

# Jenis Tanah, Komposisi dan Keanekaragaman Jenis Tegakan Pada Pengusahaan Hutan Alam Secara Konvensional dan RIL

I Wayan Susi Dharmawan<sup>1\*</sup>, Muhammad Ridwan<sup>2</sup> dan Nana Suparna<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Pusat Penelitian dan Pengembangan Hutan; e-mail: salifa0311@gmail.com

<sup>2</sup> Centre for Climate Risk and Opportunity Management in Southeast Asia Pasific (CCROM - SEAP) IPB; e-mail: mhdrdwan2008@gmail.com

<sup>3</sup> Asosiasi Pengusaha Hutan Indonesia; e-mail: nana@wanas.com

## ABSTRAK

Dalam melakukan pengelolaan hutan alam produksi, penggunaan sistem pemanenan yang memberikan dampak kerusakan lingkungan minimal sangat diharapkan. Salah satu sistem pemanenan yang dapat meminimalisir dampak kerusakan lingkungan akibat pemanenan adalah *Reduced Impact Logging* (RIL). Namun demikian, data hasil kajian terkait dampak sistem pemanenan konvensional dan RIL terhadap komposisi, keanekaragaman jenis dan juga sebaran jenis tanahnya masih sangat sedikit. Padahal, data tersebut sangat penting sebagai bagian strategi untuk implementasi pengelolaan hutan alam lestari dapat lebih berhasil kedepan. Tulisan ini bertujuan menginformasikan sebaran jenis tanah, komposisi dan keanekaragaman jenis tegakan pada wilayah pengusahaan hutan alam yang telah menerapkan sistem pemanenan secara konvensional dan RIL dalam rangka mendukung strategi pengelolaan hutan alam lestari. Plot berbentuk lingkaran digunakan untuk melakukan survei analisis vegetasi di tiga (3) areal IUPHHK-HA yaitu PT. A, PT. B, dan PT. C di Provinsi Kalimantan Tengah serta data yang terkumpul selanjutnya dianalisis lebih lanjut yaitu INP (Indeks Nilai Penting), indeks keanekaragaman jenis (*Shannon-Wiener*), indeks kekayaan jenis (*Margalef*) dan indeks pemerataan jenis. Hasil penelitian di seluruh lokasi studi menunjukkan sebaran jenis tanah yang didominasi oleh kompleks Kambisol-Podsol sebesar masing-masing 82,0% (PT. A), 45,38% (PT. B), 48,48% (PT. C) yang memiliki tingkat kesuburan rendah dan ketersediaan hara yang rendah; tidak ditemukan banyak perubahan keberadaan famili-famili tumbuhan berdasarkan 5 spesies dengan INP tertinggi pada masing-masing tingkat pertumbuhan pancang, tiang dan pohon (selisih rata-rata nilai INP pada semua tingkatan pertumbuhan berada dibawah nilai 10%) dimana masih sangat didominasi oleh famili-famili *Dipterocarpaceae*, *Myrtaceae*, *Fabaceae* dan *Fagaceae*; tidak ditemukan banyak perubahan terhadap nilai keanekaragaman (nilai 3,00-3,19), kekayaan (nilai 6,57-7,61) dan pemerataan jenis (nilai 0,82-0,88). Dengan demikian, sistem pemanenan pada hutan alam yang dilaksanakan dengan baik yang mempunyai dampak terhadap lingkungan minimal akan memberikan keberlanjutan komposisi tegakan dan keanekaragaman hayati untuk mendukung terjaminnya kelestarian hutan pada areal pengusahaan hutan alam produksi di Indonesia.

**Kata kunci:** Jenis tanah, Komposisi tegakan, Keanekaragaman jenis, Konvensional, RIL

## ABSTRACT

In managing natural production forest, the use of a logging system that provides minimal damage is highly desirable. One of the logging systems that can minimize the impact of damage due to logging is *Reduced Impact Logging* (RIL). However, data from studies related to the impact of conventional and RIL logging systems on the composition, species diversity and distribution of soil types are still very few. In fact, the data is very important as part of a strategy for implementing sustainable natural forest management to be more successful in the future. This paper aims to inform the distribution of soil types, composition and species diversity of stands in forest concession areas that have applied conventional logging systems and RIL in order to support sustainable natural forest management strategies. The circular plot was used to conduct a vegetation analysis survey in three (3) IUPHHK-HA areas, namely PT. A, PT. B, and PT. C in Central Kalimantan Province and the data collected were then analyzed further, namely the INP (Importance Value Index), the species diversity index (*Shannon-Wiener*), the species richness index (*Margalef*) and the species evenness index. The results of the research in all study locations showed that the distribution of soil types was dominated by the Kambisol-Podsol complex as amounted 82,0% (PT. A), 45,38% (PT. B), 48,48% (PT. C) which had low fertility and low nutrient availability; not found much change in the existence of plant families based on 5 species with the highest INP at each growth stage of saplings, poles and trees (difference in the average INP values at all growth stages below 10%) that still very much dominated by the *Dipterocarpaceae*, *Myrtaceae*, *Fabaceae* and *Fagaceae* families; not found much change in the value of diversity (value 3,00-3,19), richness (value 6,57-7,61) and evenness of species (value 0,82-0,88). Thus, a logging system that is carried out properly in managing natural forest that has minimum environmental impact will provide sustainability of stand composition and biodiversity to support the assurance of forest sustainability in natural forest concession areas in Indonesia.

**Keywords:** Soil type, Stand composition, Species diversity, Conventional, RIL

**Citation:** Dharmawan, I.W.S., Ridwan, M., dan Suparna, N. (2021). Jenis Tanah, Komposisi dan Keanekaragaman Jenis Tegakan Pada Pengusahaan Hutan Secara Konvensional dan RIL *Jurnal Ilmu Lingkungan*, 19(3), 555-564, doi:10.14710/jil.19.3.555-564

\* Penulis korespondensi: salifa0311@gmail.com

## 1. Pendahuluan

Indonesia memiliki luas kawasan hutan dan perairan Indonesia mencapai 125,92 juta hektar, yang meliputi: Hutan Konservasi (HK) dengan luasan 27,43 juta hektar, Hutan Lindung (HL) dengan luasan 29,66 juta hektar, Hutan Produksi Terbatas (HPT) dengan luasan 26,79 juta hektar, hutan produksi tetap (HP) dengan luasan 29,22 juta hektar dan Hutan Produksi yang Dapat Dikonversi (HPK) dengan luasan 12,82 juta hektar (Ditjen PHPL, 2020). Dari fungsi-fungsi tersebut diketahui bahwa hutan produksi memiliki areal yang paling luas yaitu lebih kurang sebesar 55% dari total luas hutan nasional.

