

Rendemen Finir Kupas, Karakteristik Limbah dan Valorisasi Biomassa pada Industri Kayu Lapis Tropis

Isna Yuniar Wardhani*, Feriansyah, Agus Nur Fahmi
Fakultas Kehutanan dan Lingkungan Tropis, Universitas Mulawarman
*Email: isnahamid63.iyw@gmail.com

Artikel diterima :25 April 2026. Revisi diterima : 15 Juli 2026.

ABSTRACT

Efficient raw material conversion and biomass valorization are essential to improving the sustainability of tropical plywood manufacturing. This study analyzed rotary-veneer recovery from three dipterocarp timbers—red meranti (*Shorea* spp.), keruing (*Dipterocarpus* sp.), and tengkawang (*Shorea stenoptera*)—and identified the characteristics and potential uses of residues generated at PT SLJ Global Tbk., Samarinda, East Kalimantan. Observations were made on seven logs of three different wood species, from log cutting, block preparation, debarking, and conventional spindle-lathe peeling. Log, block, continuous veneer, clipped veneer, and round-up veneer volumes were measured using an input-output approach. Recovery was summarized descriptively and compared among timber groups using one-way analysis of variance. The mean total veneer recovery was 64.08% for red meranti, 77.21% for keruing, and 62.85% for tengkawang. Although keruing showed the highest mean recovery, the differences among timber groups were not statistically significant ($F = 0.447$; $p = 0.668$), mainly because of the limited number of logs and high within-group variation. Residues comprised broken log slabs, bark, sawdust, round-up veneer, torn veneer, and log cores. Their forms and quality indicate opportunities for cascading utilization as core veneer, blockboard or packaging components, particle- and fiber-based panels, pellets, biochar, activated carbon, tannin-based products, and boiler fuel. Improved log sorting, peeling-center accuracy, knife and nose-bar control, and systematic residue segregation are recommended to increase recovery and support a wood-based circular bioeconomy. The results of this study can serve as a reference for improving efficiency in the plywood industry

Key words: Biomass Valorization; Circular Bioeconomy; Dipterocarp Timber; Plywood Industry; Rotary Veneer; Wood Residues.

ABSTRAK

Efisiensi konversi bahan baku dan valorisasi biomassa merupakan aspek penting dalam meningkatkan keberlanjutan industri kayu lapis tropis. Penelitian ini menganalisis rendemen finir kupas dari tiga jenis kayu dipterokarpa, yaitu meranti merah (*Shorea* spp.), keruing (*Dipterocarpus* sp.), dan tengkawang (*Shorea stenoptera*), serta mengidentifikasi karakteristik dan peluang pemanfaatan limbah yang dihasilkan di PT SLJ Global Tbk., Samarinda, Kalimantan Timur. Pengamatan dilakukan terhadap tujuh log dari tiga jenis kayu, sejak tahap pemotongan log, pembuatan dolok, pengulitan, hingga pengupasan dengan mesin rotary lathe konvensional bercakram. Volume log, dolok, finir kontinu, finir potong, dan poli-poli diukur menggunakan pendekatan masukan-luaran. Data rendemen dianalisis secara deskriptif dan dibandingkan antarjenis kayu menggunakan ANOVA satu arah. Rendemen total rata-rata masing-masing sebesar 64,08% untuk meranti merah, 77,21% untuk keruing, dan 62,85% untuk tengkawang. Meskipun keruing menunjukkan rendemen tertinggi, perbedaan antarjenis tidak nyata secara statistik ($F = 0,447$; $p = 0,668$), terutama karena jumlah sampel terbatas dan variasi antarlog yang tinggi. Limbah yang teridentifikasi meliputi lempengan log, kulit kayu, serbuk gergaji, poli-poli, finir sobek, dan empulur. Berdasarkan bentuk dan mutunya, limbah tersebut berpotensi dimanfaatkan secara bertingkat sebagai finir inti, komponen papan blok atau kemasan, bahan baku panel partikel dan serat, pelet, biochar, karbon aktif, produk berbasis tanin, serta bahan bakar boiler. Sortasi log, ketepatan penentuan titik pusat kupasan, pengendalian pisau dan nose bar, serta pemilahan limbah secara sistematis direkomendasikan untuk meningkatkan rendemen dan mendukung bioekonomi sirkular berbasis kayu. Hasil penelitian ini dapat menjadi acuan dalam peningkatan efisiensi pada industri kayu lapis.

Kata kunci Bioekonomi Sirkular; Finir Kupas; Industri Kayu Lapis; Kayu Dipterokarpa; Limbah Kayu; Valorisasi Biomassa.

PENDAHULUAN

Industri kayu lapis merupakan salah satu sektor strategis dalam industri hasil hutan Indonesia yang memberikan nilai tambah tinggi terhadap pemanfaatan kayu bulat, khususnya kayu

hutan alam dari famili dipterokarpa seperti meranti (*Shorea* spp.), keruing (*Dipterocarpus* spp.), kapur (*Dryobalanops* spp.), dan mersawa (*Anisoptera* spp.). Indonesia masih menjadi salah satu produsen dan eksportir kayu lapis tropis terbesar

di dunia, dengan sekitar 143–186 pabrik yang beroperasi pada tahun 2024–2025 dan total produksi mencapai sekitar 3,5 juta m³ pada tahun 2024 (APKINDO, 2025). Sebagian besar industri tersebut berlokasi di Kalimantan dan Sumatera yang merupakan sentra pengolahan kayu hutan alam tropis.

Industri kayu lapis yang berada di Kalimantan Timur masih memanfaatkan kayu hutan alam sebagai bahan utama karena permintaan pembeli. Kayu hutan alam khususnya dari famili dipterocarpa merupakan kayu yang tumbuh secara alami sehingga seringkali bentuk batangnya tidak sebaik bentuk batang kayu dari hutan tanaman. Bentuk batang merupakan satu faktor yang mempengaruhi rendemen dan limbah yang dihasilkan selama proses pembuatan finir kupas.

