

# Ciri Limbah Pemanenan Kayu di Hutan Rawa Gambut Tropika (Characteristics of Logging Waste in Tropical Peat Swamp Forest)

Ujang Suwarna\*, Juang Rata Matangaran, Morizon

## ABSTRAK

Efektivitas kegiatan pemanenan hutan rawa gambut masih tergolong rendah. Hal ini ditunjukkan oleh besarnya limbah kayu yang timbul akibat kegiatan pemanenan hutan. Oleh karena itu, perlu dilakukan penelitian dengan tujuan mengevaluasi volume dan ciri limbah kayu yang terjadi akibat kegiatan pemanenan kayu di petak tebang, jalan sarad, tempat pengumpulan sementara (TPn), dan jalan angkut. Limbah dalam penelitian ini berupa tunggak, batang bebas cabang, batang di atas cabang, dan dahan berdiameter sedikitnya 30 cm. Data diambil pada 6 plot contoh penelitian (PCP) berukuran (100 x 100) m<sup>2</sup>. Pengukuran 3 PCP dilakukan pada petak manual dan 3 PCP lainnya pada petak mekanis. Limbah pemanenan kayu sebagian besar terjadi di petak tebang. Volume limbah rata-rata pada petak manual sebesar 7,81 m<sup>3</sup>/ha dan semua limbah tersebut berada di petak tebang. Volume limbah rata-rata pada petak mekanis, yaitu 19,75 m<sup>3</sup>/ha, terdiri atas limbah di petak tebang 16,90 m<sup>3</sup>/ha (85,57%) dan di TPn 2,85 m<sup>3</sup>/ha (14,43%). Limbah kayu tersebut dapat diminimumkan dengan cara melakukan pelatihan berkala dan memperbaiki teknik pemanenan kayu.

Kata kunci: hutan rawa gambut, limbah pemanenan, pemanenan kayu.

## ABSTRACT

Effectiveness of timber harvesting in peat swamp forest is low. It is indicated by highly logging waste caused by timber harvesting operation. Thus, logging waste should be studied to describe characteristic and volume of logging waste in locations of compartment, landing, skidding track, and hauling road. The waste can be in the form of stumps, stems, and branches with diameter above 30 cm. Data of the waste was collected from 6 sample plots consisted of 3 plots in mechanized plots and 3 plots in traditional plots. Most of the waste found in location of compartment that caused by felling activities. Average volume of waste in traditional plots was 7.81 m<sup>3</sup>/ha that was found in location of compartment. The average volume of waste in the mechanized plots was 19.75 m<sup>3</sup>/ha, consisted of 16.90 m<sup>3</sup>/ha (85.57%) in location of compartment and 2.85 m<sup>3</sup>/ha (14.43%) in landing point. Logging waste can be minimized by providing appropriate training regularly and increase techniques of timber harvesting in the field.

Keyword: logging waste, peat swamp forest, timber harvesting

## PENDAHULUAN

Pemanfaatan kayu di Indonesia sampai saat ini dapat dikatakan belum efektif dan efisien karena jumlah kayu yang dimanfaatkan pada umumnya masih rendah dibandingkan dengan volume kayu yang ditebang. Bagian pohon seperti tunggak, cabang, ranting, dan batang cacat umumnya ditinggalkan di dalam hutan dan menjadi limbah. Dengan demikian, hingga saat ini upaya pengelolaan hutan gambut tropika di Indonesia masih belum efektif dan efisien. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian untuk menghasilkan inovasi teknologi dan metode guna mengurangi dampak negatif kegiatan pemanenan hutan berupa limbah pemanenan kayu.

Tujuan penelitian ini adalah maluasi volume dan ciri limbah pemanenan kayu dalam rangka efisiensi pemanfaatan sumber daya hutan dan untuk menemukan inovasi teknologi mengurangi kerusakan hutan gambut akibat pemanenan kayu.

Penelitian ini diharapkan dapat mejadi acuan bagi

pengelola hutan untuk menentukan efektivitas kegiatan pemanenan kayu agar dapat diupayakan meminimumkan limbah kayu yang timbul dan kemungkinan pemanfaatan limbah tersebut untuk beberapa keperluan masyarakat.

## METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di areal IUPHHK-HA (Ijin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu Hutan Alam) PT Diamond Raya Timber di Provinsi Riau. Objek penelitian ini ialah pohon yang ditebang dan limbah kayu yang terjadi di petak tebang, jalan sarad, tempat pengumpulan sementara (TPn), dan jalan angkut.

Dalam penelitian ini yang dimaksud dengan limbah pemanenan kayu adalah bagian batang pohon yang boleh ditebang tetapi tidak dimanfaatkan oleh pola pemanfaatan yang berlaku pada saat ini, dan ditinggalkan dalam hutan. Limbah pemanenan kayu berasal dari tunggak, batang bebas cabang, dan batang di atas cabang, dan dahan berdiameter sedikitnya 30 cm.

Perhitungan untuk menaksir volume pohon berdiri adalah

Departemen Manajemen Hutan, Fakultas Kehutanan, Institut Pertanian Bogor, Kampus IPB Darmaga, Bogor 16680.

\* Penulis Korespondensi: E-mail: usuwarn@yahoo.com

$$V = \frac{1}{4} \pi \left[ \frac{D}{100} \right]^2 T F$$

$V$  = volume pohon ( $m^3$ )  
 $D$  = diameter pohon (cm)  
 $T$  = tinggi pohon (m)  
 $F$  = angka bentuk pohon (0,7)  
 $\mu$  = tetapan (3,14)

Perhitungan volume limbah dan volume batang yang dimanfaatkan menggunakan rumus empiris Brereton

$$Vl = \frac{1}{4} \pi \left[ \frac{1}{2} (Dp + Du) \right]^2 P$$

$V$  = volume kayu ( $m^3$ )  
 $Dp$  = diameter pangkal (cm)  
 $Du$  = diameter ujung (cm)  
 $P$  = panjang kayu (m)

## HASIL PENELITIAN

### Teknik Pemanenan Hutan Gambut

Kegiatan pemanenan kayu meliputi penebangan pohon, penyaradan kayu, muat bongkar kayu, dan pengangkutan kayu. Kegiatan penyaradan kayu dilakukan dengan menggunakan sistem manual dan mekanis. Pada kegiatan penyaradan manual, kayu bulat ditarik oleh tenaga kerja manusia menggunakan sistem kuda-kuda dengan alat ongak (sepasang papan sejajar yang terbuat dari kayu yang sangat kuat). Kayu bulat yang berada di atas alat ongak ditarik oleh regu sarad sepanjang jalan sarad menuju ke TPn. Satu regu sarad terdiri atas 6–8 orang. Regu sarad tersebut menggunakan alat bantu berupa loncak untuk menggulirkan kayu atau memindahkan kayu dalam kegiatan muat bongkar kayu.

Sistem kegiatan penyaradan mekanis dilakukan dengan menggunakan alat ekskavator atau *logfisher*. Regu sarad mekanis harus memperhatikan bahwa *logfisher* hanya diperbolehkan berjalan diatas *logfisher track* sepanjang sedikitnya 400 m dari *log landing*. Helper membantu menarik kabel *winch* untuk mengaitkan pancing pada bontos kayu yang akan ditarik. Alat yang digunakan dalam kegiatan muat bongkar manual menggunakan loncak, sedangkan kegiatan muat bongkar mekanis menggunakan *logfisher*.

### Intensitas Penebangan Pohon

Pohon yang ditebang adalah pohon-pohon terpilih yang masuk dalam pohon layak tebang, yaitu pohon-pohon yang telah berdiameter  $\geq 40$  cm, sehat, bernilai komersial, dan berlabel merah dari hasil inventarisasi tegakan sebelum penebangan (ITSP). Jumlah pohon yang ditebang (intensitas penebangan) dari seluruh PCP disajikan pada Tabel 1 dan 2.