Dalam melakukan pengelolaan hutan alam produksi, penggunaan sistem pemanenan yang memberikan dampak kerusakan lingkungan minimal sangat diharapkan. Salah satu sistem pemanenan yang dapat meminimalisir dampak kerusakan akibat pemanenan adalah *Reduced Impact Logging* (RIL). *Reduced Impact Logging* merupakan teknik pemanenan kayu yang berdampak rendah/minimal melalui pendekatan yang komprehensif antara perencanaan, pelaksanaan, pemantauan dan evaluasi (Suhartana *et al.*, 2014). Teknik ini merupakan perbaikan dan penyempurnaan praktek pembuatan jalan, penebangan, serta penyaradan yang saat ini dan sebelumnya sudah berjalan. Implementasi RIL memiliki tujuan untuk meminimalisir pengaruh negatif terhadap lingkungan, memperbaiki efisiensi pemanenan melalui penekanan terhadap volume limbah penebangan, biaya pemanenan dan peningkatan produksi kayu, menciptakan ruang tumbuh yang kondusif untuk tegakan tinggal sehingga pertumbuhan pohon dan hasil hutan non kayu akan lebih baik, menambah pendapatan, kesehatan dan keselamatan kerja serta membuat pra-kondisi untuk pengelolaan hutan lestari. Melalui penerapan RIL yang baik pada lokasi pemanenan kayu di areal IUPHHK-HA diharapkan dapat mengurangi kerusakan hutan sehingga dapat meningkatkan produksi kayu dan mendukung keberlangsungan hutan yang lestari.

Pemahaman serta pengetahuan yang memadai terkait informasi ekologi yang meliputi jenis tanah, struktur dan komposisi tegakan hutan diperlukan untuk pengembangan kawasan hutan secara lestari dan berkelanjutan (Kartawinata *et al.*, 2008), dimana salah satunya adalah melalui evaluasi dampak sistem tebangan konvensional dan RIL. Struktur tegakan dianggap penting karena terkait dengan faktor ekonomi yang dapat mengindikasikan potensi tegakan (*timber standing stock*) minimal yang harus tersedia sehingga layak untuk dikelola. Faktor ekologi juga memegang peranan penting karena struktur tegakan dapat menginformasikan tentang kemampuan regenerasi tegakan (Muhdin *et al.*, 2008).

Penelitian ini menyangkut aspek jenis tanah dan ekologi yang menggambarkan sebaran jenis tanah, struktur dan komposisi jenis-jenis pohon penyusun tegakan serta keanekaragamannya di areal perusahaan hutan alam di Kalimantan Tengah yang menerapkan sistem pemanenan secara konvensional

dan sistem pemanenan berdampak rendah (RIL/*Reduced Impact Logging*). Penelitian ini bertujuan untuk menginformasikan sebaran jenis tanah, komposisi dan keanekaragaman jenis tegakan pada wilayah perusahaan hutan alam yang telah menerapkan sistem tebangan secara konvensional dan sistem RIL dalam rangka mendukung strategi pengelolaan hutan alam lestari.

## 2. Metode Penelitian

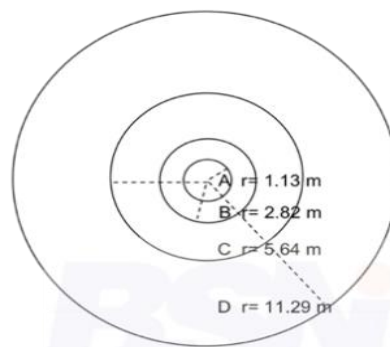
### 2.1. Waktu dan Lokasi Penelitian

Kegiatan penelitian telah dilaksanakan pada Bulan Agustus 2017 – Desember 2018 di areal IUPHHK-HA PT. A seluas 52.100 ha, PT. B seluas 44.970 ha, dan PT. C seluas 38.450 ha, yang terletak di Kecamatan Sanaman Mantikei, Kabupaten Katingan, Provinsi Kalimantan Tengah.

### 2.2. Metode Penelitian

Dalam survei analisis vegetasi di PT. A, PT. B dan PT. C, pengambilan data dilakukan secara random sampling dengan menggunakan plot berbentuk lingkaran SNI 7724:2011 (BSN, 2011). Plot dibuat sebanyak 222 plot dengan sebaran : a) di PT. A sebanyak 99 plot yaitu 32 plot untuk survei analisis vegetasi pada petak yang belum ditebang, 37 plot pada petak yang sudah ditebang secara konvensional dan 30 plot pada petak yang sudah ditebang secara RIL; b) di PT. B sebanyak 62 plot yaitu 31 plot pada petak yang sudah ditebang secara konvensional dan 31 plot pada petak yang sudah ditebang secara RIL; dan c) di PT. C sebanyak 61 plot yaitu 29 plot pada petak yang sudah ditebang secara konvensional dan 32 plot pada petak yang sudah ditebang secara RIL.

Plot bentuk lingkaran beserta ukuran jari-jarinya dapat dilihat pada Gambar 1. Jari-jari A adalah subplot untuk survei semai (diameter < 2 cm), tumbuhan bawah dan serasah; jari-jari B adalah subplot untuk survei pancang (diameter 2 – 10 cm); jari-jari C adalah subplot untuk survei tiang (diameter 10 – 20 cm); dan jari-jari D adalah subplot untuk survei pohon (diameter > 20 cm).



**Gambar 1.** Bentuk Sampel Plot Lingkaran (BSN, 2011)

### 2.3. Analisis Data

Analisis data dilakukan untuk mendapatkan nilai indeks nilai penting (INP), indeks keanekaragaman jenis (H), indeks kekayaan jenis (R) dan indeks pemerataan jenis (E). Indeks nilai penting adalah jumlah nilai-nilai kerapatan relatif, dominansi relatif, dan frekuensi relatif (Mueller-Dombois dan Ellenberg, 1974; Indriyanto, 2008), yaitu:

$$INP(\%) = KR(\%) + DR(\%) + FR(\%)$$

dimana : INP merupakan Indeks Nilai Penting; KR merupakan Nilai Kerapatan Relatif; FR merupakan Nilai Frekuensi Relatif; dan DR merupakan Nilai Dominansi Relatif

Indeks keanekaragaman spesies diukur dengan indeks *Shannon-Wiener* (Krebs, 1994; Pretzsch, 2009), yaitu:

$$H' = -\sum(p_i \log p_i)$$

dimana  $H'$  = indeks diversitas *Shannon-Wiener*,  $p_i$  = proporsi jumlah individu ke- $i$ .

