

JURNAL

penelitian **HUTAN** tanaman

ISSN : 1829-6327

E-ISSN : 2442-8930

Vol. 17 No. 1, Juni 2020

SPEKIES ULAT KANTONG DAN MUSUH ALAMINYA YANG BERSOSIASI DENGAN TANAMAN SENGON (*Falcataria moluccaba* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes)

PENDUGAAN INSTAR LARVA ULAT KANTONG *Pteroma plagiophleps* Hampson PADA SENGON BERDASARKAN LEBAR KAPSUL KEPALA DAN UKURAN KANTONG

PENINGKATAN PERTUMBUHAN DAN HASIL KARET MELALUI SISTEM TUMPANG SARI BERBASIS KARET

POLA KERAPATAN DAN KERAGAMAN TEGAKAN HUTAN DIPTEROKARPA SEKUNDER

KEANEKARAGAMAN HAYATI DAN ROSOT KARBON PADA RAWA-GAMBUS DI BUKIT BATU, KABUPATEN BENGKALIS, PROVINSI RIAU



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

Terakreditasi
SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan
No: 21/E/KPT/2018

JURNAL PENELITIAN HUTAN TANAMAN

Vol. 17 No. 1, Juni 2020

Jurnal Penelitian Hutan Tanaman adalah media resmi publikasi ilmiah hasil penelitian dalam bidang aspek Hutan Tanaman, antara lain: Perbenihan, Pembibitan, Teknik Silviculture, Pemuliaan Pohon, Perlindungan Hutan Tanaman (meliputi nama penyakit, gulma, kebakaran), Biometrika, Sistem Silviculture, Sosial Ekonomi, Sumber Benih, Pengelolaan Lingkungan Hutan Tanaman dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan dengan frekuensi tiga kali setahun (April, Agustus, Desember) sejak Vol. 13 No. 1 Juni 2016 Jurnal Penelitian Hutan Tanaman terbit dengan frekuensi dua kali setahun (Juni, Desember)

Penanggung Jawab

Kepala Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan

Dewan Redaksi (Editorial Board)

Deputi Editor

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

Ketua Dewan Redaksi/Editor

Dr. Darwo

(Silviculture dan Biometrika Hutan - KLHK)

Anggota Dewan Redaksi/Anggota Editor

Dr. Mudji Susanto

(Genetika dan Pemuliaan Tanaman Hutan - KLHK)

Dr. Dede J. Sudrajat

(Silviculture: Teknologi Benih dan Bibit - KLHK)

Dr. Budi Hadi Narendra

(Hidrologi dan Konservasi Tanah - KLHK)

Dr. Sri Utami

(Perlindungan Hutan - KLHK)

Dr. Lutfy Abdullah

(Perencanaan Hutan - KLHK)

Dr. Tien Wahyuni

(Sosial, Ekonomi dan Kebijakan - KLHK)

Irma Yeni, S.P., M.Sc

(Sosiologi Kehutanan - KLHK)

Reviewer

Prof. (Ris.) Dr. Nina Mindawati

(Silviculture - KLHK)

Prof. (Ris.) Dr. Pratiwi

(Pengelolaan Konservasi Tanah dan Air - KLHK)

Prof. (Ris.) Dr. Sri Suharti

(Perhutanan Sosial - KLHK)

Prof. (Ris.) Dr. Yulianti Bramasto

(Silviculture/ Perbenihan - KLHK)

Prof. Dr. Iskandar Zulkarnaen Siregar

(Pemuliaan Pohon dan Genetika Molekuler - IPB)

Prof. Dr. Bambang Hero Saharjo

(Kebakaran Hutan dan Lingkungan, Environmental Destruction - IPB)

Prof. Dr. Hardjanto

(Ekonomi dan Sosial Kehutanan - IPB)

Prof. Dr. Cahyono Agus D. K

(Ilmu Tanah Hutan - UGM)

Prof. Dr. SM Widyastuti

(Perlindungan Hutan, Patologi Hutan - UGM)

Dr. Darwo

(Silviculture - KLHK)

Dr. Made Hesti Lestari Tata

(Silviculture - KLHK)

Dr. Henti Hendalastuti Rachmat

(Silviculture, Genetik - KLHK)

Dr. Hani S. Nuroniah

(Silviculture - KLHK)

Asep Hidayat, Ph.D

(Mikrobiologi - KLHK)

Dr. Maman Turjaman

(Mikologi - KLHK)

Dr. Neo Endra Lelana

(Perlindungan Hutan - KLHK)

Dr. Dono Wahyuno

(Hama-Penyakit Tanaman - Kementan)

Dr. Farida Herry Susanty

(Perencanaan dan Biometrika Hutan - KLHK)

Dr. Yulianti Bramasto

(Silviculture/ Perbenihan - KLHK)

Dr. Raden Deden Djaenudin

(Ekonomi Sumber Daya Alam dan Lingkungan - KLHK)

Dr. Arif Nirsatmanto

(Pemuliaan Tanaman Hutan - KLHK)

Dr. Sri Rahayu

(Hama dan Penyakit - UGM)

Dr. Irdika Mansur

(Silviculture, Reklamasi dan Rehabilitasi Lahan Pasca Tambang - IPB)

Dr. Juang Rata Matangaran

(Manajemen Hutan - IPB)

Dr. Tatang Triyana

(Perencanaan Pengelolaan Hutan - IPB)

Dr. Hendrayanto

(Hidrologi dan Pengelolaan DAS - IPB)

Dr. Lailan Syaufani

(Perlindungan Hutan - IPB)

Dr. Noor Farikah Haneda

(Hama dan Penyakit Tanaman - IPB)

Dr. Tania June

(Iklim Tanaman Mikrometeorologi, Fiks Co., - IPB)

Dr. Basuki Wasis

(Ilmu Tanah Hutan - IPB)

Siti Latifah, Ph.D

(Manajemen Hutan, Inventarisasi Hutan - USU)

Copy Editor

Dr. Hani S. Nuroniah

(Silviculture - KLHK)

Mamay Maisaroh, S.Hut., M.Si

(Manajemen - KLHK)

Fathimah Handayani, S.Hut., M.For.Sc

(Konservasi Tanah dan Air - KLHK)

Editor Bagian (Sec. Editor)

Retno Agustarini, S.Hut., M.Si

(Silviculture - KLHK)

Rosita Dewi, S.Hut., M.IL

(Sosial Ekonomi - KLHK)

Retno Kusumastuti Rahajeng, SH., M.Hum

(Manajemen - KLHK)

Rizki Ary Fambayun, S.Hut., M.Sc

(Konservasi Sumberdaya Genetika - KLHK)

Yeni Nuraeni, S.Hut

(Perlindungan Hutan - KLHK)

Dhani Yuniati, S.Hut, M.Si

(Ekonomi dan Sumberdaya Alam dan Lingkungan - KLHK)

Layout Editor

Apid Robini Eka Prawira, ST

Administrasi Web

Zamal Wildan, S.Kom

Administrasi

Merry M. Dethan, SP

Diterbitkan oleh:

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan

Badan Penelitian Pengembangan dan Inovasi

Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan

Terbit pertama kali September 1996 dengan judul Buletin Pemuliaan Pohon (ISSN 1410-1165), Sejak April 2003 berganti judul menjadi Jurnal Pemuliaan Tanaman Hutan (ISSN 1693-7147), dan sejak April 2004 berganti judul menjadi Jurnal Penelitian Hutan Tanaman (ISSN 1829-6327)

Alamat:

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan

Jl. Gunung Batu No. 5 Kotak Pos 165, Bogor 16610, Jawa Barat, Indonesia

Telp. +62-8633234; Fax. +628638111

Email: jurnalpht@gmail.com

Jurnal elektronik (E-journal): <http://ejournal.forda-mof.org/ejournal-litbang/index.php/JPHT>

Terakreditasi

Berdasarkan SK Dirjen Penguatan Riset dan Pengembangan

(No: 21/E/KPT/2018)

JURNAL PENELITIAN HUTAN TANAMAN

Vol. 17 No. 1, Juni 2020

DAFTAR ISI

1. **SPEKIES ULAT KANTONG DAN MUSUH ALAMINYA YANG BERASOSIASI DENGAN TANAMAN SENGON (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes)**
(*Bagworms and Their Natural Enemies Associated with Albizia (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes plantation)*)
Ujang Wawan Darmawan, Hermanu Triwidodo, Purnama Hidayat, Noor Farikhah Haneda, dan/and Neo Endra Lelana _____ 1-13
2. **PENDUGAAN INSTAR LARVA ULAT KANTONG *Pteroma plagiophleps* Hampson PADA SENGON BERDASARKAN LEBAR KAPSUL KEPALA DAN UKURAN KANTONG**
(*Instar Larvae Estimation of Bagworm *Pteroma plagiophleps* Hampson in Albizia Based on Head Capsule Width and Bag Size*)
Ujang W. Darmawan, Hermanu Triwidodo, Purnama Hidayat, dan/and Noor Farikhah Haneda _____ 15-26
3. **PENINGKATAN PERTUMBUHAN DAN HASIL KARET MELALUI SISTEM TUMPANG SARI BERBASIS KARET**
(*Improvement The Growth and Yield of Rubber Through Rubber Based Intercropping System*)
Sahuri _____ 27-40
4. **POLA KERAPATAN DAN KERAGAMAN TEGAKAN HUTAN DIPTEROKARPA SEKUNDER**
(*Pattern of Density and Diversity of Secondary Dipterocarps Forest Stand*)
Farida Herry Susanty _____ 41-51
5. **KEANEKARAGAMAN HAYATI DAN ROSOT KARBON PADA RAWA-GAMBUT DI BUKIT BATU, KABUPATEN BENGKALIS, PROVINSI RIAU**
(*Biodiversity and Carbon Sinks on Peat Swamps in Bukit Batu, Bengkalis Regency, Riau Province*)
N.M. Heriyanto, Dolly Priatna, dan/and Ismayadi Samsuodin _____ 53-67

JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 17 No. 1, 2020

E-ISSN : 2442-8930

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

UDC/ODC 630*459

Ujang Wawan Darmawan¹, Hermanu Triwidodo², Purnama Hidayat², Noor Farikhah Haneda², dan/and Neo Endra Lelana¹
(¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, dan ²Institut Pertanian Bogor)

Bagworms and their natural enemies associated with albizia, (Falcataria moluccana (Miq.) Barneby & J.W. Grimes plantation)

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No. 1, 2020 p: 1-13

Bagworms are reported as severe pests in albizia in some areas. The bagworms species that attacked the plant in Java had been identified but had not been described well. Their natural enemies also had not been identified in this area. This information is essential and related to pest control opportunities. This study described several species of bagworm and their natural enemies. It also described the characters of the bag as a marker of the bagworm type. Samples were collected from ten localities spread across Central and West Java. Bagworms pupae were collected and reared so that the imago or natural enemies emerged. The parasitization rate against bagworm pupae was then determined. Imago and natural enemies were morphologically described, as are bags character. Four species of bagworm were associated with albizia stand, namely Pteroma plagiophleps, Chalia javana, Clania crameri, and Khopene cuprea. Description and desk study revealed synonymies among bagworm species. Morphologically, a bagworm species had a unique characteristic bag as a type in shape, pattern, and size. Natural enemies were commonly parasitic Hymenoptera and Diptera insects and entomopathogenic fungi. The bagworm species has been associated with a particular insect of the parasitoid. The many synonyms in the particular species need to be confirmed through a comprehensive depth study involving morphological (imago, bag, and larvae) and molecular approaches to overcome synonymies among bagworm species.

Keywords: Description, entomopathogen, parasitoid, Pteroma plagiophleps, bag size

UDC/ODC 630*459

Ujang W. Darmawan¹, Hermanu Triwidodo², Purnama Hidayat², dan/and Noor Farikhah Haneda²
(¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, dan ²Institut Pertanian Bogor)

Instar Larvae Estimation of Bagworm (Pteroma plagiophleps Hampson) in Albizia Based on Head Capsule Width and Bag Size

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No. 1, 2020 p: 15-26

Pteroma plagiophleps bagworm is an important insect pest of albizia. It is necessary to understand the development stages of the larvae as the basis for its control. The research aims to determine the number of instars and the rate of increase in larval size based on the width of the head capsule. Furthermore, larval bag size as an easily observable variable was used to estimate the instar stage. Instar number and the size range were determined by non linear regression, while the instar stage was estimated by the regression equation using bag diameter and length. We concluded that the larvae experienced four instars. The head capsule of larvae grew regularly following Dyar's pattern, with the value approximately 1.42. The bag size of instar 1, instar 2, instar 3, and instar 4 were estimated as a range from 0-2.19 mm; 2.19-3.55 mm; 3.55-6.10 mm; and more than 6.10 mm in length respectively. The bag length was reasonable to be used as a reliable predictor of the instar stage.

Keywords: Number of instar, classification, growth, regression, bag size

JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 17 No. 1, 2020

E-ISSN : 2442-8930

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

UDC/ODC 630*26

Sahuri (Pusat Penelitian Karet Sembawa)

Improvement The Growth and Yield of Rubber Through Rubber Based Intercropping System

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No. 1, 2020 p: 27-40

The rubber intercropping system with other economic crops can increase land productivity and rubber productivity. This study aimed to research the effects of intercropping treatments towards soil fertility, development of rubber girth expansion, latex yield, and potential intercrops yields. The study was conducted at the experimental plantation of Sembawa Rubber Research Center using a Randomized Block Design with three replications. The treatment factors are four cropping patterns, i.e: PT1 (monoculture rubber); PT2 (rubber pineapple); PT3 (rubber+sweet corn); and PT4 (rubber+cayenne pepper). Observed parameters in this study included rubber girth expansion, bark thickness, amount of tappable trees, amount of latex yield, and amount of potential intercrops yields. The data were statistically analyzed using ANOVA, followed by DMRT at the level of 5%. The results showed that intercropping treatment significantly affects the growth of rubber trees and reduces unproductive plant phases. Rubber trees in the intercropping treatment were ready for tapping five months earlier than in the monoculture rubber trees. However, the bark thickness was similar to that of the monoculture rubber trees. Intercropping treatments had no effect on latex yield per tree per tapping, but yield per ha was greater in the intercropping treatments than monocultur rubber trees due to the number of trees that could be tapped was significantly higher.

Keywords: Agro-forestry, rubber growth, latex yield, rubber intercrops

UDC/ODC 630*182.51

Farida Herry Susanty (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterocarpa)

Pattern of Density and Diversity of Secondary Dipterocarps Forest Stand

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No. 1, 2020 p: 41-51

The assessment of dipterocarp secondary forest recovery has important parameters namely stand density and diversity of forest species composition. This study aims to determine trends in patterns of change in density and diversity of secondary dipterocarp stands in natural forests based on variations in logging aged as projections of natural recovery that occurs in production natural forests. The study was conducted at the Natural Forest IUPHHK of PT. Gunung Gajah Abadi, Wahau, East Kalimantan. Data collection period on 2016-2019 by building temporary sampling plots of 11 plots (11 hectares) on 7 variations of logging aged. Density parameters (i.e. number of trees and basal area per unit area) and diversity (number of species, heterogeneity index, species abundance and evenness index) of Dipterocarp secondary forest stands will vary over the logging aged. The form of the relationship of stand density, abundance index and species evenness index is logarithmic regression form, while for base field parameter, the number and index of species diversity are polynomial or quadratic regression. Aged stands after logging is a factor that influences quite a large number of species composition, but is not large enough for other stand density and diversity parameters.

Keywords: Basal area, index heterogeneity, species abundance, evenness index, density

JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 17 No. 1, 2020

E-ISSN : 2442-8930

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

UDC/ODC 630*233 : 630*622

N.M. Heriyanto¹, Dolly Priatna², dan/and Ismayadi Samsuudin³ (¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, ²Program Pascasarjana - Universitas Pakuan Bogor, dan ³Yayasan Sahabat Pohon Indonesia)

Biodiversity and Carbon Sinks on Peat Swamps in Bukit Batu, Bengkalis Regency, Riau Province

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No. 1, 2020 p: 53-67

Research on biodiversity and carbon sinks is still needed by the government to support policies in order to manage forests sustainably. The purpose of this study was to analyze the composition of species, stand structure, biomass and carbon sinks on peat-swamps in Bukit Batu, Bengkalis Regency, Riau Province. The research method was carried out with an inventory of vegetation to determine the potential of stands, rejuvenation, biomass and carbon sinks. Sample plots were taken randomly in the form of measuring plots of 100 m x 100 m in each condition of old secondary forest, young secondary forest and old scrub forest in the peat-swamp protection forest. The species commonly found and evenly spread in all conditions of the peat-swamp forest were Gymnacranthera paniculata, Shorea teysmanniana, and Shorea gibbosa. The structure of the third stand condition of the peat-swamp forest was still like a peat-swamp natural forest with the structure of the curve was in the shape of an inverted letter "J." The three conditions of the peat-swamp forests have high biomass and carbon deposits with the highest content of those that were found in the old secondary forests, and the lowest was in the old scrub forests. The condition of the old secondary forests has the highest potential to absorb carbon dioxide in the air. The tree species that are potentially used as seed sources were S. teysmanniana, S. gibbosa and Diospyros maingayi.

Keywords: Peat, stand structure, biomass, carbon, regeneration

JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 17 No. 1, 2020

E-ISSN : 2442-8930

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

UDC/ODC 630*459

Ujang Wawan Darmawan¹, Hermanu Triwidodo², Purnama Hidayat², Noor Farikhah Haneda², dan/and Neo Endra Lelana¹ (¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, dan ²Institut Pertanian Bogor)

Spesies Ulat Kantong dan Musuh Alaminya yang Berasosiasi dengan Tanaman Sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes)

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No. 1, 2020 p: 1-13

Ulat kantong sebagai hama serius pada sengon di beberapa daerah. Spesies ulat kantong yang menyerang sengon di Pulau Jawa sudah pernah diidentifikasi tetapi belum dideskripsikan dengan baik. Musuh alami ulat kantongnya juga belum pernah diidentifikasi. Informasi ini penting karena terkait peluang pengendaliannya. Tujuan penelitian untuk mendeskripsikan beberapa spesies ulat kantong yang menyerang sengon dan musuh alami yang berasosiasi dengannya serta mendeskripsikan karakter kantong sebagai penanda spesiesnya. Sampel diambil dari sepuluh lokasi yang tersebar di Jawa Tengah dan Jawa Barat. Pupa ulat kantong dikumpulkan, dipelihara, sehingga imago atau musuh alami keluar dan tingkat parasitisasi ditentukan. Imago dan musuh alami dideskripsikan secara morfologi, demikian juga dengan karakter kantongnya. Empat spesies ulat kantong teridentifikasi berasosiasi dengan sengon adalah *Pteroma plagiophleps*, *Chalia javana*, *Clania crameri*, dan *Khopene cuprea*. Deskripsi dan penelusuran pustaka menunjukkan banyaknya nama sinonim yang terkait spesies-spesies tersebut. Secara morfologi, setiap spesies ulat kantong memiliki karakter kantong yang khas baik bentuk, pola maupun ukurannya. Musuh alami ulat kantong umumnya adalah serangga *Hymenoptera* dan *Diptera* serta cendawan entomopatogen. Adanya asosiasi spesies ulat kantong dengan spesies parasitoid tertentu. Banyaknya sinonim pada spesies ulat kantong perlu dikonfirmasi melalui pendekatan yang komprehensif dengan menggabungkan metode berbasis morfologi (imago, kantong, dan larva) sekaligus molekuler.

Kata kunci: Deskripsi, entomopatogen, parasitoid, *Pteroma plagiophleps*, ukuran kantong

UDC/ODC 630*459

Ujang W. Darmawan¹, Hermanu Triwidodo², Purnama Hidayat², dan/and Noor Farikhah Haneda² (¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, dan ²Institut Pertanian Bogor)

Pendugaan Instar Larva Ulat Kantong (*Pteroma plagiophleps* Hampson) pada Sengon Berdasarkan Lebar Kapsul Kepala dan Ukuran Kantong

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No.1, 2020 p: 15-26

Ulat kantong *Pteroma plagiophleps* merupakan serangga hama penting pada tanaman sengon. Perkembangan larvanya perlu diketahui sebagai dasar pengendaliannya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah instar dan laju pertumbuhan ukuran larva berdasarkan lebar kapsul kepalanya. Selain itu, juga untuk menduga instarnya dengan menggunakan ukuran kantong larva. Jumlah instar dan kisaran ukurannya ditentukan menggunakan persamaan regresi non linear, sedangkan tingkat instar diturunkan dari persamaan regresi linear menggunakan peubah ukuran diameter dan panjang kantong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva ulat kantong diduga mengalami empat instar. Pertumbuhan larva mengikuti pola yang relatif konstan dengan nilai "koefisien Dyar" rata-rata 1,42. Dugaan ukuran panjang kantong larva instar 1, instar 2, instar 3, dan instar 4 masing-masing memiliki kisaran antara 0-2,19 mm, 2,19-3,55 mm, 3,55-6,10 mm, dan lebih dari 6,10 mm. Peubah panjang kantong larva cukup baik untuk digunakan sebagai penduga instar larva.

Kata kunci: Jumlah instar, klasifikasi, pertumbuhan, regresi, ukuran kantong

JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 17 No. 1, 2020

E-ISSN : 2442-8930

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

UDC/ODC 630*26

Sahuri (Pusat Penelitian Karet Sembawa)

Peningkatan Pertumbuhan dan Hasil Karet Melalui Sistem Tumpang Sari Berbasis Karet

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No. 1, 2020 p: 27-40

Tumpang sari karet dengan tanaman ekonomis lainnya dapat meningkatkan produktivitas lahan dan produktivitas karet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tumpang sari terhadap kesuburan tanah, pertumbuhan lilit batang karet/keliling batang karet, hasil lateks, dan potensi hasil tanaman sela. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Karet Sembawa menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Faktor perlakuan ada empat pola tanam, yaitu PT1 (karet monokultur); PT2 (karet+nanas); PT3 (karet+jagung manis); dan PT4 (karet+cabai rawit). Parameter yang diamati meliputi: lilit batang karet, tebal kulit batang, matang sadap pohon karet, hasil lateks, potensi hasil tanaman sela dan analisis kesuburan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tumpang sari berpengaruh nyata terhadap peningkatan pertumbuhan pohon karet dan mengurangi fase tanaman yang tidak produktif. Pohon karet dengan perlakuan tumpang sari siap untuk disadap lima bulan lebih awal daripada pohon karet monokultur. Sementara ketebalan kulit batang karet tidak berbeda nyata daripada pohon karet monokultur. Perlakuan tumpang sari tidak memberikan pengaruh terhadap hasil lateks per pohon per penyadapan, tetapi hasil per ha lebih besar dengan perlakuan tumpang sari karena jumlah pohon yang dapat disadap lebih tinggi secara nyata.

Kata kunci: Agroforestri, pertumbuhan, hasil lateks, tanaman sela

UDC/ODC 630*182.51

Farida Herry Susanty (Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa)

Pola Kerapatan dan Keragaman Tegakan Hutan Dipterokarpa Sekunder

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No. 1, 2020 p: 41-51

Penilaian pemulihan hutan sekunder dipterokarpa mempunyai parameter penting yaitu kerapatan tegakan dan keragaman komposisi jenis hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecenderungan pola perubahan kerapatan dan keragaman tegakan pada hutan alam dipterokarpa sekunder berdasarkan variasi umur tebangan sebagai proyeksi tingkat pemulihan (*recovery*) alami yang terjadi pada hutan alam produksi. Penelitian dilaksanakan di IUPHHK Hutan Alam PT Gunung Gajah Abadi, Wahau, Kalimantan Timur. Periode pengumpulan data pada tahun 2016-2019 dengan pembuatan plot *sampling temporer* sebanyak 11 plot (seluas 11 ha) pada tujuh variasi umur tebangan. Parameter kerapatan (jumlah pohon dan bidang dasar per satuan luas) dan keragaman (jumlah jenis, indeks keanekaragaman, kelimpahan jenis dan indeks pemerataan jenis) tegakan hutan sekunder dipterokarpa akan bervariasi sepanjang umur tebangan. Bentuk hubungan parameter kerapatan tegakan, indeks kelimpahan dan indeks pemerataan jenis adalah berbentuk regresi logaritma, sedangkan untuk parameter bidang dasar tegakan, jumlah dan indeks keanekaragaman jenis berbentuk regresi polynomial atau kuadrat. Umur tegakan setelah penebangan merupakan faktor yang memengaruhi cukup besar terhadap komposisi jumlah jenis, tetapi tidak cukup besar untuk parameter kerapatan dan keragaman tegakan lainnya.

Kata kunci: Bidang dasar, indeks keanekaragaman, kelimpahan jenis, indeks pemerataan, kerapatan

JOURNAL OF PLANTATION FOREST RESEARCH

ISSN : 1829-6327

Vol. 17 No. 1, 2020

E-ISSN : 2442-8930

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

UDC/ODC 630*233 : 630*622 (594.71)

N.M. Heriyanto¹, Dolly Priatna², dan/and Ismayadi Samsudin³ (¹Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan ²Program Pascasarjana - Universitas Pakuan Bogor, dan ³Yayasan Sahabat Pohon Indonesia)

Keanekaragaman Hayati dan Rosot Karbon pada Rawa-Gambut di Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau

J. Pen. Htn Tnm Vol. XVII No. 1, 2020 p: 53-67

Penelitian keanekaragaman hayati dan rosot karbon masih diperlukan pemerintah untuk mendukung kebijakan dalam rangka mengelola hutan secara berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis komposisi jenis, struktur tegakan, biomassa dan rosot karbonnya pada rawa-gambut di Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Metode penelitian dilakukan dengan cara inventarisasi vegetasi guna mengetahui potensi tegakan, permudaan, biomassa dan rosot karbon. Sampel plot diambil secara acak berupa plot berukuran 100 m x 100 m di setiap kondisi hutan sekunder tua, hutan sekunder muda dan hutan belukar tua pada hutan lindung rawa-gambut. Jenis *Gynacranthera paniculata*, *Shorea teysmanniana* dan *Shorea gibbosa* ditemukan tersebar merata di setiap kondisi hutan rawa-gambut. Struktur tegakan ketiga kondisi hutan rawa-gambut masih seperti hutan alam rawa-gambut dengan kurva struktur tegakan berbentuk huruf “J” terbalik. Ketiga kondisi hutan rawa-gambut tersebut memiliki biomassa dan simpanan karbon yang tinggi dengan biomassa dan simpanan karbon tertinggi ada di hutan sekunder tua dan terendah di hutan belukar tua. Kondisi hutan sekunder tua berpotensi untuk menyerap karbon dioksida di udara yang tertinggi. Pohon yang potensial dijadikan sumber benih adalah pohon *S. teysmanniana*, *S. gibbosa*, dan *Diospyros maingayi*.

Kata kunci: Gambut, struktur tegakan, biomassa, karbon, regenerasi

**SPEIES ULAT KANTONG DAN MUSUH ALAMINYA YANG
BERASOSIASI DENGAN TANAMAN SENGON (*Falcataria moluccana* (Miq.)
Barneby & J.W. Grimes)
(*Bagworms and Their Natural Enemies Associated with Albizia (Falcataria
moluccana (Miq.) Barneby & J.W. Grimes plantation)***

**Ujang Wawan Darmawan^{1*}, Hermanu Triwidodo², Purnama Hidayat²,
Noor Farikhah Haneda², dan/and Neo Endra Lelana¹**

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
Jl. Gunung Batu No.5 Po Box 165 Bogor, Jawa Barat, Indonesia
Telp. 0251-8633234; Fax 0251-8638111

² Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Darmaga Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia
Tlp./Fax: (0251) 8621947

*Email: ujdarmawan@ymail.com

Tanggal diterima: 12 September 2019; Tanggal direvisi: 18 Maret 2020; Tanggal disetujui: 9 April 2020

ABSTRACT

Bagworms are reported as severe pests in albizia in some areas. The bagworms species that attacked the plant in Java had been identified but had not been described well. Their natural enemies also had not been identified in this area. This information is essential and related to pest control opportunities. This study described several species of bagworm and their natural enemies. It also described the characters of the bag as a marker of the bagworm type. Samples were collected from ten localities spread across Central and West Java. Bagworms pupae were collected and reared so that the imago or natural enemies emerged. The parasitization rate against bagworm pupae was then determined. Imago and natural enemies were morphologically described, as are bags character. Four species of bagworm were associated with albizia stand, namely Pteroma plagiophleps, Chalia javana, Clania crameri, and Khopene cuprea. Description and desk study revealed synonymies among bagworm species. Morphologically, a bagworm species had a unique characteristic bag as a type in shape, pattern, and size. Natural enemies were commonly parasitic Hymenoptera and Diptera insects and entomopathogenic fungi. The bagworm species has been associated with a particular insect of the parasitoid. The many synonyms in the particular species need to be confirmed through a comprehensive depth study involving morphological (imago, bag, and larvae) and molecular approaches to overcome synonymies among bagworm species.

Keywords: *Description, entomopathogen, parasitoid, Pteroma plagiophleps, bag size*

ABSTRAK

Ulat kantong sebagai hama serius pada sengon di beberapa daerah. Spesies ulat kantong yang menyerang sengon di Pulau Jawa sudah pernah diidentifikasi tetapi belum dideskripsikan dengan baik. Musuh alami ulat kantongnya juga belum pernah diidentifikasi. Informasi ini penting karena terkait peluang pengendaliannya. Tujuan penelitian untuk mendeskripsikan beberapa spesies ulat kantong yang menyerang sengon dan musuh alami yang berasosiasi dengannya serta mendeskripsikan karakter kantong sebagai penanda spesiesnya. Sampel diambil dari sepuluh lokasi yang tersebar di Jawa Tengah dan Jawa Barat. Pupa ulat kantong dikumpulkan, dipelihara, sehingga imago atau musuh alami keluar dan tingkat parasitisasi ditentukan. Imago dan musuh alami

dideskripsikan secara morfologi, demikian juga dengan karakter kantongnya. Empat spesies ulat kantong teridentifikasi berasosiasi dengan sengon adalah *Pteroma plagiophleps*, *Chalia javana*, *Clania crameri*, dan *Khopene cuprea*. Deskripsi dan penelusuran pustaka menunjukkan banyaknya nama sinonim yang terkait spesies-spesies tersebut. Secara morfologi, setiap spesies ulat kantong memiliki karakter kantong yang khas baik bentuk, pola maupun ukurannya. Musuh alami ulat kantong umumnya adalah serangga *Hymenoptera* dan *Diptera* serta cendawan entomopatogen. Adanya asosiasi spesies ulat kantong dengan spesies parasitoid tertentu. Banyaknya sinonim pada spesies ulat kantong perlu dikonfirmasi melalui pendekatan yang komprehensif dengan menggabungkan metode berbasis morfologi (imago, kantong, dan larva) sekaligus molekuler.

Kata kunci: Deskripsi, entomopatogen, parasitoid, *Pteroma plagiophleps*, ukuran kantong

I. PENDAHULUAN

Sengon *Falcataria moluccana* (Miq.) Barneby & J.W. Grimes merupakan komoditas kehutanan penghasil kayu yang penting. Kayu sengon sebagian besar dihasilkan dari Pulau Jawa (BPS, 2019). Serangan hama ulat kantong pada tanaman ini di Indonesia dilaporkan pernah mengalami ledakan populasi (Lelana & Anggraeni, 2012).

Informasi tentang spesies ulat kantong yang menyerang sengon merupakan hal penting karena terkait dengan potensi dampak yang ditimbulkan. Identifikasi dan deskripsi ulat kantong biasanya didasarkan dari imagonya. Selain berfungsi sebagai pelindung yang baik terhadap predatornya (Sugiura, 2016) atau kondisi lingkungan yang buruk (Frank, 2015), karakteristik kantong merupakan penanda yang khas dan bervariasi antar taksa (Usha & Jose, 2018), sehingga dapat digunakan sebagai penanda spesiesnya.

Selain informasi spesiesnya, peran musuh alaminya merupakan hal penting. Peran musuh alaminya menentukan populasi dan dampak serangan ulat kantong bagi tanaman. Parasitisasi musuh alami pada ulat kantong dapat mencapai 39,2% (Potineni & Saravanan, 2013).

Spesies ulat kantong yang berasosiasi dengan sengon di Pulau Jawa pernah dipublikasikan, namun belum dideskripsikan secara lengkap (Setyawan,

Hidayat, & Puliafico, 2018). Selain itu, informasi musuh alaminya juga belum pernah dipublikasikan. Penelitian ini bertujuan untuk mendeskripsikan spesies ulat kantong beserta musuh alaminya yang menyerang sengon beserta tingkat parasitisasinya. Karakter kantong juga dideskripsikan sebagai karakter tambahan untuk identifikasinya.

II. METODOLOGI

A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Sampel berupa pupa ulat kantong dikoleksi dari tegakan sengon monokultur di berbagai lokasi, yaitu Kabupaten Pekalongan, Batang, Subang, Kota dan Kabupaten Bogor, pada bulan Oktober 2018 sampai Februari 2019. Tegakan sengon yang ada merupakan tegakan berumur 1-4 tahun yang berada pada ketinggian 200-500 m dari permukaan laut (dpl).

B. Metode

1. Pengambilan sampel uji

Pada masing-masing tegakan sengon tersebut, dipilih lima tanaman yang terserang dan tersebar merata sebagai pohon sampel. Berdasarkan studi pendahuluan, spesies ulat kantong yang populasinya tinggi adalah *Pteroma plagiophleps*. Pengamatan terhadap

spesies ini dilakukan dengan cara membagi pohon menjadi tiga bagian tajuk. Tajuk setiap pohon yang dipilih secara acak, kemudian dibagi menjadi tiga tingkat yaitu bagian bawah, tengah, dan atas. Pada masing- masing tingkat tajuk tersebut, diambil satu buah ranting sepanjang satu meter dari ujung. Pengamatan populasi dilakukan pada tiga bagian yaitu pada satu helai daun majemuk bagian ujung (daun kedua dari pucuk yang telah terbuka sempurna), satu helai daun majemuk bagian tengah (daun keempat dari pucuk), dan pada ranting tanpa daun sepanjang satu meter tersebut. Adapun spesies ulat kantong yang jumlah populasinya rendah diamati dengan cara mengambil semua sampel pupa pada pohon tersebut.

