**POTENSI SISA KAYU PADA HUTAN PRODUKSI BEKAS TEBANGAN
DI KALIMANTAN TIMUR**
*(Coarse Woody Debris Potential in Logged-Over Production Forest
of East Kalimantan)*

Oleh/By :

Ismayadi Samsuodin dan/and I Wayan Susi Dharmawan

ABSTRACT

The occurrence of coarse woody debris in natural forest is unavoidable since it is produced naturally by dead trees and caused by exploitation. Coarse wood debris has given benefits for biological diversity, but in the contrary is also showed a lack of effectiveness in forest exploitation. The objective of this study was to get information of coarse woody debris on logged over areas and primary forest required for forest management and biodiversity improvement. This study was carried out in logged over area of production forest on lowland tropical rain forest in East Kalimantan. Data were collected from 16 plots with size of 1-hectare, consist of 4 plots each from 5, 10, and 30 years old after logging areas and 4 plots from un-logged area as the control plots. Result of this study showed that there were no significant differences in terms of number of stems for standing dead trees and ground wood, basal area and volume of coarse woody debris between primary forest and LOA 5, 10, and 30 years. However, coarse woody debris volume of primary forest in study area was about 67.3 m³/ha or twice more than coarse woody debris volume of primary forest in Costa Rica.

Key words : Lowland tropical rain forest, logged over area, coarse woody debris

ABSTRAK

Adanya sisa kayu besar pada hutan alam bekas tebangan adalah hal yang tidak bisa dihindari karena sisa kayu dihasilkan secara alami oleh adanya pohon yang mati dan sisa kayu penebangan yang tidak dimanfaatkan. Sisa kayu besar memiliki peran penting sebagai bahan nutrisi dan hara dalam mempertahankan keanekaragaman hayati, tetapi hal ini juga menunjukkan kurang efektifnya pemanfaatan kayu dalam pemanenan hutan. Tujuan penelitian ini untuk mendapatkan informasi mengenai sisa kayu besar di hutan bekas tebangan dan hutan alam dalam rangka memperbaiki pengelolaan hutan dan menjaga keragaman jenis. Penelitian ini dilakukan pada hutan produksi bekas tebangan di hutan hujan tropik dataran rendah, Kalimantan Timur. Data dikumpulkan dari 16 petak berukuran masing-masing 1 ha, terdiri dari empat petak untuk tiap perlakuan yaitu petak bekas tebangan berumur 5, 10, dan 30 tahun serta 4 petak pada hutan primer sebagai petak kontrol. Dari hasil penelitian ini terbukti bahwa tidak terjadi perubahan yang nyata dalam hal jumlah batang untuk sisa kayu berdiri dan rebah, luas bidang dasar, dan volume kayu antara hutan primer dengan hutan bekas tebangan 5, 10, dan 30 tahun. Meskipun tidak berbeda nyata, sisa kayu pada hutan primer di lokasi penelitian sebesar 67,3 m³/ha atau 2 kali lebih besar daripada hutan primer di Costa Rica.

Kata kunci : Hutan hujan tropik, areal bekas tebangan, sisa kayu besar

I. PENDAHULUAN

Sisa kayu besar (*coarse wood debris*) didefinisikan oleh Stevens (1997), sebagai adanya kayu dalam bentuk log, tunggak atau batang yang memberikan habitat untuk tanaman, binatang termasuk serangga, dan sebagai sumber hara untuk kesuburan tanah. Kayu sisa ini, memiliki diameter lebih besar dari 8-10 cm.