Selanjutnya nilai indeks keanekaragaman (H) dikategorikan sebagai berikut (Pretzsch, 2009) : a) nilai  $H \leq 1$  termasuk kategori rendah; b) nilai H sebesar  $1 < H < 3$  termasuk kategori sedang; dan c) nilai  $H \geq 3$  termasuk kategori tinggi. Selain dihitung indeks keanekaragaman jenis, dilakukan juga analisis indeks kekayaan jenis *Margalef* dan indeks pemerataan jenis. Nilai indeks *Margalef* akan berhubungan linier dengan nilai keanekaragaman jenisnya (H), semakin tinggi nilai keanekaragaman jenis maka akan semakin tinggi pula nilai kekayaan jenisnya. Nilai indeks kekayaan jenis (R) dikategorikan sebagai berikut (Pretzsch, 2009) : a) nilai  $R \leq 2,5$  termasuk kategori rendah; b) nilai R sebesar  $2,5 < R < 4$  termasuk kategori sedang; dan c) nilai  $R \geq 4$  termasuk kategori tinggi. Sementara itu, nilai indeks pemerataan berkisar 0-1, jika nilainya 0 mengindikasikan tingkat pemerataan spesies tumbuhan pada komunitas tersebut sangat tidak merata, sebaliknya jika nilainya mendekati 1 maka hampir seluruh spesies yang terdapat di lokasi studi memiliki kelimpahan yang hampir sama (Magurran, 1988). Nilai indeks pemerataan jenis (E) dikategorikan sebagai berikut (Pretzsch, 2009) : a) nilai  $E \leq 0,3$  termasuk kategori rendah; b) nilai E sebesar  $0,3 < E < 1$  termasuk kategori sedang; dan c) nilai  $E \geq 1$  termasuk kategori tinggi.

Indeks *Margalef* dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Pretzsch, 2009) :

$$R1 = \frac{S-1}{\ln(N)}$$

dimana R1 = Indeks *Margalef*, S = jumlah spesies, N = jumlah total individu semua spesies.

Indeks pemerataan jenis dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Pretzsch, 2009):

$$E = \frac{H'}{\ln S}$$

dimana E = Indeks pemerataan spesies (*evenness*),  $H'$  = Indeks keanekaragaman *Shannon-Wiener*, S = Jumlah spesies.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Sebaran Jenis Tanah

Identifikasi jenis tanah yang dibutuhkan untuk mendukung pertumbuhan tanaman yang sehat menjadi suatu hal yang sangat penting dilakukan. Tanah memiliki proporsi kandungan tertentu seperti mineral, bahan organik dan air yang optimal untuk mendukung pertumbuhan tanaman (Hardjowigeno, 2003). Tanah dapat dikelompokkan kedalam beberapa jenis tanah berdasarkan seberapa besar ukuran partikel yang mendominasi dalam tanah tersebut (Hardjowigeno, 2003).

Sebaran jenis tanah di areal PT. A, PT. B dan PT. C terdiri dari berbagai variasi jenis tanah. Sebaran jenis tanah pada ketiga areal IUPHHK-HA dapat dilihat dalam Tabel 1.

Secara keseluruhan, jenis tanah di lokasi penelitian didominasi oleh kompleks *Kambisol-Podsol*. Tanah *kambisol* merupakan salah satu jenis tanah mineral yang mempunyai karakteristik pH masam, KTK rendah, ketersediaan Ca, Mg, Na, N, P dan K rendah. Jenis tanah *Kambisol* mempunyai ketebalan solum tanah dari dalam hingga sangat dalam, banyaknya pori mikro, memiliki tekstur lempung liat berdebu, struktur tanahnya remah dan sifat konsistensi tanahnya bersifat lengket (Putinella, 2014).

**Tabel 1.** Sebaran Jenis Tanah di Areal IUPHHK-HA PT. A, PT. B dan PT. C

No.	Jenis Tanah	Luas	
		(Ha)	(%)
PT. A			
1.	<i>Gleisol</i>	220	0,42
2.	<i>Kambisol</i>	8.125	15,60
3.	<i>Podsol</i>	1.250	2,40
4.	Kompleks <i>Kambisol-Podsol</i>	42.725	82,00
	Jumlah	52.100	100,00
PT. B			
1.	<i>Podsol</i>	13.919,31	30,95
2.	Kompleks <i>Podsol-Inceptisols</i>	264,83	0,59
3.	Kompleks <i>Kambisol-Podsol-Inceptisols</i>	10.378,51	23,08
4.	Kompleks <i>Kambisol-Podsol</i>	20.407,35	45,38
	Jumlah	44.970,00	100,00
PT. C			
1.	<i>Kambisol</i>	10.634	27,66
2.	<i>Podsol</i>	9.175	23,86
3.	Kompleks <i>Kambisol-Podsol</i>	18.641	48,48
	Jumlah	38.450	100,00

Sementara itu, tanah *podsol* mempunyai kandungan unsur hara yang rendah hingga sangat rendah. Berdasarkan sifat fisika maupun sifat kimianya, tanah *podsol* ini bersifat jelek. Tanah *podsol* ini secara umum memiliki sifat seperti pasir yang mempunyai tekstur sedang sampai tekstur kasar, serta bersifat mudah basah. Dominansi jenis tanah kompleks *Kambisol-Podsol* di lokasi penelitian menyebabkan kondisi lahan atau tempat tumbuhnya miskin hara dan tingkat kesuburan tanahnya juga rendah. Tanaman-tanaman kehutanan dan perkebunan atau tanaman keras lainnya memiliki kecocokan tumbuh yang baik di lokasi penelitian. Berdasarkan data Bappeda Propinsi Kalimantan Tengah, jenis tanah *podsol* di Propinsi Kalimantan Tengah mempunyai sebaran paling luas dengan menempati nomor urut pertama dengan sebaran seluas 6.033.693 ha atau setara dengan 39,29%.

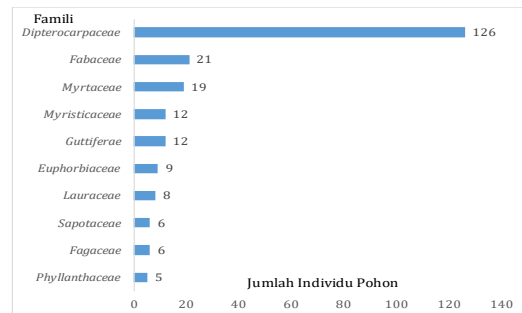
3.2. Komposisi dan Keanekaragaman Jenis Tegakan

Famili terbanyak berdasarkan jumlah individu pohon yang ditemukan di lokasi penelitian sebelum tebangan untuk kategori kelas diameter > 20 cm adalah *Dipterocarpaceae*, *Fabaceae* dan *Myrtaceae* dengan jumlah individu masing-masing famili seperti disajikan pada Gambar 2. Famili *Dipterocarpaceae* merupakan famili paling dominan dan paling umum ditemukan di areal-areal hutan alam maupun hutan sekunder di Pulau Kalimantan dan Pulau Sumatera. *Myrtaceae* merupakan famili yang sering ditemukan juga di hutan bekas tebangan (Samsuedin, 2009; Samsuedin dan Heriyanto, 2010). Secara detil, daftar famili tumbuhan berdasarkan jumlah individu pohon yang terdapat di lokasi penelitian sebelum tebangan disajikan pada Gambar 2.