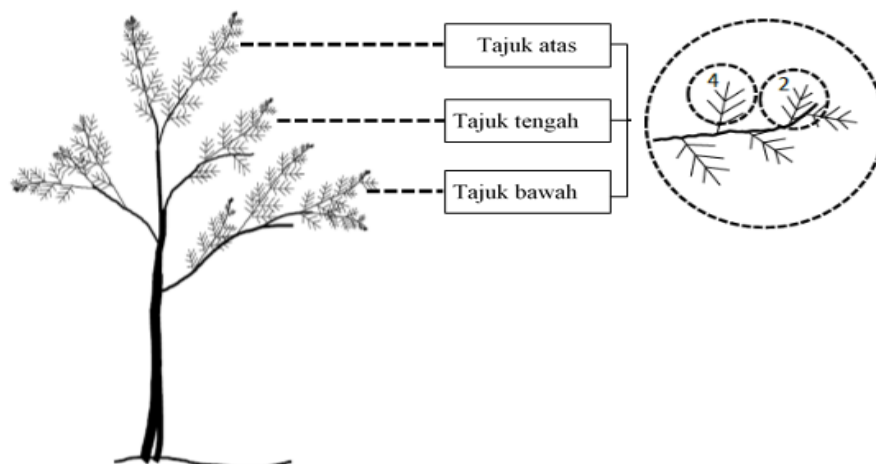
2. Pemeliharaan

Pupa yang berhasil dikumpulkan kemudian dipelihara pada botol plastik transparan berukuran 30 ml atau lebih besar (tergantung ukuran pupa) dan ditutup rapat. Sebelumnya, bagian tutup botol tersebut telah dimodifikasi dengan membuat sebuah lubang berupa lingkaran berukuran diameter 0,5 mm dibuat dan ditutup menggunakan kain organdi. Lubang ini berfungsi untuk mengalirkan

udara bagi pupa di dalam botol. Pengamatan terhadap pupa dilakukan setiap hari sampai ngengat atau imago parasitoid muncul (± 4 bulan).

Setelah ngengat atau parasitoid muncul, sedikit kapas yang dibasahi klorofom dimasukkan ke dalam botol dan didiamkan selama beberapa saat. Imago atau parasitoid yang telah mati kemudian diambil secara perlahan menggunakan kuas. Pupa yang mengindikasikan gagal berkembang atau memiliki ciri yang tidak normal kemudian dibedah untuk mengetahui keadaan di dalam kantong tersebut.

Ngengat atau parasitoid yang muncul kemudian disimpan di dalam botol yang berbeda. Ngengat beserta bekas kantong dan pupariumnya disimpan di dalam botol plastik transparan berukuran 30 ml yang di dalamnya juga disertakan desikan. Desikan berfungsi untuk menyerap atau menurunkan kadar air, sehingga spesimen tidak mudah rusak akibat cendawan atau mikroba lain. Bekas kantong dan puparium imago parasitoid juga disimpan di dalam botol serupa, namun imagonya disimpan di dalam botol kaca 30 ml yang di dalamnya berisi alkohol 70% sebanyak 15 ml.



Gambar (Figure) 1. Ilustrasi pengambilan sampel (*Illustration of sampling*)

C. Analisis

1. Identifikasi deskripsi imago ulat kantong

Ngengat dan imago parasitoid yang muncul diidentifikasi di bawah mikroskop. Referensi terkait dipakai untuk acuan identifikasi yaitu *Hyenoptera of the World: An Identification Guide to Families* (Brothers et al., 1993). Imago diidentifikasi berdasar ciri morfologi. Hasil identifikasi kemudian dikonfirmasi ke Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia (LIPI).

Selain itu, karakteristik kantong juga dideskripsikan sebagai penanda beberapa genus (Usha & Jose, 2018). Deskripsi kantong meliputi karakter warna, ukuran (panjang dan diameter), bentuk dan material penyusun kantong.

2. Parasitisasi

Jumlah sampel yang digunakan untuk pengamatan parasitisasi adalah 800 individu untuk spesies ulat kantong yang dominan (*Pteroma plagiophleps*) dan semua pupa yang berhasil dikumpulkan dari lapangan untuk ulat kantong yang populasinya rendah, yaitu: 258, 24, dan 14 masing-masing untuk (*Chalia javana*, *Clania crameri*, dan *Kophene cuprea*). Tingkat parasitisasi dihitung berdasarkan proporsi jumlah sampel pupa yang terparasit terhadap jumlah total pupa yang dikumpulkan.

$$\text{Parasitisasi} = \frac{\sum \text{Sampel pupa terparasit}}{\sum \text{Total sampel pupa}}$$

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Spesies ulat kantong pada sengon

Spesies ulat kantong yang menyerang sengon adalah *Pteroma plagiophleps* Hampson, *Chalia javana* Heylaerts, *Clania crameri* Westw., dan *Kophene cuprea* Moore. Spesies ulat kantong tersebut ditemukan hampir di semua lokasi

pengamatan kecuali *C. javana* tidak ditemukan di Kabupaten Batang dan Kabupaten Subang serta *K. cuprea* tidak ditemukan di Kabupaten Subang (Tabel 1), Setiap spesies ulat kantong memiliki karakter morfologi imago dan kantong yang khas. Ukuran kantong setiap spesiesnya disajikan pada Tabel 2 sedangkan imago dan karakter kantongnya dideskripsikan sebagai berikut:

a. *Pteroma plagiophleps* Hampson

Asal sampel : Pekalongan, Jawa Tengah
Tanggal koleksi : Nopember 2018
Inang : Sengon
Deskripsi : Betina dewasa *verminform*, antena, tungkai dan embelan lain vestigial, langsing. Jantan dewasa bersayap, kepala, torak dan abdomen ditutupi rambut gelap. Tubuh berwarna coklat gelap polos. Antena bercabang panjang (bipektinet), satu ruas terakhir tidak bercabang (tunggal), dan dua baris rambut agak jarang di setiap cabangnya. Bentang sayap 15 mm, bagian ventral sayap belakang agak putih mengkilat kebiruan. Abdomen langsing, lebih pendek daripada sayap belakang, berwarna terang, tungkai ditutupi rambut terang, tibia tungkai depan duri panjang. Genitalia jantan; uncus agak masuk ke dalam, dengan dua cuping berambut, valva pendek, sempit, sama lebar kemudian agak menyempit dan ujung tumpul. Vinculum sempit dan agak memanjang. Saccus padat berbentuk U, falus pendek, silindris dan ujung membesar berbentuk tidak beraturan (Gambar 2).

Bentuk dasar kantong *P. plagiophleps* kerucut, cenderung oval. Bagian ujung terpenggal pada bagian tertentu, sehingga tampak tumpul (khususnya pada pupa jantan). Kedudukan kantong menggantung bebas pada ranting, batang, tulang dan helaian anak daun melalui sutera yang terpilin, tersambung ke pangkal kantong, menutup secara perlahan ke bagian tepi pangkal, berbentuk oval. Kantong berupa

lapisan yang tidak terlalu keras, sutera yang bercampur substrat berbentuk pipih, terkesan kasar, warna dasar kecoklatan.

b. *Chalia javana Heylaerts*

Asal sampel : Bogor, Jawa Barat
 Tanggal koleksi : Januari 2019
 Inang : Sengon
 Deskripsi : Kepala, torak dan abdomen ditutup rambut tebal. Warna rambut pada bagian protorak dan kepala lebih gelap, sedangkan pada bagian dorsal torak terang, putih. Jantan dewasa antena bipektinat cukup panjang, meruncing ke bagian ujung, ruas terakhir tidak bercabang, tunggal. Setiap cabang terdapat dua baris rambut halus sampai ujung. Bentuk sayap depan lebar, dengan mosaik warna putih sampai coklat tua pada bagian dorsal. Bagian ventral sayap coklat polos. Bentang sayap depan 21 mm, dengan sayap belakang segitiga. Abdomen lebih pendek dari pada sayap depan, sisi ventral

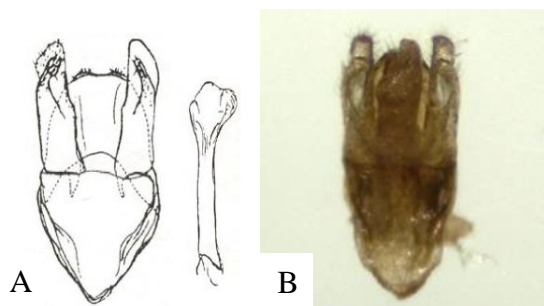
lebih terang. Duri panjang agak melengkung mengikuti bentuk tibia tungkai depan dengan barisan rambut cukup rapat. Pada sisi dalam berhadapan dengan tibia, unguis sepasang. Betina *vermiform*, antena, tungkai dan embelan lain vestigial, agak gemuk.

Kantong oval, bagian tengah relatif sedikit lebih besar daripada bagian pangkal dan ujung. Kedudukan kantong melekat kuat langsung pada ranting (tidak menggantung) di salah satu sisi pangkal kantong. Kantong tidak terlalu keras, permukaan tercampur jaringan tumbuhan berupa daun, ranting dengan ukuran beragam. Warna dasar putih, masih terlihat diantara sisa jaringan tanaman, warna kecoklatan, kantong pada pupa jantan lebih pendek (terpenggal) dibandingkan dengan betina yang lebih mengerucut. Kedudukan kantong menempel keras pada tanaman (tidak menggantung bebas).

Tabel (Table) 1. Keberadaan spesies ulat kantong pada sengon di beberapa lokasi (*The occurrence of bagworm species on albizia in some areas/districts*)

Spsies ulat kantong (<i>Bagworms species</i>)	Bogor	Pekalongan	Batang	Subang
1. <i>P. plagiophleps</i>	√	√	√	√
2. <i>C. javana</i>	√	√	-	-
3. <i>C. crameri</i>	√	√	√	√
4. <i>K. cuprea</i>	√	√	√	-

Keterangan (*Remark*): √ = Indikasi ada di lokasi tersebut (*Indicating ocured in the area*)



Keterangan (*Remark*): Ilustrasi dari Shamsudeen dan Mathew (2010) (A) dan foto pribadi (B) (*Illustration from Shamsudeen and Mathew (2010) (A) and personal documentation (B)*).

Gambar (*Figure*) 2. Genetalia jantan *P. plagiophleps* (*Male genetalia of P. plagiophleps*)

c. *Clania crameri* Westw

Asal sampel : Bogor, Jawa Barat
Tanggal koleksi : Januari 2019
Inang : Sengon
Deskripsi : Kepala, torak dan abdomen ditutup rambut tebal. Warna umumnya coklat tua, variasi garis longitudinal pada sisi dorsal torak dan bagian dekat pangkal sayap berwarna agak terang. Antena jantan dewasa tipe bipektinat cukup panjang, setiap cabang terdapat dua baris rambut halus sampai ujung. Mata majemuk berpola bintik. Bentang sayap 31 mm, bentuk sayap depan moderat, tidak terlalu panjang atau lebar, warna sayap depan coklat dengan warna agak gelap pada bagian sel dekat percabangan venasi dekat ujung, sayap belakang agak membulat. Bentuk abdomen mengerucut dan panjangnya sedikit atau kurang lebih sama panjang dengan sayapnya, Rambut panjang menutup bagian sampai tibia, duri panjang agak melengkung mengikuti bentuk tibia tungkai depan dengan barisan rambut sangat rapat pada sisi dalam berhadapan dengan tibia, dan unguis sepasang.

Kantong lebih besar daripada *C. javana*, bentuk dasar oval, permukaan tertutup umumnya dari material ranting yang tersusun arah longitudinal, material sangat beragam, berwarna coklat. Kedudukan kantong menggantung bebas pada tanaman.

d. *Kophene cuprea* Moore

Asal sampel : Bogor, Jawa Barat
Tanggal koleksi : Januari 2019
Inang : Sengon
Deskripsi : Kepala, torak dan abdomen ditutupi rambut berwarna coklat terang polos, kekuningan. Antenna bipektinet, dua baris rambut halus di setiap cabangnya. Bentang sayap 20 mm,

bentuk sayap depan lebar, abdomen lebih pendek dari sayap belakang, dan unguis sepasang.

Bentuk dasar kantong kerucut memanjang, langsing panjang, kokoh, permukaan halus, polos dengan warna dasar putih sedikit bintik pada bagian ujung distal, lapisan pada bagian pangkal menutup secara tegas, lebih lembut dibandingkan bagian kantong utama, tersambung ke sutera yang terpinil, menggantung pada ranting atau daun, bagian dekat ujung juga lebih lunak.

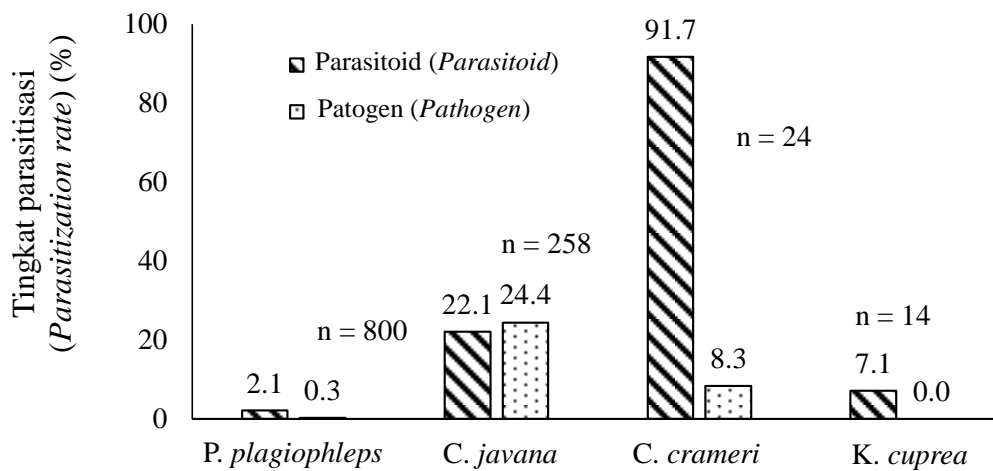
2. Musuh alami dan parasitisasi

Terdapat 11 spesies parasitoid dari enam famili: *Ichneumonidae*, *Eulophidae*, *Trichogrammatidae*, *Chalcididae*, *Braconidae*, dan *Eurytomidae* yang termasuk dalam Ordo *Hymenoptera* dan satu famili yaitu *Tachinidae* dari ordo *Diptera* yang menyerang empat spesies ulat kantong (Tabel 3). Kecuali *K. cuprea*, setiap spesies ulat kantong diserang lebih dari satu spesies parasitoid. Sebagian besar parasitoid adalah soliter, dan lainnya adalah gregarius seperti *Trichogramma* sp., *Xanthopimpla* sp., *Pediobius* sp., dan lalat tachinid. Beberapa spesies parasitoid tidak hanya menyerang satu spesies inang ulat kantong. Parasitoid *Goryphus* sp. menyerang ulat kantong *P. plagiophleps* dan *C. crameri* sedangkan *Eurytoma* sp. menyerang *C. javana* dan *C. crameri*. Tingkat parasitisasinya disajikan pada Gambar 3. Tiga spesies parasitoid pada ulat kantong *P. plagiophleps* adalah *Goryphus* sp., *Sympiesis* sp., dan *Elasmus* sp. Tiga spesies parasitoid tersebut muncul secara soliter dan secara bersama parasitisasinya kurang dari 2%. Selain parasitisasinya yang rendah, kelimpahan populasinya juga rendah.

Tabel (Table) 2. Ukuran kantong beberapa spesies ulat kantong (*The size of the bags of several bagworms species*)

Spesies ulat kantong (<i>Bagworms species</i>)	Panjang ± SD (<i>Length ± SD</i>) (cm)	Diameter ± SD (cm)
1. <i>P. plagiophleps</i>	0,8 ± 0,03	0,21 ± 0,01
2. <i>C. javana</i>	1,4 ± 0,03	0,33 ± 0,00
3. <i>C. crameri</i>	5,3 ± 0,20	1,40 ± 0,06
4. <i>K. cuprea</i>	2,4 ± 0,09	0,45 ± 0,02

Keterangan (*Remark*): SD = Standar deviasi (*Standard of deviation*)



Gambar (Figure) 3. Parasitisasi terhadap ulat kantong oleh parasitoid dan cendawan entomopatogen (*Parasitization of bagworms by parasitoids and entomopathogenic fungi*)

Tabel (Table) 3. Musuh alami dan tingkat parasitisasinya terhadap ulat kantong (*Natural enemies and the degree of parasitization of bagworms species*)

Inang dan musuh alami (<i>Host and natural enemies</i>)	Parasitisasi (<i>Parasitization</i>) (%)	\sum Individu (\sum <i>Individual</i>)	Keterangan (<i>Remarks</i>)
<i>P. plagiophleps</i> (n = 800)			
Parasitoid (<i>Parasitoids</i>):			
- <i>Goryphus</i> sp.	0,9	7	S
- <i>Sympiesis</i> sp.	0,3	2	S
- <i>Elasmus</i> sp.	0,1	1	S
- Tidak teridentifikasi (<i>Not identified</i>)	0,9	-	-
Patogen (<i>Pathogen</i>):			
- <i>Peacilomyces</i> sp.	0,3	-	-
<i>C. javana</i> (n = 258)			
Parasitoid (<i>Parasitoids</i>):			
- <i>Spathius</i> sp.	0,4	1	S
- <i>Brachymeria carinata</i>	20,5	53	S
- <i>Trichogramma</i> sp.	0,4	5	K
- <i>Cotesia metesae</i>	0,4	1	S
- <i>Eurytoma</i> sp.	0,4	1	S
Patogen (<i>Pathogen</i>):			
- <i>Beauveria bassiana</i>	24,4	-	-
<i>C. crameri</i> (n = 24)			
Parasitoid (<i>Parasitoids</i>):			
- <i>Xanthopympla</i> sp.	8,3	16	K
- <i>Goryphus</i> sp.	4,2	1	S
- <i>Pediobius</i> sp.	4,2	26	K
- <i>Eurytoma</i> sp.	4,2	1	S
- Lalat tachinid	20,8	16	K
- Tidak teridentifikasi (<i>Not identified</i>)	50,0	-	-
Patogen (<i>Pathogen</i>):			
- <i>Beauveria bassiana</i>	8,3	-	-
<i>K. cuprea</i> (n = 14)			
Parasitoid (<i>Parasitoids</i>):			
- Tidak teridentifikasi (<i>Not identified</i>)	7,1	-	-
Patogen (<i>Pathogen</i>):			
-	0,0	-	-

Keterangan (*Remark*): S = Solo (*Solitary*), K = Kelompok (*Gregarius*)

Parasitisasi pada *C. javana* sebesar 24,8%. *Brachymeria carinata* adalah parasitoid yang muncul secara soliter dan paling dominan (20,5%). Kemunculan parasitoid ini umumnya meninggalkan

lubang pada salah satu sisi kantong. Adapun kelimpahan dan parasitisasi parasitoid lainnya; *Spathius* sp., *Trichogramma* sp., *Cotesia metesae*, dan *Eurytoma* sp. rendah.

Parasitoid dari kelompok *Hymenoptera* dan tingkat parasitisasinya yang menyerang *C. crameri* adalah *Xanthopympla* sp. (8,3%), *Goryphus* sp. (4,6%), *Paediobius* sp. (4,16%), dan *Eurytoma* sp. (4,16%). Selain itu parasitisasi juga terjadi karena lalat tachinid (*Diptera*) yang mencapai 20,8%. Parasitoid *Xanthopympla* sp., *Pediobius* sp., dan lalat tachinid merupakan parasitoid *gregarious*, sehingga kelimpahannya lebih tinggi dibandingkan spesies parasitoid lainnya. Tidak ada parasitoid atau cendawan entomopatogen yang berhasil diidentifikasi dari sejumlah 14 sampel ulat kantong *K. cuprea* yang ditemukan. Hanya satu sampel yang diduga bekas parasitoid.

Dua individu *P. plagiophleps* ditemukan mati dengan gejala kantong yang tertutup cendawan berwarna putih dan kemudian diisolasi dan diidentifikasi sebagai *Peacilomyces* sp. Selain itu, sebanyak 63 individu *C. javana* dan dua individu *C. crameri* juga ditemukan mati dengan gejala yang sama. Namun cendawan pada dua spesies ulat kantong tersebut diidentifikasi sebagai *B. bassiana*.

B. Pembahasan

Terdapat beberapa spesies ulat kantong yang dilaporkan berasosiasi dengan sengon. Spesies tersebut berasal dari beberapa genera yaitu *Pteroma*, *Cryptothelea*, *Amatissa*, dan *Clania*. Selain itu masih ada beberapa morfospesies yang belum berhasil diidentifikasi (Lelana & Anggraeni, 2012; Anggraeni & Ismanto, 2013; Setyawan, Hidayat, & Puliafico, 2018).

Salah satu persoalan yang sering dijumpai dalam identifikasi yang berbasis morfologi adalah berkaitan dengan sulitnya identifikasi pada karakter penting misalnya organ genitalia dan adanya perubahan fenotip (*phenotypic plasticity*) akibat faktor lingkungan, misalnya makanan (Lunardi, Benítez, Cãmara, Gomes, & Arrais-Silva, 2017) atau suhu (Wang, Yang, Han, Fan, & Zhao, 2014). Akibatnya, spesies yang

sama dapat diidentifikasi sebagai spesies yang berbeda. Namun saat ini identifikasi suatu spesies dapat dilakukan melalui pendekatan molekuler yang mampu mengkonfirmasi identitas spesies yang berbeda termasuk adanya sinonimi (Tahir, Noor, Mehmood, Sherawat, & Qazi, 2018; Zhao, Jiufeng, Wenjun, Guoqing, & Zhang, 2018).

Beberapa spesies ulat kantong yang pernah dipublikasikan, merupakan sinonim satu sama lain. *Clania* dan *Cryptothelea* menurut Moore, (1882) adalah dua genera yang bersinonim termasuk didalamnya adalah *Eumeta crameri*, *Oiketicus cramerii*, *Cryptothelea consorta*, dan *Eumeta nietneri*. *Department of Agriculture and Water Resources*, (2019) menyebutkan bahwa *Clania*, *Eumeta*, dan *Cryptothelea* juga bersinonim sebagaimana pada spesies *Clania* (= *Eumeta* = *Cryptothelea*) *variegata*. Namun menurut Anggraeni & Ismanto, (2013), *Clania* dan *Eumeta* disebutkan sebagai jenis yang berbeda. Hal ini disebabkan karena basis identifikasi yang digunakan pada penelitian tersebut hanya berdasarkan karakter kantong secara kualitatif.

Ulat kantong *Amatissa* sp. yang diidentifikasi oleh Lelana & Anggraeni, (2012) kemungkinannya adalah sinonim *Kophene*. Dalam penelitian ini diidentifikasi sebagai *Kophene cuprea* berdasarkan kesamaan visual ciri kantongnya. Sinonim lainnya adalah *Bambalina* yang habitatnya ditemukan di daerah Kalkuta, India dengan ciri yang menonjol adalah warna coklat terang dengan semburat keemasan dengan bentang sayap sekitar 24 mm (Hampson, 1892).

Ulat kantong *Chalia javana* bersinonim dengan *Oiketicoides javana*. Spesies ini juga memiliki sinonim lainnya yaitu *Mahasena destructor* dan *Lansdownia bifenestralis*, termasuk *Clania*. Spesies-spesies ini sebaran alaminya berada di Jawa (Sobczyk, 2011). Adapun *Pteroma* juga bersinonim dengan *Acanthopsyche* (Hampson, 1892).

Jumlah sampel yang rendah khususnya pada *C. crameri* dan *K. cuprea* dapat terkait sifat biologi yang berbeda seperti siklus hidup dan tingkat kematian ulat kantong. Ada peluang bahwa fase pupasi tidak bersamaan dengan periode pengambilan sampel karena siklus hidup yang berbeda. Siklus hidup *P. plagiophleps* berkisar 40-88 hari sedangkan siklus hidup *C. crameri* lebih lama berkisar 84-365 hari, demikian juga fekunditasnya berbanding lurus (Rhains, Davis, & Price, 2009). Meskipun fekunditasnya tinggi, peran musuh alami, termasuk parasitoid dapat menekan populasinya, sehingga hal ini diduga menjadi salah satu sebab rendahnya jumlah sampel yang dapat dikumpulkan dari lapangan.

Parasitisasi dapat lebih tinggi atau rendah dipengaruhi oleh populasi ulat kantong sebagai inangnya (Mahadi, Muhamad, & Adam, 2012). Rendahnya parasitisasi pada *P. plagiophleps* dimungkinkan populasinya pada periode ini cukup rendah dibandingkan periode lain, meskipun demikian pada penelitian ini perbedaan populasi tersebut tidak dikaji. Spesies ulat kantong juga berasosiasi dengan parasitoid yang berbeda, misalnya parasitoid gregarius cenderung memarasit ulat kantong yang berukuran lebih besar seperti *C. javana* dan *C. crameri* demikian juga dengan ukuran tubuh parasitoid pada dua spesies ulat kantong tersebut berukuran lebih besar. Hal ini menunjukkan adanya preferensi parasitoid terhadap inangnya. Menurut (Liu, Xu, Li, & Sun, 2011), pemilihan inang yang lebih besar akan meningkatkan keberhasilan generasi selanjutnya.

Kelimpahan jenis musuh alami dan parasitisasinya yang rendah pada ulat kantong *P. plagiophleps*. Rendahnya parasitisasi juga pernah dilaporkan pada *P. pendula*. Meskipun parasitisasi tidak dipengaruhi oleh faktor cuaca, secara temporal parasitisasi berfluktuasi dan dipengaruhi oleh populasi inangnya (ulat kantong) (Mahadi, Muhamad, & Adam, 2012) Faktor lain yang memengaruhi

parasitisasi adalah keberadaan tumbuhan berguna (Kamarudin & Basri 2010; Kamarudin & Arshad 2016). Meskipun demikian pada penelitian ini masih perlu dibuktikan. Selain parasitisasinya, kelimpahan parasitoid ulat kantong juga mengalami fluktuasi secara temporal (Putra, Pudjianto, & Maryana, 2016).

Spesies parasitoid yang kelimpahan populasinya cukup tinggi adalah *B. carinata* pada ulat kantong *C. javana* yang muncul secara soliter. Parasitoid ini juga dilaporkan memarasit ulat kantong *Metisa plana* (Potineni & Saravanan 2013; Halim et al., 2017; Halim et al., 2018).

Parasitoid lalat *Tachinidae* cukup dominan pada *C. crameri* (20,8%). Kelompok lalat ini juga dilaporkan sebagai parasitoid penting pada beberapa spesies ulat kantong lainnya (Hanysyam et al., 2013; Pamuji, Rahardjo, & Tarno, 2013; Baudino, Martínez, Fernández, Geist, Gallardo, & Reimer, 2017; El Husseini & Askar, 2019).

Sebagian sampel yang dikumpulkan sudah kosong dan meninggalkan tanda berupa lubang pada salah satu sisi kantong atau bekas puparium didalamnya. Hal ini lazim ditemukan pada beberapa sampel ulat kantong *P. plagiophleps*, *C. crameri*, dan *K. cuprea*.

Cendawan *Peecilomyces* merupakan entomopatogen yang cukup penting pada ulat kantong *P. pendula* (Cheong, Sajap, Hafidzi, Omar, & Abood, 2010). Meskipun demikian tingkat infeksiya terhadap *P. plagiophleps* pada penelitian ini masih rendah. Cendawan entomopatogen lainnya adalah *B. bassiana*. Cendawan ini sudah dikenal luas dan digunakan komersial sebagai agens pengendali biologis berbagai serangga hama (Mascarin & Jaronski, 2016). Seperti halnya pada *C. javana*, cendawan *B. bassiana* juga menyebabkan mortalitas yang tinggi pada ulat kantong *P. pendula* (Tajuddin, Ali, Bakeri, & Kamaruzzaman, 2010) dan *M. plana* (Sitompul & Lazuardi, 2014), namun cendawan ini hanya memarasit dua individu *C. crameri*.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Spesies ulat kantong yang menyerang sengon adalah *P. plagiophleps*, *C. javana*, *C. crameri*, dan *K. cuprea*. Spesies *P. plagiophleps* populasinya paling dominan. Setiap spesies memiliki kantong yang khas sebagai penanda spesies, baik bentuk maupun ukurannya. Terdapat banyak kerancuan identifikasi terhadap spesies ulat kantong yang disebabkan oleh pendekatan metode identifikasi yang berbeda dan tidak lengkap, sehingga memunculkan sinonimi. Musuh alami ulat kantong umumnya adalah parasitoid dari Ordo *Hymenoptera* dan *Diptera* dan mikroba entomopatogen. Parasitisasi terhadap ulat kantong *P. plagiophleps* relatif rendah namun pada *C. javana* dan *C. crameri* cukup tinggi.

B. Saran

Penelitian identifikasi perlu diperkuat berdasarkan basis molekuler sekaligus morfologinya (kantong, imago, termasuk larva) untuk mengurangi kerancuan dalam menentukan identitas spesies termasuk sinonim. Selain itu penelitian yang lebih mendalam perlu dilakukan secara temporal dan spasial yang menyangkut berbagai pengaruh variabel seperti elevasi, musim, maupun asosiasi dengan vegetasi sekitar tegakan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP), Kementerian Keuangan Republik Indonesia atas bantuan dana dalam penelitian ini dan Kelompok Peneliti Perlindungan Hutan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Badan Penelitian, Pengembangan, dan Inovasi, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

DAFTAR PUSTAKA

Anggraeni, I., & Ismanto, A. (2013). Keanekaragaman jenis ulat kantong

yang menyerang di berbagai pertanaman sengon (*Paraserianthes falcataria* (L.) Nielson) di Pulau Jawa. *Jurnal Sains Natural Universitas Nusa Bangsa*, 3(2), 184-192.

[BPS] Badan Pusat Statistik. (2019). Statistik Produksi Kehutanan 2018. Jakarta.

Baudino, E.M., Martínez, J.J., Fernández, L., Geist, Y.H., Gallardo, H.E., & Reimer, A. (2017). Parasitoides del bicho canasto, *Oiketicus platensis* (Lepidoptera: Psychidae) en el caldenal pampeano. *Revista de Investigaciones Agropecuarias*, 43(3), 291-296.

Brothers, D.J., Finnamore, A.T., Gibson, G.A.P., Goulet, H., Huber, J.T., Masner, L., ... Wahl, D.B. (1993). *Hymenoptera of the world: An identification guide to families*. (H. Goulet & Huber, J.T. Eds.). Ottawa, Ontario: Centre for Land and Biological Resources, Research Branch Agriculture Canada. <https://doi.org/10.1093/ae/40.2.115>

Cheong, Y.L., Sajap, A.S., Hafidzi, M.N., Omar, D., & Abood, F. (2010). Outbreaks of bagworms and their natural enemies in an oil palm, *Elaeis guineensis*, plantation at Hutan Melintang, Perak, Malaysia. *Journal of Entomology*, 7(3), 141-151. <https://doi.org/10.3923/je.2010.141.151>

Department of Agriculture and Water Resources. (2019). Final Report for The Review of Biosecurity Import Requirements for Fresh Longan Fruit from Vietnam. Canberra, Australia.

