



Unjuk Kerja Mesin Perajang Biomassa Tipe Slicer untuk Perajangan Pelepah Kelapa Sawit

Performance Evaluation of a Slicer-Type Biomass Chopper for Oil Palm Frond Processing

Galang Dzakwan Hafizh¹, Sandi Asmara¹, Oktafri^{1*}, Siti Suharyatun¹

¹Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

*Corresponding Author: oktafirahman1@gmail.com

Abstract. *This study aimed to evaluate the performance of a slicer-type biomass chopper in processing oil palm fronds at different engine speeds (2000, 2350, and 2700 rpm). The observed parameters included working capacity, fuel consumption, material losses, and ergonomic aspects. The results showed that variations in engine speed significantly affected machine performance. The highest working capacity was achieved at 2700 rpm, reaching 465.96 kg/h, while the lowest was at 2000 rpm with 185.04 kg/h. Fuel consumption ranged from 1.29 to 1.70 L/h, with the lowest value at 2000 rpm and the highest at 2700 rpm. The lowest material loss was recorded at 2000 rpm (0.95%), whereas the highest occurred at 2700 rpm (2.44%). Ergonomic analysis indicated that the Cardiovascular Load (CVL) ranged from 31% to 36%, categorized as moderate workload and still tolerable for operators. Overall, the best performance was obtained at 2700 rpm due to its highest working capacity with relatively acceptable losses.*

Keywords: *Biomass Shredding Machine, Oil Palm Fronds, Rotation Speed, Working Capacity.*

1. Pendahuluan

Limbah pelepah kelapa sawit merupakan salah satu residu padat yang belum dimanfaatkan secara optimal dan seringkali menimbulkan permasalahan di lahan perkebunan. Keberadaannya tidak hanya mengganggu aktivitas pemeliharaan tanaman, seperti pemupukan dan panen, tetapi juga berpotensi menjadi habitat bagi hama seperti tikus dan ular.

Di sisi lain, pelepah kelapa sawit merupakan biomassa lignoselulosa yang memiliki potensi besar untuk dimanfaatkan. Produksi limbah pelepah sawit dapat mencapai sekitar 10 ton/ha/tahun yang berasal dari kegiatan pemangkasan rutin. Limbah ini berpotensi diolah menjadi berbagai produk

bernilai tambah seperti pupuk organik, pakan ternak, briket biomassa, pot organik, dan produk lainnya.

Salah satu upaya pemanfaatan limbah pelepah sawit adalah melalui proses pengecilan ukuran menjadi bentuk cacahan. Ukuran partikel yang lebih kecil akan meningkatkan luas permukaan sehingga mempercepat proses dekomposisi dan fermentasi oleh mikroorganisme (Hidayat, 2006).

Mesin perajang biomassa tipe slicer merupakan pengembangan dari mesin Rabakong yang telah dikembangkan sejak tahun 2018 di Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung. Pengembangan terbaru mencakup perbaikan desain rangka, optimasi pisau, peningkatan daya mesin, serta penyesuaian rasio pulley. Modifikasi ini diharapkan mampu meningkatkan kapasitas kerja tanpa menambah dimensi mesin.

Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi kinerja mesin perajang biomassa tipe slicer pada berbagai kecepatan putaran mesin.

2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2025 di Desa Tri Rahayu, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. . Pengolahan dan analisis data dilakukan di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian (DAMP), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi mesin perajang biomassa tipe slicer, stopwatch, tachometer, timbangan, karung goni, tali rafia, ayakan berukuran 1 mm, 2 mm, dan 5 mm, gelas ukur, laptop, kamera, serta alat tulis. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah kelapa sawit dan bahan bakar berupa solar.

2.1 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif, yang melibatkan kegiatan pengujian, pengukuran, dan analisis data secara matematis dan statistik.

Penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu kecepatan putaran mesin yang terdiri atas tiga taraf perlakuan, yaitu 2000 rpm, 2350 rpm, dan 2700 rpm. Masing-masing perlakuan diulang sebanyak tiga kali, dengan durasi pengujian selama 10 menit pada setiap ulangan.

