

PRODUKTIVITAS KEGIATAN DEBARKING DENGAN PENGGUNAAN DEBARK PONTON DARAT DI PT. RAPP ESTATE PELALAWAN

Productivity of Debarking Activities Using Land Pontoon Debark at PT. RAPP Pelalawan Estate

Nur Suhada^{1,2}, Ika Lestari^{1*}, Evi Sribudiani¹, Sonia Somadona¹, Bima Danu Satria¹, dan Thania Eunike Pakpahan¹

¹Jurusan Kehutanan, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Kampus Bina Widya, Jalan Soebrantas KM 12,5, 2893, Pekanbaru, Indonesia

²Center for Peatland and Disaster Studies, Kampus Bina Widya, Jalan Soebrantas KM 12.5, Kode pos 2893, Pekanbaru, Indonesia

ABSTRACT. *Debarking is an essential stage in timber harvesting and processing, directly affecting raw material quality and operational efficiency. At PT Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP), Pelalawan Estate, Land-Based Debarking Pontons (DPD) were introduced to increase productivity and efficiency. This study compares the productivity and efficiency of two debarking methods using DPD: the dip method and the direct method. Field observations were conducted over 15 work cycles for each method, recording number of logs per cycle, production volume, working time, and equipment productivity. Results were then compared with the company standard of 10.82 m³/hour. The dip method produced an average cycle time of 5.06 minutes, productivity of 0.23 m³/minute, and efficiency of 128% relative to the standard. The direct method achieved a shorter cycle time of 4.06 minutes, higher productivity of 0.399 m³/minute, and efficiency of 221%, almost double that of the dip method. These results suggest that the direct method is more suitable for operations requiring high speed and large production volumes. Meanwhile, the dip method remains advantageous for logs with thicker bark or under special conditions. Overall, the use of DPD significantly improves debarking performance at PT RAPP. Both methods have distinct roles and can complement each other depending on field conditions. Logs that are harder to peel may first require the dip method, while the direct method ensures fast, large-scale productivity. This improvement supports the company's strategy to enhance pulp production, reduce reliance on manual labor, strengthen operational sustainability.*

Keywords: *debarking; efficiency; harvesting; productivity; Industrial Forest Plantation*

ABSTRAK. Kegiatan *debarking* atau pengupasan kulit kayu merupakan tahapan penting dalam pemanenan dan pengolahan kayu karena memengaruhi kualitas bahan baku serta efisiensi proses berikutnya. Di PT Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP) Estate Pelalawan, penggunaan Debark Ponton Darat (DPD) dikembangkan untuk meningkatkan produktivitas dan efisiensi. Penelitian ini bertujuan membandingkan produktivitas dan efisiensi metode celup dan metode langsung dalam proses *debarking* menggunakan DPD. Pengamatan lapangan dilakukan pada 15 siklus kerja untuk masing-masing metode dengan parameter jumlah kayu per siklus, volume produksi, waktu kerja, dan produktivitas alat. Hasil pengukuran dibandingkan dengan standar perusahaan (10,82 m³/jam) guna mengetahui tingkat efisiensi. Metode celup menunjukkan rata-rata waktu siklus 5,06 menit, produktivitas 0,23 m³/menit, dan efisiensi 128% dibanding standar. Sementara itu, metode langsung mencatat waktu siklus lebih singkat 4,06 menit, produktivitas 0,399 m³/menit, dan efisiensi 221%, hampir dua kali lipat lebih tinggi daripada metode celup. Perbedaan ini mengindikasikan bahwa metode langsung lebih cocok untuk kondisi operasional yang menuntut kecepatan dan volume produksi tinggi, sedangkan metode celup tetap relevan untuk kayu dengan kulit tebal atau kondisi khusus. Secara keseluruhan, penerapan DPD terbukti meningkatkan produktivitas dan efisiensi proses *debarking* di PT RAPP. Kedua metode memiliki karakteristik berbeda namun dapat saling melengkapi sesuai kondisi lapangan. Dalam kasus tertentu, kayu yang sulit dikupas memerlukan perlakuan awal dengan metode celup untuk mempermudah pengupasan. Peningkatan produktivitas dan efisiensi ini mendukung strategi perusahaan dalam mencapai target produksi pulp nasional, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, serta meningkatkan kualitas dan keberlanjutan operasional.

Kata kunci: *debarking; efisiensi; pemanenan; produktivitas; HTI*

Penulis untuk korespondensi, surel: ikalestari@lecturer.unri.ac.id

PENDAHULUAN

Industri pulp dan kertas merupakan salah satu sektor strategis dalam pembangunan ekonomi global, termasuk di Indonesia yang memiliki basis produksi kayu yang cukup besar melalui pengelolaan Hutan Tanaman Industri (HTI) (Pathak & Sharma, 2021). PT Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP) menjadi salah satu perusahaan terbesar di sektor ini dengan kontribusi signifikan terhadap produksi pulp nasional, yang pada tahun 2023 mencapai 11,5 juta ton (Kementerian LHK, 2023). Besarnya skala produksi tersebut menuntut adanya sistem kerja yang efisien pada setiap tahapan rantai produksi, dimulai dari kegiatan pemanenan kayu hingga pengolahan lebih lanjut. Salah satu tahapan penting setelah pemanenan adalah proses *debarking* atau pengupasan kulit kayu yang berperan dalam menjaga kualitas bahan baku.

Dalam kegiatan pemanenan kayu di HTI, *debarking* memiliki peran yang tidak dapat diabaikan karena menjadi salah satu tahap awal yang menentukan kualitas kayu sebelum diproses lebih lanjut di industri. Melalui kegiatan ini, kulit kayu yang berpotensi menurunkan mutu serat dapat dihilangkan sehingga dihasilkan bahan baku yang lebih bersih dan tahan terhadap risiko serangan hama (Hakim & Wibowo, 2020). Meski demikian, praktik *debarking* yang selama ini dilakukan dengan metode konvensional baik menggunakan mesin sederhana maupun tenaga kerja manual masih menyisakan berbagai kendala. Beberapa hambatan yang sering muncul antara lain lamanya waktu pengerjaan, tingginya biaya pemeliharaan, produktivitas yang cenderung fluktuatif, serta perubahan kondisi iklim dan karakteristik lingkungan seperti curah hujan dan sifat tanah diperkirakan dapat memengaruhi kualitas *debarking* dan efisiensi proses secara keseluruhan. Jika tidak diatasi, faktor-faktor ini dapat berdampak pada menurunnya efisiensi rantai pasok dan meningkatnya biaya produksi secara keseluruhan (Mergl *et al.*, 2021).

