture technique) with diameter growth at the range 1.15-2.20 cm/year across various experimental result (Mawazin & Suhaendi, 2011; Widiyatno, Naiem, Hardiwinoto, & Purnomo, 2011; Pamoengkas & Prasetya, 2014; Widiyatno, Soekotjo, Naiem, Purnomo, & Setiyanto, 2014). The high chlorophyll content may become support factors to its ability both in its adaptation capability and fast growth. Some species that showed high chlorophyll content with faster growth than others are *S. leprosula* dan *S. platyclados*. However, this particular result is not meant to propose that chlorophyll content may become the key determinant in identifying or classifying species within *Shorea* in the red meranti group.

In general, the quantitative leaf morphological characteristics of 29 species of red meranti (*Shorea* spp.) have an elongated shape. This is because the value is $AR > 1$. In addition, the leaf oval and roundness rates of all observed species had almost the same value. It can be seen from the large FF and PR values. Meanwhile, the longest leaf is *S. martiniana* and the shortest is *S. dasyphylla* (Table 2).

Table 2. Quantitative leaf morphological characteristics data on 29 species of red meranti (*Shorea* spp.)

Species	LL (cm)	LW (cm)	SD (°)	LP (cm)	PL (cm)	LB	WL	CL	AR	FF	PR
<i>S. acuminata</i>	15.04	6.24	43.00	7.59	1.24	23	147.32	33.41	2.41	1.66	5.35
<i>S. amplexicaulis</i>	9.23	5.09	37.55	4.18	0.79	20	73.79	22.49	1.81	1.83	4.42
<i>S. balangeran</i>	10.26	3.18	26.18	3.18	1.35	20	51.16	21.09	3.23	1.44	6.64
<i>S. beccariana</i>	20.88	9.82	26.06	9.93	8.32	30	321.84	48.20	2.13	1.74	4.91
<i>S. curtisii</i>	18.39	6.77	36.44	7.61	0.86	31	195.36	39.49	2.72	1.57	5.84
<i>S. curtisii</i> subsp. <i>grandis</i>	18.73	6.95	32.67	8.32	0.82	41	204.41	40.32	2.70	1.58	5.80
<i>S. dasyphylla</i>	8.91	3.99	28.97	3.93	1.25	22	55.86	20.26	2.23	1.71	5.07
<i>S. fallax</i>	14.96	5.03	33.56	5.71	1.89	21	118.18	31.38	2.97	1.51	6.24
<i>S. hemsleyana</i>	11.30	4.18	29.67	4.77	0.88	20	74.22	24.31	2.70	1.58	5.81
<i>S. johoriensis</i>	11.06	5.85	38.62	5.93	1.26	27	101.64	26.56	1.89	1.81	4.54

Species	LL (cm)	LW (cm)	SD (°)	LP (cm)	PL (cm)	LB	WL	CL	AR	FF	PR
<i>S. leprosula</i>	15.35	6.87	34.17	7.23	0.87	24	165.48	34.88	2.24	1.71	5.08
<i>S. macrantha</i>	10.48	4.02	35.09	3.99	0.74	21	66.05	22.76	2.61	1.60	5.67
<i>S. macrophylla</i>	18.61	15.75	22.37	7.58	7.67	25	460.09	53.94	1.18	1.99	3.43
<i>S. martiniana</i>	29.01	13.13	28.67	14.44	2.30	39	597.93	66.16	2.21	1.72	5.04
<i>S. mecisopteryx</i>	20.42	17.62	19.56	7.26	9.62	31	550.23	59.00	1.19	1.99	3.44
<i>S. ovalis</i>	10.22	4.57	34.94	3.68	1.78	25	73.25	232.10	2.24	1.71	5.08
<i>S. palembanica</i>	11.22	5.51	36.57	6.65	2.24	37	96.97	26.26	2.04	1.77	4.77
<i>S. parvifolia</i>	13.77	5.72	40.00	5.91	1.08	23	123.63	30.59	2.41	1.66	5.35
<i>S. parvistipulata</i>	17.78	5.35	29.33	8.58	1.22	31	149.37	36.32	3.32	1.42	6.79
<i>S. pinanga</i>	26.88	13.72	25.67	14.63	2.50	32	578.94	63.74	1.96	1.79	4.65
<i>S. platycarpa</i>	12.50	5.05	37.81	6.88	1.68	24	99.17	27.56	2.47	1.64	5.45
<i>S. platyclados</i>	21.78	9.97	26.83	9.08	1.13	23	340.86	49.85	2.19	1.72	5.00
<i>S. rugosa</i>	19.07	7.93	32.17	7.92	1.15	26	237.48	42.39	2.40	1.66	5.34
<i>S. scaberrima</i>	14.33	5.40	37.07	8.82	1.04	34	121.46	30.97	2.65	1.59	5.74
<i>S. selanica</i>	19.85	8.87	25.17	8.67	0.92	30	276.33	45.09	2.24	1.71	5.09
<i>S. singkawang</i>	17.22	6.81	28.47	7.34	5.01	29	184.03	37.72	2.53	1.63	5.54
<i>S. smithiana</i>	14.14	8.96	58.72	5.79	2.18	23	198.80	36.26	1.58	1.90	4.05
<i>S. stenoptera</i>	20.38	14.62	19.33	9.31	1.21	32	467.57	54.94	1.39	1.95	3.76
<i>S. teysmaniana</i>	11.59	4.93	39.03	4.56	0.82	27	89.60	25.93	2.35	1.67	5.26

Remarks: LW (Leaf width), LL (Lamina length), LP (lengthy of the widest leaf), SD (angle of leaf vein), PL (lengthy of leaf stem), LB (number of leaf vein), WL (breadth of the leaf), CL (circumference of the leaf), FF (form factor), AR (aspect ratio), PR (perimeter ratio of diameter)

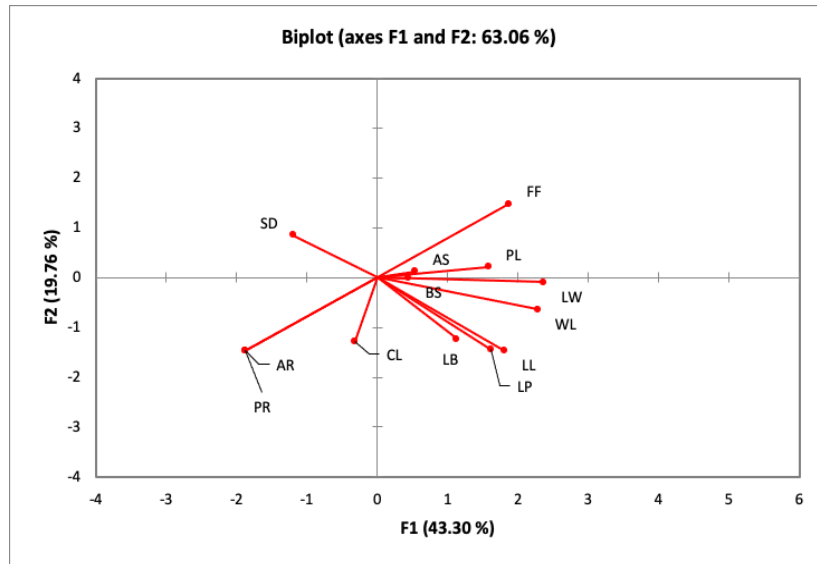
The analysis results using PCA (Figure 4) showed that the variables of PL, BS, LW, WL, LP, LL, and LB had a positive relationship, which means that high value of one variable will be followed by high value of other variables and vice versa. On the other hand, AR and PR variables negatively correlated with FF, while SD characteristics negatively correlated with LP.

All observed leaf morphological characteristics were statistically significant, except for the variable of tip shape (AS) and leaf base (BS). The two variables have the same value for each observed species, so that these variables cannot be used as a key determinant in species identification or grouping. Rosdayanti et al. (2020) reported that seven of 12 observed morphological characters (i.e., the circumference of leaf, area of the leaf, lamina length, leaf width, aspect ratio, form factor, and perimeter ratio of diameter) could be used as the key

determinant variables for the identification of *S. ovalis*, *S. leprosula*, *S. parvifolia*, and *S. guiso*. Meanwhile, García, Miranda, Reyes, & Oyama (2020) considered that the most important morphological variables were specific leaf area, leaf width, and the length of both the lamina and petiole. However, a study on *Quercus dentata* Thunberg and *Quercus aliena* Blume showed that morphological characters of petiole length and the length between the largest leaf point with the base of leaf and leaf width at its widest point have been reported to be the key determinants in identifying species or clustering the group (Liu et al., 2018). Another study on *Quercus alba* L., *Quercus palustris* Muench and *Quercus velutina* Lam. showed that morphological characters of leaf mass per area, petiole length, leaf area and the formed angle between the vein of the primary leaf with the secondary vein on the right or left sides at the broadest leaf point had been

reported to be the key determinants in identifying species or clustering the group (Kusi & Karsai, 2019). According to this study and previous study, the variable of leaf, lamina length, leaf width, and petiole

length were recorded to be the major and consistent determinants in species determination both for *Shorea* and non-*Shorea*.



Remarks: LW (Leaf width), LL (Lamina length), LP (lengthy of the widest leaf), SD (angle of leaf vein), PL (lengthy of leaf stem), LB (number of leaf vein), AS (shape of leaf tip), BS (shape of leaf base), WL (breadth of the leaf), CL (circumference of the leaf), FF (form factor), AR (aspect ratio), PR (perimeter ratio of diameter)

Figure 4. Relationship of observed morphological leaves characteristics in 29 *Shorea* red meranti species

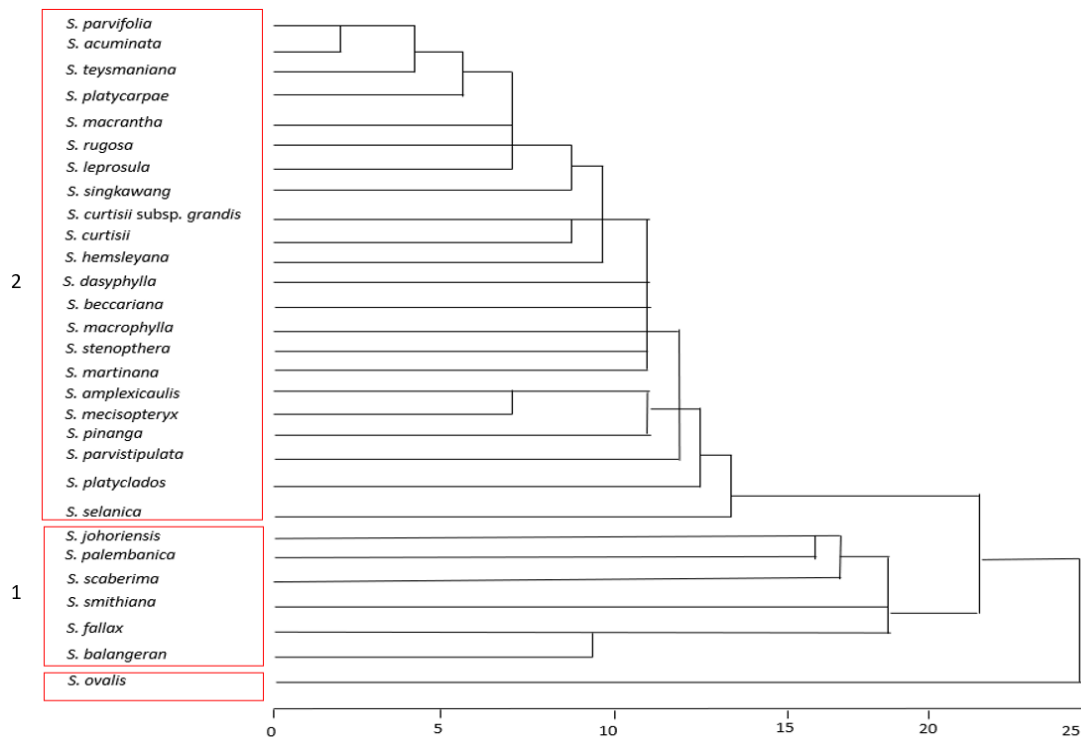


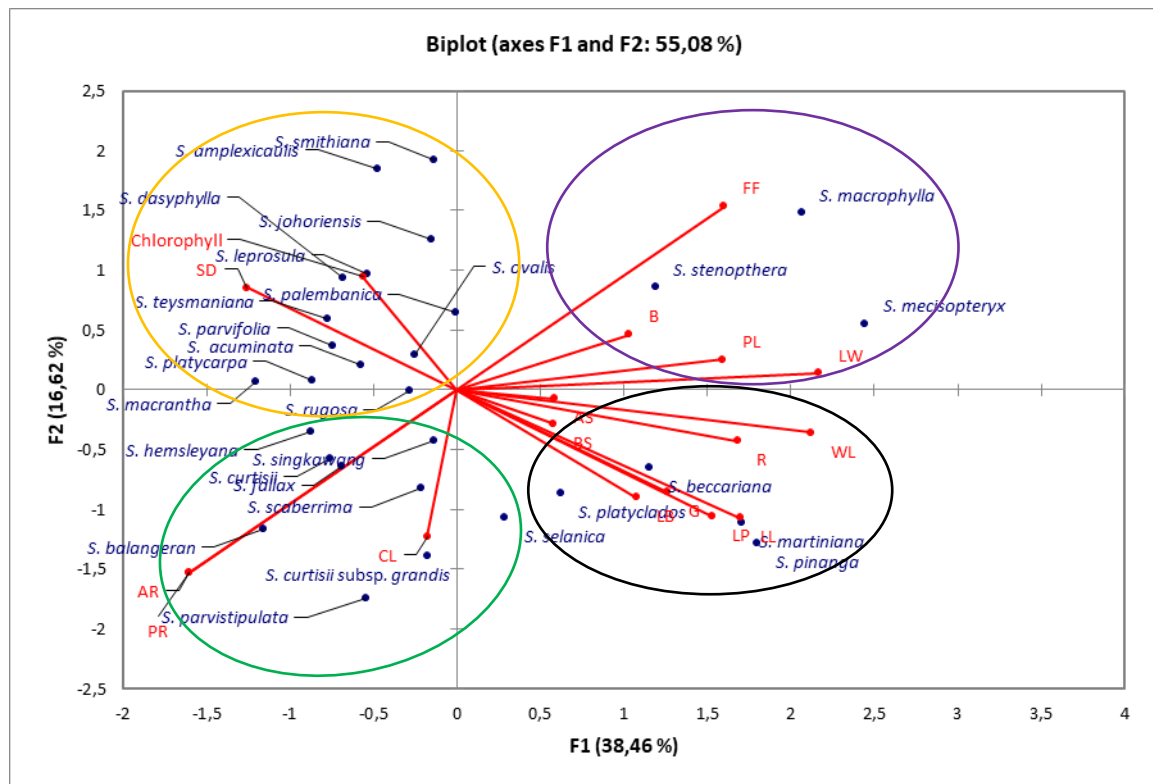
Figure 5. Leaves morphological clustering analysis of 29 *Shorea* red meranti species

The result of a clustering analysis (Figure 5) determined three clusters that consisted of two main groups with *S. ovalis* separated from the two groups. Cluster 1 (*S. balangeran*, *S. fallax*, *S. smithiana*, *S. scaberrima*, *S. palembanica*, and *S. johoriensis*) and cluster 2 (*S. selanica*, *S. platyclados*, *S. parvistipulata*, *S. acuminata*, *S. parvifolia*, *S. teysmaniana*, *S. platycarpa*, *S. macrantha*, *S. rugosa*, *S. leprosula*, *S. singkawang*, *S. curtisii*, *S. curtisii* subsp. *grandis*, *S. hemsleyana*, *S. dasyphylla*, *S. beccariana*, *S. macrophylla*, *S. stenoptera*, *S. martiniana*, *S. amplexicaulis*, *S. mecisopteryx*, and *S. pinanga*).

The separation of *S. ovalis* from the main grouping follows the taxonomic treatment of Dipterocarpaceae (Ashton

1982). Ashton (1982) assigned *S. ovalis* as a monotypic species in the sections *Ovalis*. All types of red meranti in cluster 1 came from one section, namely *Brachypterae* Ashton (1982), while cluster 2 has more diverse or mixed members. Species that were included in cluster 2 came from various grouping sections, namely *Mutica*, *Pachycarpae*, and *Brachypterae*.

The infrageneric classification of *Shorea* spp. of the red meranti by Ashton (1982) was based on the flowers and fruits, while the grouping in this study was carried out based on the morphological characteristics of the leaves. However, the results of this study were fascinating as the quantitative morphological characters on the leaves of meranti saplings were in line with the grouping of Ashton (1982).



Remarks: LW (Leaf width), LL (Lamina length), LP (width of leaf width), SD (angle of leaf vein), LP (length of leaf stem), LB (number of leaf vein), AS (shape of leaf tip), BS (shape of leaf base), WL (area of the leaf), CL (circumference of the leaf), FF (form factor), AR (aspect ratio), PR (perimeter ratio of diameter), R (red), G (green), and B (blue).

Figure 6. PCA analysis of leaves morphological characters of 29 *Shorea* red meranti species

Biplot analysis (Figure 6) shows that each species has different leaf morphological characteristics, both dominant and recessive. Some species such as *S. amplexicauli*, *S. smithiana*, *S. dasyphylla*, *S. johoriensis*, *S. leprosula*, *S. palembanica*, *S. teysmaniana*, *S. parvifolia*, *S. acuminata*, *S. platycarpa*, *S. macrantha*, *S. regusa* and *S. ovalis* has morphological characteristics that are more dominant in the SD variable and chlorophyll content. These types also have recessive values on the variables WL, R, G, LB, LP, and LL. It is inversely proportional to *S. beccariana*, *S. platyclados*, *S. smithiana*, *S. martiniana*, and *S. pinanga*. These types have morphological characteristics that are more dominant in the variables WL, R, G, LB, LP, and LL. Furthermore, *S. macrophylla*, *S. stenopthera*, and *S. mecisopteryx* had more dominant characteristics in the FF, B, PL, LW variables and had the smallest values on the AR, PR, CL variables. Meanwhile, *S. hemsleyana*, *S. singkawang*, *S. curtisii*, *S. curtisii* subsp. *grandis*, *S. scaberrima*, *S. fallax*, *S. singkawang*, *S. balangeran*, *S. parvistipulata*, and *S. selanica* had morphological characters inversely proportional to *S. macrophylla*, *S. stenopthera*, and *S. mecisopteryx*.

This study showed that all variables determine the leaves' morphological characteristics in each type of red meranti group except for the AS and BS variables. In the biplot analysis (Figure 6), the two variables did not show a dominant value in either type of observed red meranti group. Thus, it cannot be used as a differentiator between types and in statistical analysis. The variables are also not significantly different at the 0.05 level. In comparison, leaf color can be used to determine the kinship lever only if they are transformed into digital colors in Red, Green, or Blue. The degree of closeness of the relationship variable between characters in the biplot is shown based on the angle and length of the line formed

(Figure 6). The longer the line, the more influential the character (Firmansyah, Kadiarsih, & Taryono, 2020).

4. Conclusions

This study showed that all variables could characterize the morphological characteristics of the leaves in each type of red meranti group, except for the variable of tip shape (AS) and leaf base (BS). Those two variables did not support the grouping and species kinship and can be neglected as determinants. In addition, several species with similar dominant morphological characteristics were grouped into the same quadrant. While leaves color needs to be extracted digitally to use in quantifying relationship among *Shorea* red meranti group.

Acknowledgments

Authors thanks to Forest Research and Development Centre, the Ministry of Environment and Forestry for research permission at their conservation nursery. Our gratitude also goes to the staff of project collaboration of Forest Research and Development Centre – Komatsu for their full support in the field during sample collection, measurement and analysis.

References

- Abdurachman, Apriani, H., & Noor, M. (2013). Effect of mulching on growth performance of copper –Meranti (*Shorea leprosula* Miq) in Semoi, Penajam Paser Utara Regency, East Kalimantan. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 7(2), 93-100.
- Achmad, B. (2017). Accelerating the growth of red meranti (*Shorea leprosula*) wildlings by utilizing better topsoil media from under mother trees and optimum tending duration in a simple greenhouse.