Proses pengupasan finir (*rotary peeling*) masih menghasilkan limbah biomassa dalam jumlah yang cukup besar berupa kulit kayu, log core, finir sobek, potongan finir, dan serbuk kayu. Besarnya volume limbah menunjukkan bahwa efisiensi pemanfaatan bahan baku belum optimal, sehingga peningkatan rendemen finir serta pengembangan strategi valorisasi biomassa menjadi aspek penting dalam mendukung efisiensi industri. Menurut Müller et al. (2023) efisiensi pemanfaatan bahan baku menjadi isu penting seiring meningkatnya tuntutan pengelolaan hutan lestari, keterbatasan pasokan kayu berkualitas, serta penerapan prinsip bioekonomi dan ekonomi sirkular dalam industri hasil hutan.

Menurut Madiope et al. (2025) rendemen finir kupas merupakan indikator utama untuk mengevaluasi efisiensi konversi kayu bulat menjadi produk finir. Nilai rendemen dipengaruhi oleh berbagai faktor, antara lain jenis kayu, diameter log, bentuk batang, cacat internal, kadar air, serta parameter operasional mesin pengupas seperti *tipe rotary lathe*, ketebalan kupasan, dan ukuran *log core*. Log dengan bentuk silindris dan cacat minimal umumnya menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dibandingkan log dengan bentuk tidak beraturan atau mengalami busuk hati.

Di samping menghasilkan finir sebagai produk utama, proses pengupasan log juga menghasilkan berbagai jenis limbah berupa kulit kayu, serbuk gergaji, lempengan log, poli-poli (*rounds-up veneer*), finir sobek, dan log sisa (*log core*). Pada banyak industri, limbah tersebut masih dipandang sebagai kehilangan material, padahal memiliki potensi sebagai bahan baku papan komposit, bioenergi, biochar, maupun produk bernilai tambah lainnya. Pemanfaatan limbah secara optimal tidak hanya meningkatkan efisiensi bahan baku, tetapi juga mendukung penerapan konsep

wood-based circular bioeconomy melalui pemanfaatan biomassa secara berulang dan pengurangan limbah produksi (Ali & Russel, 2025)

Berbagai penelitian sebelumnya lebih banyak berfokus pada pengaruh diameter log, jenis kayu, atau parameter mesin terhadap rendemen finir kupas, sedangkan kajian yang menghubungkan efisiensi rendemen dengan karakteristik limbah produksi pada industri kayu lapis tropis masih relatif terbatas, khususnya untuk jenis dari famili dipterocarpa yang merupakan bahan baku utama industri kayu lapis di Kalimantan. Informasi tersebut penting sebagai dasar dalam mengevaluasi efisiensi pemanfaatan bahan baku sekaligus mengidentifikasi peluang peningkatan nilai tambah melalui strategi valorisasi biomassa. Selain itu, pendekatan yang mengintegrasikan analisis rendemen dan limbah sejalan dengan arah pengembangan industri kehutanan berkelanjutan yang menekankan efisiensi material, pengurangan emisi karbon, dan optimalisasi penggunaan sumber daya hutan.

Penelitian ini bertujuan menganalisis rendemen finir kupas dari tiga jenis kayu dipterocarpa, yaitu meranti merah (*Shorea spp.*), keruing (*Dipterocarpus sp.*), dan tengkawang (*Shorea stenoptera*), serta mengidentifikasi karakteristik limbah yang dihasilkan selama proses pengupasan log pada PT. SLJ Global. Kebaruan penelitian ini terletak pada integrasi analisis rendemen finir dengan karakterisasi limbah produksi sebagai dasar evaluasi efisiensi pemanfaatan bahan baku dalam perspektif bioekonomi kehutanan. Hasil penelitian diharapkan memberikan informasi ilmiah bagi peningkatan efisiensi proses produksi, optimalisasi pemanfaatan biomassa, dan pengembangan industri kayu lapis tropis yang lebih berkelanjutan.

BAHAN DAN METODE

Lokasi Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Divisi Rotary Peeling PT SLJ Global Tbk., Loa Janan Ilir, Kota Samarinda, Kalimantan Timur. Pengambilan data dilakukan mengikuti jadwal produksi finir kupas dari tiga jenis kayu dipterocarpa yang dipilih yaitu tiga log meranti merah (*Shorea spp.*), dua log keruing (*Dipterocarpus sp.*) dan dua log tengkawang (*Shorea stenoptera*) yang diproses menjadi dolok (*log block*). Dimensi dan kondisi tujuh log yang diproses dalam penelitian ini ditampilkan pada Tabel 1 berikut.