El Husseini, M.M., & Askar, S.I. (2019). The bagworm, *Amicta quadrangularis* Christoph, and its natural enemies in northern Egypt (Lepidoptera: Psychidae). *Egyptian Journal of Biological Pest Control*, 29(1), 1-4. <https://doi.org/10.1186/s41938-019-0127-7>

Frank, K.D. (2015). Bag worm (*Thyridopteryx ephemeraeformis*). In

- Ecology of Center City, Philadelphia* (p. 33). Philadelphia: Fitler Square Press.
- Halim, M., Muhaimin, A.M.D., Zulaikha, S.A., Atikah, A.R.N., Masri, M.M. M., & Yaakop, S. (2017). Evaluation of infestation in parasitoids on *Metisa plana* Walker (*Lepidoptera: Psychidae*) in three oil palm plantations in peninsular Malaysia. *Serangga*, 22(2), 135-149.
- Halim, Madihah, Zuki, A., Ahmad, S.Z., Din, A.M., Rahim, A., Masri, M.M., ... Yaakop, S. (2018). Exploring the abundance and DNA barcode information of eight parasitoid wasps species (*Hymenoptera*), the natural enemies of the important pest of oil palm, bagworm, *Metisa plana* (*Lepidoptera: Psychidae*) toward the biocontrol approach and its application in Malaysia. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 21(4), 1359-1365. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2018.10.012>.
- Hampson, G.F. (1892). The Fauna of British India, including Ceylon and Burma (Vol. I). (Blanford, W.T. Ed.). London: Taylor and Francis. <https://doi.org/10.5962/bhl.title.100738>
- Hanysyam, M.N., Fauziah, I., Khairiyah, M.H.S., Fairuz, K., Rasdi, Z.M., Zfarina, M. Z.N., ... Norazliza, R. (2013). Entomofaunal diversity of insects in FELDA gunung besout 6, Sungkai, Perak. In *BEIAC 2013-2013 IEEE Business Engineering and Industrial Applications Colloquium*, 234-239. <https://doi.org/10.1109/BEIAC.2013.6560123>
- Kamarudin, N., & Arshad, O. (2016). Diversity and activity of insect natural enemies of the bagworm (*Lepidoptera: Psychidae*) within an oil palm plantation in Perak, Malaysia. *Journal of Oil Palm Research*, 28(3), 296-307. <https://doi.org/10.21894/jopr.2803.06>
- Kamarudin, N., & Wahid, M.B. (2010). Interactions of the bag worm, *Pteroma pendula* (*Lepidoptera: Psychidae*), and its natural enemies in an oil palm plantation in perak. *Journal of Oil Palm Research*, 22, 758-764.
- Lelana, N.E., & Anggraeni, I. (2012). An outbreak of bagworms on *Falcataria molluccana*: a case study in Central Java. In Mohammed, C., Beadle, C., Roux, J., & Rahayu, S. (Eds.), *Proceeding of International Conference on The Impacts of Climate Change to Forest Pests and Diseases in The Tropics*, 99-103. Yogyakarta: Faculty of Forestry, Universitas Gadjah Mada.
- Liu, Z., Xu, B., Li, L., & Sun, J. (2011). Host-Size mediated trade-off in a parasitoid *Sclerodermus harmandi*. *PLoS ONE*, 6(8), 1-11. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0023260>
- Lunardi, R.R., Benítez, H.A., Câmara, T.P., Gomes, L.P., & Arrais-Silva, W.W. (2017). Head shape variation in response to diet in *Triatoma williamsi* (*Hemiptera, Reduviidae: Triatominae*), a possible chagas disease vector of legal amazônia. *Zoologischer Anzeiger*, 267, 187-193. <https://doi.org/10.1016/j.jcz.2017.04.001>
- Mahadi, N.A., Muhamad, R., & Adam, N.A. (2012). Relationship between bagworm *Pteroma pendula* Joannis (*Lepidoptera: Psychidae*) populations, parasitoids, and weather parameters in oil palm plantation. *Journal of Agricultural Science*, 4(12), 13-17. <https://doi.org/10.5539/jas.v4n12p13>
- Mascarin, G.M., & Jaronski, S.T. (2016). The production and uses of *Beauveria bassiana* as a microbial insecticide. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, 32(11), 1-26. <https://doi.org/10.1007/s11274-016-2131-3>
- Moore, F. (1882). The *Lepidoptera* of Ceylon (Vol. II). London: L Reeve & Co. <https://doi.org/10.1007/978-94->

- 011-0745-7_246
- Pamuji, R., Rahardjo, B.T., & Tarno, H. (2013). Populasi dan serangan hama ulat kantung *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) serta parasitoidnya di perkebunan kelapa sawit Kabupaten Donggala, Sulawesi Tengah. *Jurnal HPT*, 1(2), 58-71. <https://doi.org/10.5268/IW-6.2.982>
- Putra, I.L.I., Pudjianto, & Maryana, N. (2016). Keanekaragaman Hymenoptera parasitoid pada perkebunan kelapa sawit PTPN VIII Cindali, Bogor. *Jurnal Hama dan Penyakit Tumbuhan Tropika*, 16(2), 165. <https://doi.org/10.23960/j.hptt.216165-174>
- Rhains, M., Davis, D.R., & Price, P.W. (2009). Bionomics of bagworms (Lepidoptera: Psychidae). *Annual Review of Entomology*, 54(1), 209-226. <https://doi.org/10.1146/annurev.ento.54.110807.090448>
- Setyawan, Y.P., Hidayat, P., & Puliafico, K. P. (2018). Herbivorous insects associated with albizia (*Falcataria moluccana*) saplings in Bogor. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 197, 1-8. Bogor. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/197/1/012018>
- Shamsudeen, R.S.M., & Mathew, G. (2010). Taxonomy studies on the sub family Psychinae (Lepidoptera: Psychidae) of Kerala, India. *World Journal of Zoology*, 5(4), 330-331.
- Sitompul, U.C., & Lazuardi. (2014). Pengaruh jamur *Bauveria bassiana* sebagai pengendalian hayati terhadap mortalitas hama ulat kantung (*Metisa plana* Walker). In *Prosiding Seminar Nasional Biologi dan Pembelajarannya*, Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Negeri Medan, 287-296.
- Sobczyk, T. (2011). World Catalogue of Insects: Psychidae (Vol 10: Lepidoptera). (Nuss, M., Ed.). Stenstrup, Denmark: Apollo Books Aps.
- Sugiura, S. (2016). Bagworm bags as portable armour against invertebrate predators. *Peer J.*, 2, 1-14. <https://doi.org/10.7717/peerj.1686>
- Tahir, H.M., Noor, A., Mehmood, S., Sherawat, S.M., & Qazi, M.A. (2018). Evaluating the accuracy of morphological identification of insect pests of rice crops using DNA barcoding. *Mitochondrial DNA Part B*, 3(2), 1220-1224. <https://doi.org/10.1080/23802359.2018.1532334>
- Tajuddin, N.S.A., Ali, S.R.A., Bakeri, S.A., & Kamaruzzaman, N.E. (2010). Effect of *Beauveria brongniartii* and *B. bassiana* on oil palm bag worm, *Pteroma pendula* Joannis. *Journal of Oil Palm Research*, 22, 729-735.
- Usha, A.U., & Jose, J. (2018). Bag morphology of commonly occurring bagworms (Family: Psychidae) in Kerala - a taxonomic tool. In *Faunal Diversity and Recent Trends in Animal Taxonomy*. 118-121.
- Wang, L., Yang, S., Han, L., Fan, D., & Zhao, K. (2014). Phenotypic plasticity of HSP70s gene expression during diapause: Signs of evolutionary responses to cold stress among soybean pod borer populations (*Leguminivora glycinivorella*) in northeast of China. *PLoS ONE*, 9(10), 1-10. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0109465>
- Zhao, Q., Jiufeng, W., Wenjun, B., Guoqing, L., & Zhang, H. (2018). Synonymize *Arma chinensis* as *Arma custos* based on morphological, molecular and geographical data. *Zootaxa*, 4455(1), 161-176. <https://doi.org/10.11646/zootaxa.4455.1.7>

**PENDUGAAN INSTAR LARVA ULAT KANTONG *Pteroma plagiophleps*
HAMPSON PADA SENGON BERDASARKAN LEBAR KAPSUL KEPALA DAN
UKURAN KANTONG**

*(Instar Larvae Estimation of Pteroma plagiophleps Hampson Bagworm in Albizia
Based on Head Capsule Width and Bag Size)*

**Ujang W. Darmawan^{1*}, Hermanu Triwidodo², Purnama Hidayat², dan/and
Noor Farikhah Haneda²**

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan
Jl. Gunung Batu No.5 Po Box 165 Bogor, Jawa Barat, Indonesia
Telp. 0251-8633234; Fax 0251-8638111

² Institut Pertanian Bogor
Jl. Raya Darmaga Bogor 16680, Jawa Barat, Indonesia
Tlp./Fax: (0251) 8621947

*Email: ujdarmawan@ymail.com

Tanggal diterima: 12 September 2019; Tanggal direvisi: 24 Maret 2020; Tanggal disetujui: 9 April 2020

ABSTRACT

Pteroma plagiophleps bagworm is an important insect pest of *albizia*. It is necessary to understand the development stages of the larvae as the basis for its control. The research aims to determine the number of instars and the rate of increase in larval size based on the width of the head capsule. Furthermore, larval bag size as an easily observable variable was used to estimate the instar stage. Instar number and the size range were determined by non linear regression, while the instar stage was estimated by the regression equation using bag diameter and length. We concluded that the larvae experienced four instars. The head capsule of larvae grew regularly following Dyar's pattern, with the value approximately 1.42. The bag size of instar 1, instar 2, instar 3, and instar 4 were estimated as a range from 0-2.19 mm; 2.19-3.55 mm; 3.55-6.10 mm; and more than 6.10 mm in length respectively. The bag length was reasonable to be used as a reliable predictor of the instar stage.

Keywords: *Number of instar, classification, growth, regression, bag size*

ABSTRAK

Ulat kantong *Pteroma plagiophleps* merupakan serangga hama penting pada tanaman sengon. Perkembangan larvanya perlu diketahui sebagai dasar pengendaliannya. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan jumlah instar dan laju pertumbuhan ukuran larva berdasarkan lebar kapsul kepalanya. Selain itu, juga untuk menduga instarnya dengan menggunakan ukuran kantong larva. Jumlah instar dan kisaran ukurannya ditentukan menggunakan persamaan regresi non linear, sedangkan tingkat instar diturunkan dari persamaan regresi linear menggunakan peubah ukuran diameter dan panjang kantong. Hasil penelitian menunjukkan bahwa larva ulat kantong diduga mengalami empat instar. Pertumbuhan larva mengikuti pola yang relatif konstan dengan nilai "koefisien Dyar" rata-rata 1,42. Dugaan ukuran panjang kantong larva instar 1, instar 2, instar 3, dan instar 4 masing-masing memiliki kisaran antara 0-2,19 mm, 2,19-3,55 mm, 3,55-6,10 mm, dan lebih dari 6,10 mm. Peubah panjang kantong larva cukup baik untuk digunakan sebagai penduga instar larva.

Kata kunci: *Jumlah instar, klasifikasi, pertumbuhan, regresi, ukuran kantong*

I. PENDAHULUAN

Informasi pertumbuhan larva merupakan hal yang penting untuk diketahui karena berkaitan dengan penerapan strategi pengendalian serangga. Beberapa penelitian telah menunjukkan bahwa pada fase atau instar tertentu, larva ulat kantong memiliki kerentanan terhadap faktor-faktor negatif dari luar yang dapat mengganggu perkembangannya. Tiga instar pertama larva *Metisa plana* Walker merupakan fase yang rentan terhadap paparan insektisida klorantraniliprol (Kok, Eng, Razak, Arshad, & Marcon, 2012). Larva instar tiga juga rentan terhadap mikroba entomopatogen *Bacillus thuringiensis* (Kamarudin, Ali, Masri, Ahmad, & Manan, 2017).

Pertambahan ukuran tubuh larva ulat kantong sulit ditentukan karena tubuhnya tertutup oleh kantong. Meskipun demikian, ukuran kapsul kepala larva dapat digunakan untuk menduga pertumbuhannya. Bagian ini telah digunakan oleh beberapa peneliti untuk menentukan jumlah instar dan pertambahan ukuran larva (Delbac, Lecharpentier, & Thiery, 2010; Chen & Seybold, 2013; León-Finalé & Barro, 2014; Thakur, 2016; Kuyulu & Genc, 2019). Penelitian tersebut telah menduga tingkat instar larva melalui pola pertambahan ukuran lebar kapsul kepala.

Selain itu, tingkat instar larva dapat ditentukan berdasarkan karakter kantong yang dimiliki. Karakter kantong pada setiap instar larva *M. plana* bersifat khas termasuk ukuran dan pola kantongnya sehingga dapat dijadikan penduga instarnya (Kok, Eng, Razak, & Arshad, 2011). Dalam penelitian tersebut instar digambarkan berdasar ciri kantong secara kualitatif. Ciri kuantitatif pada larva yang mudah diamati dapat digunakan untuk menduga tingkat instarnya secara lebih teliti melalui model persamaan. Penelitian ini bertujuan untuk menduga jumlah dan perkembangan larva ulat kantong *Pteroma plagiophleps* Hampson pada tanaman sengon (*Falcataria moluccana* (Miq.)

Barneby & J.W. Grimes) berdasarkan ukuran lebar kapsul kepala larva dan ukuran kantongnya.

II. METODOLOGI

A. Pengambilan Sampel

Sampel ulat kantong diambil pada bulan Oktober 2018 sampai Februari 2019. Lokasi pengambilan adalah tegakan tanaman sengon yang berumur 1 sampai 4 tahun. Sebanyak 10 tegakan tersebut berada di daerah Pekalongan, Batang, Subang, serta Kota dan Kabupaten Bogor pada ketinggian 200-500 m dari permukaan laut (dpl). Pada masing-masing kebun tersebut dipilih lima tanaman yang terserang dan tersebar merata sebagai pohon sampel. Sampel berupa larva ulat kantong kemudian dikumpulkan dari pohon tersebut. Lokasi tersebut diasumsikan tidak memberikan pengaruh yang berbeda secara nyata terhadap pertumbuhan ukuran larva.

B. Pengukuran Sampel

Semua sampel (komposit) larva ulat kantong yang berhasil dikumpulkan kemudian dipindahkan ke botol koleksi yang berisi alkohol 70% untuk mematikan larva. Jumlah sampel ulat kantong kemudian disortir berdasar ukuran untuk memudahkan pengukuran. Sejumlah 1.227 larva berhasil dikumpulkan secara proporsional dari Kota Bogor (284 larva; 23,1%), Kabupaten Bogor (286 larva; 23,3%), Batang (194 larva; 15,8%), Subang (203 larva; 16,5%), dan Pekalongan (259 larva; 21,1%) Lebar kapsul kepala kemudian diukur bersamaan dengan ukuran kantong yang meliputi panjang dan diameternya.

Lebar kapsul kepala diukur menggunakan mikroskop binokuler mikrometer yang dilengkapi kamera digital mikroskop yang dilengkapi piranti lunak terkalibrasi. Lebar kapsul kepala diukur berdasar jarak terjauh dari batas tepi sisi dorso-lateral (Delbac, Lecharpentier, & Thiery, 2010). Panjang

kantong diukur pada garis median di salah satu sisi dari ujung sampai garis diameter. Diameter diukur pada pangkal kantong terdekat dengan ujung (terpendek) dan tegak lurus garis median panjang kantong (Gambar 1).

C. Analisis Regresi Non Linear

Data lebar kapsul kepala disajikan dalam bentuk sebaran frekuensi. Penentuan jumlah instar dilakukan dengan pendekatan fungsi kepadatan Kernel yang dilanjutkan dengan fungsi non linear. Pendekatan ini merupakan metode yang cukup baik dalam menduga jumlah instar (Sukovata, 2019). Untuk menghindari subjektivitas dalam menentukan jumlah dan batas instar, fungsi pendugaan Kernel yang mengacu pada sebaran normal (Gaussian) diterapkan pada data tersebut (Chen & Seybold, 2013) dengan lebar kelas 25 µm. Pendugaan Kernel dilakukan menggunakan fungsi *add-in* pada piranti tambahan *software Excel*. Titik paling rendah merupakan batas antar instar yang satu dengan yang lainnya. Pada masing-masing instar tersebut penduga parameter awal *a*, *b*, dan *c* ditentukan dari modulus, $1/(2*\text{varians})$, dan rata-rata.

$$h_i = \sum_{i=1}^4 (y_i); \quad y_i = a_i e^{-b_i(x-c_i)^2} \dots\dots\dots (1)$$

$$f_i = \frac{1}{\sigma_i \sqrt{2\pi}} e^{-\frac{(x-\mu_i)^2}{2\sigma_i^2}} \dots\dots\dots (2)$$

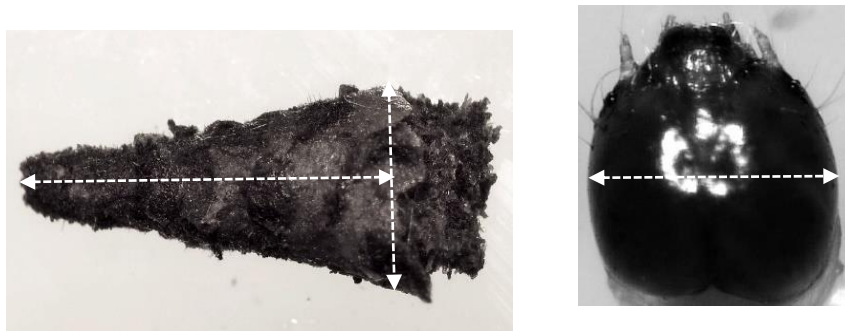
$$P_{i\text{ ke }i+1} = \int_{l_i}^{\infty} f_i dx \quad \text{dan} \quad P_{i\text{ ke }i-1} = \int_{-\infty}^{l_i} f_i dx \quad \dots\dots (3)$$

Dimana: *h_i* = Jumlah kelas lebar kapsul kepala,
i = Instar ke 1, 2, ...,
e = Konstanta,
f = Frekuensi,
 μ = Rata-rata,
P = Peluang.

Pada masing-masing instar, persamaan regresi dibuat berdasarkan fungsi non linear pada “Persamaan 1” untuk menentukan penduga parameter nonlinear *a*, *b*, dan *c*, dimana, *a* adalah frekuensi tertinggi, *b* adalah ½ varian, dan *c* adalah rata-rata. Nilai penduga parameter non linear yang diperoleh kemudian disubstitusikan ke dalam “Persamaan 2”, sehingga kemudian peluang kesalahan pengelompokan antara instar ke-*i* sampai instar ke *i+1* dan instar ke-*i* sampai instar ke *i-1* dapat ditentukan berdasarkan “Persamaan 3” (Delbac, Lecharpentier, & Thiery, 2010).

$$D_{i,i+1} = \frac{m_{i+1}}{m_i} \dots\dots\dots (4)$$

Laju pertambahan ukuran larva ditentukan dengan mengukur rasio lebar kapsul kepala rata-rata antara dua instar yang berurutan. *D* adalah rasio pertumbuhan dan *m_i* adalah lebar kapsul kepala rata-rata instar ke-*i* (Mahgoub, Lau, & Omar, 2015; Yadav & Yack, 2018)



Gambar (Figure) 1. Pengukuran diameter, panjang kantong dan lebar kapsul kepala (*The measurement of bag diameter, length, and head capsule width*)

D. Penyusunan Model Pengujian Asumsi Klasik

Model yang digunakan yaitu model linear dengan peubah yang digunakan adalah lebar kapsul kepala (y) sebagai peubah terikat dan panjang kantong (L), diameter pangkal kantong (D), volume kantong silinder ($V.t$), dan volume kantong kerucut ($V.k$) sebagai peubah bebas. Kriteria pemilihan model yang paling sesuai menggunakan parameter nilai koefisien determinansi (R^2) yang tinggi dan kesalahan baku (SE) yang rendah. Instar kemudian dapat ditentukan berdasarkan kriteria ukuran lebar kapsul kepala pada Tabel 1. Pengujian dilakukan untuk mengetahui terpenuhinya beberapa asumsi klasik regresi. Beberapa asumsi yang diuji adalah linearitas,

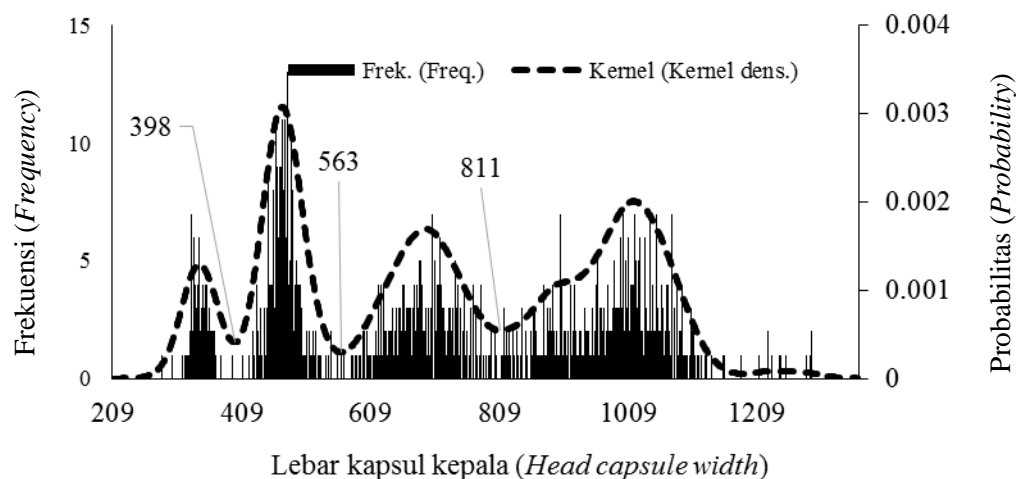
multikolinearitas, homoskedastisitas, normalitas residu, dan pencilan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Jumlah dan klasifikasi instar larva

Lebar kapsul kepala larva yang dikumpulkan dari lapangan berkisar antara 284-1292 μm , dengan rata-rata 721,5 μm dan standar deviasi 257,1 μm . Pendugaan awal fungsi kerapatan Kernel menunjukkan adanya empat buah puncak (*peak*). Ini mengindikasikan bahwa larva mengalami empat tahap pertumbuhan atau instar. Empat buah instar tersebut dipisahkan oleh tiga titik terendah pada grafik yaitu pada titik 398 μm , 563 μm , dan 811 μm (Gambar 2).



Gambar (Figure) 2. Sebaran frekuensi dan probabilitas fungsi Kernel lebar kapsul kepala larva (*Frequency distribution and Kernel function probability of larval head capsule Width*)

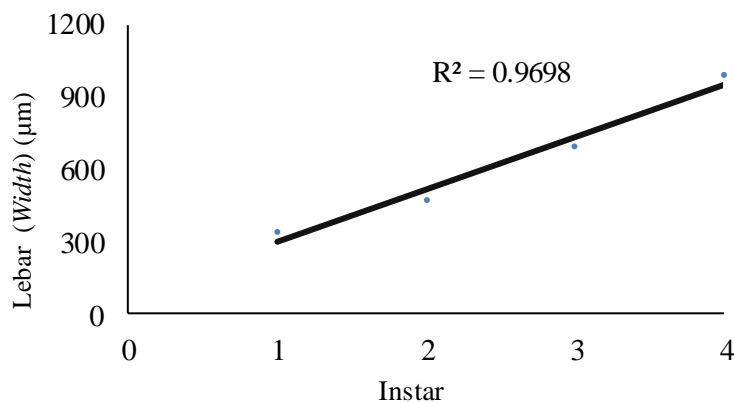
Tabel (Table) 1. Kisaran lebar kapsul kepala larva (*The range of larval head capsule width*)

Instar (<i>Instar</i>)	Jumlah (<i>Number</i>)	Kisaran (<i>Range</i>) (μm)	Rata-rata (<i>Average</i>) \pm SD (μm)
Instar 1 (<i>Instar 1</i>)	113	< 395,28	343,8 \pm 1,37
Instar 2 (<i>Instar 2</i>)	304	395,28 - 545,98	473,8 \pm 1,22
Instar 3 (<i>Instar 3</i>)	316	545,98 - 811,79	690,0 \pm 3,02
Instar 4 (<i>Instar 4</i>)	494	> 811,79	990,1 \pm 3,90

Keterangan (*Remark*): SD = Standar deviasi (*Standard of deviation*)

Tabel (Table) 2. Peluang kesalahan klasifikasi antar instar (*Error probability for instar classification*)

Instar (<i>Instar</i>)	Non linear (<i>Non linear</i>)		Sebaran normal (<i>Normal distribution</i>)	
	<i>i ke i-1</i> (<i>i to i-1</i>)	<i>i ke i+1</i> (<i>i to i+1</i>)	<i>i ke i-1</i> (<i>i to i-1</i>)	<i>i ke i+1</i> (<i>i to i+1</i>)
Instar 1 (<i>Instar 1</i>)	-	0,000340426	-	0,000340406
Instar 2 (<i>Instar 2</i>)	0,000208296	0,002740254	0,000208270	0,002740253
Instar 3 (<i>Instar 3</i>)	0,001126088	0,019823150	0,001126088	0,019824120
Instar 4 (<i>Instar 4</i>)	0,01100234	-	0,011002540	-



Gambar (Figure) 3. Hubungan antara instar dengan lebar kapsul kepala larva *P. plagiophleps* (*Correlation between instar and head capsule width of P. plagiophleps larvae*)

Tabel (Table) 3. Model persamaan penduga lebar kapsul kepala larva (*Estimation equation model for larval head capsule width*)

Prediktor (<i>Predictor</i>)	(<i>b₀</i>)	(<i>b₁</i>)	(<i>b₂</i>)	(<i>p-value</i>)	R ²	SE
Panjang (<i>Long</i>)	176,963	0,104	-	0,00	0,805	101,25
Diameter	90,437	0,275	-	0,00	0,738	117,33
Volume tabung (<i>Tube Volume</i>)	492,477	0,000000007903	-	0,00	0,612	142,64
Volume kerucut (<i>Cone volume</i>)	492,477	0,00000002371	-	0,00	0,612	142,64
L*D	127,727	0,076	0,087	0,00	0,819	97,58

Keterangan (*Remarks*): R² = Koefisien derrerminasi (*Coefficient of determination*), SE = Kesalahan baku (*Standard error*)

Setelah melalui analisis persamaan non linear, kemudian menghasilkan tiga titik perpotongan yang memisahkan setiap instar yang satu dengan instar yang lain. Kisaran ukuran lebar kapsul kepala masing-masing instar sedikit bergeser dari dugaan awal dan disajikan pada Tabel 1.

Lebar kapsul kepala larva instar 1 berkisar antara 284-395,28 μm (rata-rata 343,8 μm). Pada instar 2, instar 3, dan instar 4 masing-masing berkisar antara 395,28-545,97 μm (rata-rata 474,9 μm); 545,97-811,79 μm (rata-rata 691,8 μm) dan 811,79-1158 μm (rata-rata 990,1 μm).

2. Laju pertambahan ukuran larva

Larva menunjukkan rasio pertumbuhan berkisar antara 1,38 sampai 1,46. Laju pertambahan ukuran larva antar instar yang berurutan bersifat geometris yang relatif konstan. Pada penelitian ini laju pertambahan ukuran larva rata-rata adalah 1,42. Terdapat hubungan antara lebar kapsul kepala dengan instar yang kuat ditunjukkan dengan koefisien determinasi di antara kedua peubah tersebut adalah 0,96% (Gambar 3).

3. Sebaran data dan penyusunan model

Diameter kantong berkisar antara 403-4.785 μm sedangkan panjang kantong berkisar antara 459-11.620 μm . Sebanyak empat model persamaan penduga lebar kapsul kepala disusun menurut model linier sederhana dan satu model linier berganda. Kisaran nilai koefisien determinasi (R^2) antara 61-82% dan nilai kesalahan baku (SE) antara 97,58-142,64. Dua nilai pada kriteria tersebut konsisten berbanding terbalik satu sama lain (Tabel 3).

B. Pembahasan

1. Jumlah instar dan pertumbuhan larva

Peluang kesalahan klasifikasi antar instar disajikan pada Tabel 2. Besarnya peluang kesalahan klasifikasi yang dihasilkan dari metode sebaran normal dan fungsi nonlinear tidak berbeda secara nyata (hampir sama). Peluang kesalahan klasifikasi yang paling kecil terjadi pada instar dua yang diklasifikasikan sebagai instar satu yaitu sebesar 0,021%. Peluang kesalahan yang terbesar terjadi pada instar empat yang diklasifikasikan sebagai instar tiga sebesar 1,98%.

Nilai ini tergolong kecil dan menurut Delbac, Lecharpentier, & Thiery, (2010), kemungkinan kesalahan di bawah 7% masih dapat diterima. Hasil penelitian ini juga tidak jauh berbeda dengan hasil yang

disampaikan oleh beberapa penelitian sebelumnya yang menggunakan metode serupa (Chen & Seybold, 2013; Cazado, Van Nieuwenhove, O'Brien, Gastaminza, & Murúa, 2014; Castañeda-Vildózola et al., 2016).

Larva pada penelitian ini dikumpulkan dari alam yang berkembang pada tanaman sengon. Perbedaan kondisi lingkungan dan makanan dapat menyebabkan adanya perbedaan jumlah instar pada spesies serangga yang sama. Variasi jumlah instar intra spesies juga ditemukan pada beberapa taksa serangga (Wei, 2010; Barraclough, Burgess, Kean, & Malone, 2014; Maxwell, 2014; Morales-Ramos, Kay, Guadalupe-Rojas, Shapiro-Ilan, & Tedders, 2015).

Makanan adalah salah satu faktor yang memengaruhi variasi intra spesifik jumlah instar larva. Larva *Streblote panda* (Lepidoptera: Lasiocampidae) mengalami jumlah instar yang berbeda pada inang yang berbeda (Calvo & Molina, 2010), demikian juga pengaruh suhu (Go, Kwon, Kim, Bin, & Kim, 2019), atau interaksi keduanya (Mo, Jang, Park, Lee, Shin, Lee, & Cho, 2013)

Variasi intra spesifik dalam hal jumlah instar dan durasi pertumbuhan larva juga terjadi pada *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae). Larva yang dikumpulkan dari lapangan menunjukkan adanya jumlah instar yang lebih banyak dibandingkan dengan larva yang dibiakkan di laboratorium sebelum mengalami pupasi (Luo, Yao, Yang, Zhang, Hoffmann, & Fang, 2016). Storey-Palma, Benítez, Parra, & Vargas, (2012) juga melaporkan adanya variasi jumlah instar pada larva *Angelabella tecomae* Vargas & Parra (Lepidoptera, Gracillariidae) yang dikumpulkan dari inang *Tecoma fulva* D. Don (Bignoniaceae) di lapangan.

Menurut Grunert, Clarke, Ahuja, Eswaran, & Nijhout, (2015), pertambahan ukuran yang ditunjukkan dengan "koefisien Dyar" juga berkorelasi negatif terhadap jumlah instar. Koefisien yang rendah berkorelasi dengan jumlah instar

yang lebih banyak dan sebaliknya. Larva yang pertumbuhannya lambat cenderung mengalami penambahan jumlah instar untuk memenuhi ukuran minimal sebelum mencapai tahap pupasi (Barraclough, Burgess, Kean, & Malone, 2014; Halim, Muhaimin, Syarifah Zulaikha, Nor Atikah, Masri, & Yaakop, 2017).

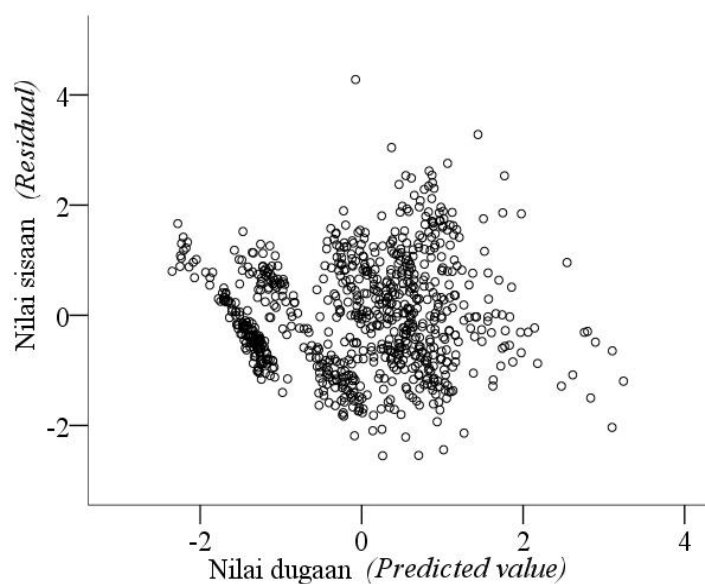
2. Model pendugaan instar berdasar ukuran kantong

Beberapa asumsi klasik yang diuji telah terpenuhi. Diagram pencar menggambarkan adanya hubungan linear antara dua peubah bebas diameter dan panjang kantong terhadap lebar kapsul kepala dengan koefisien korelasi masing-masing sebesar 0,74 dan 0,81. Sementara itu, varian dari residu relatif tetap, tidak ada indikasi pola mengerucut (heteroskedastisitas), sehingga asumsi homoskedastisitas terpenuhi (Gambar 4). Data pencilan yang dapat mengganggu model regresi juga tidak ditemukan. Terpenuhinya asumsi ini ditunjukkan melalui nilai “jarak Cooks” tidak lebih dari satu.

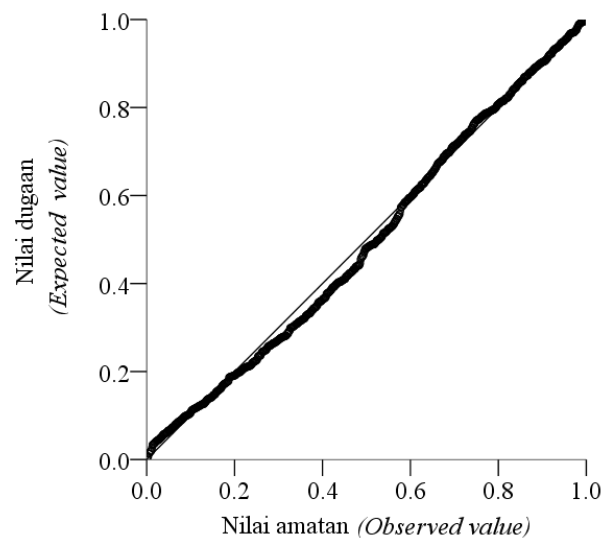
Nilai korelasi Pearson antar peubah

panjang dan lebar kantong terlalu tinggi (0,90). Dua peubah yang memiliki korelasi yang terlalu kuat dapat menimbulkan masalah dalam model baik multikolinearitas maupun singularitas (Tabachnick & Fidell, 2013). Indikasi terjadinya kolinearitas adalah proporsi variansi dua peubah tersebut cukup tinggi, masing masing (0,90 dan 0,98 pada nilai Eigen 0,012). Nilai *varians inflating factor* (VIF) dan toleransi model rata-rata menunjukkan angka masing-masing sebesar 5,24 dan 0,199. Keadaan multikolinearitas dapat terjadi ketika nilai VIF berkisar 5-10 (Kim, 2019)

Pada Gambar 5 menunjukkan adanya nilai probabilitas kumulatif hasil pengamatan yang agak melenceng dari nilai yang diharapkan. Keadaan ini juga ditunjukkan dengan angka indeks Durbin-Watson sebesar 0,754. Nilai tersebut mengindikasikan adanya autokorelasi positif karena jauh dan kurang dari dua (Ahmad, Shukor, Masdor, Shamaan, Roslan, & Shukor, 2015). Dengan demikian, asumsi residu yang tersebar bebas juga tidak dapat terpenuhi.



Gambar 4. Sebaran residu pengamatan (*Residual scatter plot*)



Gambar 5. Sebaran probabilitas kumulatif pengamatan (*Cumulative probability scatter observation*)

Tabel (Table) 4. Kisaran lebar kapsul kepala dan panjang kantong instar hasil pendugaan (*Ranges of head capsule width and bag length of specific instar retrieved from model*)

Instar (<i>Instar</i>)	Lebar kapsul kepala (<i>Head capsule width</i>) (μm)	Panjang kantong (<i>Bag length</i>) (μm)
Instar 1 (<i>Instar 1</i>)	<395,28	< 2099,2
Instar 2 (<i>Instar 2</i>)	395,28 - 545,98	2099,2 - 3548,2
Instar 3 (<i>Instar 3</i>)	545,98 - 811,79	3548,3 - 6104,1
Instar 4 (<i>Instar 4</i>)	>811,79	> 6104,1

Beberapa asumsi yang tidak terpenuhi secara memuaskan menyebabkan hanya salah satu dari peubah panjang atau diameter kantong yang dipilih dan peubah lainnya seharusnya dikeluarkan dari model untuk menghindari masalah. Selain itu masuknya peubah diameter sebagai peubah tambahan, dianggap kurang memuaskan karena perubahan pada nilai R^2 sebesar 1,4% dan kesalahan baku (SE) sebesar 3,67 yang tidak memuaskan dibandingkan dengan model lain.