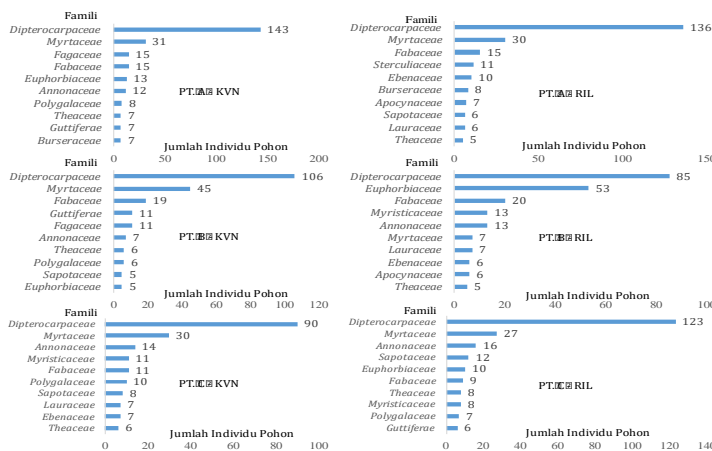
Pada lokasi penelitian bekas tebangan secara konvensional dan RIL, ditemukan famili terbanyak berdasarkan jumlah individu pohon yang ditemukan di lokasi penelitian sebelum tebangan untuk kategori kelas

diameter > 20 cm adalah *Dipterocarpaceae*, *Myrtaceae*, *Fagaceae*, *Fabaceae* (di PT. A); *Dipterocarpaceae*, *Myrtaceae*, *Euphorbiaceae*, *Fabaceae* (di PT. B); serta *Dipterocarpaceae*, *Myrtaceae*, *Annonaceae* (di PT. C); serta dengan jumlah individu masing-masing famili seperti disajikan pada Gambar 3. Secara detil, daftar famili tumbuhan berdasarkan jumlah individu pohon yang terdapat di lokasi penelitian bekas tebangan secara konvensional dan RIL disajikan pada Gambar 3.

Secara keseluruhan, kegiatan pemanenan di lokasi penelitian baik yang dilakukan secara konvensional maupun RIL telah mengikuti kaidah-kaidah kegiatan tebangan secara baik dan mendukung kelestarian tegakan hutan. Hal ini terindikasi dari sebaran famili dominan (jumlah individu pohon setiap famili pada 3 peringkat teratas) tidak mengalami perubahan secara signifikan baik pada lokasi yang dilakukan tebangan secara konvensional maupun secara RIL. Kondisi serupa juga sama ditemukan pada lokasi penelitian sebelum tebangan. Famili-famili tumbuhan berdasarkan jumlah individu pohon pada lokasi sebelum tebangan maupun setelah tebangan, baik pada sistem konvensional maupun RIL tidak ada perubahan signifikan dan masih sangat didominasi oleh famili-famili *Dipterocarpaceae*, *Myrtaceae*, *Fabaceae* dan *Fagaceae*.



Gambar 2. Jumlah individu pohon pada 10 famili dominan di lokasi sebelum tebangan (PT. A)



Gambar 3. Jumlah individu pohon pada 10 famili dominan di lokasi bekas tebangan konvensional (KVN) dan *Reduced Impact Logging* (RIL) di PT. A, PT. B dan PT. C

Tingkat ketersediaan tegakan di setiap tingkat pertumbuhan tegakan dapat digambarkan dari karakteristik jumlah pohon dan struktur tegakan yang ada (Muhdin *et al.*, 2008). Di ketiga lokasi penelitian, ditemukan sebaran kelas diameter paling dominan adalah sebaran kelas diameter 10 – 20 cm. Apabila ditemukan kelas diameter batang 10-20 cm sangat dominan dibandingkan dengan kelas diameter lain, maka hal ini menunjukkan bahwa pada kawasan tersebut pernah terjadi kerusakan hutan dan saat ini dalam proses regenerasi menuju pembentukan hutan alami seperti semula (Polosakan, 2012; Saridan dan Soegiharto, 2012). Hal ini senada dengan yang disampaikan oleh Muhdi *et al.* (2012) bahwa aktivitas pemanenan kayu dapat menimbulkan kerusakan yang parah pada tanah dan tegakan hutan yang selanjutnya akan berpengaruh terhadap regenerasi hutan.

Regenerasi hutan di lokasi penelitian dapat dilihat dari komposisi spesies tegakan berdasarkan nilai INP (Indeks Nilai Penting). Pada lokasi penelitian sebelum tebangan, jenis-jenis *Shorea sp.*, *Syzigium sp.* dan *Dipterocarpus borneensis* ditemukan dalam 5 spesies dengan INP tertinggi dan selalu ditemukan pada tingkat pertumbuhan pancang, tiang dan pohon. Pada lokasi bekas tebangan konvensional dan RIL, sebaran ketiga jenis tersebut juga ditemukan dengan berbagai variasi nilai INP namun masih dalam 5 spesies dengan INP tertinggi baik pada tingkat pertumbuhan pancang, tiang maupun pohon. Nilai rata-rata pada 5 spesies dengan INP tertinggi di lokasi penelitian sebelum tebangan pada tingkat pancang, tiang dan pohon masing-masing sebesar 26,6%; 27,2% dan 24,1% (Tabel 2). Lokasi bekas tebangan konvensional pada tingkat pancang memiliki rata-rata pada 5 spesies dengan INP tertinggi sebesar 16,6% - 19,1%; sedangkan lokasi bekas tebangan RIL pada tingkat pancang memiliki rata-rata pada 5 spesies dengan INP tertinggi sebesar 11,6% - 16,6% (Tabel 3). Lokasi bekas tebangan konvensional pada tingkat tiang memiliki rata-rata pada 5 spesies dengan INP tertinggi sebesar 23,8% - 27,6%; sedangkan lokasi bekas tebangan RIL pada tingkat tiang memiliki rata-rata pada 5 spesies dengan INP tertinggi sebesar 17,9% - 23,5% (Tabel 4). Lokasi bekas tebangan konvensional pada tingkat pohon memiliki rata-rata pada 5 spesies dengan INP tertinggi sebesar 23,7% - 27,3%; sedangkan lokasi bekas tebangan RIL pada tingkat pohon memiliki rata-rata pada 5 spesies dengan INP tertinggi sebesar 14,3% - 20,3% (Tabel 5). Berdasarkan data tersebut, dapat dikatakan bahwa tidak terjadi perubahan signifikan pada komposisi 5 spesies dengan INP tertinggi pada masing-masing tingkat pertumbuhan pancang, tiang dan pohon baik pada lokasi penelitian bekas pemanenan konvensional maupun bekas pemanenan sistem RIL. Perbedaan/selisih rata-rata nilai INP pada bekas pemanenan konvensional dan RIL pada semua tingkatan pertumbuhan berada dibawah nilai 10%. Jika dihitung selisih antara nilai rata-rata 5 spesies dengan

INP tertinggi pada lokasi sebelum tebangan dan setelah tebangan (konvensional dan RIL), maka nilai rata-rata setelah tebangan (konvensional dan RIL) pada tingkat pancang memiliki selisih yang lebih tinggi dengan nilai rata-rata sebelum tebangan apabila dibandingkan selisihnya dengan tingkat pertumbuhan tiang dan pohon. Hal ini mengindikasikan bahwa kegiatan tebangan di lokasi penelitian memberikan banyak kerusakan pada tingkat pancang.