Sejalan dengan tantangan tersebut, inovasi teknologi *debarking* terus dikembangkan. PT RAPP melalui unit Estate Pelalawan memperkenalkan Debark Ponton Darat, sebuah sistem debarker yang dirancang khusus untuk beroperasi di lahan

gambut dan lahan basah. Teknologi ini tidak hanya menawarkan peningkatan stabilitas alat, tetapi juga diharapkan mampu mengurangi kerusakan kayu, meningkatkan kapasitas kupas, dan menekan waktu operasi (Siregar & Prasetyo, 2021). Beberapa penelitian internasional menunjukkan bahwa penerapan teknologi debarker modern dapat meningkatkan produktivitas hingga 30–40% serta menekan limbah kayu hingga 12–15% (Zhang, 2018; Oliveira & Silva, 2020; Anderson *et al.*, 2022).

Meskipun demikian, kajian mengenai penerapan Debark Ponton Darat di kawasan tropis seperti Indonesia masih sangat terbatas. Faktor geografis dan ekologis, seperti kondisi lahan basah, curah hujan tinggi, serta potensi tanah berlumpur, dapat memengaruhi produktivitas operasional alat (Evers *et al.*, 2017). Dengan demikian, masih terdapat kesenjangan pengetahuan terkait seberapa besar produktivitas dan efisiensi Debark Ponton Darat dalam kondisi nyata di lapangan.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk menilai produktivitas kegiatan *debarking* di PT RAPP Estate Pelalawan dengan menggunakan Debark Ponton Darat. Penelitian difokuskan pada perbandingan metode celup dan metode langsung kupas. Hasil penelitian diharapkan dapat memberikan kontribusi nyata dalam pengembangan sistem *debarking* yang lebih efisien, mendukung efisiensi operasional perusahaan, mengurangi limbah kayu, serta memperkuat daya saing industri pulp dan kertas Indonesia di tingkat global.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan di PT Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP) Estate Pelalawan, Provinsi Riau, pada bulan Juli–Agustus 2025. Lokasi penelitian dipilih secara purposive sampling berdasarkan kesesuaian dengan Rencana Kerja Tahunan (RKT) perusahaan pada lokasi yang sedang melakukan proses pemanenan kayu pada lahan gambut. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan metode observasi, wawancara, dan pengukuran waktu. Oleh karena itu, data yang dibutuhkan melibatkan operator yang mengoperasikan grapple ekskavator untuk dianalisis proses kerjanya. Peralatan pendukung yang digunakan meliputi stopwatch untuk pencatatan waktu

kerja, tally sheet untuk pencatatan data, phiband untuk pengukuran diameter kayu, serta meteran untuk pengukuran panjang kayu.

Prosedur Penelitian

Pengambilan data diambil secara *purposive sampling* sesuai Rencana Kerja Tahunan (RKT). Observasi lapangan dilakukan terhadap 15 siklus kegiatan *debarking* dengan metode celup dan metode langsung, setiap siklus mencakup proses memasukkan kayu, pengupasan kulit, dan pengeluaran hasil. Pengambilan sampel sebanyak 15 disetarakan dengan jumlah siklus dalam satuan waktu per jam. Data yang dicatat meliputi durasi kerja, jumlah log, ukuran kayu (panjang dan diameter), serta volume untuk menghitung produktivitas. Selain observasi, wawancara juga dilakukan dengan operator, koordinator lapangan, dan pihak manajemen untuk memperoleh informasi terkait penggunaan Debark Ponton Darat, kendala operasional, dan standar produktivitas perusahaan. Data yang terkumpul kemudian dianalisis untuk membandingkan produktivitas kedua metode *debarking*.

Analisis Data

Data dianalisis menggunakan pendekatan deskriptif kuantitatif. Produktivitas dihitung berdasarkan jumlah kayu yang berhasil didebark per satuan waktu dengan metode celup dan metode langsung kupas. Efisiensi waktu ditentukan dengan membandingkan rata-rata produktivitas *debarking* dengan metode celup dan metode langsung kupas (Johnson & Lee, 2019). Data dan informasi yang dikumpulkan dihitung menggunakan rumus perhitungan produktivitas dan efisiensi sebagai berikut:

1. Produktivitas (Ildris dan Suhartana, 1995)

$$P = \frac{V_{total}}{H}$$

Dimana:

P = Produktivitas (ton/jam)
V_{total} = Total volume kayu (m³)
H = Waktu kerja (jam)

2. Efisiensi (Ildris dan Suhartana, 1995)

$$E = \frac{P_{actual}}{P_{standard}} \times 100\%$$

Dimana:

E = Efisiensi operasional (%)
P_{actual} = Produktivitas aktual di lapangan (ton/jam)
P_{standard} = Produktivitas standar perusahaan (ton/jam)

Dengan ini, penelitian bertujuan untuk memberikan analisis yang komprehensif mengenai produktivitas dan efisiensi kegiatan *debarking*.

HASIL PENELITIAN DAN

PEMBAHASAN

1. Kegiatan Debarking

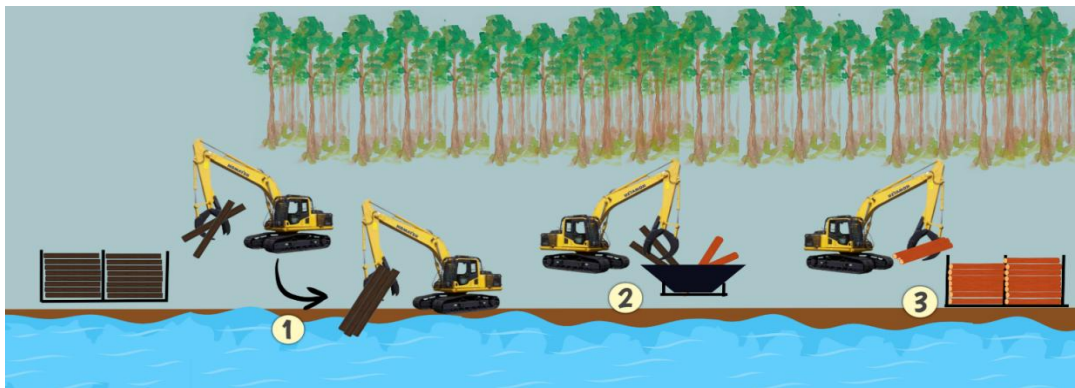
Debarking atau proses pengelupasan kulit kayu adalah tahap fundamental dalam industri pengolahan kayu, khususnya untuk bahan baku pulp dan kertas. Menurut Hidayat dan Febrianto (2019) menjelaskan bahwa tujuan utama proses ini adalah membersihkan kulit kayu yang kaya lignin, serat kasar, serta mikroorganisme seperti jamur dan hama, guna meningkatkan kemurnian serat kayu. *Debarking* juga bertujuan untuk mempermudah proses pengolahan kayu di industri dan sekaligus mengurangi risiko kerusakan akibat serangan serangga. Menurut penelitian Holzleitner dan Kanzian (2022) proses pengupasan kulit kayu menunjukkan manfaat dalam mengurangi jumlah serangga penggerek kayu, seperti *I. typographus*, di mana *debarking* dapat menurunkan jumlah serangga yang muncul dari batang yang tidak diobati ke hanya 4% dari jumlah asalnya. Selain itu proses *debarking* juga meningkatkan kualitas kayu dengan menghasilkan tampilan yang lebih bersih dan seragam serta mengurangi kontaminasi, sehingga mempermudah dan mempercepat proses pengolahan lanjutan seperti pembuatan pulp, plywood, dan produk kayu lainnya (Heppelmann et al., 2019).

