

**UNJUK KERJA MESIN PERAJANG BIOMASSA TIPE *SLICER* UNTUK
MERAJANG PELEPAH SAWIT**

(Skripsi)

Oleh

**GALANG DZAKWAN HAFIZH
2154071005**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

**UNJUK KERJA MESIN PERAJANG BIOMASSA TIPE *SLICER* UNTUK
MERAJANG PELEPAH SAWIT**

Oleh

**GALANG DZAKWAN HAFIZH
2154071005**

(Skripsi)

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

Pada

**Jurusan Teknik Pertanian
Fakultas Pertanian Universitas Lampung**



**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS LAMPUNG
2026**

ABSTRAK

UNJUK KERJA MESIN PERAJANG BIOMASSA TIPE *SLICER* UNTUK MERAJANG PELEPAH SAWIT

Oleh

Galang Dzakwan Hafizh

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi kinerja alat perajang biomassa tipe *slicer* untuk merajang pelepah sawit dengan variasi kecepatan putaran mesin (2000, 2350, 2700 RPM). Parameter yang diamati meliputi kapasitas kerja, konsumsi bahan bakar, losses, dan aspek ergonomika. Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi putaran mesin berpengaruh nyata terhadap kinerja alat. Kapasitas kerja tertinggi dicapai pada 2700 RPM dengan kapasitas sebesar 465,96 kg/jam, sedangkan kapasitas terendah diperoleh pada 2000 RPM dengan kapasitas sebesar 185,04 kg/jam. Konsumsi bahan bakar berkisar antara 1,29–1,70 L/jam, dengan nilai terendah pada 2000 RPM dan tertinggi pada 2700 RPM. Tingkat losses terendah tercatat pada 2000 RPM (0,95%), sedangkan tertinggi pada 2700 RPM (2,44%). Aspek ergonomika menunjukkan nilai CVL berada pada kategori beban kerja sedang (31–36%), yang masih dapat ditoleransi oleh operator. Kombinasi terbaik diperoleh pada RPM 2700 karena menghasilkan kapasitas tertinggi dengan losses yang tidak jauh berbeda dari RPM lainnya.

Kata kunci : Mesin perajang biomassa, pelepah sawit, kapasitas kerja, kecepatan putar

ABSTRACT

PERFORMANCE EVALUATION OF A BIOMASS SLICER-TYPE CHOPPER FOR CHOPPING OIL PALM FLEET

By
Galang Dzakwan Hafizh

This study aims to evaluate the performance of a slicer-type biomass chopper in chopping oil palm fronds with varying engine speeds (2000, 2350, 2700 RPM). The parameters observed included work capacity, fuel consumption, losses, and ergonomic aspects. The results showed that variations in engine speed significantly affected the tool's performance. The highest work capacity was achieved at 2700 RPM with a capacity of 465.96 kg/hour, while the lowest capacity was obtained at 2000 RPM with a capacity of 185.04 kg/hour. Fuel consumption ranged from 1.29–1.70 L/hour, with the lowest value at 2000 RPM and the highest at 2700 RPM. The lowest loss rate was recorded at 2000 RPM (0.95%), while the highest was at 2700 RPM (2.44%). Ergonomic aspects showed that the CVL value was in the medium workload category (31–36%), which was still tolerable by the operator. The best combination is obtained at 2700 RPM because it produces the highest capacity with losses that are not much different from other RPM.

Keywords: *Biomass shredding machine, oil palm fronds, working capacity, rotation speed.*

Judul : Unjuk Kerja Mesin Perajang Biomassa Tipe
Slicer Untuk Merajang Pelepah Sawit

Nama Mahasiswa : Galang Deakwan Hafizh

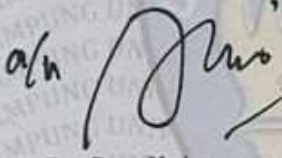
Nomor Pokok Mahasiswa : 2154071005

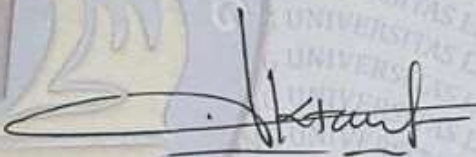
Jurusan : Teknik Pertanian

Fakultas : Pertanian

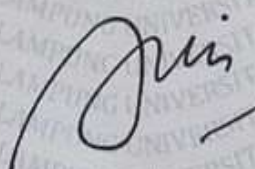
MENYETUJUI

1. Komisi Pembimbing


Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si
NIP. 196210101989021002


Ir. Oktafri, M.Si
NIP. 196410221989031004

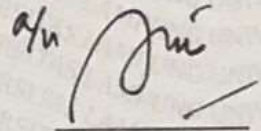
2. Ketua Jurusan Teknik Pertanian


Prof. Dr. Ir. Warji, S.TP., M.Si., IPM.
NIP. 197801022003121001

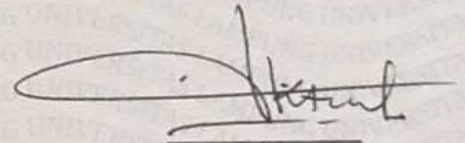
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

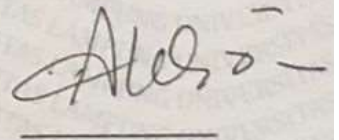
Ketua : Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si



Sekretaris : Ir. Oktafri, M.Si.



Penguji : Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si.



2. Dekan Fakultas Pertanian



Dr. Ir. Kuswanta Putas Hidayat, M.P.
NIP. 196411181989021002

Tanggal lulus ujian skripsi : 12 Desember 2025

PERNYATAAN KEASLIAN HASIL KARYA

Bersamaan dengan pernyataan ini saya Galang Dzakwan Hafizh NPM 2154071005, menyatakan bahwa semua yang tertulis di dalam karya ilmiah ini adalah hasil karya saya yang dibimbing oleh Komisi Pembimbing, 1) Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. dan 2) Ir. Oktafri, M.Si., berdasarkan pada pengetahuan dan informasi yang telah saya dapatkan. Karya ilmiah ini berisi material yang dibuat sendiri dan hasil rujukan beberapa sumber lain (buku, jurnal, dll) yang telah dipublikasikan sebelumnya atau dengan kata lain bukanlah hasil dari plagiat karya orang lain. Demikianlah pernyataan ini saya buat dan dapat dipertanggungjawabkan. Apabila dikemudian hari terdapat kecurangan dalam karya ini, maka saya siap mempertanggungjawabkannya.

Bandar Lampung, Januari 2026

Yang membuat pernyataan



Galang Dzakwan Hafizh
NPM 2154071005

RIWAYAT HIDUP



Penulis dilahirkan di Terbanggi Besar, Kecamatan Way Pengubuan, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung pada hari Jum'at, 23 Mei 2003. Penulis merupakan anak pertama dari dua bersaudara, putra dari Bapak Ratri Widodo dan Ibu Lina Utami. Penulis memulai pendidikan di

Sekolah Dasar di SDN 05 Lempuyang Bandar (lulus pada tahun 2015), Sekolah Menengah Pertama di SMP IT Bustanul Ulum (lulus pada tahun 2018), dan Sekolah Menengah Kejuruan di SMKN 2 Terbanggi Besar Jurusan Teknik Permesinan (lulus pada Tahun 2021). Pada tahun 2021 penulis diterima sebagai mahasiswa di Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung melalui jalur SMMPTN (Seleksi Mandiri Masuk Perguruan Tinggi Negeri).

Penulis melaksanakan kegiatan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 pada tahun 2024 selama 40 hari terhitung dari bulan Januari sampai bulan Februari tahun 2024 di Desa Jaya Tinggi, Kecamatan Kasui, Kabupaten Way Kanan, Provinsi Lampung.

Penulis melaksanakan Praktik Umum (PU) selama 30 hari kerja terhitung dari bulan Juni sampai bulan Agustus tahun 2024 di PTPN IV Regional VII, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung, dengan judul "Manajemen Pengangkutan Tandan Buah Segar (TBS) di PT. Perkebunan IV Regional VII (KSO) Kebun Bekri Kecamatan Sinar Banten, Kabupaten Lampung Tengah, Provinsi Lampung."

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan penuh rasa syukur atas Ridho Allah SWT yang telah memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis mempersembahkan hasil karya ini kepada :

Ayahku Ratri Widodo dan Ibuku Lina Utami yang selalu mengupayakan segala yang dimiliki baik berupa materi, tenaga, pikiran serta doa yang selalu terpanjat untuk keberhasilanku

SANWACANA

Puji syukur atas kehadiran Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat serta karunianya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul “Unjuk Kerja Alat Perajang Biomassa Tipe *Slicer* Untuk Merajang PELEPAH SAWIT” merupakan salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik (ST) di Universitas Lampung.

