

**PENEBAANGAN SERENDAH MUNGKIN UNTUK
MENINGKATKAN PRODUKSI KAYU : STUDI KASUS
DI DUA PERUSAHAAN HUTAN DI KALIMANTAN TIMUR**
*(The lowest possible felling technique for increasing wood production:
case study in two forest companies in East Kalimantan)*

Oleh/By :
Sona Suhartana & Dulsalam

Summary

This paper presents the results of the study of felling productivity and wood utilization level when practicing the lowest possible felling technique. The case study was selected in two forest companies in East Kalimantan in 1996. The aim of the study is to find information of the effect of practicing the lowest possible felling technique to the felling productivity and wood utilization level. Then, the results are compared to those obtained from conventional felling technique.

The results of the study are as follow :

- 1. The average of felling productivity is 42.16 m³/hr for the lowest possible felling technique and 49.96 m³/hr for conventional felling. This difference of 7.8 m³/hr is significant.*
- 2. The average of stump height when practicing the lowest possible felling technique is 37.6 cm, while for conventional felling is 56.6 cm.*
- 3. The average of waste stump volume is 0.21 m³/tree (3.34%) for the lowest possible felling technique and 0.40 m³/tree (4.54%) for conventional technique. The average of wood utilization is 6.08 m³/tree (96.66% of the average volume of trees felled of 6.29 m³/tree) for the lowest possible felling technique and 8.41 m³/tree (95.45% of the average volume of trees felled of 8.81 m³/tree) for conventional technique. There is 1.20% increase.*
- 4. It is recommended that the lowest possible felling technique be implemented because this technique can increase wood utilization.*

Keywords : felling productivity, lowest possible stump, felling technique.

Ringkasan

Tulisan ini menyetengahkan hasil-hasil penelitian tentang produktivitas penebangan dan tingkat pemanfaatan kayu yang terjadi dengan teknik penebangan serendah mungkin. Penelitian dilakukan di dua perusahaan hutan di Kalimantan Timur pada tahun 1996. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh dari penerapan teknik penebangan serendah mungkin terhadap produktivitas dan tingkat pemanfaatan kayu yang terjadi. Hasil penelitian dibandingkan dengan teknik penebangan konvensional.

Hasil-hasil penelitian menunjukkan sebagai berikut :

- 1. Rata-rata produktivitas penebangan adalah 42,16 m³/jam untuk teknik penebangan serendah mungkin dan 49,96 m³/jam untuk teknik penebangan konvensional. Terjadi penurunan produktivitas sebesar 7,8 m³/jam.*
- 2. Rata-rata tinggi tunggak pada teknik penebangan serendah mungkin adalah 37,6 cm dan teknik penebangan konvensional adalah 56,6 cm.*

3. Rata-rata volume limbah tunggak pada teknik penebangan serendah mungkin adalah $0,21 \text{ m}^3/\text{pohon}$ (3,34%) dan pada teknik penebangan konvensional adalah $0,40 \text{ m}^3/\text{pohon}$ (4,54%). Rata-rata volume kayu yang dimanfaatkan adalah $6,08 \text{ m}^3/\text{pohon}$ (96,66% dari rata-rata volume pohon yang ditebang sebesar $6,29 \text{ m}^3/\text{pohon}$) untuk teknik penebangan serendah mungkin dan $8,41 \text{ m}^3/\text{pohon}$ (95,45% dari rata-rata volume pohon yang ditebang sebesar $8,81 \text{ m}^3/\text{pohon}$) untuk teknik penebangan konvensional. Terjadi peningkatan pemanfaatan kayu sebesar 1,20%.
4. Teknik penebangan serendah mungkin sebaiknya diterapkan di lapangan karena dapat meningkatkan pemanfaatan kayu.

Kata kunci : produktivitas penebangan, tunggak serendah mungkin, teknik penebangan.

I. PENDAHULUAN

Kegiatan penebangan kayu di hutan alam luar Pulau Jawa memegang peranan penting dalam usaha pemanfaatan sumberdaya hutan. Penebangan kayu merupakan kegiatan merebahkan pohon dan kemudian memotong-motong menjadi bagian batang yang laik sarad. Kegiatan penebangan di hutan alam yang dikelola dengan sistem tebang pilih adalah cukup sulit.

Welburn (1981) mengemukakan bahwa tebang pilih dan arah rebah banyak menimbulkan masalah dalam penebangan pohon. Teknik penebangan yang sesuai dan alat penebangan yang cocok perlu mendapat perhatian guna menekan pemborosan biaya dan sumberdaya hutan.