Proses *debarking* dapat dilakukan melalui berbagai metode, mulai dari penggunaan alat manual seperti kapak dan pengupas tangan, mesin debarker, perlakuan kimia, hingga teknik berbasis tekanan air maupun gesekan. Pada penelitian lainnya proses *debarking* juga dapat dilakukan dengan chainsaw (log debarker/LD) yang bekerja dengan cara memutar dan gulung kulit kayu dari batang pohon secara otomatis saat kayu dipegang

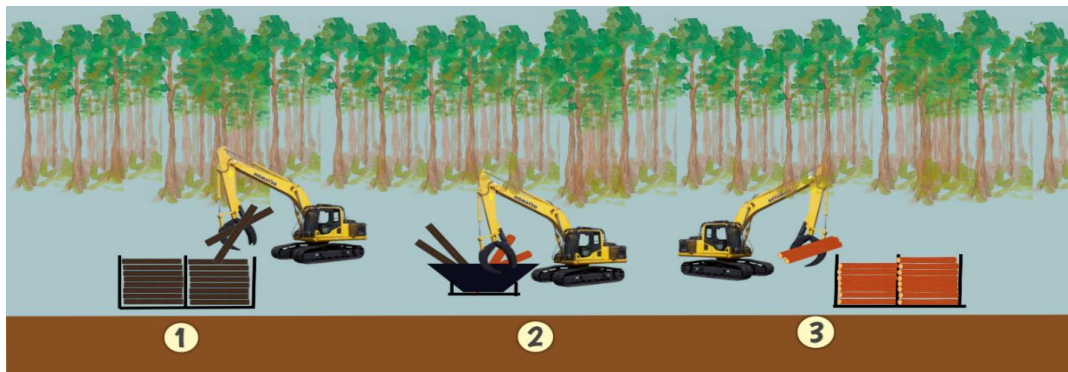
dan digerakkan oleh operator (Eker *et al.*, 2011). Kegiatan *debarking* yang dilakukan di PT. RAPP mengembangkan Debark Ponton Darat, yaitu peralatan semi-mekanis yang mengkombinasikan grapple excavator dengan debark ponton darat. Peralatan ini dirancang untuk mempermudah proses pengupasan kulit kayu di lahan basah atau gambut, di mana penggunaan peralatan konvensional seringkali kurang efektif. Dengan sistem ini, kayu dapat dijepit, dimasukkan ke dalam ponton darat untuk dikupas, kemudian dikeluarkan dan dikumpulkan secara lebih efisien. Kombinasi antara kemampuan angkut grapple excavator dan fungsi pengupasan pada ponton darat diharapkan mampu meningkatkan produktivitas sekaligus mengurangi hambatan operasional pada kegiatan pemanenan. Berdasarkan penelitian Telaumbanua *et al* (2025) tentang pengaruh alat terhadap hasil dan kualitas *debarking* menunjukkan bahwa debark ponton darat (DPD) memiliki keunggulan dalam hal kualitas hasil *debarking* dibandingkan dengan harvester, DPD mampu memberikan pengupasan yang lebih bersih dan merata, serta lebih baik digunakan

pada kayu dengan diameter kecil. Namun studi lain juga menyebutkan bahwa hasil penggunaan metode debark ponton darat (DPD) dalam menunjukkan bahwa penggunaan DPD memberikan karakteristik produktivitas lebih tinggi dibandingkan metode manual, dengan rata-rata 11,48 m³/jam, biaya operasional lebih tinggi, sekitar Rp 383.801 per m³ dan kualitas kupasan lebih rendah dibandingkan metode manual, dengan skor rata-rata 79,23 (Junaidi *et al.*, 2025).

Kegiatan *debarking* di PT. Estate Pelalawan menggunakan dua metode yakni Metode Celup dan Metode Langsung. Tahapan kedua metode ini relatif sama yakni kayu dijepit dan dimasukkan pada sampan (kayu masuk), kemudian kayu di digerakkan atau diadu oleh alat agar terjadi gesekan antar batang dan dengan dinding ponton. Proses ini membuat kulit kayu lebih cepat terlepas (proses pengupasan kayu) dan yang terakhir adalah kayu dijepit dan disusun kembali setelah semua kulit kayu terkelupas (kayu keluar). Berikut ini Gambar 1 dan 2 proses *debarking* dengan metode celup dan langsung.



Gambar 1. Proses *debarking* dengan Metode Celup (1) Kayu masuk + celup, (2) Pengupasan kulit kayu, (3) Kayu keluar dan disusun



Gambar 2. Proses *debarking* dengan Metode Langsung (1) Kayu masuk, (2) Pengupasan kulit kayu, (3) Kayu keluar dan disusun

2. Waktu dan Produktivitas Proses Debarking

Dalam penelitian ini, di PT. RAPP digunakan Debark Ponton Darat dengan alur kerja kayu yang dimulai dari pencapitan dan pemasukan kayu ke ponton, dilanjutkan dengan proses pengupasan kulit kayu, kemudian dikeluarkan dan dikumpulkan pada area penampungan. Dalam kondisi tertentu, proses *debarking* di PT. RAPP dilakukan dengan dua metode, yaitu metode celup dan metode langsung. Pada metode celup, kayu terlebih dahulu dibasahi dengan cara dicelupkan ke dalam air untuk mempermudah proses pengupasan kulit, sedangkan pada metode langsung kayu

dimasukkan langsung ke ponton tanpa melalui proses pembasahan. Perlakuan pencelupan log ke air ini menambah waktu siklus kerja sehingga perlu diperhitungkan dalam evaluasi produktivitas. Tabel 1 dan 2 dibawah ini menyajikan hasil pengukuran produktivitas proses *debarking* menggunakan metode celup dan langsung pada 15 siklus kerja. Data yang ditampilkan meliputi waktu masuk, waktu pengupasan, waktu keluar, serta total waktu yang dibutuhkan pada setiap siklus. Rata-rata waktu pada masing-masing tahapan juga diperlihatkan untuk menggambarkan kinerja keseluruhan proses.