Sisa kayu besar banyak ditemukan di kawasan hutan sebagai akibat dari matinya pohon yang disebabkan oleh gangguan alam atau penebangan hutan. Sisa kayu besar merupakan bagian dari siklus pohon yang mati dalam bentuk berdiri atau rebah dan merupakan siklus alami pada ekosistem hutan. Sisa kayu memiliki peran yang penting sebagai habitat

satwa liar. Sebagai contoh, dijumpai banyak jenis kumbang, serta berkembangnya pertumbuhan briophyta dan jamur pada kayu mati (Snowman, 2004). Di Indonesia pengelolaan sisa kayu masih belum mendapat perhatian, meskipun hal ini telah diidentifikasi sebagai komponen penting dalam program konservasi biodiversitas (Proulx & Kariz, 2002).

Di sisi lain, kegiatan penebangan hutan yang dilakukan terutama bertujuan untuk mengambil kayu dari hutan produksi. Efektivitas penebangan sangat dipengaruhi oleh cara-cara pemanenan, sistem dan alat yang digunakan, kondisi tegakan, topografi, kemudahan terjangkau pohon yang ditebang, keterampilan pekerja hutan, dan ketersediaan pohon komersial yang ditebang. Sistem pemanenan yang baik adalah sedikit mungkin menghasilkan limbah. Akan tetapi, tidak dapat dihindari bahwa kegiatan pemanenan akan menghasilkan limbah kayu pada hutan berupa sisa-sisa kayu rebah dan pohon mati yang masih berdiri. Semakin besar limbah pemanenan ini semakin tidak efektif sistem pemanenan yang diterapkan.

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan informasi tentang potensi sisa kayu (*coarse woody debris*), baik yang masih berdiri dan rebah sebagai informasi terhadap efektivitas sistem penebangan yang dilakukan dan upaya menjaga keragaman jenis. Informasi ini sangat diperlukan sebagai parameter untuk mengevaluasi efektivitas dan efisiensi sistem pemanenan pada hutan hujan dataran rendah dalam rangka mempertahankan kera-

agaman jenis dan kelestarian potensi hutan produksi.

Penelitian dilaksanakan dengan membandingkan potensi sisa kayu besar pada hutan primer dan hutan bekas tebangan (*logged over areas*) 5, 10, dan 30 tahun setelah pemanenan, serta melakukan analisis uji beda nyata (SAS Institute, 2003).

II. METODE PENELITIAN

A. Keadaan Umum Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Hutan Penelitian (HP) Bulungan, Kabupaten Malinau, Kalimantan Timur yang termasuk kawasan hutan konsesi HPH PT. Inhutani II dan bekas HPH PT Inhutani I dengan total luas 48.000 ha. Lokasi penelitian berjarak 8-77 km dari *base camp* utama PT. Inhutani II. Hutan produksi di lokasi penelitian telah dikelola sejak tahun 1974 dengan menerapkan sistem silvikultur TPTI (Tebang Pilih Tanam Indonesia) dengan batas diameter pohon ≥ 50 cm.

Lokasi penelitian terletak pada ketinggian 100-300 m di atas permukaan laut, dengan kondisi kelerengannya seperti pada Tabel 1.

Kondisi geologi memiliki keragaman tinggi, dengan formasi vulkanik, metamorfik, batuan sedimen tertier, dan kuarter (termasuk batu bara, kapur, batuan pasir, dan batuan silika), serta deposit aluvial yang luas (Machfudh, 2002).

Tanah di HP Bulungan sangat bervariasi dari jenis tanah yang mengalami pelapukan kuat dan *Ultisols* asam sampai *Inceptisols* muda. Sebagian besar tanah

Tabel (Table) 1. Kelas lereng di lokasi penelitian (*Slope class in study area*)

Kelas lereng (<i>Slope class</i>) (%)	Luas areal di HP Bulungan (<i>Area size in Bulungan Research Forest</i>) (%)	Luas areal di PT. Inhutani II (<i>Area size in PT. Inhutani II</i>) (%)	Lokasi penelitian (<i>Research location</i>)
0-8	22,23	9,80	-
8,1-15	25,06	13,44	-
15,1-25	0,23	30,04	LOA-5, LOA-30
25,1-40	39,97	37,74	PF, LOA-10
>40	12,50	8,08	-

Sumber (*Source*): Machfudh, 2002

di HP Bulungan didominasi oleh tiga grup tanah berdasarkan klasifikasi *USDA Soil* yaitu : (1) *Typic Tropaquepts* (2) *Typic Kanhapludults* dan (3) *Dystropeptic Tropadults* (Machfudh, 2002).