Beberapa hasil penelitian yang menunjukkan tingginya pemborosan sumberdaya hutan berupa terjadinya limbah adalah sebagai berikut : Sastrodimedjo dan Simarmata (1978), Sinaga dan Thaib (1982), Sianturi, Soerianegara, Suparto dan Manan (1984) serta Simarmata dan Dulsalam (1985a, 1985b) mengemukakan bahwa besarnya tingkat efisiensi pemanfaatan kayu per pohon di tempat penebangan baru mencapai sekitar 80%, sedang limbahnya adalah sebesar 20%. Limbah sebesar ini terdiri dari limbah tunggak 3% dan limbah batang 17%. Limbah tersebut belum termasuk limbah dari batang di atas bebas cabang dan cabang sampai diameter 10 cm yang diperkirakan mencapai di atas 15%. Dengan demikian secara keseluruhan jumlah limbah cukup besar.

Upaya perbaikan teknik penebangan untuk meminimumkan limbah pembalakan melalui teknik penebangan serendah mungkin perlu dilakukan sesuai dengan Surat Keputusan Direktur Jenderal Pengusahaan Hutan Nomor 151/Kpts/IV-BPHH/1993 tanggal 19 Oktober 1993 tentang Petunjuk Teknis Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) pada hutan alam daratan (Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan, 1994). Langkah ini dianggap suatu kemajuan karena acuan mengenai teknik penebangan sebelumnya masih memperkenankan tinggi tunggak yang relatif tinggi. Sebelumnya Wenger (1984) menganjurkan tinggi tunggak sampai sepertiga diameter setinggi dada untuk pohon tidak berbanir dan setinggi banir untuk pohon berbanir.

Volume limbah penebangan yang tinggi menunjukkan bahwa kegiatan penebangan kurang efisien. Kegiatan penebangan merupakan penentu untuk mendapatkan tinggi rendahnya hasil, baik ditinjau dari kualitas maupun kuantitas. Di antara banyak faktor yang berpengaruh, terjadinya limbah pembalakan sebagian besar disebabkan oleh kesalahan teknik penebangan.

Bertolak dari latar belakang dan permasalahan di muka, maka penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penerapan teknik penebangan serendah mungkin terhadap produktivitas dan tingkat pemanfaatan kayu. Sasarannya adalah meminimalkan tinggi tunggak yang terjadi yang pada akhirnya akan meningkatkan produksi kayu.

II. METODE PENELITIAN

A. Waktu, Lokasi dan Peralatan

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli 1996 di dua areal Hak Pengusahaan Hutan (HPH) di Propinsi Kalimantan Timur. HPH pertama (HPH A) adalah PT Hanurata Coy Ltd termasuk ke dalam wilayah Cabang Dinas Kehutanan (CDK) Sangkulirang. HPH kedua (HPH B) adalah PT Surapati Perkasa Corporation termasuk ke dalam wilayah CDK Mahakam Ulu. Menurut administrasi pemerintahan kedua HPH termasuk ke dalam wilayah Kabupaten Kutai, Propinsi Daerah Tingkat I Kalimantan Timur.

Areal penelitian HPH A umumnya memiliki kemiringan lapangan antara 4-20% dengan ketinggian tempat antara 0-500 meter dari permukaan laut. HPH B memiliki kemiringan lapangan antara 8-40% dengan ketinggian tempat 500-900 meter dari permukaan laut. Keadaan tegakan di kedua areal yang didominasi oleh jenis pohon dari famili Dipterocarpaceae memiliki kerapatan antara 120-176 pohon/hektar (HPHA) dan antara 121-196 pohon/hektar (HPH B). Kerapatan tersebut untuk semua pohon dengan diameter 20 cm dan ke atas. Keadaan pohonnya umumnya memiliki banir. Untuk tumbuhan bawah, rata-rata memiliki kerapatan sedang. Dalam pemanenan kayunya, alat utama yang digunakan adalah gergaji rantai merek Stihl tipe 070 untuk kegiatan penebangan dan pembagian batang, traktor merek Caterpillar tipe D7G untuk penyaradan dan pembuatan jalan serta truk gandengan (trailer) merek Nissan tipe KD 50 untuk pengangkutan kayunya.

Obyek dalam penelitian adalah pohon ditebang dan kegiatan penebangan yang dilakukan dengan menggunakan gergaji rantai meliputi teknik penebangan dan keadaan pohon.