Tabel 1. Waktu dan Produktivitas Proses *Debarking* Metode Celup per Siklus

Siklus	Masuk + Celup (menit)	Kupas (menit)	Keluar (menit)	Total Waktu (menit)
1	1,03	3,42	1,05	5,50
2	1,07	3,51	0,43	5,01
3	1,05	4,05	0,49	5,59
4	1,12	3,28	0,45	4,85
5	1,04	3,32	0,42	4,78
6	1,05	3,31	0,54	4,90
7	1,01	3,03	0,48	4,52
8	1,09	3,41	0,45	4,95
9	1,16	3,28	0,47	4,91
10	1,14	3,34	0,54	5,02
11	1,11	3,19	0,46	4,76
12	1,05	3,03	0,44	4,52
13	1,04	4,03	0,45	5,52
14	1,06	4,15	0,46	5,67
15	1,19	3,58	0,57	5,34
Total	16,21	51,93	7,7	75,84
Rata rata	1,08	3,46	0,51	5,06

Tabel 2. Waktu dan Produktivitas Proses *Debarking* Metode Langsung per Siklus

Siklus	Masuk (menit)	Kupas (menit)	Keluar (menit)	Total Waktu (menit)
1	0,28	3,42	0,22	3,91
2	0,28	3,44	0,22	3,94
3	0,24	3,70	0,24	4,17
4	0,25	3,30	0,23	3,78
5	0,28	3,45	0,24	3,96
6	0,25	3,68	0,24	4,16
7	0,27	3,38	0,22	3,87
8	0,30	3,36	0,25	3,90
9	0,30	3,75	0,26	4,30
10	0,30	3,40	0,24	3,94

Siklus	Masuk (menit)	Kupas (menit)	Keluar (menit)	Total Waktu (menit)
11	0,32	3,21	0,24	3,77
12	0,28	3,38	0,22	3,88
13	0,32	3,76	0,24	4,31
14	0,32	4,08	0,24	4,64
15	0,31	3,85	0,23	4,38
Total	4,26	53,14	3,49	60,88
Rata rata	0,28	3,54	0,23	4,06

Berdasarkan hasil pengukuran pada Tabel 1 secara keseluruhan, rata-rata waktu masuk kayu adalah 1,08 menit per siklus, sementara rata-rata waktu pengupasan adalah 3,46 menit, dan rata-rata waktu keluarnya kayu dari sistem adalah 0,51 menit. Dengan demikian, rata-rata total waktu yang dibutuhkan untuk menyelesaikan satu siklus proses *debarking* metode celup adalah 5,06 menit. Jika diperhatikan per siklus, waktu proses masuk dan ceup relatif stabil pada rentang 1,01–1,19 menit, sedangkan waktu pengupasan menunjukkan variasi waktu yang lebih tinggi antara 3,19–4,15 menit. Waktu keluarnya kayu cenderung lebih singkat dibanding tahapan lainnya, dengan rentang 0,42–1,05 menit. Total waktu per siklus berkisar antara 4,52–5,67 menit, yang menunjukkan variasi produktivitas antar-siklus akibat faktor-faktor seperti ukuran kayu, kondisi kulit kayu, atau kelancaran operasi alat. Hasil ini juga menunjukkan bahwa 65% total waktu lebih banyak digunakan untuk pengupasan kulit kayu.

Sedangkan pada hasil pengukuran Tabel 2 menunjukkan hasil pengukuran, rata-rata waktu masuk kayu adalah 0,28 menit per siklus, waktu pengupasan kulit kayu 3,54 menit, waktu keluarnya kayu 0,23 menit, dan total waktu yang dibutuhkan per siklus hanya 4,06 menit. Jika dilihat per siklus, waktu masuk kayu sangat konsisten di kisaran 0,25–0,32 menit, menunjukkan kecepatan dan kestabilan proses. Waktu pengupasan berkisar 3,30–3,85 menit, relatif stabil. Tahapan keluar hanya memakan waktu 0,20–0,49 menit, jauh lebih singkat dibanding metode celup. Total waktu per siklus berkisar 3,72–4,78 menit, sehingga ada penghematan waktu hampir satu menit dibanding metode celup. Hasil ini juga menunjukkan bahwa 85% total waktu lebih banyak digunakan untuk pengupasan kulit kayu.

Perbedaan waktu antara metode celup dan langsung, metode langsung memiliki

proses lebih cepat sekitar 1 menit jika dibandingkan metode celup (4,06 vs 5,06 menit). Perbedaan terbesar ada pada tahapan masuk (turun dari 1,08 menit menjadi 0,28 menit) dan keluar (turun dari 0,51 menit menjadi 0,23 menit). Artinya metode langsung lebih efisien pada tahap awal dan akhir. Waktu kupas relatif sama (3,46 vs 3,54 menit), sehingga inti perbedaan produktivitas ada pada proses logistik kayu (masuk dan keluar). Dengan siklus lebih cepat, metode langsung berpotensi menghasilkan output lebih besar dalam periode waktu yang sama, meningkatkan produktivitas. Metode celup sesuai dengan tujuannya adalah untuk melembapkan log sehingga proses pengupasan kulit kayu menjadi lebih mudah. Namun demikian, perlakuan ini juga menambah waktu pada setiap siklus kerja. Berdasarkan hasil pengukuran, tambahan waktu yang muncul akibat proses celup menjadi faktor penting yang perlu dievaluasi untuk menilai apakah kemudahan pengupasan yang diperoleh sebanding dengan penurunan kecepatan siklus secara keseluruhan. Menurut studi dari Chahal dan Ciolkosz (2019) kelembaban kayu (moisture content atau MC) mempengaruhi proses pengupasan kulit (*debarking*). Semakin rendah kadar air dalam kayu, semakin tinggi kekakuannya, sehingga ikatan antara kulit dan kayu menjadi lebih kuat dan lebih sulit untuk diputuskan selama proses *debarking*. Sebaliknya, jika kadar air lebih tinggi, kayu menjadi lebih lunak dan plastis, sehingga proses pelepasan kulit cenderung lebih mudah dan efisien. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan waktu antara metode celup dan metode langsung relatif kecil dan tidak signifikan, sehingga metode celup masih dapat digunakan dalam kondisi dan keadaan tertentu pada saat proses *debarking*.

