



Hak Cipta Dilindungi Undang-Undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber:
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah.
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar Unand.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin Unand.

EVALUASI TEKNIS DAN EKONOMIS MESIN PENCACAH PELEPAH KELAPA SAWIT RANCANGAN BBP MEKTAN SEBAGAI BAHAN BAKU LOMPOS

SKRIPSI



**FEBRIANI RUSADI
07118080**

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS ANDALAS
PADANG 2011**

**EVALUASI TEKNIS DAN EKONOMIS MESIN PENCACAH PELEPAH
KELAPA SAWIT RANCANGAN BBP MEKTAN SEBAGAI BAHAN
BAKU KOMPOS**

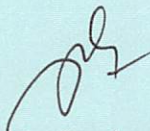
OLEH :

FEBRIANI RUSADI
NO. BP 07 118 080

Menyetujui:

Dosen Pembimbing I

Dosen Pembimbing II

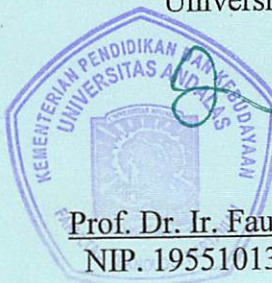


Dr. Ir. Sandra, MP
NIP. 19631231 199303 1 021

Azrifirwan, S.TP, M.Eng
NIP. 19721127 199903 1 003

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Andalas

Ketua Program Studi
Teknik Pertanian





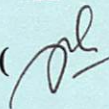
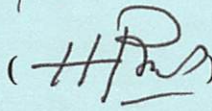
Prof. Dr. Ir. Fauzan Azima, MS
NIP. 19551013 198503 1 001



Ir. Moh. Agita Tjandra, M.Sc, Ph.D
NIP. 19610817 199903 1 001



**Skripsi ini telah diuji dan dipertahankan di depan Sidang Panitia
Ujian Sarjana Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang
pada tanggal 24 April 2012**

No.	Nama	Tanda Tangan	Jabatan
1.	Prof. Dr. Ir. Santosa, MP	()	Ketua
2.	Mislaini R, S.TP, MP	()	Sekretaris
3.	Dr. Ir. Sandra, MP	()	Anggota
4.	Ir. Harnel, MS	()	Anggota

TERIMA KASIH

*Ya Allah
Sebuah harapan berakar keyakinan
dari perpaduan hati yang memiliki keteguhan.
Walaupun didera oleh cobaan dan membutuhkan perjuangan panjang
demi cita-cita yang tak mengenal kata usai.
Setitik harapan itu telah kuraih,
namun sejuta harapan maih kuimpikan dan kugapai.*

Ucapan dan rasa Syukur Alhamdulillah hamba ucapkan kepada Allah SWT atas segala pertolongan, rahmat dan karunia yang telah hamba terima selama ini sehingga karya mungil ini dapat hamba persembahkan.

Karya mungil ini ku persembahkan untuk mama , papa , tercinta yang tak kenal lelah memperjuangkan anak-anaknya. Yang selalu memberiku harapan, kebahagiaan, cinta dan kasih sayang yang diberikan dengan ikhlas tanpa pamrih. Mudah-mudahan karya mungil ini,menjadi kado awal terindah yang bisa ku berikan untuk mama & papa. Buat adik2 Q tersayang, penyemangat Q, my bro Erick Rusadi S.Kom (akhirnya kita bisa wisuda tahun ini bro) & my little sista Hardianti Rusadi, smangat Cik Gu...cpat wisuda dan sukses barenk ayank ily.

Special Thanks for my Uud yang slalu ada disaat senang maupun susah...ayow Ud cepat susul ia :-D , Ucapan Terima kasih dan Bangga untuk Sahabat-sahabat Q : bro Bindari S.TP (akhirnya bro kita wisuda bareng), Nitonk (Anira), bro Ferini , Inel, dan Imink yang mengisi hari-hari ku dengan senyuman (galak ka galak c), ia tunggu S.TP nya yak...

Untuk keluarga besar Q di Wisma QN dan Gee-She : Nande, Kak Lul, Kak Je, Kak Iin, Yel, Fitri, Iwid, Nussy, Rona, Oja, Yani, Yuri, Cen, Sari, Nenek, Pak Badulir Sekeluarga. Ma kasih udah mengangkat ia sebagai "Wulat"... MISS U all. Untuk Pak Dang & Tante Yet, ma kasi tumpangannya Pak, dan untuk Tante Opet Q sekeluarga ma kasih tan atas nasihat-nasihatnya...selanjutnya buat Om2 Q tersayang (Pak Itam, Pak uniang, Pak Anjang, Pak Aciak, Pak Uncu, Pak Etek). Ma kasih yang tak ada habis-habisnya untuk Papa Oyong, & Mama RinaWati, Papa Zal & Mama Ayang, dan Mak Uniang atas bantuan moril dan materilnya. Untuk keluarga besar blok D Sitiung II tempat KKn Q yang tidak bisa disebutkan satu-satu terima kasih karena telah menjadikan ia, memey, isil, vana, bg ceri, dio menjadi bagian dari keluarga besar blok D. Terima Kasih Yona, kak Anggun, kak Titin, Feby Kak Zur,dan Untuk keluarga Besar Tasya Pelaminan, dan Pecel Ayam Inyak.

Penghargaan yang tulus kepada Bapak Dr. Ir. Sandra ,MP dan Bapak Azrifirwan, S.TP, M.Eng atas semua bantuan, motivasi dan doa keduanya, sehingga skripsi ini dapat terwujud. Ia bangga mengenal bapak, tidak hanya sebagai dosen pembimbing tetapi juga bisa jadi teman sharing yang penuh

dengan solusi, teman curhat dan tentunya menjadi orang tua di kampus Fakultas Teknologi Pertanian Tercinta Kita. Terima Kasih tak terhingga untuk Pak Agita, Pak Santosa, Pak Eri, Pak Rusnam, Pak Isril, Pak Ferry, Bu Mis Bu Ani, Bu Reny, Bu As, Bu Dinnah, Bu Linda, Pak Makky, Pak Charmyn Chatib, yang telah memberikan Ilmu yang bermanfaat sewaktu duduk dibangku kuliah. (Sungguh jasa Bapak dan ibu tak ternilai harganya dan merupakan orang2 terbaik dan pilihan). Bg Omil, Bg Aan, Kak delvi (sukses selalu y bg, kak.....) Terimakasih juga buat semua Pegawai Biro Akademik Pertanian dan Fateta, buat Pak Ucok, Pak Daf, Meri, dan pegawai lainnya yang tidak bisa disebutkan satu per satu terimakasih atas semua bantuan registrasi dan surat-suratnya. Terima Kasih untuk keluarga besar KARYA SALEMBA 4 atas fasilitas yang telah diberikan selama ini...sukses all