Hasil inventarisasi tegakan sebelum penebangan pada petak manual menunjukkan bahwa potensi rata-

rata pohon layak tebang ialah 34 pohon/ha atau 75,45  $m^3$ /ha. Pohon yang ditebang hanya 16 pohon/ha atau 45,90  $m^3$ /ha atau 60% dari total pohon layak tebang.

Hasil inventarisasi tegakan sebelum penebangan pada petak mekanis menunjukkan bahwa potensi rata-rata pohon yang layak tebang ialah 46 pohon/ha atau 99,93  $m^3$ /ha. Pohon yang ditebang hanya 17 pohon/ha atau 62,17  $m^3$ /ha atau 62% dari total pohon layak tebang.

### Distribusi Limbah Pemanenan Kayu

Limbah pemanenan kayu dapat terjadi di petak tebang, jalan sarad, TPn, dan jalan angkut. Limbah yang dihitung adalah limbah di bawah cabang pertama yang terdiri atas limbah tunggak dan limbah batang bebas cabang. Volume limbah yang terjadi dari petak manual ialah 23,41  $m^3$  dengan rata-rata 0,51  $m^3$ /pohon atau 7,81  $m^3$ /ha.

Pada kegiatan pemanenan kayu di petak manual, total limbah yang dihasilkan semuanya berada di petak tebang, karena proses pemanenan kayu terdiri atas penebangan, pemotongan, pembagian batang dan pengupasan kulit semuanya dilakukan di petak tebang. Volume limbah rata-rata yang terjadi di petak mekanis sebesar 1,16  $m^3$ /pohon atau 19,75  $m^3$ /ha. Limbah pemanenan kayu tersebut terdiri dari limbah di petak tebang sebesar 16,90  $m^3$ /ha (85,57%) dan limbah di TPn sebesar 2,85  $m^3$ /ha (14,43%). Dari hasil pengamatan di lapangan, limbah yang terjadi di TPn sedikit karena hasil produksi penebangan dan penyaradan dibayar berdasarkan volume kayu sehat. Operator penebangan dan penyaradan saling bekerja sama dan berusaha agar kayu yang dikeluarkan sudah bersih dari cacat sehingga limbah yang terjadi di TPn sedikit. Limbah yang terjadi di petak tebang lebih besar karena kegiatan di petak tebang terdiri dari penebangan, pemotongan. Pada kegiatan pemanenan kayu secara mekanis, pembagian batang di petak tebang hanya sampai batas bebas cabang

Tabel 1 Jumlah pohon yang ditebang pada petak manual

No plot	Pohon layak tebang		Pohon yang ditebang	
	Jumlah	Volume ( $m^3$ )	Jumlah	Volume ( $m^3$ )
1	45	86,04	18	43,51
2	35	78,80	15	44,65
3	21	61,52	14	49,55
Rata-rata	34	75,45	16	45,90

Tabel 2 Jumlah pohon yang ditebang pada petak mekanis

No Plot	Pohon layak tebang		Pohon yang ditebang	
	Jumlah	Volume ( $m^3$ )	Jumlah	Volume ( $m^3$ )
4	56	121,45	15	64,65
5	52	118,23	20	80,84
6	29	60,12	16	41,02
Rata-rata	46	99,93	17	62,17

terakhir, sedangkan batas bagian atas dan dahan ditinggalkan di petak tebang yang akan dimanfaatkan oleh perusahaan membuat gambangan *Logfisher* dan jari-jari jalan cabang rel.

Persentase limbah di petak manual yang terjadi akibat kegiatan pemanenan sebesar 16,80% dari keseluruhan volume kayu yang ditebang menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan terhadap potensi kayu cukup besar, yaitu sebesar 83,20%. Besarnya persentase limbah di petak mekanis yang terjadi akibat kegiatan pemanenan sebesar 29,10% dari keseluruhan volume kayu yang ditebang menunjukkan bahwa tingkat pemanfaatan terhadap potensi kayu yang ada cukup rendah, yaitu sebesar 70,90%. Besarnya limbah kayu yang terjadi pada petak manual dan mekanis selengkapnya ditampilkan pada Tabel 3 dan 4.