Peralatan yang digunakan adalah : meteran, pita-phi, alat pengukur waktu (stop watch) serta perlengkapan daftar isian.

B. Prosedur Penelitian

Pengumpulan data dilakukan dengan menggunakan metode pengukuran langsung di lapangan dan pengamatan serta wawancara untuk memperoleh data penunjang.

Pengumpulan data dilakukan sebagai berikut :

1. Menetapkan secara purposif satu petak tebang yang akan dilakukan penebangan.
2. Mencatat data kegiatan penebangan untuk kedua teknik penebangan yang meliputi : diameter (m), tinggi batang sampai batang bebas cabang (m), tinggi tunggak (cm) dan waktu penebangan (menit).
3. Mengumpulkan data penunjang seperti keadaan umum perusahaan dengan cara wawancara serta pengutipan data di kantor perusahaan.

Sebagai obyek pengamatan adalah jenis pohon niagawi yang ditebang berdiameter 50 cm dan ke atas, dengan ulangan pengamatan 20 pohon untuk teknik penebangan serendah mungkin dan 20 pohon untuk teknik penebangan konvensional (sebagai kontrol).

C. Analisis Data

Volume batang dan volume limbah tunggak dihitung berdasarkan rumus sebagai berikut :

$$V = 0,25 \pi D^2 L \dots\dots\dots (1)$$

di mana : V = volume batang (m³); L = panjang batang (m); dan D = diameter rata-rata (m).

Diameter rata-rata diperoleh dengan cara sebagai berikut :

$$D = 0,5 (Dp + Du) \dots\dots\dots (2)$$

di mana : Dp dan Du masing-masing adalah diameter pangkal dan diameter ujung (cm).

Produktivitas penebangan dihitung sebagai berikut :

$$P = \frac{V}{W} \dots\dots\dots (3)$$

di mana : P = produktivitas penebangan (m³/jam); V = volume kayu (m³); dan W = waktu tebang (jam).

Pengolahan data dilakukan dengan pendekatan statistik dengan menghitung nilai rata-rata dan nilai simpangan baku. Data lapangan berupa produktivitas dan volume limbah diolah ke dalam bentuk tabulasi dan dibandingkan dengan kontrol menggunakan uji-t (Prajitno, 1981).

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil pengukuran berupa produktivitas dan limbah tunggak disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Tabel 1 kolom 6 menyajikan produktivitas penebangan dengan teknik penebangan serendah mungkin yang besarnya berkisar antara 36,59-51,21 m³/jam dengan nilai rata-rata 42,16 m³/jam. Tabel 2 kolom 6 memperlihatkan produktivitas penebangan dengan teknik penebangan konvensional yang besarnya berkisar antara 32,01-75,11 m³/jam dengan nilai rata-rata 49,96 m³/jam. Kisaran di atas dapat terjadi karena adanya perbedaan dimensi awal berupa diameter dan tinggi pohon yang bervariasi. Dengan adanya perbedaan dimensi akan menimbulkan perbedaan volume pohon yang cukup berarti. Senada dengan hasil penelitian ini, Idris dan Suhartana (1995) melaporkan bahwa nilai produktivitas penebangan konvensional (28,8 m³/jam) adalah lebih besar dibandingkan dengan produktivitas penebangan serendah mungkin (25,2 m³/jam).

Tabel 1. Produktivitas penebangan dan volume limbah tunggak dengan teknik penebangan serendah mungkin

Table 1. Felling productivity and stump waste volume by practicing the lowest possible felling technique