Tahapan yang paling memakan waktu dalam proses *debarking* adalah pengupasan kulit kayu, baik pada metode celup 65% dan metode langsung 85%. Studi lain juga menyebutkan bahwa waktu yang dihabiskan

untuk proses *debarking* dapat menyumbang lebih dari 50% dari total waktu produksi dalam operasi penebangan kayu, terutama untuk pohon konifer seperti pinus dengan alat *chainsaw* (Eker *et al.*, 2011). Sedangkan menurut studi lainnya Gülci *et al* (2017) proses pengupasan kulit kayu yaitu sekitar 89,7% dari total waktu proses, dengan total waktu *debarking* sebesar 1,30 menit per kayu. Sedangkan keseluruhan waktu rata metode celup 5,06 menit dan metode langsung 4,06 menit, hal ini sejalan dengan penelitian Çağlar (2021) pada pemanenan kayu Pinus waktu yang dibutuhkan untuk *debarking* mencatat bahwa rata-rata waktu siklus *debarking* menggunakan alat spade adalah sekitar 6,08 menit untuk diameter kecil, dan sekitar 7,90 menit untuk diameter besar. Temuan ini menunjukkan bahwa tahapan pengupasan kulit kayu merupakan bagian yang paling memakan waktu dalam proses *debarking*, baik pada metode celup maupun metode langsung. Persentase waktu yang besar ini sejalan dengan berbagai studi sebelumnya yang menegaskan bahwa proses *debarking* dapat menyumbang lebih dari separuh total waktu produksi. Meskipun metode celup menambah waktu siklus sekitar satu menit dibanding metode langsung, selisih ini relatif kecil bila dibandingkan

dengan nilai pada studi lain, sehingga kedua metode dapat dianggap masih berada dalam rentang produktivitas yang wajar.

3. Produktivitas *Debarking*

Produktivitas *debarking* merupakan salah satu indikator penting dalam kegiatan pemanenan dan pengolahan kayu. Indikator ini menggambarkan tingkat efisiensi proses pengupasan kulit kayu yang dinyatakan sebagai perbandingan antara output yang dihasilkan dengan waktu yang dibutuhkan. Pada penelitian ini, produktivitas yang diukur berfokus pada kinerja alat dalam melaksanakan proses pengupasan. Melalui pengukuran produktivitas ini dapat diidentifikasi berbagai aspek operasional, seperti kecepatan penyelesaian setiap siklus kerja dan efektivitas alat atau metode yang digunakan dalam memproses kayu. Produktivitas *debarking* diukur dengan menggunakan metode celup dan langsung pada *excavator grapple* dengan merek Cobelco 3K 200XD. Hasil pengukuran produktivitas alat disajikan pada Tabel 3 dan Tabel 4 di bawah ini berdasarkan setiap siklus.

Tabel 3. Produktivitas alat dengan metode langsung

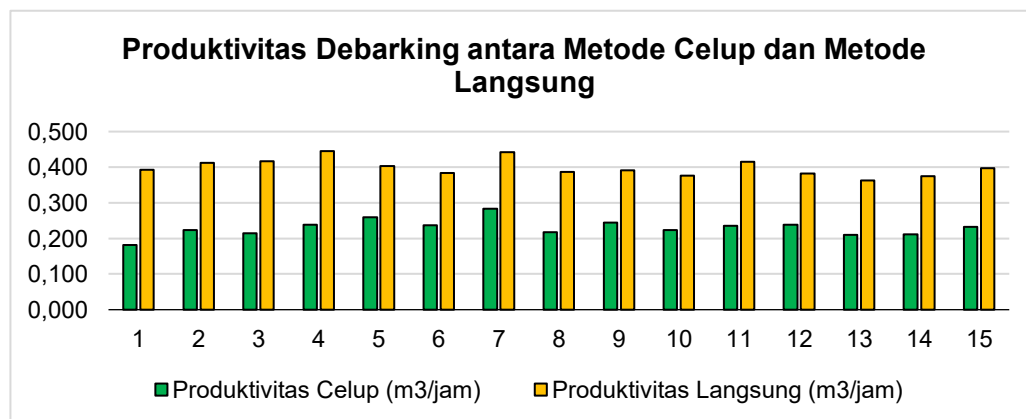
Siklus	Jumlah Kayu	Produksi (m ³)	Waktu (menit)	Produktivitas (m ³ /menit)
1	25	1,00	5,5	0,18
2	28	1,12	5,01	0,22
3	30	1,20	5,59	0,21
4	29	1,16	4,85	0,24
5	31	1,24	4,78	0,26
6	29	1,16	4,9	0,24
7	32	1,28	4,52	0,28
8	27	1,08	4,95	0,22
9	30	1,20	4,91	0,24
10	28	1,12	5,02	0,22
11	28	1,12	4,76	0,24
12	27	1,08	4,52	0,24
13	29	1,16	5,52	0,21
14	30	1,20	5,67	0,21
15	31	1,24	5,34	0,23
Rata-rata	30	1,16	5,056	0,23

Tabel 4. Produktivitas alat dengan metode celup

Siklus	Jumlah Kayu	Produksi (m ³)	Waktu (menit)	Produktivitas (m ³ /menit)
1	27	1,537	3,91	0,393
2	28	1,62	3,935	0,413
3	30	1,74	4,17	0,417
4	29	1,68	3,775	0,446
5	28	1,60	3,96	0,403
6	28	1,60	4,155	0,384
7	30	1,71	3,87	0,442
8	26	1,51	3,9	0,387
9	29	1,68	4,3	0,391
10	26	1,48	3,935	0,376
11	27	1,57	3,77	0,415
12	26	1,48	3,875	0,382
13	27	1,57	4,31	0,363
14	30	1,74	4,635	0,375
15	30	1,74	4,38	0,397
Rata-rata	28	2	4	0,399

Berdasarkan pengukuran produktivitas alat pada Tabel 3 menunjukkan hasil pengukuran produktivitas alat *debarking* yang menggunakan metode celup. Rata-rata jumlah kayu yang diproses pada setiap siklus adalah 30 batang dengan volume produksi rata-rata 1,16 m³ per siklus. Waktu rata-rata yang diperlukan untuk menyelesaikan satu siklus *debarking* dengan metode celup adalah 5,056 menit, menghasilkan produktivitas rata-rata sebesar 0,23 m³/menit. Jumlah kayu per siklus relatif stabil (berkisar 25–32 batang) dengan variasi waktu yang tidak terlalu besar (sekitar 4,5–5,9 menit per siklus). Nilai produktivitas per siklus berkisar antara 0,18–0,28 m³/menit, dengan produktivitas rata-rata 0,23 m³/menit menunjukkan kemampuan alat untuk

mengupas kayu secara efektif pada kondisi basah, dengan variasi kecil antar siklus. Sedangkan pengukuran produktivitas alat pada Tabel 4 menunjukkan hasil pengukuran produktivitas alat *debarking* menggunakan metode celup. Rata-rata jumlah kayu yang diproses pada setiap siklus adalah 28 batang dengan rata-rata volume produksi 2 m³ per siklus. Waktu rata-rata per siklus adalah 4 menit, menghasilkan produktivitas rata-rata 0,399 m³/menit. Jumlah kayu yang diproses per siklus relatif stabil, yaitu berkisar antara 26 hingga 30 batang (sekitar 3,7–4,7 menit per siklus.) Nilai produktivitas per siklus bervariasi antara 0,36–0,45 m³/menit, yang menunjukkan perbedaan kecil namun masih dalam kisaran yang relatif stabil.