Beberapa penelitian terkait limbah telah banyak yang dilakukan untuk melihat tingkat efektivitas dan efisiensi pemanfaatan kayu di hutan alam. Hasil penelitian Wahyuni (2009) di hutan alam lahan kering PT. Andalas Merapi Timber Sumatera Barat menunjukkan bahwa volume limbah kayu di petak tebang adalah sebesar 1,74 m<sup>3</sup>/pohon, dengan persen limbah sebesar 14,84%. Hasil penelitian Nurrahmania (2009) di hutan alam lahan kering PT. Andalas Merapi Timber Sumatera Barat menunjukkan bahwa volume limbah kayu di TPn adalah sebesar 25,19 m<sup>3</sup>/TPn atau 1,31 m<sup>3</sup>/log, dengan persen limbah

sebesar 11,89%.

Hasil penelitian di IUPHHK-HA PT. Sumalindo Lestari Jaya yang dilakukan oleh Sasmita (2003) menyebutkan bahwa besarnya volume limbah yang terjadi akibat kegiatan pemanenan kayu mencapai 36,81% dari keseluruhan volume kayu yang ditebang. Limbah ini terdiri dari limbah yang terjadi di petak tebang 33,15%, limbah yang terjadi di TPn 2,68%, dan limbah yang terjadi di TPK sebesar 0,98%. Hasil penelitian ini tidak jauh berbeda dengan hasil penelitian Purnamasari (2012) di hutan alam lahan kering PT. Indexim Utama Kalimantan Tengah yang menyebutkan persentase limbah kayu berdasarkan total potensi kayu yang ditebang sebesar 33,81%, yang terdiri dari 32,81% di petak tebang dan 1,00% di TPn. Volume limbah di petak tebang sebesar 29,20 m<sup>3</sup>/ha dan di TPn sebesar 1,17 m<sup>3</sup>/ha.

Hasil penelitian Partiani (2010) di hutan alam lahan kering Sumatera Barat menyebutkan bahwa volume limbah kayu sebesar 3,50 m<sup>3</sup>/pohon dan 34,50 m<sup>3</sup>/ha, dengan persen limbah 24,58% terdiri dari 23,60% di petak tebang dan 0,98% di TPn. Hasil penelitian Mansur *et al.* (2013) di hutan lahan kering PT Rizki Kacida Reana Kalimantan Timur menyatakan bahwa volume limbah kayu di petak tebang, TPn dan TPK adalah sebesar 1,85 m<sup>3</sup>/pohon, dengan persen limbah sebesar 14,73%. Kriteria yang berbeda dalam mendefinisikan dan mengklasifikasikan limbah pemanenan kayu dengan kondisi lokasi penelitian berbeda akan menghasilkan limbah berbeda.

Hasil penelitian Matangaran *et al.* (2013) menyebutkan bahwa limbah penebangan di hutan alam lahan kering Kalimantan Tengah sebesar 5,37 m<sup>3</sup>/pohon dan 45,40 m<sup>3</sup>/ha dengan persen limbah 33,81%, sedangkan di Sumatera Barat sebesar 4,60 m<sup>3</sup>/pohon dan 33,04 m<sup>3</sup>/ha dengan persen limbah 30,14%. Hasil penelitian Sari (2009) di hutan alam lahan kering PT. Austral Byna Kalimantan Tengah menyebutkan bahwa limbah penebangan sebesar 6,64 m<sup>3</sup>/pohon, limbah penyaradan sebesar 4,72 m<sup>3</sup>/hm, dan limbah di TPn sebesar 21,17 m<sup>3</sup>/TPn. Hasil penelitian Mujetahid (2007) di hutan alam lahan kering PT. Teluk Bintuni Mina Agro Karya Papua Barat menyampaikan bahwa persen limbah penebangan adalah sebesar 14,57% dan 1,37 m<sup>3</sup>/pohon terdiri dari limbah tunggak 0,48 m<sup>3</sup>/pohon, limbah batang bebas cabang 0,29 m<sup>3</sup>/pohon, dan limbah diatas cabang 0,60 m<sup>3</sup>/pohon.