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. Bulan basah umumnya terjadi pada bulan April sampai Desember. Rata-rata curah hujan tahunan sebesar 3.828 mm/tahun dengan jumlah hari hujan 143 hari/tahun.

Suhu tertinggi di kawasan hutan PT. Inhutani II sebesar 34°C yang diukur pada lahan terbuka dan suhu terendah tercatat 23,5°C di lokasi hutan primer. Suhu di *Station* HP Bulungan relatif konstan sepanjang tahun. Suhu rata-rata harian terendah bervariasi antara 24,1°C (Januari)-27,2°C (Mei) dan suhu maksimum antara 29,2°C (Januari)-32,7°C (September).

Kelembaban udara di lokasi penelitian cukup tinggi yaitu berkisar antara 75 % - 98 %. 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 % dan 80,5 %.

B. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan yang diperlukan untuk penelitian ini sisa kayu yang ada di hutan bekas tebangan, tambang/tali, paku, palu, aluminium tag, tongkat besi, pipa PVC, marker, alat-alat tulis, cat, seng, dan film. Sedangkan alat-alat yang diperlukan adalah kompas, clinometer, foto camera, counter, parang, dan meteran.

C. Metode Pengumpulan Data

1. Desain Pengambilan Contoh dan Uraian Petak Penelitian

Stratifikasi *random sampling* dengan empat ulangan telah dilaksanakan pada

hutan primer dan hutan bekas tebangan berumur lima, sepuluh, dan 30 tahun. Metode pembuatan Petak Contoh Permanen (PCP) 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 tingkal PT. Inhutani I dan II, serta informasi staf senior PT. Inhutani I dan II yang sebelumnya bekerja pada blok tersebut. Blok 55, 56, dan 64 merupakan hutan primer (PF), yang berjarak 85 km dari *base camp* utama PT. Inhutani II. Petak tebangan berumur lima 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 delapan km dari *camp* PT. Inhutani II (Tabel 2).

Seluruh petak ada di lokasi PT. Inhutani II, kecuali petak LOA-30, yang ada di PT. Inhutani I. Pada blok berukuran 100 ha, posisi petak-petak satu ha diletakkan secara acak. Sejumlah 16 PCP masing-masing berukuran satu ha dibuat untuk penelitian ini, masing-masing empat petak untuk PF, LOA-5, LOA-10, dan LOA-30. Titik pusat setiap petak ditandai dengan tiang dari kayu besi setinggi dua meter. Lokasi plot penelitian ditampilkan pada Lampiran 1.

2. Pengukuran Dimensi Sisa Kayu

Sisa kayu berupa pohon mati yang masih berdiri dengan diameter ≥ 10 cm setinggi dada dicatat dalam setiap petak berukuran 100 m x 100 m. Seluruh pohon mati yang tercatat diukur diameter dan tinggi. Hasil pengukuran keliling pohon dikonversi ke diameter. Sedangkan pengukuran tinggi dilakukan dengan menggunakan *clinometer*, sampai dengan batang bebas cabang. Untuk sisa kayu rebah, diameter diukur pada kedua sisi dan diukur panjangnya.