Berdasarkan hasil uji asumsi klasik tersebut, maka penggunaan dua peubah dalam satu model regresi linear berganda menjadi kurang tepat, maka dari itu model regresi linear yang digunakan adalah model yang menggunakan satu peubah. Persamaan regresi linear sederhana; $y = 176,963 + 0,104 \cdot L$ memenuhi kriteria

koefisien determinasi (R^2) yang paling tinggi dan kesalahan baku (SE) yang paling rendah dibandingkan model lain. Hal ini menunjukkan bahwa panjang kantong mampu menjelaskan variasi pada model persamaan secara lebih baik daripada peubah lain. Panjang kantong juga merupakan peubah yang lebih mudah diamati di lapangan. Dengan demikian, model tersebut dapat digunakan untuk menduga ukuran lebar kapsul kepala larva yang selanjutnya digunakan untuk menduga tingkat instarnya. Model tersebut kemudian menghasilkan kisaran lebar kapsul kepala dan ukuran kantong larva sebagaimana pada Tabel 4.

Kesesuaian panjang kantong sebagai penduga ukuran lebar kapsul kepala terkait dengan pertumbuhan larva. Selama periode pergantian instar, aktivitas makan

serangga berhenti sementara. Pada periode ini ukuran lebar kapsul kepala mengalami pertumbuhan yang pesat, khususnya pada kelompok *Lepidoptera* dan *Coleoptera* (Gullan & Cranston, 2014).

Pada penelitian ini, kantong larva *P. plagiophleps* tidak berkembang mengikuti rasio yang konstan. Ukuran kantong berkembang dengan rasio antara 1,27-1,73 (rata-rata 1,52). Hasil penelitian Kok, Eng, Razak, & Arshad, (2011) juga menunjukkan bahwa ukuran kantong *M. plana* juga tidak berkembang secara konstan dengan kisaran 1,17-2,87 (rata-rata 1,62).

Faktor perilaku larva dalam membangun kantong ini berkontribusi terhadap 19,7% variasi yang tidak dapat dijelaskan pada model. Bias kelamin pada larva mungkin berpengaruh terhadap variasi yang ditimbulkan. Bias kelamin betina merupakan fenomena yang umum terjadi pada serangga, khususnya ngengat (Stillwell, Blanckenhorn, Teder, Davidowitz, & Fox, 2010; Benítez & Vargas, 2017; De-Camargo et al., 2015). Selain itu, faktor lingkungan seperti suhu dan kelembaban di lapangan yang bervariasi antar tempat atau habitat mungkin juga berpengaruh, meskipun demikian, hal ini masih perlu dibuktikan melalui penelitian yang lebih lanjut.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Larva ulat kantong *P. plagiophleps* yang berkembang pada tanaman sengon mengalami empat instar dan berkembang mengikuti pola geometris yang relatif konstan yaitu 1,42. Ukuran panjang kantong dapat digunakan untuk menduga instar larva. Panjang kantong larva pada instar 1, instar 2, instar 3, dan instar 4 masing-masing dapat diduga berada pada kisaran 0-2,19 mm, 2,19-3,55 mm, 3,55-6,10 mm, dan lebih dari 6,10 mm. Panjang kantong larva merupakan penduga instar yang cukup baik.

B. Saran

Faktor lingkungan seperti elevasi dan musim perlu dimasukkan dalam analisis regresi karena faktor-faktor tersebut diduga bisa memengaruhi ukuran dan pertumbuhan larva ulat kantong *P. plagiophleps*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Lembaga Pengelola Dana Pendidikan (LPDP), Kementerian Keuangan, Republik Indonesia yang mendanai penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, S.A., Shukor, M.S., Masdor, N.A., Shamaan, N.A., Roslan, M.A.H., & Shukor, M.Y. (2015). Test for the presence of autocorrelation in the Buchanan-three-phase model used in the growth of *Paracoccus* sp. SKG on Acetonitrile. *Journal of Environmental Bioremediation and Toxicology*, 3(1), 6-8.
- Barracough, E.I., Burgess, E.P.J., Kean, A.M., & Malone, L.A. (2014). Growth and development in a lepidopteran with variable instar number, *Pseudocoremia suavis* (Geometridae), under standard rearing conditions and when parasitised by *Meteorus pulchricornis* (Hymenoptera: Braconidae). *European Journal of Entomology*, 11(4), 501-511.
<https://doi.org/10.14411/eje.2014.062>
- Benítez, H.A., & Vargas, H.A. (2017). Sexual dimorphism and population differentiation in the chilean neotropical moth *Macaria mirthae* (Lepidoptera, Geometridae): A wing geometric morphometric example. *Revista Brasileira de Entomologia*, 61(4), 365-369. <https://doi.org/10.1016/j.rbe.2017.06.003>.
- Calvo, D., & Molina, J.M. (2010). Differences in foliage affect performance of the lappet moth,

- Streblothe panda*: Implications for species fitness. *Journal of Insect Science*, 10(177), 1-14.
<https://doi.org/10.1673/031.010.14137>
- Castañeda-Vildózola, Á., González-Hernández, H., Equihua-Martínez, A., Valdez-Carrasco, J., Peña, J.E., Cazado, L.E., & Franco-Mora, O. (2016). Head capsule width is useful for determining larval instar in *Heilipus lauri* (Coleoptera: Curculionidae). *Florida Entomologist*, 99(4), 822-825.
<https://doi.org/10.1653/024.099.0448>
- Cazado, L.E., Van Nieuwenhove, G.A., O'Brien, C.W., Gastaminza, G.A., & Murúa, M.G. (2014). Determination of number of instars of *Rhyssomatus subtilis* (Coleoptera: Curculionidae) based on head capsule widths. *Florida Entomologist*, 97(2), 639-643. <https://doi.org/10.1653/024.097.0241>.
- Chen, Y., & Seybold, S.J. (2013). Application of a frequency distribution method for determining instars of the beet armyworm (Lepidoptera: Noctuidae) from widths of cast head capsules. *Journal of Economic Entomology*, 106(2), 800-806. <https://doi.org/10.1603/ec12367>.
- De Camargo, W.R.F., De Camargo, N.F., Do Carmo Vieira Corrêa, D., Aires De Camargo, A.J., Diniz, I.R., & Martin, O. (2015). Sexual dimorphism and allometric effects associated with the wing shape of seven moth species of Sphingidae (Lepidoptera: Bombycoidea). *Journal of Insect Science*, 15(1), 1-9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iev083>
- Delbac, L., Lecharpentier, P., & Thiery, D. (2010). Larval instars determination for the european grapevine moth (Lepidoptera: Tortricidae) based on the frequency distribution of head-capsule widths. *Crop Protection*, 29(6), 623-630. <https://doi.org/10.1016/j.cropro.2010.01.009>.
- Go, M.S., Kwon, S.H., Kim, S. Bin, & Kim, D.S. (2019). The developmental characteristics for the head capsule width of *Monochamus alternatus* (Coleoptera: Cerambycidae) larvae and determination of the number of instars. *Journal of Insect Science*, 19(1), 1-9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iez010>.
- Grunert, L.W., Clarke, J.W., Ahuja, C., Eswaran, H., & Nijhout, H.F. (2015). A quantitative analysis of growth and size regulation in *Manduca sexta*: The physiological basis of variation in size and age at metamorphosis. *PLoS ONE*, 10(5), 1-23. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0127988>.
- Gullan, P.J., & Cranston, P.S. (2014). *The insects: An Outline of Entomology, 5th Edition*. Chichester, UK: John Wiley & Sons, Ltd. <https://doi.org/10.1093/ae/tmw008>.
- Halim, M., Muhaimin, A.M.D., Syarifah Zulaikha, S.A., Nor Atikah, A.R., Masri, M.M.M., & Yaakop, S. (2017). Evaluation of infestation in parasitoids on *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) in three oil palm plantations in peninsular Malaysia. *Serangga*, 22(2), 135-149.
- Kamarudin, N., Ali, S.R.A., Masri, M.M.M., Ahmad, M.N., Manan, C.A.H.C., & Kamarudin, N. (2017). Controlling *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae) outbreak using *Bacillus thuringiensis* at an oil palm plantation in Slim River, Perak, Malaysia. *Journal of Oil Palm Research*, 29(1), 47-54. <https://doi.org/10.21894/jopr.2017.2901.05>.
- Kim, J.H. (2019). Multicollinearity and misleading statistical results. *Korean Journal of Anesthesiology*, 72(6), 558-569. <https://doi.org/10.4097/kja.19087>.
- Kok, C.C., Eng, O.K., Razak, A.R., & Arshad, A.M. (2011). Microstructure and life cycle of *Metisa plana* Walker (Lepidoptera: Psychidae). *Journal of*

- Sustainability Science and Management*, 6(1), 51-59.
- Kok, C.C., Eng, O.K., Razak, A.R., Arshad, A.M., & Marcon, P.G. (2012). Susceptibility of bagworm *Metisa plana* (Lepidoptera: Psychidae) to chlorantraniliprole. *Pertanika Journal of Tropical Agricultural Science*, 35(1), 149-163.
- Kuyulu, A., & Genc, H. (2019). Biology and laboratory rearing of codling moth, *Cydia pomonella* (L.) (Lepidoptera: Tortricidae) on its natural host "green immature apple" *Malus domestica* (Borkh) (Rosales: Rosaceae). *Turkish Journal of Agricultural and Natural Sciences*, 6(3), 546-556. <https://doi.org/10.30910/turkjans.595382>.
- León-Finalé, G., & Barro, A. (2014). Immature stages and life cycle of the wasp moth, *Cosmosoma auge* (Lepidoptera: Erebidae: Arctiinae) under laboratory conditions. *Psyche*, 1-6. <https://doi.org/10.1155/2014/328030>.
- Luo, G.H., Yao, J., Yang, Q., Zhang, Z.C., Hoffmann, A.A., & Fang, J.C. (2016). Variability in development of the striped rice borer, *Chilo suppressalis* (Lepidoptera: Pyralidae), due to instar number and last instar duration. *Scientific Reports*, 6(35231), 1-7. <https://doi.org/10.1038/srep35231>.
- Mahgoub, M.O., Lau, W.H., & Bin Omar, D. (2015). Observations on the biology and larval instars discrimination of wax moth *Achroia grisella* F. (Pyralidae: Lepidoptera). *Journal of Entomology*, 112(1), 1-11.
- Maxwell, M.R. (2014). Developmental patterns in *Stagmomantis limbata* (Mantodea: Mantidae): Variation in instar number, growth, and body size. *Journal of Orthoptera Research*, 23(1), 49-58. <https://doi.org/10.1665/034.023.0104>
- Mo, H.H., Jang, K.B., Park, J.J., Lee, S.E., Shin, K.I., Lee, J.H., & Cho, K. (2013). Interactive effect of diet and temperature on instar numbers in *Spodoptera litura*, with reference to head capsule width and weight. *Journal of Asia-Pacific Entomology*, 16(4), 521-525. <https://doi.org/10.1016/j.aspen.2013.08.007>.
- Morales-Ramos, J.A., Kay, S., Guadalupe Rojas, M., Shapiro-Ilan, D.I., & Tedders, W.L. (2015). Morphometric analysis of instar variation in *Tenebrio molitor* (Coleoptera: Tenebrionidae). *Annals of the Entomological Society of America*, 108(2), 146-159. <https://doi.org/10.1093/aesa/sau049>.
- Stillwell, R.C., Blanckenhorn, W.U., Teder, T., Davidowitz, G., & Fox, C.W. (2010). Sex differences in phenotypic plasticity affect variation in sexual size dimorphism in insects: From physiology to evolution. *Annual Review of Entomology*, 55(1), 227-245. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085500>.
- Storey-Palma, J., Benítez, H., Parra, L.E., & Vargas, H.A. (2012). Identification of sap-feeder instars in *Angelabella tecomae* Vargas & Parra (Lepidoptera, Gracillariidae) feeding on *Tecoma fulva fulva* (Bignoniaceae). *Revista Brasileira de Entomologia*, 56(4), 508-510. <https://doi.org/10.1590/S0085-56262012000400018>.
- Sukovata, L. (2019). A comparison of three approaches for larval instar separation in insects A case study of *Dendrolimus pini*. *Insects*, 10(384), 1-12. <https://doi.org/10.3390/insects10110384>.
- Tabachnick, B.G., & Fidel, L.S. (2013). *Using Multivariate Statistics*. (J. Mosher, Ed.) (sixth edit). Upper Saddle River: Pearson Education. <https://doi.org/10.1037/022267>.
- Thakur, B. (2016). The study of head capsule width of different larval instars of indian gypsy moth *Lymantria obfuscata* Walker in Himachal Pradesh (India). *Journal of*

Entomology and Zoology Studies,
4(1), 42-46.

Wei, Y.J. (2010). Variation in the number of nymphal instars in *Nysius huttoni* White (Hemiptera: Lygaeidae). *New Zealand Journal of Zoology*, 37(4), 285-296. <https://doi.org/10.1080/03014223.2010.513396>.

Yadav, C., & Yack, J.E. (2018). Immature stages of the masked birch caterpillar, *Drepana arcuata* (Lepidoptera: Drepanidae) with comments on feeding and shelter building. *Journal of Insect Science*, 18(1), 1-9. <https://doi.org/10.1093/jisesa/iey006>.

**PENINGKATAN PERTUMBUHAN DAN HASIL KARET MELALUI
SISTEM TUMPANG SARI BERBASIS KARET**
(Improvement The Growth and Yield of Rubber Through Rubber Based Intercropping System)

Sahuri*

Pusat Penelitian Karet Sembawa
Jl. Raya Palembang-P. Balai Km 29, PO BOX: 1127, Palembang 30001
*E-mail: sahuri_agr@ymail.com

Tanggal diterima: 4 Maret 2020; Tanggal disetujui: 21 April 2020; Tanggal direvisi: 30 April 2020

ABSTRACT

The rubber intercropping system with other economic crops can increase land productivity and rubber productivity. This study aimed to research the effects of intercropping treatments towards soil fertility, development of rubber girth expansion, latex yield, and potential intercrops yields. The study was conducted at the experimental plantation of Sembawa Rubber Research Center using a Randomized Block Design with three replications. The treatment factors are four cropping patterns, i.e: PT1 (monoculture rubber); PT2 (rubber pineapple); PT3 (rubber+sweet corn); and PT4 (rubber+cayenne pepper). Observed parameters in this study included rubber girth expansion, bark thickness, amount of tappable trees, amount of latex yield, and amount of potential intercrops yields. The data were statistically analyzed using ANOVA, followed by DMRT at the level of 5%. The results showed that intercropping treatment significantly affects the growth of rubber trees and reduces unproductive plant phases. Rubber trees in the intercropping treatment were ready for tapping five months earlier than in the monoculture rubber trees. However, the bark thickness was similar to that of the monoculture rubber trees. Intercropping treatments had no effect on latex yield per tree per tapping, but yield per hectare was greater in the intercropping treatments than monocultur rubber trees due to the number of trees that could be tapped was significantly higher.

Keywords: *Agro-forestry, rubber growth, latex yield, rubber intercrops*

ABSTRAK

Tumpang sari karet dengan tanaman ekonomis lainnya dapat meningkatkan produktivitas lahan dan produktivitas karet. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tumpang sari terhadap kesuburan tanah, pertumbuhan lilit batang karet/keliling batang karet, hasil lateks, dan potensi hasil tanaman sela. Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Karet Sembawa menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga ulangan. Faktor perlakuan ada empat pola tanam, yaitu PT1 (karet monokultur); PT2 (karet+nanas); PT3 (karet+jagung manis); dan PT4 (karet+cabai rawit). Parameter yang diamati meliputi: lilit batang karet, tebal kulit batang, matang sadap pohon karet, hasil lateks, potensi hasil tanaman sela dan analisis kesuburan tanah. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan tumpang sari berpengaruh nyata terhadap peningkatan pertumbuhan pohon karet dan mengurangi fase tanaman yang tidak produktif. Pohon karet dengan perlakuan tumpang sari siap untuk disadap lima bulan lebih awal daripada pohon karet monokultur. Sementara ketebalan kulit batang karet tidak berbeda nyata daripada pohon karet monokultur. Perlakuan tumpang sari tidak memberikan pengaruh terhadap hasil lateks per pohon per penyadapan, tetapi hasil per hektar lebih besar dengan perlakuan tumpang sari karena jumlah pohon yang dapat disadap lebih tinggi secara nyata.

Kata kunci: *Agroforestri, pertumbuhan, hasil lateks, tanaman sela*

I. PENDAHULUAN

Tumpang sari karet dengan tanaman ekonomis lainnya dapat meningkatkan produktivitas lahan dan produktivitas karet (Mousavi & Eskandari, 2011; Ferry, Pranowo & Rusli, 2013; Sahuri & Rosyid, 2015; Sahuri, 2019). Sistem tumpang sari karet juga dapat meningkatkan efisiensi penggunaan lahan (Ogwuche, Umar, Esekhad, & Francis, 2012; Pansak, 2015; Sahuri, Cahyo, & Nugraha, 2016; Hondrade et al., 2017; Romyen, Sausue, & Charenjiratragul, 2018).

Beberapa hasil penelitian pola tumpang sari karet dengan tanaman pangan (misalnya dengan padi gogo, jagung, kedelai, dan lain-lain), hortikultura (misalnya dengan nanas, pisang, cabai, dan lain-lain), dan tanaman perkebunan lainnya (seperti kakao, kopi, sawit, tebu, dan lain-lain) telah didokumentasikan dari tahun 1980-an dalam laporan penelitian tahunan Pusat Penelitian Karet Sembawa. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tidak ada efek negatif dari perlakuan tumpang sari terhadap pertumbuhan pohon karet (Sahuri & Rosyid, 2018; Sahuri & Rosyid, 2015; Sahuri, 2019). Penelitian di tempat lain juga menunjukkan hasil yang sama seperti tumpang sari karet dengan padi gogo dan kacang hijau (Hondrade et al., 2017).

Tumpang sari diantara pohon karet berjarak tanam 6 m x 3 m atau 7 m x 3 m hanya dapat dilakukan saat pohon karet berumur 1-2 tahun setelah tanam, lebih dari itu tajuk atau kanopi pohon karet sudah menutup (Xianhai, Mingdao, & Weifu, 2012; Sahuri, 2019c). Pada pohon karet berumur > 2 tahun pengurangan cahaya dapat mencapai 50% dan tanaman sela yang ditanam di bawah naungan 50% memberikan hasil yang lebih rendah dibandingkan dengan keadaan tanpa naungan dengan penurunan hasil mencapai 60% (Fikriati, 2010; Pringadi, Toha, & Guswara, 2012; Sahuri, 2019).

Sedikit penelitian yang menilai pengaruh pola tumpang sari karet terhadap pertumbuhan dan hasil karet setelah

tanaman sela diantara pohon karet sudah tidak ada. Di sisi lain ketika merekomendasikan tumpang sari karet sangat penting melihat bagaimana pengaruh tumpang sari baik terhadap pertumbuhan pohon karet saat belum matang sadap maupun terhadap hasil lateks ketika sudah matang sadap. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh perlakuan tumpang sari terhadap kesuburan tanah, pertumbuhan lilit batang/keliling batang pohon karet, tebal kulit pohon karet, hasil lateks, dan potensi hasil tanaman sela (nanas, jagung manis, dan cabai rawit) pola tumpang sari.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Kebun Percobaan Pusat Penelitian Karet Sembawa, Sumatera Selatan pada jenis tanah *ultisol* yang sudah tidak memiliki lapisan *top soil* dari tahun 2014 sampai tahun 2019 (5 tahun). Areal penelitian terletak pada 104°32,4' BT dan 03°55,7' LS serta ketinggian 10 m dari permukaan laut (m dpl). Topografi areal sebagian besar relatif datar dengan lereng antara 0-10%. Lokasi penelitian dipilih pada areal kebun karet klon IRR 112 yang cukup seragam dengan jarak tanam 6 m x 3 m (populasi 550 pohon/ha).

B. Metode

Penelitian ini merupakan penelitian faktor tunggal menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan tiga kelompok. Faktor perlakuan terdiri dari empat pola tanam yaitu: PT1: karet monokultur; PT2: karet+nanas, PT3: karet+jagung manis; dan PT4: karet+cabai rawit. Jarak tanam, waktu tanam, dan dosis pupuk yang digunakan untuk tanaman sela disajikan pada Tabel 1, sedangkan jadwal dan dosis pemupukan pohon karet disajikan pada Tabel 2.

Parameter pohon karet yang diamati adalah pertumbuhan lilit batang pohon karet atau keliling batang pohon karet (cm), tebal kulit pohon karet (mm) dan hasil lateks pada pohon matang sadap (gram/pohon/penyadapan). Lilit batang atau keliling batang pohon karet diukur pada ketinggian 100 cm dari pertautan okulasi (dpo), pada umur 12 sampai 60 bulan setelah tanam (BST) yang dibandingkan antara pohon karet pola tumpang sari dengan pola karet monokultur. Tebal kulit pohon karet diukur pada ketinggian 100 cm dari dpo pada umur 60 bulan setelah tanam yang dibandingkan antara pohon karet pola tumpang sari dengan pola karet monokultur. Pohon matang sadap mengikuti standar lilit batang pohon karet ≥ 45 cm. Parameter tanaman sela yang diamati adalah produksi buah nanas,

jagung manis, dan buah cabai rawit per ha. Luas plot tanaman sela diantara nanas, jagung manis, dan cabai rawit sebagai tanaman sela diantara pohon karet masing-masing 1 ha. Pengolahan tanah dilakukan pada tiap plot secara minimal (*minimum tillage*) dan pembersihan gulma. Jarak plot dari pohon karet 1-1,5 m dan jarak antara plot 1 m. Pola tanam tumpang sari dapat dilihat pada Gambar 1.

Untuk mengetahui kondisi iklim setempat, maka dilakukan analisis data curah hujan dan laju evapotranspirasi yang diperoleh dari Stasiun Klimatologi dan Geofisika terdekat. Analisis kelas kesesuaian iklim untuk pohon karet menurut Wijaya, (2015). Selanjutnya dilakukan analisis tanah berdasarkan kriteria kesuburan tanah menurut Wijaya, (2018).

Tabel (Table) 1. Jarak tanam, waktu tanam, dan dosis pupuk untuk tanaman sela karet (*Spacing, planting time, and dosage of fertilizer for rubber intercrops*)

Tanaman sela (<i>Rubber intercrops</i>)	Jarak tanam (<i>Crop distance</i>) (cm ²)	Jarak dari pohon karet (<i>Distance from rubber tree</i>) (cm)	Waktu tanam pada musim hujan (<i>Planting time in rainy season</i>)	Pupuk (<i>Fertilizer</i>) (kg/ha)			
				Urea (<i>Potassium Chloride</i>)	KCl (<i>Potassium Chloride</i>)	TSP (<i>Triple Super Phosphate</i>)	Dolomit (<i>Dolomite</i>)
1. Nanas (<i>Pineapple</i>)	100 x 50	150	Awal	300	150	200	750
2. Jagung manis (<i>Sweet corn</i>)	80 x 20	100	Pertengahan	350	150	250	750
3. Cabai rawit (<i>Cayenne pepper</i>)	80 x 60	100	Pertengahan	150	100	150	750

Keterangan (*Remarks*): Populasi dan areal tanaman sela sebagai tumpang sari karet adalah 50-60% dari monokultur dengan jarak dari barisan pohon karet adalah 1,0-1,5 m (*The population and areal of pineapple/sweet corn/cayenne pepper as rubber intercrops 50-60% of monoculture with a distance from the row of rubber trees is 1.0-1.5 m*)

Tabel (Table) 2. Jadwal pemupukan untuk pohon karet (*Fertilizer schedule for rubber tree*)

Jenis pupuk (<i>Fertilizer type</i>)	Jumlah pupuk (kg/pohon/tahun) (<i>Amount of fertilizer</i>) (kg/tree/year)		
	Tahun keempat setelah tanam (4 th <i>year after planting</i>)	Tahun kelima setelah tanam sebelum disadap (5 th <i>year after planting</i> <i>before tapping</i>)	Saat disadap (<i>Tapping period</i>)
1. Urea	0,75	0,60	0,85
2. TSP (<i>Triple Super Phosphate</i>)	0,78	0,50	0,44
3. KCl (<i>Potassium Chloride</i>)	0,50	0,50	0,70
4. Kiserit (<i>Kieserite</i>)	0,23	0,20	0,15

Keterangan (*Remarks*): Dosis pupuk yang digunakan berdasarkan hasil analisis hara tanah dan daun (*The fertilizer dosage used was based on the results of soil and leaf nutrient analysis*)



PT2



PT3



PT4

Gambar (Figure) 1. Plot tumpang sari (*Intercropping plots*), PT2 = Tanaman karet + nanas (*Rubber + pineapple*), PT3 = Tanaman karet + jagung manis (*Rubber + sweet corn*), dan PT4 = Tanaman karet + cabai rawit (*Rubber + cayenne pepper*)

C. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis menggunakan sidik ragam, jika berbeda nyata dilanjutkan dengan uji lanjut *Duncan Multiple Range Test* pada taraf 5%.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

1. Kondisi iklim lokasi penelitian

Rata-rata curah hujan bulanan, laju evapotranspirasi, dan jadwal penanaman tanaman sela pada musim tanam 2014 sampai 2019 di Stasiun Pusat Penelitian Sembawa disajikan pada Gambar 2. Jenis tanah di lokasi penelitian adalah *ultisol*.

Rata-rata curah hujan tahun 2014-2019 di lokasi penelitian adalah 2.036 mm/tahun dengan curah hujan tertinggi pada bulan November-April (> 200 mm) dan bulan kering Mei-Oktober (< 100 mm). Berdasarkan rata-rata curah hujan bulanan dari tahun 2014 sampai 2019 menunjukkan bahwa lokasi penelitian termasuk dalam Tipe Iklim C3, yaitu tipe iklim yang agak lembab dengan jumlah bulan basah (curah hujan > 200 mm) antara 5-6 bulan dan jumlah bulan kering (curah hujan < 100 mm) antara 4-6 bulan (As-Syakur, 2009). Kondisi ini menunjukkan bahwa penanaman tanaman sela semusim di antara pohon karet secara optimal hanya dapat dilakukan satu kali dalam setahun. Berdasarkan kelas kesesuaian iklim untuk

pohon karet, maka lokasi penelitian termasuk kelas S2 (agak sesuai).

2. Analisis tanah

Hasil analisis tanah di lokasi penelitian menunjukkan bahwa adanya tanaman sela diantara pohon karet berpengaruh positif terhadap peningkatan kesuburan lahan karet. Hasil analisis pH tanah menunjukkan bahwa pH tanah meningkat dari sangat masam menjadi masam, C-organik meningkat dari rendah menjadi tinggi dan P meningkat dari rendah menjadi sedang, sedangkan N, K, dan KTK masih rendah (Tabel 3). Kesuburan tanah karena adanya tanaman sela nyata meningkat daripada karet monokultur. Hal ini karena adanya *input* hara seperti pupuk anorganik dan pupuk organik serta pemeliharaan tanaman sela yang menyebabkan struktur tanah menjadi lebih baik dan kondisi tanah kaya akan unsur hara yang sangat dibutuhkan oleh tanaman karet.

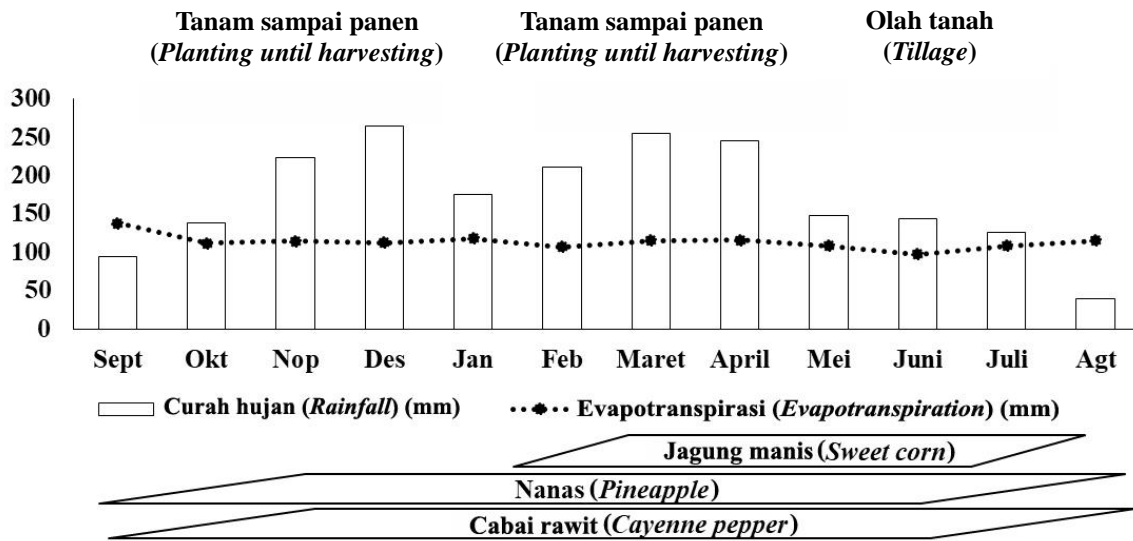
3. Lilit batang pohon karet

Lilit batang pohon karet pada 100 cm di atas pertautan okulasi sampai pada pertumbuhan karet umur lima tahun ditunjukkan pada Gambar 3. Lilit batang karet yang diukur selama lima tahun pertumbuhan menunjukkan bahwa lilit batang pohon karet pola tumpang sari ternyata lebih besar ($P = 0,0062$) daripada

pohon karet monokultur yang meningkat seiring waktu dan umur tanaman (Gambar 3a). Laju pertumbuhan lilit batang pohon karet karena pola tumpang sari terbukti mencapai tingkat pertumbuhan lebih cepat daripada pohon karet monokultur selama periode percobaan lima tahun (Gambar 3b). Jika pertumbuhan pohon karet dianggap linier dari waktu ke waktu, maka pertumbuhan lilit batang pohon karet tahunan dengan pola tumpang sari mencapai 9,26 cm per tahun, sedangkan pohon karet monokultur hanya mencapai 8,54 cm per tahun (Gambar 3).

4. Tebal kulit batang pohon karet

Ketebalan kulit pohon karet merupakan salah satu faktor penentu hasil lateks. Ketebalan kulit pohon karet tidak dipengaruhi oleh perlakuan tumpang sari tetapi berubah seiring waktu. Ketebalan kulit batang pohon karet pola tumpang sari pada umur lima tahun setelah tanam tidak berbeda nyata dengan karet monokultur, yaitu masing-masing adalah 5,80 mm dan 5,75 mm (Gambar 4). Hal ini karena pengukuran hanya dilakukan pada pohon karet saat matang sadap. Tebal kulit batang pohon karet jelas meningkat ketika pohon tumbuh. Penelitian ini, menunjukkan bahwa perlakuan tumpang sari tidak memiliki efek negatif terhadap ketebalan kulit batang pohon karet.