Tabel 3 Volume dan bentuk limbah kayu pada petak manual

Bentuk limbah	Volume			Persen limbah (%)
	Total (m <sup>3</sup> )	Rata-rata (m <sup>3</sup> /ha)	Rata-rata (m <sup>3</sup> /pohon)	
Tunggak	4,25	0,27	0,09	18,15
Batang bebas cabang	12,96	0,87	0,28	55,36
Batang di atas cabang	5,02	0,34	0,11	21,43
Dahan	1,18	0,08	0,03	5,06
Total	23,41	1,56	0,51	100

Tabel 4 Volume dan bentuk limbah kayu pada petak mekanis

Jenis limbah	Volume			Persen limbah (%)
	Total (m <sup>3</sup> )	Rata-rata (m <sup>3</sup> /ha)	Rata-rata (m <sup>3</sup> /pohon)	
Tunggak	4,73	0,29	0,09	7,98
Batang bebas cabang	39,24	2,19	0,77	66,21
Batang di atas cabang	10,25	0,62	0,20	17,29
Dahan	5,06	0,29	0,09	8,53
Total	59,27	3,39	1,15	100

### Bentuk Limbah Pemanenan Kayu

Limbah pemanenan kayu berdasarkan bentuknya terdiri atas limbah tunggak, limbah batang bebas cabang, limbah batang di atas cabang, dan limbah dahan berdiameter minimal 30 cm. Bentuk limbah kayu akibat kegiatan pemanenan kayu adalah sebagai berikut.

- 1 Limbah tunggak. Tunggak adalah bagian pangkal pohon yang berada di bawah takik rebah pohon. Tunggak dari hasil kegiatan penebangan pohon rata-rata lebih tinggi daripada batas yang disarankan untuk hutan alam, yaitu 40 cm di atas

permukaan tanah. Tinggi tunggak yang terdapat pada areal penelitian rata-rata 1,3 m. Kelebihan tinggi tunggak merupakan limbah tunggak yang dapat dihindari melalui pelatihan dan pengawasan. Penebang memilih membuat takik rebah yang tinggi untuk kenyamanan pada saat menebang. Selain itu, penebang kurang tertarik membuat takik rebah serendah mungkin karena pertambahan premi yang diharapkan dari pertambahan volume tersebut tidak terlalu besar.

2. Limbah batang bebas cabang adalah bagian batang utama yang dianggap limbah apabila kondisi fisik batang mengandung cacat atau rusak akibat kegiatan pemanenan kayu. Limbah batang bebas cabang dapat berupa potongan pendek yang dihasilkan karena adanya *pemapakan* (*trimming*) di pangkal dan di ujung. Limbah batang bebas cabang dapat juga berupa kayu bulat panjang dalam keadaan tidak cacat atau rusak, tetapi sengaja ditinggalkan karena faktor kesulitan, waktu, dan biaya.
3. Limbah batang di atas cabang adalah bagian batang dari cabang pertama sampai tajuk yang merupakan perpanjangan dari batang utama. Limbah batang di atas cabang yang ditemukan di areal penelitian berdiameter lebih dari 30 cm dengan panjang rata-rata mencapai 4 m.
4. Limbah dahan adalah komponen tajuk yang berada di atas cabang pertama yang berdiameter lebih dari 30 cm dan panjang lebih dari 40 cm. Dahan yang ditemukan rata-rata dalam keadaan pecah dan belah.

#### Volume dan Persentase Limbah Berdasarkan Kondisinya

Limbah pemanenan kayu yang terjadi di petak tebang dan TPn memiliki 3 kondisi, yaitu: cacat alami, cacat mekanis, dan kondisi baik (tidak cacat). Cacat alami meliputi mata kayu, busuk hati, gerowong, bengkok dan sebagainya. Cacat mekanis adalah cacat yang disebabkan kesalahan teknis dalam kegiatan penebangan, penyaradan, muat bongkar, dan pengangkutan yang dapat menimbulkan limbah berupa pecah, belah dan hancur. Matangaran *et al.* (2000) menyatakan bahwa limbah pemanenan merupakan limbah mekanis yang terjadi akibat kegiatan pemanenan kayu, selain itu terdapat pula limbah alami (*defect*) yang terjadi secara alami yang tidak memenuhi persyaratan yang diinginkan. Rata-rata volume limbah di petak manual dan di petak mekanis berdasarkan kondisinya ditampilkan pada Tabel 5 dan 6.