No.	Diameter	Waktu tebang, detik (Felling time, second)	Tinggi tunggak (Stump height) (cm)	Panjang batang bebas cabang (Clear bole length, m)	Produktivitas, m ³ /jam (Productivity, m ³ /hr)	Volume limbah, m ³ (Stump waste volume, m ³)
1.	70,1	540	33	15,1	38,47	0,17
2.	77,2	562	40	14,0	41,77	0,26
3.	60,1	330	50	16,2	49,31	0,19
4.	54,3	310	52	19,1	50,52	0,15
5.	53,2	310	50	20,1	51,21	0,14
6.	61,0	335	38	15,2	47,07	0,15
7.	71,1	540	36	14,2	36,93	0,18
8.	78,0	595	40	15,0	43,38	0,26
9.	77,2	565	30	14,0	41,54	0,19
10.	71,2	545	44	14,0	36,59	0,22
11.	75,0	560	37	14,1	39,79	0,21
12.	80,0	600	35	14,0	42,24	0,25
13.	85,1	630	32	13,2	42,17	0,25
14.	85,2	625	30	13,0	42,51	0,24
15.	80,1	600	32	14,0	42,24	0,23
16.	74,1	560	35	14,1	38,70	0,20
17.	70,0	540	37	15,0	38,47	0,19
18.	80,0	600	38	14,1	42,24	0,24
19.	89,2	650	30	12,1	41,37	0,24
20.	71,0	545	32	14,0	36,59	0,16
Jumlah (Total)	1.463,1	10.542,0	751,0	294,5	843,11	4,13
Rata-Rata (Mean)	73,2	527,1	37,6	14,7	42,16	0,21
S	9,9	110,4	6,8	1,9	4,38	0,04

Keterangan (Remark) : S = Simpangan baku (Standard deviation).

Dari Tabel 1 kolom 6 dan Tabel 2 kolom 6 dapat dilihat bahwa besarnya produktivitas rata-rata untuk teknik penebangan konvensional (49,96 m³/jam) adalah lebih tinggi dari pada untuk teknik penebangan serendah mungkin (42,16 m³/jam)

Hasil uji-t untuk membandingkan produktivitas kedua teknik penebangan tersebut adalah t-hitung = 3,038** (t-tabel 99% = 2,704). Hal ini dapat diartikan bahwa rata-rata produktivitas antara perlakuan teknik penebangan serendah mungkin dengan teknik penebangan konvensional adalah sangat berbeda nyata. Dengan demikian dapat dikatakan bahwa bila ditinjau dari segi produktivitas saja, maka teknik penebangan konvensional adalah lebih baik dari pada teknik penebangan serendah mungkin.

Hal tersebut di atas dapat terjadi karena salah satu faktor penentu produktivitas penebangan adalah waktu tebang. Pada teknik penebangan serendah mungkin dilakukan pembuangan banir terlebih dahulu sebelum penebangan dilakukan. Dengan demikian waktu penebangan menjadi lebih panjang sehingga produktivitasnya menjadi lebih rendah. Akan tetapi, dalam jangka panjang, teknik penebangan serendah mungkin akan lebih menguntungkan karena selain ada tambahan volume kayu yang dimanfaatkan, penebang akan terbiasa melakukan penebangan serendah mungkin sehingga produktivitasnya diduga akan meningkat. Di samping itu pendapatan bagi penebang tidak ditentukan oleh waktu kerja (jam),

akan tetapi oleh hasil kerja (m^3). Dengan demikian perbedaan produktivitas tersebut dapat diabaikan.

Tabel 2. Produktivitas penebangan dan volume limbah tunggak dengan teknik penebangan konvensional
Table 2. Felling productivity and stump waste volume by practicing conventional felling technique

No.	Diameter	Waktu tebang, detik (Felling time, second)	Tinggi tunggak (Stump height) (cm)	Panjang batang bebas cabang (Clear bole length, m)	Produktivitas, m^3 /jam (Productivity, m^3/hr)	Volume limbah, m^3 (Stump waste volume, m^3)
1.	75,5	510	45	20,2	63,81	0,29
2.	73,5	505	42	19,2	58,10	0,23
3.	80,5	510	51	20,9	75,11	0,32
4.	75,5	495	48	20,2	65,75	0,31
5.	96,5	830	69	15,7	49,79	0,66
6.	84,0	540	52	14,5	53,60	0,36
7.	50,0	300	40	19,3	45,48	0,10
8.	99,5	860	72	12,6	41,02	0,64
9.	100,0	865	98	14,7	48,07	1,08
10.	95,0	790	86	15,4	49,76	0,68
11.	74,1	550	59	18,3	51,51	0,28
12.	73,1	545	47	18,6	51,39	0,26
13.	92,0	850	79	16,2	45,61	0,67
14.	61,0	500	38	16,5	34,70	0,15
15.	63,0	505	50	14,4	32,01	0,19
16.	87,1	800	55	15,0	40,14	0,39
17.	94,0	900	80	19,0	52,72	0,75
18.	62,0	500	45	18,7	40,68	0,18
19.	70,5	545	35	22,3	57,53	0,24
20.	45,5	300	40	21,7	42,36	0,20
Jumlah (Total)	1.552,3	12.200,0	1.131,0	353,4	999,14	7,98
Rata-Rata (Mean)	77,6	610,0	56,6	17,7	49,96	0,40
S	16,0	188,5	17,9	2,8	10,61	0,26

Keterangan (Remark) : S = Simpangan baku (Standard deviation).