Penulis sangat menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini terjadi banyak kesalahan dan kekurangan, sehingga penulis mengucapkan terima kasih atas bantuan dari semua pihak yang telah memberikan bantuan, doa, dukungan dan bimbingan dalam menyelesaikan skripsi ini. Ucapan terimakasih saya haturkan kepada :

1. Prof. Dr. Ir. Lusmeilia Afriani, D.E.A., I.P.M. ASEAN Eng. selaku Rektor Universitas Lampung;
2. Bapak Dr. Ir. Kuswanta Futas Hidayat, MP. selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Lampung yang telah membantu dalam administrasi skripsi;
3. Bapak Prof. Dr. Ir. Warji, S.T.P., M.Si. IPM. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian Universitas Lampung;
4. Bapak Dr. Ir. Sandi Asmara, M.Si. selaku Dosen Pembimbing satu, yang telah meluangkan waktu untuk membimbing dan memberikan saran selama proses penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
5. Bapak Ir. Oktafri, M.Si. selaku Dosen Pembimbing Akademik penulis selama menempuh pendidikan di jurusan Teknik Pertanian sekaligus pembimbing kedua yang telah memberikan bimbingan,

dukungan dan arahan dalam menyelesaikan skripsi ini;

6. Ibu Dr. Siti Suharyatun, S.T.P., M.Si. selaku dosen pembahas yang telah memberikan saran serta masukannya sebagai perbaikan selama penulis menyusun skripsi ini;
7. Seluruh dosen dan civitas akademik jurusan Teknik Pertanian, yang telah banyak memberikan ilmu dan pengalaman;
8. Ayah, Ibu, dan Adik penulis yang penulis sayangi, terimakasih telah memberikan dukungan do'a serta materi demi kelancaran berjalannya penelitian penulis;
9. Pemilik NPM 2213043034 yang membuat penulis mengawali perjalanan skripsi ini dengan rasa patah hati. Yang Seiring berjalannya waktu pemilik NPM tersebut pelan pelan mulai kembali di samping penulis, semoga kisah ini terus tumbuh dalam kebaikan;
10. Teman seperjuangan dalam mengerjakan skripsi, Rio Dwi Saputra, Ahmad Zydan, Ela Novita Sari terimakasih atas kerjasamanya selama penelitian;
11. Keluarga Teknik Pertanian 2021 yang telah membantu penulis dalam perkuliahan, penelitian hingga penyusunan skripsi ini;
12. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang telah memberikan bantuan dalam menyelesaikan penelitian dan skripsi ini.

Dalam penyusunan skripsi ini penulis menyadari masih belum sempurna. Karena itu kritik dan masukan dari pembaca yang bersifat membangun sangat penulis harapkan. Akhir kata penulis mengucapkan terimakasih, dan penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis serta pembacanya.

Bandar Lampung, Januari 2026
Penulis,

Galang Dzakwan Hafizh

DAFTAR ISI

| | |
|---|-------------|
| DAFTAR ISI..... | iv |
| DAFTAR GAMBAR..... | vi |
| DAFTAR TABEL..... | viii |
| I. PENDAHULUAN..... | 1 |
| 1.1 Latar Belakang..... | 1 |
| 1.2 Rumusan Masalah..... | 2 |
| 1.3 Tujuan Penelitian..... | 2 |
| 1.4 Manfaat Penelitian..... | 3 |
| 1.5 Batasan Masalah..... | 3 |
| II. TINJAUAN PUSTAKA..... | 4 |
| 2.1 Kelapa Sawit..... | 4 |
| 2.2 Biomassa..... | 5 |
| 2.3 Pakan Ternak..... | 6 |
| 2.4 Limbah Kelapa Sawit..... | 8 |
| 2.5 Mesin Perajang Tipe <i>Slicer</i> | 9 |
| 2.5.1. Motor Bakar..... | 10 |
| 2.5.2. Mata Pemotong atau <i>Slicer</i> | 11 |
| 2.5.3. Pisau Pemukul..... | 12 |
| 2.5.4. <i>V-Belt</i> | 13 |
| 2.5.5. <i>Input</i> Mesin..... | 13 |
| 2.5.6. <i>Output</i> Mesin..... | 14 |
| 2.5.7. Saringan..... | 14 |
| 2.5.8. Plat Besi..... | 15 |
| 2.5.9. Besi Siku..... | 15 |
| 2.5.10. Besi Silinder..... | 16 |

| | |
|--|-----------|
| 2.5.11. Besi As | 16 |
| 2.6 Unjuk Kerja..... | 16 |
| 2.7 Kecepatan Putaran RPM..... | 17 |
| III. METODOLOGI PENELITIAN..... | 19 |
| 3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian | 19 |
| 3.2 Alat dan Bahan..... | 19 |
| 3.3 Metode Penelitian..... | 19 |
| 3.4 Prosedur Penelitian | 20 |
| 3.4.1 Kapasitas Kerja (kg/jam)..... | 22 |
| 3.4.2 Konsumsi Bahan Bakar | 22 |
| 3.4.3 Bahan Terbuang atau <i>Losses</i> | 23 |
| 3.4.4 Aspek Ergonomika..... | 24 |
| 3.5 Analisis Data..... | 25 |
| IV. HASIL DAN PEMBAHASAN..... | 26 |
| 4.1. Pra Penelitian | 26 |
| 4.1.1 Hasil Uji Kinerja | |
| 4.1.2. Kapasitas Kerja Alat Perajang Biomassa Tipe <i>Slicer</i> | 30 |
| 4.1.3 Konsumsi Bahan Bakar | 32 |
| 4.1.4 Bahan Terbuang (<i>Losses</i>) | 36 |
| 4.1.5. Aspek Ergonomika | 38 |
| V. KESIMPULAN DAN SARAN..... | 42 |
| 5.1 Kesimpulan..... | 42 |
| 5.2 Saran | 42 |
| DAFTAR PUSTAKA | 43 |

DAFTAR GAMBAR

| | |
|---|----|
| Gambar 1. Tanaman Kelapa Sawit | 4 |
| Gambar 2. Limbah Pelepah Sawit..... | 8 |
| Gambar 3. Alat Perajang Biomassa Tipe <i>Slicer</i> | 9 |
| Gambar 4. Motor Bakar | 11 |
| Gambar 5. Mata Pemotong / <i>Slicer</i> | 12 |
| Gambar 6. Pisau Pemukul | 12 |
| Gambar 7. V-Belt | 13 |
| Gambar 8. Input Mesin | 14 |
| Gambar 9. Output Mesin..... | 14 |
| Gambar 10. Saringan..... | 15 |
| Gambar 11. Diagram Alir Penelitian | 21 |
| Gambar 12 Daun melilit Besi As dan Pisau..... | 26 |
| Gambar 13 Karakteristik Batang Pelepah Sawit..... | 27 |
| Gambar 14 Pembelahan Pelepah Menjadi 2-3 Bagian..... | 28 |
| Gambar 15 Hasil Cacahan Dengan 3 RPM (a) 2000, (b) 2350, (c) 2700. | 29 |
| Gambar 16. Rata-rata Kapasitas Kerja..... | 30 |
| Gambar 17. Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar | 33 |
| Gambar 18. Konsumsi Bahan Bakar Spesifik..... | 35 |
| Gambar 19. Rata-rata Bahan Terbuang (<i>Losses</i>) | 37 |
| Gambar 20. Rata-rata Pengukuran Denyut Nadi | 39 |
| Gambar 21 Persentase CVL | 40 |
| Gambar 22 Contoh Perhitungan Konsumsi Bahan Bakar Spesifik..... | 47 |
| Gambar 23 Limbah Kering dan Basah Pelepah Sawit. | 48 |
| Gambar 24 Pengukuran 3 RPM (a) 2000, (b) 2350, (c) 2700..... | 48 |

| | |
|--|----|
| Gambar 25 Penimbangan Hasil Cacahan..... | 48 |
| Gambar 26 Pengukuran Ergonomika | 49 |