Gambar 3. Produktivitas *Debarking* antara Metode Celup dan Metode Langsung

Berdasarkan hasil dari kedua metode, perbandingan metode celup dan langsung (Gambar 3) menggambarkan produktivitas alat pada kedua metode. Rata-rata produktivitas metode celup adalah 0,23 m³/menit, sedangkan metode langsung mencapai 0,399 m³/menit. Perbedaan ini cukup signifikan karena metode langsung menghasilkan produktivitas hampir dua kali lipat dibandingkan metode celup. Faktor utama yang memengaruhi adalah durasi waktu pada setiap siklus. Pada metode celup, waktu tambahan untuk proses masuk dan keluar menyebabkan kapasitas produksi per menit menurun. Sebaliknya, metode langsung lebih cepat sehingga mampu menghasilkan volume lebih besar pada satuan waktu yang sama. Hasil ini sesuai dengan penelitian Wahyudi et al. (2019) yang menyatakan bahwa efektivitas operasional sangat dipengaruhi oleh panjang pendeknya siklus kerja. Semakin singkat siklus, semakin tinggi output per satuan waktu. Demikian juga, Rahman et al. (2022) menegaskan bahwa dalam mekanisasi kehutanan, kecepatan proses memiliki korelasi positif terhadap produktivitas alat. Oleh karena itu, metode langsung lebih unggul dari sisi produktivitas dibandingkan metode celup, meskipun keduanya sama-sama mampu menyelesaikan fungsi pengupasan.

Pada kondisi lahan gambut yang basah di PT. RAPP Estate Pelalawan, metode celup membantu melembabkan kulit kayu sehingga memudahkan proses pengupasan. Namun pada kayu *Acacia crassiparva* berumur 3,5–4 tahun, kulit relatif tipis sehingga metode langsung tetap lebih unggul. Menurut penelitian McEwan et al (2017) kualitas proses *debarking* dipengaruhi oleh dua faktor utama, yaitu kekuatan ikatan antara kulit kayu dan batang (Bark-to-Wood Bond Strength atau BWBS) serta jumlah pohon dalam satu tumpukan. Semakin tinggi nilai BWBS dan semakin banyak pohon dalam satu muatan, kualitas *debarking* cenderung menurun. Sementara itu, bentuk pohon tidak menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap produktivitas maupun kualitas

debarking. Selain itu faktor kelembaban kayu, faktor alat atau mesin yang digunakan juga mempengaruhi faktor produktivitas *debarking* seperti umur alat, merek alat dan kemampuan operator. Menurut penelitian Silitonga et al (2025) umur alat secara signifikan mempengaruhi produktivitas kegiatan *debarking* menggunakan *excavator grapple*. Secara spesifik, alat yang berumur kurang dari 2000 jam memiliki rata-rata produktivitas tertinggi yaitu 17,47 m³/jam. Produktivitas ini menurun pada alat berumur 2000-4000 jam, yaitu sekitar 15,30 m³/jam, dan menurun lagi pada alat yang berumur lebih dari 4000 jam, yaitu sekitar 12,77 m³/jam. Hasil ini mengindikasikan bahwa semakin tua umur alat, maka produktivitas cenderung menurun secara signifikan.

Berdasarkan informasi di lapangan, alat ekskavator grapple merek Cobelco 3K 200XD merupakan peralatan baru dengan usia 6 bulan, sehingga masih tergolong baru dan memiliki produktivitas yang tinggi. Namun, di sisi lain penguasaan operator juga sangat penting, operator yang mengoperasikan alat ini diketahui telah memiliki pengalaman selama tiga tahun dan tergolong mahir. Dengan demikian, tingkat produktivitas pada metode celup maupun metode langsung termasuk kategori tinggi. Oleh karena itu, metode ini dapat dijadikan kombinasi sesuai kondisi lapangan, misalnya apabila kayu dalam kondisi kering dan sulit dikupas dapat menggunakan metode celup, dan sebaliknya.

4. Efisiensi Debarking

Efisiensi *debarking* merupakan parameter yang menunjukkan sejauh mana kegiatan *debarking* kayu mampu mencapai produktivitas optimal dengan penggunaan sumber daya yang efektif. Proses mengukur efisiensi diperoleh dari data hasil pengukuran hasil penelitian di lapangan dan membandingkannya dengan standar perusahaan. Berikut ini Tabel 5 menyajikan hasil efisiensi *debarking*

Tabel 5. Efisiensi *debarking*

No	Metode Debarking	Produktivitas (m ³ /jam)	Standar Perusahaan (m ³ /jam)	Efisiensi (%)
1	Metode Celup	13,80	10,82	128%
2	Metode Langsung	23,94	10,82	221%

Hasil perhitungan efisiensi pada Tabel 5 menunjukkan perbedaan yang sangat signifikan antar-metode. Metode celup memiliki efisiensi sebesar 128% dibandingkan standar perusahaan ($10,82 \text{ m}^3/\text{jam}$), sedangkan metode langsung mencapai 221%, hampir dua kali lipat metode celup. Dengan efisiensi setinggi ini, metode langsung berpotensi menurunkan biaya tenaga kerja dan bahan bakar per m^3 kayu yang diproses. Peningkatan produktivitas tersebut sejalan dengan strategi perusahaan untuk mencapai target produksi pulp nasional. Temuan ini membuktikan bahwa metode langsung tidak hanya meningkatkan produktivitas per siklus, tetapi juga mampu melampaui standar perusahaan lebih dari dua kali lipat. Dengan demikian, metode ini lebih sesuai diterapkan pada kondisi operasional yang menuntut kecepatan dan volume produksi tinggi.

Menurut Santosa et al. (2020), efisiensi kerja dalam kegiatan pengupasan kulit kayu sangat penting karena berpengaruh langsung terhadap biaya produksi. Metode dengan efisiensi lebih tinggi dapat menurunkan biaya per satuan produk. Penelitian serupa oleh Li et al. (2021) juga menunjukkan bahwa penggunaan teknik *debarking* yang lebih sederhana mampu meningkatkan output serta mengurangi waktu henti operasi. Selain itu, penggunaan alat semi-mekanis seperti DPD berkontribusi mengurangi ketergantungan terhadap tenaga kerja manual, meminimalkan kerusakan kayu akibat serangan serangga (misalnya kumbang bark beetle), serta mempercepat proses pengolahan log sehingga hasilnya lebih bersih. Secara keseluruhan, alat ini meningkatkan efisiensi dan efektivitas proses *debarking* dalam operasi penebangan kayu (Eker et al., 2020).

