

Kayu Limbah Penebangan Intensitas Rendah di Izin Usaha Pemanfaatan Hasil Hutan Kayu-Hutan Alam

(Logging Residues of Low Harvest Intensity in Indonesian Forest Concession)

Ahmad Budiaman*, Farikh Munir Mubarak, Winda Lismaya

(Diterima April 2019/Disetujui Oktober 2019)

ABSTRAK

Pemanenan hutan produksi alam di Indonesia dilakukan dengan intensitas tinggi sehingga menyebabkan perubahan ketersediaan biomassa hutan. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa terdapat korelasi kuat antara intensitas pemanenan hutan dengan pengurangan volume kayu di hutan. Kondisi ini dapat mengganggu kestabilan ekosistem hutan. Studi ini bertujuan untuk menghitung dan mengklasifikasikan limbah tebang pilih dengan intensitas rendah (satu pohon plot⁻¹) di izin usaha pemanfaatan hasil hutan kayu-hutan alam (IUPHHK-HA). Penelitian ini dilakukan di dua perusahaan hutan alam, yaitu di Kalimantan Utara dan Papua Barat. Pengukuran kayu limbah dilakukan di 30 plot lingkaran dinamis dengan jari-jari sebesar 2 kali tinggi pohon yang ditebang. Rata-rata luas plot contoh di Perusahaan A sebesar 2,5 ha plot⁻¹ dan di Papua Barat sebesar 1,6 ha plot⁻¹. Plot contoh diletakkan secara acak di salah satu petak tebang. Semua kayu limbah penebangan yang memiliki dbh ≥ 10 cm diukur setelah penebangan. Limbah penebangan diklasifikasikan ke dalam dua asal, yaitu pohon ditebang dan tidak ditebang, dan empat bentuk limbah penebangan, yaitu pohon roboh, batang patah, tunggak, cabang, dan ranting. Intensitas penebangan rendah menghasilkan kayu limbah dengan kisaran 4,98–5,55 m³ ha⁻¹. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pohon yang ditebang menghasilkan limbah penebangan (66%) yang lebih besar dibandingkan dengan pohon yang tidak ditebang (34%). Bentuk limbah penebangan yang dihasilkan dari pohon yang ditebang adalah cabang dan ranting, batang patah, dan tunggak. Limbah kayu yang berasal dari pohon yang tidak ditebang didominasi oleh pohon roboh dan diikuti oleh batang patah, cabang, dan ranting.

Kata kunci: hutan alam, intensitas penebangan, konservasi hutan, tebang pilih

ABSTRACT

Forest harvesting of natural-forest production in Indonesia is carried out with a high felling intensity, thus has changed the forest biomass. Several studies have shown a strong correlation between harvesting intensity and the reduction of wood volume in the forest. This condition may disrupt the stability of forest ecosystem. This study aimed to calculate and classify logging residue of low-harvest intensity (one tree plots⁻¹) in Indonesian Forest Concession. The study was conducted in private concessions in North Kalimantan and West Papua. Measurements were made in 30 dynamic circular sample plots with a radius of 2 times the height of the felled tree. The average size in North Kalimantan was 2.5 ha plot⁻¹ and in West Papua was 1.5 ha plot⁻¹. The sample plots were randomly placed in the cutting compartment. All logging residues with dbh ≥ 10 cm were measured after felling. The logging residue is classified into felled and unfelled trees and four types of logging residue (fallen tree, broken stem, stump, branches and twigs). The low felling intensity produced logging residue ranging from 4.98–5.55 m³ ha⁻¹. The result indicated that logging residue came from felled trees (66%) was higher than those from unfelled trees (34%). The most common type of logging residue of felled tree was branches and twigs, broken stem and stump. The logging residue came from unfelled tree dominated by fallen tree followed by broken stem, branches, and twigs.

Keywords: felling intensity, forest conservation, natural forest, selective cutting

PENDAHULUAN

Sistem silvikultur yang digunakan pada perusahaan hutan alam di Indonesia adalah sistem tebang pilih dan tanam Indonesia sejak tahun 1989. Sistem tebang pilih ini membatasi penebangan hutan berdasarkan batas diameter yang boleh ditebang, siklus tebang, diameter, dan jumlah pohon inti, tetapi tidak

membatasi secara eksplisit jumlah pohon yang diizinkan untuk ditebang per ha. Beberapa penelitian yang telah dilakukan menunjukkan bahwa intensitas penebangan pada perusahaan hutan alam di Indonesia tergolong tinggi, yaitu lebih dari 8 pohon/ha⁻¹ (Sist *et al.* 1998). Intensitas penebangan hutan memiliki korelasi yang kuat dengan derajat kerusakan hutan yang ditimbulkan, baik kerusakan pada tegakan tinggal (Jackson *et al.* 2002; Parrota *et al.* 2002), satwa liar (Budiaman *et al.* 2017), dan simpanan karbon dan kayu mati (Clarke *et al.* 2015; Martin *et al.* 2015; Rozak *et al.* 2018).