DAFTAR TABEL

| | |
|---|----|
| Tabel 1. Tabulasi Data | 20 |
| .Tabel 2. Klasifikasi Beban Kerja Berdasar %CVL..... | 25 |
| Tabel 3. Hasil Data Unjuk Kerja..... | 29 |
| Tabel 4. Kapasitas Kerja (kg/jam) | 30 |
| Tabel 5.Uji Anova Pengaruh RPM Terhadap Kapasitas Kerja..... | 31 |
| Tabel 6.Uji Beda Nyata Terkecil Jenis RPM Terhadap Kapasitas Kerja | 32 |
| Tabel 7.Konsumsi Bahan Bakar (mL/jam) | 33 |
| Tabel 8.Uji Anova Pengaruh RPM Terhadap Konsumsi Bahan Bakar | 34 |
| Tabel 9.Uji Beda Nyata Terkecil Jenis RPM Terhadap Konsumsi Bahan Bakar .. | 34 |
| Tabel 10 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik..... | 35 |
| Tabel 11.Bahan Terbuang atau <i>Losses</i> (%)..... | 36 |
| Tabel 12.Uji Anova Pengaruh RPM Terhadap Bahan Terbuang (<i>losses</i>) | 37 |
| Tabel 13.Uji Beda Nyata Terkecil Jenis RPM Terhadap Bahan Terbuang (<i>losses</i>) | 38 |
| Tabel 14. Hasil Uji Kinerja Dalam 10 Menit..... | 46 |

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah pelepah sawit merupakan produk yang tidak termanfaatkan sehingga keberadaannya dirasa sangat mengganggu. Selain mengganggu, keberadaan limbah kelapa sawit juga menjadi sarang tikus dan ular di lahan. Keberadaan limbah juga mengganggu dalam proses pemupukan serta perawatan tanaman sawit, hal ini perlu adanya upaya untuk penanganannya. Kondisi yang ada saat ini adalah keberadaan limbah belum ditangani dan dimanfaatkan dengan baik dan maksimal. Pelepah sawit sebagai hasil limbah padat perkebunan sawit merupakan sumber bahan berlignoselulosa yang sangat potensial, tersedia sekitar 10 ton per ha di setiap tahunnya, yang sumbernya dari limbah kering hasil pemangkasan (Sahmadi, 2006).

Limbah pelepah sawit ini sebenarnya masih memungkinkan untuk menghasilkan berbagai produk turunan bermanfaat apabila ditangani dengan baik. Dalam konteks pemanfaatan, beberapa produk bisa dihasilkan di antaranya; pupuk organik, pakan ternak, briket biomassa, pot organik, obat nyamuk. Salah satu alternatif penanganan limbah ini adalah proses pengecilan ukurannya sehingga menjadi bentuk cacahan atau serbuk. Semakin kecil ukuran cacahan pelepah kelapa sawit, semakin cepat pula waktu pengomposannya. Tujuan pengecilan ukuran ini adalah agar proses fermentasi dapat berlangsung secara cepat dan merata. Jika ukuran partikel terlalu besar, luas permukaan yang diserang mikroorganisme menjadi berkurang sehingga reaksi dan proses perombakannya menjadi lambat (Hidayat, 2006).

Mesin perajang batang singkong, atau Rabakong, telah dikembangkan sejak tahun 2018 oleh beberapa mahasiswa dari Jurusan Teknik Pertanian, Universitas Lampung. Dalam perkembangannya, alat dan mesin perajang batang singkong (Rabakong) terus mengalami inovasi dan penyempurnaan, mulai dari Tipe-1, Tipe-2, Tipe-3, Tipe-4, Tipe-5, Tipe-6, hingga akhirnya terwujud Tipe *Slicer* yang digunakan saat ini.

Inovasi terbaru dalam pengembangan alat perajang batang singkong kini menghasilkan Rabakong tipe TEP *Slicer*. Modifikasi yang dilakukan mencakup desain ulang kerangka, optimalisasi pisau perajang, peningkatan daya mesin, serta penyesuaian rasio pulley untuk efisiensi yang lebih baik. Meskipun mengalami berbagai penyempurnaan, kinerja alat ini masih memerlukan pengujian lebih lanjut untuk menentukan kapasitas kerja, efisiensi konsumsi bahan bakar, serta tingkat keseragaman serbuk yang dihasilkan. Melalui modifikasi ini, diharapkan kapasitas kerja mesin dapat dimaksimalkan tanpa mengubah ukuran fisik mesin, sehingga tetap efisien dalam penggunaan ruang namun lebih optimal dalam kinerjanya. Hal ini yang menjadi latar belakang dilakukannya penelitian ini dengan cara mengetahui dan mengukur kinerja dari mesin tersebut.

Penelitian ini mendukung pemanfaatan limbah pelepah sawit yang sebelumnya belum termanfaatkan serta mencemari lingkungan. Penelitian ini membantu pengolahan limbah pelepah sawit menjadi produk turunan seperti pakan ternak, pupuk, briket, atau energi biomassa. Dengan demikian, penelitian ini membantu mengurangi limbah, menambah nilai ekonomi petani, dan mendukung bioindustri berkelanjutan.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana kinerja alat perajang biomassa tipe *slicer* dalam merajang pelepah sawit dengan perlakuan perbedaan kecepatan putaran mesin.

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui kinerja alat perajang biomassa tipe *slicer* dalam mengolah limbah pelepah sawit dengan perlakuan 3 RPM yang berbeda dengan jumlah input tetap.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diperoleh dari penelitian ini memberikan informasi tentang kinerja alat perajang biomassa tipe *slicer* dalam merajang limbah pelepah sawit dan berguna untuk mempermudah dalam pembuatan pakan ternak alternatif serta produk turunan lainnya.

1.5 Batasan Masalah

Penelitian ini menggunakan alat perajang biomassa tipe *slicer* dengan fokus pada evaluasi kinerjanya, meliputi kapasitas kerja, konsumsi bahan bakar, serta efektivitasnya dalam merajang pelepah sawit tanpa menggunakan daunnya dengan jumlah input tetap.

.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jacq.) berasal dari Nigeria, Afrika Barat. Namun, ada sebagian pendapat yang justru menyatakan bahwa kelapa sawit berasal dari kawasan Amerika Selatan yaitu Brazil. Hal ini karena lebih banyak ditemukan spesies kelapa sawit di hutan Brazil dibandingkan dengan di Afrika. Pada kenyataannya tanaman kelapa sawit hidup subur di luar daerah asalnya, seperti Malaysia, Indonesia, Thailand, dan Papua Nugini. Bahkan, mampu memberikan hasil produksi per hektar yang lebih tinggi (Nugroho, 2019).



Gambar 1. Tanaman Kelapa Sawit

Bagi Indonesia, tanaman kelapa sawit memiliki arti penting bagi pembangunan perkebunan nasional. Selain mampu menciptakan kesempatan kerja yang

mengarah pada kesejahteraan masyarakat, juga sebagai sumber perolehan devisa negara. Indonesia merupakan salah satu produsen utama minyak sawit, bahkan saat ini telah menempati posisi kedua di dunia. Indonesia adalah negara dengan

luas areal kelapa sawit terbesar di dunia, yaitu sebesar 34,18% dari luas areal kelapa sawit dunia. Pencapaian produksi rata-rata kelapa sawit Indonesia tahun 2004-2008 tercatat sebesar 75,54 juta ton tandan buah segar (TBS) atau 40,26% dari total produksi kelapa sawit dunia.

Taksonomi kelapa sawit, secara ilmiah dikenal dengan nama *Elaeis guineensis*, termasuk dalam keluarga Arecaceae (suku palmae). Berikut adalah detail taksonomi kelapa sawit:

***Kerajaan:** *Plantae*

***Divisi:** *Magnoliophyta*

***Kelas:** *Liliopsida*

***Ordo:** *Arecales*

***Famili:** *Arecaceae*

***Genus:** *Elaeis*

***Spesies:** *Elaeis guineensis*

2.2 Biomassa

Dalam pengembangan energi terbarukan diperlukan pemanfaatan biomassa.

Bahan yang digunakan untuk membuat biomassa berasal dari dua jenis yaitu hewan yang dapat berupa mikroorganisme atau organisme besar dan hewan yang berasal dari tumbuhan. Biomassa sebagai sumber energi terbarukan memiliki potensi yang sangat besar, dengan total pasokan 60 juta ton atau setara dengan 50 GW listrik. Secara global, biomassa mampu menyuplai 11% energi primer dunia (Wulandari, 2019). Potensi biomassa di Indonesia diperkirakan mencapai 145 juta ton pertahun dan pemanfaatannya belum dimanfaatkan secara optimal (Romli, 2010).

Di Indonesia, ratusan juta ton limbah pertanian dihasilkan setiap tahun, seperti batang pelepah sawit, ampas tebu. Limbah pertanian potensial lainnya, seperti tongkol jagung, jerami, tempurung dan ampas kelapa, limbah pasar yang terdiri dari buah dan kulit busuk, serta limbah yang diolah menjadi produk c (Subekti, 2009) pertanian lainnya, dapat menjadi pencemar lingkungan (Wulandari, 2019). Pencemaran lingkungan dapat diminimalisir dengan pengolahan dan pemanfaatan limbah dengan baik. Salah satu pemanfaatan limbah tandan kosong pelepah sawit dengan pembuatan pelet biomassa melalui metode torefaksi yang dapat meningkatkan nilai kalor mencapai 17,59 MJ/kg (Haryanto, 2021).