Faktor edafik dan topografi telah mempengaruhi distribusi spesies pada skala lokal melalui preferensi spesies-spesies pada berbagai kisaran dari kategori faktor abiotik (Wiharto, 2012). Selanjutnya, komposisi dominansi spesies juga mengalami perubahan dari tingkat pancang ke tingkat pohon. Kelompok spesies-spesies yang memiliki nilai INP dominan/tertinggi merupakan kelompok tumbuhan yang dapat beradaptasi baik terhadap kondisi lingkungan setempat, dengan distribusi yang merata pada lokasi penelitian.

Keanekaragaman genetik, spesies, dan komunitas (ekosistem) merupakan tingkatan dalam keanekaragaman hayati suatu ekosistem. Tingkatan dalam keanekaragaman hayati tersebut dapat menentukan kekuatan adaptasi suatu populasi yang akan menjadi bagian tidak terpisahkan dalam interaksinya dengan spesies. Komponen dalam keanekaragaman hayati meliputi dua komponen yang berbeda terdiri dari kekayaan spesies dan pemerataan spesies (Nahlunnisa *et al.*, 2016; Sidiyasa, 2009). Jumlah spesies total dinyatakan dalam indikator nilai kekayaan spesies, sedangkan distribusi kelimpahan dinyatakan dalam indikator nilai pemerataan spesies pada masing-masing spesies dalam suatu komunitas (Ludwig dan Reynolds, 1988; Nahlunnisa *et al.*, 2016).

**Tabel 2.** Lima spesies dengan nilai INP tertinggi di lokasi sebelum tebangan

No.	Tingkatan	INP (%)	Spesies
	Pancang	26,6	Rata-rata INP
1.		37,52	<i>Shorea sp.</i>
2.		26,82	<i>Syzigium sp.</i>
3.		25,82	<i>Dipterocarpus borneensis</i> Slooten.
4.		23,77	<i>Dryobalanops rappa</i> Becc.
5.		19,45	<i>Hydnocarpus kunsleri</i> (King) Warb.
	Tiang	27,2	Rata-rata INP
1.		33,53	<i>Shorea Sp.</i>
2.		33,21	<i>Dipterocarpus borneensis</i> Slooten
3.		29,22	<i>Horsfieldia crassifolia</i> (Hook. f. & Thompson) Warb
4.		21,64	<i>Macaranga pruinosa</i> Muell. Arg.
5.		18,56	<i>Syzigium sp.</i>
	Pohon	24,1	Rata-rata INP
1.		31,99	<i>Shorea sp.</i>
2.		27,88	<i>Dipterocarpus borneensis</i> Slooten
3.		22,18	<i>Shorea stenoptera</i> Burch.
4.		19,55	<i>Shorea atrinervosa</i> Sym
5.		19,26	<i>Syzigium sp.</i>

**Tabel 3.** Lima spesies dengan nilai INP tertinggi tingkat pancang di lokasi bekas tebangan konvensional dan RIL

No.	Lokasi	KVN		RIL	
		INP (%)	Spesies	INP (%)	Spesies
	PT. A	18,63	Rata-rata INP	16,6	Rata-rata INP
1.		32,83	<i>Shorea bracteolata</i> Dyer.	26,13	<i>Shorea atrinervosa</i> Sym.
2.		29,02	<i>Syzigium</i> sp.	20,92	<i>Shorea leprosula</i> Miq.
3.		11,71	<i>Shorea stenoptera</i> Burch.	17,09	<i>Shorea stenoptera</i> Burch.
4.		10,58	<i>Dipterocarpus caudiferus</i> Merr.	10,82	<i>Dipterocarpus borneensis</i> Slooten
5.		9,01	<i>Hydnocarpus kunstleri</i> (King) Warb.	8,35	<i>Shorea multiflora</i> (Burck) Symington
	PT. B	19,1	Rata-rata INP	14,6	Rata-rata INP
1.		25,72	<i>Syzigium</i> sp.	27,25	<i>Shorea</i> sp.
2.		22,77	<i>Shorea bracteolata</i> Dyer	17,42	<i>Hydnocarpus kunstleri</i> (King) Warb.
3.		16,69	<i>Dipterocarpus borneensis</i> Slooten	10,98	<i>Horsfieldia crassifolia</i> (Hook. F. & Thomson) Warb.
4.		16,23	<i>Memecylon edule</i> Roxb.	9,87	<i>Mezettia parvifolia</i> Becc.
5.		14,38	<i>Camposperma auriculatum</i> (Blume) Hook.f.	7,64	<i>Macaranga pruinosa</i> Muell. Arg.
	PT. C	16,6	Rata-rata INP	11,6	Rata-rata INP
1.		25,54	<i>Shorea bracteolata</i> Dyer.	19,48	<i>Shorea atrinervosa</i> Sym.
2.		17,01	<i>Syzigium</i> sp.	11,16	<i>Syzigium</i> sp.
3.		16,86	<i>Hydnocarpus kunstleri</i> (King) Warb.	10,34	<i>Shorea stenoptera</i> Burch.
4.		12,08	<i>Memecylon edule</i> Roxb.	9,49	<i>Shorea leprosula</i> Miq.
5.		11,60	<i>Xantophyllum flavescens</i> Roxb.	7,81	<i>Dryobalanops rappa</i> Becc.