- Journal of Biosciences*, 10(4), 239-248.
- Ash, A., Ellis, B., Hickey, L., Johnson, K., Wilf, P., & Wing, S. (1999). *Manual of Leaf Architecture: Morphological Description and Categorization of Dicotyledonous and Net-veined Monocotyledonous Angiosperm*. Washington (US): Smithsonian Institution.
- Ashton, P. S. (1982). *Flora Malesiana* (I; C. G. G. J. Van Steens, ed.). Leiden (NL): Martinus Nijhoff Publishers.
- Croft, H. & Chen, J. B. (2017). *Leaf Pigment Content*. Toronto (CA): Elsevier.
- Ellis, B., Douglas, C. D., Leo, J. H., Kirk, R. J., John, D. M., Peter, W., & Scott, L. (2009). *Manual of Leaf Architecture*. New York (US): Cornell University.
- Erizilina, E., Pamoengkas, P., & Darwo. (2019). Correlation between physical and chemical soil properties and growth of red meranti in Haurbentes Forest Research. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan*, 9(1), 68-74. <https://doi.org/10.29244/jpsl.9.1>.
- Firmansyah, Kadiarsih, S. A., & Taryono. (2020). Penggunaan teknik analisis ammi biplot untuk mengenali aksesori wijen tahan salin. *Buletin Tanaman Tembakau, Serat & Minyak Industri*, 12(2), 86-93. <https://doi.org/10.21082/btsm.v12n2.2020.86-93>
- García, R. M., Miranda, A. T., Reyes, I. C., & Oyama, I. (2020). Morphological differentiation among populations of *quercus elliptica* née (fagaceae) along an environmental gradient in Mexico and Central America. *Sociedad Botanica de Mexico*, 98(1), 50-65. <https://doi.org/10.17129/botsoci.2395>
- Hartvig, I., Czako, M., Kjaer, E. D., Nielsen, L. R., & Theilade, I. (2015). The use of DNA barcoding in identification and conservation of Rosewood (*Dalbergia* spp.). *Public Library of Science*, 1-24.
- Hendriyani, I. S., Nurchayati, Y., & Setiari, N. (2018). Kandungan klorofil dan karotenoid Kacang Tunggak (*Vigna unguiculata* (L .) Walp .) pada umur tanaman yang berbeda. *Jurnal Biologi Tropika*, 1(2), 38-43.
- Kendal, D., Hauser, C. E., Garrard, G. E., Jellinek, S., Giljohann, K. M., & Moore, J. L. (2013). Quantifying plant colour and colour difference as perceived by humans using digital images. *Public Library of Science*, 8(8), 1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0072296>
- Kit, K., Ng, S., Lee, S. L., Tnah, L. H., & Ng, C. H. (2020). Confirmation of natural hybrid of *shorea leprosula* and *s. curtisii* in Pasir Panjang Forest Reserve, Negeri Sembilan, Malaysia. *Journal of Tropical Forest Science*, 32(1), 92-96. <https://doi.org/10.26525/jtfs32.1.92>
- Kremer, A., Dupouey, J., Deans, J. D., Cottrell, J., Csaikl, U., Finkeldey, R., ... Badeau, V. (2002). Leaf morphological differentiation between *Quercus robur* and *Quercus petraea* is stable across Western European mixed oak stands. *Springer Science + Business Media*, 59, 777-787. <https://doi.org/10.1051/forest>
- Kusi, J., & Karsai, I. (2019). Plastic leaf morphology in three species of *Quercus*: The more exposed leaves are smaller, more lobated and denser. *Wiley-Blackwell Publishing Ltd*, 1-14. <https://doi.org/10.1111/1442-1984.12253>
- Limantara, L., Dettling, M., Indrawati, R., Indriatmoko, & Brotosudarmo, T. H. P. (2015). Analysis on the chlorophyll content of commercial green leafy vegetables. *Elsevier*, 14, 225-231.
- Liu, Y., Li, Y., Song, J., Zhang, R., Yan,

- Y., Wang, Y., & Du, F. K. (2018). Geometric morphometric analyses of leaf shapes in two sympatric Chinese oaks : *Quercus dentata* Thunberg and *Quercus aliena* Blume (Fagaceae). *Springer Science + Business Media*, 75, 90.
- Mashudi, Pudjiono, S., Rayan, & Sulaeman, M. (2012). The effect of population sources and parent trees on the growth of *Shorea leprosula* Miq. seedlings for clonal propagation material. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 6(2), 97-109.
- Mawazin & Suhaendi, H. (2011). Evaluation of plant growth in Silviculture System of Intensive Indonesian Selective Cutting and Planting (TPTII) in Central Kalimantan. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(3), 253-261.
- Mawazin & Suhaendi, H. (2012). The effect of tree spacing on diameter growth of 5 year old *Shorea leprosula* miq. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 9(2), 189-197.
- Newman, M. F., Burges, P. F., & Whitmore, T. C. (1996). *Manual of Dipterocarps for forester: Borneo island light hardwoods*. Eidenburg (GB): Royal and Botanic Garden & CIFOR.
- Ngatiman & Fajri, M. (2018). Weed control techniques to improve *Shorea leprosula* Miq. in Labanan Research Forest, Berau, East Kalimantan. *Jurnal Penelitian Ekosistem Dipterokarpa*, 4(1), 35-48.
- Pamoengkas, P. & Prasetya, R. (2014). The growth of red meranti (*Shorea leprosula* miq.) with selective cutting and line planting in areas IUPHHK-Ha Pt. Sarpatim Sentral Kalimantan. *Journal Silviculture Tropica*, 05(3), 174-180.
- Paria, N. D. & Bose, A. (2017). Seedling morphology and its potential in taxonomic studies in Indian Flora. *Indian Botanic Journal*, 96(3&4), 233-242.
- Prameswari, D., Supriyanto, Saharjo, B. H., Wasis, B., & Pamoengkas, P. (2015). Biopore infiltration hole and cross drain technology for rehabilitation in Skidding Road. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 12(2), 177-189.
- Putri, F. M., Suedy, S. W. A., & Darmanti, S. (2017). The effect nanosilica fertilizer on numbers of stomata , chlorophyll content, and growth of black rice (*Oryza sativa* L . cv. Japonica). *Buletin Anatomi dan Fisiologi*, 2(1), 72-79.
- Rosdayanti, H., Siregar, U. J., & Siregar, I. Z. (2020). Leaf Morphology traits of *Shorea* spp in Ex-Situ KHDTK Haurbentes. *Media Konservasi*, 24(2), 207-215. <https://doi.org/10.29244/medkon.24.2.207-215>
- Soerianegara, I., & Lemmens, R. H. M. J. (2002). *Plant resources of south-east asia timber trees: Major commercial timbers*. Wageningen (NL): Pudoc Scientific Publishers 5th.
- Tirkaamiana, M. T., Partasmita, R., & Kamarubayana, L. (2019). Short Communication : growth patterns of *Shorea leprosula* and *Dryobalanops lanceolata* in Borneo' s forest managed with selective cutting with line replanting system. *Journal Biodiversitas*, 20(4), 1160-1165. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d200431>
- Wang, Y., Li, S., Liu, L., Lv, F., & Wang, S. (2017). Conjugated polymer nanoparticles to augment photosynthesis of chloroplasts. *Angewandte Chemie*, 56, 5408-5311. <https://doi.org/10.1002/anie.201702376>
- Widiyatno, Naiem, M., Hardiwinoto, S., & Purnomo, S. (2011). Growth of meranti (*Shorea* spp.) in the selective cutting and line planting with intensive silviculture (TPTJ-SILIN).

- Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(4), 373-383.
- Widiyatno, Soekotjo, M., Naiem, S., Purnomo, & Setiyanto, P. E. (2014). Early performance of 23 dipterocarp species planted in logged-over rainforest. *Journal of Tropical Forest Science*, 26(2), 259-264.
- Wu, S. G., Bao, F. S., Xu, E. Y., Wang, Y., Chang, Y., & Xiang, Q. (2007). Classification using probabilistic neural network a leaf recognition algorithm for plant. *Springer Science + Business Media*, 59, 777-787.
- Yusniar, E. & Kustiyo, A. (2014). Identifikasi daun *Shorea* menggunakan KNN dengan ekstraksi fitur 2DPCA. *JIKA*, 5(1), 19-24.
- Yustiningsih, M. (2019). Intensitas cahaya dan efisiensi fotosintesis pada tanaman naungan dan tanaman terpapar cahaya langsung. *Jurnal Pendidikan Biologi*, 4(2), 44-49.
- Zhang, X., Huang, G., Bian, X., & Zhao, Q. (2013). Effect of root interaction and nitrogen fertilization on the chlorophyll content, root activity, photosynthetic characteristics of intercropped soybean and microbial quantity in the rhizosphere. *Czech Academy of Agricultural Sciences*, 59(2), 80-88.

Pola Sebaran *Hotspot* di Taman Hutan Raya Raden Soerjo (*Hotspot Distribution Patterns in Raden Soerjo Grand Forest Park*)

Hamam Asyrowi^{1*}, Bambang Hero Saharjo², dan/and Erianto Indra Putra²

¹Program Studi Magister Silvikutur Tropika Institut Pertanian Bogor, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor, Kampus Dramaga, Bogor, Indonesia 16680, Telp. (0251) 8626806 |

²Departemen Silvikutur Tropika, Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Kampus Dramaga, Bogor, Indonesia 16680, Telp. (0251) 8626806

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Rainfall, hotspot, slope, forest fire, Raden Soerjo Grand Forest Park	<i>Forest fires are one of the factors causing land and forest destruction in Indonesia.. The fire incidents did not only occur in Sumatra and Kalimantan, but also in Java, including East Java. This study aimed to determine the distribution pattern of forest fire hotspots in Raden Soerjo Grand Forest Park (RSGFP), East Java. Time series analysis method was used to obtain information on fire incidents occurred in RSGFP from 2011-2015. The results showed that hotspots occurred from June to November and increased in August. The hotspots' distribution predominantly occurs in areas with a gentle slope of 8-15%, while the lowest hotspots' distribution occurs in areas with a steep slope of 25-45%. The three implications of this study were that the hotspots' distribution indicated the potential for forest fires in the RSGFP area, the pattern of hotspot distribution can be mapped spatially and temporally, and forest fire mitigation in RSGFP can be carried out based on the spatial and temporal mapping.</i>
Kata kunci: Curah hujan, hotspot, kelerengan, kebakaran hutan, Taman Hutan Raya Raden Soerjo	ABSTRAK Kebakaran hutan merupakan salah satu faktor penyebab kerusakan hutan dan lahan di Indonesia. Kejadian kebakaran tidak hanya terjadi di Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera akan tetapi juga terjadi di Pulau Jawa, seperti di Jawa Timur. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pola sebaran titik panas (<i>hotspot</i>) kebakaran hutan di Taman Hutan Raya Raden Soerjo (Tahura R. Soerjo) Jawa Timur. Metode analisis <i>time series</i> digunakan untuk mendapatkan informasi kebakaran yang terjadi di Tahura R. Soerjo dari tahun 2011- 2015. Hasil penelitian menunjukkan bahwa <i>hotspot</i> terjadi pada Juni sampai November dan mengalami kenaikan pada Agustus. Sebaran <i>hotspot</i> tersebut secara dominan terjadi pada daerah lereng yang landai dengan kemiringan 8-15% dan sebaran <i>hotspot</i> terendah pada daerah lereng yang curam dengan kemiringan 25-45%. Tiga implikasi dari penelitian ini yaitu sebaran hotspot dapat mengindikasikan adanya potensi kebakaran hutan di kawasan Tahura R. Soerjo, pola sebaran hotspot dapat dipetakan secara spasial dan temporal, dan mitigasi kebakaran dapat dilakukan berdasarkan pola sebaran hotspot baik secara spasial atau temporal di kawasan Tahura R. Soerjo.
Riwayat artikel: Tanggal diterima: 2 Februari 2021; Tanggal direvisi: 28 Juni 2021; Tanggal disetujui: 30 Agustus 2021	

1. Pendahuluan

Indonesia sebagai salah satu negara yang memiliki hutan terluas di dunia, tidak lepas dari kerusakan hutan dan lahan yang hampir terjadi setiap tahunnya. Kerusakan hutan dan lahan di Indonesia salah satunya disebabkan oleh adanya kebakaran. Kebakaran hutan terjadi hampir di beberapa pulau besar di

Indonesia seperti di Kalimantan dan Sumatera. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan menyebutkan bahwa luas kebakaran hutan di Indonesia mencapai 2.611.411,44 ha di tahun 2015. Kebakaran hutan menimbulkan emisi gas rumah kaca yang dapat menyebabkan pemanasan global (Nurhayati, Aryanti, & Saharjo, 2010).

Editor: Dr. Budi Hadi Narendra, S.Hut., M.Sc

Korespondensi penulis: Hamam Asyrowi (E-mail: hamamasyrowi@gmail.com)

Kontribusi penulis: **HA**: Melakukan penelitian dan analisis dalam jurnal; **BHS** dan **EIP**: Membimbing dan memberi masukan dan koreksian pada naskah

<https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.2.151-165>

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



Kebakaran di Pulau Jawa tidak sebesar yang terjadi di Pulau Kalimantan, Sumatera dan Papua. Luas kebakaran hutan yang terjadi di Pulau Jawa di Tahun 2015 seluas 13.324,58 ha dan luas kebakaran tertinggi di Provinsi Jawa Timur dengan luas 7.966,79 ha (Sipongi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Hanya 0,1 juta ha kebakaran yang terjadi di Pulau Jawa dibandingkan beberapa pulau lainnya jika dilihat pada peristiwa kebakaran pada tahun 1998-1999 (Tacconi, 2003). Studi terkait tingkat risiko kebakaran hutan dan lahan di Jawa barat menunjukkan bahwa risiko kebakaran didominasi oleh tingkat risiko rendah dengan luas 4.934,67 ha atau 46,87% dari luas daerah yang dianalisis, risiko kebakaran sedang dengan luas 3.935,83 ha atau 27,28% dan risiko kebakaran tinggi dengan luas 94,79 ha atau 0,90% (Raharjo, 2019).

Pada umumnya terdapat dua faktor utama penyebab terjadinya kebakaran hutan yaitu faktor alam dan faktor manusia. Faktor alam sebagai pendukung terjadinya kebakaran adalah musim kering akibat *El-Nino*, sedangkan faktor manusia sebagai penyulut terdiri atas pembukaan lahan dengan api, pembakaran dalam perambahan hutan, pembakaran dalam *illegal logging* dan pembakaran kriminal akibat kekecewaan terhadap pengelolaan hutan (Rasyid, 2014). Faktor alam akibat *El-Nino* berpengaruh terhadap iklim di mana cuaca panas dapat menjadikan kondisi bahan bakar kering dan memudahkan proses kebakaran dan penjarannya (Syaufina, 2008). Salah satu dampak dari kebakaran adalah rusaknya vegetasi di areal kebakaran sehingga proses regenerasi hutan akan terganggu. Tindakan rehabilitasi dapat dilakukan pada daerah dengan intensitas kebakaran tinggi agar suksesi alami tetap terjadi (Tata & Pradjadinata, 2013).

Kebakaran hutan dapat diidentifikasi dengan bantuan *hotspot* sebagai awal dari tindakan preventif (Cahyono, Wasito, Andayani, &

Darwanto, 2015; Nurdiana & Risdiyanto, 2015). *Hotspot* lebih sering dijumpai pada bulan-bulan kering atau musim kemarau. *Hotspot* memiliki hubungan erat dengan kondisi iklim pada suatu tempat dalam suatu periode (Aflahah, Hidayati, Hidayat, & Alfahmi, 2018). Dalam kasus kejadian kebakaran, *hotspot* yang terpantau satelit dapat menggambarkan frekuensi kejadian kebakaran (Kunarso et al., 2019). Akan tetapi tidak semua *hotspot* dapat dikatakan sebagai kebakaran hutan. *Hotspot* yang muncul pada tempat yang sama secara kontinyu pada dua sampai tiga hari berpotensi sebagai lokasi kebakaran (Istiqomah, Sitanggang, & Syaufina, 2018). Pengecekan *hotspot* secara langsung di lapangan diperlukan sebagai upaya validasi ada atau tidak ada kebakaran hutan.

Kejadian kebakaran hutan dan lahan di Pulau Jawa dapat terjadi pada kawasan pelestarian alam baik di Taman Nasional atau Taman Hutan Raya. Data tercatat lebih dari 10.000 ha kawasan hutan dan lahan di Pulau Jawa terbakar pada tahun 2015 (Sipongi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Luas kebakaran tertinggi di Provinsi Jawa Timur, di mana salah satunya terjadi di Taman Nasional Bromo Tengger Semeru (TNBTS) dan Taman Hutan Raya Raden Soerjo (Tahura R. Soerjo). Kejadian kebakaran di Tahura R. Soerjo terjadi hampir setiap tahun (UPT Tahura R. Soerjo, 2018), padahal kawasan hutan tersebut memiliki peran yang penting diantaranya adalah sebagai sumber air bersih, sebagai kawasan pelestarian alam untuk flora dan fauna, dan sebagai tempat ekowisata.

Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi pola sebaran temporal dan spasial titik panas (*hotspot*) di Tahura R. Soerjo. Pola sebaran *hotspot* diharapkan mampu menjadi tindakan pencegahan pertama atau *early warning system* dalam upaya pengendalian kebakaran di Tahura R. Soerjo. Selain itu,

pola sebaran *hotspot* juga diharapkan mampu memberikan informasi lokasi kebakaran yang lebih akurat di lapangan agar pemadaman lebih efisien dan efektif. Penelitian pola sebaran *hotspot* telah dilakukan di beberapa daerah di Indonesia akan tetapi untuk di Pulau Jawa khususnya di Tahura R. Soerjo belum tercatat dan merupakan hal baru yang dilakukan sehingga penelitian ini diharapkan dapat berkontribusi dalam pengendalian kebakaran di Tahura R. Soerjo.

2. Metode

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

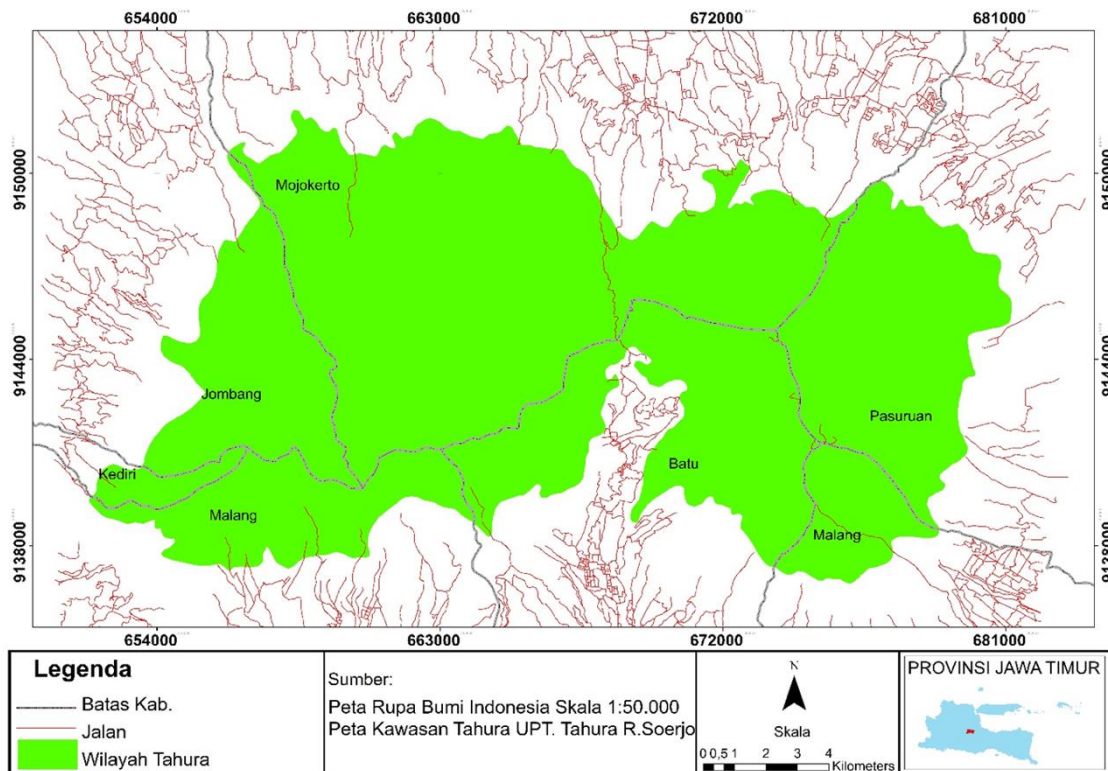
Penelitian ini dilaksanakan di Taman Hutan Raya (Tahura) Raden Soerjo yang terletak pada 7°40'10"-7°49'31"LS dan 112°22'13"-112°46'30" dari bulan Agustus 2019 sampai Januari 2020. Tahura R. Soerjo terletak pada enam Kabupaten dan satu Kota, yakni Kota Batu, Kabupaten Pasuruan, Kabupaten Kediri, Kabupaten Malang, Kabupaten Mojokerto dan Kabupaten Jombang dengan luas total 27.868,30 ha (Gambar 1).

Salah satu kawasan pelestarian alam yang berada di Jawa Timur adalah Tahura R. Soerjo. Kondisi rata-rata curah hujan pertahun di Tahura R. Soerjo yaitu 2.500-4.500 mm, berdasarkan klasifikasi iklim Schmidt dan Ferguson termasuk pada kondisi iklim C dan D. Kondisi suhu pada musim kemarau mencapai 40°C sedangkan suhu malam hari berada di kisaran 10°C - 20°C. Kelembaban udara terendah adalah 43-45%, sedangkan kelembaban udara tertinggi mencapai 90-97% dengan tekanan udara mencapai 1.007-1.017,5 mm Hg. Wilayah Tahura berada pada kawasan pegunungan sehingga ketinggian wilayah Tahura bervariasi mulai dari 800-3.300 mdpl. (UPT Tahura R. Soerjo, 2014).

2.2. Bahan dan Alat

Hotspot merupakan titik di permukaan bumi dengan suhu relatif tinggi sehingga teridentifikasi oleh satelit, dan berpotensi mengindikasikan terjadinya kebakaran hutan. Data *hotspot* tersedia secara kontinu empat jam sekali (Barbosa et al., 2010). Data *hotspot* diperoleh dengan mengunduh dari halaman *Fire Information Resources Management System* (FIRMS) yang terekam oleh satelit Terra-Aqua <https://firms.modaps.eosdis.nasa.gov>, dengan resolusi spasial 250m di mana setiap pikselnya merepresentasikan 250m x 250m. Data *hotspot* yang digunakan adalah data *hotspot* tahunan mulai dari 2011-2015. Data *hotspot* tahunan yang dimaksudkan adalah *hotspot* yang terdeteksi mulai dari Januari sampai Desember. Data laporan kejadian kebakaran diperoleh dari Unit Pelaksana Teknis (UPT) Tahura. Data curah hujan diperoleh melalui tautan <https://power.larc.nasa.gov>, sesuai dengan luas dan letak Tahura R. Soerjo. Data peta kelerengan berupa *Digital Elevation Model* (DEM) diperoleh dari <https://ers.cr.usgs.gov/>, menyesuaikan luas dan letak administrasi Tahura R. Soerjo.

Pola sebaran *hotspot* dianalisis mulai tahun 2011 sampai tahun 2015, penentuan tahun ini didasarkan pada adanya fenomena *El-Nino* di tahun 2015 yang menyebabkan musim kering lebih panjang dan ketersediaan data di UPT Tahura R. Soerjo serta data kejadian kebakaran di Provinsi Jawa Timur tidak ditemukan pada tahun 2016 (Sipongi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Pola sebaran *hotspot* juga dianalisis berdasarkan kondisi kemiringan lahan dan tutupan lahan serta wilayah administrasi di Tahura R. Soerjo.



Gambar (Figure) 1. Peta lokasi penelitian di Tahura R. Soerjo (*Research location at Raden Soerjo Grand Forest Park*)

2.3. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dengan beberapa tahap. Diawali dengan pengumpulan data curah hujan dan sebaran *hotspot*, kemudian dilakukan rekapitulasi menggunakan perangkat lunak *Ms. Excel*. Pemetaan data *hotspot* menggunakan perangkat *ArcGIS 10.5* sesuai dengan wilayah administrasi Tahura Raden Soerjo. Data luas kebakaran digunakan untuk lebih meyakinkan bahwa di lokasi tersebut terjadi kebakaran.

Pembuatan peta kelerengan disusun dengan menggunakan data *Digital Elevation Model (DEM)*. Penggunaan metode DEM dalam pembuatan peta kelerengan dinilai memiliki tingkat kesalahan (*error*) lebih rendah (Indarto, Soesanto, & Prasetyo, 2014). Peta kelerengan kemudian diklasifikasikan berdasarkan kelas lerengnya dari datar, landai, sedang, curam dan sangat curam. Penentuan kelas kelerengan didasarkan pada lima kelas lereng dengan persentase lereng 0-8% klasifikasi datar, persentase 8-15% klasifikasi landai, persentase 15-

25% klasifikasi agak curam, persentase 25-45% klasifikasi curam, dan persentase lebih dari 45% klasifikasi sangat curam (Kementerian Pertanian, 1980). Data *hotspot*, kejadian kebakaran dan kelerengan dianalisis menggunakan perangkat lunak *ArcGIS 10.5* untuk mengetahui pada kelas kelerengan berapa terdapat *hotspot*.

Metode analisis temporal dan spasial digunakan dalam pemantauan *hotspot*. Analisis temporal dilakukan dalam rentang waktu lima tahun dari tahun 2011-2015 dengan menghitung jumlah *hotspot* bulanan selama periode penelitian di Tahura R. Soerjo. Selanjutnya dilakukan pengelompokan *hotspot* yang terdeteksi pada lokasi penelitian dan menghubungkan keterkaitan *hotspot* dengan curah hujan bulanan selama periode tahun 2011-2015.

Analisis spasial pada penelitian ini dilakukan dengan data penginderaan jauh. Analisis spasial dilakukan dengan cara memetakan jumlah *hotspot* yang muncul pada setiap bulan pada tahun 2011-2015.

Kemunculan *hotspot* dilihat pada lokasi administrasi, kondisi kelerengan dan tutupan lahan di Tahura R. Soerjo. Kondisi tutupan lahan didasarkan pada peta tutupan lahan di Tahura R. Soerjo yang dikeluarkan oleh UPT. Tahura R. Soerjo sesuai kondisi tutupan lahan tahun 2018.