2.2 Parameter Penelitian

2.2.1 Kapasitas Kerja (kg/jam)

Kapasitas kerja dihitung berdasarkan jumlah hasil perajangan yang dihasilkan dalam satuan waktu tertentu. Setiap hasil perajangan ditimbang untuk memperoleh berat bahan hasil (kg), kemudian dihitung kapasitas kerjanya dalam satuan kg/jam.

$$K = \frac{M}{T} \pi r^2 \quad (1)$$

dimana K adalah kapasitas perajangan (kg/jam), M adalah berat hasil perajangan (kg), T adalah waktu yang digunakan dalam proses perajangan (jam).

2.2.2 Kehilangan Hasil (%)

Kehilangan hasil (*Losses*) merupakan selisih antara berat bahan sebelum dan sesudah proses perajangan. Kehilangan ini dapat terjadi akibat bahan yang tidak terproses secara sempurna maupun tercecer selama proses berlangsung. Persentase kehilangan hasil dihitung menggunakan persamaan 2:

$$Losses = \frac{B1-B0}{B1} \times 100\% \quad (2)$$

dimana B1 adalah bahan input (kg), bo adalah bahan output (kg).

2.2.3 Konsumsi Bahan Bakar (L/jam)

Pengukuran konsumsi bahan bakar dilakukan dengan metode full tank, yaitu dengan mengisi tangki bahan bakar hingga penuh sebelum pengujian dan mengisi kembali hingga penuh setelah pengujian selesai. Selisih volume bahan bakar yang ditambahkan menunjukkan jumlah bahan bakar yang terpakai. Volume bahan bakar diukur menggunakan gelas ukur, kemudian dihitung konsumsi bahan bakar per satuan waktu.

$$Kb = \frac{vb}{t} \quad (3)$$

dimana Kb adalah konsumsi bahan bakar (liter/menit), Vb adalah volume bahan bakar terpakai (liter), t adalah waktu beroperasi mesin (menit).

2.2.4 Aspek Ergonomika

Evaluasi aspek ergonomika dilakukan berdasarkan beban kerja fisiologis operator, yang dianalisis menggunakan parameter Cardiovascular Load (CVL). Beban kerja ini dihitung berdasarkan perbandingan antara denyut nadi kerja dan denyut nadi maksimum.

$$\%CVL = 100 \times \frac{(DNK-DNI)}{(DNmaks-DNI)} \quad (4)$$

dimana DNK adalah denyut nadi kerja (denyut/menit), DNI adalah denyut nadi istirahat (denyut/menit), DNmaks adalah denyut nadi maksimum (denyut/menit).

Nilai denyut nadi maksimum dihitung berdasarkan:

- Laki-laki = 220 – umur
- Perempuan = 200 – umur (Tarwaka et al., 2004)

Nilai %CVL yang diperoleh selanjutnya dibandingkan dengan klasifikasi beban kerja untuk menentukan tingkat beban kerja operator.

2.2.5 Analisis Data

Data hasil penelitian dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Analisis statistik dilakukan menggunakan uji analisis ragam (Analysis of Variance/ANOVA) untuk mengetahui pengaruh perlakuan kecepatan putaran mesin terhadap parameter yang diamati. Apabila hasil ANOVA menunjukkan pengaruh yang nyata, maka analisis dilanjutkan dengan uji lanjut Beda Nyata Terkecil (BNT).

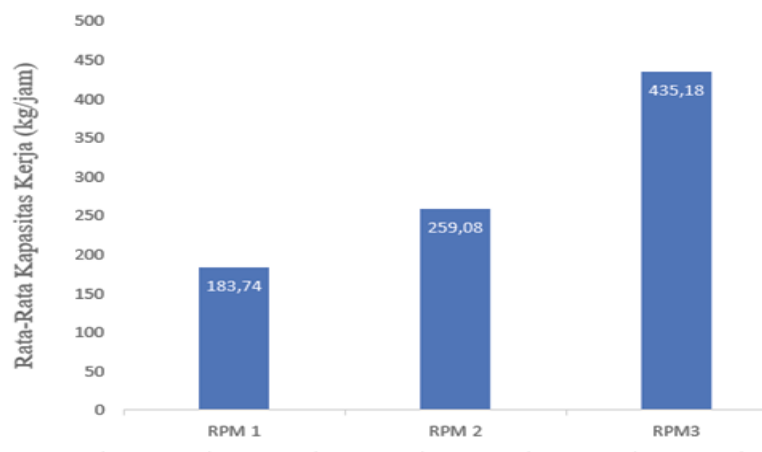
3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kapasitas Kerja