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

* Penulis Korespondensi: Email: budiaman@apps.ipb.ac.id

Pemanenan hutan alam dengan sistem tebang pilih dan tanam Indonesia tidak hanya menghasilkan batang komersial, tetapi juga menghasilkan kayu limbah (*logging residue*). Tahapan pemanenan hutan yang berpotensi menghasilkan kayu limbah terbesar adalah kegiatan penebangan pohon (Budiaman & Pradata 2013). Kayu limbah yang terjadi akibat penebangan dengan sistem tebang pilih tidak hanya berasal dari pohon yang ditebang, tetapi juga berasal dari pohon yang tidak ditebang, yang rusak tertimpa pohon yang ditebang. Meskipun pemanenan hutan alam di Indonesia telah dilakukan selama hampir lima dasawarsa, kekurangan informasi masih terjadi pada pengelolaan hutan alam ini. Salah satunya adalah informasi lengkap tentang kayu limbah yang dihasilkan dari kegiatan tebang pilih. Limbah pemanenan memiliki arti penting dalam pengelolaan hutan yang berkelanjutan. Kayu limbah pemanenan hutan tidak hanya berperan dalam mempertahankan cadangan karbon di hutan (Putz *et al.* 2008; Martin *et al.* 2015; Osone *et al.* 2015), tetapi memiliki peran penting dalam menjaga biodiversitas hutan (Eraja *et al.* 2010; Ranius *et al.* 2018) dan pertumbuhan pohon (Helmisaari *et al.* 2011). Selain itu, kayu limbah pemanenan hutan merupakan ukuran tingkat efisiensi pemanenan hutan (Matangaran *et al.* 2013) dan memiliki potensi sebagai sumber bahan baku kayu energi (Osman *et al.* 2014; Zamora-Cristale & Sessions 2016; Vance *et al.* 2018).

Penelitian kayu limbah pemanenan hutan di Indonesia lebih banyak dilakukan di perusahaan hutan tanaman industri (Budiaman *et al.* 2016; Andini *et al.* 2017; Matangaran & Anggoro 2012). Beberapa penelitian kuantifikasi limbah pemanenan hutan pada perusahaan hutan alam telah dilakukan di perusahaan hutan alam di Provinsi Jambi (Budiaman 2000) dan Kalimantan Utara (Muhdi *et al.* 2016), namun belum menghasilkan data kayu limbah pemanenan yang komprehensif. Budiaman (2000) mengukur kayu limbah penebangan hutan alam dengan menggunakan metode pohon penuh, yang hanya menghasilkan data kayu limbah per pohon dari pohon yang ditebang saja. Sementara itu, Muhdi *et al.* (2016) mengukur limbah kayu pemanenan hutan menggunakan teknik pemanenan konvensional dan pemanenan hutan ramah lingkungan dengan intensitas penebangan tinggi. Penelitian kuantifikasi kayu limbah penebangan pada perusahaan hutan alam dengan intensitas rendah jarang dilakukan di Indonesia. Numazawa *et al.* (2017) dan Rozak *et al.* (2018) menyatakan bahwa intensitas penebangan hutan menentukan kuantitas limbah kayu yang akan dihasilkan. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk menghitung dan mengklasifikasikan kayu limbah penebangan 1 pohon ha⁻¹ di perusahaan hutan alam, baik yang berasal dari pohon yang ditebang maupun dari yang tidak ditebang.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan di salah satu petak tebang dari dua perusahaan hutan alam yang berada di Provinsi Kalimantan Utara (Perusahaan A) dan Provinsi Papua Barat (Perusahaan B). Lokasi penelitian di Perusahaan A terletak di Kecamatan Malinau, Provinsi Kalimantan Utara. Lokasi penelitian ini terletak di 116°28'–116°40' Bujur Timur dan 2°52'–3°52' Lintang Utara. Lokasi penelitian di Perusahaan B terletak di Kecamatan Wasior, Provinsi Papua Barat. Lokasi penelitian ini terletak di 134°16'–134°11' Bujur Timur dan 3°35'–3° 11' Lintang Selatan.

Penelitian dilakukan pada bulan April–Mei 2014. Penelitian ini menerapkan intensitas penebangan rendah (satu pohon plot⁻¹), yaitu hanya pohon pusat plot contoh yang ditebang. Plot contoh yang digunakan pada penelitian ini adalah plot lingkaran dengan jari-jari tidak tetap. Plot contoh memiliki jari-jari sebesar 2 kali tinggi pohon pusat plot contoh. Titik pusat plot contoh merupakan pohon komersial yang ditebang oleh perusahaan. Rata-rata luas plot contoh di Perusahaan A sebesar 2,5 ha dan di Perusahaan B sebesar 1,6 ha. Jumlah plot contoh pada setiap perusahaan adalah sebanyak 15 plot, yang diletakkan secara acak di suatu petak tebang seluas ±100 ha. Penebangan pohon dilakukan oleh tim penebang perusahaan dengan menggunakan gergaji rantai. Arah rebah pohon ditentukan oleh tim penebang perusahaan.