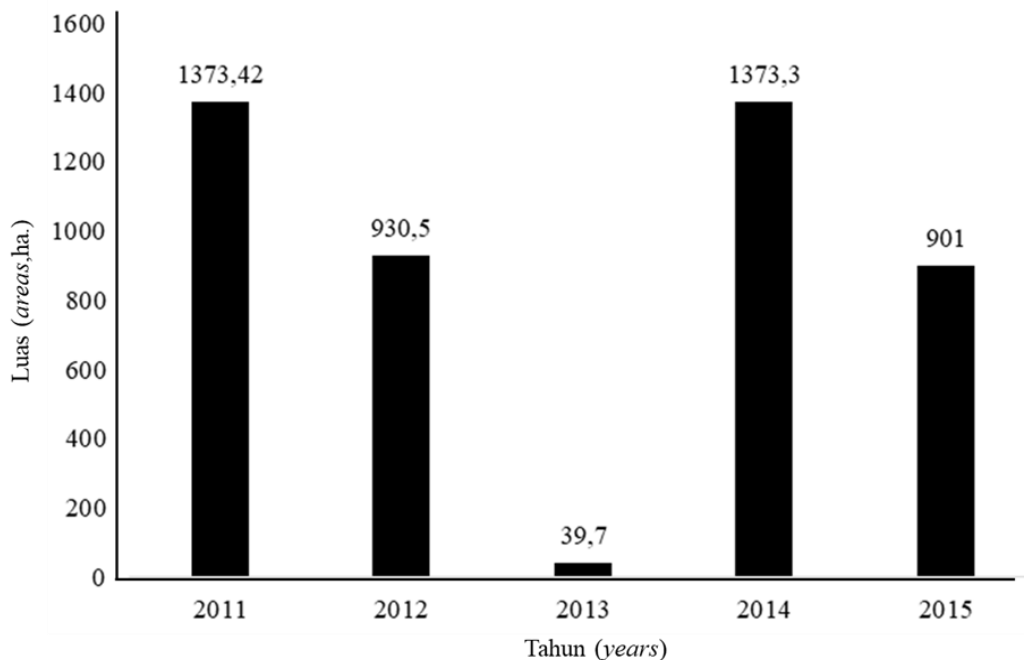
3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kejadian Kebakaran di Tahura R. Soerjo

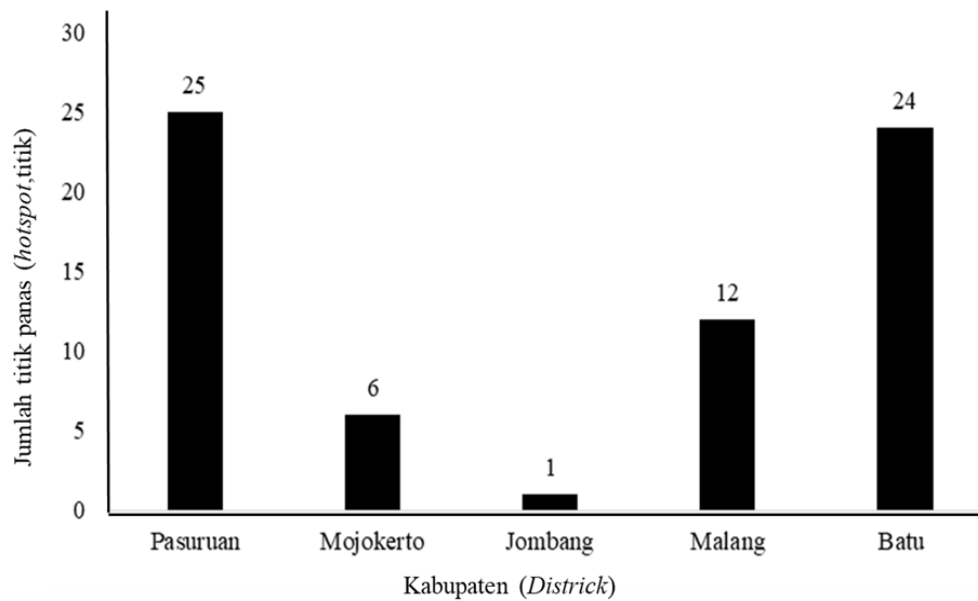
Kebakaran yang terjadi di Tahura R. Soerjo berdasarkan laporan kejadian kebakaran terdeteksi sejak tahun 2006-2017 menghasilkan luas terbakar yang bervariasi. Pada penelitian ini, kejadian kebakaran dibatasi hanya pada periode lima tahunan yaitu tahun 2011-2015. Jumlah luas kebakaran di Tahura R. Soerjo dari tahun 2011-2015 (Gambar 2).

Kejadian kebakaran di tahun 2011 menjadi tahun dengan jumlah luasan terbakar tertinggi (1.373,42 ha), dan jumlah terendah ditemukan pada tahun 2013. Pada kasus ini, fenomena *El-nino* tidak terlihat mempengaruhi luas kebakaran yang terjadi. Akan tetapi, berdasarkan hasil pantauan lapangan kejadian kebakaran tahun 2015 dinilai lebih parah dan luas. Informasi keparahan dan luas kebakaran disampaikan oleh petugas Tahura dan relawan pemadam kebakaran saat ditemui di lapangan.

Kebakaran lebih sering terjadi di kawasan Tahura yang secara administrasi berada di Kabupaten Pasuruan dan Kota Batu yang diindikasikan dengan sebaran *hotspot* yang cenderung muncul di kedua wilayah tersebut. Jumlah *hotspot* tertinggi ditemukan di wilayah Kabupaten Pasuruan sebanyak 25 titik, dan satu titik ditemukan di Kabupaten Jombang (Gambar 3).



Sumber (Source): Data Laporan Kejadian Kebakaran UPT. Tahura R. Soerjo (Fire Incidents Report of RSGFP) Gambar (Figure) 2. Luas kebakaran di Tahura R. Soerjo tahun 2011-2015 (Total area of forest burned from 2011-2015)



Gambar (Figure) 3. Jumlah dan sebaran *hotspot* per wilayah di Tahura R. Soerjo tahun 2011-2015 (*Number and distribution of hotspots per region in RSGFP in 2011-2015*)

Kebakaran hutan erat kaitannya dengan kondisi bahan bakar pada suatu kawasan. Kondisi bahan bakar akan mempengaruhi kemudahan pembakaran dan lama kebakaran. Kondisi bahan bakar dapat dilihat pada kondisi tutupan lahannya. Berdasarkan kondisi tutupannya, sebaran *hotspot* di Tahura R. Soerjo lebih banyak ditemukan pada tutupan semak/belukar, hutan primer dan padang rumput (Gambar 4). Peta tutupan lahan yang digunakan merupakan peta yang diperoleh langsung dari pihak Tahura R. Soerjo sesuai dengan kondisi tutupan lahan pada tahun 2018. Secara kuantitatif, jumlah kemunculan *hotspot* pada tiap jenis tutupan lahan tercantum pada Tabel 1.

3.2. Sebaran *Hotspot* dan Curah Hujan

Tahura R. Soerjo memiliki kondisi lingkungan dengan tingkat keterlerangan yang bervariasi, mulai dari landai, sedang, datar, agak curam, curam dan sangat curam. Tutupan lahannya terdiri dari lahan terbuka, savana, semak belukar, dan hutan (Gambar 4). Kondisi tutupan lahan berpengaruh pada tingkat kepadatan *hotspot* dan tingkat kejadian kebakaran hutan. Secara signifikan, kejadian

kebakaran dipengaruhi oleh fungsi kawasan, tutupan lahan, penggunaan lahan dan jenis tanah (Samsuri, Suratni Jaya, & Syaufina, 2012).

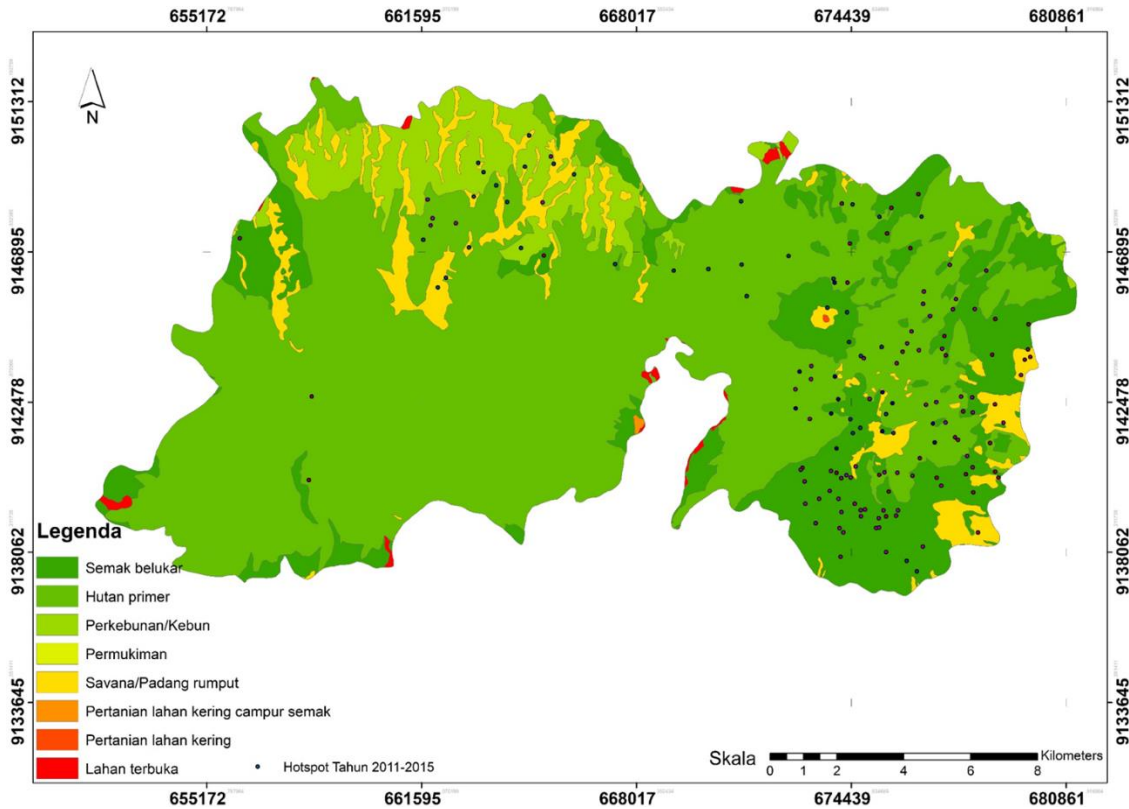
Selain faktor tersebut, kondisi iklim juga dapat mempengaruhi kebakaran yang berhubungan dengan kadar air bahan bakar permukaan, jumlah oksigen dan penjalaran api (Syaufina, 2008). *Hotspot* mulai muncul pada Juli sampai November, dan peningkatan jumlah *hotspot* terjadi pada Agustus dan September (Gambar 5).

Pada bulan Desember sampai Mei tidak ditemukan kemunculan *hotspot*. Peningkatan kepadatan *hotspot* sejalan dengan memasuki bulan kemarau dan cenderung turun pada musim hujan. Secara umum, frekuensi temporal kepadatan *hotspot* di Indonesia terjadi mulai bulan Juni sampai Oktober (Putra, 2015).

Distribusi curah hujan memiliki perbedaan rerata bulan basah atau bulan kering pada setiap daerah di Jawa Timur. Dalam satu tahun bulan basah minimal terjadi satu bulan dan maksimal terjadi sembilan bulan sedangkan bulan kering minimal terjadi dua bulan dan maksimal terjadi sebelas bulan (Indarto, Susanto, &

Fakhrudin, 2012). Curah hujan di Tahura R. Soerjo menurun pada bulan Juli sampai November dan mengalami kenaikan pada bulan November sampai Mei. Rata-rata curah hujan dengan rentang waktu tahun 2011-2015 tertinggi (387,17 mm) terjadi

di bulan Januari dan terendah (6,08 mm) di bulan Agustus. Dikarenakan data tersebut tersedia merata bulanan, maka nilai standar deviasi tidak bisa dicari seperti pada data curah hujan tahunan (Gambar 6).

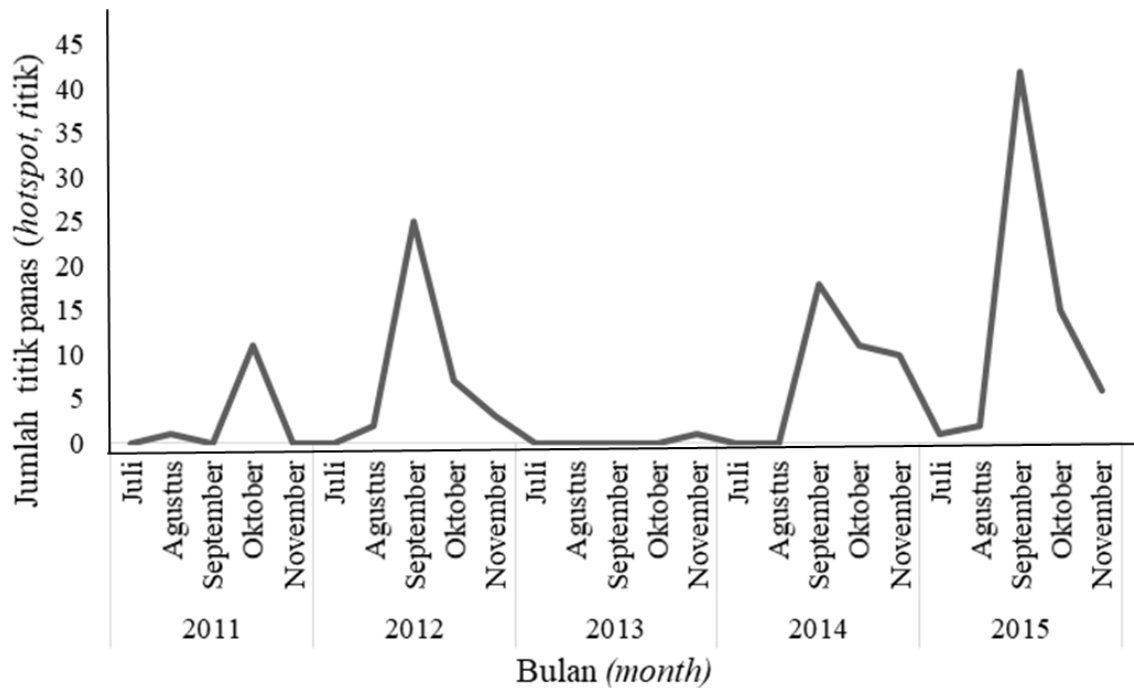


Sumber (Source): Peta Administrasi Tahura Raden Soerjo, FIRMS 2011-2015, peta tutupan lahan (RSGFP’ Administration Map, FIRMS 2011-2015, land cover map)

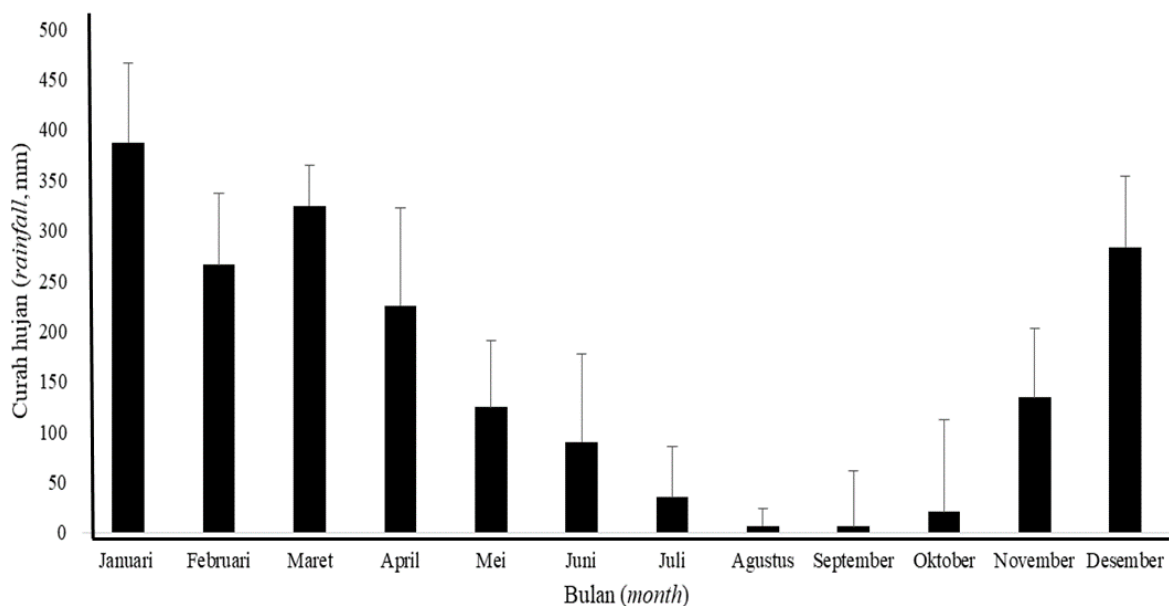
Gambar (Figure) 4. Peta sebaran hotspot berdasarkan tutupan lahan di Tahura R. Soerjo tahun 2011-2015 (Hotspots’ distribution map based on the land cover in RSGFP from 2011-2015)

Tabel (Table)1. Jumlah hotspot pada setiap tutupan lahan pada tahun 2011-2015 (The number of hotspots based on land cover from 2011-2015)

No	Tutupan Lahan (land cover)	Jumlah Hotspot (number of hotspot)				
		2011	2012	2013	2014	2015
1	Semak belukar (<i>shrub</i>)	2	21	1	8	39
2	Hutan primer (<i>primary forest</i>)	9	10		19	25
3	Perkebunan/Kebun (<i>plantation</i>)				4	2
4	Permukiman (<i>settlement</i>)					
5	Savana/Padang rumput (<i>grassland</i>)	1	6		8	3
6	Pertanian lahan kering campur semak (<i>shrub-mixed dryland agriculture</i>)					
7	Lahan terbuka (<i>barren land</i>)					
8	Pertanian lahan kering (<i>dry land agriculture</i>)					
Jumlah (total)		12	37	1	39	69



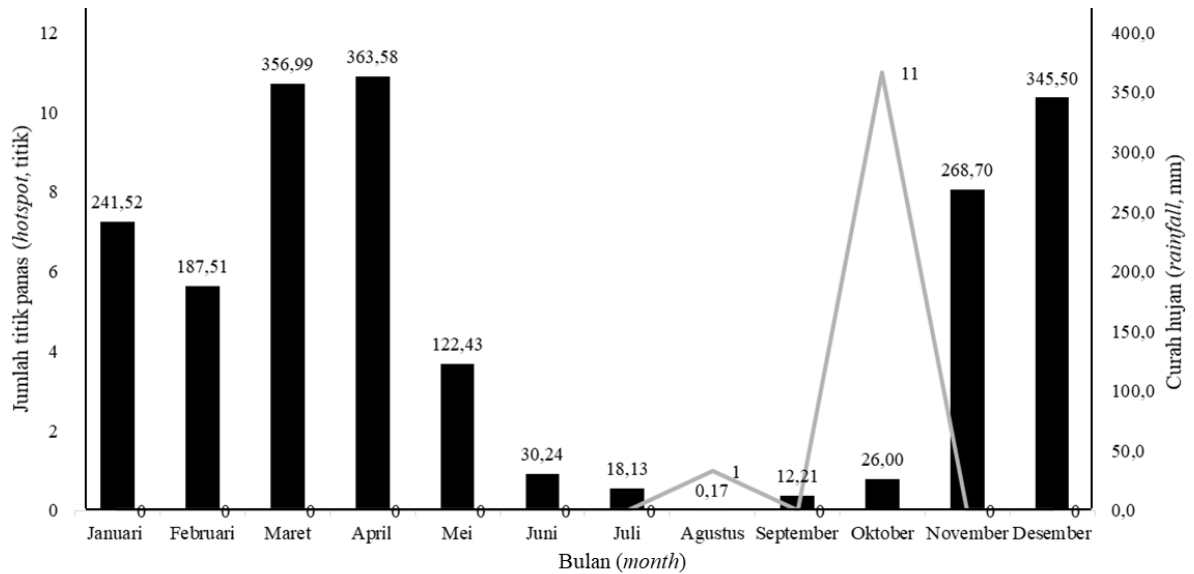
Gambar (Figure) 5. Grafik jumlah hotspot bulanan selama periode tahun 2011-2015 di Tahura R. Soerjo (Graph of monthly hotspots number from 2011-2015 in RSGFP)



Gambar (Figure) 6. Grafik curah hujan (mm) Tahura Raden Soerjo selama periode tahun 2011-2015 (Graph of rainfall (mm) RSGFP from 2011-2015)

Gambar 7 menunjukkan bahwa pada tahun 2011, curah hujan tertinggi terjadi pada bulan April (363,58 mm) dan terendah terjadi pada bulan Agustus (0,17

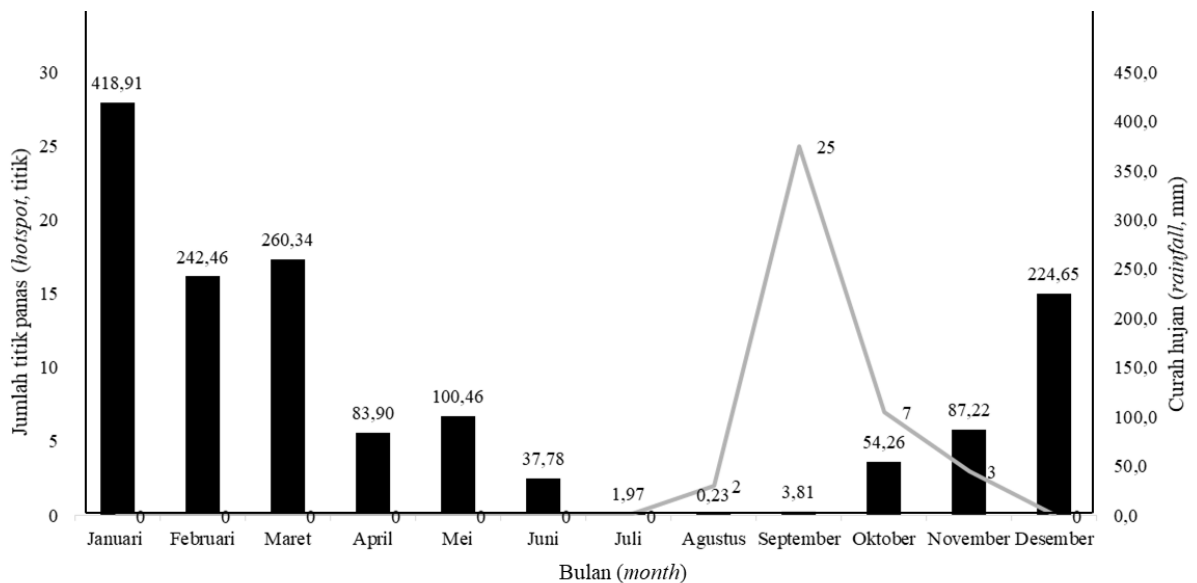
mm). *Hotspot* muncul pada bulan Agustus sebanyak satu titik dan kembali muncul pada bulan Oktober sebanyak 11 titik.