Tabel (Table) 2. Uraian petak contoh permanen dan perlakuan terhadap petak di HP Bulungan, Kalimantan Timur (*Description of permanent sample plots and treatment plot in the Bulungan Research Forest, East Kalimantan*)

Perlakuan (Treatment)	Ulangan (Replication)	Uraian (Description)	Kelas lereng (Slopes class) (%)	Tanggal pencatatan (Date of recording)	Keterangan (Remark)
LOA-30	01	Petak bekas tebangan berumur 30	15,1-25	Peb.-Mar.	Ditebang tahun
	02	tahun (Blok 22); PT. Inhutani I;		2002 dan	1974/75,
	03	03°27,607' LU-116°35,287' BT		Sep.-Des.	terutama jenis
	04			2002	dipterocarp.
PF	01	Hutan primer (Blok 55, 56, 64);	25,1-40	Apr. 2002-	Hutan primer
	02	PT. Inhutani II; 02°58,527' LU-		Agt. 2002	kaya dengan
	03	116°30,045' BT; 02°57,957' LU-			jenis
	04	116°30,555' BT			dipterocarp., rencana tebang tahun 2003
LOA-10	01	Petak bekas tebangan berumur 10	25,1-40	Jan. 2003-	Ditebang tahun
	02	tahun (Blok 70, 72); PT. Inhutani		Apr. 2003	1992/93,
	03	II; 03°07,750' LU-116°29,001'			terutama jenis
	04	BT			dipterocarp.
LOA-5	01	Petak bekas tebangan berumur 5	15,1-25	Mei 2003-	Ditebang tahun
	02	tahun (Blok 39, 40); PT. Inhutani		Jan. 2004	1998/99,
	03	II; 03°00,502' LU-116°30,572'			terutama jenis
	04	BT; 03°00,327' LU-116°30,604' BT			dipterocarp.

C. Analisis Data

Volume kayu dihitung dengan menggunakan rumus (Simon, 1996) :

Kayu berdiri :

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{1}{4} \pi dbh^2 \times \text{tinggi} \times 0,7$$

Kayu rebah :

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{1}{4} \pi dbh^2 \times \text{panjang kayu rebah}$$

Keterangan (Remark):

$$\pi = 3,14;$$

dbh = diameter setinggi dada;

0,7 = angka bentuk.

Perbedaan secara statistik antara rata-rata perlakuan diuji menggunakan *one-way analyses of variance* (ANOVA). Hasil-hasil yang menunjukkan perbedaan nyata ($p < 0,05$) akibat perlakuan, dilanjutkan dengan uji Tukey (HSD test) untuk menentukan tingkat signifikan antara perlakuan. Data dianalisis menggunakan program *Microsoft Excel* 2003 dan program statistik *JMP* 5.1 yang dikeluarkan oleh SAS Institute, Amerika Serikat pada tahun 2003.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil perhitungan jumlah batang sisa kayu yang berdiri dan rebah pada masing-masing petak pengamatan, termasuk hasil perhitungan luas bidang dasar dan volume dapat dilihat pada Gambar 1 dan Lampiran 2.

Dari Tabel 3 terlihat bahwa secara umum tidak terjadi kemiripan dalam hal jumlah batang untuk sisa kayu berdiri dan rebah, luas bidang dasar dan volume kayu antara hutan primer dengan LOA. Meskipun demikian terlihat kecenderungan bahwa pada penebangan LOA-5, memiliki potensi sisa kayu berdiri yang paling rendah yaitu sebesar 2,2 m²/ha dan 19,6 m³/ha dibandingkan dengan hutan primer dan LOA-30 (Gambar 1).

Untuk luas bidang dasar kayu rebah, yang tertinggi ditemukan pada LOA-10, hal ini disebabkan oleh aktivitas pemanenan pada LOA-10 telah banyak menimbulkan kayu rebah dan kayu rebah tersebut memiliki ukuran diameter yang

lebih besar daripada diameter kayu rebah pada plot lainnya. Fakta ini terlihat pada LOA-10 yang memiliki jumlah pohon/ha (N pohon/ha) paling rendah dibandingkan dengan plot lain, tetapi memiliki luas bidang dasar kayu rebah yang tertinggi.