Inventarisasi tegakan sebelum penebangan dilakukan terhadap dua tingkat pertumbuhan pohon, yaitu tingkat tiang dan pohon, di setiap plot contoh. Data yang dikumpulkan terdiri atas tinggi, diameter, dan jenis pohon. Setelah penebangan dan pembagian batang, data yang dikumpulkan meliputi dimensi (diameter dan panjang) semua kayu bulat yang memiliki diameter ≥10 cm, yang dihasilkan dari pohon yang ditebang dan pohon (bagian pohon) lain yang tidak sengaja ditebang yang tertimpa pohon yang ditebang, serta jenis kerusakan pohon yang terjadi akibat penebangan pohon. Pengukuran diameter dan panjang kayu bulat mengacu pada SNI 7533.2.2011. Kayu bulat yang dihasilkan dibagi ke dalam 3 kategori, yaitu kayu yang dimanfaatkan oleh perusahaan, kayu yang potensial dimanfaatkan, dan kayu limbah. Kayu yang dimanfaatkan oleh perusahaan adalah semua kayu bulat hasil pembagian batang, yang selanjutnya akan disarad ke tempat penimbunan kayu (Tpn). Kayu yang potensial dimanfaatkan adalah semua kayu yang memiliki diameter lebih dari 30 cm dan panjang lebih dari 2 m. Batasan limbah kayu dalam penelitian ini adalah (1) Kayu yang tidak termasuk ke dalam kategori kayu indah atau kayu dekoratif dengan tujuan penggunaan tertentu; (2) Kayu bulat yang mempunyai diameter 10–30 cm tanpa batasan panjang, dan (3)

kayu bulat yang mempunyai panjang <2 m dengan diameter >30 cm. Kayu limbah selanjutnya dikelompokkan ke dalam dua asal kayu, yaitu pohon ditebang dan pohon tidak ditebang, dan empat bentuk kayu limbah (tunggak, pohon roboh, batang rusak, cabang, dan ranting). Batang rusak adalah batang pohon yang mengalami patah, retak atau pecah yang berasal dari batang di bawah dan di atas cabang pertama). Semua kayu bulat selanjutnya dihitung volumenya menggunakan persamaan Brereton. Tingkat pemanfaatan kayu merupakan perbandingan antara volume kayu yang dimanfaatkan oleh perusahaan atau kayu yang potensial dapat dimanfaatkan dengan volume total (%). Faktor kayu limbah merupakan perbandingan antara volume kayu limbah yang dihasilkan dengan volume total (%).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Umum Lokasi Penelitian

Hutan yang diteliti di kedua perusahaan merupakan hutan sekunder. Kerapatan pohon jenis komersial berdiameter ≥ 40 cm dan ≥ 50 cm di Perusahaan A berturut-turut sebesar 17,6 pohon ha^{-1} ($34,3 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), dan 12,1 pohon ha^{-1} ($35,4 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Jenis pohon yang ditebang di perusahaan ini adalah keruing, nyatoh, meranti merah, meranti putih, dan kapur. Sementara itu, kerapatan pohon jenis komersial berdiameter ≥ 40 cm di Perusahaan B sebesar 30,9 pohon ha^{-1} ($38,91 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), sedangkan untuk jenis komersial berdiameter 50 cm sebesar 15,1 pohon ha^{-1} ($50,37 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Jenis pohon yang ditebang di perusahaan ini adalah kayu malas, nyatoh, merbau, mersawa, cempaka, matoa, dan jambu-jambu.

Volume Limbah Kayu Penebangan

Penebangan intensitas rendah menghasilkan volume limbah kayu bervariasi dari 4,98–5,55 $\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Limbah kayu ini berasal dari pohon yang ditebang sebesar 65,6% dan pohon yang tidak ditebang sebesar 34,4%. Rata-rata diameter, tinggi total, dan tinggi bebas cabang pohon yang ditebang di Perusahaan A lebih besar dibandingkan dengan di Perusahaan B (Tabel 1). Kisaran diameter pohon yang ditebang di Perusahaan A adalah 65,00–141,72 cm, sementara di Perusahaan B adalah 48,57–101,86 cm. Tinggi total pohon yang ditebang di Perusahaan A bervariasi di kisaran 38,4–53,9 m, sementara di Perusahaan B bervariasi dikisaran 20,6–53,4 m. Variasi tinggi bebas cabang pohon ditebang di Perusahaan A adalah 22,1–