Pada Tabel 1 kolom 2 dan 4 dapat dilihat bahwa untuk pohon-pohon dengan kisaran diameter antara 53-89 cm, tinggi tunggak terendah yang dapat dicapai oleh teknik penebangan serendah mungkin adalah antara 30-52 cm dengan rata-rata 37,6 cm. Sedangkan pada Tabel 2 kolom 2 dan 4 dapat dilihat bahwa untuk pohon-pohon dengan kisaran diameter antara 45,5-100 cm, tinggi tunggak terendah yang dapat dicapai oleh teknik penebangan konvensional adalah antara 38-98 cm dengan rata-rata 56,6 cm.

Tabel 1 kolom 7 memperlihatkan nilai volume limbah tunggak dengan teknik penebangan serendah mungkin yang besarnya berkisar antara 0,14-0,26 m^3 /pohon dengan rata-rata 0,21 m^3 /pohon. Tabel 2 kolom 7 menyajikan nilai volume limbah tunggak dengan teknik penebangan konvensional yang besarnya berkisar antara 0,15-1,08 m^3 /pohon dengan nilai rata-rata 0,40 m^3 /pohon. Ini berarti bahwa teknik penebangan konvensional kurang efisien karena seperti telah dikemukakan di muka bahwa volume limbah penebangan yang tinggi menunjukkan bahwa kegiatan penebangan kurang efisien.

Diperkuat dengan hasil uji-t untuk membandingkan volume limbah tunggak yang terjadi antara kedua teknik penebangan tersebut, menghasilkan t-hitung = 2,113* (t-

tabel 95% = 2,021). Hal ini dapat dikatakan bahwa volume limbah yang terjadi antara teknik penebangan serendah mungkin dengan teknik penebangan konvensional adalah berbeda nyata pada taraf 95%. Dengan demikian ditinjau dari volume limbah yang terjadi, teknik penebangan serendah mungkin adalah lebih baik daripada teknik penebangan konvensional.

Dari hasil perhitungan diperoleh nilai rata-rata volume kayu yang dapat dimanfaatkan pada teknik penebangan serendah mungkin adalah sebesar 6,08 m³/pohon (96,66% dari rata-rata volume pohon yang ditebang pada teknik penebangan ini sebesar 6,29 m³/pohon) sedangkan limbah tunggak yang terjadi adalah 0,21 m³/pohon (3,34%). Sementara itu kayu yang dapat dimanfaatkan pada teknik penebangan konvensional rata-rata adalah sebesar 8,41 m³/pohon (95,45% dari rata-rata volume pohon yang ditebang pada teknik penebangan ini sebesar 8,81 m³/pohon) dengan limbah tunggak yang terjadi sebesar 0,40 m³/pohon (4,54%). Dari hasil perhitungan di atas dapat dilihat bahwa, teknik penebangan serendah mungkin dapat meningkatkan pemanfaatan kayu sebesar 96,66%-95,45% = 1,20% atau 0,19 m³/pohon. Hal ini mudah dipahami karena rata-rata tinggi tunggak pada teknik penebangan serendah mungkin (37,6 cm) adalah lebih rendah daripada rata-rata tinggi tunggak pada teknik penebangan konvensional (56,6 cm).

Berdasarkan data tegakan di kantor perusahaan, rata-rata jumlah pohon yang ditebang adalah 7 pohon/ha dengan volume rata-rata 6,29 m³/pohon. Luas areal hutan yang ditebang per tahun adalah 1000 ha dengan target produksi per tahun sebesar 42.000 m³. Atas dasar adanya peningkatan pemanfaatan kayu 1,20%, maka pihak perusahaan akan mendapatkan tambahan keuntungan berupa kenaikan produksi sebesar 1,20% x 42.000 m³ = 504 m³/tahun. Dengan anggapan bahwa harga dolok adalah Rp 150.000/m³ dan keuntungan perusahaan yang layak adalah 20% (Rp 30.000/m³), maka perusahaan dapat memperoleh tambahan keuntungan sebesar 504 x Rp30.000 = Rp15.120.000 per tahun. Sementara itu bagi penebang dengan tarif upah borongan sebesar Rp 1.400/m³, maka dengan adanya tambahan peningkatan pemanfaatan kayu akan meningkatkan pendapatan bagi penebang sebesar Rp 1.400 x 504 = Rp705.600 per tahun.