Dari hasil pengujian statistik ternyata bahwa tidak terjadi perbedaan yang nyata antara perlakuan penebangan dengan hutan primer dalam hal jumlah pohon mati yang masih berdiri, sisa kayu rebah, luas bidang dasar, dan volume kayu (Tabel 3 dan Tabel 4).

Dari Tabel 3 terlihat bahwa seluruh perlakuan dan peubah yang diukur tidak

menunjukkan perbedaan yang nyata. Pada Tabel 4 terlihat bahwa seluruh perlakuan dan peubah yang diukur tidak menunjukkan perbedaan yang nyata, kecuali jumlah luas bidang dasar kayu rebah menunjukkan perbedaan yang nyata. Hal ini berarti bahwa sistem pemanenan hutan yang telah dilaksanakan cenderung tidak mengakibatkan perubahan yang nyata dalam hal potensi sisa kayu (jumlah batang, luas bidang dasar, dan volume untuk kayu mati yang masih berdiri dan rebah).

Gambar (Figure) 1. Potensi sisa kayu pada masing-masing petak pengamatan di lokasi penelitian, A = basal area, B = volume (Potential of coarse wood debris for both standing and ground in each sample plot of study site, A = basal area, B = volume)

Tabel (Table) 3. Hasil uji statistik rata-rata potensi pohon mati yang berdiri pada petak pengamatan (Result of Anova of mean number of standing dead stem potential in the study sites)

Perlakuan (Treatment)	Jumlah pohon mati yang berdiri/ha (Total standing dead stems/ha)	Jumlah luas bidang dasar pohon mati yang berdiri/ha (Total basal area of standing dead stems/ha)	Jumlah volume pohon mati yang berdiri (Total volume of standing dead stems) (m³)
PF	28a*	3,43a	27,86a
LOA-5	33a	2,18a	19,52a
LOA-10	26a	3,08a	24,71a
LOA-30	38a	3,89a	44,86a
p-value	0,0626	0,4837	0,2077

Keterangan (Remark) : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 0,05 (Identical letters indicate no statistically significant differences among treatments at $p = 0.05$)

Tabel (Table) 4. Hasil uji statistik rata-rata potensi kayu rebah pada petak pengamatan (*Result of Anova of mean number of ground wood potential in the study sites*)

Perlakuan (Treatment)	Jumlah kayu rebah/ha (Total ground wood/ha)	Jumlah luas bidang dasar kayu rebah/ha (Total basal area of ground wood/ha)	Jumlah volume kayu rebah (Total volume of ground wood) (m ³)
PF	91a	5,91b	39,57a
LOA-5	115a	6,89b	44,68a
LOA-10	69a	13,8a	75,06a
LOA-30	83a	5,93b	49,73a
p-value	0,3929	0,0382	0,1637

Keterangan (Remark) : Angka yang diikuti dengan huruf yang sama tidak menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf 0,05 (*Identical letters indicate no statistically significant differences among treatments at p = 0.05*)

Indikasi besarnya luas bidang dasar kayu rebah pada LOA-10 dibandingkan dengan petak pengamatan lainnya disebabkan oleh faktor-faktor yang berhubungan dengan operasional penebangan. Selain itu, potensi kayu mati pada hutan alam (hutan primer) juga sangat dipengaruhi oleh banyaknya pohon yang mencapai daur fisik dan secara alami mati. Hal ini mengakibatkan tidak adanya perbedaan antara hutan primer dan hutan bekas tebangan. Kondisi awal keempat perlakuan sama yaitu hutan primer, kemudian dilakukan aktivitas pemanenan. Dalam kegiatan pemanenan, intensitas penebangan keempat perlakuan juga sama yaitu sebesar 10 pohon/ha atau sekitar 100 m³/ha.