Kepada Staf Kantor Balai Pengkajian Teknologi Pertanian Sukarami Sumatera Barat.. terimakasih sudah mengizinkan ia untuk PKL dan penelitian disana.. buat Pak Harnel, Pak Tarmizi, Pak Anwar, Kak Cici, Kak Mila, Kak Siska dan semua staff yang nggak bisa disebutin namanya.. makasi
Terima Kasih Juga untuk Keluarga Besar TEP dari BP terkecil hingga terbesar, Khususnya Teman Seperjuangan ia TEP 07, baik yg sudah S.TP maupun ang sedang berjuang menjadi S.TP Spy, Hendri, Abak, Inyia, Deni, Ai (ayank Q), anak2 APG (Endang, Nova, uniang, Tek Nol), Irvan, Agung, Deki, ilham, Reno, Baim, Rusni, Debi, Yul (sanak, cpek susul), Emi, Vira, Shinta, Wenda, Sari, Mina, Asra, Dhani, Ihsan, Al, Alfi, Hamdi, Reri, Yose, Will che, Nora, Nana, Eji, Rini BB, Rini A., Viona, Iqbal, Qyu, Kos, Sariadi, Asep, Atdil, Fauzi, 2 Taufik (Titu), Parwanto, dwi, ajo dayat, Subhan, Onci, Eja, Yogi, Yuresski, Nandar, Lewi, Yoga, Hendra, Nofil, Ari (kpala suku), iing, dan smua yang tergabung dalam mekan 07. Untuk BP 05 (Da Gus my kak BP, bg Rio, bg keke, kak yeyen, kak Nicke, bg ihsan gambuang, smua keluarga besar 05) BP 06 (bg codoik my kak bp, bg Ali, bg Yusri, bg Bayu, bg bobi, kak tiwi, bg unai, serta abg2 dan kakak2 yang lain), BP 08, BP 09, BP 10, BP 11 yang tidak bisa disebutkan satu...Sukses ALL.. Untuk mami Q A.k.a Ni Jah Engineering...Ma Kasi mi udah bole nge BON dan my mom A.k.a Bu Emi ma kasih mom atas bantuan dan semangatnya...

Terima kasih juga untuk semua pihak yang gak bisa disebutkan namanya satu persatu yang telah membantu ia dalam penyelesaian skripsi ini.

Alhamdulillah Hirabbil'alamiin...

BIODATA

Penulis dilahirkan di Kota Pariaman, Sumatera Barat pada tanggal 15 Februari 1989 sebagai anak pertama dari 3 bersaudara dari pasangan Rusdi dan Animar. Pendidikan Taman Kanak – Kanak (TK) di TK Kutilang Kp.Baru Pariaman lulus tahun 1995. Pendidikan Sekolah Dasar (SD) di SD Negeri 29 Kp.Baru Kota Pariaman, lulus tahun 2001. Sekolah Lanjutan Tingkat Pertama (SLTP) di SLTP Negeri 2 Pariaman lulus tahun 2004. Sekolah Menengah Atas (SMA) di SMA Negeri 1 Pariaman, lulus tahun 2007. Pada tahun 2007 penulis diterima di Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Andalas, yang pada tahun 2008 dikembangkan menjadi Fakultas Teknologi Pertanian.

Padang, 10 Mei 2012

Febriani Rusadi

KATA PENGANTAR

Sege nap puji dan syukur penulis ucapkan kehadirat Allah SWT, karena berkat rahmat dan karunia-Nya jualah penulis dapat menyelesaikan penulisan skripsi ini dengan judul **“Evaluasi Teknis dan Ekonomis Mesin Pencacah Pelepah Sawit Rancangan BBP MEKTAN sebagai Bahan Baku Kompos”**.

Pada kesempatan ini penulis mengucapkan terima kasih kepada dosen Pembimbing I dan II yaitu Bapak Dr.Ir. Sandra, MP dan Bapak Azrifirwan S.TP, M.Eng. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada Dosen Undangan yaitu : Bapak Prof. Dr. Ir. Santosa, MP dan Ibu Mislaini R, STP.MP yang telah memberikan bimbingan dan masukan selama pembuatan skripsi. Kepada Bapak Ir. Harnel, MS, Bapak Anwar dan semua staf dan karyawan Balai Pengkajian Teknologi Pertanian (BPTP) Sukarami, serta dosen-dosen Teknik Pertanian, pimpinan, karyawan dan staf Fakultas Teknologi Pertanian lainnya yang telah mengarahkan dan membimbing dalam penyusunan skripsi ini. Penulis juga mengucapkan terima kasih kepada kedua orang tua dan keluarga, serta teman-teman yang telah memberikan dorongan dan semangat sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan kelemahan. Oleh karena itu, saran dan kritik sangat penulis harapkan. Terlepas dari kekurangan tersebut, penulis berharap semoga tulisan ini dapat bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan umumnya dan ilmu teknologi pertanian khususnya untuk masa yang akan datang.