42,7 m dan di Perusahaan B variasinya adalah 10,9–23,0 m. Oleh karena itu, perbedaan dimensi pohonnya, volume kayu total, volume kayu yang dimanfaatkan, dan volume kayu limbah di Perusahaan A lebih besar dibandingkan dengan di Perusahaan B.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa meskipun volume per pohonnya berbeda, penebangan pohon dengan intensitas rendah di kedua lokasi penelitian menghasilkan rata-rata volume total, volume kayu yang dimanfaatkan, dan volume limbah ($\text{m}^3 \text{ ha}^{-1}$) dari pohon yang ditebang yang hampir sama (Tabel 1). Volume limbah kayu penebangan yang dihasilkan di Perusahaan A adalah sebesar 41,72% ($3,64 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), sementara di Perusahaan B adalah sebesar 39,09% ($3,21 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$). Penebangan pohon dengan sistem tebang pilih menyebabkan kerusakan pada pohon-pohon yang tidak ditebang yang berada di sekitar pohon yang ditebang. Pohon tidak ditebang adalah pohon yang mengalami kerusakan akibat tertimpa pohon yang ditebang. Hal ini terjadi karena efek domino dari penebangan pohon dengan sistem tebang pilih di perusahaan hutan alam. Volume kayu limbah yang dihasilkan dari pohon yang tidak ditebang di kedua lokasi penelitian tidak berbeda, yang mana di Perusahaan A sebesar 96% ($1,91 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) dan di Perusahaan B sebesar 100% ($1,79 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), seperti yang disajikan pada Tabel 2.

Diameter kayu limbah dari pohon yang tidak ditebang bervariasi pada kisaran 10–60 cm. Kayu limbah dari pohon yang tidak ditebang yang memiliki diameter ≥ 30 cm dan panjang lebih dari 2 m merupakan kayu yang potensial dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku industri kayu, meskipun hingga saat ini kayu-kayu tersebut masih berada di dalam petak tebang dan belum dimanfaatkan oleh perusahaan. Kayu limbah dari pohon yang tidak ditebang yang potensial dapat dimanfaatkan ini hanya sebesar 3,72% di Perusahaan A. Sementara itu, di Perusahaan B semua kayu limbah yang berasal dari pohon yang tidak ditebang tidak potensial (Tabel 2).

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata diameter, tinggi total, dan tinggi bebas cabang pohon yang ditebang di Perusahaan A lebih besar dibandingkan dengan di Perusahaan B (Tabel 2). Dengan demikian, volume kayu yang dimanfaatkan dan kayu limbah yang dihasilkan dari penebangan hutan di Perusahaan A lebih besar dibandingkan dengan di Perusahaan B. Penebangan 1 pohon ha^{-1} di Perusahaan A menghasilkan kayu yang dimanfaatkan sebesar $5,08 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ dan kayu yang potensial dapat dimanfaatkan sebesar $0,07 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Sementara di Perusahaan B, volume yang dapat dimanfaatkan

Tabel 1 Rata-rata dan standar deviasi diameter, tinggi total, dan tinggi bebas cabang pohon yang ditebang di perusahaan A dan perusahaan B (n=15)

Karakteristik pohon ditebang	Lokasi penelitian	
	Perusahaan A	Perusahaan B
Diameter (cm)	97,72 ± 26,49	75,66 ± 17,57
Tinggi total (m)	45,33 ± 4,91	36,53 ± 4,47
Tinggi bebas cabang (m)	29,73 ± 7,19	17,02 ± 4,21

Tabel 2 Rata-rata volume kayu yang dimanfaatkan, volume kayu yang potensial dapat dimanfaatkan, dan kayu limbah akibat penebangan satu pohon ha⁻¹ di perusahaan A dan B (n=15)

Variabel	Perusahaan A			Perusahaan B		
	(m ³ pohon ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)	(%)	(m ³ pohon ⁻¹)	(m ³ ha ⁻¹)	(%)
Pohon ditebang						
• Volume total	22,50	8,72	100,00	13,16	8,22	100,00
• Volume kayu yang dimanfaatkan	13,04	5,08	58,27	8,02	5,01	60,87
• Volume kayu limbah	9,46	3,64	41,72	5,14	3,21	39,13
Pohon tidak ditebang						
• Volume total	5,16	1,98	100,00	2,83	1,79	100,00
• Volume kayu yang potensial dapat dimanfaatkan	0,19	0,07	3,72	0,00	0,00	0,00
• Volume kayu limbah	4,97	1,91	96,28	2,83	1,79	100,00

sebesar 5,01 m³ ha⁻¹, dan tidak terdapat kayu yang potensial dapat dimanfaatkan. Pohon yang tidak sengaja ditebang di Perusahaan B tidak mengandung kayu bulat yang dapat dimanfaatkan karena memiliki rata-rata diameter lebih kecil dari 30 cm. Meskipun volume kayu yang dimanfaatkan dari pohon yang ditebang di kedua perusahaan alam ini berbeda, tingkat pemanfaatan kayu di kedua lokasi tersebut hampir sama, yaitu 58,27% di Perusahaan A dan 60,87% di Perusahaan B. Hasil penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian Budiawan (2000), yang melaporkan bahwa rata-rata tingkat pemanfaatan pohon ditebang pada penebangan hutan alam di Sumatera adalah sebesar 60%. Penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi pemanenan kayu di kedua lokasi penelitian ini adalah tidak berbeda. Hal ini dikarenakan praktik penebangan dan pembagian batang di kedua lokasi perusahaan hutan alam tidak berbeda dan pelaksanaan penebangan dan pembagian batang mengacu pada aturan yang sama, yaitu petunjuk teknik sistem tebang pilih tanam Indonesia.