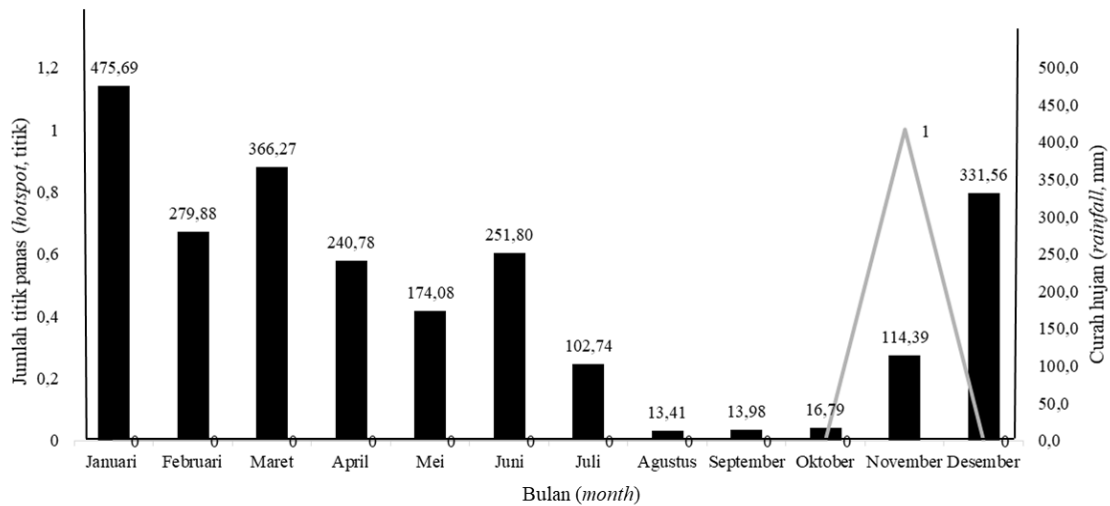
Gambar (Figure) 7. Sebaran jumlah curah hujan dan hotspot di Tahura R. Soerjo pada tahun 2011 (*Distribution of rainfall and hotspots in RSGFP in 2011*)

Curah hujan tertinggi terjadi pada bulan Januari (418,91 mm) dan terendah pada bulan Agustus (0,32 mm) di tahun 2012 (Gambar 8). *Hotspot* di tahun 2012 muncul secara berurutan mulai dari bulan Agustus dengan dua titik kemudian meningkat sebanyak 25 titik pada bulan September dan turun pada bulan Oktober dengan tujuh titik hingga bulan November menjadi tiga titik. Jumlah *hotspot* menunjukkan kenaikan dibandingkan

tahun 2011, sedangkan pada tahun 2013 (*hotspot* hanya ditemukan satu titik pada bulan November. Hal tersebut dikarenakan kondisi curah hujan yang cenderung lebih tinggi dibandingkan tahun lainnya. Kondisi curah hujan di tahun 2013 tertinggi dibandingkan empat tahun lainnya dengan luas kebakaran terendah yaitu 39,7 ha (UPT Tahura 2018).



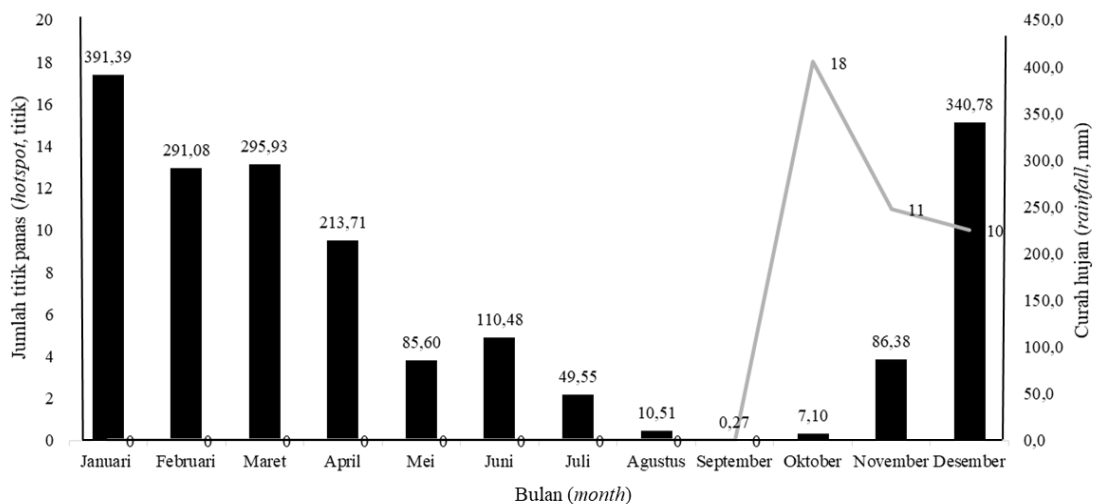
Gambar (Figure) 8. Sebaran jumlah curah hujan dan hotspot di Tahura R. Soerjo pada tahun 2012 (*Distribution of rainfall and hotspots in RSGFP in 2012*)



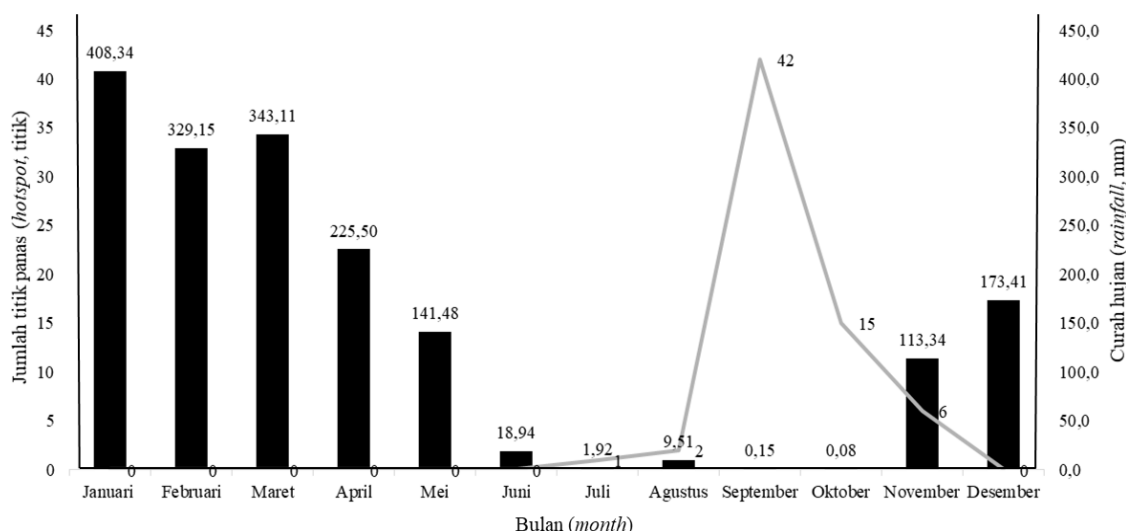
Gambar (Figure) 9. Sebaran jumlah curah hujan dan hotspot di Tahura R. Soerjo pada tahun 2013 (*Distribution of rainfall and hotspots in RSGFP in 2013*)

Setelah penurunan *hotspot* terjadi pada tahun 2013, kemudian terjadi kenaikan kembali pada tahun 2014 (Gambar 10). *Hotspot* muncul pada bulan September sebanyak 18 titik dan turun menjadi 11 titik pada bulan Oktober dan kembali turun pada bulan November menjadi 10 titik. Sedangkan curah hujan di tahun 2014 tertinggi pada bulan Januari (391,39 mm) dan terendah pada bulan Agustus (0,27 mm).

Jumlah *hotspot* tertinggi ditemukan pada tahun 2015 (Gambar 11) sebanyak 66 titik. Titik *hotspot* pertama muncul di bulan Juli meningkat sampai September dengan jumlah tertinggi sebanyak 42 titik dan turun menjadi 15 titik pada bulan Oktober sampai November menjadi enam titik. Kondisi curah hujan pada tahun 2015 di bulan Juli merupakan curah hujan terendah dibandingkan empat tahun lainnya sehingga banyak *hotspot* muncul di bulan tersebut.



Gambar (Figure) 10. Sebaran jumlah curah hujan dan hotspot di Tahura R. Soerjo pada tahun 2014 (*Distribution of rainfall and hotspots in RSGFP in 2014*)



Gambar (Figure) 11. Sebaran jumlah curah hujan dan hotspot di Tahura R. Soerjo pada tahun 2015 (*Distribution of rainfall and hotspots in RSGFP in 2015*)

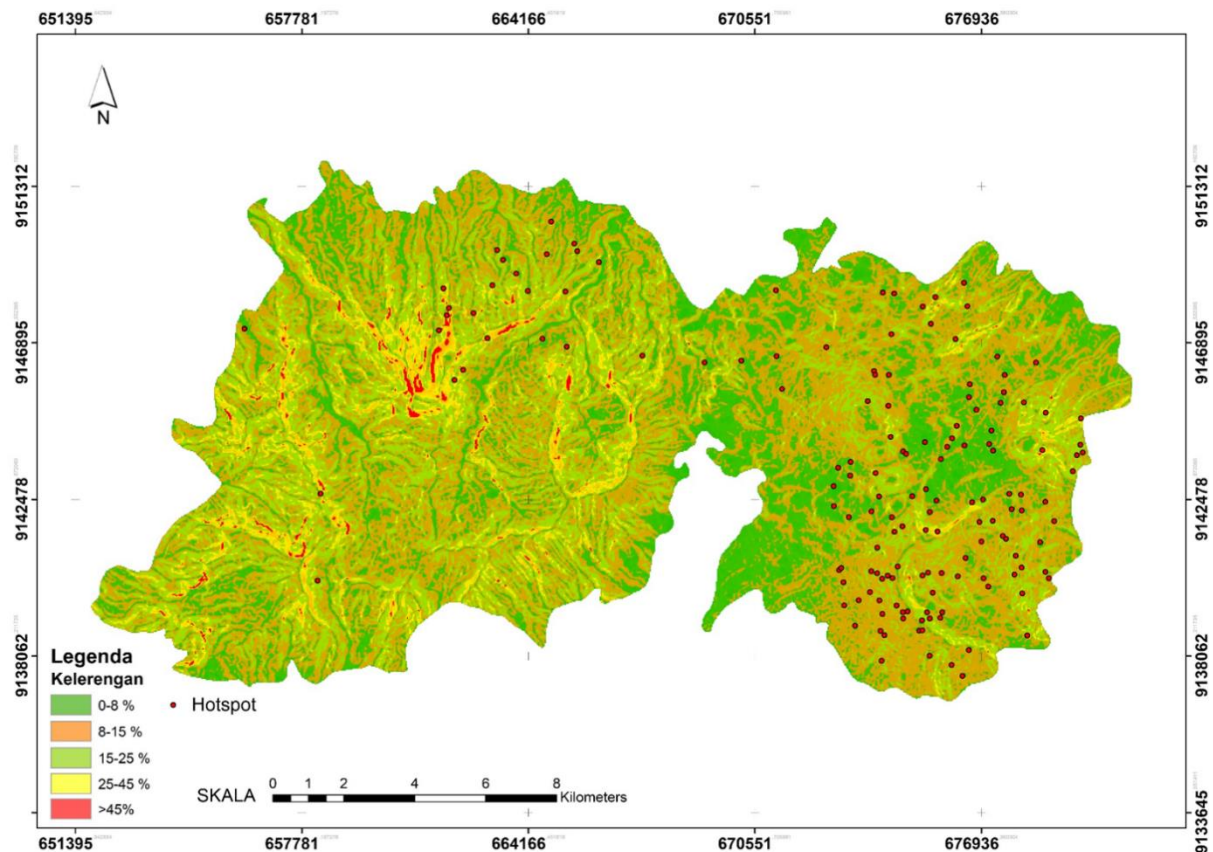
Kondisi lain yang menyebabkan peningkatan jumlah *hotspot* adalah perjumpaan *el-Nino*. *El-Nino* tahun 2015 diindikasikan dengan adanya pelemahan sirkulasi Walker dan perpindahan pusat tekanan dari Samudera Pasifik bagian barat ke bagian timur sehingga menyebabkan kenaikan atau penurunan suhu, dan mempengaruhi pergantian musim di Indonesia (Nabilah, Suprayogi, & Sukmono, 2017). *El-Nino* juga menyebabkan adanya peningkatan *hotspot* pada beberapa wilayah di Indonesia yang lebih banyak terkonsentrasi di Provinsi Sumatera Selatan dan Kalimantan Tengah (Yananto & Dewi, 2016). Selain meningkatkan *hotspot*, *El-Nino* berdampak pada musim kering yang menyebabkan adanya penurunan curah hujan di bawah rata-rata 50-300 mm/bulan yang terjadi pada Agustus sampai Oktober 2015 (Athoillah, Sibarani, & Doloksaribu, 2017).

3.3. Sebaran *Hotspot* dan Kelerengan

Aspek topografi diindikasikan sebagai arah lereng yang ditimbulkan oleh

pembentukan tanah. Menurut Irwandi, Jumani, & Ismail (2016), faktor topografi turut mempengaruhi perilaku api pada kejadian kebakaran. Makin curam kemiringan lereng, semakin memperbesar risiko kebakaran begitu pula sebaliknya, hal ini dikarenakan laju api yang lebih cepat bergerak ke arah lereng atas (Wibowo, 2005). Topografi yang mempunyai kemiringan tinggi juga akan menghambat proses pencegahan kebakaran. Kondisi kemiringan yang tinggi akan menghasilkan proses konveksi atau penjararan panas. Topografi dengan kemiringan tinggi akan memaksimalkan laju angin sehingga penjararan api akan cepat (Suryono, 2014).

Kondisi kelerengan di Kawasan Tahura R. Soerjo cukup bervariasi mulai dari datar dengan nilai 0-8%, landai dengan nilai 8-15%, agak curam dengan nilai 15-25%, curam dengan nilai 25-45%, dan sangat curam dengan nilai > 45% (Gambar 12). Jumlah *hotspot* banyak ditemukan pada kondisi kelerengan landai sebanyak 87 titik, agak curam 41 titik, datar 16 titik dan curam sembilan titik (Tabel 2).



Sumber (*Source*): Peta Administrasi Tahura Raden Soerjo, DEM STRM, FIRMS 2011-2015 (Raden Soerjo Grand Forest Park Administration Map, DEM STRM, FIRMS 2011-2015)

Gambar (*Figure*) 12. Peta Kelerengan dan Hotspot Tahura Raden Soerjo (*Slope and hotspot map of Raden Soerjo Grand Forest Park*)

Tabel (*Table*) 2. Jumlah *hotspot* pada setiap kelas kelerengan selama tahun 2011-2015 (*The number of hotspot based on slope class from 2011-2015*)

Nomor (<i>number</i>)	Kelas (<i>class</i>)	Kelerengan (<i>slope</i>) (%)	Klasifikasi (<i>Classification</i>)	Jumlah <i>hotspot</i> (<i>number of hotspot</i>)
1	I	0-8	Datar (<i>flat</i>)	0
2	II	8-15	Landai (<i>sloping</i>)	87
3	III	15-25	Agak curam (<i>rather steep</i>)	41
4	IV	25-45	Curam (<i>steep</i>)	16
5	V	>45	Sangat curam (<i>very steep</i>)	9

Hubungan antara kemiringan dan *hotspot* kemudian dicari untuk menentukan seberapa kuat hubungan antara keduanya. Hasil penelitian menunjukkan terdapat hubungan yang kuat ($r_{\text{Spearman}} = -0.700$) antara kondisi kelerengan terhadap jumlah *hotspot*. Nilai

korelasi bernilai negatif menunjukkan arah hubungan yang terbalik, di mana ketika semakin tinggi kelerengan maka jumlah *hotspot* menurun. Jumlah *hotspot* yang tinggi pada kondisi kelerengan landai diduga karena kondisi bahan bakar yang tersedia lebih banyak. Hal ini diperkuat

dengan hasil pengukuran cadangan karbon yang ditemukan lebih banyak pada keterleangan 8-15% yaitu sebesar 41 kg/m² (Gunadi, Juniarti, & Gusnidar, 2020).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Hotspot mulai muncul pada bulan Juli-November saat curah hujan kurang dari 100 mm, dan tidak ditemukan *hotspot* pada bulan Desember-Mei. Jumlah *hotspot* meningkat pada bulan Agustus dengan curah hujan rata-rata kurang dari 15 mm. Jumlah *hotspot* akan menurun saat curah hujan mengalami peningkatan. *Hotspot* lebih banyak ditemukan pada topografi landai (8-15%) dan akan semakin sedikit ditemukan pada topografi agak curam - sangat curam. Sebaran *hotspot* lebih banyak ditemukan pada tutupan lahan belukar/semak (71 titik) dan paling sedikit (enam titik) pada tutupan lahan kebun. Pola sebaran *hotspot* di kawasan Tahura R. Soerjo yang secara administratif berada di Kabupaten Pasuruan lebih banyak ditemukan.

4.2. Saran

Penelitian lebih lanjut dengan jumlah variabel pengamatan yang lebih banyak dan disertai dengan pemetaan terkait daerah yang rawan terjadi kebakaran perlu dilakukan. Kegiatan pencegahan kebakaran sebaiknya ditekankan pada lokasi yang telah diindikasikan akan terjadi kebakaran berdasarkan pada pola sebaran kebakaran yang telah disebutkan. Selain itu, kegiatan pencegahan kebakaran di Tahura Raden Soerjo sebaiknya dilakukan sebelum bulan Agustus.

Ucapan Terima Kasih

Penulis menyampaikan ucapan terima kasih kepada Unit Pelaksana Teknis Taman Hutan Raya Raden Soerjo yang telah memberikan izin untuk melakukan penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Pemerintah

Republik Indonesia melalui Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dengan skema penelitian PMDSU (Program Magister menuju Doktor untuk Sarjana Unggul) serta kepada semua pihak yang secara langsung ataupun tidak langsung berkontribusi dalam penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Aflahah, E., Hidayati, R., Hidayat, R., & Alfahmi, F. (2018). Pendugaan hotspot sebagai indikator kebakaran hutan di Kalimantan berdasarkan faktor iklim. *Journal of Natural Resources and Environmental Management*, 9(2), 405-418.
- Athoillah, I., Sibarani, R. M., & Doloksaribu, D. E. (2017). Analisis spasial *El Nino* kuat tahun 2015 dan *La Nina* lemah tahun 2016 (pengaruhnya terhadap kelembaban, angin dan curah hujan di Indonesia). *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 18(1), 33-41.
- Barbosa, M. R., Seoane, J. C. S., Buratto, M. G., Dias, L. S. de O., Raivel, J. P. C., & Martins, F. L. (2010). Forest Fire Alert System: A GeoWeb GIS prioritization model considering land susceptibility and hotspots - a case study in the Carajás National Forest, Brazilian Amazon. *International Journal of Geographical Information Science*, 24(6), 873-901. <https://doi.org/10.1080/13658810903194264>
- Cahyono, S. A., Wasito, S. P., Andayani, W., & Darwanto, D. H. (2015). Faktor-faktor yang mempengaruhi kebakaran hutan di Indonesia dan implikasi kebijakannya. *Jurnal Sylva Lestari*, 3(1), 103-112.
- Gunadi, G., Juniarti, J., & Gusnidar, G. (2020). Hubungan stok karbon tanah dan suhu permukaan pada beberapa penggunaan lahan di Nagari Padang Laweh Kabupaten Sijunjung. *Jurnal Solum*, 17(1), 1. <https://doi.org/>

- 10.25077/jsolum.17.1.1-11.2020
- Indarto, Soesanto, B., & Prasetyo, D. R. (2014). Pembuatan Digital Elevation Model (DEM) dengan ketelitian pixel (10x10 meter) secara manual di Sub-DAS Rawatamtu. *AGROTEK*, 6(1), 78-89. <https://doi.org/10.4135/9781412953962.n47>
- Indarto, Susanto, B., & Fakhrudin, A. N. (2012). Spatial distribution of wet and dry month in East Java Region. *Agritech*, 32(4), 432-445.
- Irwandi, Jumani, & Ismail, B. (2016). Upaya penanggulangan kebakaran hutan dan lahan di Desa Purwajaya Kecamatan Loan Janan Kabupaten Kutai Kertanegara Kalimantan Timur. *Jurnal Agrifor*, 15(2), 201-210.
- Istiqomah, N., Sitanggang, I. S., & Syaufina, L. (2018). Fire spot identification based on hotspot sequential pattern and burned area classification. *Biotropia*, 25(3), 147-155. <https://doi.org/10.11598/btb.2018.25.3.676>
- Kementerian Pertanian. (1980). Kriteria dan Tata Cara Penetapan Hutan Lindung. *SK Menteri Pertanian No, 837*, 1-15.
- Kunarso, A., Syabana, T. A. 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>
- Nabilah, F., Suprayogi, A., & Sukmono, A. (2017). Analisis pengaruh fenomena *El Nino* dan *La Nina* terhadap curah hujan tahun 1998-2016 Menggunakan Indikator ONI (Oceanix Nino Index) (Studi kasus: Provinsi Jawa Barat). *Jurnal Geodesi Undip*, 7, 294-303.
- Nurdiana, A., & Risdiyanto, I. (2015). Indicator determination of forest and land fires vulnerability using Landsat-5 TM data (Case study: Jambi Province). *Procedia Environmental Sciences*, 24, 141-151. <https://doi.org/10.1016/j.proenv.2015.03.019>
- Nurhayati, A. D., Aryanti, E., & Saharjo, B. H. (2010). Kandungan emisi gas rumah kaca pada kebakaran hutan rawa. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(2), 78-82.
- Putra, A. K. (2015). Transboundary haze pollution dalam perspektif hukum lingkungan internasional. *Jurnal Ilmu Hukum*, 92-109.
- Raharjo, A. P. (2019). Disaster risk analysis of forest and land fires in Serang Regency. *Jurnal Sains dan Teknologi Mitigasi Bencana*, 13(1), 1. <https://doi.org/10.29122/jstmb.v13i1.2913>
- Rasyid, F. (2014). Permasalahan dan dampak kebakaran hutan. *Jurnal Lingkar Widyaiswara*, (4), 47-59.
- Samsuri, S., Surati Jaya, I., & Syaufina, L. (2012). Spatial model of land and forest fire risk index, case study in Central Kalimantan Province. *Foresta*, 1(1), 12-18.
- Sipongi Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). Rekapitulasi Luas Kebakaran Hutan dan Lahan (Ha) per Provinsi di Indonesia Tahun 2015-2020 (Data s/d 30 September 2020). In *Sipongi.Menklhk* (Vol. 2020). Retrieved from http://sipongi.menlhk.go.id/hotspot/luas_kebakaran#
- Suryono. (2014). Pengaruh topografi pada kinerja pencegahan dan pengamanan terhadap bahaya kebakaran pada bangunan dan lingkungan di Kota Manado. *Media Matrasain*, 11(1), 66-77.
- Syaufina, L. (2008). *Kebakaran Hutan*