Padang, Mei 2012

F.R

DAFTAR ISI

	<u>Halaman</u>
KATA PENGANTAR.....	i
DAFTAR ISI.....	ii
DAFTAR TABEL.....	iv
DAFTAR GAMBAR.....	v
DAFTAR LAMPIRAN.....	vi
ABSTRAK.....	vii
I. PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Tujuan.....	2
1.3 Manfaat.....	2
II. TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 Kelapa Sawit.....	3
2.2 Pengomposan.....	4
2.3 Pengecilan Ukuran Produk Pertanian.....	6
2.4 Sumber Tenaga.....	8
2.6 Analisis Biaya Pokok.....	11
2.7 Penelitian Terdahulu.....	13
III. BAHAN DAN METODE.....	14
3.1 Tempat dan Waktu.....	14
3.2 Bahan dan Alat.....	14
3.3 Metode Penelitian.....	14
3.4 Pelaksanaan Penelitian.....	14
3.5 Pengamatan.....	15
3.5.1 Pengamatan Kinerja.....	15
3.5.2 Analisis Biaya Pokok dan Titik Impas.....	19
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN.....	22
4.1 Penelitian Pendahuluan.....	22
4.2 Penelitian Utama.....	22
4.3 Perhitungan Teknis.....	23
4.4 Analisis Ekonomi.....	33

V. KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1 Kesimpulan.....	36
5.2 Saran.....	36
DAFTAR PUSTAKA	37
LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

<u>Tabel</u>	<u>Halaman</u>
1. Produk Samping Tanaman dan Olahan Kelapa Sawit untuk Setiap Hektar	4
2. Kandungan hara limbah kelapa sawit	4
3. Kecepatan putaran puli <i>input</i> dan puli <i>output</i>	22
4. Kapasitas rata – rata pencacah dan efisiensi mesin pencacah	22
5. Perbandingan Diameter Puli	22
6. Kapasitas Kerja Efektif Pencacahan	23
7. Tabel Anava Kapasitas Kerja Efektif.....	24
8. Rendemen Pencacahan.....	25
9. Tabel Anava Efisiensi Pencacahan	25
10. Persentase Kehilangan Hasil	26
11. Tabel Anava Persentase Kehilangan Hasil	26
12. Hasil Cacahan dan Persentase Hasil Cacahan.....	27
13. Tabel Anava Hasil Cacahan	28
14. Perubahan putaran motor penggerak dan poros pencacah	28
15. Perubahan torsi motor penggerak dan poros pencacah	29
16. Konsumsi Bahan Bakar.....	30
17. Tabel Anava Konsumsi Bahan Bakar	31
18. Daya Kimia dan Mekanis Mesin Pencacah.....	31
19. Kebisingan Mesin Pencacah	32
20. Jenis Suara Berdasarkan Tingkat Kebisingan	32
21. Biaya Pokok Alat Pencacah	33
22. <i>Break Event Point</i>	34

DAFTAR GAMBAR

<u>Gambar</u>	<u>Halaman</u>
1. Prinsip Kerja Motor Diesel Empat Langkah	9
2. Sketsa Sistem Transmisi.....	23
3. Grafik Kapasitas Kerja Efektif Pencacahan	24
4. Grafik RendemenPencacahan	25
5. Grafik Persentase Kehilangan Hasil.....	26
6. Grafik Hasil Cacahan	28
7. Grafik Perubahan putaran motor penggerak dan poros pencacah....	29
8. Grafik Perubahan torsi motor penggerak dan poros pencacah.....	30
9. Grafik Konsumsi Bahan Bakar	31
10. Grafik Daya Kimia dan Mekanis Mesin Pencacah	32
11. Grafik Biaya Pokok Alat Pencacah.....	36
12. Grafik <i>Break Event Point</i>	35

DAFTAR LAMPIRAN

<u>Lampiran</u>	<u>Halaman</u>
1. Spesifikasi Teknis Mesin Pencacah Pelepah Sawit Rancangan BPTP Sumbar	40
2. Kapasitas Kerja Efektif.....	41
3. Rendemen Pencacahan	43
4. Perubahan Putaran Motor Penggerak dan Poros Pencacah	45
5. Perubahan torsi motor penggerak dan poros pencacah	46
6. Persentase Kehilangan Hasil	48
7. Konsumsi Bahan Bakar dan Daya	50
8. Hasil Cacahan	54
9. Kebisingan	57
10. Perhitungan Analisa Ekonomi	59
11. Gambar Mesin Pencacah Pelepah Sawit	64
12. Hasil Pengamatan	65
13. F Tabel	66
14. Persyaratan Unjuk Kerja Mesin Pencacah Bahan Pupuk Organik menurut SNI 7580 : 2010	67

Evaluasi Teknis dan Ekonomis Mesin Pencacah Pelepah Kelapa Sawit Rancangan BBP MEKTAN sebagai Bahan Baku Kompos

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mencari kapasitas dan mutu hasil pencacahan mesin pencacah pelepah kelapa sawit dan melakukan analisis ekonomi kinerja mesin pencacah pelepah kelapa sawit dengan menggunakan analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini dilakukan dengan 1 kali penggantian puli pada puli *input* yaitu, puli dengan ukuran 4,5 dan 2 inci masing – masingnya dilakukan 3 kali ulangan, Bahan baku yang digunakan setiap perlakuannya adalah pelepah kelapa sawit. Adapun tahap pelaksanaan penelitian yaitu memilih pelepah kelapa sawit beserta daun, penimbangan awal, pengamatan pencacahan, pengumpulan data, pengolahan data dan analisa hasil akhir.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa Kapasitas kerja efektif yang terbesar adalah pada perbandingan puli 1 : 1,33 yaitu 529,27 kg/jam. Sedangkan pada perbandingan puli 1 : 1,3 yaitu 447,47 kg/jam. Sedangkan persentase mutu hasil pencacahan yang panjang cacahannya < 50 mm pada perbandingan puli 1 : 1,33 adalah 93 % dan perbandingan puli 1 : 3 adalah 89,3 %. Biaya pokok pencacahan pada perbandingan puli 1 : 1,33 yaitu Rp.30,22/kg dan perbandingan puli 1 : 3 yaitu Rp.31,78/kg.

Kata kunci : Pelepah kelapa sawit, Kompos, Pencacahan

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Kelapa sawit merupakan salah satu komoditas utama perkebunan Sumatera Barat dengan produksi yang mencapai 852.042 ton/tahun dan luas kebun sawit mencapai 344.352 hektar (Deptan, 2012). Luasnya lahan perkebunan sawit membuat kebutuhan akan pupuk semakin meningkat sehingga terjadilah kelangkaan pupuk di kalangan petani. Dampak yang paling menonjol adalah bertambahnya biaya yang harus dikeluarkan dan ketergantungan petani pada pupuk pabrik yang berharga mahal dan sulit didapat. Untuk mengatasi permasalahan ini dapat ditempuh dengan cara menggunakan pupuk organik yang berasal dari limbah pertanian, karena disamping biaya produksi yang rendah, pembuatannya mudah serta mampu menyuburkan unsur hara dalam tanah. Biaya produksi pertanian yang tinggi juga bisa diminimalisir sehingga dapat membantu kehidupan petani menjadi lebih baik.