2.3 Pakan Ternak

Dalam usaha peternakan, pakan merupakan faktor yang sangat menentukan untung ruginya usaha. Sebagian besar pakan ternak ruminansia berupa hijauan. Para peternak yang lebih maju umumnya telah memberikan pakan konsentrat untuk penggemukan (ternak potong) dan induk laktasi (ternak perah) (Guntoro, 2008). Bahan pakan adalah setiap bahan yang dapat dimakan, disukai, dapat dicerna sebagian atau seluruhnya, dapat di absorpsi dan bermanfaat bagi ternak. Oleh karena itu agar dapat disebut sebagai bahan pakan maka harus memenuhi semua persyaratan tersebut, sedang yang dimaksud dengan pakan adalah bahan yang dapat dimakan, dicerna dan diserap baik secara keseluruhan atau sebagian dan tidak menimbulkan keracunan atau tidak mengganggu kesehatan ternak yang mengkonsumsinya, sedang yang dimaksud dengan ransum adalah campuran beberapa bahan pakan yang disusun sedemikian rupa sehingga zat gizi yang dikandungnya seimbang sesuai kebutuhan ternak. Komponen pakan yang dimanfaatkan oleh ternak disebut zat gizi. Pakan berfungsi sebagai pembangunan dan pemeliharaan tubuh, sumber energi, produksi, dan pengatur proses-proses dalam tubuh. Kandungan zat gizi yang harus ada dalam pakan adalah protein, lemak, karbohidrat, mineral, vitamin dan air (Subekti, 2009).

Pemberian pakan pada ternak harus memperhatikan besaran dan jumlah persentase kandungan nutrisi yang akan diberikan. Beberapa kandungan nutrisi yang perlu dipenuhi adalah energi, protein, karbohidrat, mineral, dan vitamin.

Penyusunan ransum yang tepat dengan menyesuaikan kandungan dari bahan limbah pertanian yang didapatkan melalui metode analisa proksimat dengan standar kebutuhan nutrisi pada ternak (Agustono, 2017).

Adapun yang perlu diperhatikan dalam memanfaatkan bahan pakan alternatif adalah sebagai berikut:

1. Kandungan gizi, ini merupakan faktor utama suatu pakan dipilih sebagai bahan pakan dan harus mengandung zat gizi yang baik serta mempunyai potensi sebagai sumber salah satu zat gizi utama yaitu sebagai sumber energi, protein, vitamin, atau mineral atau 2 sumber sekaligus misalnya sumber energi dan protein.
2. Palatabilitas, ini perlu diperhatikan apakah ternak mau mengkonsumsi atau tidak, karena walaupun kandungan zat gizinya tinggi dengan kualitas yang baik, namun apabila ternak tidak menyukai dan tidak mau mengkonsumsi, maka bahan pakan tersebut tidak bisa dijadikan pakan yang bermanfaat bagi ternak. Untuk itu jika suatu bahan pakan mempunyai zat gizi yang baik tapi palatabilitasnya rendah maka perlu dicari cara untuk meningkatkan palatabilitasnya tersebut yaitu dengan menambahkan suatu zat atau dengan proses pengolahan tertentu sehingga dapat meningkatkan palatabilitas pakan tersebut. Untuk memperoleh produktivitas ternak yang tinggi maka pakan yang kandungan zat gizi dan palatabilitasnya tinggi harus mempunyai daya cerna dan utilitas yang tinggi sehingga zat gizi yang dikonsumsi dapat dimanfaatkan oleh ternak.
3. Daya cerna, ini merupakan ukuran untuk potensi zat gizi pakan yang biasa digunakan oleh ternak untuk sintesis jaringan dalam tubuhnya sehingga menghasilkan produk sesuai yang diinginkan.
4. Zat Pembatas, disebut juga zat anti nutrisi, adanya zat ini perlu diperhatikan karena dengan adanya zat anti nutrisi ini dapat menurunkan konsumsi, daya cerna dan kegunaan pakan, karena zat anti nutrisi ini dapat menghambat metabolisme zat-zat dalam tubuh ternak. Untuk meningkatkan availabilitas pakan, maka zat anti nutrisi perlu dikurangi atau bahkan dihilangkan.

5. Harga, harga pakan ini sangat tergantung oleh potensi dan kontinuitas produksi pakan suatu daerah. Untuk memperoleh harga pakan yang murah, pemanfaatan potensi lokal merupakan pilihan terbaik sehingga beban biaya pakan tidak ditambah biaya transportasi yang justru dapat meningkatkan 30% dari biaya produksi pakan.
6. Ketersediaan/kekontinuitasan pakan, untuk menghemat biaya produksi pakan sehingga harga pakan menjadi rendah maka perlu diperhatikan ketersediaan pakan yang berupa sumber/potensinya, sumber pakan yang baik adalah yang mempunyai potensi yang tinggi dan kontinu, mudah tersedia dan tidak bersaing dengan manusia (Subekti, 2009).

2.4 Limbah Kelapa Sawit

Limbah kelapa sawit terdiri dari limbah padat, limbah cair, dan gas. Salah satu jenis limbah padat yang dihasilkan dari perkebunan kelapa sawit adalah pelepah kelapa sawit. Pelepah kelapa sawit mengandung lignin yang tinggi, sehingga memiliki sifat resisten terhadap serangan mikroba. Pelepah kelapa sawit terdiri dari daun, rachis, dan petiole. Pelepah kelapa sawit merupakan tanaman yang mempunyai struktur berserat dan sulit dihancurkan. Selain itu dimensi pelepah kelapa sawit juga cukup besar sehingga dibutuhkan proses pengecilan dimensi atau disebut juga proses pencacahan. Proses pencacahan manual yang dilakukan menghasilkan kapasitas 9-10 kg/jam. Oleh karena itu diperlukan alat bantu mesin pencacah agar kapasitasnya menjadi lebih besar. Hasil cacahan pelepah kelapa sawit tersebut dapat digunakan sebagai campuran pakan ternak, mulsa atau kompos (Arriyani, 2021).

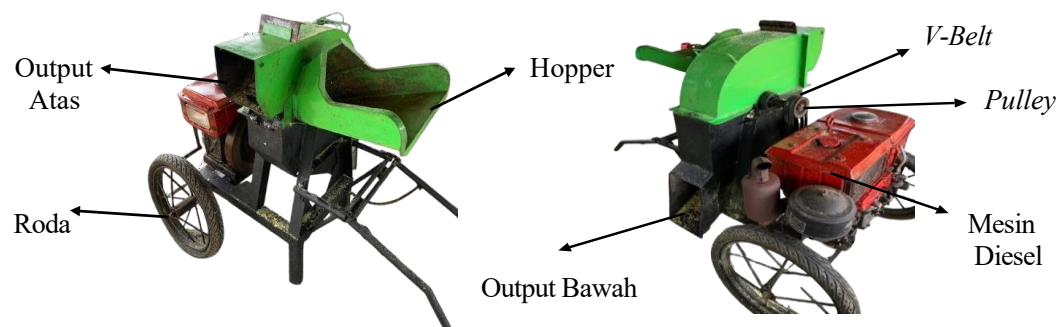


Gambar 2. Limbah Pelepah Sawit

Pelepah sawit adalah bahan yang sangat potensial untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak sapi pengganti hijauan (rumput). Pada akhir tahun 2014 luas perkebunan sawit di Bengkulu telah mencapai 193,522 hektar dengan produksi pelepah sawit 10,4 ton bahan kering ton ha⁻¹ tahun⁻¹, dengan demikian akan dihasilkan limbah pelepah sawit 102,6288 ton bahan kering tahun⁻¹. Jumlah ini akan terus bertambah seiring dengan meningkatnya luas areal perkebunan sawit (Nurhaita, 2016).