Tabel 1. Dimensi dan kondisi tujuh log yang dikupas

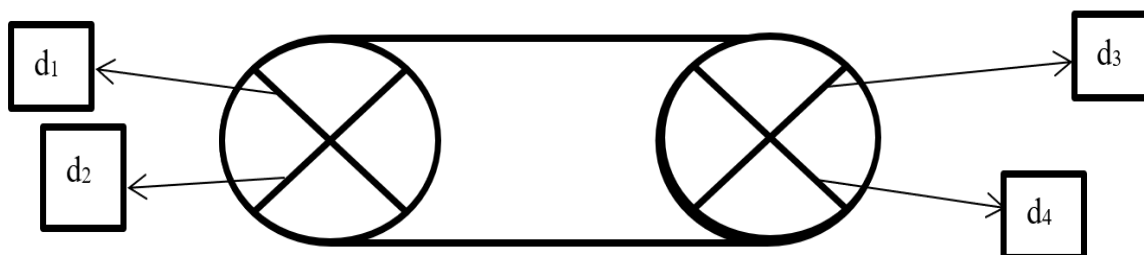
No log	Jenis Kayu	Panjang Log (cm)	Diameter Pangkal (cm)	Diameter Ujung (cm)	Diameter Rata-rata (cm)	Volumen log/Masukan (m ³)	Keterangan
1	Meranti merah	2120	67	48	57.5	5.505	Log tidak lurus, terdapat potongan sepanjang 128 cm yang tidak dapat dikupas.
2	Meranti merah	2030	85	73	79	9.950	Log bengkok dan terdapat log dengan panjang 495 cm yang tidak dapat dipotong menjadi dolok untuk dikupas.
3	Meranti merah	1030	87	65	76	4.673	Kondisi log bagus dan lurus
4	Keruing	1272	107	89	98	9.595	Kondisi log bagus, ada bagian yang tidak lurus
5	Keruing	1220	75	63	69	4.562	Kondisi log bagus dan lurus
6	Tengkawang	2440	91	73	82	12.886	Bagian pangkal log pecah pecah sepanjang 140 cm.
7	Tengkawang	1040	83	65	74	4.473	Bentuk log lurus, bagian pangkal 15 cm pecah

Prosedur Penelitian

Penelitian diawali dengan seleksi log pada log yard, untuk memilih log yang memenuhi persyaratan produksi berdasarkan jenis kayu, diameter, bentuk batang, dan kondisi cacat, sesuai dengan SOP Pemilihan Log dari PT SLJ Global

Tbk (tidak dipublikasikan). Log yang terpilih selanjutnya diukur diameter pangkal terbesar dan terkecil, diameter ujung terbesar dan terkecil, serta panjang log.

Pengukuran diameter log dilakukan seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Pengukuran Diameter Log

Gambar 1. Pengukuran Diameter Log Diameter rata-rata log dihitung dengan rumus dari Brereton berikut:

$$D = \frac{\frac{1}{2}(d_1 + d_2) + \frac{1}{2}(d_3 + d_4)}{2}$$

Keterangan:

D = diameter rata-rata log (cm)

d1 = diameter terpendek pada ujung (cm)

d2 = diameter terpanjang pada ujung (cm)

d3 = diameter terpendek pada pangkal (cm)
d4 = diameter terpanjang pada pangkal (cm)

Perhitungan volume log menggunakan rumus:

$$\text{Volume (m}^3\text{)} = \frac{\frac{1}{4} \pi D^2 L}{10000}$$

Keterangan:

D = diameter rata-rata log (cm)

L = panjang log (cm)

Semua log selanjutnya dipotong (cross cutting) dengan memperhatikan kondisi dan bentuk log seperti kelurusan, cacat seperti gerowong pada bontos, pecah dan lainnya. Panjang dolok utama

yang diharapkan adalah 255 cm untuk finir muka/belakang kayu lapis ukuran 8 feet, dolok 130 cm untuk finir inti kayu lapis 8 feet. Kondisi log yang tersisa dipotong sesuai untuk kebutuhan kayu lapis 10 feet, 7 feet atau 3 feet agar didapat rendemen dolok yang maksimal. Sebelum pengupasan, setiap dolok dikuliti (debarking), dibersihkan, kemudian diukur panjang dan diameternya untuk menghitung volume awal (input volume) dalam perhitungan rendemen finir. Gambar 2 memperlihatkan pemotongan log menjadi dolok (Gambar 2a) dan dolok yang sudah dikuliti (Gambar 2b)



Gambar 2. Pemotongan log (a) dan dolok (b)

Pengupasan dilakukan menggunakan mesin pengupas finir (*rotary lathe*) konvensional dengan diameter cakram 10cm. Hasil pengupasan dikelompokkan menjadi dua jenis produk utama, yaitu finir kontinu (*endless veneer*) yang digunakan sebagai lapisan muka dan belakang kayu lapis dan finir potong (*clipped veneer*). Dolok yang tidak silindris akan menghasilkan poli-poli (*rounds-up veneer*) yang dimanfaatkan sebagai lapisan inti. Seluruh finir yang dihasilkan diukur volumenya sebagai volume luaran (*output volume*).

Identifikasi Limbah

Identifikasi limbah dilakukan pada setiap tahapan proses pengupasan finir, sejak log dipotong, dolok dikuliti, dolok dikupas hingga finir potong dan poli-poli yang disusun untuk finir inti. Jenis limbah yang diamati meliputi bagian pangkal yg growong, lempengan log pecah, kulit kayu, serbuk gergaji, poli-poli, finir sobek dan empulur (log core). Pengelompokan limbah dilakukan berdasarkan jenis dan bentuk limbah

Perhitungan rendemen

Perhitungan rendemen dipisahkan menjadi

rendemen dolok yang dihitung dari volume log sebagai masukan dan total volume dolok dari tiap log sebagai luaran. Rendemen finir dihitung dari volume tiap dolok sebagai masukan dan total volume finir yang terdiri dari finir kontinu, finir potong dan poli-poli sebagai luaran.

Perhitungan volume finir dilakukan secara terpisah untuk finir muka/belakang kontinu, finir potong dan poli-poli yang dapat dimanfaatkan. Pendekatan ini banyak digunakan dalam penelitian evaluasi efisiensi rotary lathe karena mampu menggambarkan tingkat pemanfaatan bahan baku secara kuantitatif (Bouaphavong, 2022).