Pelepah sawit merupakan salah satu limbah perkebunan yang potensial untuk dimanfaatkan sebagai sumber bahan baku pembuatan pupuk organik karena produksi pelepah sawit di Sumbar diperkirakan adalah sebanyak 3.414.194,5 ton bahan kering per tahun. Namun kenyataannya pengolahan dan pemanfaatan pelepah kelapa sawit masih sangat terbatas. Sebagian besar pabrik kelapa sawit masih membakar pelepah kelapa sawit meskipun sudah dilarang pemerintah. Pembakaran pelepah kelapa sawit sebagai usaha untuk memperkecil volume limbah dapat menimbulkan pencemaran udara.

Optimalisasi pemanfaatan pelepah sawit dilakukan dengan pengecilan ukuran. Pengecilan ukuran dilakukan dengan 2 cara yaitu cara manual dan cara mekanik. Dengan cara manual didapatkan kapasitas pencacahan 9-10 kg/jam, hal ini akan berakibat menumpuknya limbah pelepah sawit jika tidak dilakukan pengecilan ukuran yang lebih cepat.

BPTP Sumbar telah merancang dan membuat alat pencacah pelepah sawit yang digunakan untuk mencacah pelepah sawit sebagai pakan ternak di Kebun Percobaan Sitiung BPTP Sumbar Kab. Dharmasraya. Namun perlu pengujian lanjutan untuk mengetahui kapasitas kerja, efisiensi dan biaya operasional dari mesin pencacah pelepah sawit untuk bahan baku kompos.

Untuk itu diperlukan penelitian tentang“ **Evaluasi Teknis dan Ekonomis Mesin Pencacah Pelepah Kelapa Sawit Rancangan BBP MEKTAN sebagai Bahan Baku Kompos** ”.

1.2 Tujuan Penelitian

1. Mencari kapasitas dan mutu hasil pencacahan mesin pencacah pelepah kelapa sawit terhadap ukuran puli input.
2. Melakukan analisis ekonomi kinerja mesin pencacah pelepah kelapa sawit

1.3 Manfaat Penelitian

Dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat :

1. Dapat memanfaatkan limbah pelepah kelapa sawit menjadi bahan baku kompos untuk petani.
2. Tersedianya bahan baku pupuk organik dari limbah pelepah sawit.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kelapa Sawit

Tanaman kelapa sawit (*Elaeis guineensis* Jack.) berasal dari Nigeria Afrika Barat. Meskipun demikian, ada yang menyatakan bahwa kelapa sawit berasal dari Amerika Selatan yaitu Brazil karena lebih banyak ditemukan spesies kelapa sawit di hutan Brazil dibandingkan dengan 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 lebih tinggi. Karena iklim dan kesuburan tanah yang sangat bagus di Indonesia, maka kelapa sawit dapat berkembang dengan baik (Fauzi dkk, 2002).

Menurut Sitohang (2010), Daerah pengembangan tanaman kelapa sawit yang sesuai berada pada 15 °LU-15 °LS. Ketinggian pertanaman kelapa sawit yang ideal berkisar antara 1-500 m dpl. Lama penyinaran matahari rata-rata 5-7 jam/hari. Curah hujan tahunan 1.500-4.000 mm. Temperatur optimal 24-28°C. Kecepatan angin 5-6 km/jam untuk membantu proses penyerbukan. Kelembaban optimum yang ideal sekitar 80-90 %. Kelapa sawit dapat tumbuh pada jenis tanah Podzolik, Latosol, Hidromorfik Kelabu, Alluvial atau Regosol. Nilai pH yang optimum adalah 5,0-5,5. Kelapa sawit menghendaki tanah yang gembur, subur, datar, berdrainase baik dan memiliki lapisan solum yang dalam tanpa lapisan padas. Kondisi topografi pertanaman kelapa sawit sebaiknya tidak lebih dari 15°.

Limbah industri kelapa sawit adalah limbah yang dihasilkan pada saat proses pengolahan kelapa sawit. Limbah jenis ini digolongkan menjadi tiga jenis yaitu (1.) limbah padat, (2.) limbah cair dan (3.) limbah gas. Berdasarkan lokasi pembentukannya digolongkan menjadi dua kelompok yaitu limbah lapangan (kayu, ranting, pelepah) dan limbah pengolahan (Fauzi dkk, 2002).

Pola tanaman kelapa sawit dengan jarak tanam antar pohon 9 x 9 m dapat menampung 143 tanaman setiap hektar. Namun pada kenyataan di lapangan menunjukkan bahwa jumlah pohon kelapa sawit untuk setiap hektar areal perkebunan hanya dapat mencapai 130 pohon. Hal ini dimungkinkan karena kondisi wilayah yang berbeda-beda. Hasil pengamatan yang dilakukan di PT. Agrical menunjukkan bahwa untuk setiap pohon dapat menghasilkan 22 pelepah

per tahun dengan rata-rata bobot pelepah per batang mencapai 2,2 kg (setelah dikupas dan siap disajikan). Jumlah ini setara dengan 6.292 kg (22 pelepah x 130 pohon x 2,2 kg) pelepah segar yang dihasilkan untuk setiap hektar dalam setahun. Jumlah ini lebih rendah dari potensi yang seharusnya dapat dimanfaatkan, karena pemanfaatan pelepah pada kondisi saat ini belum optimal. Biasanya pelepah sawit dipangkas ketika tanaman berumur di atas 4 tahun (Yulianto, 2010).

Tabel 1. Produk Samping Tanaman dan Olahan Kelapa Sawit untuk Setiap Hektar

Biomassa	Bahan Kering	Biomasa Segar	Bahan Kering
	(kg)	(%)	(kg)
Daun tanpa lidi	1.430	46.18	658
Pelepah	6.292	26.07	1.640
Tandan kosong	3.680	92.1	3.386
Serat perasan	2.880	93.11	2.681
Lumpursawit, solid	4.704	24.07	1.132
Bungkil kelapa	560	91.83	514
	Total biomassa		10.011

Yulianto (2010)

Tabel 2. Kandungan Hara Limbah Kelapa Sawit

No	Limbah Kelapa Sawit	Kandungan atas dasar % berat kering				
		N	P	K	Mg	Ca
1	Batang pohon	0,488	0,047	0,699	0,117	0,194
2	- Pelepah	2,38	0,157	1,116	0,287	0,568
	- Daun	0,373	0,066	0,873	0,161	0,295
3	Tandan kosong	0,350	0,028	2,285	0,175	0,149
4	Serat buah	0,320	0,080	0,470	0,020	0,110
5	Cangkang	0,330	0,010	0,090	0,020	0,020

Sumber : Deptan (2006)

2.2 Pengomposan

Pemanfaatan limbah padat berupa pelepah kelapa sawit sebagai pupuk organik dapat dilakukan dengan beberapa cara, yaitu dikomposkan, dijadikan pakan ternak dan dibakar. Pembakaran pelepah kelapa sawit sebagai usaha untuk

memperkecil volume limbah dapat menimbulkan dampak pencemaran udara. Alternatif pengolahan lainnya adalah memotong pelepah pada saat panen atau pangkasan dan umumnya dibiarkan membusuk di lapangan, hal ini berpotensi untuk menyumbangkan emisi gas CO₂ (Indriyati, 2008).