2.5 Mesin Perajang Tipe *Slicer*

Kendala utama dalam pemanfaatan pelepah kelapa sawit adalah sifat fisiknya yang keras sehingga tidak bisa langsung dimanfaatkan untuk pakan ternak. Sehingga diperlukan teknologi pengolahan pelepah kelapa sawit agar bisa dimanfaatkan untuk pakan ternak, salah satunya dengan teknologi cacahan (*chopping*). *Chopping* atau mencacah adalah teknik merubah tekstur dan ukuran partikel bahan agar konsumsi ternak menjadi lebih efisien. Alat yang dapat digunakan untuk pengolahan tersebut adalah *chopper* atau mesin pencacah. Alat ini berfungsi merubah bentuk lonjoran pelepah sawit menjadi cacahan atau potongan kecil. Dengan bentuk cacahan tersebut limbah pelepah sawit akan lebih mudah untuk dimanfaatkan menjadi bahan pakan ternak (Rala, 2017). Komponen alat perajang biomassa tipe *slicer* dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Alat Perajang Biomassa Tipe *Slicer*

Mesin perajang biomassa tipe *slicer* dirancang untuk mengolah batang pelepah sawit menjadi serbuk halus yang cocok digunakan sebagai pakan ternak. Alat ini

memiliki kecepatan kerja yang tinggi dan mampu menghasilkan serbuk yang lebih halus dibandingkan versi sebelumnya. Mesin ini terdiri dari beberapa bagian utama, termasuk rangka penyangga, dua roda untuk memudahkan mobilitas, bagian pengumpan untuk memasukkan batang pelepah sawit, bagian keluaran untuk mengeluarkan serbuk yang dihasilkan, mekanisme perajang untuk memotong batang pelepah sawit, serta mesin penggerak yang menyediakan tenaga utama bagi alat ini (Asmara, 2019).

Mesin perajang batang pelepah sawit merupakan inovasi yang dikembangkan dengan harapan dapat dimanfaatkan petani untuk peningkatan nilai tambah limbah batang pelepah sawit. Mesin bekerja dengan mengecilkan ukuran batang pelepah sawit menjadi serbuk dengan ukuran berkisar 0,2 - 0,5 cm (Asmara, 2019).

Mesin perajang batang pelepah sawit ini bekerja dengan memanfaatkan prinsip sistem transmisi yang menggunakan pulley. Ketika mesin bensin dinyalakan, energi mekanis yang dihasilkan akan diteruskan melalui gerakan berputar dari motor menuju pulley pertama, lalu dilanjutkan ke pulley kedua yang terhubung dengan mesin perajang. Proses ini menggunakan *V-Belt* sebagai penghubung utama untuk mentransfer gerakan putar ke poros pertama. Gerakan poros pertama tersebut selanjutnya menggerakkan poros kedua, yang kemudian menyalurkan daya ke sistem pemotong pada mesin perajang batang pelepah sawit.

2.5.1. Motor Bakar

Motor bakar atau *combustion engine* (kadang disebut juga *heat engine*) merupakan salah satu mesin konversi energi yang paling banyak digunakan. Motor bakar sebagai mesin konversi energi merubah energi kimia yang dikandung oleh bahan bakar menjadi energi panas dan gerak melalui proses pembakaran (*combustion*). Terdapat dua kategori besar pada motor bakar yakni berdasarkan dimana terjadinya proses pembakaran. Pada mesin pembakaran dalam, proses pembakaran terjadi di dalam ruang bakar di dalam sistem mekanis. Mesin pembakaran luar menggunakan sumber panas dari luar sistem mekanis yang ada pada mesin (Hartantrie, 2022). Pada alat perajang batang singkong, motor bakar

berperan sebagai sumber energi utama yang menggerakkan seluruh sistem kerja, terutama dalam mengoperasikan silinder yang memfasilitasi pergerakan mata pisau perajang. Gerakan tersebut memungkinkan mata pisau untuk secara efektif merajang batang singkong menjadi serbuk. Motor bakar yang digunakan pada alat ini merupakan mesin Diesel.



Gambar 4. Motor Bakar

2.5.2. Mata Pemotong atau *Slicer*

Mata pemotong atau *slicer* adalah komponen pada mesin atau alat yang digunakan untuk memotong bahan menjadi bentuk, ukuran, atau ketebalan tertentu. Ini biasa ditemukan dalam berbagai industri, terutama makanan, logam, tekstil, dan plastik. Mata Pemotong/*Slicer* biasanya terbuat dari baja tahan karat atau bahan keras lainnya) yang dirancang untuk mengiris, memotong, atau membelah material sesuai kebutuhan proses produksi. Jenis-jenis Mata pemotong/*slicer*, yakni: Pisau putar (*rotary blade*) ,berputar saat memotong, sering dipakai untuk irisan tipis dan cepat. Pisau datar (*straight blade*) – Bergerak maju-mundur atau ke bawah seperti guillotine. Pisau gelombang (*serrated blade*) – Untuk memotong bahan yang lebih keras atau licin, seperti roti atau daging beku, Pisau berlubang atau bergigi untuk pemotongan dekoratif atau khusus.



Gambar 5. Mata Pemotong *Slicer*

2.5.3. Pisau Pemukul

Pisau pemukul untuk mencacah adalah jenis pisau atau alat pemotong yang dirancang khusus untuk menghancurkan, mencacah, atau merobek material menjadi potongan-potongan kecil dengan gerakan pukulan atau benturan cepat. Pisau pemukul adalah elemen bergerak pada mesin pencacah (*shredder* atau *hammer mill*) yang berfungsi untuk menghantam material dengan kekuatan tinggi, sehingga material tersebut hancur atau tercacah. Ciri khas Pisau Pemukul: Biasanya terbuat dari baja keras atau baja tahan aus (*hardened steel*). Dipasang pada rotor yang berputar cepat. Tidak hanya memotong, tapi juga menghancurkan dengan gaya tumbukan. Cocok untuk material keras, kering, atau berserat seperti tongkol jagung, plastik, limbah pertanian, ranting, dll.



Gambar 6. Pisau Pemukul

2.5.4. *V-Belt*

Sabuk-V atau *V-Belt* adalah salah satu transmisi penghubung yang terbuat dari karet dan mempunyai penampang trapesium. Dalam penggunaannya, sabuk-V dililitkan mengelilingi alur puli yang berbentuk V pula. Rasio transmisi pada pulley adalah perbandingan antara kecepatan pulley penggerak dengan pulley yang digerakkan, atau perbandingan diameter pulley yang digerakkan dengan diameter pulley penggerak. Keuntungan dari mesin yang menggunakan pulley dan *V-Belt* ini adalah tidak menimbulkan suara berisik, biaya perawatan yang relatif lebih murah dibandingkan dengan penggerak yang menggunakan gear dan rantai, sedangkan kerugian yaitu tenaga yang dihasilkan tidak begitu kuat seperti menggunakan transmisi dengan roda gigi. *V-Belt* terbuat dari karet yang dirancang sedemikian rupa hingga penampang membentuk trapesium (Mahmudi, 2021).



Gambar 7. *V-Belt*

2.5.5. *Input Mesin*

Input mesin pencacah adalah bahan atau material mentah yang dimasukkan ke dalam mesin pencacah untuk dihancurkan atau dicacah menjadi bagian-bagian yang lebih kecil sesuai dengan tujuan proses selanjutnya. *input* ini bisa berupa limbah plastik, sampah organik, kertas, kayu, dan sebagainya, tergantung jenis mesin pencacah yang digunakan. Fungsi utama *input* adalah sebagai bahan baku yang akan diproses oleh mesin untuk memudahkan daur ulang dan pemrosesan selanjutnya.



Gambar 8. *Input* Mesin

2.5.6. *Output* Mesin

Output mesin pencacah adalah jalur keluar hasil akhir dari proses pencacahan yang dilakukan oleh mesin, berupa material yang telah dihancurkan atau diperkecil ukurannya sesuai dengan kebutuhan. Terdapat 2 output pada alat ini yang berada di bagian atas dan bawah. Fungsinya agar bahan yang tercacah lebih cepat untuk keluar dari ruang cacahan dan tidak menumpuk di ruang cacahan. Bentuk *output* bisa berupa potongan kecil, serpihan, atau butiran tergantung dari jenis dan spesifikasi mesin pencacah. *Output* ini umumnya digunakan untuk proses daur ulang, pengomposan, atau sebagai bahan baku produksi.



Gambar 9. *Output* Mesin

2.5.7. Saringan

Saringan mesin pencacah adalah komponen penting yang berfungsi untuk mengatur ukuran hasil cacahan (*Output*) dari mesin. Setelah material dicacah oleh

pisau, hasilnya akan melewati saringan ini, hanya potongan yang cukup kecil yang bisa lolos, sementara yang terlalu besar akan diproses kembali. Fungsi utama saringan mesin pencacah ialah menentukan ukuran *Output* dimana semakin kecil lubang saringan maka semakin halus hasil cacahannya, menjaga kualitas hasil cacahan agar seragam dan sesuai standar atau kebutuhan proses selanjutnya, memaksimalkan efisiensi proses, mencegah material besar keluar sebelum benar-benar tercacah.