Volume finir kontinu dilakukan dengan pendekatan menghitung volume gulungan finir di bobbin dan volume bobbin (Novitasari dkk, 2020), sebagai berikut:

$$V \text{ (m}^3\text{)} = \frac{1}{4} \pi (2 r + Db)^2 L$$

Rumus perhitungan volume gulungan finir:

$$V_{\text{Gulungan}} \text{ (m}^3\text{)} = (\text{volume finir di bobbin} - \text{volume bobbin}) \times f$$

dengan:

r = jari-jari gulungan finir (m)

Db = diameter bobbin (m)

f = faktor koreksi 90%

L = panjang finir (m)

Volume finir potong muka/belakang, finir inti maupun poli-poli yang ditumpuk dihitung mengikuti rumus dari Novitasari dkk, (2020):

$$V = P \times L \times T \times f$$

dengan:

P = panjang tumpukan finir (m)

L = lebar tumpukan finir (m)

T = tinggi tumpukan finir (m)

f = faktor koreksi 90%

Rendemen dolok dan finir dihitung menggunakan persamaan:

$$R = \frac{V_o}{V_i} \times 100\%$$

dengan:

R = rendemen (%)

V_i = volume masukan (m^3) untuk log atau dolok

V_o = volume luaran (m^3) untuk dolok atau finir

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Nilai volume masukan,

Tabel 2. Jumlah dan ukuran dolok dari tiap log yang diproses serta rendemennya

No log	Jenis Kayu	Panjang log (cm)/dolok	Jumlah dolok	Volume log/masukan (m^3)	Volume dolok (m^3)	Rendemen log (%)
1	Meranti merah	2120		5.505	5.319	96.62
		255	6		3.889	
		230	1		0.787	
		130	1		0.458	
		102	1		0.185	
2	Meranti merah	2030		9.950	7.888	79.27
		255	4		6.827	
		130	2		1.060	
3	Meranti merah	1030		4.673	4.446	95.14
		255	3		3.292	
		130	2		1.154	
4	Keruing	1272		9.595	8.659	90.25
		255	3		5.426	
		130	2		1.950	
		102	2		1.283	
5	Keruing	1220		4.562	4.361	95.59
		255	3		3.011	
		130	1		0.515	
		268	1		0.835	
6	Tengkawang	2440		12.886	12.432	96.48
		255	6		8.4052	
		320	2		3.5548	
		130	1		0.4721	
7	Tengkawang	1040		4.473	4.448	99.44
		255	3		3.352	
		130	2		1.096	

volume luaran, dan rendemen dihitung untuk setiap log kemudian dirata-ratakan berdasarkan jenis kayu.

Perbedaan rendemen antar jenis kayu dianalisis menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila hasil ANOVA menunjukkan perbedaan yang nyata ($\alpha = 0,05$), maka dilanjutkan dengan uji pembandingan berganda Tukey HSD untuk mengidentifikasi pasangan perlakuan yang berbeda nyata. Seluruh analisis statistik dapat dilakukan menggunakan perangkat lunak SPSS. Hasil analisis disajikan dalam bentuk tabel dan grafik sehingga memudahkan interpretasi perbedaan efisiensi produksi antar jenis kayu.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kondisi Log dan Rendemen Finir Kupas

Jumlah dan ukuran dolok yang dihasilkan dari tiap log serta rendemen tiap log disajikan pada Tabel 2 berikut.

Pada Tabel 2 dapat dilihat bahwa rendemen tujuh log yang dipotong berkisar 79,27 – 99,44%. Log no

2 (meranti merah) menghasilkan rendemen terendah karena kondisi log bengkok dan didapat potongan

sepanjang 495 cm yang tidak dapat dikonversi menjadi dolok untuk dikupas.



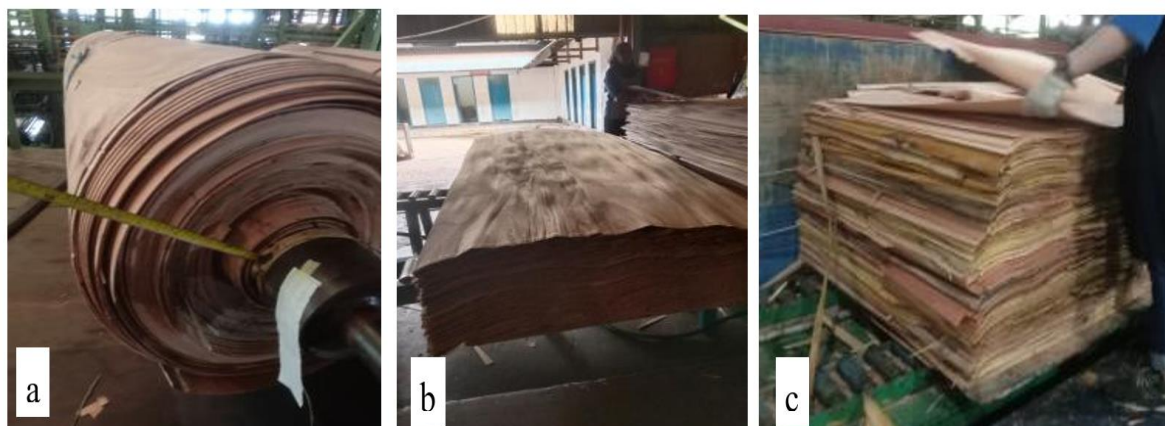
Gambar 3. Kondisi log no 2 jenis merantimerah

Berdasarkan Aturan Pemilahan Dolok (*Grading Rules Sawn Log*) yang ditetapkan oleh PT Orimba Alam Kreasi (SLJ Global Tbk), dolok yang akan dikupas dipilah menjadi empat tipe mutu (grade) yaitu A, B, C dan D. Terdapat 24 kriteria cacat yang ditetapkan dan mutu A memiliki persyaratan yang ketat. Dalam penelitian ini, dolok yang dikupas tidak dipilah karena ingin dihitung rendemen total dari setiap log. Besarnya rendemen dolok yang dihasilkan tergantung faktor bentuk dan cacat log. Log yang melengkung tidak dipotong menjadi dolok karena rendemen kupasan finir akan rendah. Faktor lain adalah log yang pecah atau busuk hati. Jika dolok busuk bagian tengahnya maka cakram mesin pengupas tidak dapat mencengkeram dolok tersebut (Syafii & Novari, 2021). Pembagian log menjadi dolok merupakan hal yang penting dalam industri finir kupas. Kehilangan hingga 10% juga disebabkan panjang dolok yang tidak memenuhi ukuran sehingga tidak dapat dikupas menjadi finir.