Pengomposan pelepah kelapa sawit merupakan salah satu contoh langkah untuk memanfaatkan pelepah sawit yang menghasilkan produk berupa kompos. Karena pelepah sawit mengandung serat, N dan bahan organik dalam jumlah yang cukup. Pembuatan kompos ini bisa dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai *decomposer* (Hanafi, 2004).

Menurut Murbandono (2002), kompos adalah bahan-bahan organik (sampah organik) yang telah mengalami proses pelapukan karena adanya interaksi antara mikroorganisme (bakteri pembusuk) yang bekerja di dalamnya. Bahan-bahan organik tersebut seperti : dedaunan, rumput, jerami, pelepah sawit, sisa-sisa ranting dan dahan. Sedangkan pengomposan atau dekomposisi menurut Indriani (2007) merupakan penguraian dan pematangan bahan-bahan organik secara biologi dalam temperatur termofilik (temperatur yang tinggi) dengan hasil akhir bahan yang cukup bagus untuk digunakan ke tanah tanpa merugikan lingkungan. Temperatur termofilik terjadi karena kelembaban dan suasana aerasi yang tertentu. Setelah temperatur tercapai, mikroorganisme dapat aktif menguraikan bahan organik.

Menurut Sofian (2007), proses pengomposan sangat ditentukan oleh ukuran bahan bakunya. Semakin kecil dan halus ukuran bahan baku, proses pengomposan akan semakin cepat karena bahan baku berukuran kecil mudah terdekomposisi (terurai). Membuat ukuran bahan baku menjadi kecil bisa dilakukan dengan cara mencacahnya dengan menggunakan golok tajam jika bahan bakunya sedikit. Namun, jika bahan baku banyak proses pencacahan harus dilakukan dengan mesin agar efisien waktu dan tenaga. Sutedjo (1994) menyarankan bahwa dalam pembuatan kompos, campuran kompos harus homogeni agar kadar N dan kecepatan fermentasi dapat merata dan tetap. Oleh karena itu, bahan-bahan mentah perlu di potong-potong menjadi bagian-bagian kecil.

Menurut Murbandono (2002), makin halus dan kecil bahan baku kompos maka penguraiannya akan semakin cepat dan hasil lebih banyak. Dengan semakin

kecilnya bahan, bidang permukaan bahan yang terkena bakteri pengurai akan semakin luas sehingga proses pengoposan dapat lebih cepat. Sebaliknya bila bahan baku berukuran besar, permukaan yang terkena bakteri lebih sempit sehingga proses pengoposan lebih lama. Itulah sebabnya kita harus memotong-motong atau mencacah bahan baku yang digunakan.

2.3 Pengecilan Ukuran Produk Pertanian

Pengertian istilah pengecilan ukuran mencakup proses pemotongan, pemecahan, dan penggilasan, serta penggilingan. Pengecilan ukuran dilakukan dengan cara-cara mekanis tanpa mengubah sifat-sifat kimia bahan. Keceragaman ukuran dan bentuk yang diinginkan dari proses ini jarang tercapai. Beberapa contoh dari proses ini adalah pemotongan buah atau sayuran untuk dikalengkan, penggilasan batu kapur untuk pupuk, dan penggilingan biji-bijian (Syarif dan Nugroho, 1989).

2.3.1 Tujuan Pengecilan Ukuran

Pengecilan ukuran bertujuan untuk : (1) Mempermudah ekstraksi unsur tertentu dan struktur komposisi, (2) Penyesuaian dengan kebutuhan spesifikasi produk atau mendapatkan bentuk tertentu, (3) Untuk menambah luas permukaan padatan dan (4) Mempermudah pencampuran bahan secara merata (Syarif dan Nugroho, 1989).

2.3.2 Cara Pengecilan Ukuran

Menurut Syarif dan Nugroho (1989), Pengecilan ukuran bahan hasil pertanian dilakukan dengan cara : (1) pemotongan (2) peremukan (3) pengguntingan

2.3.2.1 Pemotongan

Pemotongan adalah pemisahan atau pengecilan yang diperoleh dengan cara menekankan pisau tipis dan tajam pada bahan yang akan dikecilkan. Hasilnya adalah partikel yang mengalami perubahan dan kerusakan yang minimum. Permukaan yang baru yang dihasilkan oleh pisau yang tajam relatif tidak rusak. Pemotongan sesuai untuk memperkecil buah-buahan dan sayur-sayuran, karena pori – pori pada permukaan terbuka akibat perusakan yang minimum oleh mata pisau yang tajam, maka pengeringan atau perembasan atau proses lainnya yang mencakup pemindahan cairan atau uap air ke atau dari bahan, akan berlangsung

pada laju yang maksimum. Alat pemotong yang paling baik adalah pisau yang mempunyai ketajaman luar biasa dan setipis mungkin. Gerakan pisau harus sedemikian rupa sehingga mata pisau seolah-olah menggergaji bahan. Cara ini akan menghasilkan potongan yang halus dan agaknya keperluan energi menjadi lebih kecil (Syarif dan Nugroho, 1989).