Asal Kayu Limbah

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa kayu limbah penebangan pohon dengan intensitas rendah pada sistem tebang pilih sebagian besar berasal dari pohon yang ditebang. Rata-rata volume kayu limbah penebangan pohon dengan intensitas rendah di Perusahaan A adalah sebesar 5,55 m³ ha⁻¹, yang terdiri atas 66% pohon yang ditebang dan pohon yang tidak ditebang sebesar 34%. Sementara itu, pada perusahaan hutan alam di Perusahaan B, rata-rata kayu limbah yang dihasilkan dari penebangan pohon dengan intensitas rendah adalah sebesar 3,76 m³ ha⁻¹, yang terdiri atas 64% pohon yang ditebang dan pohon yang tidak ditebang sebesar 36% (Gambar 1). Penebangan hutan dengan intensitas rendah menghasilkan faktor kayu limbah yang tidak berbeda jauh di kedua lokasi penelitian. Faktor limbah kayu dari pohon yang ditebang di Perusahaan A adalah sebesar 41,72%, sedangkan di Perusahaan B adalah sebesar 39,13%. Sementara itu, untuk pohon yang tidak ditebang, volume kayu limbah yang dihasilkan lebih kecil dibandingkan dengan pohon yang ditebang. Hal ini karena pohon yang tidak ditebang dan tertimpa

pohon yang ditebang merupakan pohon dengan kelas diameter kecil. Jika dihitung berdasarkan volume total kayu limbah, termasuk yang berasal dari pohon yang tidak ditebang, maka faktor kayu limbah di Perusahaan A meningkat sebesar 18% dan di Perusahaan B meningkat sebesar 21%. Dengan demikian, faktor kayu limbah di Perusahaan A menjadi 51%, sedangkan di Perusahaan B sebesar 50%. Penelitian ini memperoleh hasil yang lebih kecil dibandingkan dengan penelitian Osman *et al.* (2014), yang melaporkan bahwa volume kayu limbah penebangan hutan alam di Malaysia, termasuk kayu limbah dari pohon yang tidak ditebang mencapai sebesar 43%.

Penebangan 1 pohon ha⁻¹ menghasilkan kayu limbah yang relatif besar. Beberapa faktor yang menyebabkan terjadinya kayu limbah penebangan hutan di antaranya adalah kerapatan pohon, intensitas penebangan, teknik pemanenan, dan keterampilan penebang. Numazawa *et al.* (2017) melaporkan bahwa intensitas pemanenan hutan sebesar 30 m³ ha⁻¹ menghasilkan kayu limbah sebanyak 47,1 m³ ha⁻¹, sedangkan intensitas pemanenan hutan sebesar 15 m³ ha⁻¹ hanya menghasilkan kayu limbah sebesar 23,7 m³ ha⁻¹. Selanjutnya, Muhdi *et al.* (2016) menyatakan bahwa teknik pemanenan hutan memengaruhi besarnya kayu limbah yang akan dihasilkan. Penerapan teknik pemanenan yang ramah lingkungan menghasilkan kayu limbah yang lebih sedikit dibandingkan dengan teknik konvensional. Keterampilan tim penebang pohon menentukan besarnya kayu limbah akibat penebangan. Tim penebang yang tidak menerapkan prinsip-prinsip penebangan terarah dengan benar, berkontribusi dalam meningkatkan produksi kayu limbah. Selain itu, faktor alam, seperti adanya liana dan akar-akar yang bergelantungan juga dapat menyebabkan pohon lain yang tidak ditebang ikut rebah sehingga meningkatkan volume kayu limbah.