Upaya yang perlu dilakukan agar produktivitas dan pemanfaatan kayu meningkat adalah dengan cara diadakannya pelatihan untuk operator gergaji rantai agar terbiasa melakukan pembuangan banir terlebih dahulu sebelum melakukan penebangan serta meninggalkan tunggak serendah mungkin. Dengan terbiasanya operator tersebut, maka diharapkan kayu yang dapat dimanfaatkan akan bertambah.

IV. KESIMPULAN DAN SARAN

1. Rata-rata produktivitas penebangan pada teknik penebangan serendah mungkin adalah 42,16 m³/jam dan pada teknik penebangan konvensional adalah 49,96 m³/jam. Telah terjadi penurunan produktivitas sebesar 7,8 m³/jam.
2. Rata-rata tinggi tunggak terendah yang dapat dicapai oleh teknik penebangan serendah mungkin adalah 37,6 cm dan pada teknik penebangan konvensional adalah 56,6cm.

3. Rata-rata volume limbah tunggak yang terjadi pada teknik penebangan serendah mungkin adalah $0,21 \text{ m}^3/\text{pohon}$ (3,34%) dan pada teknik penebangan konvensional adalah $0,40 \text{ m}^3/\text{pohon}$ (4,54%). Rata-rata tingkat pemanfaatan kayu adalah $6,08 \text{ m}^3/\text{pohon}$ (96,66% dari rata-rata volume pohon yang ditebang sebesar $6,29 \text{ m}^3/\text{pohon}$) pada teknik penebangan serendah mungkin dan $8,41 \text{ m}^3/\text{pohon}$ (95,45% dari rata-rata volume pohon yang ditebang sebesar $8,81 \text{ m}^3/\text{pohon}$) pada teknik penebangan konvensional. Terjadi peningkatan pemanfaatan kayu sebesar 1,20%.
4. Teknik penebangan serendah mungkin perlu diterapkan karena dapat meningkatkan pemanfaatan kayu sebesar 1,20%.
5. Perlu diadakan pelatihan-pelatihan dan kursus-kursus untuk operator dan mandor tebang agar terbiasa dengan teknik penebangan serendah mungkin.

DAFTAR PUSTAKA

- Direktorat Jenderal Pengusahaan Hutan. 1994. Petunjuk Teknis Tebang Pilih Tanam Indonesia (TPTI) pada Hutan Alam Daratan. Departemen Kehutanan, Jakarta.
- Idris, M.M dan S.Suhartana. 1995. Produktivitas dan efisiensi pemanenan kayu dengan teknik penebangan pohon serendah mungkin di hutan produksi alam; studi kasus di tiga perusahaan hutan di Kalimantan Tengah. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 13(3): 94-100, Bogor.
- Prajitno, D. 1981. Analisa regresi dan korelasi untuk penelitian pertanian. Liberty, Yogyakarta.
- Sianturi, A., I. Soerianegara, R.S. Suparto dan S. Manan. 1984. Faktor eksploitasi di hutan alam Dipterocarpaceae Pulau Laut. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 1(1) : 1-10, Bogor.
- Simarmata, S.R dan S.Sastrodimedjo. 1978. Limbah eksploitasi pada beberapa perusahaan hutan di Indonesia. Laporan Lembaga Penelitian Hasil Hutan No. 20, Bogor.
- Simarmata, S.R dan Dulsalam. 1985a. Volume dan klasifikasi limbah penebangan pada beberapa perusahaan hutan di Aceh dan Kalimantan Timur. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan* 2 (2):17-19, Bogor.
- _____. 1985b. Limbah eksploitasi pada beberapa perusahaan perusahaan hutan di Kalimantan dan Sumatera. Lembaran Penelitian Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan No. 20, Bogor.
- Sinaga, M dan J. Thaib. 1982. Limbah eksploitasi hutan payau pada beberapa perusahaan hutan di Indonesia. Laporan No.159, Balai Penelitian Hasil Hutan Bogor.
- Welburn, G.V. 1981. Logging in mountain regions. Proc. of XVII IUFRO World Congress on Forest Operations and Techniques. Japanese IUFRO Congress Committee, Ibarki.
- Wenger, K.F. 1984. Forestry Handbook, 2nd Edition. John Wiley and Sons, Inc, New York.