2.3.2.2 Peremukan

Peremukan adalah pengecilan dengan menggunakan gaya yang melebihi kekuatan bahan. Partikel yang dihasilkan mempunyai bentuk dan ukuran yang tak beraturan. Sifat permukaan dan partikel tergantung dari jenis bahan dan cara penggunaan gaya. Batu kapur dan pupuk kimia lainnya, makanan giling untuk ternak, tepung dan bubuk kasar, bubur buah dan sayuran dihasilkan sebagian atau seluruhnya dengan cara peremukan. Peremukan digunakan untuk mengeluarkan cairan dari tebu dan untuk memecah struktur bahan rumput-rumputan dengan tujuan mempercepat pengeringan. Gaya yang dipakai untuk peremukan dapat digunakan secara statis seperti memecah buah kenari dengan capit atau secara dinamis dengan palu. Memecah dengan rol seperti pada sorgum mill adalah contoh dari penggunaan gaya statis. *Hammer mill* adalah contoh dari penggunaan gaya dinamis (Syarif dan Nugroho, 1989).

2.3.2.3 Pengguntingan

Pengguntingan adalah gabungan dari memotong dan meremuk. Jika mata penggunting tipis dan tajam, kemampuan kerja mendekati proses pemotongan. Jika mata penggunting tebal dan tumpul maka kemampuan kerja lebih menyerupai peremukan. Pengguntingan biasanya digunakan untuk memperkecil bahan berserat liat dan apabila ditambah dengan beberapa perlakuan peremukan akan lebih menguntungkan karena akan diperoleh satuan- satuan yang lebih besar keseragamannya. Bagian pemotong terdiri dari pisau yang tajam dan landasan. Pisau biasanya tebal untuk mengimbangi goyangan yang terjadi karena pisau mengenai bahan. Untuk mencapai kemampuan kerja terbaik maka jarak antara landasan dan pisau harus sekecil mungkin dan pisau harus setajam dan setipis mungkin (Syarif dan Nugroho, 1989).

2.4 Sumber Tenaga

Sumber-sumber tenaga dapat diperoleh antara lain dari : Tenaga manusia, hewan, tenaga alam (air, angin, sinar matahari, dsb), tenaga motor penggerak, listrik, tenaga atom dsb (Harjosentono *et al*, 2000).

Motor Bakar

Motor bakar adalah motor yang dapat merubah tenaga panas dari suatu pembakaran menjadi tenaga mekanik. Dapat dibedakan dalam 2 golongan yaitu: (1). *External combustion engine* (motor dengan pembakaran luar) contohnya adalah motor uap , (2). *Internal combustion engine* (motor dengan pembakaran dalam silinder) (Harjosentono *et al*, 2000).

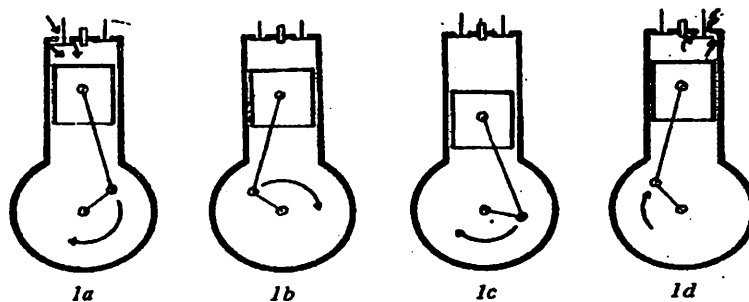
Motor pembakaran dalam sendiri terbagi menjadi dua jenis utama, yaitu Motor Bensin dan Motor Diesel. Perbedaan kedua jenis motor tersebut sangat jelas sekali yaitu jika motor bensin menggunakan bahan bakar bensin (premium), sedangkan motor diesel menggunakan bahan bakar solar. Perbedaan yang utama juga terletak pada sistem penyalanya, di mana pada motor bensin digunakan busi sebagai sistem penyalanya sedangkan pada motor diesel memanfaatkan suhu kompresi yang tinggi untuk dapat membakar bahan bakar solar (Muhson, 2011).

Menurut Harjosentono *et al* (2000), motor dengan pembakaran di dalam silinder berdasarkan langkah gerak torak (piston) yaitu : Motor 4 tak dan Motor 2 tak.

Motor bensin 4 tak adalah motor yang memerlukan empat kali langkah torak (dua kali ke atas dan dua kali ke bawah) untuk memperoleh satu kali usaha di ruang pembakaran. Langkah gerak torak tersebut berturut-turut adalah : (1) Langkah hisap (*intake storke*). Pada waktu langkah hisap, katup pemasukan terbuka dan katup pembuangan tertutup. Torak bergerak ke bawah, volume ruang pembakaran bertambah besar, maka tekanannya menjadi lebih kecil daripada tekanan udara luar sehingga campuran bahan bakar dan udara masuk mengisi ruang pembakaran melalui lubang katup pemasukan. Campuran bahan bakar dan udara tersebut dihasilkan dari karburator. Pada motor diesel hanya udara saja yang masuk ke dalam ruang pembakaran. (2) Langkah kompresi, katup pemasukan dan pembuangan keduanya tertutup. Torak bergerak ke atas dan memampatkan

campuran bahan bakar udara di ruang pembakaran. Loncatan api listrik pada busi terjadi menjelang akhir dari langkah kompresi dan membakar/ meledakkan bahan bakar. Pada motor diesel udara dimampatkan akan menimbulkan panas yang tinggi, yang mampu membakar bahan bakar yang disemprotkan dari *injector* menjelang akhir dari langkah kompresi. (3) Langkah usaha, katup pemasukan dan pembuangan masih dalam keadaan tertutup. Menjelang torak turun ke bawah pembakaran yang terjadi dalam ruang silinder menghasilkan tenaga yang maksimal, sehingga menghempaskan torak ke bawah, dan diperoleh satu kali usaha. (4). Langkah pembuangan, katup pemasukan tertutup dan katup pembuangan terbuka. Torak bergerak ke atas dan mendorong keluar sisa/ hasil pembakaran, melalui lubang katup pembuangan keluar ke udara bebas (Harjosentono *et al*, 2000).

Hardjosentono *et al* (2000) menambahkan saat membuka dan menutupnya katup yang perlu diperhatikan adalah apabila torak mencapai kedudukan paling atas, disebut torak mencapai titik mati atas (TMA) dan pada kedudukan paling bawah disebut torak mencapai titik mati bawah (TMB).

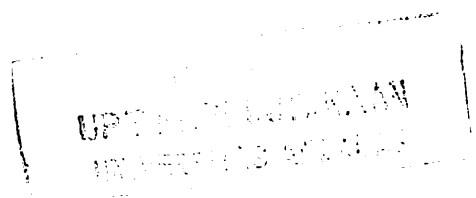


Gambar 1. Prinsip Kerja Motor Diesel Empat Langkah (Harjosentono *et al*, 2000).