Efisiensi juga tercermin pada kemampuan alat melakukan beberapa proses sekaligus melalui penambahan atau penggabungan alat tambahan. Dengan demikian, efisiensi terwujud melalui peningkatan produktivitas, penghematan waktu, dan biaya (Rukomojnikov & Alexagina, 2024). Meskipun memerlukan biaya investasi lebih besar, seperti ditunjukkan studi Mergl et al. (2021), penambahan alat pada penggunaan kepala *debarking* memungkinkan proses pengolahan kayu yang lebih ramah lingkungan dan sesuai kebutuhan sehingga mampu meningkatkan efisiensi pekerjaan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, metode langsung terbukti lebih unggul dibandingkan metode celup dalam kegiatan *debarking* di PT RAPP. Metode ini memiliki waktu siklus yang lebih singkat (4,06 menit) dibandingkan metode celup (5,06 menit) sehingga menghasilkan produktivitas hampir dua kali lipat lebih tinggi ($0,399 \text{ m}^3/\text{menit}$ vs. $0,23 \text{ m}^3/\text{menit}$) dan efisiensi yang jauh melampaui standar perusahaan (221% untuk metode langsung dibandingkan 128% untuk metode celup). Temuan ini menunjukkan bahwa metode langsung lebih sesuai untuk kondisi operasional yang menuntut kecepatan dan volume tinggi, sedangkan metode celup tetap bermanfaat pada kayu dengan kulit lebih tebal atau kondisi kayu kering yang sulit dikupas. Meskipun kedua metode ini memiliki karakteristik yang berbeda, hasil penelitian menunjukkan bahwa keduanya dapat saling melengkapi dan dikombinasikan sesuai kondisi lapangan, karena pada situasi tertentu kayu yang sulit dikupas memerlukan perlakuan awal seperti metode celup untuk mempermudah proses pengupasan. Peningkatan produktivitas dan efisiensi ini mendukung strategi perusahaan untuk mencapai target produksi pulp nasional, mengurangi ketergantungan pada tenaga kerja manual, serta meningkatkan kualitas hasil pengupasan dan keberlanjutan operasional secara keseluruhan.

Saran

Saran penelitian ini adalah agar metode langsung diprioritaskan pada kondisi operasional yang menuntut kecepatan dan volume produksi tinggi karena efisiensinya lebih tinggi, sedangkan metode celup tetap digunakan untuk kayu dengan kulit tebal atau kondisi khusus sehingga keduanya dapat saling melengkapi sesuai situasi lapangan. Perusahaan juga disarankan melakukan standarisasi keterampilan operator melalui pelatihan dan memastikan pemeliharaan alat secara rutin guna menjaga performa serta meminimalkan variasi produktivitas antar-siklus.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis menyampaikan terima kasih kepada Lembaga Penelitian dan Pengabdian kepada Masyarakat (LPPM) Universitas Riau melalui dana DIPA pada skema RIPEKDOM, yang telah memberikan dukungan pendanaan terhadap penelitian ini. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada PT Riau Andalan Pulp and Paper (RAPP) Estate Pelalawan serta seluruh pihak yang telah membantu dalam pelaksanaan penelitian di lapangan, sehingga penelitian ini dapat berjalan dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

