DINAMIKA KEANEKARAGAMAN JENIS POHON PADA HUTAN PRODUKSI BEKAS TEBANGAN DI KALIMANTAN TIMUR
(*The Dynamic of Tree Species Diversity in Logged Over Production Forest of East Kalimantan*)*)

Oleh/*By*:
Ismayadi Samsoedin

Pusat Litbang Hutan dan Konservasi Alam
Jl. Gunung Batu No. 5 Po Box 165; Telp. 0251-8633234, 7520067; Fax 0251-8638111 Bogor

*) Diterima : 09 Pebruari 2009; Disetujui : 08 Juni 2009

ABSTRACT

After more than 30 years of logging activities in Indonesia, yet relatively few studies are available on tree species composition in permanent sample plots (PSP), especially in Kalimantan. The objective of this study was to identify the dynamic of tree species diversity in logged forests compared with unlogged primary forest. Data were collected from 16, one-ha PSP's consisted of 4 plots, each of 5, 10, and 30 years old logged forests and 4 plots of unlogged forests as control plots. This study found 914 tree species, consisted of 223 genera and 65 families. The most dominant species from all plots were species of Dipterocarpaceae. Results from statistical analysis showed that logging had no significant impact on diversity of tree species, except for Dipterocarps species on LOA-5 and 10. Shannon-Wiener diversity index and equitability index also showed no significant impact on the decline of forest trees diversity, except on LOA-10 that had the lowest tree diversity compared with other treatments. There is no any different in term of the richness of plant genetic resources between LOA-30 and unlogged forest, however, to protect the existing plant genetic resources, it is suggested not to continue the second period of cutting.

Keywords: *Tropical rain forest, logged over area, forest tree diversity*

ABSTRAK

Sesudah lebih dari 30 tahun kegiatan eksploitasi hutan di Indonesia, relatif masih sedikit penelitian tentang komposisi jenis pohon yang dilakukan pada petak ukur permanen, khususnya di Kalimantan. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika keragaman jenis pohon pada hutan produksi bekas tebangan berumur 5, 15, dan 30 tahun, dan membandingkannya dengan petak hutan primer sebagai kontrol. Data dikumpulkan dari 16 petak ukur permanen berukuran masing-masing 1 ha, terdiri dari 4 petak untuk tiap perlakuan 5, 10, dan 30 tahun setelah penebangan dan 4 petak kontrol pada hutan primer. Hasil penelitian menemukan 914 jenis pohon, terdiri dari 223 genus dan 65 suku. Suku yang paling dominan untuk seluruh petak adalah Dipterocarpaceae. Eksploitasi hutan tidak berpengaruh nyata terhadap keragaman jenis pohon hutan, kecuali untuk jenis Dipterocarpacea pada LOA-5 dan 10. Dari indeks keragaman Shannon-Wiener dan indeks keseragaman jenis juga terlihat bahwa ekploitasi hutan tidak secara signifikan mengakibatkan penurunan keragaman jenis kecuali pada LOA-10 yang memiliki keragaman jenis pohon paling rendah dibandingkan petak yang lain. Walaupun keragaman jenis pada LOA-30 tidak berbeda nyata dengan hutan primer, tebangan rotasi kedua tidak disarankan untuk dilakukan karena akan membahayakan keberadaan sumberdaya genetik yang belum diketahui potensinya.

Kata kunci: Hutan hujan tropik, areal bekas tebangan, keanekaragaman jenis

I. PENDAHULUAN

Hutan hujan tropik adalah ekosistem yang paling kaya akan jenis tumbuhan (Whitmore, 1990). Di dunia, hutan hujan tropik tersebar di tiga wilayah utama, yaitu Amerika Selatan dan Tengah, Afrika Tengah dan bagian barat serta wilayah Indo-Malaya-New Guinea (Richards, 1996; Odum, 1971; Whitmore, 1990). Hutan hujan tropik di Asia Tenggara khususnya di Indonesia adalah yang terluas ketiga di dunia setelah Brazilia dan Zaire.

Di Indonesia, karena alasan ekonomi untuk mendukung pembangunan, sebagi-

an wilayah hutan hujan tropik telah ditetapkan sebagai hutan produksi dan dieksploitasi melalui Ijin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan (IUPHHK). Eksploitasi hutan dan konversi hutan untuk keperluan lain serta berbagai gangguan hutan diyakini telah mengancam keanekaragaman jenis terutama flora.