2.5 Sistem Transmisi

Menurut Mott (2007), transmisi daya berfungsi sebagai penerima daya dari motor bakar melalui poros yang berputar, mentransmisikan daya melalui elemen elemen mesin dari *input* ke poros *output* dengan mengurangi kecepatan putaran sesuai yang diinginkan. Serta memberikan daya dengan kecepatan yang lebih rendah pada poros *output* yang akhirnya menggerakkan mesin.

Menurut Mott (2007), sistem transmisi tenaga terdiri atas empat macam yaitu :



1. Transmisi poros langsung (*direct coupled*)

Transmisi langsung menggunakan poros atau as (*shaft*) merupakan transmisi yang paling sederhana dan digunakan untuk menyalurkan tenaga pada jarak yang dekat dan posisi yang segaris antara poros motor penggerak dengan poros mesin yang digerakkan (Mott, 2007).

2. Transmisi sabuk-puli (*belt and pulley*)

Transmisi sabuk-puli digunakan apabila jarak antara dua poros jauh sehingga tidak memungkinkan dilakukannya transmisi langsung. Sabuk dan puli dapat berbentuk pipih atau berbentuk V. Puli adalah roda yang dipakai untuk menyalurkan tenaga yang mempergunakan *belt*. V puli lebih efisien dalam penyaluran tenaga, slip rendah dan dapat dipakai penampang belt yang lebih tipis. *Belt* dapat dibuat dari karet, kanvas, tenunan kapas atau kulit. Sewaktu menyalurkan tenaga belt akan lebih tegang pada salah satu sisi (Mott, 2007).

3. Transmisi rantai-sproket (*chain and sprocket*)

Menurut Mott (2007), Transmisi rantai-sproket digunakan untuk transmisi tenaga pada jarak sedang. Kelebihan pada transmisi ini dibanding dengan transmisi sabuk- puli adalah dapat digunakan untuk menyalurkan daya yang lebih besar.

4. Transmisi roda gigi (*gears*)

Menurut Mott (2007), roda gigi digunakan untuk mentransmisikan daya besar dan putaran yang tepat serta jarak yang relatif pendek. Roda gigi dapat berbentuk silinder atau kerucut. Transmisi roda gigi mempunyai keunggulan dibandingkan dengan sabuk atau rantai karena lebih ringkas, putaran lebih tinggi dan tepat, dan daya lebih besar.

Menurut Mott (2007), daya dihasilkan oleh motor bakar, namun motor ini lazimnya beroperasi pada putaran yang terlalu tinggi dan meneruskan torsi yang terlalu kecil sehingga tidak tepat digunakan pada transmisi roda gigi. Untuk pentransmisi daya yang diberikan, torsi akan naik jika putarannya diturunkan. Kecepatan yang tinggi pada motor membuat transmisi sabuk cukup ideal sebagai penurun kecepatan tingkat pertama. Puli penggerak yang lebih kecil dipasang pada poros motor, sedangkan puli berdiameter lebih besar dipasang pada poros

yang sejajar dengan poros motor dan beroperasi dengan kecepatan yang lebih rendah

Pada umumnya transmisi sabuk digunakan pada kecepatan putar yang tinggi, seperti pada tingkat pertama dari motor listrik atau motor bakar. Kecepatan linear sabuk biasanya berkisar antara 2500 sampai 6500 ft/menit, yang akan menghasilkan gaya tarik yang relatif rendah pada sabuk. Pada kecepatan rendah, tarikan pada sabuk menjadi terlalu besar bagi lazimnya penampang melintang sabuk, dan kemungkinan terjadinya selip antara sisi sisi sabuk dan cakra atau puli. Pada kecepatan tinggi, pengaruh dinamik seperti daya sentrifugal, kibasan sabuk, dan getaran akan mengurangi efektifitas dan umur pakai transmisi ini. Kecepatan 4000 fit/mnt umumnya ideal. Beberapa rancangan sabuk memakai bahan berkekuatan tinggi, jalinan serat penguat dan rancangan bergigi yang dibuat sangat sesuai dengan alur-alur puli untuk mempertinggi kemampuannya dalam mentransmisikan gaya-gaya yang tinggi, dengan kecepatan-kecepatan yang rendah. Rancangan-rancangan ini menyamai transmisi rantai dalam banyak pemakaian (Mott, 2007).

2.6 Analisis Biaya Pokok

Menurut Supriyono (2000), analisis biaya pokok adalah suatu analisa yang menggambarkan perubahan biaya variabel, biaya tetap, harga jual, volume penjualan dan campuran penjualan akan mempengaruhi keuntungan. Analisis ini merupakan instrumen yang lazim dipakai untuk menyediakan informasi yang bermanfaat bagi manajemen untuk pengambilan keputusan, misalnya : dalam menetapkan harga jual produk.

2.7.1 Biaya pokok

Biaya pokok adalah biaya yang diperlukan suatu alat / instrumen untuk menghasilkan satu unit output. Biaya pokok terdiri dari biaya tetap dan tidak tetap (Mulyadi, 2005).

Menurut Santosa (2010), Biaya pokok adalah biaya yang diperlukan untuk memproduksi satu unit output. Pada pengolahan tanah, biaya pokok pengolahan tanah adalah biaya untuk mengolah satu hektar sawah, dengan satuan Rp/hektar. Pada kegiatan produksi kripik *sanjai* (singkong), maka biaya pokok adalah biaya untuk memproduksi satu kg kripik *sanjai* (Rp/kg). Biaya pokok untuk memompa

air dari sungai ke petak sawah adalah biaya tiap liter air yang mampu dipompa (Rp/liter).

2.7.1.1 Biaya tetap

Menurut Mulyadi (2005), biaya tetap adalah biaya yang jumlahnya tetap konstan tidak dipengaruhi perubahan volume kegiatan atau aktivitas sampai tingkat kegiatan tertentu, contohnya : biaya penyusutan dan bunga modal.