- Anderson, M., Brown, J., & White, T. 2022. Advances in debarking technology for sustainable pulp production. *Forest Engineering Journal*, (online), Vol. 48, No. 2, 101–113. (<https://doi.org/10.1080/08936089.2022.118943>, diakses 20 September 2025)
- Çağlar, S. (2021). Work efficiency and physical workload during the manual debarking of Scotch pine trees. *International Journal of Forest Engineering*, (online), Vol. 32, No. 3, 246–255. (<https://doi.org/10.1080/14942119.2021.1927471>)
- Chahal, A., & Ciolkosz, D. 2019. A review of wood-bark adhesion: Methods and mechanics of debarking for woody biomass. *Wood and Fiber Science*, (online), Vol. 51, No. 3, 288–299. (<https://doi.org/10.22382/wfs-2019-027>, diakses 20 September 2025)
- Eker, M., Çoban, H. O., & Acar, H. H. 2011. Time study and productivity analysis of chainsaw mounted log debarker in southern pine forests of Turkey. *African Journal of Agricultural Research*, (online), Vol. 6, No. 10, 2146–2156. (<https://doi.org/10.5897/AJAR11.196>, diakses 1 Oktober 2025)
- Evers, S., Yule, C. M., Padfield, R., O'Reilly, P., & Varkkey, H. 2017. Keep wetlands wet: The myth of sustainable development of tropical peatlands Implications for policies and management. *Global Change Biology*, (online), Vol. 23, No. 2, 534–549. (<https://doi.org/10.1111/gcb.13422>, diakses 12 Oktober 2025).
- Holzleitner, F & Kanzian, C. 2022. Integrated in-stand debarking with a harvester in cut-to-length operations – processing and extraction performance assessment. *International Journal of Forest Engineering*, (online), Vol. 33, No. 1, 66–79. (<https://doi.org/10.1080/14942119.2021.2013049>, diakses 10 Oktober 2025)
- Gülci, N., Akay, A. E., & Erdaş, O. 2017. Productivity assessment of alternative timber debarking methods. *Şumarski list*, (online), Vol. 141, No. 10, 469–476. (<https://doi.org/10.31298/sl.141.9-10.3>, diakses 12 September 2025)
- Hakim, R., & Wibowo, A. 2020. Teknologi pengupasan kulit kayu untuk peningkatan mutu serat pulp. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*, (online), Vol. 38, No. 1), 45–54. (<https://doi.org/10.20886/jthh.2020.38.1.45-54>, diakses 12 September 2025)
- Hidayat, W., & Febrianto, F. (2018). *Teknologi modifikasi kayu ramah lingkungan: Modifikasi panas dan pengaruhnya terhadap sifat-sifat kayu*. Pusaka Media: Bandar Lampung.
- Heppelmann, J. B., Labelle, E. R., Wittkopf, S., & Seeling, U. 2019. In-stand debarking with the use of modified harvesting heads: A potential solution for key challenges in European forestry. *European Journal of Forest Research*, (online), Vol. 138, No. 6, 1067–1081. (<https://doi.org/10.1007/s10342-019-01225-y>, diakses 15 September 2025)
- Johnson, R., & Lee, M. 2019. Productivity measurement and efficiency evaluation in forestry operations. *International Journal of Forest Engineering*, (online), Vol. 30, No. 3, 190–200. (<https://doi.org/10.1080/14942119.2019.1648234>, diakses 17 September 2025)
- Junaidi, M., Suryahadi, D., & Sushardi. 2025. Perbandingan efektivitas dan efisiensi kupasan pada metode manual dan debark ponton darat terhadap tanaman *Acacia crassiparva* under age di Estate Mandau PT. RAPP. *Agroforetech*, (online), Vol. 3, No. 1, 451–456, (<https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/1734>, diakses 20 September 2025)
- Idris, M. M., & Suhartana, S. 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. (offline) (Jurnal Penelitian Hasil Hutan), Vol 13, No. 1, 94–100.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan [KLHK]. 2023. Statistik produksi pulp dan kertas Indonesia 2023. Jakarta: KLHK Press.
- Li, X., Zhang, Y., & Chen, H. 2021. Improving debarking efficiency with simplified processing methods. *Forest Products Journal*, (online), Vol. 71 No. 2, 99–107. (<https://doi.org/10.13073/FPJ-D-20-00045>, 3 September 2025)
- McEwan A., Brink M., Spinelli R. 2017. Factors affecting the productivity and work quality of chain flail delimbing and debarking. *Silva Fennica*, (online), Vol. 51, No. 2, article id 1599 14p. (<https://doi.org/10.14214/sf.1599>, diakses 13 Agustus 2025)
- Mergl, V., Zemánek, T., Šušnjar, M., & Klepárník, J. 2021. Efficiency of harvester with the debarking head at logging in spruce stands affected by bark beetle outbreak. *Forests*, (online), Vol. 12, No. 10, 1348. (<https://doi.org/10.3390/f12101348>, diakses 13 September 2025)
- Nugroho, H., Putra, A., & Hidayat, T. 2021. Pengaruh metode perendaman terhadap kualitas kupasan kayu pada industri pengolahan. *Jurnal Kehutanan Indonesia*, (online), Vol. 13, No. 1, 45–55. (<https://doi.org/10.20886/jki.2021.13.1.45-55>, diakses 20 September 2025)
- Oliveira, L., & Silva, M. 2020. Efficiency of modern debarkers in tropical timber processing. *European Journal of Wood and Wood Products*, (online), Vol. 78, No. 4, 553–562. (<https://doi.org/10.1007/s00107-020-01540-9>, diakses 4 September 2025)
- Pathak, S., & Sharma, R. 2021. Global competitiveness of pulp and paper industry: A review. *Forest Policy and Economics*, (online), Vol. 131, 102568. (<https://doi.org/10.1016/j.forpol.2021.102568>, diakses 21 September 2025)
- Rahman, A., Sutrisno, & Firmansyah, Y. 2022. Relationship between work cycle time and productivity in forestry mechanization. *Forest Engineering Journal*, Vol. 44, No. 1, 55–63. (<https://doi.org/10.1080/14942119.2022.118951>, diakses 22 September 2025)
- Rukomojnikov, K. P., & Alexagina, N. N. 2024. Mechanism for debarking logs when performing logging operations using a forest harvester. *Strojnícky časopis Journal of Mechanical Engineering*, (online), Vol. 74, No. 3, 97–104. (<https://doi.org/10.2478/scjme-2024-0031>, diakses 13 September 2025)
- Santosa, B., Raharjo, M., & Widodo, S. 2020. Efisiensi kerja dan biaya operasional dalam pengupasan kayu. *Jurnal Teknologi Hasil Hutan*, (online), Vol. 38, No. 4, 201–210. (<https://doi.org/10.20886/jthh.2020.38.4.201-210>, diakses 20 September 2025)
- Sharma, R., Shukla, A., & Kumar, S. 2018. Effect of pre-treatment on wood processing efficiency. *Journal of Wood Science and Technology*, (online), Vol. 56, No. 3, 215–224. (<https://doi.org/10.1007/s10086-018-1721-9>, diakses 27 September 2025)
- Silitonga, E., Woesono, H. B., & Hadi, D. S. (2025). Pengaruh Umur Alat terhadap Produktivitas Excavator pada Kegiatan Debarking di PT.TPL. AGROFORETECH, (online), Vol. 3, No. 1, 543–549. (<https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/1734>, 11 Agustus 2025)
- Siregar, H., & Prasetyo, E. 2021. Inovasi debark ponton darat untuk lahan gambut di Indonesia. *Jurnal Rekayasa Hasil Hutan*, (online), Vol. 9, No. 2, 88–96. (<https://doi.org/10.25077/jrhh.9.2.88-96>, 2 Oktober 2025)
- Suhartana, S., & Yuniawati. 2021. Pengaruh waktu kupas dan volume kayu terhadap produktivitas dan biaya pengupasan kulit kayu hutan alam. *Ulin Jurnal Hutan Tropis (J Hut Trop)*, (online), Vol. 5, No. 2, 134–144. (<https://doi.org/10.32522/ujht.v5i2.6155>, 2 Oktober 2025)
- Tammya, E., & Herwanto, D. 2021. Analisis efektivitas mesin debarker dengan menggunakan metode overall equipment effectiveness (OEE) di PT. XYZ Kuningan, Jawa Barat. *SITEKIN: Jurnal Sains, Teknologi dan Industri*, (online), Vol. 19, No. 1, 20–27. (<http://dx.doi.org/10.24014/sitekin.v19i1.14740>, diakses 7 Agustus 2025)

- Telaumbanua, R. E. N., Suryahadi, D., & Suwadji, S. 2025. Perbandingan efektivitas dan efisiensi debarking kayu Eucalyptus sp. diameter kecil (piece size < 0.15 m³/tree) menggunakan harvester dan debark ponton darat (DPD). *Agroforetech*, (online), Vol. 3, No. 1, 471–479. (<https://jurnal.instiperjogja.ac.id/index.php/JOM/article/view/1734>, 11 Agustus 2025)
- Wahyudi, R., Prasetyo, B., & Nugraha, D. 2019. Analisis produktivitas alat mekanisasi pada pengolahan hasil hutan. *Jurnal Riset Hasil Hutan*, (online), Vol. 37, No. 2, 125–134. (<https://doi.org/10.20886/jrhh.2019.37.2.125-134>, 7 Oktober 2025)
- Zhang, L. 2018. Innovations in debarking machinery: Productivity and sustainability perspectives. *Journal of Forestry Research*, (online), Vol. 29, No. 6, 1449–1458. (<https://doi.org/10.1007/s11676-018-0655-9>, 14 Agustus 2025)