Limbah dalam keadaan tidak cacat sebagian berasal dari batang di atas cabang dan batang bebas cabang, yaitu berupa potongan pangkal dan potongan ujung akibat kegiatan pemapakan. Tingginya limbah dalam keadaan tidak cacat, apalagi pada petak mekanis menunjukkan kurangnya keterampilan penebang melakukan kegiatan pemapakan sehingga tidak dapat mengoptimalkan batang yang dimanfaatkan. Pada petak manual dan mekanis limbah

terbesar adalah busuk batang dan bengkok yang dikarenakan kurang terampilnya penebang dalam menentukan kondisi pohon yang akan ditebang dan kerapatan pohon yang sangat tinggi sehingga penebang sulit melihat kondisi pohon sampai ke atas tajuk dan sangat sulitnya kondisi lapangan.

Penentuan arah rebah sangat berpengaruh pada terjadinya limbah, yaitu pembuatan takik rebah dan takik balas. Pembuatan takik rebah dan takik balas yang kurang sempurna dapat menimbulkan kerusakan pada pangkal batang berupa pecah pangkal dan timbul serabut pada pangkal (*barber chair*) sehingga perlu pemotongan pada bagian pangkal yang pecah dan berserabut tersebut.

Persentase limbah dalam keadaan baik (tidak cacat) pada kedua petak (petak manual dan mekanis) sangat tinggi, yaitu 51,52% di petak manual dan 51,29% di petak mekanis. Hal ini menunjukkan pemanfaatan kayu yang kurang efisien. Limbah dalam kondisi baik ini terjadi karena belum ada pemanfaatan

Tabel 5 Volume limbah berdasarkan kondisinya di petak manual

Kondisi limbah	Volume total (m <sup>3</sup> )	Volume rata-rata (m <sup>3</sup> /ha)
1. Cacat alami		
a. Gerowong	0,05	0,01
b. Busuk hati	0,73	0,05
c. Busuk batang	3,6	0,23
d. Bengkok	2,88	0,19
e. Bonggol	0,63	0,04
2. Cacat mekanis		
a. Pecah	1,68	0,10
b. Belah	0	0
c. Hancur	0	0
3. Tidak cacat	10,18	0,69

Tabel 6 Volume limbah berdasarkan kondisinya di petak mekanis

Kondisi Limbah	Volume Total (m <sup>3</sup> )	Volume Rata-rata (m <sup>3</sup> /ha)
1. Cacat alami		
a. Gerowong	0	0
b. Busuk hati	6,26	0,36
c. Busuk batang	0,04	0,01
d. Bengkok	9,38	0,53
e. Bonggol	0,69	0,04
2. Cacat mekanis		
a. Pecah	3,28	0,20
b. Belah	0,15	0,01
c. Hancur	0,87	0,05
3. Tidak cacat	21,76	1,34

dari log yang berdiameter kecil terutama dari batang di atas cabang dan dahan. Untuk itu perlu dilakukan pengkajian secara teknis maupun ekonomis terhadap limbah batang di atas cabang dan limbah dahan tersebut. Upaya yang dapat dilakukan untuk meminimumkan limbah yang terjadi dalam pemanenan kayu antara lain: meningkatkan keterampilan para pekerja, terutama operator penebang melalui kursus atau latihan kerja, memperbaiki sistem manajemen, terutama pengawasan dari pimpinan dan koordinasi kerja di lapangan, mendirikan industri kayu terpadu yang dapat memanfaatkan limbah sebagai sumber bahan bakunya, perencanaan dan pelaksanaan yang baik dalam kegiatan pemanenan kayu terutama pada kegiatan penebangan dan penyaradan.