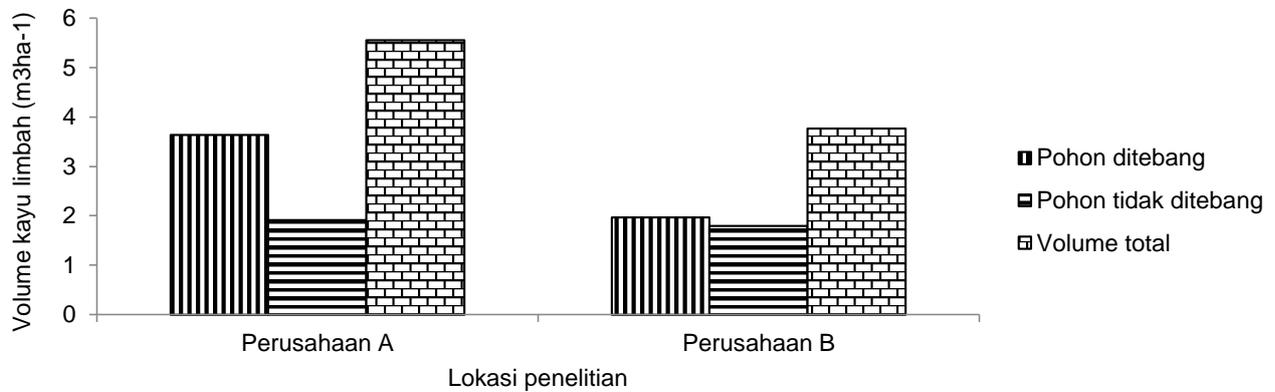
Bentuk Kayu Limbah

Berdasarkan bentuknya, volume kayu limbah berupa cabang dan ranting dari pohon yang ditebang merupakan kayu limbah yang paling banyak dihasilkan dari penebangan pohon dengan intensitas rendah di perusahaan hutan alam, baik di Perusahaan A maupun di Perusahaan B. Volume kayu limbah pohon

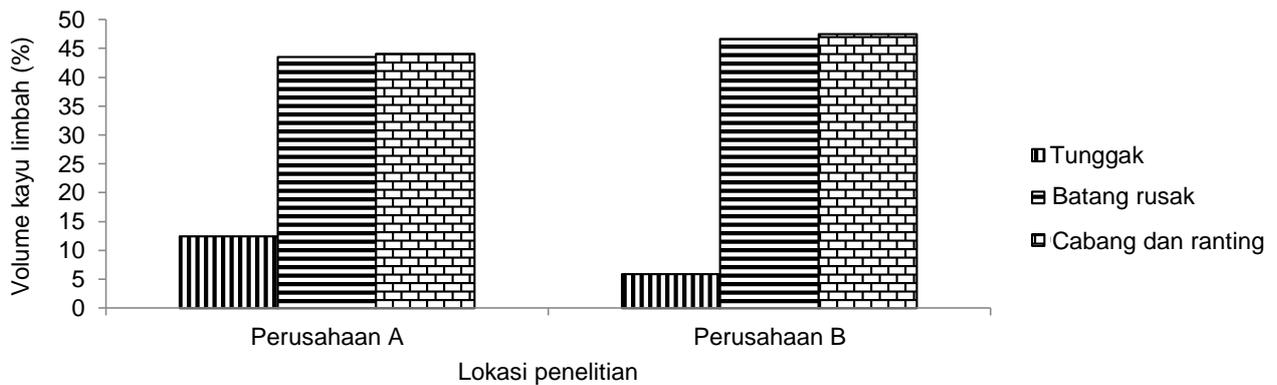
ditebang berdasarkan bentuknya disajikan pada Gambar 2. Sementara itu, kayu limbah berupa pohon roboh merupakan kayu limbah yang memiliki persentase terbesar dari pohon yang tidak ditebang (49,70–58,60%), sedangkan kayu limbah berupa cabang dan ranting memiliki volume dan persentase terkecil (6,45–10,18%), seperti disajikan pada Gambar 3.

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa mayoritas kayu limbah yang dihasilkan dari pohon yang ditebang dengan intensitas rendah pada sistem tebang pilih

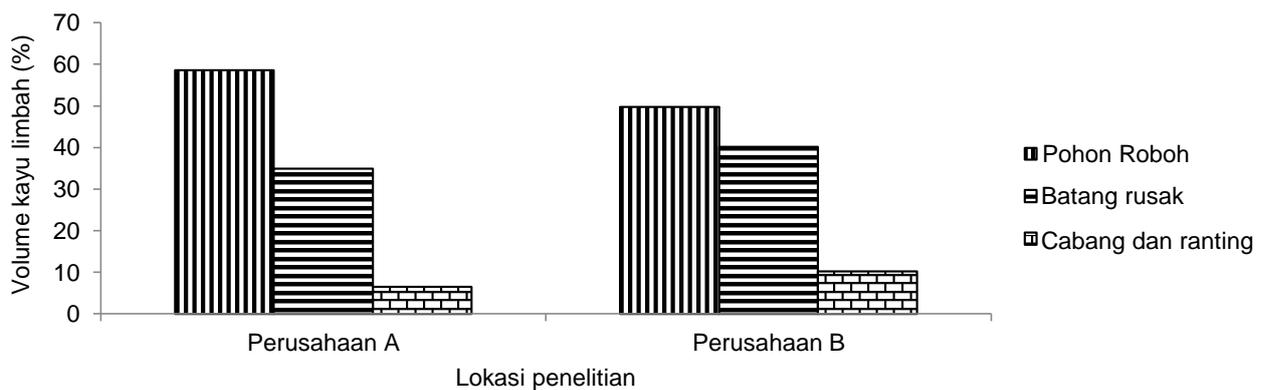
berupa batang rusak, serta cabang dan ranting (Gambar 3). Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Erajaa *et al.* (2010) dan Filko *et al.* (2013). Erajaa *et al.* (2010) melaporkan bahwa mayoritas kayu limbah akibat penebangan merupakan kayu yang berasal dari bagian tajuk pohon dan memiliki diameter kecil. Selanjutnya Filko *et al.* (2013) melaporkan bahwa distribusi diameter kayu limbah penebangan didominasi oleh kayu yang memiliki diameter kecil. Sementara itu, untuk pohon yang tidak ditebang,