Gambar 10. Saringan

2.5.8. Plat Besi

Pada mesin perajang batang singkong terdapat plat besi yang berfungsi sebagai kerangka pada mesin perajang batang singkong. Plat digunakan sebagai kerangka agar mesin tidak terlalu berat dalam proses pemindahan mesin. Untuk mengantisipasi agar kerangka atau plat besi tidak berkarat maka plat besi tersebut perlu dicat terlebih dahulu untuk menjaga agar besi tidak rusak atau berkarat (Gustam, 2018).

2.5.9. Besi Siku

Besi siku atau besi berbentuk L memiliki dua jenis siku memanjang, yaitu siku sama kaki dan siku tidak sama kaki. Besi siku ini biasanya dijual dalam bentuk lonjoran sepanjang 6 meter. Profil ini tersedia dalam berbagai ukuran mulai dari lebar 3 hingga 15 cm. Besi siku cocok digunakan pada konstruksi bengkel mesin

dan aplikasinya, seperti pembuatan rangka mesin, pembuatan tangga, tower dan rak. Kelemahan besi ini adalah kekuatannya menahan beban berat karena rawan mengalami tekukan, sehingga kurang akurat menahan beban yang berat (Gustam, 2018).

2.5.10. Besi Silinder

Besi silinder adalah salah satu jenis besi yang berbentuk silinder dengan ukuran dan berbagai ketebalan yang berbeda. Mesin perajang batang singkong ini menggunakan besi silinder sebagai batang menempelkan mata rantai, dimana mata rantai direkatkan dengan mengelas sekeliling bagian luar silinder (Gustam, 2018).

2.5.11. Besi As

Besi as merupakan jenis besi batangan dengan bentuk silinder yang memanjang, kuat dan padat. Besi ini biasanya digunakan sebagai poros pada mesin atau rangkaian penyangga karena besi ini mampu menahan beban yang tinggi dan sangat keras, sehingga besi ini banyak digunakan sebagai penyangga suatu alat atau yang lainnya. Besi ini terbuat dari besi murni, aluminium dan baja, dan karena materialnya yang kuat dan memiliki daya tahan yang kuat, sehingga besi as ini banyak digunakan sebagai penguat dalam sebuah struktur (Gustam, 2018).

2.6 Unjuk Kerja

Unjuk kerja mempunyai satu tujuan yaitu untuk mendapatkan sebuah data/informasi, kemudian mengolah informasi, menilai kualitas informasi untuk presentasi sebuah produk. Unjuk kerja adalah hasil atau keluaran yang dihasilkan oleh suatu produk sesuai dengan fungsinya. Unjuk kerja yang baik adalah salah satu faktor yang sangat penting dalam upaya peningkatan kualitas suatu produk. Unjuk kerja merupakan indikator dalam menentukan bagaimana usaha untuk mencapai tingkat produktivitas yang tinggi di dalam pengoperasiannya (Wiratmaja, 2010). Untuk mengetahui unjuk kerja mesin dilakukan pengujian terhadap mesin. Adapun jenis-jenis pengujian yang dilakukan adalah:

- 1) Konsumsi bahan bakar spesifik atau *specific fuel consumption* (SFC)

didefinisikan sebagai jumlah bahan bakar yang dipakai untuk menghasilkan satu satuan daya dalam waktu satu jam (Wiratmaja, 2010).

- 2) Kapasitas kerja adalah kemampuan kerja suatu alat atau mesin dalam mengolah hasil (hektar, kg, lt) per satuan waktu. Jadi kapasitas kerja adalah berapa kilogram kemampuan suatu alat dalam mengolah objek per satuan waktu (Ahmad, 2021).
- 3) Susut bobot secara umum penyusutan bahan hasil pertanian dibedakan atas penyusutan kuantitatif dan penyusutan kualitatif. Penyusutan kuantitatif dinyatakan dalam susut jumlah atau bobot. Penyusutan kualitatif berupa penyimpangan rasa, warna dan bau, penurunan nilai gizi, penyimpangan sifat fisikokimia dan penurunan daya tumbuh (Julianti, 2006).

2.7 Kecepatan Putaran RPM (*Rotation Per Minute*)

Rotation Per Minute (RPM) adalah satuan dari putaran mesin. Kecepatan putaran mesin dapat mempengaruhi daya spesifik yang akan dihasilkan. Putaran poros engkol yang tinggi dapat menghasilkan frekuensi putar yang tinggi, berarti lebih banyak langkah yang terjadi yang dilakukan oleh torak (Hakim, 2016). Putaran mesin merupakan kecepatan putaran poros engkol yang dihasilkan oleh proses pembakaran bahan bakar. Kecepatan putar RPM (*Rotation Per Minute*) berpengaruh terhadap ukuran partikel dan kehalusan. Semakin besar RPM (*Rotation Per Minute*), maka mesin berputar semakin cepat atau semakin kecil RPM (*Rotation Per Minute*) maka mesin berputar semakin (Kharisma, 2014).

Pelepah sawit kaya akan serat kasar, yang dapat bervariasi antara 38-54% dari berat kering pelepah. Serat kasar ini terdiri dari selulosa, hemiselulosa, dan lignin, yang penting untuk pencernaan hewan ternak. Pelepah sawit mengandung karbohidrat kompleks, yang meliputi sebagian besar nutrisi yang diperlukan hewan ternak untuk pertumbuhan dan energi. Meskipun pelepah sawit mengandung protein, kandungannya relatif rendah, berkisar antara 2-8% dari berat kering. Oleh karena itu, sumber protein tambahan biasanya diperlukan dalam diet ternak untuk memenuhi kebutuhan nutrisi mereka. Pelepah sawit mengandung sejumlah kecil lemak dan minyak, yang dapat memberikan tambahan energi dalam diet ternak. Pelepah sawit mengandung sejumlah mineral penting seperti

kalsium, fosfor, dan kalium. Namun, kadar mineral ini dapat bervariasi tergantung pada kondisi tumbuh dan metode pengolahan pelepah sawit. Maka saran untuk pakan ternak alternatif dengan mengolah limbah pelepah sawit.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Lokasi dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juni 2025 di Desa Tri Rahayu, Kecamatan Negeri Katon, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung. Pengolahan data dilakukan di laboratorium DAMP (Daya Alat Mesin Pertanian), Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung.

3.2 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan dalam penelitian ini meliputi alat perajang biomassa tipe *slicer*, *stopwatch*, tacometer, timbangan, karung goni, tali rafia, ayakan ukuran 1, 2, dan 5 mm, gelas ukur, laptop, kamera, alat tulis, dan buku catatan. Adapun bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah sawit dan bahan bakar (solar).