Keterangan: KVN = Konvensional; RIL = *Reduced Impact Logging*

**Tabel 4.** Lima spesies dengan nilai INP tertinggi tingkat tiang di lokasi bekas tebangan konvensional dan RIL

No.	Lokasi	KVN		RIL	
		INP (%)	Spesies	INP (%)	Spesies
	PT. A	23,8	Rata-rata INP	20,3	Rata-rata INP
1.		46,78	<i>Syzigium</i> sp.	37,05	<i>Syzygium</i> sp.
2.		27,17	<i>Shorea bracteolata</i> Dyer.	25,68	<i>Shorea atrinervosa</i> Sym.
3.		16,53	<i>Memecylon edule</i> Roxb.	18,90	<i>Shorea leprosula</i> Miq.
4.		15,81	<i>Shorea stenoptera</i> Dyer.	11,53	<i>Diospyros borneensis</i> Hiern.
5.		13,05	<i>Dipterocarpus borneensis</i> Slooten	8,79	<i>Dipterocarpus borneensis</i> Slooten
	PT. B	27,6	Rata-rata INP	23,5	Rata-rata INP
1.		53,23	<i>Syzigium</i> sp.	28,38	<i>Shorea</i> sp.
2.		27,39	<i>Dipterocarpus borneensis</i> Slooten.	26,74	<i>Macaranga pruinosa</i> Muell. Arg.
3.		20,58	<i>Memecylon edule</i> Roxb.	22,47	<i>Mezettia parvifolia</i> Becc.
4.		18,99	<i>Shorea bracteolata</i> Dyer.	20,53	<i>Horsfieldia crassifolia</i> (Hook. F. & Thomson) Warb.
5.		17,92	<i>Sindora wallichii</i> Graham ex Bentham	19,59	<i>Hydnocarpus kunstleri</i> (King) Warb.
	PT. C	26,6	Rata-rata INP	17,9	Rata-rata INP
1.		53,04	<i>Shorea bracteolata</i> Dyer.	37,87	<i>Shorea atrinervosa</i> Sym.
2.		22,36	<i>Memecylon edule</i> Roxb.	17,62	<i>Syzygium</i> sp.
3.		21,08	<i>Syzigium</i> sp.	12,95	<i>Memecylon edule</i> Roxb.
4.		20,42	<i>Drypetes kikir</i> Airy Shaw	12,33	<i>Shorea leprosula</i> Miq.
5.		16,12	<i>Lithocarpus bennettii</i> (Miq.) Rehder	8,79	<i>Mezettia parvifolia</i> Becc.

Keterangan: KVN = Konvensional; RIL = *Reduced Impact Logging*

**Tabel 5.** Lima spesies dengan nilai INP tertinggi tingkat pohon di lokasi bekas tebangan konvensional dan RIL

No.	Lokasi	KVN		RIL	
		INP (%)	Spesies	INP (%)	Spesies
	PT. A	24,0	Rata-rata INP	20,3	Rata-rata INP
1.		30,09	<i>Syzygium sp.</i>	30,07	<i>Shorea atrinervosa Sym.</i>
2.		29,27	<i>Shorea bracteolata Dyer.</i>	28,40	<i>Syzygium sp.</i>
3.		23,46	<i>Shorea leprosula Miq.</i>	18,33	<i>Shorea bracteolata Dyer.</i>
4.		23,45	<i>Dipterocarpus borneensis Slooten</i>	14,05	<i>Hopea mengarawan Miq.</i>
5.		13,81	<i>Shorea atrinervosa Sym.</i>	10,96	<i>Shorea leprosula Miq.</i>
	PT. B	27,3	Rata-rata INP	14,3	Rata-rata INP
1.		45,38	<i>Syzygium sp.</i>	22,81	<i>Shorea sp.</i>
2.		29,37	<i>Shorea bracteolata Dyer.</i>	19,30	<i>Macaranga pruinosa Muell. Arg.</i>
3.		28,68	<i>Dipterocarpus borneensis Slooten</i>	10,40	<i>Dipterocarpus borneensis Slooten</i>
4.		17,98	<i>Dryobalanops rappa Becc.</i>	9,83	<i>Dialium platysepalum Baker</i>
5.		15,44	<i>Shorea atrinervosa Sym.</i>	9,59	<i>Elateriospermum tapos Blume</i>
	PT. C	23,7	Rata-rata INP	20,2	Rata-rata INP
1.		37,89	<i>Syzygium sp.</i>	26,18	<i>Shorea leprosula Miq.</i>
2.		25,86	<i>Shorea bracteolata Dyer.</i>	21,66	<i>Shorea atrinervosa Sym.</i>
3.		24,40	<i>Dipterocarpus borneensis Slooten</i>	19,84	<i>Syzygium sp.</i>
4.		15,60	<i>Shorea stenoptera Burch.</i>	18,54	<i>Shorea stenoptera Burch.</i>
5.		15,24	<i>Dryobalanops rappa Becc.</i>	14,97	<i>Elateriospermum tapos Blume</i>

Keterangan: KVN = Konvensional; RIL = *Reduced Impact Logging*

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai keanekaragaman jenis tumbuhan, nilai kekayaan jenis dan nilai pemerataan jenis di PT. A dan PT. C lebih tinggi dibandingkan dengan PT. B. Kestabilan komunitas dalam suatu kawasan diindikasikan oleh tingginya nilai keanekaragaman spesiesnya (Wirakusumah, 2003). Namun secara keseluruhan, berdasarkan nilai rata-rata keanekaragaman jenis, kekayaan jenis dan pemerataan jenis pada tingkatan pancang, tiang dan pohon baik di lokasi sebelum tebangan maupun lokasi setelah tebangan (konvensional dan RIL), diperoleh hasil bahwa semua lokasi penelitian memiliki nilai keanekaragaman jenis dan kekayaan jenis yang masuk kategori tinggi serta nilai pemerataan jenis masuk kategori sedang. Lokasi bekas tebangan konvensional dan RIL memiliki pola nilai rata-rata yang sama untuk semua lokasi penelitian dan hal ini mengindikasikan bahwa kegiatan pemanenan secara konvensional yang dilakukan dengan tepat akan memberikan nilai keanekaragaman jenis, kekayaan jenis dan pemerataan jenis yang hampir sama dengan tebangan RIL. Dengan kata lain, pemanenan konvensional yang dilakukan secara tepat dan pemanenan secara RIL tidak banyak memberikan perubahan terhadap nilai keanekaragaman jenis, kekayaan jenis dan pemerataan jenis. Sehingga dengan nilai keanekaragaman jenis dan kekayaan jenis yang tinggi menunjukkan bahwa komunitas pada kawasan tersebut cukup stabil. Suatu lokasi masih tergolong zona hutan/rimba yang masih utuh/tidak terganggu apabila memiliki nilai indeks

keanekaragaman jenis yang tinggi (Kuswanda dan Antoko, 2008).