Pengujian dilakukan pada tiga variasi kecepatan putaran mesin, yaitu 2000 rpm, 2350 rpm, dan 2700 rpm. Data hasil pengujian kapasitas kerja disajikan pada Tabel 1, sedangkan nilai rata-ratanya ditunjukkan pada Gambar 1.

Tabel 1 Rata-rata kapasitas kerja

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
RMP 1	181,26 kg	185,04 kg	185,92 kg	183,74 kg
RMP 2	256,86 kg	269,34 kg	251,04 kg	259,08 kg
RMP 3	412,14 kg	465,96 kg	427,44 kg	435,18 kg



Gambar 1. Rata-rata kapasitas kerja

Berdasarkan hasil pengujian, rata-rata kapasitas kerja pada 2000 rpm adalah sebesar 183,74 kg/jam. Pada 2350 rpm, kapasitas kerja meningkat menjadi 259,08 kg/jam. Sementara itu, kapasitas kerja tertinggi diperoleh pada 2700 rpm sebesar 435,18 kg/jam.

Peningkatan kapasitas kerja seiring dengan bertambahnya putaran mesin menunjukkan bahwa kecepatan putar sangat memengaruhi kinerja alat. Semakin tinggi putaran mesin, semakin cepat putaran pisau perajang, sehingga frekuensi pemotongan bahan meningkat dan jumlah bahan yang dirajang per satuan waktu menjadi lebih besar.

Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putaran mesin berbanding lurus dengan kapasitas kerja alat. Namun demikian, peningkatan kapasitas ini perlu dipertimbangkan bersama parameter lain seperti konsumsi bahan bakar dan kehilangan hasil.

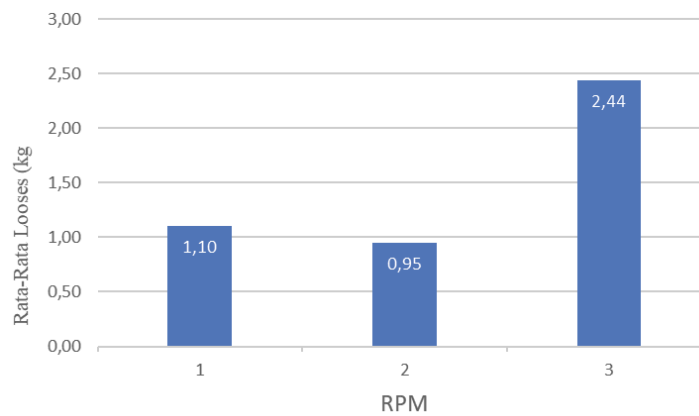
3.2 Kehilangan Hasil

Nilai kehilangan hasil (*losses*) pada masing-masing perlakuan disajikan pada Tabel 2 dan Gambar 2. Berdasarkan hasil penelitian, rata-rata kehilangan hasil pada 2000 rpm sebesar 1,10%. Pada 2350 rpm, nilai *losses* menurun menjadi 0,95%, sedangkan pada 2700 rpm meningkat menjadi 2,44%.

Peningkatan *losses* pada putaran mesin yang lebih tinggi disebabkan oleh meningkatnya kecepatan putaran pisau, sehingga sebagian bahan terlempar keluar dari ruang perajangan sebelum sempat terproses secara optimal. Selain itu, gaya sentrifugal yang lebih besar pada putaran tinggi juga berkontribusi terhadap meningkatnya bahan yang tercecer.