Sesudah lebih dari 30 tahun kegiatan penebangan hutan di Indonesia, masih sedikit penelitian yang menyangkut dampak kegiatan terhadap keanekaragaman jenis pohon yang dilakukan pada petak ukur permanen (PUP) karena membutuhkan waktu lama, sulit pemeliharaannya sehingga menjadi sangat mahal (Sheil, 1998). Meskipun demikian, penelitian jangka panjang menggunakan PUP yang terpelihara, sangat penting dilakukan untuk mendapatkan informasi ekologi yang diperlukan guna mendukung sistem pengelolaan hutan yang lestari (Sheil, 1995).

Sistem tebang pilih dapat mengakibatkan kerusakan tegakan hingga 50% dari seluruh pohon sebelum penebangan (Johns, 1997; Whitmore, 1984), tetapi angka ini sangat bervariasi tergantung dari kerapatan jenis kayu komersil yang ditebang serta dipengaruhi oleh komposisi pohon dan metode eksploitasi. Penebangan akan menciptakan rumpang (*gap*) yang besar yang mempengaruhi komposisi jenis dan struktur tegakan di areal bekas tebangan (Whitmore, 1984).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui dinamika keanekaragaman (*diversity*) jenis pohon pada kawasan hutan hujan tropik dataran rendah yang telah dieksploitasi oleh IUPHHK dengan membandingkan kawasan hutan bekas tebangan berumur 5, 10, 30 tahun dan membandingkannya dengan hutan alam yang belum ditebang (hutan primer). Hasil penelitian ini bermanfaat untuk mengetahui perkembangan kondisi vegetasi dan keragaman jenis pohon setelah dieksploitasi. Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan masukan untuk mengevaluasi sistem manajemen hutan guna mendukung upaya pengelolaan hutan alam tropik yang lestari.

II. METODE PENELITIAN

A. Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilakukan di Hutan Penelitian Malinau di Kabupaten Malinau, yang termasuk dalam areal hutan produksi HPH PT Inhutani II dan bekas HPH PT Inhutani I Kalimantan Timur dengan total luas 48.000 ha, yaitu hutan penelitian yang dikelola oleh CIFOR (*Center for International Forestry Research*). Lokasi penelitian terdekat berjarak sekitar 8 km dari *base camp* utama PT Inhutani II. Hutan produksi di lokasi penelitian telah dieksploitasi sejak tahun 1974 dengan menerapkan sistem TPTI (Tebang Pilih Tanam Indonesia) yang menebang pohon dengan limit diameter 50 cm.

Lokasi penelitian berada pada ketinggian 100-300 m di atas permukaan laut, sebagian besar areal (64%) bergelombang dengan kemiringan 8-40%. Kondisi geologi berupa formasi volkanik, metamorfik, batuan sedimen tertier dan kuarter (termasuk batubara, kapur, batuan pasir, dan batuan silika), serta deposit aluvial yang luas (Machfudh, 2002). Tanah Hutan Penelitian Malinau sangat bervariasi dari jenis tanah yang mengalami pelapukan kuat dari *Ultisols* asam sampai *Inceptisols* muda. Sebagian besar tanah di Hutan Penelitian Malinau didominasi oleh tiga grup tanah berdasarkan klasifikasi USDA *Soil* yaitu: (1) Typic Tropaquepts, (2) Typic Kanhapludults, dan (3) Dystropeptic Tropadults (Machfudh, 2002 dan REPPProT, 1990).

Iklim di lokasi penelitian termasuk basah atau tipe iklim A menurut klasifikasi Schmidt dan Ferguson (1951), dengan bulan kering kurang dari dua bulan dan bulan basah lebih dari sembilan bulan, yang umum terjadi pada bulan April sampai Desember dengan rata-rata curah hujan tahunan sebesar 3.828 mm/tahun dengan jumlah hari hujan 143 hari/tahun.

Suhu tertinggi sebesar 34^0C tercatat pada areal terbuka dan suhu terendah tercatat $23,5^0$C di lokasi hutan primer. Suhu di Stasiun Hutan Penelitian Malinau relatif konstan sepanjang tahun. Suhu rata-rata harian terendah bervariasi antara $24,1^0$C (Januari)-$27,2^0$C (Mei) dan suhu maksimum antara $29,2^0$C (Januari)-$32,7^0$C (September). Kelembaban udara cukup tinggi yaitu berkisar antara 75-98%. Bulan dengan kelembaban udara tertinggi terjadi pada bulan Oktober dan Desember dengan rata-rata 91,2% dan 91,3%. Bulan-bulan kering terjadi pada bulan Januari dan Mei dengan kelembaban udara 79,0% dan 80,5%.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang digunakan untuk penelitian ini adalah alat pembuat spesimen herbarium, tambang/tali, paku, palu, aluminium *tag*, tongkat besi, pipa PVC, *marker*, alat-alat tulis, kantong plastik, cat, seng, dan film. Sedangkan alat yang diperlukan adalah kompas, haga meter, ketapel, galah, *clinometer*, kamera, *counter*, parang, dan meteran.