3.3 Metode Penelitian

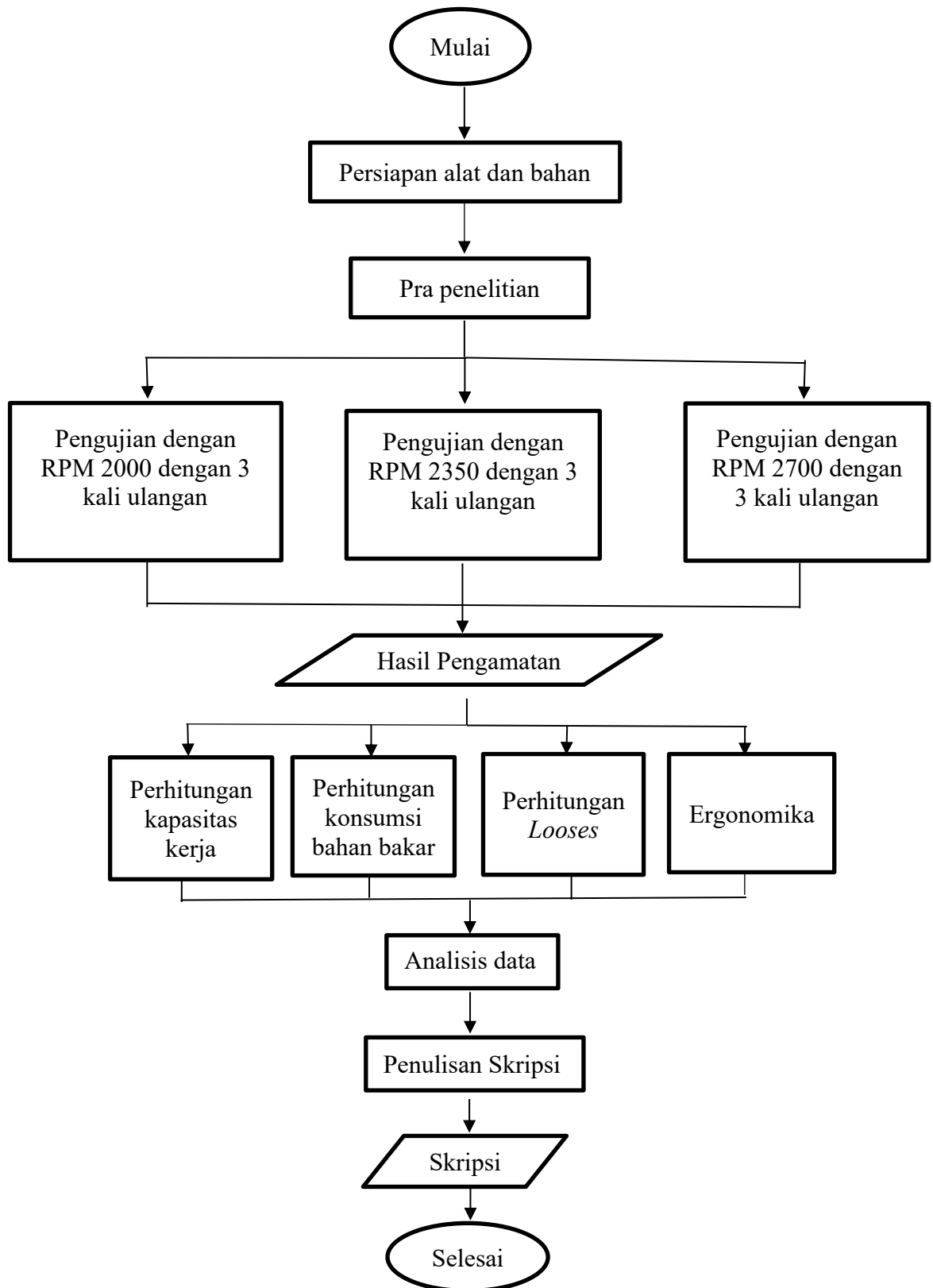
Metode yang diterapkan dalam penelitian ini adalah metode deskriptif kuantitatif, yaitu suatu metode penelitian yang melibatkan pengujian, pengukuran, serta pengujian hipotesis berdasarkan analisis matematis dan statistik. Penelitian ini juga disajikan dalam analisis berupa rancangan acak lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan RPM, yaitu 2000, 2350, dan 2700. Masing-masing perlakuan dilakukan 3 kali pengulangan yang di setiap ulangnya dilakukan selama 10 menit.

Tabel 1. Tabulasi Data

| Perlakuan | Ulangan | Bobot Input (kg) | Bobot Output (kg) | Bahan Bakar (mL) | <i>Looses</i> (%) | DNI | DNK |
|-------------|---------|------------------------|-------------------------|------------------------|----------------------|-----|-----|
| RPM 2000 | 1 | | | | | | |
| | 2 | | | | | | |
| | 3 | | | | | | |
| RPM 2350 | 1 | | | | | | |
| | 2 | | | | | | |
| | 3 | | | | | | |
| RPM 2700 | 1 | | | | | | |
| | 2 | | | | | | |
| | 3 | | | | | | |

3.4 Prosedur Penelitian

Pada penelitian ini pengujian alat perajang biomassa tipe *slicer* dengan menggunakan pelepah sawit. Dalam satu kali pengulangan, waktu perajangan dilakukan dalam waktu 10 menit di setiap pengulangan. Setelah alat, bahan dan pelepah sawit disiapkan. Selanjutnya dilakukan penimbangan pada biomassa sebelum dilakukan perajangan pada masing-masing RPM dan 3 kali pengulangan. Setelah selesai proses perajangan maka dilakukan pengukuran kapasitas kerja, susut bobot, konsumsi bahan bakar, dan penghitungan ergonomika. Selanjutnya untuk dapat menganalisa data diperlukan pengolahan data terlebih dahulu seperti pada diagram alir berikut:



Gambar 11. Diagram Alir Penelitian

Dalam penelitian ini, jumlah pelepah sawit yang digunakan sebagai masukan terdiri dari 2 batang, dengan masing-masing perlakuan dilakukan sebanyak dua kali ulangan pada setiap pengujian. Parameter yang diamati dalam penelitian ini meliputi kapasitas kerja alat (kg/jam), konsumsi bahan bakar (liter/jam), susut bobot (%), keseragaman hasil cacahan (%), serta aspek ergonomika. Selain itu, parameter yang dianalisis lebih lanjut meliputi.

3.4.1 Kapasitas Kerja (kg/jam)

Kapasitas kerja alat dapat dihitung menggunakan persamaan berikut:

$$K = \frac{M}{T} \dots\dots\dots(1)$$

Keterangan:

K = Kapasitas kerja alat (kg/jam)

M = Bobot hasil perajangan (kg)

T = Waktu perajangan bahan selama 1 jam

Setiap hasil perajangan dari perlakuan jumlah masukan pelepah sawit akan diukur bobotnya dan dihitung menggunakan rumus ini untuk mendapatkan kapasitas kerja alat dalam satuan kg/jam.

3.4.2 Konsumsi Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar dihitung dengan cara mengisi full tangki bahan bakar sebelum mesin dihidupkan, lalu setelah mesin selesai digunakan maka dihitung berapa banyak bahan bakar yang berkurang dengan cara mengisi kembali tangki bahan bakar secara full. Sebelum bahan bakar dimasukkan, diukur dahulu volumenya menggunakan gelas ukur, sehingga dapat dihitung konsumsi bahan bakar yang terpakai pada setiap ulangan. Dan untuk rumus menghitung konsumsi bahan bakar yang terpakai adalah sebagai berikut:

$$Fc = \frac{fv}{m} \dots\dots\dots(2)$$

Keterangan :

Fc = konsumsi bahan bakar (liter/kg)

fv = volume bahan bakar terpakai (liter)

m = berat hasil rajangan (kg)

3.4.2.1 Konsumsi Bahan Bakar Spesifik

Bahan bakar spesifik (Specific Fuel Consumption/SFC) adalah parameter yang digunakan untuk menunjukkan efisiensi penggunaan bahan bakar pada suatu mesin. Dengan kata lain, bahan bakar spesifik menggambarkan seberapa hemat atau boros suatu mesin saat beroperasi.

Bahan bakar spesifik umumnya dinyatakan dalam satuan liter/jam per kapasitas kerja (kg/jam). Semakin kecil nilai bahan bakar spesifik, maka semakin efisien mesin tersebut karena mampu menghasilkan output kerja yang lebih besar dengan konsumsi bahan bakar yang lebih sedikit. Secara umum, bahan bakar spesifik dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain putaran mesin (RPM), beban kerja, kondisi mesin, serta karakteristik bahan yang diolah. Pada RPM yang terlalu rendah, mesin cenderung kurang optimal dalam memanfaatkan energi bahan bakar, sedangkan pada RPM yang terlalu tinggi konsumsi bahan bakar meningkat tajam akibat gesekan dan beban mekanis yang lebih besar. Oleh karena itu, terdapat kondisi operasi tertentu biasanya pada RPM menengah di mana nilai bahan bakar spesifik menjadi paling rendah dan mesin bekerja paling efisien.

Dalam analisis unjuk kerja mesin, parameter bahan bakar spesifik sangat penting karena dapat digunakan sebagai dasar dalam menentukan RPM optimal, membandingkan performa antar mesin, serta mengevaluasi kelayakan teknis dan ekonomis suatu alat. Konsumsi bahan bakar spesifik dapat dihitung dengan persamaan

$$SFC = \frac{FC}{P} \dots\dots\dots(3)$$

Keterangan:

SFC = Bahan bakar spesifik

FC = Konsumsi bahan bakar (*mL/jam*)

P = Daya mesin

3.4.3 Bahan Terbuang atau *Losses*

Bahan yang hilang merupakan selisih antara berat awal bahan sebelum perajangan

dengan berat hasil perajangan yang diperoleh setelah proses berlangsung. Kehilangan bahan ini terjadi akibat berbagai faktor, seperti sisa bahan yang tidak terproses dengan sempurna atau tercecer selama perajangan. *Looses* dihitung menggunakan persamaan.

$$Looses = \frac{B1-B0}{B1} \times 100\% \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

BI = Bahan Input

BO = Bahan *Output*

3.4.4 Aspek Ergonomika

Ergonomika dalam pengujian mesin perajang biomassa tipe *slicer* dianalisis berdasarkan beban kerja yang dialami oleh operator. Pengukuran dilakukan secara manual dengan metode pemeriksaan denyut nadi, yaitu dengan meletakkan jari pada area radial untuk menghitung jumlah denyut per menit.