- dan Lahan di Indonesia; Perilaku, Penyebab, dan Dampak Kebakaran*. Malang: Bayumedia Publishing.
- Tacconi, L. (2003). Kebakaran hutan di Indonesia: penyebab, biaya dan implikasi kebijakan. In *CIFOR Occasional Paper No. 38(i)* (Vol. 38). <https://doi.org/10.17528/cifor/001200>
- Tata, M. H. L., & Pradjadinata, S. (2013). Regenerasi alami hutan rawa gambut terbakar dan lahan gambut terbakar di Tumbang Nusa, Kalimantan Tengah dan implikasinya terhadap konservasi. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 10(3)327-342.
- UPT Tahura R. Soerjo. (2014). *Profil Kawasan Pelestarian Alam Taman Hutan Raya Raden Soerjo (Pelestarian Plasma Nutfah, Penelitian, Wisata Alam, Religi dan Penyedia Air Bersih)*. Malang: UPT.
- Tahura R. Soerjo Dinas Kehutanan Provinsi Jawa Timur.
- UPT Tahura R. Soerjo. (2018). *Data Luas Kebakaran UPT. Tahura R. Soerjo Tahun 2006-2017*. Malang.
- Wibowo, A. (2005). Kerawanan kawasan hutan dan dampak kebakaran terhadap tegakan *Pinus merkusii* Jungh. et de Vriese di KPH Sumedang, Jawa Barat. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 2(1), 1-9.
- Yananto, A., & Dewi, S. (2016). Analisis kejadian *El Nino* tahun 2015 dan pengaruhnya terhadap peningkatan titik api di wilayah Sumatera dan Kalimantan. *Jurnal Sains & Teknologi Modifikasi Cuaca*, 17(1), 11. <https://doi.org/10.29122/jstm.v17i1.544>

Karakter Fisik dan Fisiologi Serta Metode Konservasi Benih *Vatica venulosa* Blume (Dipterocarpaceae) (Physical and Physiological Characteristics of *Vatica venulosa* Blume (Dipterocarpaceae) Seed and Its Conservation Methods)

Aulia H. Widjaya^{1,3*}, M. Rahmad Suhartanto^{2*}, Endah R. Palupi², dan/and Dian Latifah³

¹Sekolah Pascasarjana Program Studi Ilmu dan Teknologi Benih, IPB University, Jln. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680. Tlp: 0251-8629354

²Departemen Agronomi dan Hortikultura, Fakultas Pertanian, IPB University, Jln. Meranti Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680. Tlp: 0251-8629354

³Pusat Riset Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya - Badan Riset dan Inovasi Nasional (BRIN), Jln. Ir. H. Juanda No 13, Bogor 16003. Tlp: 0251-8322187

Info artikel:	ABSTRACT
Keywords: Embryo, final count, first count, critical moisture content, physiological maturation	<i>Vatica venulosa</i> Blume is an endangered plant species with Critically Endangered A1c ver 2.3 status. The seeds of <i>V. venulosa</i> are recalcitrant, and studies regarding the determination of harvest time, the standard of viability testing and critical moisture content of seeds to support the conservation of <i>V. venulosa</i> have not been carried out. This research aimed to study the germination period, physiological maturation of fruit, critical moisture content, and conservation methods of <i>V. venulosa</i> embryos. The germination period of <i>V. venulosa</i> had first and final counts on the 23 rd day after sowing (DAS) and 33 DAS. The seeds reached physiological maturity at 101±3 days after anthesis (DAA) to 106±3 DAA. The critical moisture content of <i>V. venulosa</i> seeds is 38.63%-39.59%. The growth of <i>V. venulosa</i> embryos using woody plant medium has a success rate of 70% at a moisture content of 34.1%. We can only use up to 15 DAS for embryonic explants of woody plants with high phenolic content. The seeds of <i>V. venulosa</i> have a germination capacity of 78.75%-81.25% and will become seedlings with two leaves at 45 DAS. The results of this study provide information that the seeds of <i>V. venulosa</i> can be preserved by the in-vitro conservation method to support the seed conservation program for endangered plants.
Kata kunci: Embrio, hitungan akhir, hitungan awal, kadar air kritis, masak fisiologi	ABSTRAK <i>Vatica venulosa</i> Blume merupakan jenis tumbuhan langka dengan kategori Critically Endangered A1c ver 2.3. Benih <i>V. venulosa</i> bersifat rekalsitran dan studi mengenai penentuan waktu panen, standar pengujian viabilitas, kadar air kritis benih untuk mendukung konservasi <i>V. venulosa</i> belum banyak dilakukan. Penelitian ini dilakukan dengan tujuan mempelajari periode perkecambahan, waktu masak fisiologi buah, kadar air kritis dan metode konservasi embrio <i>V. venulosa</i> . Periode perkecambahan <i>V. venulosa</i> memiliki hitungan awal dan akhir pada 23 hari setelah semai (HSS) dan 33 HSS. Benih <i>V. venulosa</i> mencapai masak fisiologi pada 101±3 hari setelah antesis (HSA) sampai 106±3 HSA. Kadar air kritis benih <i>V. venulosa</i> sebesar 38,63%-39,59%. Pertumbuhan embrio <i>V. venulosa</i> menggunakan Woody Plant Medium (WPM) memiliki tingkat keberhasilan sebesar 70% pada kadar air 34,1%. Woody Plant Medium hanya bisa digunakan hingga 15 hari setelah tanam (HST) untuk eksplan embrio tumbuhan berkayu yang memiliki kandungan fenolik tinggi. Benih <i>V. venulosa</i> memiliki daya berkecambah sebesar 78,75% - 81,25% dan akan menjadi bibit dengan 2 helai daun pada 45 HSS. Hasil penelitian ini memberikan informasi bahwa benih <i>V. venulosa</i> dapat dipertahankan melalui metode konservasi secara <i>invitro</i> untuk mendukung program konservasi benih tanaman langka.
Riwayat artikel: Tanggal diterima: 26 Januari 2021; Tanggal direvisi: 26 Juli 2021; Tanggal disetujui: 6 Oktober 2021	

Editor: Dr. Neo Endra Lelana

Korespondensi penulis: Aulia Hasan Widjaya (E-mail: aulia.widjaya05@gmail.com);

M. Rahmad Suhartanto (E-mail: tantosuhartanto63@gmail.com)

Kontribusi penulis: **AHW:** Melakukan pengambilan data, pengolahan data, penulisan makalah dan penyajian makalah; **MRS, ERP dan DL:** Melakukan pengambilan data, penulisan dan penyajian makalah

<https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.2.167-181>

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



1. Pendahuluan

Vatica venulosa Blume merupakan suku Dipterocarpaceae, termasuk pohon kecil-sedang, tinggi pohon dapat mencapai 25m, dan batang mengandung resin (PROSEA, 2019). *V. venulosa* merupakan tumbuhan kategori terancam punah (*critically endangered*) A1c ver 2.3 menurut *International Union for Conservation of Nature and Natural Resources* (IUCN) *red list* (Ashton, 1998) karena terjadi penurunan populasi di habitat alaminya akibat alih fungsi dan degradasi habitat. *V. venulosa* tumbuh di hutan tropis dataran rendah, bukit, lembah, tepi pantai, dan sepanjang aliran sungai (El-Taguri & Latiff, 2016) dengan penyebaran alaminya meliputi daerah Kalimantan, Sumatera, dan Peninsular Malaysia (POWO, 2020). Kayu *V. venulosa* dimanfaatkan untuk pembuatan pintu, jendela, furnitur, hingga bantalan rel kereta api (PROSEA, 2019).

Salah satu upaya konservasi pelestarian berbagai jenis dalam suku Dipterocarpaceae adalah dengan mengetahui karakteristik morfologi maupun fisiologinya (Atmoko, Arifin, & Priyono, 2010). Benih Dipterocarpaceae sebagian besar merupakan kategori rekalsitran. Viabilitas benih rekalsitran cepat menurun apabila kadar air benih melewati kadar air kritis, masa simpan pendek, dan tidak tahan disimpan pada suhu rendah (Chin, 2016). Studi rekalsitransi benih sangat diperlukan karena Indonesia merupakan negara tropis yang sebagian besar benih tanaman tropisnya memiliki kategori rekalsitran. Sukesh & Chandrashekar (2013) menyatakan bahwa benih *Vatica chinensis* pada suhu 20 ± 2 °C dapat disimpan 15 hari dengan viabilitas akhir 29,5%. Untuk jenis Dipterokarpa lainnya yaitu *Shorea stenoptera*, memiliki kadar air kritis benih 15% dengan daya berkecambah 10,67% (Rohandi & Widayani, 2011).

Masak fisiologi benih merupakan kondisi saat berat kering, vigor, dan viabilitas benih sudah mencapai maksimum sehingga dapat ditentukan waktu panen secara tepat. Pemanenan benih pada saat sebelum mencapai masak fisiologi akan menyebabkan vigor dan viabilitas benih yang belum maksimal. Demikian juga benih yang melewati masak fisiologi akan mengalami penurunan mutu karena terjadi deraan cuaca di lapang (Suharsi, Syukur, & Wijaya, 2015). Masak fisiologi untuk masing-masing jenis tanaman berbeda-beda. Hasnat, Hossain, & Hossain (2016), menyatakan bahwa waktu terbaik pengkoleksian/pemanenan buah *Hopea odorata*, *Shorea robusta*, *Dipterocarpus turbinatus* dilakukan pada 90-120 hari dari muncul bunga.

Penyimpanan benih rekalsitran memerlukan strategi konservasi khusus karena mempunyai daya simpan yang pendek yaitu 15 hari (Sasaki, 2008). Penyimpanan benih jangka panjang merupakan strategi untuk melindungi kepentingan ekonomi dan keanekaragaman hayati/konservasi yang penting untuk jenis-jenis tanaman langka dan terancam punah (Kijak & Ratajczak, 2020). Konservasi khusus secara *in vitro* menggunakan teknik perbanyakan kultur jaringan merupakan salah satu teknik perbanyakan yang bisa digunakan untuk jenis rekalsitran (Kalima & Denny, 2019).

V. venulosa merupakan anggota Dipterocarpaceae yang terancam punah, namun belum ditemui informasi penentuan waktu panen yang tepat, standar pengujian viabilitas, kadar air kritis benih serta metode konservasi *V. venulosa* yang tepat dalam upaya pelestarian plasma nutfah. Berdasarkan permasalahan tersebut, tujuan penelitian ini adalah untuk mempelajari periode perkecambahan, waktu masak fisiologi buah, kadar air kritis, serta metode konservasi embrio *V. venulosa* dengan media *woody plant medium* (WPM).

2. Metode

2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Waktu pelaksanaan penelitian bulan Juli 2019-Juli 2020. Tempat pelaksanaan penelitian di Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

2.2. Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah benih yang berasal dari pohon *V. venulosa* di Kebun Raya Bogor yang telah berumur 15 tahun, dengan tinggi sekitar 8m (nomor koleksi vak XXIV.A.235). Pohon ini ditanam dari benih yang berasal dari Taman Nasional Berbak Jambi, Sumatra (5-20 m dpl), dan sudah mulai berbunga sejak umur 8 tahun setelah tanam. Pada penelitian ini pemanenan dilakukan pada bulan September 2019 dan Maret 2020. Alat yang digunakan adalah mikroskop binokuler Optika, *Royal Horticultural Society* (RHS) *colourchart*, *caliper digital*, timbangan analitik, pasir, air panas suhu 100°C, oven, *conductivitymeter* tipe Ezdo 6022.

2.3. Metode Penelitian

Penentuan masak fisiologi dan periode perkecambahan benih *Vatica venulosa*

Buah dan benih *V. venulosa* yang digunakan untuk penelitian karakter fisik benih dalam penentuan periode perkecambahan benih dengan cara menampung benih yang jatuh dari pohon menggunakan hamparan paranet. Buah yang jatuh dikumpulkan setiap pagi dan sore hari selama 2 hari, kemudian buah dicampur, serta dipisahkan berdasarkan warna kelopak dan pericarp benih, yang dikategorikan menjadi empat tingkat kemasakan yaitu warna hijau-hijau (96±2 hari setelah antesis (HSA)), coklat-hijau (101±3 HSA), coklat-cokelat (106±3 HSA), coklat-cokelat muda (110±3 HSA) (Widjaya et al., 2021) (Gambar 1). Antesis merupakan tahap ketika mahkota bunga *V. venulosa* beserta organ reproduksinya membuka sepenuhnya yaitu serbuk sari sampai kepala putik

ditandai dengan aroma wangi bunga dalam proses penyerbukan.

Pengunduhan buah tidak dilakukan karena buah masak pada waktu yang tidak bersamaan (secara periode) dalam satu rangkaian sehingga apabila dipanen bersamaan buah yang belum siap dipanen akan terbawa waktu panen. Pemanenan buah juga tidak dilakukan secara selektif karena posisi buah yang berada diujung ranting/ujung daun sehingga pemanenan selektif kurang memungkinkan. Buah yang telah dikumpulkan dan dipisahkan berdasarkan tingkat kemasakan selanjutnya disemai. Benih disemai pada media pasir steril dengan ukuran < 2 mm, jumlah benih yang disemai 20 benih per ulangan dan pengujian diulang empat kali. Penentuan hitungan awal dan hitungan akhir perkecambahan dilakukan setiap hari dengan cara menghitung jumlah kecambah normal selama 45 hari.

Kriteria kecambah normal yang digunakan adalah mempunyai ujung tunas sehat dan berkembang sempurna, dengan sepasang daun sejati serta memiliki akar primer dan sekunder tegak dan kuat (ISTA, 2018). Pola perkecambahan dan tipe perkecambahan benih *V. venulosa* juga dilakukan pengamatan. Peubah yang diamati dalam penentuan masak fisiologi pada karakter fisik adalah kadar air (KA), sedangkan karakter fisiologi benih adalah daya berkecambah (DB), potensi tumbuh maksimum (PTM), berat kering kecambah normal (BKKN), dan daya hantar listrik (DHL).

Kadar air (KA)

Kadar air benih dihitung menggunakan rumus (ISTA, 2018):

$$KA = \frac{M2 - M3}{M2 - M1} \times 100 \% \quad 1$$

Keterangan (*Remark*):

M1 = bobot wadah dan penutup sebelum dioven (*Weight of container and lid before oven*) (g)

M2 = bobot wadah, penutup dan benih sebelum dioven (*Weight of*

container, lid, and seeds before oven) (g)

M3 = bobot wadah, penutup dan benih setelah dioven (*Weight of container, lid, and seeds after oven*) (g)

Daya berkecambah (DB)

Daya berkecambah benih *V. venulosa* dihitung menggunakan rumus (ISTA, 2018):

$$DB = \frac{\sum KN I + \sum KN II}{\sum \text{Benih yang dikecambahkan}} \times 100 \% \quad 2$$

Keterangan (*Remark*):

KN I = jumlah kecambah normal pada hitungan awal (*number of normal seedling at the initial count*)

KN II = jumlah kecambah normal pada hitungan akhir (*number of normal seedling at the final count*)

Potensi tumbuh maksimum (PTM)

Potensi tumbuh maksimum dihitung berdasarkan persentase jumlah benih yang berkecambah normal dan abnormal dari

seluruh benih yang dikecambahkan dengan kriteria minimal tumbuh radikula 3 mm pada akhir pengamatan (Wawrzyniak, Michalak, & Chmielarz, 2020). PTM dihitung dengan rumus (Rusmin, Darwati, Suwarno, & Ilyas, 2016):

$$PTM = \frac{\sum \text{kecambah normal dan abnormal}}{\sum \text{benih yang dikecambahkan}} \times 100 \% \quad 3$$

Berat kering kecambah normal (BKKN)

Pengukuran berat kering kecambah normal dengan cara mengeringkan seluruh kecambah normal pada hitungan pertama dan kedua menggunakan oven selama 3 x 24 jam pada suhu 60 °C (Rusmin, Darwati, Suwarno, & Ilyas, 2016), kemudian dihitung dengan rumus:

$$BKKN = M2 - M1 \quad 4$$

Keterangan (*Remark*):

M1 = Bobot amplop (*Envelope weight*) (g)

M2 = Bobot kecambah normal + amplop setelah dioven (*Normal germination weight + envelope after oven*) (g)



Gambar (*Figure*) 1. Tingkat kemasakan buah dan benih *V. venulosa* untuk pengujian perkecambahan (a= hijau-hijau, b= coklat-hijau, c= coklat-cokelat, d= coklat-cokelat muda, e= benih dengan empat tingkat kemasakan) (*Fruit and seed maturity level of V. venulosa for germination test (a = green-green, b= brown-green, c= brown-brown, d= brown-light brown, e= seed with four level of maturity)*)

Daya hantar listrik (DHL)

Uji daya hantar listrik (DHL) pada benih merupakan metode pengujian untuk melihat kebocoran membran sel. Benih yang vigornya rendah mempunyai tingkat kebocoran membran yang tinggi, sehingga hasil uji nilai daya hantar listriknya tinggi. Daya hantar listrik diuji dengan modifikasi metode dari penelitian Fatonah & Rozen (2017) pada benih sorgum. Daya hantar listrik diukur dengan cara 20 butir benih dengan empat ulangan, kemudian dimasukkan ke dalam gelas piala yang berisi 100ml aquades dan ditutup dengan aluminium foil, dibiarkan selama 24 jam pada kondisi suhu sekitar 20 ± 2 °C. Air untuk merendam benih adalah air aquades yang daya hantar listriknya $< 5 \mu\text{S}/\text{cm.g}$ pada suhu 20 °C. Benih disaring dan aquades hasil perendaman benih diukur DHLnya. Nilai daya hantar listrik dihitung menggunakan rumus (ISTA, 2018):

$$\text{DHL } (\mu\text{S}/\text{cm.g}) = \frac{\text{Nilai DHL benih} - \text{DHL blanko}}{\text{Berat benih (g) setiap ulangan}} \quad 5$$

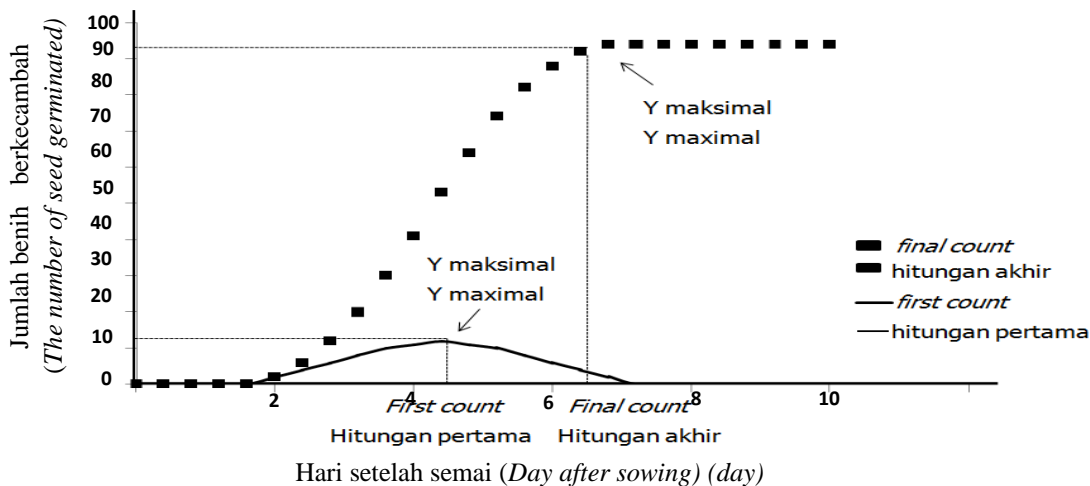
Standar penentuan periode perkecambahan diperlukan sehingga hasil pengujian perkecambahan dilaboratorium mempunyai korelasi positif dengan kenyataan di lapangan/*field emergence* (Vujosevic et al., 2018). Penentuan periode perkecambahan *V. venulosa* pada hitungan awal dan akhir perkecambahan mengadopsi metode yang telah dihasilkan Sadjad (1994), bahwa pola yang terbentuk pada kurva dilakukan analisis secara visual untuk menentukan perhitungan awal dan akhir. Kurva maksimum kecambah normal harian digunakan untuk menentukan hitungan awal perkecambahan sedangkan kurva maksimum kecambah normal kumulatif untuk menentukan hitungan akhir perkecambahan (Gambar 2).

Penentuan kadar air kritis benih *Vatica venulosa*

Buah dan benih *V. venulosa* yang digunakan untuk pengujian kadar air kritis menggunakan tingkat kemasakan yang

seragam yaitu dengan warna kelopak dan pericarp benih cokelat-cokelat (106 ± 3 HSA), hal ini berdasarkan hasil percobaan penentuan masak fisiologi dengan peubah daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, berat kering kecambah normal menunjukkan hasil yang terbaik. Metode untuk mengetahui tingkat rekalsitransi benih *V. venulosa*, kadar air kritis pada benih diukur dengan cara mengeringkan benih dalam desikator kedap udara berisi silika gel dengan kelembaban nisbi udara 55%-60% di ruang bersuhu 18 ± 2 °C (Umarani, Aadhavan, & Faisal, 2015). Rancangan lingkungan yang digunakan adalah rancangan acak lengkap (RAL) dan rancangan perlakuan 1 faktor yaitu lama pengeringan benih sebanyak 11 taraf: 0, 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, dan 10 hari masing-masing empat ulangan. Total kombinasi satuan percobaan $1 \times 11 = 11$ satuan percobaan, setiap satuan percobaan dengan empat ulangan, jadi $11 \times 4 = 44$ unit percobaan, setiap unit percobaan 10 benih, sehingga total benih yang dibutuhkan 440 benih.

Benih yang telah diekstraksi, disimpan pada wadah (kantong kain) sesuai dengan taraf waktu pengeringan kemudian setiap waktu diukur kadar air dan diuji perkecambahannya. Menurut ISTA (2018), dalam penentuan kadar air untuk benih berukuran besar dengan menggunakan metode oven, bobot benih yang digunakan seberat 5g. Metode pengujian dilakukan pada suhu rendah 103 ± 2 °C dengan waktu 17 ± 1 jam. Benih dikecambahkan di media pasir steril dengan ukuran $< 2\text{mm}$. Peubah yang diamati pada penentuan kadar air kritis adalah kadar air (KA), daya berkecambah (DB), potensi tumbuh maksimum (PTM), berat kering kecambah normal (BKKN), dan daya hantar listrik (DHL).



Gambar (Figure) 2. Grafik hitungan awal dan hitungan akhir (Sumber: Sadjad, 1994) (Graph of initial and final counts (Source: Sadjad, 1994))

Konservasi embrio benih *Vatica venulosa* dengan media WPM

Konservasi embrio benih *V. venulosa* secara *invitro* bertujuan untuk menyimpan benih yang mempunyai karakter rekalsitran sehingga embrio benih dapat disimpan lebih lama. Konservasi embrio benih *V. venulosa* menggunakan benih dengan tingkat kemasakan yang seragam yaitu dengan warna kelopak dan pericarp benih coklat-cokelat (106 ± 3 HSA), hal ini berdasarkan hasil percobaan penentuan masak fisiologi dengan peubah daya berkecambah, potensi tumbuh maksimum, berat kering kecambah normal menunjukkan hasil yang terbaik. Metode konservasi menggunakan WPM dengan komposisi media 2,58 g/L Lloyd & Mc Cown's Woody Plant Medium Ref WPP04-50L, 30 g/L gula, 7 g/L agar. Metode ini sering digunakan dalam kultur jaringan untuk eksplan dengan kategori tumbuhan berkayu (Lloyd & Mc Cown, 1981). Embrio ditanam di media WPM dalam botol kultur steril, kemudian hasil penanaman diletakkan dalam ruang kultur pada suhu 18 ± 2 °C. Konservasi embrio dengan media WPM disusun menggunakan rancangan lingkungan rancangan acak lengkap (RAL) dan rancangan perlakuan 1 faktor yaitu

perlakuan desikasi dengan masing-masing empat ulangan. Perlakuan desikasi embrio menggunakan silika gel yang akan diujikan adalah 0, 5, dan 10 jam. Kombinasi satuan percobaan tiga satuan percobaan, setiap satuan percobaan dengan empat ulangan, sehingga diperoleh 12 unit percobaan. Setiap unit percobaan ditanam lima embrio. Total embrio yang dibutuhkan 60 embrio dengan peubah yang diamati adalah kadar air dan persentase keberhasilan embrio tumbuh.