C. Metode Pengumpulan Data

1. Desain *Sampling* dan Deskripsi Petak Penelitian

Metode *sampling* yang digunakan adalah stratifikasi *Random Sampling* dengan 4 ulangan yang dilaksanakan pada hutan primer dan hutan bekas tebangan (LOA) berumur 5, 10, dan 30 tahun. Penelitian dilakukan dalam Petak Ukur Permanen (PUP) berukuran 1 ha, dan metode pembuatan PUP didasarkan atas teknik yang dikembangkan oleh Dallmeier (1992), Alder & Synnott (1992), dan Sheil (1998).

Enam blok berukuran masing-masing sekitar 100 ha dipilih setelah mengkaji hasil inventarisasi pada peta tegakan tinggal PT Inhutani I dan II. Blok 55, 56, dan 64 adalah hutan primer (PF) yang berjarak 85 km dari *base camp* utama PT Inhutani II. Petak tebangan berumur 5 tahun yang ditebang tahun 1998/1999 (LOA-5) berjarak 77 km, petak berumur 10 tahun atau tebangan tahun 1992/1993 (LOA-10) berjarak 57 km, dan petak berumur 30 tahun dengan tahun tebang 1974/1975 (LOA-30) berjarak 8 km dari *camp* PT Inhutani II.

Seluruh petak 1 ha berada pada lokasi PT Inhutani II, kecuali petak LOA-30 yang berada di areal PT Inhutani I. Pada blok berukuran 100 ha, posisi petak-petak 1 ha diletakkan secara acak. Sejumlah 16 PUP dibuat untuk penelitian ini, masing-masing 4 petak untuk PF, LOA-5, LOA-10, dan LOA-30 (Tabel 1).

Setiap petak dibagi menjadi 25 anak petak berukuran 20 m x 20 m. Titik pusat setiap petak ditandai dengan tiang dari kayu besi setinggi dua meter berukuran 10 cm x 10 cm dan ditanam ke dalam tanah sedalam 1 m, dan bagian atas ditandai dengan cat berwarna putih. Sudut-sudut petak ditandai dengan menggunakan pipa PVC atau pipa besi berdiameter 2,53 cm (1 *inch*). Tambahan pipa PVC sebagai tanda, diletakkan pada setiap interval jarak 20 m di setiap sisi petak.

Pohon dengan diameter ≥ 10 cm setinggi dada dicatat untuk setiap anak petak berukuran 20 m x 20 m. Seluruh pohon yang tercatat diberi label dengan aluminium *tag* dan dipaku pada ketinggian 140 cm di atas permukaan tanah.

2. Identifikasi Jenis Pohon

Identifikasi jenis pohon melalui daun, bunga, dan buah di lapangan dilakukan menggunakan *binocular* dan contoh spesimen untuk setiap bagian jenis pohon diambil dengan menggunakan ketapel atau dipanjat. Spesimen dikeringkan dan dibuat herbarium untuk diidentifikasi di Herbarium Bogoriense (LIPI) Bogor dan Herbarium Wanariset, Balai Besar Dipterokarpa, Samarinda, Kalimantan Timur.

D. Analisis Data

1. Kurva Area Jenis

Analisis kurva area jenis dilakukan untuk menentukan apakah jenis yang tercatat

Tabel (*Table*) 1. Deskripsi petak ukur permanen dan perlakuan terhadap petak di Hutan Penelitian Malinau, Kalimantan Timur (*Description of permanent sample plots and plot treatment in the Malinau Research Forest, East Kalimantan*)

Kode (*Code*)	Jumlah petak (*Plot numbers*)	Deskripsi (*Description*)	Perlakuan (*Treatment*)
LOA-30	4	Blok 22; PT Inhutani I; 03^{O} 27,607' LU - 116^{O} 35,287' BT	LOA 1974/75
PF	4	Blok 55, 56, 64; PT Inhutani II; 02^{O} 58,527' LU - 116^{O} 30,045' BT; 02^{O} 57,957' LU - 116^{O} 30,555' BT	RKT 2003
LOA-10	4	Blok 70, 72; PT Inhutani II ; 03^{O} 07,750' LU - 116^{O} 29,001' BT	LOA 1992/93
LOA-5	4	Blok 39, 40; PT Inhutani II; 03^{O} 00,502' LU - 116^{O} 30,572' BT; 03^{O} 00,327' LU - 116^{O} 30,604' BT	LOA 1998/99

pada petak berukuran 1 ha telah mewakili jumlah jenis di areal penelitian. Data jenis-jenis dari setiap anak petak secara sistematik ditambah untuk menghitung rata-rata jenis/kurva area seluas 1 ha.