Hasil kajian juga menunjukkan perbedaan nilai pemerataan tumbuhan pada semua lokasi penelitian dan hal ini mengindikasikan bahwa di setiap lokasi memiliki komposisi jumlah individu pada tiap spesies yang berbeda. Dominasi suatu spesies dalam suatu komunitas tertentu dinyatakan dalam suatu indikator nilai pemerataan spesies. Tiap lokasi memiliki nilai pemerataan berbeda-beda yang mengindikasikan terdapatnya spesies yang mendominasi atau memiliki nilai jumlah individu yang tinggi (Nahlunnisa *et al.*, 2016). Secara keseluruhan, berdasarkan nilai rata-rata pemerataan jenis pada tingkatan pancang, tiang dan pohon baik di lokasi sebelum tebangan maupun lokasi setelah tebangan (konvensional dan RIL), diperoleh hasil nilai pemerataan dengan kategori sedang yang mengindikasikan bahwa semua lokasi penelitian memiliki spesies dengan masing-masing jumlah individu yang relatif cukup merata. Sementara itu, jika nilai pemerataan jenis yang rendah dikarenakan adanya spesies yang memiliki jumlah individu yang tinggi atau spesies dominan, dan jumlah individu pada setiap spesies tidak sama atau tidak merata (Nahlunnisa *et al.*, 2016). Nilai keanekaragaman jenis, kekayaan jenis dan pemerataan jenis pada lokasi penelitian dapat dilihat pada Tabel 6 untuk lokasi yang belum ditebang maupun pada Tabel 7 untuk lokasi bekas tebangan (konvensional dan RIL). Kondisi tegakan setelah tebangan konvensional dan setelah tebangan RIL dapat dilihat pada Gambar 4.

**Tabel 6.** Nilai keanekaragaman jenis, kekayaan jenis dan pemerataan jenis pada lokasi penelitian yang belum ditebang

No.	Tingkatan	Sebelum Tebangan		
		Indeks H	Indeks R	Indeks E
	Rata-rata	3,29 (tinggi)	9,34 (tinggi)	0,83 (sedang)
1.	Pancang	3,24 (tinggi)	9,85 (tinggi)	0,79 (sedang)
2.	Tiang	3,23 (tinggi)	8,48 (tinggi)	0,85 (sedang)
3.	Pohon	3,42 (tinggi)	9,69 (tinggi)	0,85 (sedang)

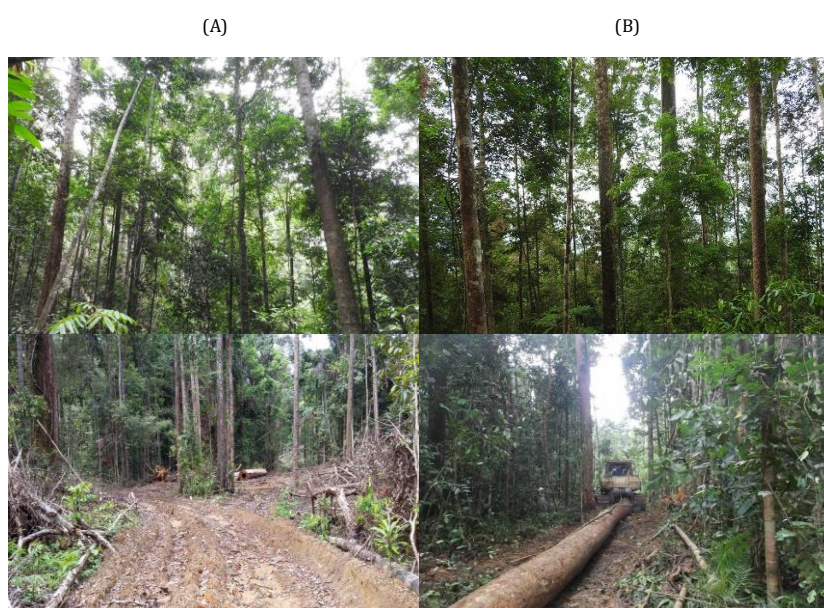
Keterangan: H = Indeks keanekaragaman jenis *Shanon Wiener*; R = Indeks kekayaan jenis *Margalef*; E = Indeks pemerataan jenis

**Tabel 7.** Nilai keanekaragaman jenis, kekayaan jenis dan pemerataan jenis pada lokasi penelitian bekas tebangan (konvensional dan RIL)

No.	Tingkatan	KVN			RIL		
		Indeks H	Indeks R	Indeks E	Indeks H	Indeks R	Indeks E
	PT. A (Rata-rata)	3,19 (tinggi)	7,61 (tinggi)	0,84 (sedang)	3,14 (tinggi)	7,33 (tinggi)	0,84 (sedang)
1.	Pancang	2,99 (sedang)	7,28 (tinggi)	0,79 (sedang)	2,99 (sedang)	6,48 (tinggi)	0,81 (sedang)
2.	Tiang	3,26 (tinggi)	8,00 (tinggi)	0,87 (sedang)	3,28 (tinggi)	8,01 (tinggi)	0,88 (sedang)
3.	Pohon	3,34 (tinggi)	7,57 (tinggi)	0,88 (sedang)	3,15 (tinggi)	7,52 (tinggi)	0,84 (sedang)
	PT. B (Rata-rata)	3,03 (tinggi)	6,57 (tinggi)	0,85 (sedang)	3,00 (tinggi)	7,27 (tinggi)	0,82 (sedang)
1.	Pancang	2,94 (sedang)	5,83 (tinggi)	0,84 (sedang)	2,76 (sedang)	5,94 (tinggi)	0,78 (sedang)
2.	Tiang	3,04 (tinggi)	6,66 (tinggi)	0,88 (sedang)	2,96 (sedang)	6,69 (tinggi)	0,83 (sedang)
3.	Pohon	3,13 (tinggi)	7,23 (tinggi)	0,84 (sedang)	3,28 (tinggi)	9,18 (tinggi)	0,87 (sedang)
	PT. C (Rata-rata)	3,18 (tinggi)	6,99 (tinggi)	0,88 (sedang)	3,19 (tinggi)	7,37 (tinggi)	0,86 (sedang)
1.	Pancang	3,18 (tinggi)	7,08 (tinggi)	0,87 (sedang)	3,08 (tinggi)	6,96 (tinggi)	0,84 (sedang)
2.	Tiang	3,04 (tinggi)	5,99 (tinggi)	0,91 (sedang)	3,14 (tinggi)	7,12 (tinggi)	0,87 (sedang)
3.	Pohon	3,34 (tinggi)	7,91 (tinggi)	0,88 (sedang)	3,35 (tinggi)	8,04 (tinggi)	0,88 (sedang)

Keterangan: H = Indeks keanekaragaman jenis *Shanon Wiener*; R = Indeks kekayaan jenis *Margalef*; E = Indeks pemerataan jenis; KVN = konvensional