Kadar air (KA) embrio

Benih yang telah diekstraksi dan diambil embrionya kemudian disimpan pada wadah sesuai dengan taraf waktu pengeringan. Embrio benih selanjutnya dilakukan pengukuran kadar air dengan metode oven suhu rendah selama 17 ± 1 jam dengan suhu 103 ± 2 °C (ISTA, 2018).

Persentase keberhasilan embrio tumbuh (% ET)

Persentase keberhasilan embrio tumbuh berdasarkan jumlah embrio yang tumbuh dibagi dengan jumlah embrio benih yang ditanam pada media kultur jaringan. Kriteria embrio tumbuh berdasarkan pemanjangan radikula yang mampu berkembang minimal sepanjang 3

mm (Wawrzyniak, Michalak, & Chmielarz, 2020).

2.4. Analisis Data

Analisis data menggunakan program MINITAB® 18.1 (© 2017 Minitab Inc) dengan uji ANOVA pada selang kepercayaan 95%. Apabila menunjukkan pengaruh nyata dilakukan uji lanjut dengan menggunakan uji Tukey.

3. Hasil dan Pembahasan

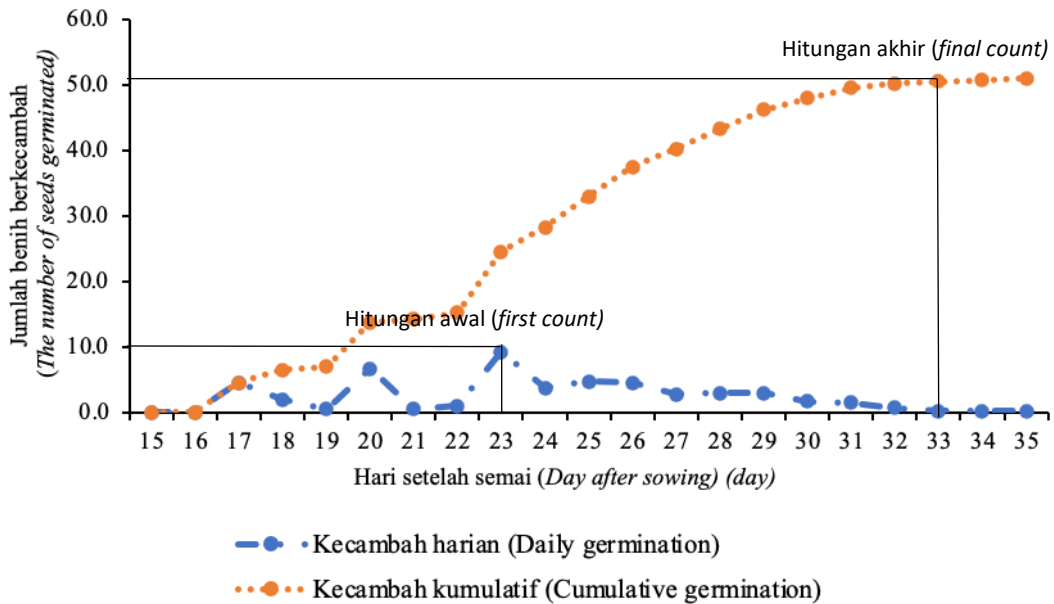
3.1. Penentuan masak fisiologi dan periode perkecambahan benih *Vatica venulosa*

Penentuan hitungan awal benih *V. venulosa* didapatkan pada 23 hari setelah semai (HSS) dan penghitungan akhir pada 33 HSS, hal ini berdasarkan hasil analisis dengan kurva pada Gambar 3 dan Tabel 1.

Hoque, Mariam, Alam, Rahman, & Hossain (2020), mengungkapkan bahwa *Anisoptera scaphula* mulai berkecambah pada 10-15 HSS dan selesai dalam 30 HSS. Hal ini berarti benih *V. venulosa* membutuhkan waktu yang lebih lama

untuk berkecambah dibandingkan *Anisoptera* karena kriteria yang digunakan bukan kecambah normal tetapi berkecambah saja. Untuk menentukan benih berkecambah apabila radikula minimal sepanjang 3 mm dan untuk menghitung daya berkecambah didasarkan pada kecambah normal yaitu keluarnya sepasang daun dan kecambah tumbuh normal.

Pola perkecambahan *V. venulosa* pada Gambar 4 yaitu pertama benih mulai berkecambah dengan membukanya pericarp benih dan kotiledon retak membelah menjadi empat bagian, kemudian radikula muncul sepanjang minimal 3 mm pada 6 HSS (Gambar 4a2), selanjutnya hipokotil terus memanjang dan mengakibatkan kotiledon terangkat ke atas permukaan media (tipe epigeal) pada 10 HSS (Gambar 4a3). Plumula muncul dengan memperpanjang hipokotil dan epikotil pada 11 HSS (Gambar 4a4, 4a5), dan mulai berkembangnya plumula dengan membukanya daun pertama yang menandakan awal dari kecambah normal pada 17 HSS (Gambar 4a6).

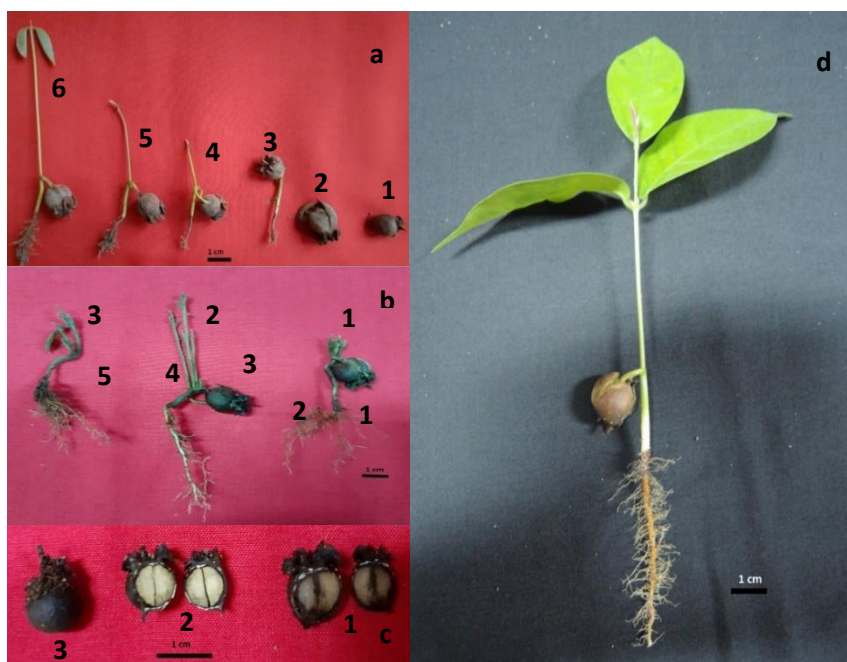


Gambar (Figure) 3. Grafik hitungan kecambah normal harian dan kumulatif perkecambahan benih *V. venulosa* (Graph of daily normal and cumulative germination count of *V. venulosa* seeds)

Tabel (Table) 1. Hasil hitungan awal dan akhir perkecambahan *V. venulosa* berdasarkan tingkat kemasakan benih (*The first and final count of V. venulosa germination based on the maturity level of the seeds*)

Tingkat Kemasakan (<i>Maturity level</i>)	Hitungan awal (<i>First count</i>) (day)	Hitungan akhir (<i>Final count</i>) (day)
Hijau-hijau (<i>Green-green</i>) (96±2 DAA)	23	32
Cokelat-hijau (<i>Brown-green</i>) (101±3 DAA)	20	35
Cokelat-cokelat (<i>Brown-brown</i>) (106±3 DAA)	23	32
Cokelat-cokelat muda (<i>Brown-light brown</i>) (110±3 DAA)	23	34
Rata-rata (<i>Average</i>)	22.3	33.3

Keterangan (*Remarks*): DAA = Hari setelah antesis (*day after anthesis*)



Gambar (Figure) 4. Pola, tipe perkecambahan benih *V. venulosa* (a1= benih dikecambahkan, a2 = radikula mulai muncul, a3 = benih terangkat, a4-a5 = plumula muncul, a6 = kecambah normal; b1-3 = kecambah abnormal; c1-3 = benih mati; d = seedling dengan kotiledon yang terbungkus pericarp benih masih menempel (*Pattern, germination type of V. venulosa seeds (a1= germinated seeds (0 DAS), a2= emerging radicle (6 DAS), a3= uplifted seeds (10 DAS), a4-a5= emerging plumules (11 DAS), a6= normal seedling (17 DAS); b1-3= abnormal seedling (45 DAS); c1-3= dead seeds (45 DAS); d= seedling with cotyledons wrapped in seed coat still attached (45 DAS)*))

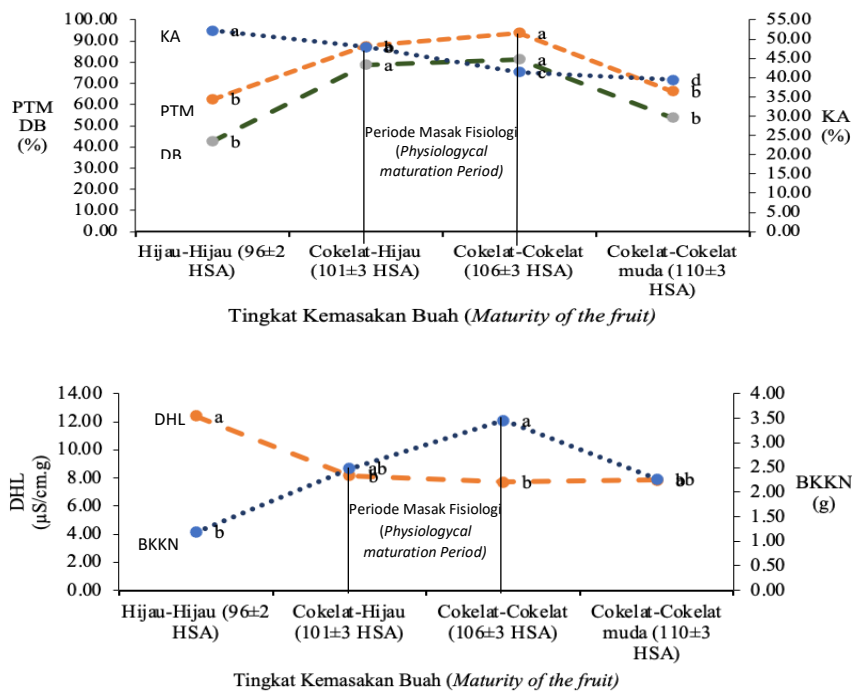
Tipe perkecambahan benih *V. venulosa* yaitu epigeal karena hipokotil memanjang sehingga kotiledon terangkat ke atas permukaan media. Kecambah benih *V. venulosa* yang normal ditandai dengan akar tunggang dan serabut lurus,

plumula lurus dan hanya satu batang, daun pertama membuka penuh tanpa adanya kelainan (Gambar 4a6, 4d). Kecambah abnormal ditandai dengan akar tunggang dan serabut membengkok, munculnya plumula lebih dari satu batang, daun

pertama tidak membuka sempurna/keriting (Gambar 4b1–3). Benih *V. venulosa* yang sampai akhir pengamatan 45 HSA tidak berkecambah dengan tanda benih masih keras, kotiledon berwarna putih kecokelatan dan setelah dibelah pada bagian tengah kotiledon berwarna kehitaman yang menandakan benih mati (Gambar 4c1–3).

Penentuan masak fisiologi benih dilakukan untuk mendapatkan benih yang mempunyai vigor maksimal, daya berkecambah maksimal sehingga diperlukan penentuan kriteria buah saat benih masak fisiologi. Tanaman *V. venulosa* mempunyai bunga dalam bentuk rangkaian malai sehingga buah masak tidak serempak, untuk itu masak fisiologi ditentukan dengan periode waktu.

Periode masak fisiologi benih *V. venulosa* tercapai pada umur 101 ± 3 – 106 ± 3 hari setelah antesis (HSA) dengan ciri buah berwarna coklat-hijau sampai coklat-cokelat. Kadar air benih pada saat masak fisiologi berkisar dari 41,42–47,94%, dengan daya berkecambah 78,75–81,25%. Potensi tumbuh maksimum saat itu 87,5%–93,75% dengan berat kering kecambah normal 2,48g–3,46g dan daya hantar listrik 7,70–8,17 $\mu\text{S/cm.g}$ (Gambar 5). Lan et al. (2012) menyatakan bahwa *Hopea hainanensis* masak fisiologi pada 173 HSA dengan kadar air 39,8%, perkecambahan benih sebesar 98%. Lee et al. (2013), menyatakan bahwa benih *Hopea bilitonensis* memiliki persentase perkecambahan 88% saat masak fisiologi.



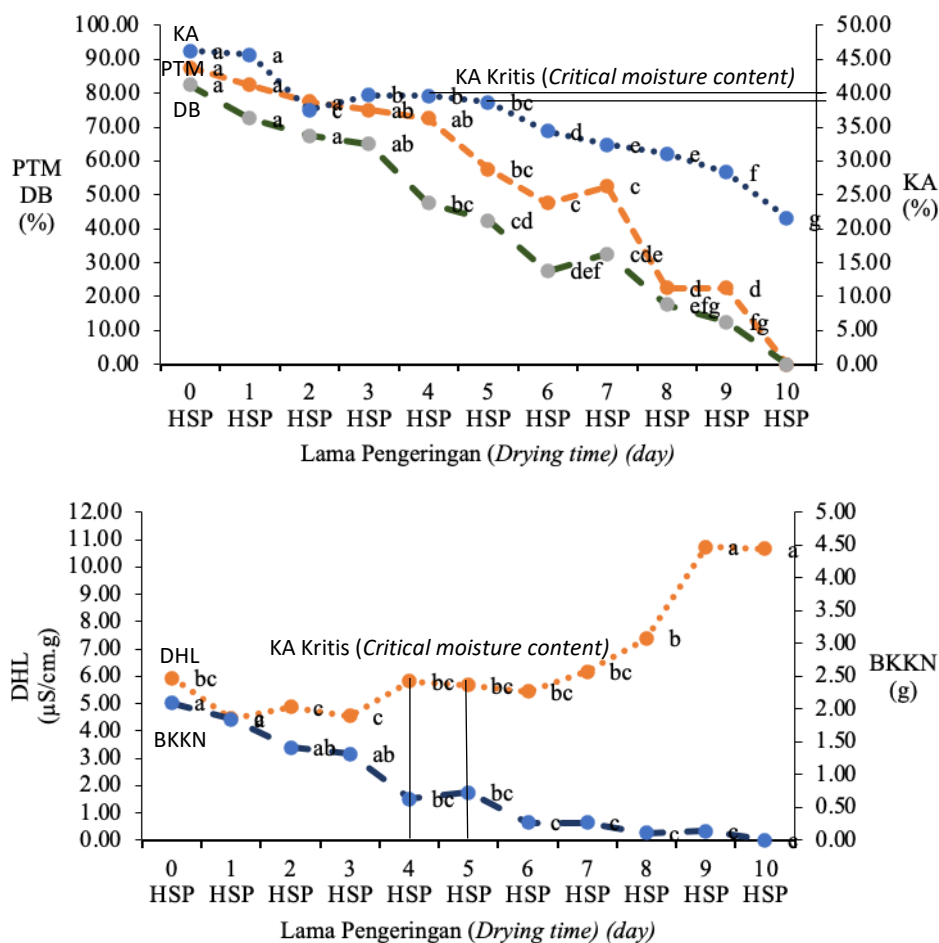
Gambar (Figure) 5. Penentuan masak fisiologi benih *V. venulosa* berdasarkan beberapa peubah pengamatan (*Physiological determination of *V. venulosa* seed maturity based on several observation variables*). Huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey dengan taraf 5% (*The same letter on the same variable is not significantly different based on the Tukey test with a confidence level of 5%*) HSA = Hari setelah antesis (*day after anthesis*), KA = kadar air (*moisture content*), PTM = potensi tumbuh maksimum (*maximum growth potential*), DB = daya berkecambah (*germination capacity*), DHL = daya hantar listrik (*electrical conductivity*), BKKN = berat kering kecambah normal (*normal seedling dry weight*)

3.2. Penentuan kadar air kritis benih *Vatica venulosa*

Vatica venulosa termasuk kelompok benih rekalsitran dan mempunyai kandungan air yang tinggi saat masak fisiologi maupun setelah rontok dari pohon induk. Kadar air kritis benih *V. venulosa* ditentukan berdasarkan penurunan daya berkecambah benih.

Berdasarkan Gambar 6, kadar air kritis benih *V. venulosa* terjadi pada

pengeringan 4-5 hari dengan kadar air benih sebesar 38,63-39,59% dan daya berkecambah sebesar 42,5-47,5%. Pada tingkat kadar air tersebut nilai potensi tumbuh maksimum sebesar 57,5-72,5%, daya hantar listrik 5,67-5,81 $\mu\text{S}/\text{cm.g}$, dan berat kering kecambah normal 0,63-0,73g. Pengeringan benih selama 10 hari menurunkan kadar air benih menjadi 21,57% yang mengakibatkan benih tidak mampu berkecambah.



Gambar (Figure) 6. Penentuan kadar air kritis benih *V. venulosa* (Determination of critical moisture content of *V. venulosa*) huruf yang sama pada peubah yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey dengan taraf 5% (The same letter on the same variable is not significantly different based on the Tukey test with a confidence level of 5 %) HSA = Hari setelah antesis (day after anthesis), KA = kadar air (moisture content), PTM = potensi tumbuh maksimum (maximum growth potential), DB = daya berkecambah (germination capacity), DHL = daya hantar listrik (electrical conductivity), BKKN = berat kering kecambah normal (normal seedling dry weight)

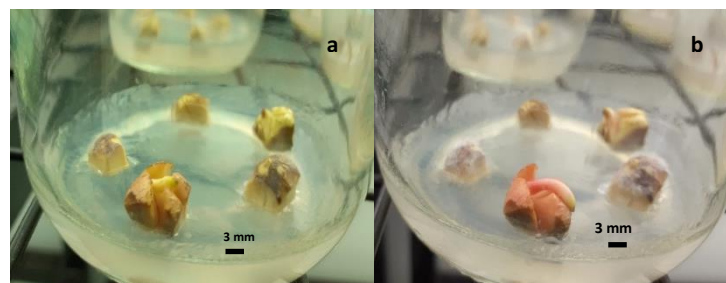
Kemunduran benih *V. venulosa* disebabkan oleh penurunan kadar air benih yang diindikasikan secara fisiologi yaitu menurunnya daya berkecambah benih. Kadar air kritis benih *Vatica chinensis* sebesar 66,67% dengan persentase perkecambahan 44,95%, disimpan selama 5 hari dengan kantong plastik tertutup suhu $20 \pm 2^\circ\text{C}$ (Sukesh & Chandrashekar, 2013). Kadar air kritis benih *V. venulosa* (38%) setara dengan T50 daya berkecambah (42%) atau daya berkecambah setengah dari daya berkecambah maksimal agar benih masih dapat menghasilkan tanaman. Jika kriteria daya berkecambah terlalu rendah, maka tidak dapat dikategorikan sebagai benih. Kadar air kritis tercapai pada 5 hari setelah penyimpanan (HSP), oleh karena itu penyimpanan pada kondisi kedap udara menggunakan desikator dengan silika gel hanya sekitar 5 HSP, dan benih harus segera ditanam. Metode penyimpanan benih *V. venulosa* ini efektif sampai penyimpanan 5 HSP.

3.3. Konservasi embrio benih *Vatica venulosa* dengan media WPM

Penyimpanan embrio benih secara *invitro* merupakan metode penyimpanan benih jangka panjang yang efektif dalam konservasi benih rekalsitran karena viabilitas benih dapat dipertahankan tinggi dalam waktu lebih lama dibandingkan metode konvensional dengan menyimpan

benih utuh yang viabilitas benihnya akan cepat menurun (Phartyal, Thapliyal, Nayal, & Rawat, 2002). Penyimpanan embrio *V. venulosa* dengan media WPM menggunakan kriteria benih masak fisiologi yaitu warna kelopak dan pericarp benih coklat-cokelat (106 ± 3 HSA) dihasilkan data bahwa embrio mampu tumbuh setelah 5 hari setelah tanam (HST) dengan ciri kotiledon retak menjadi empat bagian, embrio tumbuh dengan panjang minimal 3 mm (Gambar 7). Proses regenerasi embrio yang dilakukan selama 30 hari dan hasil pengamatan dihasilkan data pada Tabel 2.

Keberhasilan tumbuh embrio yang telah diberi perlakuan desikasi selama 5-10 jam mencapai 63-70%, lebih tinggi dibandingkan tanpa desikasi. Kadar air embrio pada saat tersebut adalah 34-38%. Hal ini sesuai dengan Rahmi, Purwito, Husni, & Dinarti (2017), penelitian desikasi embrio somatik Jeruk Keprok Batu 55 yang ditumbuhkan pada media MS+arang aktif 2g/L menggunakan desikan PEG 8000 konsentrasi 2,5% selama 9 jam meningkatkan perkecambahan 90,29%, dan pertumbuhan planlet paling baik. Nadarajan, Walt, & Pathirana (2019) mengungkapkan bahwa benih *Syzygium maire* termasuk jenis rekalsitran, teknik enkapsulasi-dehidrasi menghasilkan persentase embrio hidup sebesar 30% pada media MS (Murashige and Skoog).