Gambar 1 Rata-rata volume kayu limbah akibat penebangan satu pohon ha⁻¹ berdasarkan asal kayu limbah di perusahaan A dan B (m³ha⁻¹).



Gambar 2 Rata-rata volume kayu limbah dari pohon yang ditebang berdasarkan bentuk kayu limbah di perusahaan A dan B (%).



Gambar 3 Rata-rata volume kayu limbah dari pohon yang tidak ditebang berdasarkan bentuk kayu limbah di perusahaan A dan B (%).

mayoritas kayu limbah yang dihasilkan berupa pohon roboh dan batang rusak. Meskipun berupa pohon, kayu limbah dari pohon yang tidak ditebang sebagian besar mengalami kerusakan (pecah, retak, atau patah) dan memiliki diameter kecil (10–20 cm).

Pemanfaatan kayu limbah penebangan, terutama pada pengelolaan hutan alam tropis, masih menjadi perdebatan. Pengeluaran kayu limbah pemanenan hutan akan memberikan dampak pada ekosistem hutan. Ranius *et al.* (2018) menyatakan bahwa ekstraksi kayu limbah pemanenan dapat memberikan efek yang signifikan pada biodiversitas hutan. Sementara itu, Osman *et al.* (2014) dan Zamora-Chritaes & Sesions (2016) menyatakan bahwa kayu limbah penebangan pohon dapat dimanfaatkan sebagai kayu energi.

KESIMPULAN

Mayoritas kayu limbah penebangan berasal dari pohon yang ditebang. Terdapat sedikit kayu limbah dari pohon yang ditebang, yang masih potensial dapat dimanfaatkan untuk industri venir dan kayu gergajian. Hampir semua kayu limbah dari pohon yang tidak ditebang tidak potensial dimanfaatkan untuk industri venir dan kayu gergajian. Bentuk kayu limbah dari pohon yang ditebang paling banyak berupa cabang dan ranting, sementara dari pohon yang tidak ditebang berupa pohon roboh. Kayu limbah pemanenan hutan merupakan salah satu komponen penting ekosistem hutan dan perlu mendapat perhatian, terutama untuk pengembangan penelitian pengelolaan hutan dan biodiversitas di masa yang akan datang.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada PT Wijaya Sentosa dan PT INHUTANI II yang telah memberikan bantuan fasilitas, akomodasi, dan tenaga lapangan pada pelaksanaan penelitian lapangan.