Dolok pada Tabel 2 merupakan masukan dari

proses pengupasan finir dengan luaran berupa finir. Luaran (*output*) yang dihasilkan dari proses pengupasan dolok antara lain finir kontinu (*endless veneer*) yang merupakan luaran utama untuk lapisan muka/belakang, finir yang dipotong (*clipped veneer*) yang digunakan untuk lapisan inti dan poli-poli (*rounds up*) yang didapat dari pengupasan awal terutama pada log yang tidak silindris. Poli-poli juga dapat dimanfaatkan sebagai finir inti, tergantung ukuran dan ketebalannya.

Finir kontinu yang dihasilkan dari proses pengupasan, akan digulung dalam penggulung finir yang disebut bobbin. Perhitungan rendemen finir kontinu dilakukan dengan mengukur diameter gulungan finir sebelum dikeringkan. Perhitungan rendemen untuk finir potong dan poli-poli dengan cara mengukur dimensi panjang, lebar dan tinggi tumpukan finir. Gambar 3 menyajikan finir kontinu dalam bobbin serta finir muka potong dan poli-poli yang ditumpuk.

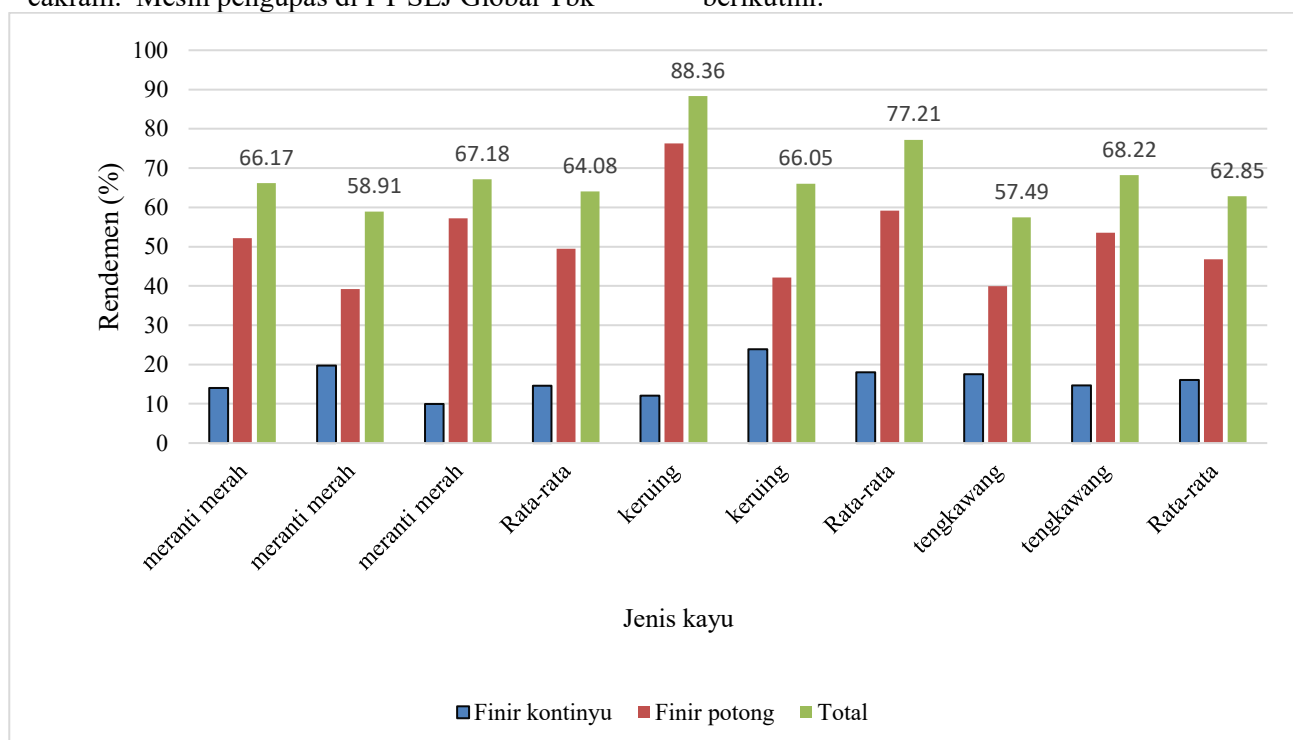


Gambar 4. Finir kontinu digulung di bobbin (a), finir muka yang dipotong (b), finir inti dan poli-poli (c)

Rendemen finir ditentukan oleh beberapa hal seperti kualitas dolok, bentuk kayu apakah silindris atau tidak, diameter dolok, pecah, mata kayu, busuk hati dan serta ukuran diameter cakram untuk mesin pengupas yang masih menggunakan cakram. Mesin pengupas di PT SLJ Global Tbk

yang diteliti masih menggunakan cakram dengan diameter 10 cm yang menghasilkan log sisa (*log core*) dengan diameter berkisar 15 cm.

Rendemen finir kontinu dan finir potong termasuk poli-poli, ditampilkan pada Gambar 3 berikutini.