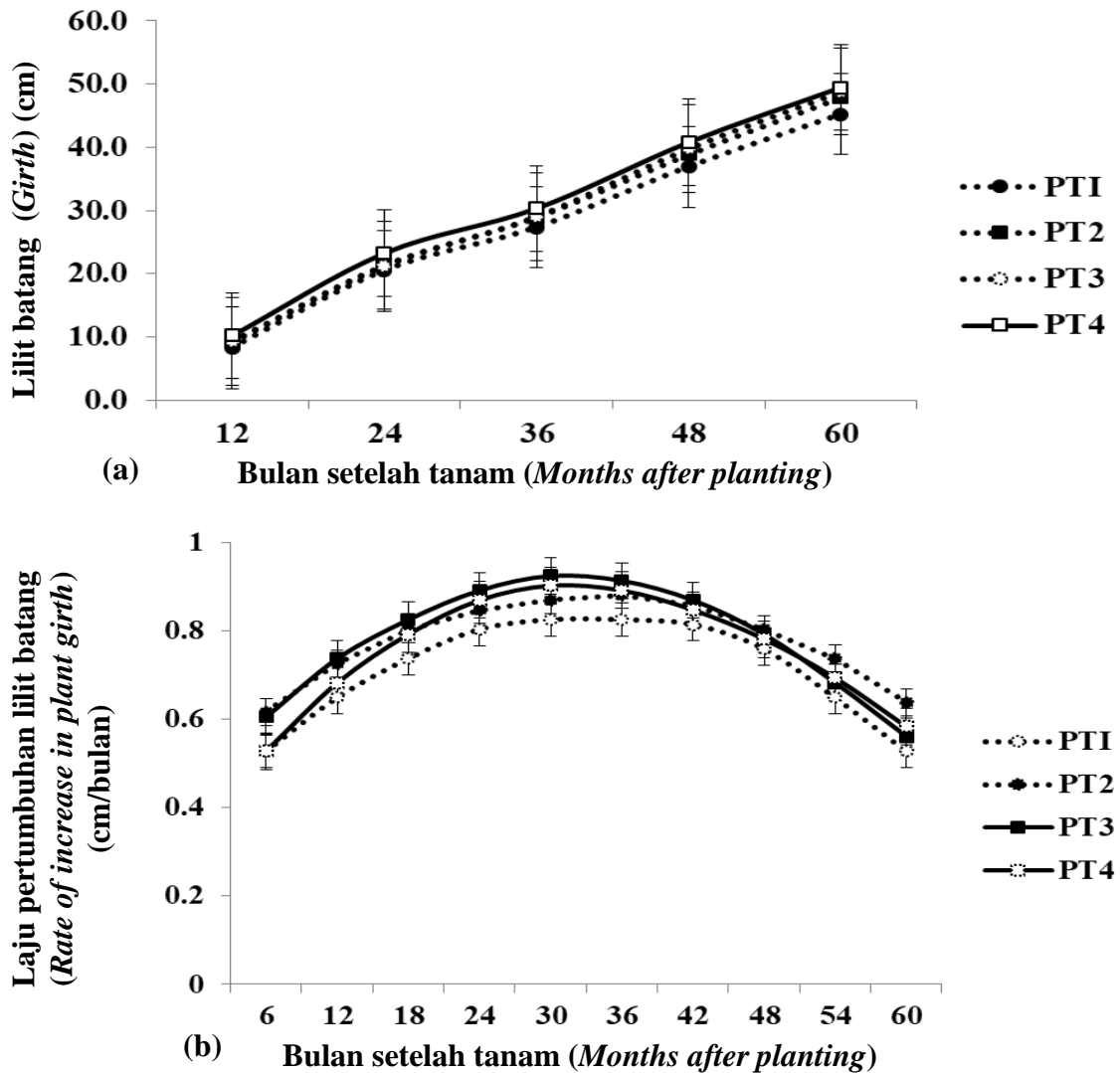


Gambar (Figure) 2. Rata-rata curah hujan bulanan, laju evapotranspirasi, dan jadwal penanaman tanaman sela pada musim tanam 2014-2019 di Stasiun Pusat Penelitian Sembawa (Average monthly rainfall, evapotranspiration rate, and the planting schedule of intercrops in the period of 2014-2019 growing season at Sembawa Research Center Station)

Tabel (Table) 3. Pengaruh tumpang sari karet/nanas/jagung manis/cabai rawit terhadap kesuburan tanah di antara pohon karet (Effects of rubber/pineapple/sweet corn/cayenne pepper intercropping in the soil in between rubber trees)

Pola tanam (Cropping system)	Variabel (Variable)					
	pH	C-organic	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	KTK
PT1	4,39b (sm)	1,51c (r)	0,24c (r)	4,23b (sr)	0,15a (sr)	6,198b (r)
PT2	4,95a (m)	4,07ab (t)	0,31b (r)	9,20a (sd)	0,19a (sr)	14,05a (r)
PT3	5,22a (m)	4,83a (t)	0,31b (r)	8,48a (sd)	0,21a (sr)	11,43a (r)
PT4	4,94a (m)	3,78ab (t)	0,41a (r)	7,39a (sd)	0,21a (sr)	12,01a (r)

Keterangan (Remarks): Kode perlakuan PT1, PT2, PT3, dan PT4 masing-masing merujuk pada tanaman karet monokultur dan pola tumpang sari dengan nanas, jagung manis, dan cabai rawit (Treatment codes PT1, PT2, PT3, and PT4 refer to monoculture rubber and rubber based intercropping with pineapple, sweet corn, and cayenne pepper intercrops, respectively); Angka-angka yang diikuti oleh huruf yang sama pada kolom yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5% (Means with the same letter within column are not significantly different ($P < 0.05$)). sm = sangat masam (very acid); m = masam (acid); t = tinggi (height); sd = sedang (moderate); r = rendah (low), sr = sangat rendah (very low)



Keterangan (Remarks): Kode perlakuan PT1, PT2, PT3, dan PT4 masing-masing merujuk pada tanaman karet monokultur dan pola tumpang sari dengan nanas, jagung manis, dan cabai rawit (*Treatment codes PT1, PT2, PT3, and PT4 refer to monoculture rubber and rubber based intercropping with pineapple, sweet corn, and cayenne pepper intercrops, respectively*)

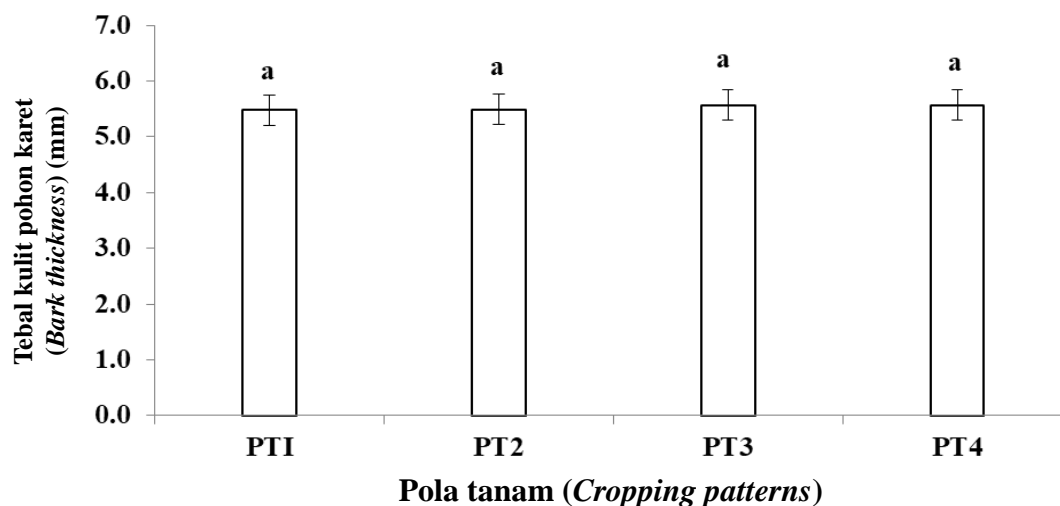
$$YPT1 = -0.0138x^2 + 0.1529x + 0.3385 \quad (r^2 = 0.99);$$

$$YPT2 = -0.0113x^2 + 0.1255x + 0.4498 \quad (r^2 = 0.99);$$

$$YPT3 = -0.0152x^2 + 0.1614x + 0.4058 \quad (r^2 = 0.99);$$

$$YPT4 = -0.0154x^2 + 0.172x + 0.3355 \quad (r^2 = 0.99)$$

Gambar (Figure) 3. Pengaruh tumpang sari karet/nanas/jagung manis/cabai rawit pada (a) lilit batang dan (b) laju pertumbuhan lilit batang karet diukur pada ketinggian 100 cm di atas pertautan okulasi (*Effects of rubber/pineapple/sweet corn/cayenne pepper intercropping on the (a) girth expansion and (b) estimated rate of girth increase of rubber measured at height of 100 cm above the bud-grafted union*)



Keterangan (Remarks): Kode perlakuan PT1, PT2, PT3, dan PT4 masing-masing merujuk pada tanaman karet monokultur dan pola tumpang sari dengan nanas, jagung manis, dan cabai rawit (*Treatment codes PT1, PT2, PT3, and PT4 refer to monoculture rubber and rubber based intercropping with pineapple, sweet corn, and cayenne pepper intercrops, respectively*)
Diagram batang yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5% (*A bar chart followed by the same letter means that there is no significant in Duncan's test of 5%*)

Gambar (Figure) 4. Rata-rata tebal kulit pohon karet pada umur lima tahun yang diukur pada ketinggian 100 cm dari pertautan okulasi (*Effects of intercropping treatment on bark thickness of rubber trees after 5 years growth based on girth measurements at heights 100 cm above bud-grafted union*)

5. Matang sadap pohon karet

Pada tahun kelima, mayoritas pohon karet pada semua pola tumpang sari lebih dari 60% lilit batang pohon karet sudah mencapai 45 cm dibandingkan dengan pola karet monokultur (59%). Pohon-pohon karet dalam perlakuan tumpang sari dapat matang sadap (yaitu 45 cm) lebih awal daripada pohon karet monokultur. Dengan demikian, pohon karet yang diperlakukan tumpang sari pada umur lima tahun siap untuk disadap lima bulan lebih awal daripada pada pohon karet monokultur. Proporsi pohon karet yang mencapai lilit batang melebihi 60% merupakan standar yang digunakan untuk memulai penyadapan secara komersial. Tidak hanya pada pohon-pohon karet contoh, tetapi di semua pohon karet pada pola tumpang sari memiliki matang sadap lebih awal daripada pohon karet monokultur. Hal ini terlihat dari ukuran

lilit batang yang diukur pada ketinggian 100 cm dari pertautan okulasi umur 5 tahun setelah penanaman (Gambar 5).

6. Hasil lateks

Variasi musiman hasil lateks per pohon per penyadapan (gram/pohon/ penyadapan) ditunjukkan pada Gambar 6. Tidak ada pengaruh perlakuan tumpang sari yang konsisten terhadap hasil lateks per pohon per penyadapan. Hasil lateks rendah pada bulan Agustus dan September karena bertepatan dengan musim kemarau (sedikit hujan turun) dan musim gugur daun selama bulan-bulan kering. Hasil lateks tinggi terjadi selama kuartal awal dan akhir tahun, karena bertepatan dengan musim penghujan dan dedaunan kanopi mulai membaik (Gambar 6). Jumlah pohon yang dapat disadap berdasarkan standar lilit batang pohon karet ≥ 45 cm secara statistik nyata lebih tinggi dengan

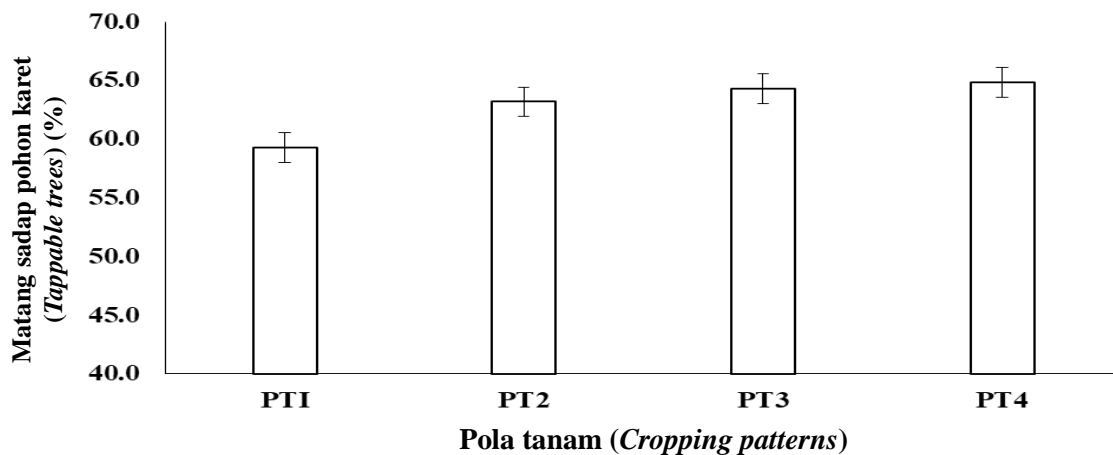
perlakuan tumpang sari daripada perlakuan karet monokultur ($P < 0,0001$) dengan hasil menunjukkan bahwa total hasil lateks selama 12 bulan secara konsisten lebih tinggi dengan perlakuan tumpang sari daripada perlakuan karet monokultur (Gambar 7).

7. Potensi hasil nanas, jagung manis, dan cabai rawit sebagai tanaman di antara pohon karet

Tanaman nanas, jagung manis, dan cabai rawit sebagai tanaman sela diantara pohon karet berjarak tanam 6 m x 3 m hanya dapat ditanam sampai pohon karet berumur 2 tahun. Populasi tanaman tersebut diantara pohon karet berjarak tanam 6 m x 3 m adalah 60% dari populasi monokultur dengan jarak dari barisan pohon karet adalah 1,0-1,5 m. Potensi hasil nanas, jagung manis dan cabai rawit di sela pohon karet belum menghasilkan seluas 1 ha disajikan pada Tabel 4.

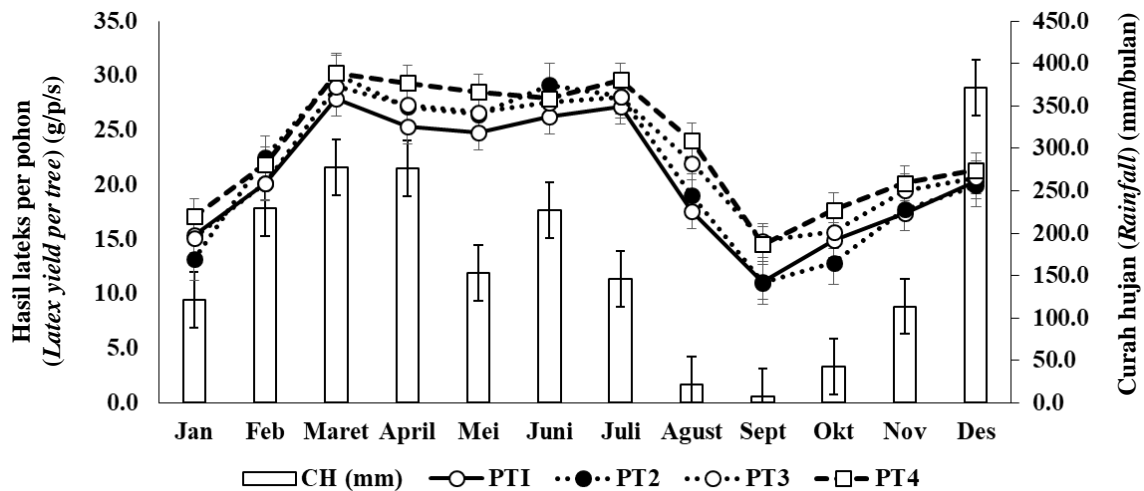
Untuk menentukan tingkat produktivitas lahan digunakan Nisbah Kesetaraan Lahan (NKL), yang merupakan rasio antara area yang dibutuhkan dalam pola monokultur dengan unit area pola tumpang sari pada tingkat manajemen yang sama untuk memberikan jumlah hasil yang sama. Tabel 4 menunjukkan hasil dari berbagai skenario pola tanam. Total area yang dibutuhkan untuk pohon karet, nanas, jagung manis, dan cabai rawit ditanam dalam pola monokultur untuk menghasilkan setara dengan 1 ha pola tumpang sari adalah 1,84. Ini berarti pola tumpang sari memiliki keunggulan dibandingkan dengan monokultur.

$$\begin{aligned}
 NKL &= \left(\frac{6.637}{10.885} + \frac{6.098}{9.879} + \frac{4.834}{7.927} \right) \\
 &= 0,61 + 0,62 + 0,61 \\
 &= 1,84 \text{ ha}
 \end{aligned}$$



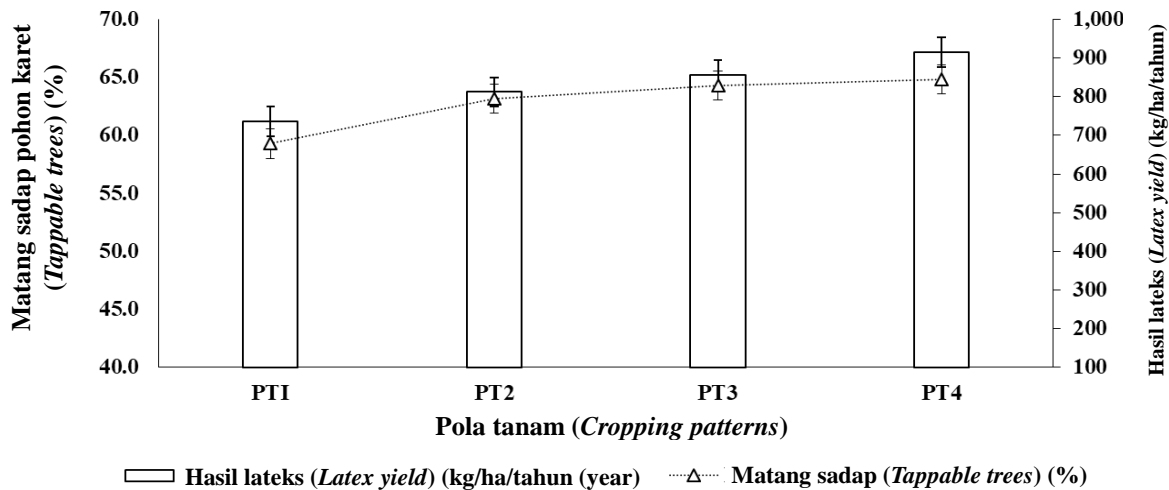
Keterangan (Remarks): Kode perlakuan PT1, PT2, PT3, dan PT4 masing-masing merujuk pada tanaman karet monokultur dan pola tumpang sari dengan nanas, jagung manis, dan cabai rawit (*Treatment codes PT1, PT2, PT3, and PT4 refer to monoculture rubber and rubber based intercropping with pineapple, sweet corn, and cayenne pepper intercrops, respectively*)
 Diagram batang yang diikuti oleh huruf yang sama berarti tidak berbeda nyata pada uji Duncan taraf 5% (*A bar chart followed by the same letter means that there is no significant in Duncan's test of 5%*)

Gambar (Figure) 5. Rata-rata persentase pohon karet yang sudah matang disadap pada perlakuan monokultur, tumpang sari dengan karet/nanas/jagung manis/cabai rawit terhadap pada umur lima tahun (*Intercropping treatment effects on the average percentage of tapping trees after 5 years old*)



Keterangan (Remarks): Kode perlakuan PT1, PT2, PT3, dan PT4 masing-masing merujuk pada tanaman karet monokultur dan pola tumpang sari dengan nanas, jagung manis, dan cabai rawit (*Treatment codes PT1, PT2, PT3, and PT4 refer to monoculture rubber and rubber based intercropping with pineapple, sweet corn, and cayenne pepper intercrops, respectively*). CH = curah hujan (Rainfall)

Gambar (Figure) 6. Pengaruh perlakuan tumpang sari karet/nanas/jagung manis/cabai rawit terhadap hasil lateks per pohon karet per penyadapan (gram/pohon/ penyadapan) (*Intercropping treatment effects on latex yield of rubber at the individual tree level measured at individual harvests (gram/tree/tapping)*)



Keterangan (Remarks): Kode perlakuan PT1, PT2, PT3, dan PT4 masing-masing merujuk pada tanaman karet monokultur dan pola tumpang sari dengan nanas, jagung manis, dan cabai rawit (*Treatment codes PT1, PT2, PT3, and PT4 refer to monoculture rubber and rubber based intercropping with pineapple, sweet corn, and cayenne pepper intercrops, respectively*)

Gambar (Figure) 7. Pengaruh perlakuan tumpang sari tumpang sari karet/nanas/jagung manis/cabai rawit terhadap hasil lateks per ha per tahun dan persentase matang sadap pohon karet (%) (*Intercropping treatment effects on 1st yield rubber per ha and percentage of tapping trees*)

Tabel (Table) 4. Potensi hasil nanas, jagung manis dan cabai rawit di sela pohon karet belum menghasilkan seluas 1 ha (*Potential yields of pineapple, sweet corn, and cayene pepper between immature rubber trees on an area of 1 ha*)

Tanaman sela (<i>Rubber intercrops</i>)	Populasi per ha (<i>Population per ha</i>)			Produksi (<i>Production</i>) (kg/ha)		
	Nanas (<i>Pineapple</i>)	Jagung manis (<i>Sweet corn</i>)	Cabai rawit (<i>Cayene pepper</i>)	Nanas (<i>Pineapple</i>)	Jagung manis (<i>Sweet corn</i>)	Cabai rawit (<i>Cayene pepper</i>)
1. Monokultur (<i>Monoculture</i>)	16.000	50.000	33.333	10.885	9.879	7.927
2. Tumpang sari (<i>Intercropping</i>)	7.520	24.000	15.667	6.637	6.098	4.834

Sumber (*Source*): Diolah dari data primer (2019); Populasi dan areal nanas/jagung/cabai sebagai tumpang sari karet adalah 50-60% dari monokultur dengan jarak dari barisan pohon karet adalah 1,0-1,5 m (*The population and areal of pineapple/maize/cayenne pepper as rubber intercrops 50-60% of monoculture with a 1.0-1.5 m distance from the row of rubber trees*)

B. Pembahasan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pola tumpang sari karet berpengaruh positif terhadap peningkatan kesuburan tanah dan tidak menyebabkan persaingan unsur hara dalam tanah. Seperti yang dilaporkan Esekhide, Idoko, Osazuwa, Kore, & Mesike, (2014), sistem tumpang sari karet nyata dapat meningkatkan karbon organik, unsur nitrogen, dan fosfor dalam tanah. Namun, jika tanahnya terus ditanami dalam jangka panjang akan terjadi penipisan unsur hara akibat dari perlakuan tumpang sari. Oleh karena itu, penambahan pupuk khususnya nitrogen, dan fosfor tetap dilakukan untuk meningkatkan pertumbuhan pohon karet dan tanaman selanya. Khongdee & Pansak, (2015) juga melaporkan bahwa perlakuan tumpang sari karet tidak berpengaruh negatif terhadap kandungan hara dan kelembaban tanah, sehingga tidak menyebabkan persaingan unsur hara dalam tanah. Tumpang sari karet dengan pisang dapat meningkatkan karbon organik dan mikroba pengikat nitrogen (Tetteh et al., 2019).

Kesuburan tanah akibat adanya tumpang sari di tanaman karet menyebabkan pertumbuhan lilit batang (keliling) pohon karet meningkat daripada pohon karet monokultur. Laju

pertumbuhan lilit batang pohon karet dengan pola tumpang sari terbukti mencapai tingkat pertumbuhan lebih cepat daripada pohon karet monokultur selama periode lima tahun. Riap tahunan lilit batang pohon karet pada umur lima tahun pada pola tumpang sari mencapai 9,26 cm/tahun, sedangkan pohon karet monokultur hanya mencapai 8,54 cm/tahun. Sistem tumpang sari karet dengan tanaman sorgum dan kedelai dapat meningkatkan kesuburan lahan, sehingga laju pertumbuhan lilit batang pohon karet dengan pola tumpang sari lebih cepat daripada pohon karet monokultur (Tistama, Dalimunthe, Sembiring, Fauzi, Hastuti, & Suharsono, 2016).

Pertumbuhan lilit batang pohon karet pola tumpang sari lebih tinggi, sehingga pohon karet lebih awal matang sadap daripada karet monokultur. Pola tumpang sari berpengaruh positif terhadap pertumbuhan karet selama lima tahun. Pohon karet dengan perlakuan tumpang sari siap untuk disadap lima bulan lebih awal daripada pada pohon karet monokultur. Hal ini mendukung hasil penelitian Esekhide, Idoko, Osazuwa, Kore, & Mesike, (2014) yang menyatakan bahwa pohon karet yang ditanam secara tumpang sari dapat mencapai matang sadap lebih awal daripada yang ditanam secara monokultur.

Romyen, Sausue, & Charenjiratragul, (2018), juga menambahkan bahwa sistem tumpang sari karet dapat memperpendek waktu sadap, sehingga mempercepat pengembalian investasi.

Sementara ketebalan kulit pohon karet yang diperlakukan tumpang sari dengan pohon karet yang monokultur ternyata tidak berbeda signifikan. Begitu juga perlakuan tumpang sari tidak ada pengaruh yang konsisten terhadap hasil lateks per pohon per penyadapan. Namun, hasil per ha lateks dari lahan yang ada tumpang sari ternyata lateksnya lebih banyak daripada karet yang monokultur. Hal ini dikarenakan jumlah pohon yang dapat disadap pada lahan yang ditumpangsarikan nyata lebih banyak. Mousavi & Eskandari, (2011), melaporkan bahwa hasil lateks meningkat dengan tumpang sari karena tingkat pertumbuhan lilit batang pohon karet lebih tinggi, sehingga jumlah pohon yang dapat disadap jumlahnya lebih banyak.

Sistem tumpang sari ini dapat meningkatkan produktivitas kebun karet, sehingga meningkatkan pendapatan petani. Sistem tumpang sari karet dapat meningkatkan produktivitas lahan kebun karet dan pendapatan rumah tangga petani (Romyen, Sausue, & Charenjiratragul, 2018; Sahuri, 2019c). Sistem tumpang sari karet lebih menguntungkan secara ekonomi daripada yang monokultur (Snoeck, Lacotea, Kéli, Doumbiac, Chapuseta, Jagoret, & Goheta, 2013; Romyen, Sausue, & Charenjiratragul, 2018).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Pola tumpang sari karet dengan tanaman jangka pendek memberikan penghasilan tambahan yang nyata selama periode pertumbuhan pohon karet belum matang sadap, ketika tidak ada lateks yang diproduksi. Pola tumpang sari berpengaruh nyata terhadap peningkatan pertumbuhan

pohon karet dan mengurangi fase tanaman belum menghasilkan yang tidak produktif. Pola tumpang sari memiliki pengaruh positif terhadap pertumbuhan karet sampai umur lima tahun. Pohon karet dengan perlakuan tumpang sari siap untuk disadap lima bulan lebih awal daripada pada pohon karet monokultur. Sementara ketebalan kulit batang pohon karet tidak berbeda nyata dengan pohon karet monokultur. Perlakuan tumpang sari tidak ada pengaruh yang konsisten terhadap hasil lateks per pohon per penyadapan, tetapi hasil per ha lebih banyak dengan perlakuan tumpang sari karena jumlah pohon yang dapat disadap lebih banyak.

B. Saran

Diperlukan penelitian sistem tumpang sari berbasis karet yang lebih komprehensif pada berbagai lokasi tanaman karet. Pengembangan teknologi tumpang sari karet + tanaman ekonomi lainnya (nanas, jagung manis, dan cabai rawit) diperlukan dukungan dari berbagai pihak. Dalam operasionalisasi di lapangan, bimbingan teknis dan penguatan kelembagaan ekonomi seperti lembaga pengolahan, penyimpanan, dan pemasaran hasil memegang peranan penting.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kepada Ir. M. Jahidin Rosyid, M.S. sebagai peneliti utama yang telah memberikan masukan dan saran dalam penulisan makalah ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada Oktalisa Yuna, S.P. sebagai teknisi yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

As-syakur, A.R. (2009). Evaluasi zona agroklimat dari klasifikasi Schmidt-Ferguson menggunakan aplikasi Sistem Informasi Geografi (SIG). *Jurnal Pijar MIPA*, 3(1), 17-22.

- Esekhade, T.U., Idoko, S.O., Osazuwa, Kore, I.K., & Mesike, C.S. (2014). Effect of intercropping on the gestation period of rubber. *Journal of Agricultural Research*, 3(8), 150-153.
- Ferry, Y., Pranowo, D., & Rusli. (2013). The effect of intercropping on the growth of immature rubber in a gradual felling system. *Buletin Riset Tanaman Industri*, 4, 225-230.
- Fikriati, M. (2010). Adaptation test of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) shade tolerance under rubber in rubber smallholder in Sarolangun District, Jambi. [Skripsi]. Institut Pertanian Bogor.
- Hondrade, R.F., Edwin, H., Zheng, L., Elazegui, F., Lynne, J.A., Duque, E., Christopher, C.M., Casiana M.VC., & Garrett, K.A. (2017). Cropping system diversification for food production in Mindanao rubber plantations: a rice cultivar mixture and rice intercropped with mungbean. *Peer Journal*, 5, 1-20. DOI 10.7717/peerj.2975.
- Khongdee, N., & Pansak, W. (2015). Effect of rubber intercropping on plant nutrients and soil moisture on slop land of Northern Thailand. *Research & Innovation*, 475-482. <https://www.researchgate.net/publication/283623721>.
- Mousavi, S.R., & Eskandari, H. (2011). A general overview on intercropping and its advantages in sustainable agriculture. *J. Appl. Environ. Biol. Sci.*, 1(11), 482-486.
- Ogwuche, P., Umar, H.Y., Esekhade, T.U., & Francis, S.Y. (2012). Economies of intercropping natural rubber with arable crops: a panacea for poverty alleviation of rubber farmers. *Journal of Agriculture Social Science*, 8, 100-102.
- Pansak, W. (2015). Assessing rubber intercropping strategies in Northern Thailand using the water, nutrient, light capture in agroforestry systems model. *Kasetsart Journal*, 49, 785-794.
- Pringadi, K., Toha, H.M., & Guswara, A. (2012). NPK fertilization of upland rice as rubber intercrops in rubber immature. *Jurnal Soil Rens*, 2, 133-141.
- Romyen, A. Sausue, P., & Charenjiratragul, S. (2018). Investigation of rubber-based intercropping system in Southern Thailand. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, 39, 135-142. <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2017.12.002> 2452-3151.
- Sahuri, & Rosyid, M.J. (2015). Optimization of land between rubber rows using cayenne pepper (*Capsicum frutescens* Linn.) as intercrops. *Warta Perkaretan*, 34, 77-88.
- Sahuri, Cahyo, A.N., & Nugraha, I.S. (2016). Rubber-rice intercropping system at farmer level in tidal swamp (case study in Nusantara Village, Air Sugihan, OKI District, South Sumatra Province). *Warta Perkaretan*, 35, 107-120.
- Sahuri, & Rosyid, M.J. (2018). *Saptabina usahatani karet rakyat: pola usahatani karet*. Palembang, Indonesia: Balai Penelitian Sembawa.
- Sahuri. (2019). Technology of rubber-crop intercropping: constraints and opportunities of sustainable development. *Jurnal Litbang Pertanian*, 38(1), 23-34.
- Sahuri, Cahyo, A.N., Ardika, R., Nugraha, I.S., Alamsyah, A., & Nurmansyah. (2019c). Modification of rubber (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg.) spacing for long-term intercropping. *Journal of Tropical Crop Science*, 6(1), 50-59.
- Snoeck, D., Lacotea, R., Kéli, J., Doumbiac, A., Chapuseta, T., Jagoret, P., & Goheta, É. (2013). Association of hevea with other tree crops can be more profitable than hevea monocrop during first 12 years. *Industrial Crops and Products*, 43, 578-586.

- Tetteh, E.N., Abunyewa, A.A., Tuffour, H.O., Berchie, J.N., Acheampong, P.P., Ampofo, K.T., Dawoe, E., Logah, V., Agbenyega, O., Ennin, S.A., Nunoo, I., Melenya, C., Danquah, E.O., Barnes, V.R., & Partey, S.T. (2019). Rubber and plantain intercropping: Effects of different planting densities on soil characteristics. *PLoS ONE*, *14*(1), e0209260. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0209260>.
- Tistama, R., Dalimunthe, C.I., Sembiring, Y.R.V., Fauzi, I.R., Hastuti, R.D., & Suharsono. (2016). Intercropping of shorgum and soybean for increasing of land productivity in rubber immature (*Hevea brasiliensis* Muell Arg). *Indonesian Journal of Natural Rubber Research*, *34*, 61-76.
- Wijaya, T. (2015). The utilization of climate data to support agronomic practices in rubber plantation. Proceedings Int. Rub. Conf., 1-3 Nov. 2015, Vietnam.
- Wijaya, T. (2018). Kesesuaian tanah dan iklim untuk tanaman karet. *Warta Per karetan*, *27*(2), 34-44.
- Xianhai, Z., Mingdao, C., & Weifu, L. (2012). Improving planting pattern for intercropping in the whole production span of rubber tree. *African Journal of Biotechnology*, *11*, 8484-8490.

POLA KERAPATAN DAN KERAGAMAN TEGAKAN HUTAN DIPTEROKARPA SEKUNDER

(Pattern of Density and Diversity of Secondary Dipterocarps Forest Stand)

Farida Herry Susanty*

Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Ekosistem Hutan Dipterokarpa
Jl. A.Wahab Syahrani No.68, Sempaja, Samarinda; Tlp. (0541) 206364, Fax (0541) 742298
*E-mail: fhsusanty@gmail.com

Tanggal diterima: 27 Februari 2020; Tanggal disetujui: 29 April 2020; Tanggal direvisi: 13 Mei 2020

ABSTRACT

The assessment of dipterocarp secondary forest recovery has important parameters namely stand density and diversity of forest species composition. This study aims to determine trends in patterns of change in density and diversity of secondary dipterocarp stands in natural forests based on variations in logging aged as projections of natural recovery that occurs in production natural forests. The study was conducted at the Natural Forest IUPHHK of PT. Gunung Gajah Abadi, Wahau, East Kalimantan. Data collection period on 2016-2019 by building temporary sampling plots of 11 plots (11 hectares) on 7 variations of logging aged. Density parameters (i.e. number of trees and basal area per unit area) and diversity (number of species, heterogeneity index, species abundance and evenness index) of Dipterocarp secondary forest stands will vary over the logging aged. The form of the relationship of stand density, abundance index and species evenness index is logarithmic regression form, while for base field parameter, the number and index of species diversity are polynomial or quadratic regression. Aged stands after logging is a factor that influences quite a large number of species composition, but is not large enough for other stand density and diversity parameters.

Keywords: Basal area, index heterogeneity, species abundance, evenness index, density

ABSTRAK

Penilaian pemulihan hutan sekunder dipterokarpa mempunyai parameter penting, yaitu kerapatan tegakan dan keragaman komposisi jenis hutan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kecenderungan pola perubahan kerapatan dan keragaman tegakan pada hutan alam dipterokarpa sekunder berdasarkan variasi umur tebangan sebagai proyeksi tingkat pemulihan (*recovery*) alami yang terjadi pada hutan alam produksi. Penelitian dilaksanakan di IUPHHK Hutan Alam PT Gunung Gajah Abadi, Wahau, Kalimantan Timur. Periode pengumpulan data pada tahun 2016-2019 dengan pembuatan plot *sampling temporer* sebanyak 11 plot (seluas 11 ha) pada tujuh variasi umur tebangan. Parameter kerapatan (jumlah pohon dan bidang dasar per satuan luas) dan keragaman (jumlah jenis, indeks keanekaragaman, kelimpahan jenis dan indeks pemerataan jenis) tegakan hutan sekunder dipterokarpa akan bervariasi sepanjang umur tebangan. Bentuk hubungan parameter kerapatan tegakan, indeks kelimpahan dan indeks pemerataan jenis adalah berbentuk regresi logaritma, sedangkan untuk parameter bidang dasar tegakan, jumlah dan indeks keanekaragaman jenis berbentuk regresi polynomial atau kuadrat. Umur tegakan setelah penebangan merupakan faktor yang memengaruhi cukup besar terhadap komposisi jumlah jenis, tetapi tidak cukup besar untuk parameter kerapatan dan keragaman tegakan lainnya.

Kata kunci: Bidang dasar, indeks keanekaragaman, kelimpahan jenis, indeks pemerataan, kerapatan

I. PENDAHULUAN

Hutan dipterokarpa campuran sebagai bagian dari hutan hujan daratan rendah dengan tingkat produktivitas dan keanekaragaman yang tinggi. Sebagian besar hutan dipterokarpa merupakan hutan alam produksi yang secara kontinyu dilakukan penebangan. Berdasarkan data dalam *Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia Tahun 2014-2018*, Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) pada tahun 2019, luas hutan alam produksi baik dengan status tetap maupun terbatas mencapai 38,76 juta ha atau mencakup 48,33% dari luas areal berhutan, sedangkan hingga tahun 2018, dari total luasan areal hutan tersebut, kondisi hutan sekunder mencapai 45,18% (Direktorat IPSDH, 2019). Kondisi ini semakin meningkat sejalan dengan kegiatan penebangan yang terus berlangsung. Jika kondisi tersebut terus berlangsung diprediksi pada tahun 2020 luas hutan yang tersisa hanya sepertiga bagian dari luas hutan tetap (Sifriyani, Ruslan, & Susanty, 2019).