2. Indeks Keseragaman dan Keragaman Jenis

Keragaman jenis pohon antar perlakuan dalam setiap petak dari total 16 petak dibandingkan menggunakan indeks keragaman Shannon-Wiener (*Shannon-Wiener diversity index* = H) menurut persamaan berikut (Odum, 1971):

$$H = -\sum_{i=1}^{s} p_i \ln p_i$$

Di mana:
s = jumlah jenis
p_i = perbandingan jumlah individu jenis ke-i terhadap jumlah total batang
ln = log 10.

Keseragaman (*equitability*) antar petak dibandingkan menggunakan persamaan:

$$E = H/H_{max}$$

Di mana:
E = keseragaman
H = Shannon's diversity index
H_{max} = ln (jumlah total jenis pada H).

3. Analisa Statistik

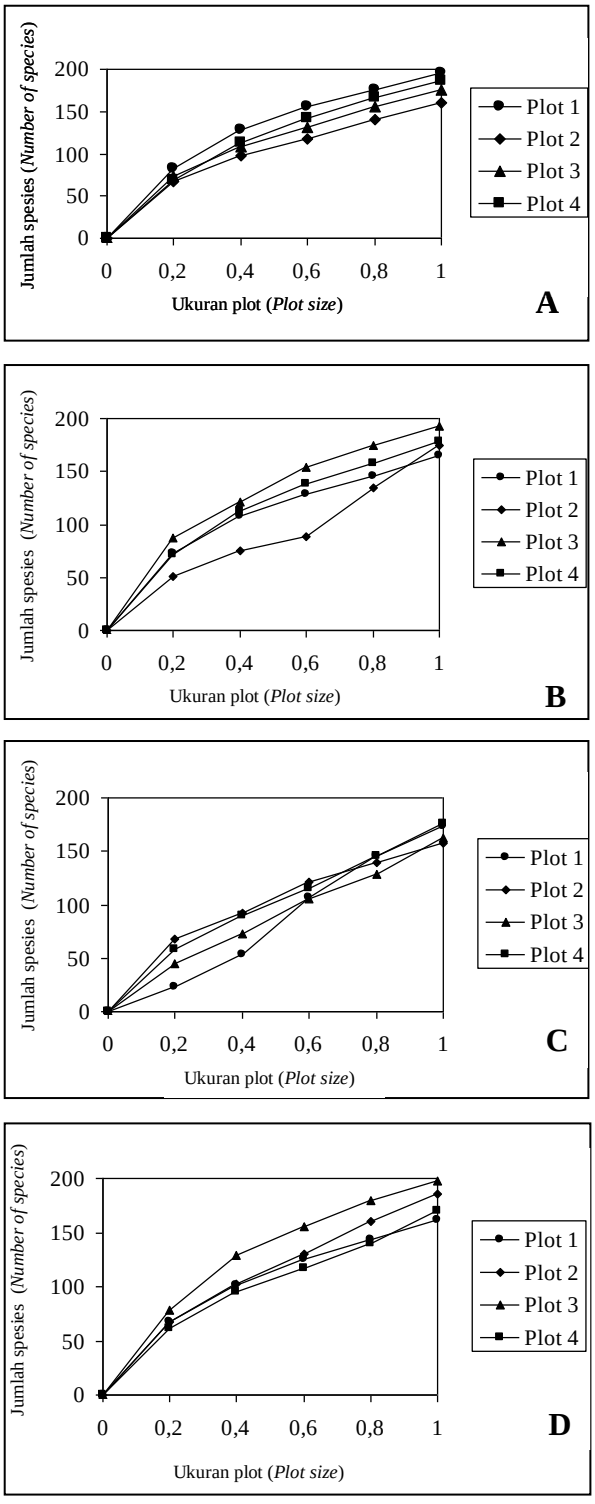
Perbedaan parameter ekologis dari berbagai tingkat pertumbuhan vegetasi di LOA-5, 10, 30 dengan hutan primer dianalisis dengan statistik. Rata-rata perlakuan diuji menggunakan *one-way analyses of variance* (ANOVA) dengan program SAS (AS). Hasil yang menunjukkan perbedaan nyata ($p<0,05$) akibat perlakuan, dilanjutkan dengan uji Tukey (*HSD test*) untuk menentukan tingkat signifikansi antara perlakuan.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Kurva Area Jenis