Gambar (Figure) 7. Embrio *V. venulosa* yang tumbuh dengan media WPM (a= kotiledon retak dan embrio tumbuh 3 mm, b= embrio tumbuh maksimal) (*V. venulosa* embryos grown with WPM medium (a= cracked cotyledons and the embryo grows 3 mm (5 DAS), b= the embryo grows maximally (15 DAS))

Tabel (Table) 2. Pertumbuhan embrio *V. venulosa* pada media WPM dengan perlakuan desikasi (*V. venulosa* embryo growth on WPM medium with desiccation treatment)

Perlakuan desikasi (Desiccation treatment)	Keberhasilan tumbuh (<i>Success growth</i>) (%) 30 DAS	KA (<i>Moisture content</i>) (%)
0 jam (0 hour)	48.75b	48.82a
5 jam (5 hour)	63.75a	38.48b
10 jam (10 hour)	70.0a	34.10c

Keterangan (*Remark*): DAS = hari setelah tanam (*day after sowing*); huruf yang sama pada kolom yang sama tidak berbeda nyata berdasarkan Uji Tukey dengan taraf 5 % (*The same letter on the same column is not significantly different based on the Tukey test with a confidence level of 5 %*)

Embrio yang diregenerasi dengan media WPM dapat bertahan sampai 15 HST (hari setelah tanam) dan setelah 30 HST embrio mengalami kecokelatan karena serangan cendawan. Ketidakberhasilan regenerasi embrio *V. venulosa* dapat disebabkan beberapa hal yaitu belum tepatnya metode yang diterapkan dan kandungan fenolik yang tinggi pada benih. Hal ini sesuai dengan hasil Sudarmonowati (2000), bahwa penyebab utama kegagalan kultur jaringan suku Dipterocarpaceae seperti *Shorea pinanga*, *S. leprosula* karena kadar air benih tidak sesuai dan produksi tinggi senyawa fenolik yang merupakan racun bagi jaringan. Marzalina (2013) yang melakukan percobaan pada embrio benih *Dryobalanops oblongifolia* dengan kadar air 10-15% keberhasilan tumbuh embrio benih sebesar 15%. Ballesteros, Nebot, & Pritchard (2019), menyatakan bahwa protokol penyimpanan embrio benih dengan kultur jaringan yang diterapkan dengan penambahan antioksidan dan metode pengeringan cepat hasilnya tingkat keberhasilan viabilitas embrio benih 25-50%.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Hitungan pertama perkecambahan (*first count*) benih *Vatica venulosa* diperoleh pada 23 hari setelah semai (HSS) dan hitungan akhir (*final count*) pada 33 HSS. Masak fisiologi benih *V. venulosa* tercapai pada umur 101±3-

106±3 hari setelah antesis (HSA) dengan ciri benih berwarna coklat-hijau sampai coklat-cokelat, kadar air benih 41,42-47,94%, pada saat ini daya berkecambah 78,75-81,25%, potensi tumbuh maksimum 87,5-93,75%, berat kering kecambah normal 2,48-3,46g, dan daya hantar listrik 7,70-8,17 µS/cm.g. Kadar air kritis benih *V. venulosa* terjadi pada saat kadar air benih 38,63%-39,59% saat daya berkecambah 42,5-47,5%, potensi tumbuh maksimum 57,5-72,5%, daya hantar listrik 5,67-5,81 µS/cm.g, dan berat kering kecambah normal 0,63-0,73 g. Benih *V. venulosa* tidak mampu berkecambah saat kadar air benih menurun drastis menjadi 21,57%. Keberhasilan tumbuh embrio setelah desikasi 5-10 jam mencapai 63-70% dengan kadar air embrio 34-38%. Konservasi embrio menggunakan WPM berhasil sampai umur 15 HST. Implikasi dari hasil penelitian ini adalah status konservasi *V. venulosa* berpotensi diturunkan mengingat daya berkecambah benih 78,75%-81,25% dan periode perkecambahan dari benih sampai bibit (2 daun pertama) selama 45 HSS; namun perlu didukung penelitian lebih lanjut mengenai periode simpan secara *invitro* serta alternatif metode konservasi benih yang memiliki tingkat rekalsitransi yang tinggi serta daya sintas bibit di alam.

4.2. Saran

Hasil penelitian menunjukkan tingkat masak fisiologi benih *V. venulosa* terjadi pada saat umur 101±3-106±3 HSA

dan hanya bertahan disimpan sampai 5 HSP sehingga disarankan harus segera dilakukan pemanenan dan penyemaian benih untuk dapat mempertahankan viabilitas benih tetap tinggi.

Ucapan Terima Kasih

Kami ucapkan terima kasih kepada Kepala Pusat Penelitian Konservasi Tumbuhan dan Kebun Raya-LIPI atas fasilitas penelitian di bank benih Millenium Seed Bank Partnerships.

Daftar Pustaka

- Atmoko, T., Arifin, Z., & Priyono. (2011). Struktur sebaran tegakan dipterocarpaceae di sumber benih Merapit, Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 8(3), 399-413. doi: 10.20886/jphka.2011.8.4.399-413.
- Ashton, P. (1998). *Vatica venulosa*. The IUCN Red List of Threatened Species 1998: e.T33458A9785745. Diakses dari <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.1998.RLTS.T33458A9785745.en>.
- Ballesteros, D., Nebot, A., & Pritchard, H. W. (2019). Cryobiotechnology for the long-term preservation of oak (*Quercus sp.*) genetic resources. *International Society for Horticultural Society Acta Horticulturae* 1234. doi: 10.17660/ActaHortic.2019.1234.5
- Chin, H. F. (2016). Saving endangered plants through seed storage. *Utar Agriculture Science Journal*, 2(3), 57-60.
- El-Taguri, H. M. A., & Latiff, A. (2016). Ecology and distribution of *Vatica* L. (Dipterocarpaceae) in Peninsular Malaysia. *Malayan Nature Journal*, 68(3), 5-11.
- Fatonah, K., & Rozen, N. (2017). Penetapan metode uji daya hantar listrik untuk benih sorgum (*Sorghum bicolor* L.). *Jurnal Agroteknologi Universitas Andalas*, 1(1), 19-25.
- Hasnat, G. N. T., Hossain, M. K., & Hossain, M. A. (2016). Flowering fruiting and seed maturity of common plantation tree species in Bangladesh. *Journal of Bioscience and Agriculture Research*, 07(01), 583-589. doi: 10.18801/jbar.070216.70
- Hoque, M. M. U., Mariam, H., Alam, Z., Rahman, M. A., & Hossain, M. A. (2020). Effect of storage condition and duration on germination of *Anisoptera scaphula* (Roxb.) Pierre seed. *IOSR Journal of Environmental Science, Toxicology and Food Technology*, 14(1/2), 49-53. www.iosrjournals.org. doi: 10.9790/2402-1401024953.
- International Seed Testing Association (ISTA). (2018). *International Rules for Seed Testing 2018*. The International Seed Testing Association (ISTA) Zurichstr 50 CH-8303 Bassersdorf, Switzerland. 298p. <https://doi.org/10.15258/istarules.2018.F>.
- Kalima, T., & Denny. (2019). Komposisi jenis dan struktur hutan rawa gambut Taman Nasional Sebangau, Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 16(1), 51-72. doi: 10.20886/jphka.2019.16.1.51-72.
- Kijak, H., & Ratajczak, E. (2020). What do we know about the genetic basis of seed desiccation tolerance and longevity? *International Journal of Molecular Science*, 21(3612), 1-21. <https://doi.org/10.3390/ijms21103612>.
- Lan, Q. Y., Luo, Y. L., Ma, S. M., Lu, X., Yang, M. Z., Tan, Y. H., Jiang, X. N., Tan, Y. P., Wang, X. F., & Li, Z. Y. (2012). Development and storage of recalcitrant seeds of *Hopea hainanensis*. *Seed Science and Technology*, 40, 200-208.

- Lee, S. L., Chua, L. S. L., Ng Kevin, K. S., Hamidah, M., Lee, C. T., Ng Chin, H., Tnah, L. H., & Hong, L. T. (2013). Conservation management of rare and predominantly selfing tropical trees: an example using *Hopea bilitonensis* (Dipterocarpaceae). *Biodiversity and Conservation*, 22, 2989-3006. doi: 10.1007/s10531-013-0566-5.
- Lloyd, G., & Mc Cown, B. (1981). Commercially feasible micropropagation of mountain laurel *Kalmia latifolia* by use of shoot tip culture. *Proceedings of the International Plant Propagator's Society*, 30, 421-427
- Marzalina, M. (2013). Diversity and conservation of tropical forestry species in Southeast Asia. Chapter 14, 317-345. dalam Normah M N, Chin H F, Reed B M. 2013. *Conservation of Tropical Plant Species*. 537p. doi:10.1007/978-1-4614-3776-5_14.
- Nadarajan, J., Walt, K. V. D., & Pathriana, R. (2019). Assessing cryopreservation potential for recalcitrant Myrtaceae germplasm. *Plant & Food Research*, 1-2. <https://www.researchgate.net/publication/333005426>.
- Phartyal, S. S., Thapliyal, R. C., Nayal, J. S., & Rawat, M. M. S. (2002). Late maturation changes in *Sal (Shorea robusta)* seed and their evaluation as indices for proper timing of seed collection. *Journal of Tropical Forest Science*. 14(2), 191-197.
- Plants of the World Online (POWO). (2020). *Vatica venulosa* Blume. Diakses dari <http://www.plantsoftheworldonline.org/taxon/urn:lsid:ipni.org:names:321742-1>. Royal Botanic Gardens Kew Science.
- Plant Resources of South-East Asia (PROSEA). (2019). *Vatica venulosa* Blume. Diakses dari [https://uses.plantnet-project.org/en/Vatica_venulosa_\(PROSEA\)](https://uses.plantnet-project.org/en/Vatica_venulosa_(PROSEA)).
- Rahmi, A. F., Purwito, A., Husni, A., & Dinarti, D. (2017). Embriogenesis dan desikasi embrio somatik Jeruk Keprok Batu 55 (*Citrus reticulata* Blanco.) untuk meningkatkan frekuensi perkecambahan. *Jurnal Hortikultura Indonesia*, 8(2), 79-87.
- Rohandi, A., & Widyani, N. (2011). Analisis perubahan fisiologi dan biokimia benih Tengkwang selama pengeringan. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 8(1), 31-40.
- Rusmin, D, Darwati, I., Suwarno, F. C., & Ilyas, S. (2016). Viabilitas benih Purwoceng (*Pimpinella pruatjan*) pada berbagai perlakuan stimulasi perkecambahan. *Buletin Penelitian Tanaman Rempah dan Obat*, 27(2), 115-122. <http://dx.doi.org/10.21082/bullitro.v27n2.2016.115-122>.
- Sadjad, S. (1994). *Kuantifikasi Metabolisme Benih*. Jakarta: Grasindo.
- Sasaki, S. (2008). Physiological characteristics of tropical rain forest tree species: a basis for the development of silvicultural technology. *Proceeding of The Japan Academy, Series B Physical and Biological Sciences*, 84(2), 31-57. doi: 10.2183/pjab/84.31.
- Suharsi, T. K, Syukur, M., & Wijaya, A. R. (2015). Karakterisasi buah dan penentuan saat masak fisiologi benih beberapa genotipe cabai (*Capsicum annum* L.). *Jurnal Agronomi Indonesia*, 43(3), 207-212.
- Sukesh, & Chandrashekar, K.R. (2013). Effect of temperature on viability and biochemical changes during storage of recalcitrant seeds of *Vatica chinensis* L. *International Journal of Botany*, 9(2), 73-79.
- Sudarmonowati, E. (2000). Cryopreservation of tropical plants: current research status in Indonesia. Session, 4, 291-297 dalam Maeno, N., Hawtin, G. H. (2000).

- Cryopreservation of tropical plant germplasm. *Japan International Research Center for Agricultural Sciences; International Plant Genetic Resources Institute*, 539p.
- Umarani, R., Aadhavan, E. K., & Faisal, M. M. (2015). Understanding poor storage potential of recalcitrant seeds. *Current science*, 108(11), 2023-2034.
- Vujosevic, B., Canak, P., Babic, M., Mirosavljevic, M., Mitrovic, B., Stanisavljevic, D., & Tatic, M. (2018). Field performance of abnormal maize seedlings. *Ratarstvo i Povrtarstvo*, 55(1), 34-38.
- Wawrzyniak, M. K., Michalak, M., & Chmielarz, P. (2020). Effect of different conditions of storage on seed viability and seedling growth of six European wild fruit woody plants. *Annals of Forest Science*, 77(58), 1-20. <http://doi.org/10.1007/s13595-020-00963-z>.
- Widjaya, A. H., Suhartanto, M. R., Palupi, E. H., Latifah, D., & Hardwick, K. A. (2021). Reproductive biology of *Vatica venulosa* Blume (Dipterocarpaceae). *Biodiversitas*.

Feed Preferences of Yellow-crested cockatoo (*Cacatua sulphurea sulphurea*) in Pasoso Island, Central Sulawesi (Preferensi Pakan Kakatua-Kecil Jambul-Kuning (*Cacatua sulphurea sulphurea*) di Pulau Pasoso Sulawesi Tengah)

Moh. Ihsan^{1*}, Ani Mardiasuti², Burhanuddin Masy'ud², and Yeni A. Mulyani²

¹Tropical Biodiversity Conservation Program, Graduate School, Bogor Agricultural University. Jl. Raya Dramaga, Dramaga University Campus, Bogor 16680, West Java, Indonesia

²Department of Forest Resources Conservation and Ecotourism, Faculty of Forestry, Bogor Agricultural University. Jl. Academic Circle Ulin, Dramaga University Campus, Bogor 16680, West Java, Indonesia

Article info:

Keywords:
Buchanania arborescens,
habitat, yellow-crested cockatoo,
feed,
preference

Article history:

Received:
6 April 2021;
Revised:
21 May 2021;
Accepted:
28 June 2021

ABSTRACT

The yellow-crested cockatoo (*Cacatua sulphurea sulphurea*) is a sub-species of *Cacatua sulphurea* widely distributed in Sulawesi and several surrounding islands including Pasoso. Currently, the population has decreased and is categorized as critically endangered, hence, conservation measures are needed. One conservation approach is by understanding feed preference as an important aspect of improving survival. This study, then, aims to determine the feed preferences of yellow-crested cockatoos on Pasoso Island. It was conducted from April-September 2019 using data on the regeneration of forage plants obtained with a 20 m x 20 m plot, while feed preference data were taken using the focal animal sampling method. Furthermore, the data obtained were analyzed using the Jacobs preference index and the results showed that *Buchanania arborescens* is the type of forage plant that is most consumed. Based on the Jacobs category, it was known that *B. arborescens* and *Ficus benjamina* were the preferred types of feed, while *Aglaiia argentea* was less preferred. However, the most preferred feed do not regenerate in the primary forest and had low regeneration in the ecotone habitat type, and an effort to develop the habitats by planting more *B. Arborescens* is necessary.

1. Introduction

The yellow-crested cockatoo (*Cacatua sulphurea sulphurea*) is one of seven sub-species of *Cacatua sulphurea* found in Indonesia (Collar & Marsden, 2014) and is widely distributed in Sulawesi, Muna, and Butung (Coates & Bishop, 2020). However, it has experienced a sharp decline in population due to over-catching and trading for pet birds. Currently, the population is estimated at 1000-2499 with a declining trend (Coates & Bishop, 2020; BirdLife International, 2021). Due to the rate of population decline, high habitat loss, and a relatively limited distribution area, the International Union for Conservation of Nature (IUCN) has included *C. sulphurea* and all its sub-species in the critically endangered category (BirdLife International, 2021). Consequently, the

yellow-crested cockatoo has the status of a protected bird according to PP. No. 7, 1999; Ministry of Environment and Forestry Regulation No. P. 106, 2018 and is included in Appendix I of CITES (CITES, 2021).

Pasoso Island is a conservation area with the status of a wildlife sanctuary and is the habitat of the yellow-crested cockatoo in Central Sulawesi. This status makes the population of the cockatoo more relatively secure from illegal hunting as frequently found in other habitats in Central Sulawesi (Mallo et al., 2000). However, it is not sufficient to guarantee sustainability which reportedly fluctuates and continues to decline. In 2015, the population of small yellow-crested cockatoos was reported to be only 8 (Sandy, 2015) or decreased by 46% from the total population of 15 reported in 1995 (Mallo et al., 2000).

Editor: Dr Rozza Tri Kwatrina

Author correspondence: Moh. Ihsan (E-mail: ihsannurmallo@gmail.com)

Author contribution: **MI**: Writing and composing; **AM**, **BM** dan **YAM**: Help provide suggestions and input.

<https://doi.org/10.20886/jphka.2021.18.2.183-193>

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



Conservative measures for the yellow-crested cockatoo on Pasoso Island is needed, considering that it is the only location with a population of these birds in Central Sulawesi. The populations in several other locations including Tanjung Manimbaya, West Coast of Donggala Regency, Palu Valley, and Lore Lindu National Park Area have become locally extinct. To anticipate or minimize the risk of extinction on Pasoso Island, sustainable conservation efforts are needed. This effort requires a variety of information on the ecology of the small yellow-crested cockatoo, especially in relation to the feed which is not widely known. Meanwhile, feed is one of the important aspects of improving wildlife viability which is also a limiting factor for animal life (Musyaffa & Santoso, 2020).

Optimal conservation and management of the yellow-crested cockatoo population are achieved through scientific studies especially in relation to the feed preferences. According to Hidayat (2014), information about feed preferences is important and is applicable as a basis for determining priority plants in habitat development. Consequently, accurate feed data is needed as a basis for the conservation approach and is an important factor that affects animal survival. Therefore, this study aims to determine the feed preferences of the yellow-crested cockatoo in Pasoso Island.

2. Method

2.1. Time and Location

Data collection was carried out from April-September 2019 in the primary forest, ecotone, garden, and bush habitat types of the Pasoso Island Wildlife Reserve, Central Sulawesi (Figure 1).

2.2. Tools and Materials

The materials needed for handling plant specimens include alcohol, plastic bags, newspapers, cutters, threads, and

ropes, while the tools used for plant inventory were Global Positioning System (GPS), field guide book, meter tape, plastic mine, spot-light tape, and tally sheet. To collect feed preference data, the following tools were used including binoculars, counters, Nikon Digital Single-Lens Reflex (DSLR) cameras, and the Avenza map application.

2.3. Study Methods

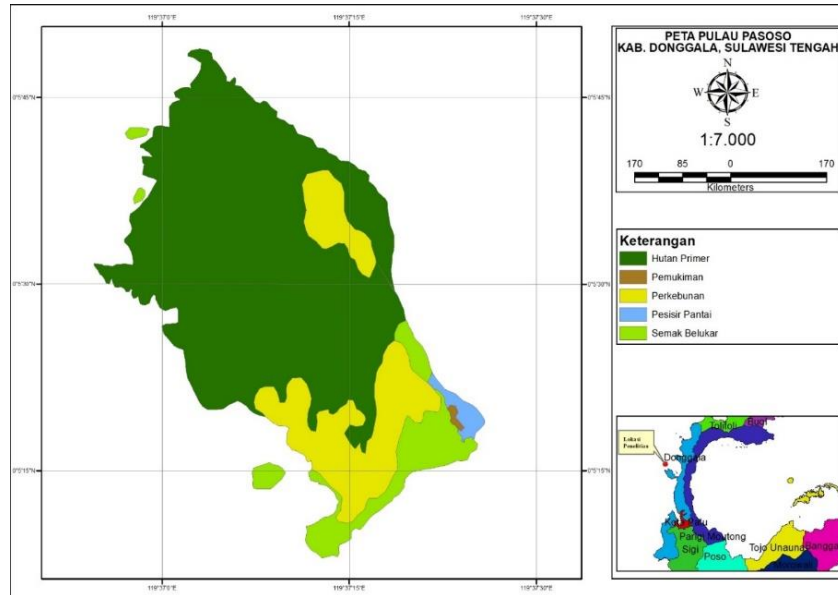
Feed Preference

The daily activity of the yellow-crested cockatoo with records was observed using the focal animal sampling method to determine the preference from the available food sources (Altmann, 1974). The observations were carried out by following the cockatoo movements from morning to evening (06.00 - 17.45) which was recorded every 2 minutes.

Furthermore, the feed preference data were collected by observing feeding activities which included: (1) the type of feed vegetation used (2) the part of the vegetation eaten, (3) the gender of the individual carrying out the feeding activity, and (4) the feeding time.

Feed and regeneration status of feed plants

Feed plant regeneration data were taken using the line plot transect method as shown in Figure 2. The data were collected from several types of habitats on Pasoso Island, including primary forest, ecotone, gardens, and shrubs. Observation of the eating activity was also carried out in the mangrove habitat, but this was not performed with the observation plots, because it is a degraded area with only two mangrove trees. This study used a sampling intensity of 1% or 32 sample units which were placed using the stratified sampling method and allocated proportionally based on the wide-area in all habitat types.



Source: Analysis of Landsat 8 OLI Images for 2019 recording

Figure 1. Study location in Pasoso Island

2.4. Data Analysis

Feed preferences

Feed preferences used by yellow-crested cockatoos were analyzed using the Jacobs Preference Index (Jacobs, 1974):

$$D = (r - p) / (r + p - 2rp) \quad (1)$$

Remarks:

D = Preference index

r = Proportion of yellow-crested cockatoos observed in a certain habitat

p = The proportion of feed used by yellow-crested cockatoos

The Jacobs index is positive or preferred, and negative or less preferred.

Feed plant regeneration

The regeneration status of the feed plants was analyzed descriptively by referring to a categorical classification by Shankar (2001).

3. Results and Discussion

3.1. Feed Preferences

Based on the results, the yellow-crested cockatoo consumes four types of plants, namely marangtaipa (*Buchanania arborescens*), *Ficus benjamina*, *Aglaia argentea*, and *Sonneratia alba*. Compared to the others, *B. arborescens* was the most frequently consumed feed with 60%, followed by *F. benjamina* 28%, *S. alba* 75%, and *A. argentea* by 5%. The major part consumed was the fruit in *B. arborescens* and *F. benjamina* as well as the young leaves in *A. argentea* and *S. alba*.

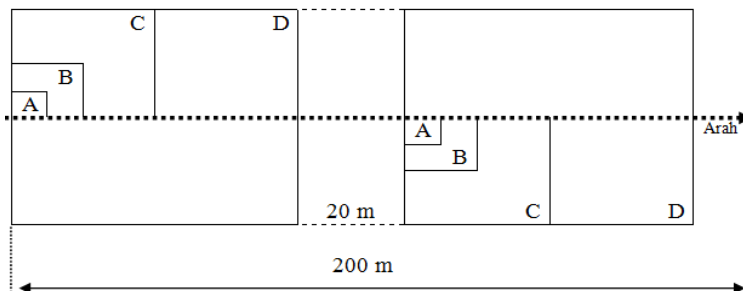


Figure 2. Vegetation observation plots

Table 1. Category and regeneration status of the plant species

Category	Criteria
Just regenerated	$S > Pc > Po = 0$
Sufficient regeneration	$S > Po > Pc$
Good regeneration	$S > Pc > Po$
Low regeneration	$Pc > Po > A = 0$
No regeneration	$Po > Pc = S = 0$

Remarks: S= seedlings, Pc = sapling, Po= tree
 *Source: Shankar (2001)

The preference analysis results showed that *B. arborescens* and *F. benjamina* were the preferred types of feed, while *A. argentea* was less preferred (Table 2). *S. alba* was not included in the analysis, because it was outside the observation plot, but based on the frequency of visits, it had a visiting frequency of 22 compared to *A. argentea* with 16.

Among the four types of feed plants, *B. arborescens* was the most frequently eaten by the yellow-crested cockatoo, followed by *F. benjamina*. Previous studies showed that ficus is an important plant species that supports tropical forest frugivores and produces fruit throughout the year (Kattan & Valenzuela, 2013; Compton & Greeff, 2020). Moreover, it plays an essential role in ecological food webs (Zahawia & Reid, 2018) and support the life of birds (Kurnianto et al., 2017). However, small yellow-crested cockatoos are often more likely to choose *B. arborescens* as the main feed. In the study location, this species was more abundant than *F. benjamina*, therefore the availability of its fruit as a food source was higher. In

contrast, the selection of *F. benjamina* as the other main food source on Pasoso Island has been reported (Mallo et al., 2000), hence, there is an indication of a shift in preferences based on feed availability. According to Molokwu et al. (2011), a decrease in the availability of the preferred feed is one of the factors for switching bird diets.