Kondisi hutan yang terdegradasi mempunyai dampak ekologis yang sangat kompleks mencakup gangguan terhadap struktur tegakan, komposisi jenis hingga biomassa tegakan (Portier, Gauthier, Cyr, & Bergeron, 2018). Penebangan pohon akan terjadi perubahan kanopi yang membentuk gap atau ruang dalam tegakan. Dampak utama dari hal ini adalah perubahan struktur tegakan dan keragaman keanekaragaman hayati komposisi penyusun tegakan (Susanty, 2016). Dampak tidak langsung berupa ancaman terhadap turunnya kualitas lingkungan dengan perubahan seperti erosi tanah dan perubahan siklus hidrologi karena hutan merupakan suatu ekosistem. Tegakan setelah penebangan akan berubah dengan berkurangnya kerapatannya dan akan menurunkan tingkat biodiversitas atau keragamannya. Hutan secara alami mempunyai kemampuan untuk memulihkan kondisi setelah terdegradasi. Pada kondisi hutan alam yang mempunyai

ragam kondisi, tingkat pemulihan ini juga akan bervariasi. Kondisi kerapatan dan tingkat keragaman tegakan merupakan salah satu indikator yang menunjukkan keseimbangan ekosistem setelah gangguan (Sreelekshmi et al., 2018).

Hutan sekunder mempunyai struktur yang sederhana dibandingkan dengan hutan primer (Susanty, 2019). Berkurangnya kerapatan dan bidang dasar tegakan akan menurunkan kurva struktur. Struktur tegakan merupakan bentuk ekofisiologis dari faktor tipe ekosistem sebagai respon dari tingkat gangguan terhadap tegakan hutan dan lingkungan sekaligus juga menunjukkan tingkat suksesi atau pemulihan hutan (Sapkota, Stahl, & Norton, 2019; Pretzsch, 2020). Kerapatan merupakan indikator tegakan yang utama dalam menentukan tingkat hasil produksi yang akan diperoleh dalam hutan alam produksi pada siklus berikutnya hingga memengaruhi kualitas kayu yang dihasilkan (Newton, 2019; Pretzsch, 2020). Aspek keanekaragaman komposisi jenis pada hutan bekas tebangan mempunyai tingkat yang masih rendah hingga sedang dibandingkan dengan hutan primer (Susanty, 2016).

Penelitian bertujuan untuk mengetahui kecenderungan pola perubahan kerapatan dan keragaman tegakan pada hutan alam dipterokarpa sekunder berdasarkan variasi umur tebangan sebagai proyeksi tingkat pemulihan (*recovery*) alami yang terjadi pada hutan alam produksi. Penilaian ini mencakup parameter produktivitas dan konservasi keanekaragaman hayati dalam struktur tegakan hutan alam.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di areal Unit Pengusahaan Hutan (UPH) PT Gunung Gajah Abadi (GGA) yang secara geografis areal kerja terletak pada 116°40'-117°02' Bujur Timur dan 1°20'-1°35' Lintang Utara. Areal kerja termasuk dalam

Kelompok Hutan Sungai Seleq, Resort Pemangkuan Hutan (RPH) Sungai Seleq, Bagian Kesatuan Pemangkuan Hutan Muara Wahau, Cabang Dinas Kehutanan Mahakam Tengah. Secara administratif berada di Desa Miau Baru, Kecamatan Kong Beng Kabupaten Kutai Timur, Propinsi Kalimantan Timur. Penelitian dilakukan dari tahun 2016 sampai 2019.

B. Metode

1. Tahapan pelaksanaan

Pengumpulan data dilakukan dengan pembangunan plot sampling temporer pada tegakan hutan setelah penebangan secara *purposive* dengan variasi umur tebangan pada kelas umur tebangan muda, sedang dan tua. Pembangunan plot sampling sebanyak 1-2 plot pada satu kelas umur tebangan yang tergantung pada kondisi aksesibilitas.

Desain plot sampling yang dibangun pada masing-masing kondisi tegakan bekas tebangan dengan ukuran 100 m x 100 m (1 ha) dengan ukuran sub plot adalah 20 m x 20 m sebanyak 25 buah. Pengumpulan data tegakan pada tiap plot sampling meliputi pengukuran data tegakan tinggal dengan sistem inventarisasi secara sensus untuk semua jenis pohon yang mempunyai limit diameter 10 cm atau keliling 31,4 cm (setinggi dada 130 cm atau 20 cm di atas banir). Periode pengumpulan data melalui pembangunan plot sampling dan inventarisasi tegakan, yaitu pada tahun 2016-2019. Dalam penelitian ini digunakan data dari pembangunan 11 plot sampling (seluas 11 ha) yang berada di tujuh variasi umur tebangan, yaitu pada hutan sekunder 4, 8, 10, 13, 14, 15 dan 33 tahun setelah penebangan.

2. Pengolahan dan analisis data

Proses pengolahan dan analisis data menggunakan program *spreadsheet* dan SPSS Statistik 24. Perhitungan nilai parameter kerapatan dan keragaman tegakan menggunakan rumus umum

sebagai berikut:

1) Kerapatan pohon per hektar = $\frac{\text{Jumlah pohon}}{\text{Luas plot}}$... (1)

2) $Bd = \Sigma (1/4 \cdot \pi \cdot d^2) / \text{luas plot}$ (2)

Dimana: Bd = Bidang dasar pohon (m²/ha),
d = Diameter pohon (cm),
π = Konstanta (3,1415).

3) Jumlah jenis berdasarkan hasil identifikasi botanis (J).

4) Indeks Keanekaragaman Jenis (*Species Heterogeneity Index*) Shanon & Wiener:

$$H' = - \sum_{i=1}^n \left(\frac{n_i}{N} \right) \log \left(\frac{n_i}{N} \right) \dots\dots\dots (3)$$

Dimana: H' = Indeks keanekaragaman jenis,
n_i = Jumlah individu jenis ke-i,
N = Jumlah individu seluruh jenis.

5) Kelimpahan spesies:

$$N_1 = e^{H'} \dots\dots\dots (4)$$

Dimana: N₁ = Jumlah kelimpahan species,
e = 2,71828,
H' = Indeks keanekaragaman jenis.

6) Indeks Kemerataan Jenis (*Evenness*) Pielou J':

$$E = \frac{H'}{\ln(S)} \dots\dots\dots (5)$$

Dimana: E = Indeks kemerataan,
H' = Indeks keanekaragaman,
S = Jumlah jenis.

Bentuk hubungan masing-masing parameter tegakan berdasarkan umur tebangan ditunjukkan berdasarkan analisis regresi korelasi. Persamaan regresi yang dicobakan adalah persamaan linear, polinomial/kuadrat, eksponensial dan logaritma.

$Y = \alpha + \beta X$ (Linear) (6)

$Y = \alpha + \beta_1 X + \beta_2 X^2$ (Polinomial) (7)

$Y = \alpha e^{\beta X}$ (Eksponensial) (8)

$Y = \alpha + \beta \log$ (Logaritma) (9)

Pemilihan model yang paling sesuai dilakukan dengan *diagram scatter technique* berdasarkan nilai koefisien korelasi (r) dan koefisien determinasi (R^2) tertinggi dan nilai kesalahan baku (SE) terkecil dengan menggunakan *software SPSS statistik 24*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil

Sebelas plot sampling yang terbangun merupakan representasi variasi kondisi tegakan pada tujuh umur tebangan yang berbeda. Penilaian kerapatan tegakan berdasarkan nilai kerapatan jumlah batang tegakan dan nilai bidang dasar tegakan dalam satuan luas. Penilaian keragaman tegakan berdasarkan nilai parameter ekologis meliputi: jumlah jenis, indeks keanekaragaman, indeks kelimpahan dan indeks kemerataan jenis. Parameter kerapatan sebagai representasi aspek produktivitas, sedangkan parameter keragaman dari aspek konservasi ekologi jenis. Rekapitulasi perhitungan parameter kerapatan dan keragaman tegakan disajikan pada Tabel 1.

Kondisi aspek produktivitas menunjukkan nilai parameter kerapatan yang beragam. Baik kerapatan dalam jumlah pohon dan bidang dasar tegakan dalam satuan luas mempunyai variasi antar umur tebangan. Tidak terlihat kecenderungan (*trend*) yang jelas dengan kenaikan atau bertambahnya umur tebangan pada tegakan hutan sekunder terhadap parameter kerapatan tegakan. Rentang umur tegakan sekunder yaitu 4-33 tahun setelah penebangan, mempunyai simpangan baku nilai kerapatan 98 pohon/ha dan simpangan baku yang cukup kecil untuk nilai bidang dasar tegakan yaitu 4,26 m²/ha. Hal ini dimungkinkan karena adanya variasi tingkat kerapatan tegakan awal saat sebelum penebangan. Adanya intensitas penebangan yang berbeda merupakan faktor yang membentuk tegakan tinggal akan mempunyai kondisi kerapatan dan struktur

yang berbeda. Pada penelitian ini tidak diketahui data awal tegakan sebelum penebangan dan besarnya intensitas penebangan yang terjadi pada plot sampling yang dibangun.

Tingkat keragaman tegakan berdasarkan parameter jumlah jenis yang diobservasi, pada umur tebangan di bawah lima tahun menunjukkan jumlah yang lebih besar dibandingkan setelahnya. Pada kurun umur 8-33 tahun setelah penebangan mempunyai jumlah jenis yang mendekati serupa yaitu berkisar antara 26-32 jenis. Jumlah jenis ini sangat dipengaruhi oleh kemampuan para botanis pendamping dalam mengidentifikasi jenis. Beberapa jenis hanya dapat diidentifikasi hingga tingkat genus bahkan hanya pada tingkat famili. Berdasarkan parameter indeks keanekaragaman, kelimpahan jenis dan indeks kemerataan mempunyai klasifikasi yang sama untuk semua umur tebangan. Pada rentang umur 4-33 tahun setelah penebangan, tegakan mempunyai kondisi keanekaragaman yang rendah (klasifikasi Magguran $H' < 3$), kelimpahan jenis yang rendah (klasifikasi Magguran $N_1 < 1$) dan sebaran dominansi jenis kurang merata pada semua jenis yang ada (klasifikasi Magguran $E' < 0,5$).

Hal ini menunjukkan bahwa tegakan hutan dipterokarpa sekunder sangat responsif terhadap perubahan keragaman jenis penyusun tegakan, tetapi lebih resisten atau mampu untuk memulihkan dirinya untuk aspek produktivitasnya. Tegakan sekunder setelah penebangan mempunyai kemampuan untuk memulihkan secara alami.

Bentuk hubungan antara masing-masing parameter tegakan tersebut terhadap umur tebangan tegakan hutan didekati dengan analisis regresi dengan melihat korelasi kedua parameter tersebut. Empat bentuk regresi yang dicobakan adalah linear, eksponensial, kuadratik/polinomial dan logaritma.

Berdasarkan nilai koefisien korelasi (r), koefisien determinasi (R^2), kesalahan baku (SE) dan analisis varians (F-hitung)

(Tabel 2), maka rekapitulasi bentuk persamaan regresi yang terpilih untuk masing-masing parameter tegakan disajikan pada Tabel 3.

Tabel (Table) 1. Kerapatan dan keragaman tegakan pada variasi umur tebangan (*Stand density and diversity on variation of logging aged*)

LOA Tahun (LOA Years) (Nomor plot) (Plot number)	K (Batang/ha) (Stems/ha)	BD (m ² /ha)	J	H'	N1	E
1. LOA4 (1)	564	27,77	47	1,22	3,4	0,32
2. LOA4 (2)	671	24,68	54	1,30	3,7	0,33
3. LOA8	487	32,70	32	1,25	3,5	0,36
4. LOA10 (1)	468	23,14	31	1,12	3,1	0,33
5. LOA10 (2)	566	30,76	32	1,16	3,2	0,33
6. LOA13	416	31,72	29	1,13	3,1	0,34
7. LOA14	540	28,47	33	1,32	3,8	0,38
8. LOA15 (1)	473	30,18	30	1,12	3,1	0,33
9. LOA15 (2)	453	26,80	26	1,05	2,9	0,32
10. LOA33 (1)	284	18,11	31	1,17	3,2	0,34
11. LOA33 (2)	485	25,82	26	1,13	3,1	0,35
Minimum	284	18,11	26	1,05	2,85	0,32
Maksimum (Maximum)	671	32,7	54	1,32	3,76	0,38
Rata-rata (Average)	491,55	27,29	33,73	1,18	3,27	0,34
Kesalahan baku (Standard error)	98,27	4,26	8,74	0,08	0,28	0,018

Sumber (Source): Susanty, (2018) dan data primer (*Susanty (2018) and primer data*)

Keterangan (Remarks): LOA = Hutan bekas tebangan (*Logged over forest area*) pada 4, 8, 10, 13, 14, 15, 33 tahun (*years*) ; K = Kerapatan tegakan (*Stand density*); BD = Bidang dasar (*Basal area*); J = Jumlah jenis (*Number of species*); H' = Indeks keanekaragaman (*Heterogeneity index*) (Shannon & Wiener); N1 = Kelimpahan jenis (*Species abundance*); E = Indeks pemerataan jenis (*Species evenness index*) (Pileou J)

Tabel (Table) 2. Analisis regresi parameter kerapatan dan keragaman tegakan pada variasi umur tebangan (*Analysis regression of parameters of stand density and diversity on variation of logging aged*)

Variabel terikat (<i>Dependent variables</i>)	Persamaan regresi (<i>Regression equation</i>)	r	R ²	Adjusted R ²	SE	F-hitung (<i>F-calc</i>)	Sig.
K	Linear	0,690	0,475	0,417	75,024	8,158	0,019
	Logaritma	0,751	0,564	0,515	68,405	11,639	0,008
	Kuadratik	0,741	0,550	0,437	73,724	4,884	0,041
	Eksponensial	0,703	0,495	0,438	0,164	8,806	0,016
BD	Linear	0,502	0,252	0,169	3,886	3,027	0,116
	Logaritma	0,319	0,102	0,002	4,258	1,019	0,339
	Kuadratik	0,653	0,427	0,283	3,607	2,978	0,108
	Eksponensial	0,527	0,278	0,198	0,152	3,465	0,096
J	Linear	0,589	0,347	0,275	7,446	4,785	0,056
	Logaritma	0,807	0,652	0,613	5,439	16,830	0,003
	Kuadratik	0,902	0,814	0,768	4,212	17,541	0,001
	Eksponensial	0,610	0,372	0,303	0,190	5,341	0,046
H'	Linear	0,357	0,127	0,031	0,082	1,315	0,281
	Logaritma	0,474	0,225	0,138	0,078	2,607	0,141
	Kuadratik	0,542	0,294	0,117	0,079	1,665	0,249
	Eksponensial	0,352	0,124	0,027	0,069	1,274	0,288
N1	Linear	0,392	0,154	0,060	0,274	1,633	0,233
	Logaritma	0,489	0,239	0,154	0,260	2,823	0,127
	Kuadratik	0,522	0,272	0,091	0,269	1,498	0,280
	Eksponensial	0,392	0,154	0,060	0,082	1,633	0,233
E	Linear	0,247	0,061	-0,044	0,019	0,583	0,465
	Logaritma	0,335	0,112	0,013	0,018	1,136	0,314
	Kuadratik	0,349	0,122	-0,097	0,019	0,556	0,594
	Eksponensial	0,260	0,068	-0,036	0,054	0,655	0,439

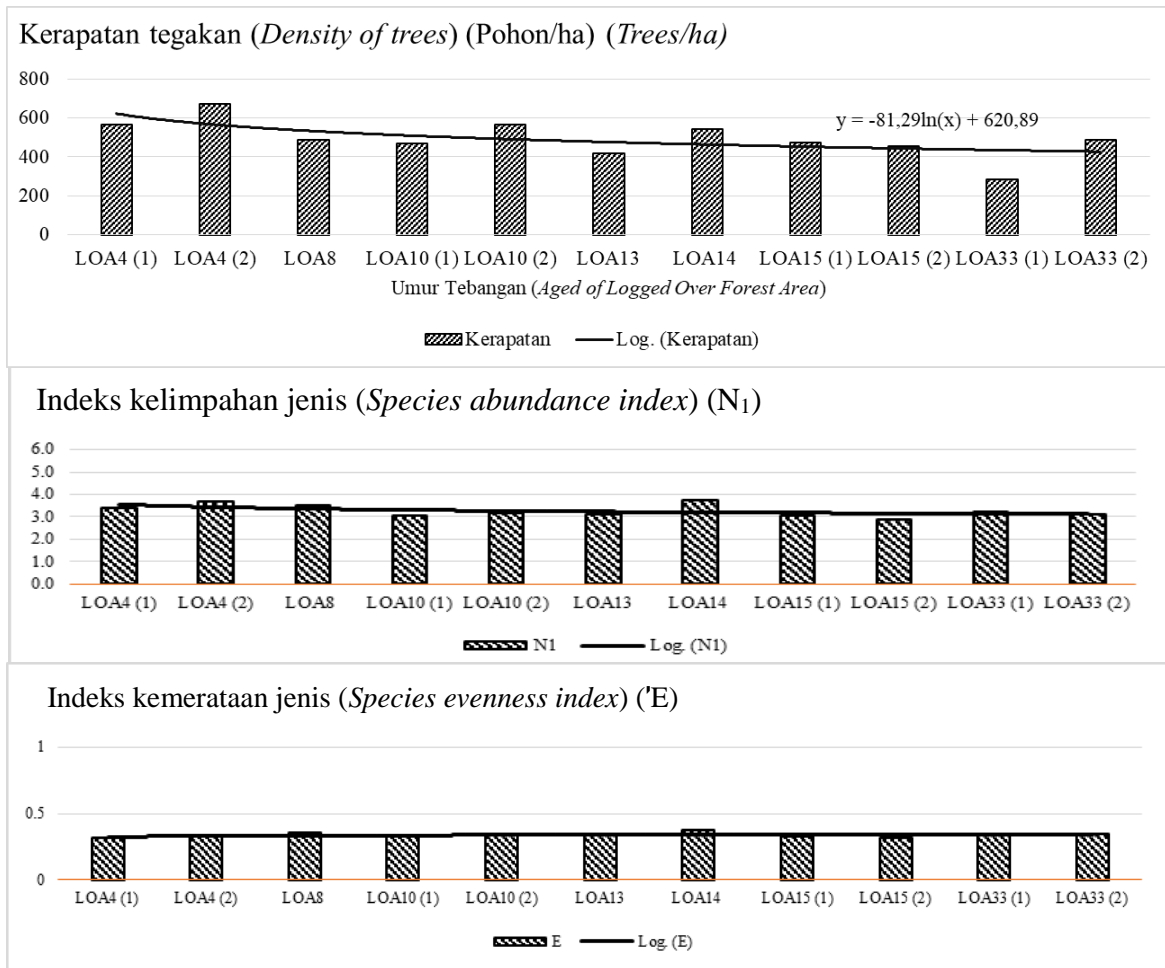
Sumber (Source): Data primer (*Primer data*)

Keterangan (Remarks) : K = Kerapatan tegakan (*Stand density*); BD = Bidang dasar (*Basal area*); J = Jumlah jenis (*Number of species*); H' = Indeks keanekaragaman (*Heterogeneity index*) (Shannon & Wiener); N1 = Kelimpahan jenis (*Species abundance*); E = Indeks pemerataan jenis (*Species evenness index*) (Pileou J); r = Koefisien korelasi (*Correlation coefficient*); R² = Koefisien determinasi (*Determination coefficient*); SE = Kesalahan baku (*Standard error*)

Tabel (Table) 3. Persamaan regresi terpilih untuk masing-masing parameter tegakan hutan sekunder setelah penebangan (*Chosen regression equation for each stand parameters of secondary logged over forest*)

Variabel terikat (<i>Dependent variables</i>)	Persamaan regresi (<i>Regression equation</i>)
1. Kerapatan (<i>Density</i>)	$y = -81,29 \ln(x) + 620,89$
2. Bidang dasar (<i>Basal area</i>)	$y = -0,1971 x^2 + 1,9838 x + 24,45$
3. Jumlah jenis (<i>Number of species</i>)	$y = 0,3566 x^2 - 6,2434 x + 54,782$
4. Indeks keanekaragaman (<i>Heterogeneity index</i>) H'	$y = 0,0009 x^2 - 0,0243 x + 1,2814$
5. Indeks kelimpahan (<i>Abundance index</i>) N1	$y = -0,184 \ln(x) + 3,5587$
6. Indeks pemerataan (<i>Evenness index</i>) E	$y = 0,0083 \ln(x) + 0,3254$

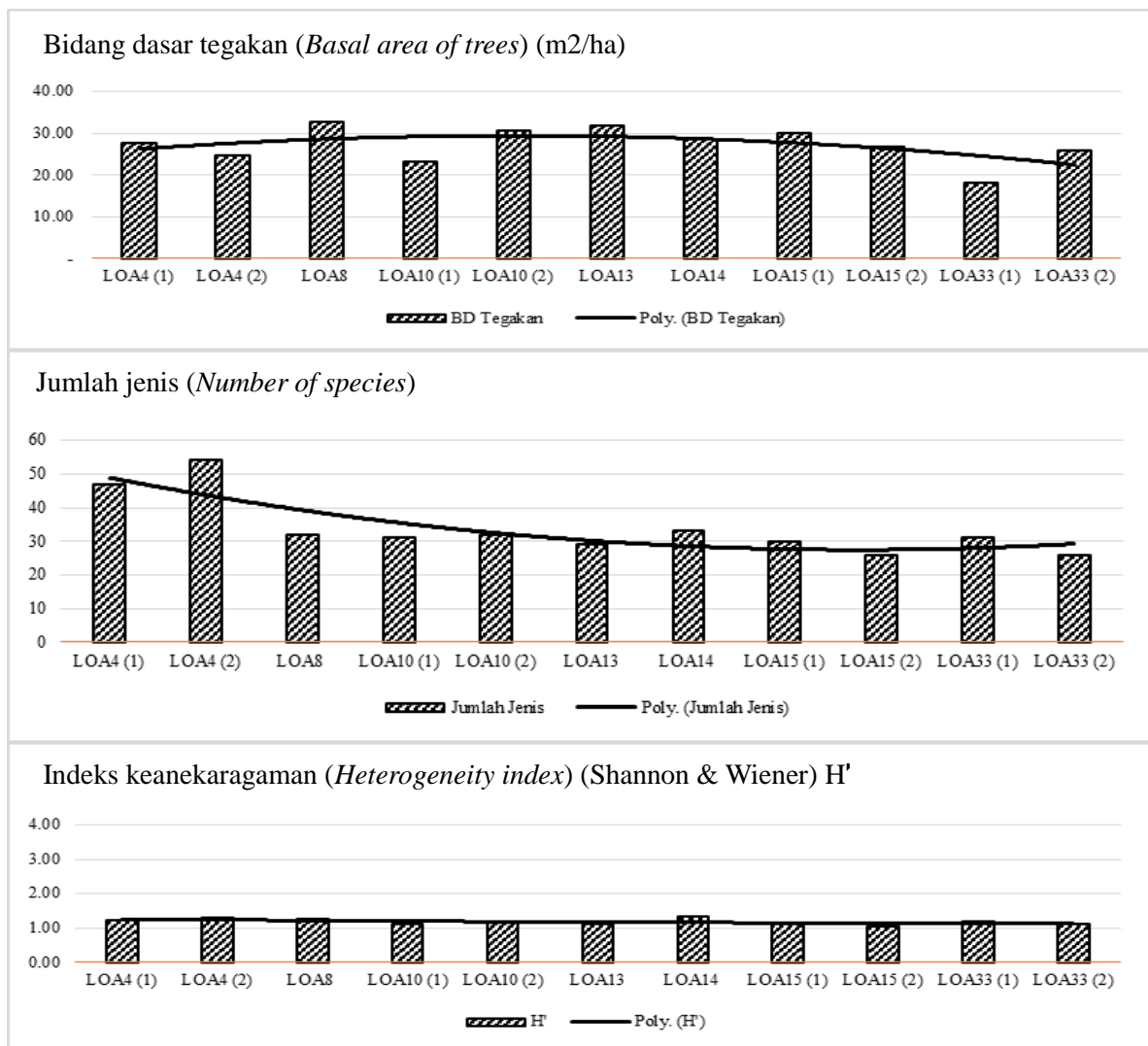
Sumber (*Source*): Data primer (*Primer data*)



Gambar (*Figure*) 1. Bentuk hubungan parameter kerapatan tegakan, kelimpahan dan indeks pemerataan jenis berdasarkan umur tebangan tegakan hutan mengikuti persamaan regresi logaritma (*Relationship form of parameters of stand density, abundance and evenness index based on the age of logged over forest stands follows the logarithmic regression equation*)

Pola kecenderungan hubungan masing-masing parameter tegakan terhadap umur tebangan hutan sekunder dipterokarpa ditunjukkan berdasarkan grafik garis regresi yang terpilih. Parameter kerapatan tegakan, indeks kelimpahan dan indeks kemerataan jenis mempunyai pola hubungan persamaan regresi dengan bentuk logaritma (Gambar 1). Untuk parameter bidang dasar tegakan, jumlah dan indeks keanekaragaman jenis

mempunyai pola hubungan persamaan regresi dengan bentuk polynomial atau kuadratik (Gambar 2). Korelasi parameter kerapatan dan keragaman tegakan dalam hutan dipterokarpa sekunder mempunyai hubungan yang tidak linear terhadap umur tebangan. Korelasi yang paling dominan adalah jumlah jenis dengan nilai sebesar 81,4% dipengaruhi oleh faktor umur tebangan.



Gambar (Figure) 2. Bentuk hubungan parameter bidang dasar tegakan, jumlah dan indeks keanekaragaman jenis berdasarkan umur tebangan tegakan hutan mengikuti persamaan regresi polynomial/kuadratik (*Relationship form of parameters of basal area, number of species and heterogeneity index based on the age of looged over forest stands follows the polynomial/quadratic regression equation*)

B. Pembahasan

Tegakan hutan sekunder setelah penebangan akan bervariasi dalam hal tingkat kerapatan tegakan dan keragaman komposisi jenis penyusun tegakan yang berdinamika sepanjang umur pemulihan. Pemahaman karakteristik pertumbuhan tegakan merupakan dasar dalam penentuan teknik silvikultur yang tepat dalam rangka meningkatkan atau mempercepat produktivitas hutan (Sreelekshmi et al., 2018). Variasi yang cukup lebar dari kondisi hutan karena adanya faktor genetis kecepatan pertumbuhan tegakan dan faktor biofisik lingkungan pendukungnya. Pengetahuan tentang komposisi spesies dan struktur hutan merupakan hal mendasar dalam menilai produktivitas hutan secara keberlanjutan dan status pemulihan itu sendiri (Sreelekshmi et al., 2018; Sapkota et al., 2019).

Manipulasi tegakan yang paling umum dilakukan adalah mengatur kerapatan tegakan. Hal ini dilakukan dalam rangka mengurangi kepadatan tegakan untuk memperoleh potensi hasil tegakan yang lebih berkualitas (Woods & Watts, 2019) dan meningkatkan riap tegakan tinggal (Pretzsch, 2020). Teknik silvikultur yang dilakukan adalah penjarangan tegakan yang optimal sebagai upaya peningkatan produktivitas. Perlakuan silvikultur akan bertujuan memengaruhi struktur tegakan, sehingga produktivitas tegakan akan dapat diatur (Newton, 2019). Pengaturan kerapatan atau struktur tegakan sangat erat hubungannya dalam pengelolaan produksi hutan yang lestari.

Pada kondisi hutan alam dengan komposisi jenis yang beragam, pengaturan kerapatan tegakan akan memengaruhi keanekaragaman jenis bahkan pada pembangunan hutan tanaman sekalipun (Ali et al., 2019), yaitu pada kasus pembangunan hutan tanaman *Pinus massoniana* di Pegunungan Taizishan, Hubei, Cina. Hal ini disebabkan keanekaragaman sebagai pendorong adanya dinamika tegakan.

Mempertahankan keanekaragaman jenis pada tegakan hutan menjadi penting terutama telah terbukti untuk meningkatkan ketahanan tegakan terhadap gangguan alami (Jactel et al., 2017).

Portier et al., (2018) menjelaskan adanya kondisi tegakan hutan terdegradasi yang bervariasi tergantung jenis atau faktor penyebabnya baik penebangan ataupun kebakaran. Degradasi hutan akan menggeser pola kurva struktur dan komposisi tegakan. Upaya pengelolaan hutan adalah minimal mengembalikan kurva struktur tegakan dan komposisi jenis mendekati kondisi awal atau sebelum penebangan. Opsi pengelolaan yang kurang tepat akan menyebabkan hutan akan lebih rentan terhadap penyakit (Mildrexler, Shaw, & Cohen, 2019), sehingga sangat penting untuk menentukan bentuk pengelolaan yang tepat sesuai kebutuhan dan tujuan pengelolaan itu sendiri. Pengelolaan hutan secara signifikan akan memengaruhi kondisi struktur tegakan dan faktor kondisi topografi yang spesifik akan memengaruhi karakteristik pertumbuhan secara dinamis (Baran, Pielech, Kauzal, Kukla, & Bodziarczyk, 2020).

Penilaian pemulihan hutan tropis pada tahap awal setelah gangguan akan merubah komposisi jenis yang sangat berbeda dibandingkan dengan hutan primer (Teegalapalli & Datta, 2016; Widiyatno et al., 2017; Susanty, 2019). Pemulihan ini berjalan berdasarkan fungsi waktu, semakin tua umur tebangan, maka kondisi tegakan semakin baik (Susanty, 2019).

Berbeda dengan aspek produktivitas tegakan, aspek biodiversitas tegakan rentan terhadap gangguan. Jenis-jenis yang mampu bertahan sangat bervariasi tergantung pada karakteristik dan sifat genetis jenis tersebut (Sann, Kanzaki, Aung, & Htay, 2016). Hal ini menyebabkan analisis struktur tegakan menjadi lebih penting untuk mendeteksi pengelolaan daripada komposisi jenis penyusun (Baran et al., 2020). Dalam

pengelolaan hutan dipterokarpa sekunder yang berfungsi sebagai hutan produksi, aspek produktivitas menjadi lebih dominan.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Kerapatan dan keragaman tegakan hutan sekunder dipterokarpa akan bervariasi sepanjang umur tebangan. Setelah penebangan, aspek produktivitas pada hutan dipterokarpa akan pulih (*recovery*) berdasarkan fungsi waktu, sedangkan perubahan komposisi floristik atau biodiversitas keanekaragaman hayati akan cenderung pulih dengan lebih lambat sejak adanya gangguan pada tegakan hutan. Pola kecenderungan bentuk hubungan parameter kerapatan tegakan, indeks kelimpahan dan indeks pemerataan jenis adalah bentuk logaritma, sedangkan untuk parameter bidang dasar tegakan, jumlah dan indeks keanekaragaman jenis berbentuk polinomial atau kuadrat. Pada hutan setelah penebangan, umur tegakan merupakan faktor yang memengaruhi cukup besar terhadap pemulihan parameter komposisi jumlah jenis, tetapi tidak cukup besar berpengaruh terhadap parameter kerapatan tegakan. Variasi karakteristik tegakan hutan sangat memengaruhi kondisi pemulihan tegakan hutan sekunder dipterokarpa setelah penebangan.

B. Saran

Pemulihan tegakan hutan sekunder sangat dipengaruhi oleh variasi kondisi, karakteristik tegakan dan intensitas gangguan. Faktor-faktor ini sangat menentukan terbentuknya tegakan yang dihasilkan sepanjang pertumbuhan hutan. Hal ini menjadi penting untuk melakukan kajian dengan melihat kondisi tegakan sebelum penebangan dan intensitas penebangan yang dilakukan karena keterbatasan data dalam penelitian ini.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada Balai Besar Litbang Ekosistem Hutan Dipterokarpa yang telah memberikan dukungan untuk melakukan penelitian ini pada periode tahun 2016-2019.

DAFTAR PUSTAKA

- Ali, A., Dai, D., Akhtar, K., Teng, M., Yan, Z., Urbina-Cardona, N., Mullerova, J., & Zhou, Z. (2019). Response of understory vegetation, tree regeneration, and soil quality to manipulated stand density in a *Pinus massoniana* plantation. *Global Ecology and Conservation*, 20(1), e00775. <https://doi.org/10.1016/j.gecco.2019.e00775>.
- Baran, J., Pielech, R., Kauzal, P., Kukla, W., & Bodziarczyk, J. (2020). Influence of forest management on stand structure in ravine forests. *Forest Ecology and Management*, 463(February), 18018. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118018>.
- Direktorat IPSDH [Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan]. (2019). Rekalkulasi Penutupan Lahan Indonesia Tahun 2018. In *Direktorat Inventarisasi dan Pemantauan Sumber Daya Hutan Direktorat Jenderal Planologi Kehutanan dan Tata Lingkungan*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Jactel, H., Bauhus, J., Boberg, J., Bonal, D., Castagneyrol, B., Gardiner, B., Gonzalez-Olabarria, J.R., Koricheva, J., Meurisse, N., & Brockerhoff, E.G. (2017). Tree Diversity Drives Forest Stand Resistance to Natural Disturbances. *Current Forestry Reports*, 3(3), 223-243. <https://doi.org/10.1007/s40725-017-0064-1>.
- Mildrexler, D.J., Shaw, D.C., & Cohen, W. B. (2019). Short-term climate trends and the Swiss needle cast epidemic in Oregon's public and private coastal forestlands. *Forest Ecology and*

- Management*, 432(July), 501-513. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.09.025>.
- Newton, P.F. (2019). Wood quality attribute models and their utility when integrated into density management decision-support systems for boreal conifers. *Forest Ecology and Management*, 438(November), 267-284. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.01.053>.
- Portier, J., Gauthier, S., Cyr, G., & Bergeron, Y. (2018). Does time since fire drive live aboveground biomass and stand structure in low fire activity boreal forests? Impacts on their management. *Journal of Environmental Management*, 225(August), 346-355. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.07.100>.
- Pretzsch, H. (2020). Density and growth of forest stands revisited. Effect of the temporal scale of observation, site quality, and thinning. *Forest Ecology and Management*, 460(January), 117879. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.117879>.
- Sann, B., Kanzaki, M., Aung, M., & Htay, K.M. (2016). Assessment of the recovery of a secondary Tropical Dry Forest after human disturbance in Central Myanmar. *Journal of Tropical Forest Science*, 28(4), 479-489.
- Sapkota, R.P., Stahl, P.D., & Norton, U. (2019). Anthropogenic disturbances shift diameter distribution of woody plant species in *Shorea robusta* Gaertn. (Sal) mixed forests of Nepal. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 12(1), 115-128. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2018.08.004>.
- Sifriyani, S., Ruslan, R., & Susanty, F.H. (2019). Mapping and Analysis Factors of Affecting Productivity Tropical Rain Forests in East Kalimantan. *Modern Applied Science*, 13(10), 112. <https://doi.org/10.5539/mas.v13n10p112>.
- Sreelekshmi, S., Preethy, C.M., Varghese, R., Joseph, P., Asha, C.V., Bijoy Nandan, S., & Radhakrishnan, C.K. (2018). Diversity, stand structure, and zonation pattern of mangroves in southwest coast of India. *Journal of Asia-Pacific Biodiversity*, 11(4), 573-582. <https://doi.org/10.1016/j.japb.2018.08.001>.
- Susanty, F.H. (2016). Biodiversity important factors assessment on lowland Tropical Forest by ecological quantitative parameters. *Jurnal Silvikultur Tropika*, 7(3), S29-S30.
- Susanty, F.H. (2019). Uji formulasi keragaan karakteristik biometrik pada hutan alam bekas penebangan di Kalimantan Timur. *Prosiding Seminar Nasional Silvikultur Ke-6 "Penerapan silvikultur untuk pengelolaan hutan dan pengentasan kemiskinan"* tegakan, 169-182.
- Teegalapalli, K., & Datta, A. (2016). Field to a forest: Patterns of forest recovery following shifting cultivation in the Eastern Himalaya. *Forest Ecology and Management*, 364, 173-182. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.01.006>.
- Widiyatno, W., Mada, U.G., Budiadi, B., Mada, U.G., Suryanto, P., Mada, U.G., & Hosaka, T. (2017). Recovery of vegetation structure, soil nutrient and late-succession species after shifting cultivation in Central Kalimantan, Indonesia. *Journal of Tropical Forest Science*, 29(2)(May), 151-162.
- Woods, A.J., & Watts, M. (2019). The extent to which an unforeseen biotic disturbance can challenge timber expectations. *Forest Ecology and Management*, 453(August), 117558. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2019.117558>.