Pengujian ini dilakukan dengan variasi jumlah masukan batang pelepah sawit, yaitu 1 batang yang dibagi menjadi 2/3 bagian untuk mempermudah proses perajangan, serta diulang sebanyak dua kali untuk setiap perlakuan. Operator yang terlibat dalam penelitian ini adalah laki-laki berusia 21–25 tahun. Setelah data pengukuran denyut nadi diperoleh, data tersebut diklasifikasikan untuk menentukan tingkat beban kerja dan dianalisis lebih lanjut guna menghitung tingkat kelelahan operator.

Berdasarkan aspek ergonomi, beban kerja yang diterima seseorang harus seimbang dengan kapasitas fisik, kognitif, serta keterbatasan individu dalam menangani tugas tersebut. Untuk menentukan klasifikasi beban kerja, peningkatan beban kerja dapat dianalisis dengan membandingkannya terhadap detak jantung maksimum akibat aktivitas kardiovaskular. Beban kerja jantung (%CVL) dapat dihitung menggunakan rumus berikut:

$$\%CVL = \frac{100 \times (\text{Denyut Nadi Kerja} - \text{Denyut Nadi Istirahat})}{100 \times \text{Denyut Nadi Maksimum} - \text{Denyut Nadi Istirahat}} \dots \dots \dots (4)$$

Keterangan :

Laki-laki = Denyut Nadi Maksimum = $220 - \text{Umur}$

Perempuan = Denyut Nadi Maksimum = $200 - \text{Umur}$ (Tarwaka et al., 2004).

Hasil perhitungan persentase *Cardiovascular Load* (%CVL), kemudian

dibandingkan dengan klasifikasi beban kerja yang disajikan dalam Tabel 1.

Perbandingan ini bertujuan untuk menentukan tingkat beban kerja yang dialami berdasarkan standar ergonomi yang telah ditetapkan.

.Tabel 2. Klasifikasi Beban Kerja Berdasar %CVL

| %CVL | Penanganan |
|---------------------|----------------------------------|
| $X \leq 30\%$ | Tidak terjadi kelelahan |
| $30 < X \leq 60\%$ | Perlu perbaikan |
| $60 < X \leq 80\%$ | Kerja dalam waktu singkat |
| $80 < X \leq 100\%$ | Diperlukan tindakan segera |
| $X > 100$ | Tidak diperbolehkan beraktivitas |

3.5 Analisis Data

Hasil penelitian di analisis dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Hasil juga di analisis dengan analisis uji ragam/*analysis of variance* (ANOVA) untuk mengetahui pengaruh kecepatan putaran mesin (RPM) terhadap parameter yang diuji. Jika ada pengaruh dari perlakuan, analisis dilanjutkan dengan uji lanjut beda nyata terkecil (BNT).

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

Variasi putaran mesin (RPM) menunjukkan pengaruh yang signifikan terhadap kapasitas kerja, konsumsi bahan bakar, dan tingkat kehilangan hasil (*losses*). RPM 2700 merupakan variasi putaran mesin paling optimal. Dengan rata-rata kapasitas kerja sebesar 435,18 kg/jam dengan rata-rata konsumsi bahan bakar spesifik 3,91 mL/kg (1,7 liter/jam) dengan tingkat losses 2,44 %.

5.2 Saran

Saran untuk penelitian ini yaitu sebagai berikut:

1. Untuk perawatan mesin dilakukan secara berkala setelah dilakukan proses perajangan dengan membersihkan sisa-sisa pelepah sawit hasil rajangan yang menempel pada mata pisau dengan cara menyikat mata pisau menggunakan sikat kawat.
2. Perlu dilakukan penelitian lanjutan untuk menghitung jumlah biaya operasional apakah mesin ini layak untuk digunakan oleh masyarakat guna membantu mengatasi masalah limbah pelepah sawit menjadi produk turunan tanpa mengeluarkan biaya yang besar.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustono, B, L. (2017). Identifikasi Limbah Pertanian dan Perkebunan Sebagai Bahan Pakan Inkonsvensional di Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 1, (1), 12-22.
- Ahmad, J. (2021). *Rancang Bangun Mesin Penepung Kulit Buah Manggis Tipe Vertikal*. Universitas Muhammadiyah Mataram.
- Arriyani, Y, F. (2021). Unjuk Kerja Mesin Pencacah Pelepah Kelapa Sawit Dengan Sistem Rotary. *SINTEK JURNAL: Jurnal Ilmiah Teknik Mesin* 15.(2). 130-135.
- Asmara, S., Kuncoro, S., Suharyatun, S., & Julianoro, R. A. (2019). Pelatihan Penanganan Limbah Batang Pelepah Sawit Menggunakan Mesin Perajang Batang Pelepah Sawit (Rabakong) Di Desa Tanjung Bulan, Kecamatan Kasui, Way Kanan. *Sakai Sambayan Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 3(2), 68.
- Guntoro, S. (2008). *Membuat Pakan Ternak Dari Limbah Perkebunan*. Jakarta: AgroMedia.
- Gustam, R. A., Asmara, S., Lanya, B., (2018). *Rancang Bangun dan Uji Kinerja Alat Perajang Batang Singkong Tipe TEP-1* . Universitas Lampung.
- Hakim, M. (2016). *Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sardin Berbasis PID (Proportional Integral Derivative Controller)*. Universitas Jember.
- Hartantrie, R. C. (2022). *Motor Bakar Pada Mesin Konversi Energi*. Bandung: Widina Bhakti Persada.
- Haryanto, A. N. (2021). Torrefaction to Improve Biomass Pellet Made of Oil Palm Empty Fruit Bunch. *Earth and Environmental Science*, 749(1).
- Hidayat, M. &. (2006). Evaluasi Kinerja Teknis Mesin Pencacah Hijauan Pakan Ternak (Performance Evaluation of Paddy Straw Chopper Machinery). *Enjiniring Pertanian, IV*, (2).

- Julianti, E. N. (2006). *Teknologi Pengemasan*. Medan: Universitas Sumatera Utara.
- Kharisma, N. W., Waluyo, S., Aziz, T. (2014). Pengaruh Perbedaan Kecepatan Putar (RPM) Disc Mill Terhadap Keseragaman Ukuran Butiran Gula Semut. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*, 3(3), 223-232.
- Mahmudi, H. (2021). Analisa Perhitungan Pulley dan V-Belt Pada Sistem Transmisi Mesin Pencacah. *Jurnal Mesin Nusantara*, 4(1), 40-46.
- Nartanugraha, M., Asmara, S., Rahmawati, W. (2019). *Modifikasi dan Uji Kinerja Alat Perajang Batang Singkong Tipe TEP-1*. Lampung: Universitas Lampung.
- Nurhaita. (2016). Pemanfaatan Limbah Pelepah Sawit Sebagai Pakan Ternak Sapi Pada Kelompok Pemuda Tani Tunas Muda. *Dharma Raflesia*, 14. (1).11-20.
- Rala, M. A. S., Asmara, S., & Suharyatun, S. (2017). Pengaruh Kecepatan Putar Terhadap Unjuk Kerja Mesin Pencacah Pelepah Kelapa Sawit (CHOPPER) Tipe TEP-1. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung Vol.6*, , No. 3: 189-196.
- Romli, M. S. (2010). Potensi Limbah Biomassa Pertanian Sebagai Bahan Baku Produksi Bioenergi (BIOGAS). 7.
- Subekti, E. (2009). Ketahanan Pakan Ternak Indonesia. Mediagro.
- Sukarno, Mariki, I. W. W., & Syam, M. Y. (2025). Perbandingan Efisiensi Bahan Bakar Dan Putaran Mesin Diesel Menggunakan Solar Dan Dexlite. *JTAM ROTARY*, 7(1), 169–178.
- Susana, I. G. B., Alit, I. B., & Aryadi, I. G. A. K. C. A. W. (2022). Aplikasi Ergonomi Berdasarkan Data Antropometri Pekerja Pada Desain Alat Kerja. *Energy, Materials and Product Design*, 1(1), 28–34. <https://doi.org/10.29303/empd.v1i1.712>
- Tarwaka, Solichul, & Lilik Sudiajeng. (2004). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. UNIBA PRESS.
- Wiratmaja, I. G. (2010). Analisa Unjuk Kerja Motor Bensin Akibat Pemakaian Biogasoline. *Jurnal Ilmiah Teknik Mesin CakraM*, 4(1).
- Wulandari, S. S. (2019). Plant Biomass Management In Plantations Bioindustry Supporting Bioenergy Development. p. 18(2).
- 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.