Hubungan antara luas petak pengamatan dengan jumlah jenis atau kurva area jenis terlihat dari grafik penambahan jenis yang meningkat secara relatif konstan sampai dengan ukuran petak 1 ha. Hal ini mengindikasikan bahwa hutan hujan dataran rendah di lokasi penelitian adalah areal hutan yang memiliki angka keragaman jenis pohon tinggi. Kasus di Samboja, Kalimantan Timur menunjukkan kurva area jenis pada plot 1 ha yang tidak memperlihatkan tanda-tanda grafik yang membelok bahkan pada plot dengan luas 4 ha (Kartawinata, 2006). Dengan demikian dapat dinyatakan bahwa satu petak berukuran 1 ha belum mewakili kekayaan jenis areal secara keseluruhan, seperti terlihat pada Gambar 1.

Ekosistem hutan primer dataran rendah mempunyai jumlah jenis pohon berdiameter $\geq$ 10 cm yang bervariasi antara 60-150 jenis/ha bahkan dapat mencapai 200-300 jenis/ha seperti di bagian kawasan hutan barat Amerika Selatan dan



Gambar (*Figure*) 1. Kurva area jenis untuk jenis pohon dengan diameter setinggi dada ≥ 10 cm pada petak berukuran 1 ha di lokasi penelitian untuk hutan primer PF (A), LOA-5 (B), LOA-10 (C), dan LOA-30 (D) (*Species area curve for trees with dbh ≥ 10 cm in one hectare plots of a lowland forest PF (A), LOA-5 (B), LOA-10 (C), and LOA-30 (D)*)

sebagian Malesia (Richards, 1996). Pada penelitian ini, jumlah jenis pada hutan primer adalah 160-196 jenis/ha, dengan jumlah yang relatif sama dengan hutan bekas tebangan dan tidak berbeda dengan yang dilaporkan Richards (1996) untuk petak berukuran 1 ha di tempat lain di Kalimantan.

B. Keanekaragaman Jenis Pohon pada Petak Perlakuan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah jenis pohon dengan diameter ≥ 10 cm yang ditemukan adalah 914 jenis, terdiri dari 223 genus dan 65 famili pada seluruh 16 petak. Tabel 2 memperlihatkan bahwa ada variasi jumlah jenis antara hutan primer dan hutan bekas tebangan. Pada hutan primer, ditemukan 383 jenis dengan rata-rata keragaman jenis pada petak 1 ha adalah 180 jenis. Jumlah jenis pohon dari famili Dipterocarpaceae yang ditemukan sebanyak 84 jenis. Dari hasil identifikasi jenis menunjukkan bahwa jenis-jenis dari famili Dipterocarpaceae dan Euphorbiaceae merupakan famili yang dominan ditemukan pada seluruh petak. Untuk famili Euphorbiaceae dengan jenis *Macaranga* spp. sebagai jenis pionir banyak ditemukan di seluruh petak.

Famili Dipterocarpaceae didominasi oleh jenis *Parashorea malaanonan*, *Shorea agamii*, *S. atrinervosa*, *S. hopeifolia*, *S. johorensis*, *S. leprosula*, *S. macroptera*, *S. ovalis*, *S. parvifolia*, *S. pauciflora*, dan *S. pinanga* dan terdapat pada seluruh petak pengamatan.

Perbandingan jumlah jenis di hutan primer dengan masing-masing petak vegetasi di hutan bekas tebangan dapat dilihat pada Tabel 3.