Gambar 5. Grafik rendemen finir kupas dari tujuh log

Gambar 5 menunjukkan bahwa rendemen finir kontinu lebih rendah dari rendemen finir potong dan poli-poli. Rendemen finir potong merupakan gabungan dari finir muka/belakang (*long grain*) yang dipotong karena sobek, finir inti (*short grain*) dan poli-poli yang memiliki dimensi lebar yang memenuhi persyaratan untuk disambung menjadi finir inti sehingga menghasilkan rendemen yang lebih tinggi dari finir kontinu. Hal ini disebabkan persyaratan finir muka/belakang lebih

tinggi dari finir inti. Hasil penelitian Novitasari dkk (2020) menunjukkan bahwa total rendemen finir kupas kayu keruing berkisar antara 69,87-72,97%, tergantung dari metode penentuan titik pusat mesin pengupas. Finir kontinu merupakan bahan baku untuk lapisan muka atau belakang dari kayu lapis yang diproduksi. Finir untuk lapisan muka kayu lapis menuntut persyaratan mutu yang tinggi karena mutu kayu lapis ditentukan oleh kondisi lapisan permukaan kayu lapis tersebut, seperti yang

tercantum dalam SNI ISO 2426-1 (2008). Berdasarkan persentase rendemen di atas perbedaan nilai rendemen dipengaruhi oleh kualitas log dan cacat pada log. Kayu yang tidak terlalu bulat akan menghasilkan rendemen finir kontinu yang rendah karena banyak dihasilkan poli-poli.

Berdasarkan rendemen total rata-rata setiap jenis kayu (Gambar 4), keruing memberikan rendemen tertinggi yaitu 77,61%, diikuti meranti merah sebesar 64,08%, sedangkan tengkawang menghasilkan rendemen rata-rata 62,85%. Hasil analisis ragam (ANOVA satu arah) menunjukkan bahwa perbedaan tersebut tidak signifikan secara statistik ($F = 0,447$; $p = 0,668$). Tidak signifikannya perbedaan tersebut disebabkan jumlah sampel yang masih terbatas (tiga log meranti merah, dua log keruing, dan dua log tengkawang), sehingga keragaman di dalam masing-masing kelompok relatif lebih besar dibandingkan perbedaan antar kelompok. Hasil tersebut menunjukkan kecenderungan bahwa variasi rendemen lebih ditentukan oleh kualitas individual log maupun dolok dibandingkan perbedaan antar jenis.

Secara deskriptif, keruing menghasilkan rendemen lebih tinggi dibandingkan dua jenis lainnya. Penyebab lain adalah terdapat dua dolok berukuran 320 cm yang memang dibuat untuk kebutuhan bahan baku marine plywood sesuai pesanan konsumen. Dua log keruing dapat dikonversi menjadi dolok-dolok tanpa ada yang tersisa. Kondisi tersebut berkaitan dengan diameter log yang relatif lebih besar dan bentuk batang yang lebih silindris sehingga kehilangan bahan baku akibat pembentukan log core menjadi lebih kecil.

Selain itu, kayu keruing umumnya memiliki struktur batang yang lebih kompak sehingga proses pengupasan berlangsung lebih stabil dan menghasilkan lembaran finir yang lebih utuh.

Hasil penelitian ini sejalan dengan temuan Madiope dkk. (2025) yang menyatakan bahwa diameter log, bentuk batang, dan parameter mesin rotary lathe merupakan faktor dominan yang menentukan rendemen finir. Demikian pula, Syafii dan Novari (2021) melaporkan bahwa kualitas bahan baku memberikan kontribusi lebih besar terhadap variasi rendemen dibandingkan perbedaan spesies ketika kondisi proses produksi relatif sama.

Dari sudut pandang industri, pengendalian mutu bahan baku sebelum pengupasan menjadi langkah penting untuk mengurangi variasi rendemen. Seleksi log berdasarkan diameter minimum, bentuk batang, dan tingkat cacat diperkirakan mampu meningkatkan efisiensi pemanfaatan bahan baku serta menurunkan volume limbah yang dihasilkan.

Jenis limbah yang dihasilkan dalam proses pembuatan finir kupas

Jenis limbah yang dihasilkan pada proses pembuatan finir kupas tergantung dari tahapan prosesnya. Proses pembuatan finir berawal dari log di log-yard hingga finir siap dikeringkan dan siap diproses dalam pembuatan kayu lapis. Jenis limbah yang terjadi di PT SLJ Global Tbk pada tahapan proses disajikan pada Tabel 3 berikut.

Tabel 3. Bentuk dan jenis limbah pada proses pengupasan kayu

Tahap proses/ lokasi	Bentuk dan jenis limbah	Foto		Keterangan
Pemilahan di log yard	Potongan log yang tidak dapat dikupas karena tidak lurus, pecah atau busuk pada bontos log			kayu solid
Pemotongan log	Serbuk kayu			serbuk kayu

Tahap proses/ lokasi	Bentuk dan jenis limbah	Foto	Keterangan
Pengulitan dolok	Kulit kayu		Kulit kayu
Pengupasan dolok	Poli-poli (rounds up)		finir
	Finir sobek		finir
	Sisa log (log core)		kayu solid

Dalam perspektif bioekonomi kehutanan, limbah industri kayu lapis tidak lagi dipandang sebagai produk samping yang tidak bernilai, melainkan sebagai sumber biomassa yang dapat dimanfaatkan kembali melalui konsep *wood-based circular bioeconomy*. Pendekatan ini menekankan pemanfaatan biomassa secara bertingkat (*cascade utilization*), yaitu mengoptimalkan penggunaan kayu untuk menghasilkan produk dengan nilai ekonomi tertinggi sebelum residunya dimanfaatkan menjadi produk sekunder dan akhirnya sebagai sumber energi. Limbah berupa *log core* dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku kayu gergajian kecil, papan blok, atau komponen furnitur. Serbuk gergaji dan finit cacat dapat digunakan sebagai bahan baku papan partikel, papan serat, pelet biomassa, biochar, karbon aktif, maupun bahan baku industri biokimia. Sementara itu, kulit kayu diketahui mengandung senyawa

ekstraktif, tanin, dan lignin yang berpotensi dimanfaatkan sebagai perekat alami, antioksidan, maupun bahan baku biorefineri (Ali & Russell, 2025).