Tabel 2. Rata-rata bahan terbuang (*losses*) (%).

Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
RMP 1	1,92 %	0,71%	0,68 %	1,10 %
RMP 2	0,33 %	1,05 %	1,48 %	0,95 %
RMP 3	2,74 %	3,12 %	1,46 %	2,44 %



Gambar 2. Grafik rata-rata bahan terbuang (*Losses*)

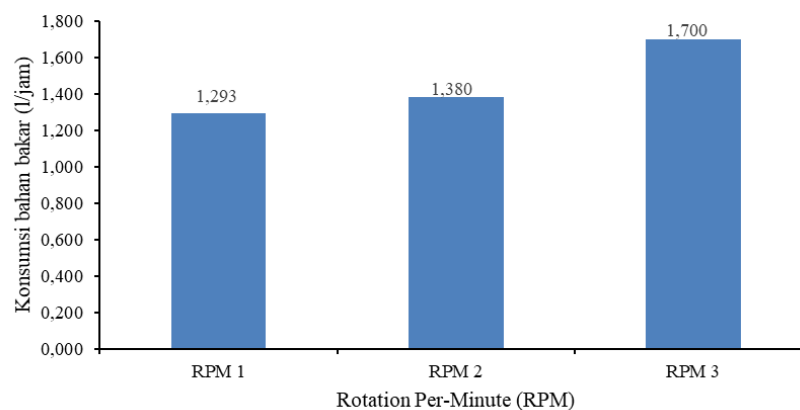
Sebaliknya, pada putaran yang lebih rendah, proses perajangan berlangsung lebih terkendali sehingga kehilangan bahan relatif lebih kecil. Hal ini menunjukkan adanya *trade-off* antara kapasitas kerja dan tingkat kehilangan hasil.

3.3 Konsumsi Bahan Bakar

Rata-rata konsumsi bahan bakar pada masing-masing perlakuan ditunjukkan pada Tabel 3 dan Gambar 3. Hasil pengujian menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan putaran mesin. Pada 2000 rpm, konsumsi bahan bakar sebesar 1,293 L/jam. Nilai ini meningkat menjadi 1,380 L/jam pada 2350 rpm, dan mencapai 1,700 L/jam pada 2700 rpm. Peningkatan konsumsi bahan bakar ini disebabkan oleh kebutuhan energi yang lebih besar untuk mempertahankan putaran mesin yang lebih tinggi. Semakin tinggi kecepatan putaran mesin, semakin besar daya yang dibutuhkan, sehingga konsumsi bahan bakar juga meningkat. Dengan demikian, peningkatan kapasitas kerja pada putaran tinggi harus diimbangi dengan pertimbangan efisiensi energi.

Tabel 3. Rata-rata konsumsi bahan bakar (ml/jam)

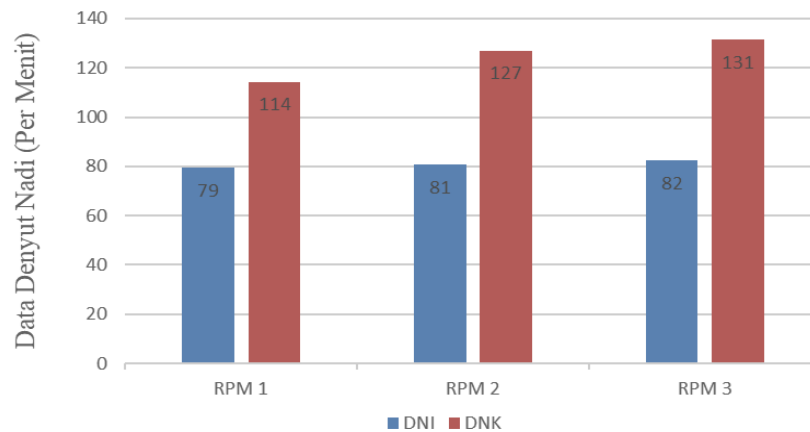
Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
RPM 1	1.360 ml	1.260 ml	1.260 ml	1.293 ml
RPM 2	1.380 ml	1.380 ml	1.380 ml	1.380 ml
RPM 3	1.740 ml	1.680 ml	1.680 ml	1.700 ml