Dibandingkan dengan hutan primer, pada LOA-5, 10, dan 30 umumnya tidak menunjukkan perbedaan yang berarti pada jumlah jenis pohon yang ditemukan. Hasil analisis statistik pada Tabel 4 membuktikan adanya kecenderungan tersebut, dan tidak ada perbedaan yang signifikan

Tabel (*Table*) 2. Keragaman jenis pohon di empat petak penelitian berukuran 1 ha (*Diversity of tree species found in four, one hectare plots in the study sites*)

	PF	LOA-5	LOA-10	LOA-30	Total
Jumlah famili (*Number of families*)	54	57	57	51	65
Jumlah genus (*Number of genera*)	147	159	154	150	223
Jumlah jenis (*Number of species*) (N/4 ha):					
Dipterocarpaceae	46	45	35	43	84
Non-Dipterocarparceae	337	363	349	361	830
Jumlah jenis total (*Total*)	383	408	384	404	914

Tabel (*Table*) 3. Jumlah jenis yang ditemukan pada masing-masing petak penelitian (*Number of tree species found in each plot in the study sites*)

Perlakuan (*Treatment*)	Petak (*Plot*)	Jumlah jenis (*Number of species*)
Hutan primer (*Primary forest*)	1	196
	2	160
	3	175
	4	187
Jumlah (*Total*)		383
Rata-rata (*Average*) (1 ha)		180
LOA-5	1	165
	2	174
	3	193
	4	178
Jumlah (*Total*)		408
Rata-rata (*Average*) (1 ha)		178
LOA-10	1	173
	2	157
	3	160
	4	175
Jumlah (*Total*)		384
Rata-rata (*Average*) (1 ha)		166
LOA-30	1	162
	2	185
	3	197
	4	170
Jumlah (*Total*)		404
Rata-rata (*Average*) (1 ha)		179
Jumlah total (*Grand total*)	16 ha	914

Keterangan (*Remarks*): LOA = *Logged over area*

antara jumlah jenis pohon di hutan primer dengan LOA-5, 10, dan 30 tahun.

Keragaman jenis Dipterocarpaceae di areal penelitian menunjukkan hasil uji statistik yang berbeda secara signifikan dalam hal jumlah jenis antara hutan primer, LOA-5, dan 10, dan pada LOA-30 tidak terdapat perbedaan yang signifikan. Untuk jenis-jenis selain Dipterocarpaceae tidak terjadi perbedaan yang signifikan antara hutan primer, LOA-5, 10, dan 30.

Kegiatan tebang pilih yang memanen jenis-jenis pohon komersil akan mempengaruhi keragaman jenis pohon yang penyebarannya terbatas. Untuk jenis-jenis yang jumlah individunya banyak dan penyebarannya luas, tebang pilih tidak berpengaruh nyata terhadap berkurangnya jumlah jenis. Dampak penebangan telah terjadi pada beberapa jenis Dipterocarpaceae. Meskipun jenis-jenis dari famili Dipterocarpaceae merupakan jenis yang

Tabel (*Table*) 4. Hasil analisis sidik ragam dari rata-rata jumlah jenis dan jumlah pohon pada petak pengamatan (*Results of Anova of mean number of species and individual trees in the study sites)*

Perlakuan (*Treatment*)	Jumlah jenis (*Total species*) (/ha)	Jumlah jenis Dipterocarpaceae (*Total Dipterocarps species*) (/ha)	Jumlah jenis Non-Dipterocarpaceae (*Total Non-Dipterocarps species*) (/ha)
PF	180a	28 a	151a
LOA-5	178a	20b	161,7a
LOA-10	166a	15b	152a
LOA-30	179a	26ab	152a
p-value	0,4029	0,0037	0,6326

Keterangan (*Remarks*):
Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaaan yang nyata pada taraf 0,05 (*Identical letters indicate no statistically significant differences among treatments at p> = 0,05*); PF = *Primary forest*; LOA = *Logged over area*

dominan di Hutan Penelitian Malinau dan di Kalimantan secara umum, namun banyak di antara jenis dari famili ini adalah spesies lokal yang penyebarannya terbatas (Slik *et al.*, 2003) dan sebagai akibatnya, spesies ini sangat sensitif terhadap dampak penebangan.

C. Dampak Penebangan Terhadap Nilai Indeks Keragaman dan Keseragaman

Hasil perhitungan indeks keragaman jenis pohon dan nilai keseragaman untuk masing-masing perlakuan terlihat pada Tabel 5.

Dibandingkan dengan hutan primer, pada LOA-5, 10, dan 30 umumnya tidak menunjukkan perbedaan yang berarti pada keragaman dan keseragaman jenis pohon. Hasil analisis statistik (Tabel 6) membuktikan kecenderungan tersebut, yaitu tidak terjadi perbedaan yang signifikan pada indeks keragaman jenis dan keseragaman jenis pohon pada hutan primer dan LOA-5, 10, dan 30 tahun.