Limbah dalam kondisi baik ini masih mungkin diambil dan dimanfaatkan setinggi-tingginya untuk bantalan dan jari-jari rel, bahan pembuatan jalan sarad, bahan pembuatan *camp* pekerja, dan bahan pembuatan gambangan *logfisher*, serta bahan baku industri perkayuan. Budiawan (2000) menyatakan bahwa 43% dari limbah pemanenan di hutan alam dapat dimanfaatkan untuk bahan baku produk lanjutan dan 44% di antaranya digunakan sebagai bahan baku gergajian, *core* venir, dan serpih (*chips*). Sisanya 42% dari limbah batang layak dikeluarkan sebagai kayu bulat.

## KESIMPULAN

Limbah pemanenan kayu secara manual dan mekanis sebagian besar terjadi di petak tebang. Volume limbah rata-rata dari pohon yang ditebang di petak manual ialah 7,81 m<sup>3</sup>/ha. Volume limbah rata-rata dari pohon yang ditebang di petak mekanis adalah 19,75 m<sup>3</sup>/ha, terdiri atas limbah di petak tebang 16,9 m<sup>3</sup>/ha (85,57%) dan di TPn 2,85 m<sup>3</sup>/ha (14,43%). Untuk meminimumkan limbah, perlu dilakukan pelatihan berkala dan perbaikan teknik pemanenan kayu di hutan rawa gambut.

## DAFTAR PUSTAKA

Budiawan A. 2000. Kuantifikasi kayu bulat kecil limbah pemanenan pada pengusaha hutan alam. *J Teknol Has Hut.* 8(2): 34–43.

Mansur A, Tirkaamiana MT, Sutejo H. 2013. Limbah Pemanenan dan Faktor Eksploitasi IUPHHK-HA PT. Rizki Kacida Reana, Kalimantan Timur. *Jurnal Agrifor.* 12(2): 116–131.

Matangaran JR, Togar LT, Tjetjep UK, Yovi EY. 2000. Studi Pemanfaatan Limbah Pemanenan untuk Bahan Baku Industri dalam Rangka Pengembangan dan Pemasaran Hasil Hutan. Laporan Akhir. Direktorat Jenderal Pengelolaan Hutan Produksi bekerja sama dengan Fakultas Kehutanan Institut Pertanian Bogor, Bogor (ID).

Matangaran JR, Partiani T, Purnamasari DR. 2013. Faktor Eksploitasi dan Kuantifikasi Limbah Kayu Dalam Rangka Peningkatan Efisiensi Pemanenan Hutan Alam. *Jurnal Bumi Lestari.* 13(2): 384–393.

Mujetahid A. 2007. Komposisi Limbah Penebangan di Areal HPH PT. Teluk Bintuni Mina Agro Karya, Papua Barat. *Jurnal Hutan dan Masyarakat.* 2(1): 166–173.

Nurrachmania M. 2009. Potensi Limbah Pemanenan Kayu di Tempat Pengumpulan Kayu (TPn) IUPHHK-HA PT. Andalas Merapi Timber, Sumatera Barat. [Skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.

Partiani T. 2010. Limbah Pemanenan Kayu dan Faktor Eksploitasi di Hutan Alam PT. Salaki Summa Sejahtera Pulau Siberut, Sumatera Barat. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Purnamasari DR. 2012. Limbah pemanenan kayu, faktor eksploitasi dan karbon tersimpan pada limbah pemanenan kayu di IUPHHK-HA PT Indexim Utama, Kalimantan Tengah. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Sari RM. 2009. Identifikasi dan Pengukuran Potensi Limbah Pemanenan Kayu di PT. Austral Byna, Kalimantan Tengah. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Sasmitha RL. 2003. Limbah pemanenan hutan alam PT Sumalindo Lestari Jaya. [Skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

Wahyuni. 2009. Potensi Limbah Pemanenan Kayu di Lokasi Penebangan IUPHHK-HA PT. Andalas Merapi Timber, Sumatera Barat, [Skripsi]. Medan (ID): Universitas Sumatera Utara.