Gambar 3. Grafik rata-rata konsumsi bahan bakar

3.4 Aspek Ergonomika

Evaluasi ergonomika dilakukan berdasarkan pengukuran denyut nadi operator selama proses pengoperasian alat. Hasil pengukuran ditunjukkan pada Gambar 4. Hasil penelitian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putaran mesin menyebabkan peningkatan denyut nadi operator. Pada 2000 rpm, rata-rata denyut nadi operator sebesar 114 denyut/menit yang termasuk dalam kategori beban kerja sedang. Sementara itu, pada 2350 rpm dan 2700 rpm, denyut nadi meningkat masing-masing menjadi 127 dan 131 denyut/menit, yang termasuk dalam kategori beban kerja berat.



Gambar 4. Rata-rata pengukuran denyut nadi

Peningkatan beban kerja ini terjadi karena operator harus bekerja lebih intensif dalam memasukkan bahan ke dalam mesin seiring dengan meningkatnya kapasitas kerja alat. Aktivitas fisik yang lebih tinggi menyebabkan peningkatan kebutuhan energi, yang tercermin dari meningkatnya denyut jantung dan konsumsi oksigen (Yulian et al., 2021).

Hasil perhitungan Cardiovascular Load (CVL) menunjukkan nilai sebesar 29,66%, 39,66%, dan 42,61% masing-masing untuk 2000 rpm, 2350 rpm, dan 2700 rpm. Berdasarkan klasifikasi Tarwaka et al. (2004), nilai CVL pada kisaran 30–60% termasuk dalam kategori beban kerja sedang dan masih dapat ditoleransi.

Meskipun demikian, peningkatan nilai CVL menunjukkan adanya peningkatan beban fisiologis operator, sehingga perlu dipertimbangkan aspek kenyamanan dan keselamatan kerja dalam pengoperasian alat pada putaran tinggi.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Kesimpulan dari hasil penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Variasi kecepatan putaran mesin berpengaruh nyata terhadap kapasitas kerja, konsumsi bahan bakar, dan kehilangan hasil. Peningkatan putaran mesin meningkatkan kapasitas kerja secara signifikan, namun diikuti dengan peningkatan konsumsi bahan bakar dan losses.
2. Kinerja terbaik diperoleh pada 2700 rpm dengan kapasitas kerja tertinggi sebesar 465,96 kg/jam, meskipun konsumsi bahan bakar dan losses relatif lebih tinggi dibandingkan perlakuan lainnya. Secara umum, peningkatan kecepatan putaran mesin memberikan trade-off antara kapasitas dan efisiensi.

4.2 Saran

Perawatan mesin perajang biomassa tipe slicer perlu dilakukan secara rutin setelah proses pengoperasian. Hal ini dapat dilakukan dengan membersihkan sisa-sisa pelepah sawit yang

menempel pada bagian pisau menggunakan sikat kawat, guna menjaga ketajaman pisau serta kinerja alat tetap optimal.

Selain itu, perlu dilakukan penelitian lanjutan yang mencakup analisis ekonomi, khususnya terkait biaya operasional dan kelayakan penggunaan alat di tingkat masyarakat. Analisis ini penting untuk mengetahui efisiensi penggunaan mesin dalam pengelolaan limbah pelepah kelapa sawit secara berkelanjutan.

Daftar Pustaka

- Hidayat, M. (2006). Evaluasi kinerja teknis mesin pencacah hijauan pakan ternak. *Jurnal Enjiniring Pertanian*, 4(2), xx–xx.
- Tarwaka, Solichul, & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk keselamatan, kesehatan kerja, dan produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press.
- Yulian, E. N. S., Tirtayasa, K., Adiatmika, I. P. G., Iridiastad, H., & Adiputra, N. (2021). Studi literatur: Pengukuran beban kerja. *Jurnal Penelitian dan Aplikasi Sistem & Teknik Industri*, 15, 194–205.