Dari Tabel 6 terlihat bahwa nilai indeks keragaman jenis pada LOA-5 (2,07) lebih besar (signifikan) dibandingkan LOA-10 (1,89), akan tetapi keduanya tidak berbeda dengan LOA-30. Nilai yang tinggi setelah penebangan (LOA-5) menunjukkan meningkatnya pertumbuhan jenis sekunder khususnya dari famili Euphorbiaceae pada lokasi bekas penebangan sedangkan penurunan pada LOA-10 disebabkan oleh dampak penebangan yang melebihi kapasitas serta tingginya pohon yang mati.

Penelitian menunjukkan bahwa tidak terjadi perbedaan jumlah jenis yang signifikan antara hutan primer dengan hutan bekas tebangan. Meskipun secara umum tidak terjadi perbedaan jumlah jenis, pada LOA-10 terlihat kecenderungan rendahnya jenis dibandingkan dengan petak yang lain. Hal ini juga diperkuat dari hasil perhitungan nilai H dan E yang menunjukkan bahwa keragaman jenis lebih besar pada LOA-5 dibandingkan LOA-10.

Meskipun demikian, target penebangan yang mengutamakan jenis komersil Dipterocarpaceae telah menunjukkan perbedaan yang nyata terhadap penurunan jenis Dipterocarpacea pada LOA-5 dan LOA-10. Apabila program penebangan rotasi kedua pada LOA-30 yang jumlah jenis dan basal areanya tidak berbeda nyata dengan hutan primer akan dilakukan maka resiko berkurangnya jenis tetap akan terjadi. Oleh karena itu perlu dipikirkan dan didiskusikan kemungkinan merubah siklus tebang dalam pola TPTI menjadi 40 tahun sehingga memberikan peluang pemulihan kondisi hutan yang cukup ke kondisi yang lebih baik. Pengamatan di lapangan menunjukkan bahwa pola TPTI yang dianut selama ini sebenarnya relatif memberikan dampak baik apabila seluruh tata cara atau prosedur manajemennya diikuti dengan baik.

Tabel (*Table*) 5. Hasil perhitungan indeks keragaman Shannon-Wiener (H) dan indeks keseragaman jenis pohon (E) pada petak penelitian (*Results of calculation of Shannon-Wiener diversity (H) and equitability (E) index values in the study sites*)

Perlakuan (*Treatment*)	Petak (*Plot*)	H	E
Hutan *primer* (*Primary forest*)	1	2,004	0,874
	2	1,963	0,891
	3	2,036	0,908
	4	2,020	0,889
Rata-rata (*Average*) (1 ha)		2,006	0,891
LOA-5	1	2,060	0,929
	2	2,036	0,909
	3	2,173	0,951
	4	1,995	0,887
Rata-rata (*Average*) (1 ha)		2,066	0,919
LOA-10	1	2,012	0,899
	2	1,826	0,832
	3	1,786	0,811
	4	1,953	0,871
Rata-rata (*Average*) (1 ha)		1,894	0,853
LOA-30	1	2,004	0,907
	2	1,988	0,877
	3	2,036	0,887
	4	1,962	0,879
Rata-rata (*Average*) (1 ha)		1,998	0,888

Keterangan (*Remarks*): LOA = *Logged over area*; H = Indeks keragaman Shannon-Wiener (*Shannon-Wiener diversity index*); E = Indeks keseragaman jenis pohon (*Equitability index*)

Tabel (*Table*) 6. Hasil analisis sidik ragam dari indeks keragaman jenis Shannon-Wiener (H) dan indeks keseragaman jenis pohon (E) pada petak penelitian (*Anova of means Shannon-Wiener diversity index (H) and equitability values (E) of tree species in the study sites)*

Perlakuan (*Treatment*)	H	E
PF	2,00ab	0,89ab
LOA-5	2,07a	0,92a
LOA-10	1,89b	0,85b
LOA-30	1,99ab	0,89ab
p-value	0,0414	0,0435

Keterangan (*Remark*):
Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaaan yang nyata pada taraf 0,05 (*Identical letters indicate no statistically significant differences among treatments at p> = 0,05*)

Pengelolaan hutan yang kurang baik akan berpengaruh terhadap kemungkinan hilangnya sumberdaya genetik dan kepunahan jenis-jenis langka hutan hujan dataran rendah yang belum diketahui potensinya.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil penelitian menunjukkan jumlah jenis pohon (dbh ≥ 10 cm) yang ditemukan pada areal hutan produksi, primer, dan LOA seluas 16 ha adalah 914 jenis, terdiri dari 223 genus dan 65 famili. Famili yang paling dominan adalah Dipterocarpaceae dan Euphorbiaceae.
2. Pada hutan primer ditemukan 383 jenis, terdiri dari 147 genus dan 54 famili. Sedangkan pada hutan bekas tebangan berumur 5, 10, dan 30 tahun ditemukan 408, 384, dan 404 jenis

terdiri dari 159, 154, dan 150 genus dan 57, 57, dan 51 famili. Jumlah jenis komersil Dipterocarpaceae yang ditemukan adalah 46 spesies di hutan primer, 45, 35, dan 43 spesies pada LOA-5, 10 dan, 30 tahun.