Peluang pemanfaatan limbah industri pengupasan finit

Setiap jenis limbah yang dihasilkan selama proses produksi finit kupas memiliki karakteristik fisik dan kimia yang berbeda, oleh karena itu strategi pemanfaatannya perlu disesuaikan dengan bentuk, ukuran, kebersihan, kadar air, dan mutu material. Pemanfaatan limbah sebaiknya mengikuti prinsip *cascade utilization*, yaitu mendahulukan penggunaan material untuk produk bernilai tambah tinggi, kemudian produk komposit, bahan kimia berbasis hayati, dan terakhir sebagai sumber energi.

Tabel 4. Karakteristik dan peluang pemanfaatan limbah dari proses produksi finir

Jenis limbah	Karakteristik utama	Peluang pemanfaatan	Produk potensial	Rujukan
Log yang tidak dapat dikupas	Berbentuk log pendek, retak/pecah atau busuk hati	Diproses jadi kayu gergajian untuk jadi bahan balok laminasi, furnitur, atau bahan peti kemas	Kayu gergajian, balok laminasi (glulam), peti kemas,	Shmulsky and Jones (2019)
Sisa empulur (<i>log core</i>)	Berbentuk silinder, dimensi relatif seragam, berupa kayu solid, diameter dan panjangnya bergantung pada jenis mesin serta batas penghentian pengupasan.	Pemanfaatan langsung sebagai produk kayu solid, komponen inti produk laminasi, bahan furnitur, bahan kemasan, bahan baku papan blok.	Komponen furnitur, kayu bubut, inti <i>blockboard</i> , komponen <i>finger-joint</i> , bahan peti kemas, arang, dan serpih kayu.	Baldwin (1995); Syaffi dan Novari (2021); Madiope et al. (2025).
Finir sobek (<i>torn finir</i>)	Lembaran finir yang robek, pecah, berlubang, retak, atau tidak memenuhi ukuran dan mutu untuk lapisan muka.	Digunakan sebagai finir inti, bahan tambalan, finir sambung, LVL, kerajinan, atau dicacah menjadi <i>veneer strand</i> .	Lapisan inti kayu lapis, LVL mutu nonstruktural, panel dekoratif, kemasan ringan.	Baldwin (1995); Bowyer et al. (2007); Madiope et al. (2025).
Serbuk gergaji (<i>sawdust</i>)	Ukuran partikel kecil, mudah dikeringkan dan dipadatkan, mudah tercecer, dan berisiko terbakar	Bahan biokomposit, briket, pelet biomassa, biochar, karbon aktif, media tanam, kompos dan substrat fermentasi.	Papan partikel, MDF, briket, pelet, biochar, karbon aktif, WPC, media tumbuh jamur, dan bahan baku gula fermentasi.	Bowyer et al. (2007); Ayrilmis et al. (2009); Sgarbossa et al. (2014); FAO (1990).
Kulit kayu (<i>bark</i>)	Memiliki bentuk tidak beraturan, kadar air relatif tinggi, kadar abu lebih tinggi daripada kayu, mengandung lignin, tanin, polifenol, dan senyawa ekstraktif..	Sebagai bahan bakar padat, bahan baku biochar, karbon aktif, kompos, mulsa, ekstrak tanin, perekat alami, bahan antioksidan, adsorben, dan bahan baku biorefineri.	Briket, pelet biomassa, biochar, karbon aktif, kompos, mulsa, ekstrak tanin, perekat berbasis tanin, bahan pengawet alami, dan bahan kimia berbasis hayati.	FAO (1990); Feng et al. (2013); Pizzi (2016); Ali dan Russell (2025).

Berdasarkan bentuk dan mutu materialnya, potongan log dan log core memiliki peluang pemanfaatan dengan nilai tambah tertinggi karena masih berbentuk kayu solid dan memiliki dimensi yang memungkinkan untuk diolah menjadi komponen furnitur, kayu bubut, inti papan blok, atau produk sambungan. Penggunaan sebagai bahan bakar menjadi pilihan terakhir apabila material mengalami cacat berat atau tidak memenuhi persyaratan produk. Di PT SLJ Global Tbk, log core diproses menjadi kayu gergajian yang digunakan sebagai bahan kemasan (packing) kayu lapis yang akan dipasarkan. Limbah serbuk atau potongan-potongan kecil lainnya dimanfaatkan sebagai bahan baku boiler untuk keperluan pabrik.

Penerapan pemanfaatan limbah dapat dilakukan melalui tiga tingkatan. Tingkat pertama adalah pemanfaatan internal pabrik, misalnya penggunaan finir cacat sebagai lapisan inti, log

core sebagai komponen kayu, dan serbuk sebagai bahan bakar boiler. Tingkat kedua adalah pengolahan menjadi produk sekunder seperti papan partikel, briket, pelet, biochar, papan blok, dan komposit kayu-plastik. Tingkat ketiga adalah pengembangan produk berteknologi lebih tinggi, seperti ekstrak tanin, perekat berbasis hayati, karbon aktif, bahan kimia platform, dan produk biorefineri.

Keputusan pemanfaatan perlu mempertimbangkan kontinuitas volume limbah, biaya pengumpulan, kadar air, kandungan kontaminan, kebutuhan investasi, jarak ke pengguna, nilai pasar produk, dan standar mutu. Industri dengan jumlah limbah terbatas dapat bekerja sama dengan usaha papan komposit, produsen pelet, pengolah biochar, atau kelompok usaha kerajinan. Industri dengan pasokan limbah besar dan stabil dapat mempertimbangkan pembangunan unit pengolahan terintegrasi.