Dari penelitian ini terlihat bahwa potensi sisa kayu pada hutan primer adalah sekitar 67,3 m³/ha atau sekitar 20,5 % dari potensi tegakan tinggal yang sehat. Sisa kayu merupakan sumberdaya yang dinamis (Lloyd & MacMillan, 2002), perbedaan potensi sisa kayu pada hutan bekas tebangan dan hutan primer tampaknya disebabkan oleh kematian alami dari pohon dan kerusakan akibat penebangan. Dibandingkan dengan hutan hujan tropik di La Selva, Costa Rica, jumlah sisa kayu dalam bentuk pohon berdiri dan kayu rebah hanya 25,4 m³/ha (Clark *et al.*, 2002), dengan demikian sisa kayu yang ada pada hutan primer di lokasi penelitian di HP Bulungan adalah lebih dari dua kali lipat dibandingkan dengan hutan primer di Costa Rica. Hutan primer di Costa Rica

merupakan salah satu bentuk hutan tropik yang memiliki kesamaan/kemiripan dalam hal curah hujan, kelembaban, dan suhu dengan hutan tropik di Indonesia, oleh karena itu dapat digunakan sebagai bentuk pendekatan untuk membandingkan potensi sisa kayu hutan primer di HP Bulungan dan hutan primer di Costa Rica.

Dari hasil penelitian ini terlihat bahwa hutan alam tropika dataran rendah, baik yang berupa hutan primer dan hutan yang telah dipanen mempunyai potensi yang sama sebagai sumberdaya genetik dan keanekaragaman hayati. Karenanya, rotasi kedua pemanenan hutan yang akan dilakukan, perlu mempertimbangkan sistem pemanenan yang baik di antaranya dengan menerapkan penebangan yang ramah lingkungan (*reduced impact logging*), sehingga keanekaragaman hutan hujan tropik tetap terjaga.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Hasil penelitian menemukan potensi sisa kayu yang masih berdiri (pohon berdiameter ≥ 10 cm) untuk hutan primer, LOA 5, 10, dan 30 tahun secara berturut-turut yaitu jumlah batang 27,8; 33,0; 26,3; dan 38,0 batang per hektar, dengan luas bidang dasar yaitu 3,4; 2,2; 3,1; dan 3,9 m²/ha, dan volume yaitu 27,9; 19,6; 24,7; dan 45,1 m³/ha.
2. Potensi untuk kayu rebah untuk hutan primer, LOA 5, 10, dan 30 tahun

secara berturut-turut adalah 90,8; 115,3; 69,3; dan 82,5 batang per hektar, dengan luas bidang dasar yaitu 6,0; 7,0; 13,9; dan 6,0 m²/ha, dan volume yaitu 39,4; 44,7; 72,7; dan 49,8 m³/ha.

3. Dari hasil pengujian statistik, ternyata tidak terjadi perubahan yang nyata dalam hal jumlah batang untuk sisa kayu berdiri dan rebah, luas bidang dasar, dan volume kayu antara hutan primer dengan hutan bekas tebangan 5, 10, dan 30 tahun. Perbedaan yang nyata terjadi pada besarnya luas bidang dasar kayu rebah, di mana luas bidang dasar pada LOA-10 lebih besar daripada petak pengamatan lainnya, yaitu 1,6 kali dari petak pengamatan lainnya atau 42,4 % dari total luas bidang dasar kayu rebah.
4. Meskipun tidak berbeda nyata, dibandingkan dengan hutan di kawasan lain seperti Costa Rica, sisa kayu pada lokasi penelitian sangat besar. Oleh karena itu penebangan selanjutnya agar dilakukan dengan berbagai pertimbangan yang lebih matang agar hutan hujan tropik di Kalimantan sebagai sumber keragaman hayati dapat terjaga kelestariannya.