The part frequently consumed in *B. arborescens* and *F. benjamina* was the fruit with 60% and 28% respectively, while for *S. alba* and *A. argentea*, it was the young leaves with 7% and 5%. The type and portion of feed frequently consumed indicate the preference of the yellow-crested cockatoo. Based on the results, the fruit was more preferred with the young leaves as an additional source. A previous study stated that fruits with a high number of calories are useful as a daily energy intake. Although the leaves are one of the additional sources, the percentage as feed was significantly small. This is presumably caused by the high tannin levels in this part of the plants (Gawali & Jadhav, 2011; Gazali et al., 2020). Tannins are known to bind protein strongly and are anti-nutritional

factors for birds (Zungu & Downs, 2015; Huang et al., 2018), this leads to indigestion and loss of appetite (Molokwu et al., 2011; El-Lamey, 2012). Furthermore, Xie et al. (2019) showed that high tannins reduce the level of birds' consumption and cause slow growth which ultimately leads to death (Karaman et al., 2016). It is assumed that the yellow-crested cockatoo is capable of tolerating the tannins present in the leaves as a source of food. According to Gilardi & Toft (2012), birds of the order Psittaciformes are able to adapt adequately to toxic food sources, hence, they exploit various food sources.

The selection of *B. arborescens* as the main feed source was due to the following factors: 1). It produces maximum fruit in the field compared to *F. benjamina*. 2). *F. benjamina* is a source of food for other frugivore birds found on Pasoso Island, therefore, the small yellow-crested cockatoo needs to compete with other frugivore birds for this source. The competition was often very tight due to a low availability of the fruit. 3). *B. arborescens* is consumed by the yellow-crested cockatoo without any competitor from the frugivore species. 4). The nutritional content of *B. arborescens* sufficiently meets the major needs of the yellow-crested cockatoo. According to Onrizal & Auliah (2018), this plant has better nutritional content than *Ficus* sp. Besides, there was a significant difference between *B. arborescens* and *ficus* related to calcium content. According to Foster (2014), *ficus* fruit

contains twice as high calcium as non-*ficus* fruit. Calcium is an important nutrient for birds, especially for the production of eggshells and the mineralization of the developing skeletons.

3.2. Availability of Feed

Based on the results, the yellow-crested cockatoo eats a feed combination in the form of fruit and leaves. The feed availability on Pasoso Island is relatively abundant and almost evenly distributed every month. Based on the fruiting cycle of feed plants, the highest feed availability is shown in Table 3. Meanwhile, previous studies related to the yellow-crested cockatoo on Pasoso Island showed that *B. arborescens* is the main food for each fruiting. The results showed that this plant bears fruit for 6 months each year, while the other three types bear fruit or produce young leaves throughout the year.

Therefore, high feed availability occurs when *B. arborescens* bears abundant fruits, such as in February, March, April, May, August, and September. In contrast, the lowest was observed in January, June, July, October, November, and December. Although the type of feed tends to be available throughout the year, the production of fruit and young leaves is not the same every month. During the study, *F. benjamina* was available throughout the year but the fruit production was less abundant in August and September.

Table 2. Feed preferences of yellow-crested cockatoo in Pasoso Island

Feeding plant species	Jacobs Index	Category
<i>B. arborescens</i>	0.423	Preferred
<i>F. benjamina</i>	0.069	Preferred
<i>A. argentea</i>	-0.738	Less preferred

Table 3. Availability of feed for yellow-crested cockatoo in Pasoso Island in a year

No.	Feeding plant species	Month											
		Jan	Feb	Mar	Apr	May	Jun	Jul	Agst	Sept	Oct	Nov	Dec
1	<i>B. arborescens</i>	-	√	√	√	√	-	-	√	√	-	-	-
2	<i>F. benjamina</i>	√	√	√	√	√	√	√√	√√	√	√	√	√
3	<i>A. argentea</i>	√√	√√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√√
4	<i>S. alba</i>	√√	√√	√	√	√	√	√	√	√	√	√	√√

Remark: √= available; √√= overflow

The results indicate that each feed plant type tends to have a different maximum production period of fruit or young leaves, but they complement each other when the production of one feed source is reduced, therefore, feed availability is mostly abundant all the time. *F. benjamina* was abundant in July and August when *B. arborescens* did not bear fruit nor had not significant numbers of leaves. Meanwhile, the highest leaf production occurred in December, January, and February, when *B. arborescens* had not yet produced fruit and *F. benjamina* had not entered the maximum production phase. It is suspected that *F. benjamina* has passed the maximum fruit production stage during this study. This is consistent with Van Schaik (1986), which showed that the highest fruit production occurred between July and August, leaf between December and February, and flowers from February and April.

The condition of readily available feed provides great benefits to the small yellow-crested cockatoo on Pasoso Island, therefore, they have not been reported of using the garden habitat type as a food source. This is similar to a study by Nandika & Agustina (2018) conducted in the Rawa Aopa Watumohai National Park. The yellow-crested cockatoo does not eat community plants such as cashew nuts or other plants. On the Pasoso Island, there are tamarind, coconuts, papayas, mangoes, and corn trees which are a source of food for the small yellow-crested cockatoos in the

Palu Valley and the west coast of Donggala Regency (Mallo et al., 2000).

3.3. Feed plant regeneration

The current condition of the feed plants was determined based on the population in the habitat types analyzed. Based on the results, the four habitats showed differences in the conditions of feed plants. Primary forest and ecotone had three types of feed plants, while garden and shrub only had one, namely *A. argentea* in the garden and *F. benjamina* in the shrub (Table 4). This indicates that primary forest and ecotone have higher feed plants compared to the other two types.

The growth rate of feed plants in each type of habitat is represented by the different species. *B. arborescens* which is the main food plant did not dominate at all growth levels but was only found in two types of habitats. Moreover, this species was more predominant at the level of tree growth in the primary forest habitat but was not found at other levels. In the ecoton habitat type, *B. arborescens* only dominated the tree and pole, but not at the saplings and seedlings levels. The dominance of feed plants at all growth levels only occurred in *F. benjamina* at the bush, and *A. argentea* in the primary forest, while in other habitat types, it only dominated at one or two growth stages.

The population structure of *B. arborescens*, *F. benjamina*, and *A. argentea* in several habitat types showed abnormal regeneration due to the loss of more than one growth rate. This is caused by environmental factors, considering that Pasoso Island being a small island,

often experiences strong winds with steep topographic conditions. Therefore, seeds from the feed plant mostly fall far from the parent, and others that fall closely on the ground are mostly washed away by the rain to the beach. According to Mawazin & Subiakto (2013), disturbances in environmental conditions affect the composition of plant species.

The regeneration status of the yellow-crested cockatoo forage on Pasoso Island was determined by observing the conditions at each growth stage (Table 1). Based on the classification of Shankar (2001), the regeneration status of feed plants on Pasoso Island has different statuses (Table 5). *B. arborescens* which is the main source of food do not regenerate in the primary forest and ecotone, while in the other two habitat types, it was not found. Based on the observations, *B. arborescens* trees were more commonly found outside the observation plot due to its growth area on the Island. This species is majorly found on the coast and cliffs in the primary forest and garden habitat type, making it difficult to locate the observation plot. According to Pitopang (2011), it grows mostly in coastal areas, especially in the lowlands.

Compared to the other types of feed plants, *A. argentea* had a normal vegetation structure in the ecoton habitat type with a greater number of seedlings than the other growth stages namely

number of seedlings > saplings > trees. The normal vegetation structure is in the form of an “inverted j”, which is the number of individual seedlings. A previous study stated that a stand structure in the form of an "inverted j" indicates that the plant population is growing (Sahu et al., 2012), and has great sustainability potential (Sharkar & Devi, 2014). Additionally, it implies that the vegetation is in good condition (Atmoko et al., 2014).

Consequently, *B. arborescens* which do not have seedlings in all types of habitats and has an abnormal growth structure is at great risk of extinction in the long term. According to Malik & Bhatt (2016), tree species that show poor or no regeneration might be at risk in the future even though it is presently dominant. Therefore, a systematic management plan is needed for conservation and sustainable use (Singh et al., 2016). The results indicate that *B. arborescens* is potentially unsustainable in the long term, hence, to anticipate potential problems in the future, habitat development needs to be carried out by planting this species along with other feed plants throughout the area. This is consistent with Hidayat & Kayat (2020) which stated that the lack of feed plants is overcome by carrying out habitat development directed at prioritizing the types of preferred plants by cockatoos.

Table 4. Number of individual feed plants for yellow-crested cockatoo in four types of habitats in Pasoso Island

Feed plant species	Number of individual / Habitat type															
	Primary forest				Ecotonic				Plantation				Shrub			
	Po	T	Pc	S	Po	T	Pc	S	Po	T	Pc	S	Po	T	Pc	S
<i>B. arborescens</i>	3	0	0	0	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>F. benjamina</i>	0	1	0	0	1	0	0	1	0	0	0	0	2	2	3	1
<i>A. argentea</i>	2	2	7	3	1	2	2	6	0	0	0	3	0	0	0	0

Remarks: S= seedlings, Pc = sapling, T= Poles, Po= tree

Table 5. Regeneration status of feed plant for yellow-crested cockatoo in Pasoso Island based on Shankar criteria (2001)

Species' name	Regeneration status/Habitat type			
	Primary forest	Ecotonic	Shrub	Plantation
<i>B. arborescens</i> *	No regeneration	Low regeneration	-	-
<i>F. benjamina</i> **	Low regeneration	Sufficient regeneration	Low regeneration	-
<i>A. argentea</i> *	Low regeneration	Good regeneration	-	Just regenerated

Remarks: *= main feed; **= feed

4. Conclusion and Suggestion

4.1. Conclusion

Buchanania arborescens was the most consumed feed, followed by *Ficus benjamina*, *Aglaia argentea*, and *Sonneratia alba*. Based on the Jacobs category, *B. arborescens* and *F. benjamina* were the most preferred feed, while *A. argentea* was less preferred. Furthermore, *B. arborescens* did not regenerate in the primary forest and had low regeneration in the ecoton. However, it was not found in the garden and the shrub habitat type, therefore, to anticipate potential problems in the future, habitat development needs to be carried out by planting *B. arborescens* and other feed plants throughout the area.

4.2. Suggestion

Data and information regarding various aspects of the small yellow-crested cockatoo on Pasoso Island are lacking. This is the first study on its feed preference, therefore to get a complete picture, further studies conducted during the maximum fruiting of ficus or the breeding period of the cockatoo are needed. This information is important to determine the possibility of a shift from *B. arborescens*, which is currently the most preferred feed, to other types.

Acknowledgments

The authors are grateful to the Education Fund Management Institute (LPDP) for funding this study and the Central Sulawesi Natural Resources Conservation Center for the permission and information to support provided, as well as Pak Ahmad and his family on

Pasoso Island, with the KPB team. The authors are also grateful to Spilornis Fahutan Untad that helped in collecting data at the study location.

References

- Altmann, J. (1974). Observational study of behavior sampling methods. *Behaviour*, 49, 227-267. Accessed from <http://www.uwyo.edu/animal-cognition/altmann1974.pdf>
- Atmoko, A., Mardiasuti, A., & Iskandar, E. (2014). Komunitas habitat bekantan (*Nasalis larvatus* Wurmb) pada areal terisolasi di Kuala Samboja, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*, 11(2), 127-141. doi: <https://doi.org/10.20886/jphka.2014.11.2.127-141>
- BirdLife International. (2021). *Cacatua sulphurea*. Retrieved March 2021, from <https://www.iucnredlist.org/ja/species/22684777/131874695>
- CITES. (2021). Appendices I, II, and III. Retrieved March 2021, from <http://www.cites.org>.
- Coates, B. J., & Bishop, K. D. (2020). *Panduan Lapangan Burung-burung di Kawasan Wallacea (Sulawesi, Maluku dan Nusa Tenggara)*. Bogor: Burung Indonesia dan Dove Publications.
- Collar, N. J., & Marsden, S. J. (2014). The subspecies of yellow-crested cockatoo *Cacatua sulphurea*. *Forktail*, 30, 23-27.
- Compton, S. G., & Greeff, J. M. (2020). Few figs for frugivores: Riparian fig trees in Zimbabwe may not be a dry

- season keystone resource. *African Journal of Ecology*, 58(4), 778-785. DOI: 10.1111/aje.12773
- El-Lamey, T. M. (2012). Effect of salinity on tannins content of *Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit. and *Prosopis chilensis* (Molina) stuntz and techniques for their reduction. *Egyptian Journal of Botany*, 51-63.
- Foster, M. (2014). Can fruit pulp meet the calcium needs of tropical frugivorous passerines during reproduction? *Journal of Tropical Ecology*, 30(1), 79-88. DOI: 10.1017/S0266467413000643.
- Gazali, M., Nurjanah, Ukhty, N., Nurdin, M., & Zuriat. (2020). Skrining senyawa bioaktif daun perepat (*Sonneratia alba* J.E. Smith) sebagai antioksidan asal pesisir Kuala Bubon Aceh Barat. *Jurnal Pengelolaan Hasil Perikanan Indonesia*. 23(2), 402-411. doi: 10.17844/jphpi.v23i2.31684
- Gawali, P., & Jadhav, B. (2011). Antioxidant activity and antioxidant phytochemical analysis of mangrove species *Sonneratia alba* and *Bruguiera cylindrical*. *Asian Journal of Microbiology, Biotechnology & Environmental Sciences Paper*, 13(2), 257-261.
- Gilardi, J. D., & Toft, C. A. (2012). Parrots eat nutritious foods despite toxins. *Plos One*, 7(6), 1-8. doi:10.1371/journal.pone.0038293.
- Hidayat, O. (2014). Komposisi, preferensi dan sebaran jenis tumbuhan pakan kakatua sumba (*Cacatua sulphurea citrinocristata*) di Taman Nasional Laiwangi Wanggameti. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 3(1), 25-36. doi: 10.18330/jwallacea.2014.vol3iss1pp25-36
- Hidayat, O. & Kayat. (2020). Pendekatan preferensi habitat dalam penyusunan strategi konservasi in situ kakatua sumba (*Cacatua sulphurea citrinocristata*, Fraser 1844). *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 17(2), 113-126. doi: 10.20886/jphka.2020.17.2.113-126
- Huang, Q., Liu, X., Zhao, G., Hu, T., & Wang, Y. (2018). Potential and challenges of tannins as an alternative to in-feed antibiotics for farm animal production. *Animal Nutrition*, 4(2), 137-150, DOI: 10.1016/j.aninu.2017.09.004.
- Jacobs, J. (1974). Quantitative measurement of food selection: A modification of the forage ratio and Ivlev's electivity index. *Oecologia*, 14, 413-417. DOI: <https://doi.org/10.1007/BF00384581>
- Karaman, M., Azize T. K. M., & Ekinci, M. S. (2016). Effects of the hydrolyzable oak tannins on the quail performance. *Turkish Journal of Agriculture - Food Science and Technology*, 4(12), 1085-1087. DOI: 10.24925/turjaf.v4i12.1085-1087.787
- Kattan, G., & Valenzuela, L. (2013). Phenology, abundance, and consumers of figs (*Ficus spp.*) in a tropical cloud forest: Evaluation of a potential keystone resource. *Journal of Tropical Ecology*, 29(5), 401-407. doi:10.1017/S0266467413000461
- Kurnianto, A. S., Justinek, Ž., Purnomo., Batoro, J., & Kurniawan, N. (2017). Bird assemblage and preference to Tengger Sacred Trees: Conservation insights from Tengger Tribe, Indonesia. *Jurnal Pembangunan dan Alam Lestari*, 8(2), 61-66. doi: 10.21776/ub.jp.al.2017.008.02.01
- Malik, Z. A., & Bhatt, A. B. (2016). Regeneration status of tree species and survival of their seedlings in Kedarnath Wildlife Sanctuary and its adjoining areas in Western Himalaya, India. *Tropical Ecology*, 57(4), 677-690.

- Mallo, F. N., Alam, S., Harjun., & Mamengko, C. (2000). *Status kakatua-kecil jambul-kuning (Cacatua sulphurea sulphurea) di SM Pulau Pasoso, Sulawesi Tengah*. Bogor: Yayasan BQD Palu dan Birdlife International-Indonesia Programme.
- Mawazin, & Subiakto, A. (2013). Keanekaragaman dan komposisi jenis permudaan alam hutan rawa gambut bekas tebangan di Riau. *Forest Rehabilitation Journal* 1(1), 59-73. doi: 10.9868/ifrj.1.1.59-73
- Molokwu, M. N., Nilsson, J. A., & Olsson, O. (2011). Diet selection in birds: Trade-off between energetic content and digestibility of seeds. *Behavioral Ecology*, 22(3), 639-647. doi:10.1093/beheco/arr025
- Musyaffa, M. E. F., & Santoso, N. (2020). Karakteristik habitat dan pola aktivitas langur borneo (*Presbytis chrysomelas cruciger*) di Taman Nasional Danau Sentarum. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam*. 17(2), 155-172. doi: 10.20886/jphka.2020.17.2.155-172
- Nandika, D., & Agustina, D. (2018). Ecology of lesser sulphur crested cockatoo *Cacatua sulphurea sulphurea* at Rawa Aopa Watumohai National Park, Southeast Sulawesi. *Metamorfosa*, 5(2), 177-188. DOI: 10.24843/metamorfosa.2018.v05.i02.p07
- Onrizal, O., & Auliah, N. L. (2019). The nutritional content of some fruits as feeding sources of Sumatran orangutans. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 374, 012023. DOI: 10.1088/1755-1315/374/1/012023.
- Peraturan Pemerintah Republik Indonesia (1999). Pengawetan Jenis Tumbuhan dan Satwa (PP. No. 7, 1999).
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia (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. (Permen KLHK No. P.106/MENLHK/SETJEN/KUM.1/12/2018)
- Pitopang, R., Lapandjang, I., & Burhanuddin, I. F. (2011). *Profil herbarium celebense Universitas Tadulako dan deskripsi 100 jenis pohon khas Sulawesi*. Palu: Untad Press.
- Sahu, S. C., Dhal, N. K., & Mohanty, R. C. (2012). Tree species diversity, distribution, and population structure in a tropical dry deciduous forest of Malyagiri hill ranges, Eastern Ghats, India. *Tropical Ecology*, 53(2), 163-168.
- Sandy. (2015). *Populasi dan habitat burung kakatua kecil jambul kuning (Cacatua sulphurea) di hutan primer di Suaka Margasatwa SM Pulau Pasoso Kecamatan Balaesang Tanjung Kabupaten Donggala (Skripsi Sarjana)*. Universitas Tadulako, Palu.
- Shankar, U. (2001). A case of high tree diversity in a sal (*Shorea robusta*)-dominated lowland forest of Eastern Himalaya: Floristic composition, regeneration and conservation. *Current Science*, 81(7) 776-786.
- Sharkar, M., & Devi, A. (2014). Assessment of diversity, population structure and regeneration status of tree species in Hollongapar Gibbon Wildlife Sanctuary, Assam, Northeast India. *Tropical Plant Research*, 1(2), 26-36.
- Singh, S., Malik, Z. A., Chandra, M., & Sharma, C. M. (2016). Tree species richness, diversity, and regeneration status in different oak (*Quercus* spp.) dominated forests of Garhwal

- Himalaya. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 9(3), 293-300. DOI: 10.1016/j.japb.2016.06.002.
- Susilowati, A., Rachmat, H. H., Elfiati, D., Kholibrina, C. R., Kusuma, Y.S., & Siregar, H. (2019). Population structure of *Cotylelobium melanoxyton* within vegetation community in Bona Lumban Forest, Central Tapanuli, North Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(6), 1681-1687. doi:10.13057/biodiv/d200625.
- Van Schaik, C. (1986). Phenological changes in a Sumatran rain forest. *Journal of Tropical Ecology*, 2(4), 327-347. doi:10.1017/S0266467400000973
- Xie, P., Shi, J., Tang, S., Chen, C., Khan, A., Zhang, F., ... Xie, Q. (2019). Control of birds feeding behavior by tannin1 through modulating the biosynthesis of polyphenols and fatty acid-derived volatiles in sorghum. *Molecular Plant*, 12(10), 1315-1324. doi:10.1016/j.molp.2019.08.004.
- Zahawia, A., & Reid, J.L. (2018). Tropical secondary forest enrichment using giant stakes of keystone figs. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 16(3), 133-138. DOI: 10.1016/j.pecon.2018.06.001.
- Zungu, M. M., & Downs, C. T. (2014). Effects of tannins on fruit selection in three southern African frugivorous birds. *Behavioral Processes*, 111, 84-9. DOI: 10.1016/j.beproc.2014.12.003.

PETUNJUK BAGI PENULIS

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

<p>BAHASA : Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia. Naskah dalam bahasa Inggris dipertimbangkan.</p>	<p>LANGUAGE: Manuscripts should be written in Bahasa Indonesia. Articles in English will be considered.</p>
<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>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.</p>	<p>TITLE: Title should be accurate, concise, informative; describing the contents; containing keywords; no more than 2 lines or 13 words; written in bahasa Indonesia (with English translation in italic, placed between brackets); avoid the verb, the formula, the language abbreviation and unofficial language.</p>
<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>ABSTRAK: Ditulis dalam bahasa Indonesia dan bahasa Inggris; tidak lebih dari 200 kata, berupa intisari menyeluruh mengenai permasalahan, tujuan, metodologi, hasil penelitian.</p>	<p>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.</p>
<p>KATA KUNCI: Ditempatkan di bawah abstrak; gambaran masalah yang dibahas; maksimum 5; ditulis terpisah, dari yang bersifat umum ke hal yang bersifat khusus.</p>	<p>KEYWORDS: Written under abstract; overviewing of the issues discussed; maximum are 5; separately written, from the general to the specific nature.</p>
<p>PENDAHULUAN: Berisi latar belakang (rumusan permasalahan, pentingnya penelitian, pemecahan masalah); tujuan (hasil yang ingin dicapai); sasaran (hasil spesifik sebagai hasil antara untuk mencapai tujuan).</p>	<p>INTRODUCTION: Containing background (problem formulation, the importance of research, problem solving); objectives (desired outcomes); targets (specific outcomes as a result to achieve the goal).</p>
<p>BAHAN DAN METODE: Menjelaskan waktu dan lokasi penelitian; bahan dan alat yang digunakan; metode penelitian (rencana penelitian dan analisis data).</p>	<p>MATERIALS AND METHODS: Describing the time and location of the study; materials and tools used; and research methods (research plan and data analysis).</p>
<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>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.</p>	<p>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.</p>

PETUNJUK BAGI PENULIS

INSTRUCTIONS TO AUTHORS

<p>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.</p>	<p>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.</p>
<p>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).</p>	<p>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.</p>
<p>FOTO : Mempunyai ketajaman yang baik, diberi judul dan keterangan seperti pada gambar.</p>	<p>PHOTOGRAPH: Photographs submitted should have high contrast, and must be supplied with the title and description as shown in the picture.</p>
<p>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).</p>	<p>REFERENCES: At least 10 references; referring to APA Style; organized alphabetically by author name; 80% from last 5 years issues, and 80% from the primary reference sources, except for specific science textbooks (mathematics, taxonomy, climate).</p>
<p>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.</p>	<p>SUBMISSION : Two copies of manuscripts and its soft file should be submitted to the secretariate. An official letter from the authors' institution is required.</p>

- 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.