KESIMPULAN

Rendemen total finir kupas menunjukkan variasi antarlog dan antarjenis kayu, dengan nilai rata-rata 64,08% pada meranti merah, 77,21% pada keruing, dan 62,85% pada tengkawang. Keruing menghasilkan rendemen tertinggi; namun secara statistik menunjukkan bahwa perbedaan rendemen antarjenis kayu tidak nyata ($F = 0,447$; $p = 0,668$). Variasi kualitas log—terutama diameter, kesilindrisan, kelurusan, cacat internal, dan ketepatan pemusatan dolok—lebih dominan daripada pengaruh jenis kayu. Proses produksi finir kupas menghasilkan limbah berupa log pendek, lempengan log, kulit kayu, serbuk gergaji, poli-poli (round-up veneer), finir sobek, dan empulur (log core). Setiap residu memiliki peluang valorisasi yang berbeda. Log pendek dan log core serta bagian finir yang masih utuh memiliki prioritas tertinggi untuk penggunaan material, sedangkan serbuk, kulit kayu, dan potongan berukuran kecil dapat dikembangkan menjadi panel komposit, bahan bakar padat, biochar, karbon aktif, atau bahan kimia berbasis hayati. Integrasi peningkatan rendemen dengan pemilahan serta pemanfaatan limbah secara bertingkat dapat memperbaiki efisiensi bahan baku dan mendukung penerapan bioekonomi sirkular pada industri kayu lapis tropis.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penghargaan dan ucapan terima kasih kami sampaikan kepada pihak Manajemen PT SLJ Global Tbk, khususnya Divisi Produksi, khususnya Bapak Zulfikar yang telah memberi ijin untuk kami dapat melakukan penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Asosiasi Panel Kayu Indonesia. (2025). Industri kayu lapis Indonesia: Tantangan bahan baku dan arah pasar global 2025. Jakarta: APKINDO. Diakses dari <https://www.apkindo.org/berita/detail/industri-kayu-lapis-indonesia-tantangan-bahan-baku-dan-arah-pasar-global-2025>
- Ali, A., and Russell, J. D. (2025). Accelerating the transition to wood-based circular bioeconomy: A literature review of current state, trends, opportunities, and priorities for future research. *Current Forestry Reports*, 11, Article 23. <https://doi.org/10.1007/s40725-025-00255-7>
- Ayrimis, N., Buyuksari, U., & Avci, E. (2009). Utilization of waste tire rubber in the manufacturing of particleboard. *Materials and Manufacturing Processes*, 24(6), 688–692.
- Baldwin, R. F. (1995). Plywood and veneer-based products: Manufacturing practices (3rd ed.). Miller Freeman.
- Bouaphavong, D., Ozarska, B., & Belleville, B. (2022). Veneer recovery of plantation-grown teak using spindleless lathe technology. *International Journal of Recent Scientific Research*, 13(7). <https://doi.org/10.24327/ijrsr.2022.1307.0358>
- Bowyer, J. L., Shmulsky, R., & Haygreen, J. G. (2007). *Forest products and wood science: An introduction* (5th ed.). Blackwell Publishing.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (1990). *Energy conservation in the mechanical forest industries*. FAO.
- Feng, S., Cheng, S., Yuan, Z., Leitch, M., & Xu, C. (2013). Valorization of bark for chemicals and materials: A review. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 26, 560–578. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2013.06.024>
- Madiope, S., van der Merwe, J. P., & Meincken, M. (2025). The effect of plantation-grown pine species selections and processing parameters on veneer recovery for plywood production. *European Journal of Wood and Wood Products*, 83, Article 168. <https://doi.org/10.1007/s00107-025-02307-y>
- Müller, D. P., Szemkus, N., & Hiete, M. (2023). Carbon balance of plywood from a social reforestation program in Indonesia. *Scientific Reports*, 13, Article 13552. <https://doi.org/10.1038/s41598-023-40580-0>
- Novitasari, N. Z., Abidin, Z., & Lusiyani, L. (2020). Rendemen pengolahan finir kayu keruing (*Dipterocarpus* spp.) pada kelas diameter dan mesin rotary berbeda di PT Korindo Ariabima Sari Pangkalan Bun. *Jurnal Sylva Scientiae*, 3(1). <https://doi.org/10.20527/jss.v3i1.1956>
- Pizzi, A. (2016). Wood products and green chemistry. *Annals of Forest Science*, 73, 185–203. <https://doi.org/10.1007/s13595-014-0448-3>
- Sgarbossa, A., Costa, C., Menesatti, P., Antonucci, F., Pallottino, F., Zanetti, M., Grigolato, S., & Cavalli, R. (2015). A multivariate SIMCA index as discriminant in wood pellet quality assessment. *Renewable Energy*, 76, 258–263. <https://doi.org/10.1016/j.renene.2014.11.026>
- Shmulsky, R. and P. D. Jones (2019). *Forest Products and Wood Science. An Introduction Seventh Edition* Blackwell Publishing.
- Syafii, S., & Novari, F. (2021). Study of veneer yield and amount of waste in veneer stripping with spindle-less type rotary lathe machine.

- Buletin Poltanesa, 22(1), 95–101.
<https://doi.org/10.51967/tanesa.v22i1.334>
- Yuniati, D., Nurrochmat, D. R., Pribadi, D. O.,
Djaenudin, R. D., Kuncahyo, B., Sayekti, A.
L., Khotimah, H., & Wardhani, W. N. R.
(2025). Proposing circular bioeconomy
design strategy: A crucial step towards
sustaining the wood furniture industry in
Indonesia. *Forest Policy and Economics*, 181,
Article 103666.
<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2025.103666>