**KEANEKARAGAMAN HAYATI DAN ROSOT KARBON PADA RAWA-GAMBUT
DI BUKIT BATU, KABUPATEN BENGKALIS, PROVINSI RIAU**
*(Biodiversity and Carbon Sinks on Peat Swamps in Bukit Batu,
Bengkalis Regency, Riau Province)*

N.M. Heriyanto^{1*}, Dolly Priatna^{2*}, dan/and Ismayadi Samsuedin³

¹ Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan

Jl. Gunung Batu No.5 Po Box 165 Bogor, Jawa Barat, Indonesia

Telp. 0251-8633234; Fax 0251-8638111

² Program Pasca Sarjana MIPA, Jurusan Biologi, Universitas Pakuan Bogor

Jl. Pakuan, RT.02/RW.06, Tegallega, Kecamatan Bogor Tengah, Kota Bogor, Jawa Barat 16129

Tlp (0251) 8312206

³ Yayasan Sahabat Pohon Indonesia

Jl.Selakopi 3/IA Loji, Bogor Barat Jawa Barat

Telp/Fax. (0251) 8319508

*Email: nurmheriyanto88@yahoo.com, dollypriatna@unpak.ac.id

Tanggal diterima: 30 September 2019; Tanggal direvisi: 5 Mei 2020; Tanggal disetujui: 5 Juni 2020

ABSTRACT

Research on biodiversity and carbon sinks is still needed by the government to support policies in order to manage forests sustainably. The purpose of this study was to analyze the composition of species, stand structure, biomass and carbon sinks on peat-swamps in Bukit Batu, Bengkalis Regency, Riau Province. The research method was carried out with an inventory of vegetation to determine the potential of stands, rejuvenation, biomass and carbon sinks. Sample plots were taken randomly in the form of measuring plots of 100 m x 100 m in each condition of old secondary forest, young secondary forest and old scrub forest in the peat-swamp protection forest. The species commonly found and evenly spread in all conditions of the peat-swamp forest were Gymnacranthera paniculata, Shorea teysmanniana, and Shorea gibbosa. The structure of the third stand condition of the peat-swamp forest was still like a peat-swamp natural forest with the structure of the curve was in the shape of an inverted letter "J." The three conditions of the peat-swamp forests have high biomass and carbon deposits with the highest content of those that were found in the old secondary forests, and the lowest was in the old scrub forests. The condition of the old secondary forests has the highest potential to absorb carbon dioxide in the air. The tree species that are potentially used as seed sources were S. teysmanniana, S. gibbosa and Diospyros maingayi.

Keywords: *Peat, stand structure, biomass, carbon, regeneration*

ABSTRAK

Penelitian keanekaragaman hayati dan rosot karbon masih diperlukan pemerintah untuk mendukung kebijakan dalam rangka mengelola hutan secara berkelanjutan. Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis komposisi jenis, struktur tegakan, biomassa dan rosot karbonnya pada rawa-gambut di Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Metode penelitian dilakukan dengan cara inventarisasi vegetasi guna mengetahui potensi tegakan, permudaan, biomassa dan rosot karbon. Sampel plot diambil secara acak berupa plot berukuran 100 m x 100 m di setiap kondisi hutan sekunder tua, hutan sekunder muda dan hutan belukar tua pada hutan lindung rawa-gambut. Jenis *Gymnacranthera paniculata*, *Shorea teysmanniana* dan *Shorea gibbosa* ditemukan tersebar merata di setiap kondisi hutan rawa-gambut. Struktur tegakan ketiga kondisi hutan rawa-gambut masih seperti hutan alam rawa-gambut dengan kurva struktur tegakan berbentuk huruf "J" terbalik.

Ketiga kondisi hutan rawa-gambut tersebut memiliki biomassa dan simpanan karbon yang tinggi dengan biomassa dan simpanan karbon tertinggi ada di hutan sekunder tua dan terendah di hutan belukar tua. Kondisi hutan sekunder tua berpotensi untuk menyerap karbon dioksida di udara yang tertinggi. Pohon yang potensial dijadikan sumber benih adalah pohon *S. teysmanniana*, *S. gibbosa*, dan *Diospyros maingayi*.

Kata kunci: Biomassa, gambut, karbon, regenerasi, struktur tegakan

I. PENDAHULUAN

Gambut adalah bahan tanah yang tidak mudah lapuk, yang terdiri dari bahan organik yang sebagian besar belum terdekomposisi dan terakumulasi pada keadaan *anaerob*. Hutan rawa gambut di Indonesia diperkirakan sekitar 14,95 juta ha tersebar di Pulau Sumatera, Kalimantan, Papua dan sebagian kecil di Sulawesi (Ripin, Astiani, & Burhanuddin, 2017). Keberadaan hutan rawa-gambut diperkirakan 6,66 juta ha atau 44,6% telah terdegradasi (Wahyunto, Dariah, Pitono, & Sarwani, 2013). Salah satu penyebab degradasi lahan gambut yaitu kebakaran dan kegiatan penambangan (Masganti, Wahyunto, Dariah, Nurhayati, & Yusuf, 2014). Degradasi akan mengakibatkan fungsi utama hutan rawa-gambut sebagai sumber keanekaragaman hayati, penyimpan karbon di alam, dan hidrologi akan terganggu.

Provinsi Riau merupakan salah satu provinsi yang paling rawan terhadap kebakaran hutan dan lahan di Indonesia, pada umumnya kebakaran tersebut berada di lahan gambut (Nurhayati, Aryanti, & Saharjo, 2010). Luas lahan gambut di Provinsi Riau sekitar 3,89 juta ha dari 6,49 juta ha total luas lahan gambut di Pulau Sumatera. Saat ini diperkirakan lahan gambut yang telah terdegradasi sekitar 2,31 juta ha (59,54%), dan sisanya sekitar 1,04 juta ha dimanfaatkan untuk budidaya tanaman seperti kelapa sawit, tanaman pangan dan hortikultura (Wahyunto et al., 2013).

Salah satu fungsi hutan yaitu sebagai penyerap (rosot) karbon dioksida (CO_2) dari udara. Di Indonesia dengan emisi CO_2 terbesar terjadi tahun 2006 sebesar 195

juta ton CO_2 -e. dan terendah tahun 2010 dengan 74 juta ton CO_2 -e (INCAS, 2015). Hasil penelitian Purwanta, (2010), menyatakan emisi karbon dioksida dari tahun 2001-2006 sebesar 827,06 CO_2 eq Gg/tahun yang berasal dari proses industri atau 6% dari keseluruhan sektor yang dihitung. Untuk mengatasi masalah tersebut peran hutan sebagai penyerap CO_2 harus dikelola dengan baik. Rosot karbon dioksida berhubungan erat dengan biomassa tegakan, jumlah biomassa suatu daerah diperoleh dari produksi kepadatan biomassa dan jenis pohon (Dharmawan & Samsudin, 2012). Emisi yang berhubungan dengan perubahan penggunaan lahan gambut dan pengelolaan lahan gambut mendekati 50% dari emisi nasional Indonesia (Rosalina, Kartawinata, Nisyawati, Nurdin, & Supriatna, 2013).

Penelitian pendugaan biomassa dan kandungan karbon di hutan tropis masih perlu dilakukan dan dibutuhkan karena potensi biomassa hutan yang besar dalam menyerap karbon. Lebih lanjut hutan tersebut mempunyai potensi yang besar dalam pengurangan kadar CO_2 melalui konservasi dan manajemen kehutanan (Laumonier, Uryu, Stuwe, Budiman, Setiabudi, & Hadian, 2010; Yuniawati, 2013).

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui komposisi jenis, struktur hutan, biomassa dan rosot karbon pada kawasan hutan sekunder rawa-gambut di Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Informasi ini bermanfaat untuk rehabilitasi dan pengelolaan kawasan hutan sekunder terdegradasi.

II. METODOLOGI

A. Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan pada bulan Agustus 2019 di Kelompok Hutan Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau. Secara administrasi lokasi penelitian ini berada di Desa Api-api dan Desa Sukajadi, Kecamatan Bandar Laksamana dan Kecamatan Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau.

Lokasi penelitian berada di ketinggian ± 15 m dari permukaan laut (dpl) dan merupakan bagian hutan hujan tropika rawa-gambut. Kondisi topografinya datar dengan lereng antara 0-8%. Tanah di lokasi penelitian termasuk Tropochemist, Troposaprist dan Tropofibris (gambut saprik) yang sudah melapuk lanjut dan bahan asal aluvium tua dengan batuan penyusunnya berupa lempung, lanau, kerikil, sisa tumbuhan dan pasir, berwarna coklat tua sampai hitam dan bila diremas kandungan seratnya kurang dari 15%.

Iklim daerah ini menurut klasifikasi Schmitd & Ferguson, termasuk tipe iklim A dengan curah hujan rata-rata per tahun 2.890 mm, dengan hari rata-rata hujan 208 hari/tahun. Curah hujan tertinggi umumnya terjadi pada bulan Maret sebesar 146 mm dan terendah pada bulan Juni 38,5 mm. Suhu udara rata-rata minimum 27,4°C dan maksimum 32,8°C dengan kelembaban udara rata-rata 79% (BPS, 2018).

B. Metode

1. Rancangan penelitian dan pengambilan contoh

Bahan penelitian adalah tegakan hutan berdasarkan kecerahan peta (*tone*) pada cita satelit dua tahun terakhir, dari citra satelit tersebut dapat dikategorikan Hutan Sekunder Tua (HST), Hutan Sekunder Muda (HSM) dan Hutan Belukar Tua (HBT) (*HCS Approach Toolkit*, 2017). Lokasi ini termasuk dalam Kawasan Lindung Bukit Batu, yang merupakan bagian dari kawasan hutan lindung seluas

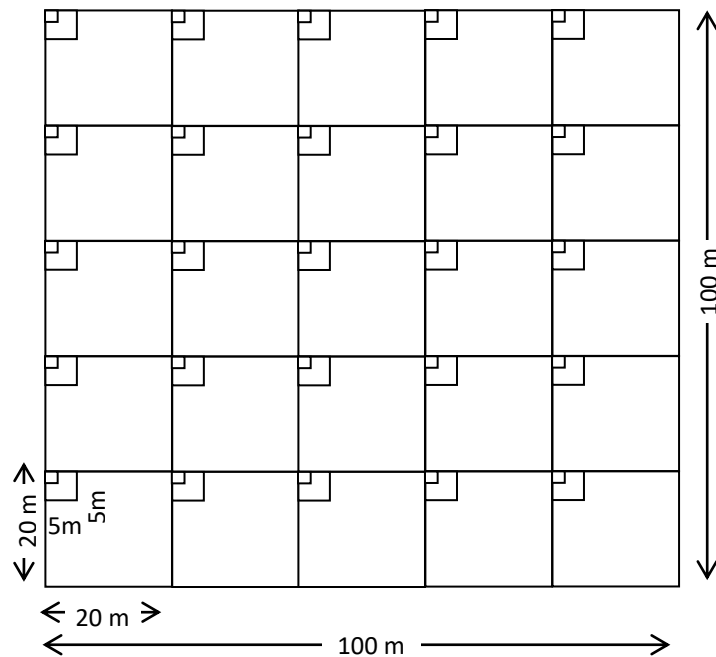
± 13.679 ha di Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau.

Plot penelitian yang berbentuk bujur sangkar seluas satu ha (Mueller-Dombois & Ellenberg, 2016). Plot dibuat berukuran 100 m x 100 m yang diletakkan secara acak di setiap kondisi tegakan dan lokasi. Luasan masing-masing lokasi satu ha untuk mewakili kondisi tegakan (Heriyanto, Samsedin, & Kartawinata, 2019). Di dalam plot bujur sangkar tersebut dibuat sub plot berukuran 20 m x 20 m untuk pengamatan tingkat pohon, sehingga dalam plot satu hektar terdapat 25 sub plot, dan di dalam sub plot tersebut disarangkan sub plot 5 m x 5 m untuk pengamatan tingkat pancang serta sub plot 2 m x 2 m untuk tingkat semai (Gambar 1).

Tingkat pohon, pancang dan semai dalam plot direkam, dengan kriteria sebagai berikut:

1. Tingkat pohon adalah tumbuhan berkayu dengan diameter setinggi dada (*diameter at breast height/dbh*) 10 cm ke atas. Dbh diukur dari lantai hutan setinggi 130 cm, namun jika pohon berbanir diameter diukur 20 cm di atas banir.
2. Tingkat pancang adalah anakan pohon atau permudaan yang tingginya 1,5 m ke atas dengan dbh kurang dari 10 cm,
3. Semai adalah anakan mulai dari kecambah sampai anakan dengan tinggi kurang dari 1,5 m.

Semua pohon dalam sub plot (20 m x 20 m) dan pancang dalam sub plot (5 m x 5 m) diukur diameter dan tingginya serta dicatat nama jenisnya. Semai dalam sub plot 2 m x 2 m dihitung jumlahnya dan dicatat nama jenisnya. Contoh herbarium jenis-jenis tersebut diambil dan diidentifikasi (Wardani, Astuti, & Heriyanto, 2017) di Laboratorium Botani dan Ekologi Hutan, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan, Bogor. Tata nama jenis mengikuti *The Plant List*, (2013).



Keterangan (Remarks): Plot tingkat pohon berukuran 20 m x 20 m, sub plot pancang 5 m x 5 m, dan sub plot semai 2 m x 2 m (Tree plots of 20 m x 20 m, a sapling sub plot of 5 m x 5 m, and a seedling sub plot of 2 m x 2 m)

Gambar (Figure) 1. Bentuk plot penelitian di lapangan (Research plot form in the field)

C. Analisis Data

Data yang diperoleh dianalisis untuk menentukan jenis-jenis yang dominan. Jenis dominan merupakan jenis yang mempunyai nilai penting tertinggi di dalam tipe vegetasi yang bersangkutan. Jenis dominan tersebut dapat diperoleh dengan analisis indeks nilai penting (INP) sebagai penjumlahan (kerapatan relatif + dominasi relatif + frekuensi relatif) dari masing-masing jenis yang terdapat dalam sampel plot (Sadili, Kartawinata, Soedjito & Sambas, 2018) dan untuk menghitung indeks keanekaragaman jenis tegakan (Mueller-Dombois & Ellenberg, 2016).

$$H' = - \sum_{i=1}^n \left(\frac{ni}{N} \right)^2 \text{Log} e \left(\frac{ni}{N} \right)$$

Dimana:

H' = *Shanon Indeks*,

ni = Nilai penting masing-masing spesies,

e = 2,718,

N = Total nilai penting

Data yang diperoleh selanjutnya dilakukan analisis, yaitu:

1. Analisis vegetasi dikelompokkan kedalam tiga tingkat perkembangan yaitu tingkat semai, pancang dan pohon yang masing-masing dihitung dalam satuan per satuan luas (ha).
2. Potensi tegakan dihitung meliputi volume tegakan dan jumlah batang per ha yang diklasifikasikan menurut kelas diameter: 10-19 cm, 20-29 cm, 30-39 cm, 40-49 cm, dan 50 cm ke atas.
3. Pengukuran biomassa tegakan di atas permukaan tanah (*above ground*) menggunakan persamaan menurut Chave et al. (2014), yaitu:

$$Y = 0,0559 \times \rho \times Dbh^2 \times T \dots\dots\dots (1)$$

Dimana:

Y = Biomassa total (kg),

Dbh = Diameter setinggi dada (cm),

ρ = Berat jenis kayu (gr/cm^3),

T = Tinggi (m). Rataan berat jenis kayu sebesar $0,61 gr/cm^3$.

4. Kandungan karbon dalam vegetasi dihitung dengan menggunakan rumus (IPCC, 2013):

$$\text{Kandungan karbon} = \text{Berat kering tumbuhan} \times 50\% \dots\dots\dots (2)$$

5. Serapan karbon dioksida, dihitung dengan rumus:

$$\text{Serapan karbon dioksida (CO}_2\text{)} = 3,67 \times \text{kandungan karbon} \dots\dots\dots (3)$$

Penggunaan persamaan tersebut khusus untuk jenis-jenis yang tumbuh di hutan rawa-gambut.

di Kawasan Lindung Bukit Batu, pada tingkat pohon didominasi oleh jenis pasir-pasir/suntai (*P. xanthochyllum*), dara-dara (*G. paniculata*), dan medang (*Litsea* sp.). Di hutan sekunder muda jenis dominan adalah meranti sapat (*S. dasyphylla*), jambu-jambu (*Eugenia* sp.), dan dara-dara (*G. paniculata*). Di belukar tua didominasi oleh jenis pisang-pisang (*D. maingayi*), meranti bunga (*S. teysmanniana*) dan medang (*L. firma*).

2. Struktur tegakan dan regenerasi

Struktur tegakan hutan adalah sebaran individu tumbuhan dalam lapisan tajuk dan dapat diartikan sebaran pohon per satuan luas dalam berbagai kelas diameternya.

Pada Gambar 2a (hutan sekunder tua) peubah tinggi didominasi oleh jenis pasir-pasir (*P. xanthochyllum*), meranti bunga (*S. teysmanniana*) dan pisang-pisang (*D. maingayi*). Gambar 2b (hutan sekunder muda) didominasi oleh jenis meranti sapat (*S. dasyphylla*), pasir-pasir (*P. xanthochyllum*) dan balam putih (*M. ovata*). Di hutan belukar tua (Gambar 2c) didominasi oleh jenis meranti bunga (*S. teysmanniana*), pisang-pisang (*D. maingayi*) dan pasir-pasir (*P. xanthochyllum*).

V. HASIL DAN PEMBAHASAN

C. Hasil

1. Komposisi dan potensi vegetasi

Berdasarkan hasil identifikasi jenis dan suku tumbuhan di hutan sekunder tua, hutan sekunder muda dan belukar tua di lokasi penelitian disajikan pada Tabel 1, sedangkan kerapatan dan indeks nilai penting jenis dominan tersebut disajikan pada Tabel 2.

Pada Tabel 1 menunjukkan bahwa keadaan tegakan hutan sekunder tua lebih baik daripada hutan sekunder muda maupun hutan belukar tua. Tabel 2 menunjukkan bahwa hutan sekunder tua

Tabel (Table) 1. Jumlah suku, jenis, pohon, dan volume tegakan per ha di lokasi penelitian
(*Number of families, species, trees, and volume per ha at the study sites*)

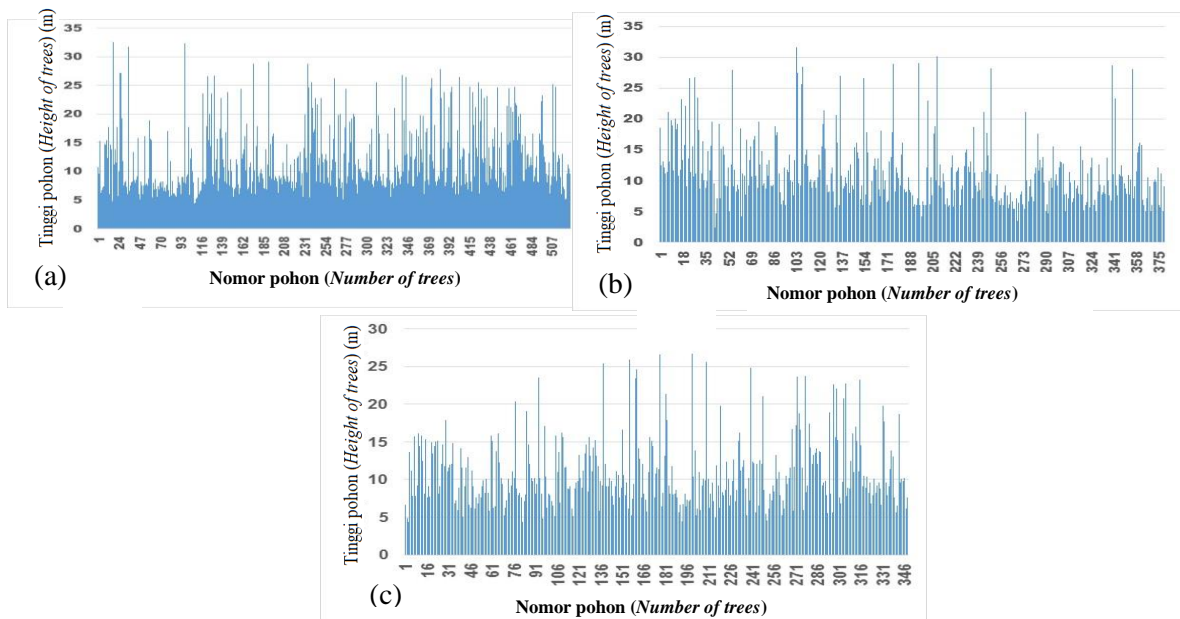
Tipe hutan (<i>Forest type</i>)	Jumlah suku (<i>Number of family</i>)	Jumlah jenis (<i>Number of species</i>)	Jumlah pohon (<i>Number of trees</i>) (Pohon/ha) (<i>Trees/ha</i>)	Volume tegakan (<i>Volume of stands</i>) (m ³ /ha)
1. Hutan sekunder tua (<i>Old secondary forest</i>)	22	40	528	259,88
2. Hutan sekunder muda (<i>Young secondary forest</i>)	18	45	379	131,89
3. Belukar tua (<i>Old scrub forest</i>)	20	35	348	110,48

Tabel (Table) 2. Jenis-jenis pohon dominan berdiameter 10 cm ke atas di hutan sekunder rawa-gambut, Kabupaten Bengkalis (*The dominant tree species diameter 10 cm and above in the secondary peat-swamps forests, Bengkalis Regency*)

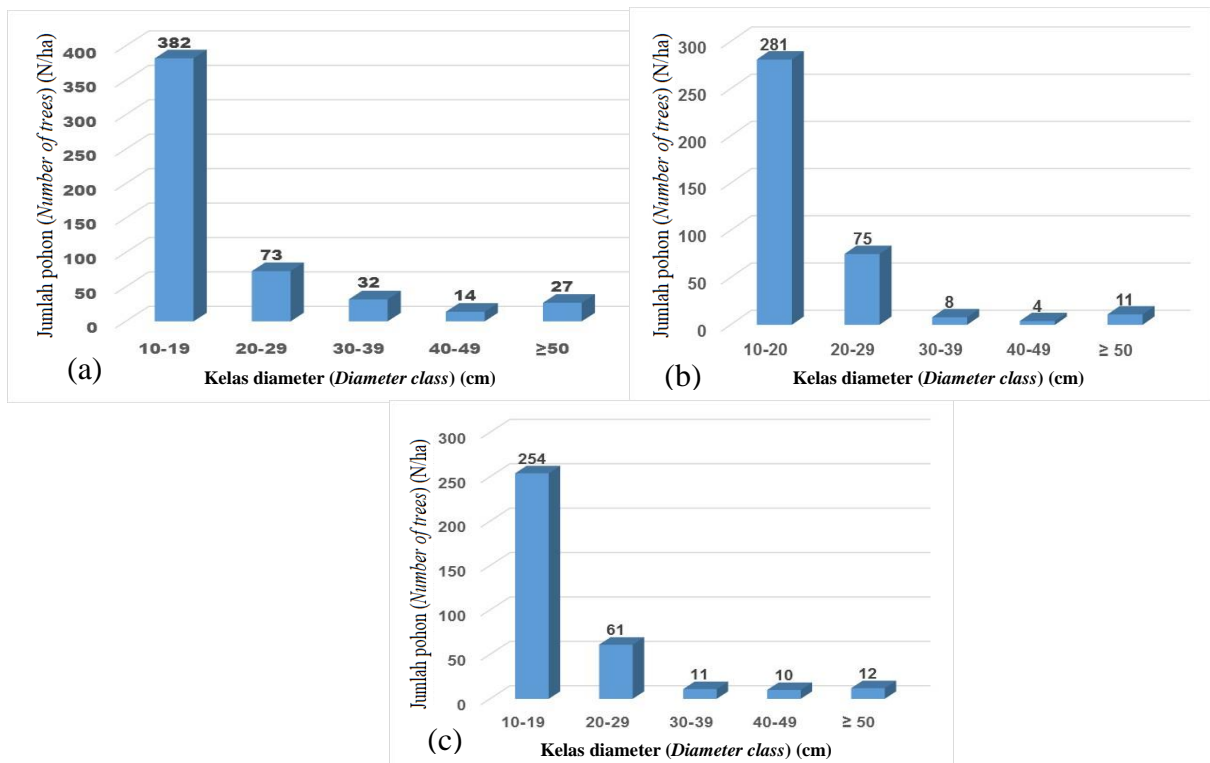
Tipe hutan (<i>Forest type</i>)	Kerapatan (<i>Density</i>) (Pohon/ha) (<i>Trees/ha</i>)	Indeks nilai penting (<i>Importance</i> <i>value index</i>) (%)
A. Hutan sekunder tua (<i>Old secondary forests</i>):		
1. Pasir-pasir/suntai (<i>Palaquium xanthochyllum</i> (de Vriese) Pierre)	116	67,46
2. Dara-dara (<i>Gymnacranthera paniculata</i> Warb.)	19	33,06
3. Medang (<i>Litsea</i> sp.)	37	18,72
4. Meranti bunga (<i>Shorea teysmanniana</i> Dyer.)	23	14,81
5. Meranti sapat (<i>Shorea gibbosa</i> Brandis.)	26	14,36
6. Arang-arang (<i>Diospyros siamang</i> Bakh.)	32	13,94
B. Hutan sekunder muda (<i>Young secondary forests</i>):		
1. Meranti sapat (<i>Shorea dasyphylla</i> Foxw.)	73	47,20
2. Jambu-jambu (<i>Eugenia</i> sp.)	40	27,20
3. Dara-dara (<i>Gymnacranthera paniculata</i> Warb.)	35	25,06
4. Pasir-pasir/suntai (<i>Palaquium xanthochyllum</i> (de Vriese) Pierre)	12	19,84
5. Meranti bunga (<i>Shorea teysmanniana</i> Dyer.)	27	17,83
6. Pisang-pisang (<i>Diospyros maingayi</i> (Heiren) Bakh.)	19	16,98
C. Belukar tua (<i>Old bushes</i>):		
1. Pisang-pisang (<i>Diospyros maingayi</i> (Heiren) Bakh.)	29	26,72
2. Meranti bunga (<i>Shorea teysmanniana</i> Dyer.)	28	22,37
3. Medang (<i>Litsea firma</i> Hook.f.)	29	21,62
4. Akasia (<i>Acacia crassicarpa</i> A.Cunn. ex Benth.)	11	20,03
5. Dara-dara (<i>Gymnacranthera paniculata</i> Warb.)	25	19,78
6. Geronggang (<i>Cratoxylon arborescens</i> Bl.)	24	18,58

Hasil penelitian sebaran semua pohon untuk kelas diameter 10-19 cm, 20-29 cm, 30-39 cm, 40-49 cm, dan 50 cm ke atas pada kawasan hutan rawa-gambut di Kabupaten Bengkalis disajikan pada Gambar 3. Struktur tegakan hutan tidak selalu sama walaupun di tempat yang sama, hal ini disebabkan oleh adanya perbedaan kemampuan pohon dalam memanfaatkan energi matahari, unsur hara/mineral dan air, serta sifat kompetisi.

Adanya kegiatan penebangan, kebakaran, tumbang (bencana alam) atau mati secara fisiologis, hal ini akan terjadi proses regenerasi. Regenerasi merupakan fenomena alam dimana pohon yang muda akan menggantikan pohon dewasa karena sesuatu sebab. Adapun regenerasi jenis tumbuhan lengkap (ada di setiap tingkat pohon, pancang dan semai untuk setiap kondisi hutan pada hutan rawa-gambut di Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau disajikan pada Tabel 3.



Gambar (Figure) 2. Profil tegakan hutan di lokasi penelitian: (a) Hutan sekunder tua, (b) Hutan sekunder muda, dan (c) Hutan belukar tua (*Diagram profile of forest stands in the study sites: (a) Old secondary forest, (b) Young secondary forest, and (c) Old scrub forest*)



Gambar (Figure) 3. Struktur tegakan pohon berdasarkan hubungan antara kelas diameter dengan jumlah pohon di lokasi penelitian: (a) Hutan sekunder tua, (b) Hutan sekunder muda, dan (c) Hutan belukar tua (*Tree stand structure based on the relationship between diameter classes and number of trees at the study sites: (a) Old secondary forest, (b) Young secondary forest, and (c) Old scrub forest*)

Tabel 3 menunjukkan bahwa jenis yang mendominasi regenerasi (tingkat pohon, pancang dan semai) yang menyebar di setiap lokasi yaitu jenis dara-dara (*G. paniculata*), arang-arang (*D. siamang*) dan jambu/kelat (*Eugenia* sp.). Kerapatan tingkat pancang untuk jenis komersial dan semua jenis sebesar 2.192 batang/ha dan 2.656 batang/ha. Kerapatan tingkat semai untuk jenis komersial dan semua jenis sebesar 12.800 batang/ha dan 20.000 batang/ha.

3. Biomassa dan kandungan karbon

Pada Tabel 4, terlihat bahwa biomassa dan kandungan karbon tegakan hutan yang berdiameter 10 cm ke atas di Kawasan Lindung Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau untuk hutan sekunder tua termasuk tinggi sebesar 302,29 ton/ha (151,14 ton C/ha setara dengan 554,70 ton CO₂/ha) dan terendah adalah hutan belukar

tua dengan biomassa dan kandungan karbon sebesar 72,75 ton/ha (36,37 ton C/ha setara dengan 133,50 ton CO₂/ha).

B. Pembahasan

1. Komposisi dan potensi vegetasi

Pada Tabel 1, dapat dikemukakan bahwa jenis dan suku yang paling dominan di hutan lindung rawa-gambut sekunder tua yaitu jenis pasir-pasir/suntai (*P. xanthochymum*) dari suku *Sapotaceae* dengan INP 67,46%; di hutan sekunder muda adalah jenis meranti sapat (*S. dasyphylla*) dari suku *Dipterocarpaceae* dengan INP 47,20%, dan di hutan belukar tua adalah jenis pisang-pisang (*D. maingayi*) dari suku *Ebenaceae* dengan INP 26,72%. Hasil penelitian menunjukkan dari tiga lokasi tipe hutan tersebut terdapat enam jenis pohon dominan berdiameter ≥ 10 cm dengan INP > 10%.