3. Eksploitasi hutan dengan sistem TPTI tidak berpengaruh nyata terhadap penurunan keragaman jenis pohon. Akan tetapi berpengaruh nyata terhadap penurunan jenis Dipterocarpacea pada LOA-5 dan 10.
4. Indeks keragaman dan keseragaman jenis menunjukkan bahwa perlakuan ekploitasi hutan tidak secara signifikan berdampak pada penurunan keragaman jenis pohon. Walaupun keragaman jenis pada LOA-30 tidak berbeda nyata dengan hutan primer, tebangan rotasi kedua tidak disarankan untuk dilakukan karena hal ini akan membahayakan keberadaan sumberdaya genetik yang belum diketahui potensinya. Kalau pun akan tetap dilakukan, sebaiknya dilakukan jeda penebangan terlebih dahulu selama minimal 10 tahun untuk memberikan peluang pemulihan kondisi hutan ke kondisi yang lebih baik.

DAFTAR PUSTAKA

Alder, D. & T. J. Synnott. 1992. Permanent Sample Plot Techniques for Mixed Tropical Forest. Oxford Forestry Institute, Department of Plant Sciences, University of Oxford. Tropical Forestry Papers 25. pp. 124.

Dallmeier, F. 1992. Long-Term Monitoring of Biological Diversity in Tropical Forest Areas: Methods for Establishment and Inventory of Permanent Plots. MAB Digest 11. Unesco. February. pp. 72.

Johns, A. G. 1997. Timber Production and Biodiversity Conservation in Tropical Rainforests. Cambridge University Press, Cambridge, UK.

Kartawinata, K. 2006. Enam Dasawarsa Penelitian Vegetasi Alami Indonesia. Hal. 107-154 *dalam* D. Sastrapradja dan S. Soemodihardjo (Eds) Enam Dasawarsa Ilmu dan Ilmuwan di Indonesia. Naturindo. Bogor.

Machfudh. 2002. General Description of the Bulungan Research Forest. Technical Report Phase 1 1997-2001. ITTO Project PD 12/97 REV.1 (F). Forest, Science and Sustainability: The Bulungan Model Forest. Pp. 168.

Odum, E.P. 1971. Fundamentals of Ecology. Third Edition. W.B. Saunders Company. Philadelphia. London. Toronto. Pp. 574.

RePPProT 1990. The Land Resources of Indonesia: A National Overview. Regional Physical Planning Programme for Transmigration (RePPProT). Department of Transmigration. Jakarta.

Richards, P.W. 1996. The Tropical Rain Forest: An Ecological Study. 2nd edition. Cambridge University Press. Pp.575.

Schmidt, F. H. and J. H. A. Ferguson. 1951. Rainfall Type Based on Wet and Dry Period Ratios for Indonesia with Western New Guinea. Verhand. No. 42. Jawatan Meteorologi dan Geofisika. Jakarta.

Sheil, D. 1995. A Critique of Permanent Plot Methods and Analysis with Examples from Budongo Forest, Uganda. Forest Ecology and Management 77: 11-34.

Sheil, D. 1998. A Half Century of Permanent Plot Observation in Budongo Forest, Uganda: Histories, Highlight and Hypotheses. *In*: Dallmeier, F. & Cosmikey, J.A. (Eds.). Forest Biodiversity Research, Monitoring and Modeling: Conceptual Background and Old World Case Studies. Proceeding from the 1995 Smithsonian MAB Washington Symposium. MAB, UNESCO, Paris. pp. 399-428.

Slik, J.W.F & 16 others. 2003. A floristic analysis of the lowland dipterocarp forests of Borneo. Journal of Biogeography 30: 1517-1531.

Whitmore, T.C. 1984. Tropical Rain Forests of the Far East. 2nd edition. Oxford Science Publications. Clarendon Press, Oxford. pp. 352.

Whitmore, T.C. 1990. An Introduction to Tropical Rain Forests. Clarendon Press-Oxford. pp. 226.