DAFTAR PUSTAKA

- Andini S, Budi Aman A, Muhdin. 2017. Development of line intersect method for logging residue assessment of teak. *Journal of Tropical Forest Management*. 23: 51–60. <https://doi.org/10.7226/jtfm.23.2.51>
- [BSN] Badan Standarisasi Nasional. 2011. *Kayu Bundar Bagian 2: Pengukuran dan tabel isi*. SNI 7533.2.2011.
- Budi Aman A. 2000. Kuantifikasi kayu bulat kecil limbah pemanenan pada perusahaan hutan alam. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*. 13(2): 33–34.
- Budi Aman A, Pradata AA. 2013. Low impact felling distance and allowable number of felled trees in TPTI system. *Journal of Tropical Forest Management*. 19(3): 194–200. <https://doi.org/10.7226/jtfm.19.3.194>
- Budi Aman A, Muhtariana D, Irmawati NY. 2016. Kayu limbah penjarangan dan tebang habis hutan tanaman jati. *Jurnal Hutan Tropis*. 2: 9–15.
- Budi Aman A, Haneda NF, Robaikah ID. 2017. Effects of felling intensity on Hymenoptera biodiversity in a natural production forest in East Kalimantan, Indonesia. *Biodiversitas*. 18: 990–995. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d180317>
- Clarke N, Gundersen P, Jonson-Belyazid U, Kjonass OJ, Persson T, Sigurdsson BD, Stupak I, Versterdal L. 2015. Influence of different tree-harvesting intensities on forest soil carbon stock in boreal and northern temperate forest ecosystem. *Forest Ecology and Management*. 351: 9–19. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.04.034>
- Erajaa S, Halme P, Kotioho JS, Markkanen A, Toivaren T. 2010. The volume and composition of dead wood on traditional and forest fuel harvested clear-cuts. *Silva Fennica*. 44(2): 203–211. <http://www.metla.fi/silvafenica/full/sf44/sf442203.pdf>. <https://doi.org/10.14214/sf.150>
- Helmisaari H-S, Hanssen KH, Jacobson S, Kukhola M, Luro J, Saarsalmi A, Tamminen P, Tveite B. 2011. Logging residue removal after thinning in Nordic boreal forests: Long-term impact on tree growth. *Forest Ecology and Management*. 26: 1919–1927. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2011.02.015>
- Filko DC, de Banos PLC, Silva JNM. 2013. Diameter distribution of wood residues in logged and unlogged forest area of the eastern Brazilian Amazon. *Cerne*. 19: 383–389. <https://doi.org/10.1590/S0104-77602013000300004>
- Jackson SM, Fredericksen TS, Malcolm JR. 2002. Area distributed and residual stand damage following logging in Bolivian tropical forest. *Forest Ecology and Management*. 166: 271–283. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00681-8](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00681-8).
- Martin PA, Newton AC, Pfeifer M, Khoo M, Bullock JM. 2015. Impacts of tropical selective logging on carbon storage and tree species richness: A meta-analysis. *Forest Ecology and Management* 356: 224–233. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2015.07.010>
- Matangaran JR, Anggoro R. 2012. Limbah pemanenan jati di Banyuwangi, Jawa Timur. *Jurnal Perennial*. 8: 88–92. <https://doi.org/10.24259/perennial.v8i2.221>
- Matangaran JR, Partiani T, Purnamasari D. 2013. Faktor eksploitasi dan kuantifikasi limbah kayu

- dalam rangka peningkatan efisiensi pemanenan hutan alam. *Jurnal Bumi Lestari*. 13(2): 384–393.
- Muhdi, Elias, Murdiyarto D, Matangaran JR. 2016. Wood waste caused by reduced-impact logging in Indonesian Selective Cutting and Planting System, North Borneo, Indonesia. *International Journal of Science: Basic and Applied Research*. 30: 86–92.
- Numazawa CTD, Numazawa S, Pacca S, John VM. 2017. Logging residues and CO₂ of Brazilian Amazon timber: Two case studies of forest harvesting. *Resources, Conservation and Recycling*. 122: 280–285. <https://doi.org/10.1016/j.resconrec.2017.02.016>
- Osman NB, Othman HT, Karim RA, Mazlan MAF. 2014. Biomass in Malaysia: Forestry-based industries. *International Journal of Biomass & Renewables*. 3: 7–14.
- Osono Y, Toma T, Warsudi, Sutodjo, Sato T. 2015. High stocks of coarse woody debris in tropical rainforest East Kalimantan: Coupled impact of forest fire and selective logging. *Forest Ecology and Management*. 374: 93–101. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2016.04.027>
- Parrota JA, Francis JK, Knowles OH. 2002. Harvesting intensity effects forest structure and composition in an upland Amazonian forest. *Forest Ecology and Management* 169: 243–255. *Forest Ecology and Management*: S0378-1127(01)00758-7. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(01\)00758-7](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(01)00758-7)
- Putz FE, Zuidema PA, Pinard MA, Boot RGA, Sayer JA, Sheil D, Sist P, Elias, Vanday JK. 2008. Improved tropical forest management for carbon retention. *PLOS Biology*. 6(7): e166. <https://doi.org/10.1371/journal.pbio.0060166>
- Ranius T, Hamalainen A, Egneli G, Olson B, Eklaif K, Stendahl J, Rudolphi J, Stens A, Felton A. 2018. The effects of logging residue extraction for energy on ecosystem services and management. *Journal of Environment Management* 209: 409–425. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2017.12.048>
- Rozak AH, Rutishauser E, Raulund-Rasmussen K, Sist P. 2018. The imprint of logging on tropical forest carbon stocks: A Bornean case-study. *Forest Ecology and Management*. 417:154–166. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2018.03.007>
- Sist P, Nolan T, Bertault J-G. 1998. Harvesting intensity versus sustainability in Indonesia. *Forest Ecology and Management*. 108: 251–260. *PII*: S0378-1127(98)100228-X. [https://doi.org/10.1016/S0378-1127\(98\)00228-X](https://doi.org/10.1016/S0378-1127(98)00228-X)
- Vance ED, Prisley SP, Schilling EB, Tatum VL, Wigley TB, Lucier AA, Van Deusen PC. 2018. Environmental implications of harvesting lower-value biomass in forest. *Forest Ecology and Management*. 407: 47–56. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2017.10.023>
- Zamora-Cristales R, Sessions J. 2016. Modeling harvest forest residue collection for bioenergy production. *Croatian Journal of Forest Engineering*. 37: 287–296.