Tabel (Table) 3. Indeks nilai penting (INP) jenis pohon dengan regenerasi lengkap dalam tiga tegakan hutan di lokasi penelitian (*Important value index (IVI) of tree species with complete regeneration in the three forest stands at the study sites*)

Tipe hutan (<i>Forest type</i>)	Suku (<i>Family</i>)	INP (<i>IVI</i>) (%)		
		Semai (<i>Seedlings</i>)	Pancang (<i>Saplings</i>)	Pohon (<i>Trees</i>)
A. Hutan sekunder tua (<i>Old secondary forest</i>):				
1. Bintangur (<i>Calophyllum sclerophyllum</i> Vesque)	<i>Guttiferae</i>	6,67	3,53	1,75
2. Pisang-pisang (<i>Diospyros maingayi</i> (Heiren) Bakh.)	<i>Ebenaceae</i>	1,89	2,02	4,89
3. Arang-arang (<i>Diospyros siamang</i> Bakh.)	<i>Ebenaceae</i>	6,28	32,96	13,94
4. Jambu-jambu/kelat (<i>Eugenia</i> sp.)	<i>Myristicaceae</i>	15,44	12,34	10,83
5. Asam kandis (<i>Garcinia nervosa</i> Miq.)	<i>Guttiferae</i>	1,89	20,32	10,14
6. Samak (<i>Glochidion superbum</i> Baillon. Ex Müll. Arg.)	<i>Euphorbiaceae</i>	8,56	12,45	9,04
7. Dara-dara (<i>Gymnacranthera paniculata</i> Warb.)	<i>Myristicaceae</i>	10,56	10,65	33,06
B. Hutan sekunder muda (<i>Young secondary forest</i>):				
1. Arang-arang (<i>Diospyros siamang</i> Bakh.)	<i>Ebenaceae</i>	3,95	3,96	4,41
2. Jambu-jambu (<i>Eugenia</i> sp.)	<i>Myristicaceae</i>	9,29	59,27	27,20
3. Dara-dara (<i>Gymnacranthera paniculata</i> Warb.)	<i>Myristicaceae</i>	56,20	27,18	25,06
4. Pelam/mangga hutan (<i>Mangifera parvifolia</i> Boerl. & Koord.)	<i>Anacardiaceae</i>	3,95	10,08	7,39

Tabel (Table) 3. Lanjutan (Continuation)

Tipe hutan (Forest type)	Suku (Family)	INP (IVI) (%)		
		Semai (Seedlings)	Pancang (Saplings)	Pohon (Trees)
5. Mensiro (<i>Mezzetia leptopoda</i> Oliv.)	<i>Annonaceae</i>	36,22	28,10	11,87
6. Pelawan (<i>Tristania maingayi</i> Duthie)	<i>Myrtaceae</i>	12,07	14,23	3,71
7. Kelat (<i>Xylopia</i> sp.)	<i>Annonaceae</i>	33,23	27,31	4,77
C. Belukar tua (Old bushes):				
1. Bintangur (<i>Calophyllum sclerophyllum</i> Vesque.)	<i>Guttiferae</i>	8,07	19,73	0,97
2. Arang-arang (<i>Diospyros siamang</i> Bakh.)	<i>Ebenaceae</i>	5,16	15,99	11,80
3. Asam keranji (<i>Dialium platysepalum</i> Baker)	<i>Leguminosae</i>	5,82	18,14	0,95
4. Jambu-jambu/Cemeti (<i>Eugenia</i> sp.)	<i>Myrtaceae</i>	19,70	26,97	15,94
5. Pelawan (<i>Evodia aromatica</i> Bl.)	<i>Myrtaceae</i>	4,03	3,68	0,93
6. Dara-dara (<i>Gymnacranthera paniculata</i> Warb.)	<i>Myristicaceae</i>	34,51	17,37	19,78
7. Medang (<i>Litsea firma</i>)	<i>Lauraceae</i>	2,91	7,87	21,62

Tabel (Table) 4. Dugaan biomassa, kandungan karbon, dan serapan karbon dioksida dalam hutan di lokasi penelitian (Estimate of biomass, carbon content and carbon dioxide uptake in the forests at the research sites)

Tipe hutan (Forest type)	Biomassa (Biomass) (ton/ha)	Karbon (Carbon) (ton C/ha)	Karbon dioksida (Carbon dioxide) (ton CO ₂ /ha)
1. Hutan sekunder tua (Old secondary forest)	302,29	151,14	554,70
2. Hutan sekunder muda (Young secondary forest)	86,86	43,42	159,38
3. Belukar tua (Old scrub forest)	72,75	36,37	133,50

Hasil penelitian Rosalina, Kartawinata, Nisyawati, Nurdin, & Supriatna, (2014), di hutan primer rawa-gambut Selat Panjang, Riau, dalam plot satu ha ditemukan 49 jenis pohon, 30 suku dan jumlah pohon berdiameter 10 cm ke atas sebanyak 550 pohon/ha, dua jenis pohon dominan yaitu *P. atrocarpus* (INP = 45,86%) dan *B. subrotundifolium* (INP = 22,46%). Heriyanto et al., (2019), melaporkan hasil penelitian di hutan rawa-gambut Dumai, Provinsi Riau, dijumpai 32 jenis pohon berdiameter 10 cm ke atas berjumlah 354 pohon/ha dan 22 suku, jenis terbanyak dari suku *Dipterocarpaceae*. Penelitian tersebut tidak terlalu berbeda dengan penelitian ini di hutan sekunder tua yaitu sebanyak 40 jenis pohon/ha, 22 suku dan 528 pohon/ha diameter 10 cm ke atas. Hal ini diduga peran pemerintah daerah

(Dinas Kehutanan) setempat dan masyarakat peduli lingkungan yang menjaga hutan rawa gambut ini dari perambahan dan kebakaran. Pohon dengan INP di atas 15% (Arbainsyah, De longh, & Kustiawan, 2014) menandakan jenis tersebut dapat dijumpai di lokasi dengan mudah. Oleh karena itu, pohon tersebut dapat dijadikan sumber benih untuk merestorasi hutan gambut yang terdegradasi.

Pada Tabel 2, di hutan sekunder tua Kawasan Lindung Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau bahwa potensi tegakan untuk 10 cm ke atas yang potensi tegakannya tertinggi ada di hutan sekunder tua dan terendah di hutan belukar tua. Di hutan sekunder muda didominasi oleh meranti sapat (*S. dasyphylla*), jambu-jambu (*Eugenia* sp.) dan dara-dara

(*G. paniculata*). Di belukar tua didominasi oleh jenis pisang-pisang (*D. maingayi*), meranti bunga (*S. teysmanniana*) dan medang (*L. firma*). Indeks keragaman (H') jenis tegakan di masing-masing tipe hutan tergolong kategori sedang dengan nilai indeks keragaman sebesar 2,93 di sekunder tua; 3,06 di sekunder muda, dan 3,10 di belukar tua. Jenis pohon dominan yang selalu ada di ketiga kondisi hutan rawa gambut tersebut adalah dara-dara (*G. paniculata*) dengan kerapatan tegakan antara 19-35 pohon/ha dan meranti bunga (*S. teysmanniana*) antara 23-28 pohon/ha. Dengan demikian, jenis pohon dara-dara dan meranti bunga menunjukkan kerapatannya cukup tinggi dan menyebar secara merata di ketiga kondisi hutan rawa gambut. Kerapatan tegakan dan sebaran jenis pohon merupakan salah satu petunjuk kekayaan hayati pada kawasan hutan (Rosalina et al., 2013 & 2014; Samsudin, Heriyanto, & Bismark, 2014).

Jenis yang potensial menggantikan tegakan yang akan datang di hutan sekunder tua rawa gambut yaitu tegakan tingkat pancang yaitu jenis pasir-pasir (*P. xanthochyllum*) dengan INP = 38,80%, arang-arang (*D. siamang*) (INP = 32,96%) dan mensiro (*M. leptopoda*) (INP = 25,09%). Pada hutan sekunder muda rawa gambut adalah jenis jambu-jambu (*Eugenia* sp.) dengan INP = 59,27%, tulang-tulang (*S. clavimyrta*) (INP = 39,39%) dan mensiro (*M. leptopoda*) (INP = 28,10%). Pada belukar tua hutan rawa gambut ialah jenis tulang-tulang (*S. clavimyrta*) dengan INP = 48,65%, kelat (*Xylopiya* sp.) (INP = 41,45%) dan jambu-jambu (*Eugenia* sp.) (INP = 26,97%).

Pohon dara-dara dan meranti bunga yang mendominasi di ketiga tipe hutan termasuk jenis komersial, kegunaan kayu tersebut sebagai kayu bangunan, perabot rumah tangga dan kayu lapis (Supriadi & Abdurachman, 2018). Silvikultur kedua jenis tersebut sudah dikuasai oleh masyarakat maupun instansi terkait/Dinas Kehutanan. Menurut informasi dari Dinas

Kehutanan Provinsi Riau, jenis meranti bunga lebih tersebar merata di banding jenis dara-dara di hutan rawa-gambut di provinsi tersebut, akan tetapi untuk keperluan pengkayaan jenis dapat dipilih dara-dara.

2. Struktur tegakan dan regenerasi

Secara keseluruhan struktur tegakan pohon menurut tingginya di tiga tipe hutan rawa-gambut di Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau sebagai berikut:

- (a) Di hutan sekunder tua (Gambar 2a) jenis pohon menjulang (tinggi pohon lebih dari 30 m) didominasi oleh pohon pasir-pasir (*P. xanthochyllum*), meranti bunga (*S. teysmanniana*) dan pisang-pisang (*D. maingayi*). Jenis yang tingginya antara 20-29 m didominasi oleh pohon jangkang (*D. pulchella*), meranti sapat (*S. gibbosa*) dan meranti bunga (*S. teysmanniana*). Tinggi pohon kurang dari 20 m didominasi oleh pohon jambu-jambu (*Eugenia* sp.), milas (*L. multinervium*) dan pasir-pasir (*P. xanthochyllum*).
- (b) Di hutan sekunder muda (Gambar 2b) jenis-jenis pohon menjulang dengan tinggi lebih dari 30 m hanya jenis meranti sapat (*S. dasyphylla*). Tinggi pohon antara 20-29 m didominasi oleh jenis pasir-pasir (*P. xanthochyllum*), balam putih (*M. ovata*), jangkang (*D. pulchella*), medang merah (*S. leprosula*), dan terentang (*C. auriculatum*). Tinggi pohon kurang dari 20 m yaitu jenis asam kandis (*G. nervosa*), pisang-pisang (*D. maingayi*) dan asam kandis (*G. nervosa*).
- (c) Di hutan belukar tua tidak ada pohon yang tingginya lebih dari 30 m, tetapi yang ada tinggi pohon kurang dari 30 m. Tinggi pohon antara 20-29 m yaitu jenis meranti bunga (*S. teysmanniana*), pisang-pisang (*D. maingayi*) dan pasir-pasir (*P. xanthochyllum*), jambu-jambu (*Eugenia* sp.), meranti sapat (*S. dasyphylla*), dan pisang-pisang

(*D. maingayi*). Tinggi pohon antara 15-20 m yaitu jenis meranti bunga (*S. teysmanniana*), jambu-jambu (*Eugenia* sp.), punak (*T. glabra*) dan jambu-jambu (*Eugenia* sp.)

Ketiga kondisi hutan rawa-gambut tersebut menunjukkan bahwa strata tajuk jenis pasir-pasir (*P. xanthochyllum*), meranti bunga (*S. teysmanniana*) dan pisang-pisang (*D. maingayi*) merupakan jenis yang menduduki strata dominan, diikuti jenis jangkang (*D. pulchella*), meranti sapat (*S. gibbosa*) dan meranti bunga (*S. teysmanniana*) tergolong strata kodominan. Menurut Samsedin et al., (2014), strata pohon dominan merupakan pohon yang paling menjulang diantara pohon yang lain, kodominan adalah pohon tertinggi ke dua diantara pohon tersebut. Dengan demikian, jenis-jenis pohon berstrata dominan dan kodominan potensial untuk digunakan dalam pengkayaan jenis di kawasan hutan rawa-gambut tidak produktif. Karakteristik jenis tersebut merupakan jenis yang cocok dengan tempat tumbuhnya, sehingga mendominasi di ketiga kondisi hutan rawa-gambut tersebut. Hal ini dapat dijelaskan bahwa jenis tumbuhan yang dapat tumbuh/beradaptasi dengan baik di lingkungan gambut jumlahnya tidak terlalu banyak besar (Kartawinata, 2016). Penelitian Samsedin & Dharmawan, (2012) di Hutan Alam Malinau Kalimantan Utara, dominansi tinggi dikuasai oleh jenis yang menjulang (*emergent*) yaitu dari genus *Shorea*, *Camnosperma* dan *Palaquium*. Hal ini mirip dengan penelitian ini.

Gambar 3, dapat dikemukakan bahwa struktur tegakan hutan di lokasi penelitian menunjukkan jumlah pohon yang semakin berkurang dari kelas diameter kecil ke kelas diameter besar, sehingga bentuk kurva pada umumnya dicirikan oleh jumlah sebaran yang menyerupai "J" terbalik. Struktur tegakan hutan di lokasi penelitian menunjukkan karakteristik yang normal dalam pertumbuhan. Umumnya di

hutan alam kelas diameter kecil lebih banyak dari kelas diameter besar (Samsedin & Heriyanto, 2010; Dharmawan & Samsedin, 2012). Dalam hutan klimaks nilai kerapatan tinggi untuk jenis-jenis berdiameter kecil, yang juga menyumbang kepada kekayaan jenis dalam petak, merupakan akibat gangguan pada masa lampau (Sheil, Kartawinata, Samsedin, Priyadi, & Afriastini, 2010; Rahmah, Kartawinata, Nisyawati, Wardhana & Nurdin, 2016).

Jumlah permudaan di lokasi penelitian di hutan sekunder tua tingkat pancang jenis komersial sebesar 2.192 batang/ha, tingkat semai 12.800 batang/ha. Di hutan sekunder muda tingkat pancang jenis komersial sebesar 736 batang/ha, tingkat semai 6.200 batang/ha; di belukar tua tingkat pancang jenis komersial sebesar 640 batang/ha, tingkat semai 5.000 batang/ha. Ditinjau dari jumlah permudaan di lokasi penelitian telah memenuhi jumlah permudaan berdasarkan TPTI (Tebang Pilih Tanam Indonesia), yaitu tingkat pancang sebesar 400 batang/ha dan tingkat semai 2.500 batang/ha yang tersebar merata di hutan.

3. Biomassa dan kandungan karbon

Pada Tabel 4, terlihat bahwa biomassa dan kandungan karbon tegakan hutan yang berdiameter 10 cm ke atas di Kawasan Lindung Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau di hutan sekunder tua termasuk tinggi yaitu 304,50 ton/ha (152,25 ton C/ha setara dengan 558,76 ton CO₂/ha). Hasil penelitian ini lebih tinggi bila dibandingkan dengan Dharmawan, (2013) di hutan primer rawa-gambut Kalimantan Tengah sebesar 73,08 ton C/ha; di hutan sekunder rawa-gambut Kepulauan Meranti, Riau sebesar 37,9 ton C/ha dan di hutan sekunder rawa gambut Sumatera Selatan sebesar 29,1 ton C/ha (Rosalina et al., 2013).

Kerapatan tegakan berdiameter 10-20 cm, tingkat pancang, dan tingkat semai di hutan rawa-gambut pada hutan sekunder tua berturut turut sebesar 382 pohon/ha,

2.656 batang/ha dan 20.000 batang/ha. Hal ini menunjukkan bahwa kawasan hutan rawa gambut pada kondisi hutan sekunder tua mampu menyerap karbon dioksida yang tertinggi. Tingkat pohon di hutan sekunder tua didominasi oleh jenis pasir-pasir/suntai (*P. xanthochymum*), dara-dara (*G. paniculata*) dan medang (*Litsea* sp.). Di hutan sekunder muda didominasi oleh jenis meranti sapat (*S. dasyphylla*), jambu-jambu (*Eugenia* sp.), dan dara dara (*G. paniculata*). Di belukar tua didominasi oleh pisang-pisang (*D. maingayi*), meranti bunga (*S. teysmanniana*) dan medang (*L. firma*).

Data biomassa suatu ekosistem sangat berguna untuk mengevaluasi pola produktivitas berbagai macam ekosistem yang ada (Chave et al., 2014). Tegakan hutan pada tingkat permudaan (tingkat tiang, pancang dan semai) berpotensi besar dalam menyerap kadar karbon dioksida di udara. Hal ini dapat dijelaskan bahwa pada pohon muda proses pertumbuhan relatif cepat dibanding dengan pohon yang sudah tua. Saat proses fotosintesis, maka karbon dioksida dan air diubah menjadi kabohidrat, selanjutnya melalui proses metabolisme menjadi lipid, asam nukleat, dan protein, bahan ini yang akan diubah menjadi organ tumbuhan (Widhi & Murti, 2014).

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Hutan Rawa-Gambut Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau pada kondisi hutan sekunder tua tercatat 40 jenis pohon dengan 22 suku, di hutan sekunder muda terdapat 45 jenis dengan 18 suku, dan di hutan belukar tua ada 35 jenis dengan 20 suku. Ketiga kondisi hutan rawa gambut tersebut menunjukkan jumlah pohon inti dan permudaan jenis komersial sudah mencukupi. Di hutan sekunder tua pada tingkat pohon didominasi oleh jenis pasir-pasir/suntai (*P. xanthochymum*), dara-dara (*G. paniculata*) dan medang

(*Litsea* sp.). Di hutan sekunder muda didominasi oleh jenis meranti sapat (*S. dasyphylla*), jambu-jambu (*Eugenia* sp.), dan dara-dara (*G. paniculata*). Di belukar tua didominasi jenis pisang-pisang (*D. maingayi*), meranti bunga (*S. teysmanniana*) dan medang (*L. firma*). Jenis yang mendominasi regenerasi lengkap (tingkat pohon, pancang dan semai) yang menyebar di setiap lokasi yaitu jenis dara-dara (*G. paniculata*), arang-arang (*D. Siamang*) dan jambu-jambu/kelat (*Eugenia* sp.). Biomassa dan kandungan karbon tegakan hutan yang berdiameter 10 cm ke atas di hutan sekunder tua yaitu sebesar 302,29 ton/ha (151,14 ton C/ha setara dengan 554,70 ton CO₂/ha). Di hutan sekunder muda sebesar 86,86 ton/ha (43,42 ton C/ha setara dengan 159,38 ton CO₂/ha). Di belukar tua sebesar 72,75 ton/ha (36,37 ton C/ha setara dengan 133,50 ton CO₂/ha).

B. Saran

Pohon yang potensial dijadikan sumber benih dari hutan rawa-gambut di Kawasan Hutan Lindung Bukit Batu, Kabupaten Bengkalis, Provinsi Riau adalah pohon pasir-pasir/suntai (*P. xanthochymum*), meranti sapat (*S. dasyphylla*) dan pisang-pisang (*D. maingayi*). Hutan rawa-gambut tersebut perlu perlindungan dari kebakaran dan perambahan.

UCAPAN TERIMA KASIH

Dalam pelaksanaan penelitian ini penulis mengucapkan banyak terima kasih kepada (1) Saudara Eman teknisi Litkayasa Penyelia pada Puslitbang Hutan, Bogor yang membantu mengolah data, (2) segenap Direksi PT Asia Pulp and Paper dan Sinar Mas Group Indonesia.

DAFTAR PUSTAKA

- Arbainsyah., De longh, H.H., & Kustiawan, W. (2014). Structure, composition and diversity of plant communities in FSC-certified, selectively logged forests of different ages compared to primary Rain Forest. *Biodiversity Conservation*, 23(10), 24-45.
- [BPS] Badan Pusat Statistik. (2018). Bengkalis Dalam Angka. Badan Pusat Statistik Kabupaten Bengkalis. Provinsi Riau.
- Chave, J., Mechain, M.R., Burquez, A., Chidumayo, E., Colgan, M.S., Delitti, W.B.C., Dugue, A., Eid, T., Fearnside, P.M., Goodman, R.C., Henry, M., Yrizar, A.M., Mugasha, W.A., Landau, H.C.M., Mencuccini, M., Nelson, B.W., Ngomanda, A., Nogueira, E.M., Malavessi, E.O., Pelissier, R., Ploton, P., Ryan, C.M., Soldarriaga, J.G. & Vieilledent, G. (2014). Improved allometric models to estimate the aboveground biomass of tropical trees. *Global Change Biology* (2014), doi: 10.1111/gcb.12629
- Dharmawan, I.W.S., & Samsuodin, 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. (2012). Evaluasi Dinamika Cadangan Karbon Tetap pada Hutan Gambut Primer dan Bekas Terbakar di Hampangan dan Kalamangan, Kalimantan Tengah. Desertasi Doktor. Sekolah Pasca Sarjana IPB, Bogor.
- Heriyanto, N.M., Samsuodin, 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., Samsuodin, I., & Bismark, M. (2019). Keanekaragaman hayati flora dan fauna di Kawasan Hutan Bukit Datuk Dumai Provinsi Riau. *Jurnal Sylva Lestari*, 7(1), 82-94.
- High Carbon Stock/HCS Approach. (2017). Pendekatan Stok Karbon Tinggi Mempraktekkan Nihil Deforestasi. The HCS Approach Toolkit, Module 4, Version 2.0. Kuala Lumpur, HCS Approach Steering Group.
- [IPCC] International Panel on Climate Change. (2013). Climate change 2013 the physical basis working group I contribution to the fifth assessment report of the IPCC. Switzerland.
- [INCAS] Indonesia National Carbon Accounting System. (2015). Indonesia Luncurkan Alat Baru Hadapi Perubahan Iklim. Program REDD-I. Hutan dan Perubahan Iklim di Indonesia. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia.
- Kartawinata, K. (2016). Diversitas Ekosistem Alami Indonesia. Cetakan ke-2, Penerbit: Yayasan Pustaka Obor Indonesia.
- Laumonier, Y., Uryu, Y., Stuwe, M., Budiman, A., Setiabudi, B., & Hadian, O. (2010). Eco-floristic sectors and deforestation threats in Sumatra: identifying new conservation area network priorities for ecosystem-based land use planning. *Biodivers Conserv*, 19, 1153-1174. DOI: 10.1007/s10531-010-9784-2.
- Masganti, Wahyunto., Dariah., A., Nurhayati, & Yusuf, R., (2014). Karakteristik dan potensi pemanfaatan lahan gambut terdegradasi di Provinsi Riau. *Jurnal Sumberdaya Lahan*, 8, 47-54.
- Mueller-Dombois, & Ellenberg. (2016). Ekologi vegetasi: Tujuan dan Metode (Terjemahan Aims and Methods of Vegetation Ecology oleh Kartawinata,

- K., & Abdulhadi, R.). LIPI Press & Yayasan Pustaka Obor. Jakarta.
- Nurhayati, A.D., Aryanti, E., & Saharjo, B.H., (2010). Kandungan emisi gas rumah kaca pada kebakaran hutan rawa-gambut di Pelalawan Riau. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 15(2), 78-82.
- Purwanta, W. (2010). Penghitungan emisi karbon dari lima sektor pembangunan berdasar metode IPCC dengan verifikasi faktor emisi dan data aktivitas lokal. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 11(1), 71-77.
- Rahmah, K. Kartawinata, Nisyawati, Wardhana, & Nurdin, E. (2016). Tree species diversity in the lowland forest of the core zone of the Bukit Duabelas National Park, Jambi, Indonesia. *Reinwardtia*, 15(1), 11-26.
- 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.
- 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.
- Rosalina, Y., Kartawinata, K., Nisyawati, Nurdin, E., & Supriatna, J. (2014). Floristic composition and structure of a peat swamp forest in the conservation area of the PT National Sago Prima, Selat Panjang, Riau, Indonesia. *Reinwardtia*. 14(1), 193-210.
- 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. (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).
- 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.
- Sheil, D., Kartawinata, K., Samsuodin, I., Priyadi, H., & Afriastini, J.J. (2010). The lowland forest tree community in Malinau, Kalimantan (Indonesian Borneo): results from a one-hectare plot. *Plant Ecology & Diversity*, 3(1), 59-66.
- Supriadi, A., & Abdurachman. (2018). Sifat pemesinan lima jenis kayu asal Riau. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, 36(2), 85-100.
- The Plant List. (2013). The Plant List Version 1.1. Royal Botanic Gardens, Kew, U.K. and Missouri Botanical Garden, Missouri, U.S.A.
- Wahyunto, Dariah, Pitono & Sarwani. (2013). Prospek pemanfaatan lahan gambut untuk perkebunan kelapa sawit di Indonesia. *Perspektif*, 12(1), 11-12.
- 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.
- Widhi S.J.K., & Murti, S.H. (2014). Estimasi stok karbon hutan dengan memanfaatkan citra landsat 8 di Taman Nasional Tesso Nilo, Riau. *Jurnal Bumi Indonesia*, 3(2), 1-11
- Yuniawati. (2013) Pengaruh pemanenan kayu terhadap potensi karbon tumbuhan bawah dan serasah di lahan gambut (Studi kasus di areal

HTI kayu serat PT RAPP Sektor
Pelalawan, Provinsi Riau). *Jurnal
Hutan Tropis*, 1(1), 24-31.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih dan penghargaan setinggi-tingginya kepada Reviewer yang telah menelaah naskah yang dimuat pada Jurnal Penelitian Hutan Tanaman Vol. 17 No. 1, Desember 2020:

Dr. Darwo (Silvikultur dan Biometrika Hutan - KLHK)

Prof (Ris.) Dr. Sri Suharti (Perhutanan Sosial - KLHK)

Dr. Neo Endra Lelana (Perlindungan Hutan - KLHK)

Dr. Dono Wahyuno (Hama-Penyakit - BPT Rempah dan Obat)

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

Dr. Tatang Tiryana (Perencanaan Kehutanan, Manajemen Hutan - IPB)

Dr. Sri Rahayu (Hama dan Penyakit - UGM)

Siti Latifah, Ph.D (Manajemen Hutan, Inventarisasi Hutan - UNSU)

PEDOMAN BAGI PENULIS

Jurnal Hutan Tanaman adalah publikasi ilmiah resmi dari Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. Jurnal ini menerbitkan tulisan hasil Perbenihan, Pembibitan, Teknik Silvikultur, Pemuliaan Pohon, Perlindungan Hutan Tanaman (meliputi nama penyakit, gulma, kebakaran), Biometrika, Sistem Silvikultur, Sosial Ekonomi, Pengelolaan Lingkungan Hutan Tanaman.

Naskah ditulis dalam bahasa Indonesia dengan huruf **Times New Roman**, font ukuran 12 dan jarak 2 (dua) spasi pada kertas A4 putih pada satu permukaan dan disertai file elektroniknya 3,5 cm. Naskah sebanyak 2 (dua) rangkap dikirimkan kepada Sekretariat Redaksi Jurnal Penelitian Hutan Tanaman, Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan. File elektronik dikirim ke Sekretariat Redaksi dalam bentuk CD atau dikirim melalui email ke alamat jurnalpht@gmail.com

Penulis menjamin bahwa naskah yang diajukan belum pernah dimuat/diterbitkan dalam publikasi manapun, dengan cara mengisi blanko pernyataan yang dapat diperoleh di Sekretariat Redaksi Publikasi Pusat Litbang Hutan, atau download di website <http://www.puslitbanghut.or.id>. Pengajuan naskah oleh penulis yang berasal dari instansi/institusi (bukan perorangan) di luar Pusat Litbang Hutan harus disertai dengan surat pengantar dari instansi/institusinya. Pengajuan dimaksud dapat dilakukan melalui <http://ejournal.fordamof.org/ejournal-litbang/>.

Struktur Penulisan

JUDUL (letak tengah dan huruf KAPITAL)

Title (letak tengah dan cetak miring)

I. BAB

A. Sub Bab

1. Sub sub bab

a. Sub sub sub bab

1) Sub sub sub sub bab

2) Sub sub sub sub sub bab

Judul ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris, bersifat spesifik, efektif dan sebaiknya tidak terlalu panjang berkisar antara 10-15 kata serta harus mencerminkan isi tulisan. Di bawah judul ditulis terjemahannya dalam bahasa Inggris yang tercetak dengan huruf kecil dan miring. Nama penulis (satu atau lebih) dicantumkan di bawah judul dengan huruf kecil. Di bawah nama ditulis institusi asal penulis dan alamat lengkap instansi/institusi.

Isi Naskah terdiri atas **ABSTRAK** dengan *Kata kunci* dan **ABSTRAK** dengan kata kunci, **PENDAHULUAN, METODOLOGI, HASIL DAN PEMBAHASAN, KESIMPULAN DAN SARAN, UCAPAN TERIMA KASIH, DAFTAR PUSTAKA** dan **LAMPIRAN** (kalau ada)

GUIDELINES FOR WRITING

Journal of Forest Plantation Research is the official scientific publication of the Center for Forest Productivity Improvement Researches in various aspects of plantation forest such as seed, nursery, silvicultural techniques, social, economic, environmental management of plantation forest (pests/diseases, weeds, fire), biometrics, silviculture, social, economic and environmental management of forest plantations.

Manuscript is written in Indonesia, using **Times New Roman** font, 12pt size, double spaced, minimum margin of 3,5 cm (in all sides), printed on single-sided A4 size paper (softcopy must be attached). Two copies of manuscript are sent to the Editorial Secretariat of the Journal of Forest Plantation Research, Center for Forest Productivity Improvement Research, Center for Forest Productivity Improvement Research and Development. Softcopy is sent to the Editorial Secretariat in Compact Disc (CD) or via email to jurnalpht@gmail.com

The author must guarantee that the submitted manuscript has not been published in any publications, by filling out statement form that can be obtained at the Editorial Secretariat, or downloaded from the website <http://www.puslitbanghut.or.id>. Submission of manuscripts by authors from agency/institution (not individuals) outside the Center for Research and Development of Forest must be accompanied by a covering letter from the agency/institution. The manuscript can be submitted to <http://ejournal.fordamof.org/ejournal-litbang/>.

Writing Structure

JUDUL (Center and CAPITAL)

Title (Center and Italic)

I. BAB

A. Sub Bab

1. Sub sub bab

a. Sub sub sub bab

1) Sub sub sub sub bab

2) Sub sub sub sub sub bab

The title is written in Indonesian and English, specific, effective and should range between 10-15 words and should reflect the contents of the writing. English translation should be provided below the title, in smaller font size and in italic. The author (s) name (one or more) is listed below the title, with name and address of the author's institution/agency below the author name (in smaller font size).

The manuscript consists of : **ABSTRACT** with **Keywords, INTRODUCTION, METHODOLOGY, RESULTS AND DISCUSSION, CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS, ACKNOWLEDGMENTS, APPEDIX and REFERENCES** (if any).

ABSTRAK dibuat dalam Bahasa Indonesia sebaiknya tidak lebih dari 250 kata dan Inggris sebaiknya tidak lebih dari 200 kata dalam satu paragraph. Isinya berupa intisari permasalahan., Tujuan, rancangan penelitian dan kesimpulan yang dinyatakan secara kuantitatif. Bahasa Inggris ditulis dengan huruf kecil miring dan bahasa Indonesia ditulis tegak, jarak 1 (satu) spasi. *Keywords* dan kata kunci masing-masing tidak lebih dari 5 kata kunci.

PENDAHULUAN berisi: latar belakang/masalah, tujuan penelitian dan hipotesis (tidak harus ada)

METODOLOGI berisi: waktu dan tempat, bahan dan alat, metode, rancangan penelitian (kalau ada), analisis data. Metode disajikan secara ringkas namun jelas.

HASIL DAN PEMBAHASAN berisi: hasil dan pembahasan yang disajikan secara mendalam dibuat terpisah atau dijadikan satu.

Tabel diberi nomor, judul tabel, sumber dan keterangan yang diperlukan. Judul, isi dan keterangan tabel ditulis dalam bahasa Indonesia dan Inggris secara jelas dan singkat. Judul tabel diletakkan di atas tabel. Keterangan tabel ditulis dengan ukuran huruf lebih kecil dari judul tabel.

Gambar, Grafik dan Foto harus jelas (resolusi paling sedikit 300 dpi) dan dibuat kontras, diberi judul, sumber dan keterangan dalam bahasa Indonesia dan Inggris. Judul gambar, grafik dan foto diberi nomor dan diletakkan di bawah gambar. Foto renik atau peta harus diberi skala. Keterangan gambar, grafik dan foto ditulis dengan ukuran huruf lebih kecil dari judul gambar, grafik dan foto.

KESIMPULAN DAN SARAN disampaikan secara naratif ringkas, padat serta diusahakan dinyatakan secara kuantitatif dengan memperhatikan kedalaman bahasa dan perampatan bahasan.

UCAPAN TERIMA KASIH berupa ucapan terima kasih kepada orang/instansi/organisasi yang telah membantu baik berperan secara finansial, teknis maupun substantif.

DAFTAR PUSTAKA mengacu pada American Psychological Association (APA) Style (minimal 15 pustaka, dengan referensi yang berkualitas, 80% sumber acuan dianjurkan 5 tahun terakhir kecuali pustaka 5 tahun terakhir tidak ditemukan dan 80% merupakan sumber acuan primer), disusun menurut abjad nama pengarang dengan mencantumkan tahun terbit, seperti contoh berikut:

- Departemen Kehutanan. (2005). *Eksekutif data strategis kehutanan*. Jakarta: Departemen Kehutanan.
- Kementerian Kehutanan. (2009). *Keputusan Menteri Kehutanan No. SK 328/Menhut-II/2009 tentang Penetapan DAS Prioritas dalam rangka RPJ tahun 2010-2014*. Jakarta: Sekretariat Jenderal.
- Mindawati, N., Indrawan, A., Mansur, I., & Rusdiana, O. (2010). Kajian pertumbuhan tegakan hybrid Eucalyptus urograndis di Sumatera Utara. *Jurnal Penelitian Hutan Tanaman*, 7(1), 39-50.
- Salisbury, F.B., & Ross, C.W. (1992). *Plant physiology*. Belmon: Wadsworth Publishing.Co.
- U.S. Census Bureau. American factfinder:Fact about my community. Akses tanggal 17 Agustus 2001, dari <http://factfinder.Census.gov/servlet/Basicfactervlet>>.

ABSTRACT is written in Indonesian (should be no more than 250 words) and in English (should be no more than 200 words), each in one paragraph. It contains the essence of the problem, objectives, research design and conclusions expressed quantitatively. Abstract in Indonesia written in regular font while abstract in English written in Italic, using single space. Keywords should be no more than five keywords.

INTRODUCTION contains: background/issues, research objectives and hypotheses (not mandatory)

METHODOLOGY contains: time and place, materials and equipment, methods, research Design (if any), data analysis. Methods are presented briefly but clearly.

RESULTS AND DISCUSSION contains: results and discussion are given throughly separately or combined.

Tables are numbered and provided with title, source and required description. Table title, contents and caption are written in Indonesian and English clearly and concisely. Table title is placed above the table. Caption is written in smaller font siza than the title.

Image, Graphic and Photograph must have good quality (minimum resolution is 300 dpi) clear and contrast, provided with title and description in Indonesia and English. Title of image, graphic and photograph are numbered and placed below the picture. Microscopic photo or map should be provided with scale. Caption of graphics and photographs are written in smaller font size than the title.

CONCLUSIONS AND RECOMMENDATIONS are presented naratively in brief (preferably in the form of numbered points), concise and should be expressed quantitatively.

ACKNOWLEDGMENTS in the from of gratitude to the person/agency/organization that helped the research, financially, technically or substantially.

REFERENCES follow the guidelines of APA style (at least 15 libraries, with qualified reference and recommended in the last 5 year), organized alphabetically by author name, including year of publication, as the following example.

Dewan Redaksi dan Sekretariat Redaksi berhak mengubah dan memperbaiki isi naskah sepanjang tidak mengubah substansi tulisan. Naskah yang tidak diterbitkan akan dikembalikan kepada penulis.

Editors and Editorial Secretariat reserve the right to change and improve the content of the manuscript as long as not changing the substance of the writing. Unpublished manuscript will be returned to the author