**Gambar 4.** Kondisi tegakan setelah tebangan konvensional (A) dan setelah tebangan RIL (B)

#### 4. Kesimpulan

Lokasi penelitian memiliki sebaran jenis tanah yang didominasi oleh kompleks *Kambisol-Podsol* yang memiliki tingkat kesuburan rendah dan ketersediaan hara yang rendah. Pada tegakan di lokasi penelitian baik pada lokasi setelah pemanenan konvensional maupun lokasi pemanenan RIL, tidak ditemukan perubahan signifikan keberadaan famili-famili tumbuhan berdasarkan jumlah individu pohon dan masih sangat didominasi oleh famili-famili *Dipterocarpaceae*, *Myrtaceae*, *Fabaceae* dan *Fagaceae*. Fakta ini mengindikasikan tidak terjadinya perubahan signifikan pada komposisi 5 spesies dengan INP tertinggi pada masing-masing tingkat pertumbuhan pancang, tiang dan pohon baik pada lokasi penelitian bekas pemanenan konvensional maupun bekas pemanenan RIL. Selain itu, pada pemanenan konvensional yang dilakukan secara tepat maupun pada pemanenan secara RIL tidak banyak memberikan perubahan terhadap nilai keanekaragaman jenis, kekayaan jenis dan kemerataan jenis pada semua lokasi penelitian. Dengan demikian, sistem pemanenan yang dilaksanakan dengan tepat, pada sistem konvensional dan RIL (*Reduced Impact Logging*) akan memberikan keberlangsungan/keberlanjutan komposisi tegakan dan keanekaragaman hayati untuk mendukung terjaminnya kelestarian hutan pada areal-areal wilayah pengusahaan hutan di Indonesia.

#### DAFTAR PUSTAKA

Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2011. Standar Nasional Indonesia (SNI) 7724:2011 Tentang Pengukuran dan

Penghitungan Cadangan Karbon–Pengukuran Lapangan Untuk Penaksiran Cadangan Karbon Hutan (Ground Based Forest Carbon Accounting). Jakarta.

Direktorat Jenderal Pengelolaan Hutan Produksi Lestari. 2020. Rencana Strategis Tahun 2020 – 2024. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.

Hardjowigeno, S. 2003. *Klasifikasi Tanah dan Pedogenesis*. Jakarta.

Hardjowigeno, S. 2003. *Ilmu Tanah*. Jakarta.

Indriyanto. 2008. *Ekologi Hutan*. PT. Bumi Aksara. Jakarta.

Kartawinata, K., Purwaningsih, T. Partomihardjo, R. Yusuf, R. Abdulhadi, dan S. Riswan. 2008. Floristic and Structure of A Lowland Dipterocarp Forest at Wanariset Samboja, East Kalimantan, Indonesia. *Reinwardtia* Vol. 12 (4): 301-323.

Krebs, C.J. 1994. *Ecology, the Experimental Analysis of Distribution and Abundance*. Addison-Wesley Educational Publishers. NewYork.

Kuswanda, W., dan B.S. Antoko. 2008. Keanekaragaman Jenis Tumbuhan Pada Berbagai Tipe Hutan Untuk Mendukung Pengelolaan Zona Rimba di Taman Nasional Batang Gadis. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 5 (4): 337-354.

Ludwig, J.A., and J.F. Reynolds. 1988. *Statistical Ecology: A Primer on Methods and Computing*. John Wiley and Sons. Singapore.

Mueller-Dombois, D., and H. Ellenberg. 1974. *Aims and Methods of Vegetation Ecology*. John Wiley and Sons. New York.

Muhdi, Elias, D. Murdiyarto, dan J.R. Matangaran. 2012. Kerusakan Tegakan Tinggal Akibat Pemanenan Kayu *Reduced Impact Logging* Dan Konvensional di Hutan Alam Tropika (Studi Kasus di Areal IUPHHK PT. Inhutani II, Kalimantan Timur). *Jurnal Manusia dan Lingkungan* Vol. 19 (3): 303-311.

Muhdin, E. Suhendang, D. Wahjono, H. Purnomo, Istomo, dan B.C.H. Simangunsong. 2008. *Keragaman Struktur*

- Tegakan Hutan Alam Sekunder. *Jurnal Manajemen Hutan Tropika* Vol. 14 (2): 81-87.
- Magurran, A.E. 1988. *Ecological Diversity and Its Measurement*. Princeton University Press. New Jersey.
- Nahlunnisa, A., E.A.M. Zuhud, dan Y. Santosa. 2016. Keanekaragaman Spesies Tumbuhan di Areal Nilai Konservasi Tinggi (NKT) Perkebunan Kelapa Sawit Provinsi Riau. *Media Konservasi* Vol 21 (1): 91-98.
- Polosakan, R. 2012. Keanekaragaman, Struktur dan Komposisi Jenis Pohon di Hutan Rancak Erang, Cagar Alam Bojonglarang Jayanti, Kabupaten Cianjur. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas IV*. Departemen Biologi, Universitas Airlangga Surabaya, 15 September 2012. pp.80-89.
- Putinella, J.A. 2014. Perbaikan Fisik Tanah Kambisol Akibat Pemberian Bokashi Ela Sagu Dan Pupuk Abg (Amazing Bio Growth) Bunga-Buah. *Jurnal Budidaya Pertanian* Vol. 10 (1).
- Prechszsch, H. 2009. *Forest Dynamics, Growth and Yield: From Measurement to Model*. Springer- Verlag. Berlin. Pp 279- 283.
- Samsodin, I. 2009. Dinamika Keanekaragaman Jenis Pohon Pada Hutan Produksi Bekas Tebangan di Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 6 (1): 69-78.
- Samsodin, I., dan M.N. Heriyanto. 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* Vol. 7 (3): 299-314.
- Saridan, A., dan S. Soegiharto. 2012. Struktur Tegakan Tinggal Pada Uji Coba Pemanenan di Hutan Penelitian Labanan, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 9 (3): 239-249.
- Sidiyasa, K. 2009. Struktur dan Komposisi Tegakan serta Keanekaragamannya di Hutan Lindung Sungai Wain, Balikpapan, Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hutan dan Konservasi Alam* Vol. 6 (1): 79-93.
- Suhartana, S., Yuniawati dan Rahmat. 2014. Pemanenan Kayu Ramah Lingkungan di Hutan Tanaman Lahan Kering di Sumatera, Kalimantan dan Jawa Barat, dalam Suwinarti, W., I. W. Kusuma, Erwin dan Ismail (eds.), *Prosiding Seminar Nasional MAPEKI 16: Pemanfaatan Sumberdaya Terbarukan untuk Kesejahteraan Manusia dan Kelestarian Lingkungan* 6 Nopember 2013 di Balikpapan. Masyarakat Peneliti Kayu Indonesia. p.402-406.
- Wiharto, M. 2012. Preferensi Spesies Pohon Terhadap Faktor Abiotik di Hutan Sub Pegunungan Gunung Salak, Bogor, Jawa Barat. *Prosiding Seminar Nasional Biodiversitas IV*. Departemen Biologi, Universitas Airlangga. Surabaya, 15 September 2012. p.164-179.
- Wirakusumah, S. 2003. *Dasar-dasar Ekologi bagi Populasi dan Komunitas*. UI Press. Jakarta.