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.
- Clark, D.B., D.A. Clark, S. Brown, S.F. Oberbauer & E. Veldkamp. 2002. Stocks and flows coarse woody debris across a tropical rain forest nutrient and topography gradient. *Forest Ecology and Management* 164: 237-248.
- 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.
- Lloyd, R. & T. MacMillan. 2002. Post-harvest CWD –The long and short of it. NIVMA/NSC Winter Workshop Optimizing Wildlife Trees and Coarse Woody Debris Retention at the Stand and Landscape Level. January 22-24, Coast Inn of the North Prince George, BC.
- 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.
- Proulx, G. & R.M. Kariz. 2002. Coarse woody debris and small mammal populations in the sub-boreal spruce biogeoclimatic zone of Fort St. James Forest District, British Columbia. NIVMA/NSC Winter Workshop Optimizing Wildlife Trees and Coarse Woody Debris Retention at the Stand and Landscape Level. January 22-24, Coast Inn of the North Prince George, BC.
- SAS Institute. 2003. JMP The statistical discovery software. United States.
- Schmidt, F.H. & J.H.A. Ferguson. 1951. Rainfall type based on wet and dry period ratios for Indonesia with Western New Guinea. *Verh. No. 42*. Jawatan Meteorologi dan Geofisika, Jakarta.
- Sheil, D. 1998. A half century of permanent plot observation in Bundo Forest, Uganda: histories, highlight and hypotheses. In: Dallmeier, F. & J.A. Cosmiky (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.

- Simon, H. 1996. Metode inventore hutan. Aditya Media, Yogyakarta.
- Snowman, T.K. 2004. Rotten logs and sowbugs: The role of dead wood. In <http://www.for.gov.bc.ca/hfd/pubs/docs/Wp/Wp30.pdf>.

- Stevens, V. 1997. The ecological role of coarse woody debris. An overview of the ecological importance of CWD in BC forests. Ministry of Forest Research Program, BC, USA. P.26.

Lampiran (Appendix) 1. Lokasi plot penelitian (*Plot locations in the study area*)

Sumber (*Sources*) : Digital Elevation Model, 2000; Radarsat January, 2000; Landsat TM Path 117 Row 58 20-04-1991; Landsat TM Path 118 Row 58 08-01-1998; Landsat TM Path 117 Row 58 22-05-199 (dalam/in Machfudh, 2002)

Lampiran (Appendix) 2. Potensi sisa kayu pada masing-masing petak pengamatan di lokasi penelitian
(*Potential of coarse wood debris in each sample plot of study site*)

Perlakuan (Treatment)	Ulangan (Replication)	Berdiri (Standing)			Rebah (Ground)		
		N pohon/ha (N trees/ha)	Basal area (m ² /ha)	Volume (m ³ /ha)	N pohon/ha (N trees/ha)	Basal area (m ² /ha)	Volume (m ³ /ha)
PF	01	26	3,7	28,6	159	9,9	64,7
	02	37	3,3	18,1	66	4,6	26,2
	03	21	2,3	23,4	79	4,9	33,4
	04	27	4,4	41,4	59	4,4	33,1
Rata-rata (Mean) (per ha)		27,8	3,4	27,9	90,8	6,0	39,4
LOA-5	01	40	2,8	24,7	144	6,5	38,9
	02	31	2,2	19,8	116	5,4	32,5
	03	34	2,1	21,7	107	7,2	40,4
	04	27	1,6	12,2	94	8,7	66,9
Rata-rata (Mean) (per ha)		33,0	2,2	19,6	115,3	7,0	44,7
LOA-10	01	31	1,8	13,9	45	13,3	69,3
	02	27	5,7	39,4	76	20,1	90,6
	03	25	2,8	20,0	89	10,8	60,0
	04	22	2,2	25,6	67	11,2	80,8
Rata-rata (Mean) (per ha)		26,3	3,1	24,7	69,3	13,9	72,7
LOA-30	01	31	2,7	21,2	35	1,6	9,2
	02	40	2,9	37,4	71	4,4	43,4
	03	44	6,7	82,1	116	9,4	74,2
	04	37	3,3	39,8	108	8,4	72,3
Rata-rata (Mean) (per ha)		38,0	3,9	45,1	82,5	6,0	49,8