Rahayu (2011) menjelaskan biaya tetap merupakan jenis biaya yang bersifat statis (tidak berubah) dalam ukuran tertentu. Biaya ini akan tetap kita keluarkan meskipun kita tidak melakukan aktivitas apapun atau bahkan ketika kita melakukan aktivitas yang sangat banyak sekalipun

2.7.1.2 Biaya Tidak Tetap

Biaya tidak tetap adalah biaya yang jumlah totalnya berubah sebanding dengan perubahan volume kegiatan atau aktivitas, contoh; biaya pemeliharaan, biaya operator, bahan bakar dan oli (Mulyadi, 2005).

Biaya tidak tetap ini bersifat dinamis. Biaya ini mengikuti banyaknya jumlah unit yang diproduksi ataupun banyaknya aktivitas yang dilakukan. Pada biaya ini, jumlah yang akan kita keluarkan per unit atau per aktivitas justru berjumlah tetap sedangkan untuk biaya secara total jumlahnya akan menyesuaikan dengan banyaknya jumlah unit yang diproduksi ataupun jumlah aktivitas yang dilakukan (Rahayu, 2011).

2.7.1.2 BEP (*Break Event Point*)

Menurut Mulyadi (2005), *break event point* adalah suatu keadaan dalam suatu operasi perusahaan tidak mendapat untung maupun rugi/ impas (penghasilan = total biaya).

BEP bermanfaat untuk memberikan informasi mengenai berbagai tingkat volume penjualan, serta hubungannya dengan kemungkinan memperoleh laba menurut tingkat penjualan yang bersangkutan. Komponen yang berperan dalam BEP yaitu biaya, biaya yang dimaksud adalah biaya variabel dan biaya tetap, pada prakteknya untuk memisahkannya atau menentukan suatu biaya itu biaya variabel atau tetap bukanlah pekerjaan yang mudah, Biaya tetap adalah biaya yang harus dikeluarkan oleh kita untuk produksi ataupun tidak, sedangkan biaya variabel

adalah biaya yang dikeluarkan untuk menghasilkan satu unit produksi jadi kalau tidak produksi maka tidak ada biaya ini (Rahayu, 2011)..

2.7 Penelitian Terdahulu

Ada beberapa penelitian tentang pengolahan limbah kelapa sawit ini baik untuk pakan ternak maupun sebagai bahan baku kompos. Berikut adalah alat pencacah pelepah kelapa sawit maupun tandan kosong kelapa sawit yang telah dilakukan pengujian secara teknis :

1. Mesin Perajang Pelepah Sawit untuk Pakan Ternak dengan penggerak motor 1,5 kW atau 2 HP yang berkapasitas minimal 174 kg/jam dan maksimal 834 kg/jam dan memiliki efisiensi mesin 87 % (Nasirwan, 2009).
2. Mesin Pencacah Pelepah Sawit yang dimodifikasi menjadi Alat Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit sebagai bahan baku kompos dengan penggerak motor listrik 745,7 kW atau 1 HP yang berkapasitas 33,39 kg/jam dan memiliki efisiensi mesin 57,29 %. Hasil cacahan yang tertinggi yaitu 52,4 % dengan panjang berkisar >5-10 cm (Anggara, 2010).



III. BAHAN DAN METODE

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Sitiung BPTP SUMBAR Kab. Dharmasraya pada bulan Desember 2011 – Februari 2012.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pelepah kelapa sawit dengan daun. Sedangkan alat yang digunakan adalah mesin pencacah, *Tachometer*, *sound levelmeter*, meteran, tali plastik, timbangan, gelas ukur, karung/goni, *stopwatch* dan kamera Digital.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan analisis Rancangan Acak Lengkap (RAL), Penelitian ini dilakukan dengan 1 kali penggantian puli pada puli *input* yaitu, puli dengan ukuran 4,5 dan 2 inci masing-masingnya dilakukan 3 kali ulangan. Bahan baku yang digunakan setiap perlakuannya adalah 50 kg pelepah kelapa sawit. Pengukuran RPM dilakukan dengan menggunakan alat *tachometer* yang diukur pada puli *input* dan puli *output*.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan ini dilaksanakan di Kebun Percobaan Sitiung BPTP Sumbar Kab. Dharmasraya pada tanggal 28 September 2011.

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian pendahuluan ini adalah pelepah kelapa sawit beserta daun. Sedangkan alat yang digunakan adalah mesin pencacah pelepah kelapa sawit, *Tachometer*, meteran, timbangan, *stopwatch* dan kamera digital.

Penelitian pendahuluan ini dilakukan dengan 3 kali perlakuan pada pengaturan gas mesin pencacah yaitu *low*, *Medium*, dan *High* dengan satu kali pencacahan pada masing-masing perlakuan. Bahan yang digunakan adalah 12 kg pelepah sawit beserta daun pada masing-masing perlakuan.

3.4.2 Penelitian Utama

Pelaksanaan pengujian dilakukan dengan mengganti ukuran puli pada poros *output* dengan perbandingan puli *input* dan *output* 1 : 1,33 dan 1 : 3, mengukur jumlah putaran poros pisau pencacah, waktu pencacahan, bobot hasil cacahan, dan pemakaian bahan bakar bensin dan kebisingan.

Langkah-langkah pengujian alat dapat dilakukan sebagai berikut: (1) motor (*engine*) dihidupkan dan dipanaskan, (2) Mengoperasikan mesin sampai putaran optimal, kemudian masukkan pelepah kelapa sawit yang telah ditimbang beratnya ke dalam ruang pencacah melalui lubang pengumpan /pemasukan. Lubang pemasukan yang digunakan adalah lubang horizontal. (3) *stopwatch* dihidupkan ketika pisau pencacah mulai mencacah bahan dan *stopwatch* dimatikan setelah bahan tercacah keluar dari *outlet*, (4) dilakukan pengamatan saat pencacahan dan pengamatan hasil cacahan. Selanjutnya cara yang sama dilakukan pada setiap ulangnya.

Perhitungan kinerja mesin didapatkan melalui hasil analisis pengukuran parameter uji teknis alat tersebut berupa kapasitas kerja, efisiensi pencacahan dan pemakaian bahan bakarnya.

3.5 Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan di dalam penelitian ini adalah sebagai berikut :

3.5.1 Pengamatan Kinerja Mesin Pencacah

3.5.1.1 Kapasitas kerja

a. Kapasitas Kerja Mesin

Merupakan kemampuan mesin pencacah untuk mencacah bahan per satuan waktu, yang dinyatakan dengan satuan kg/jam.

Kapasitas Kerja Mesin ini dapat ditentukan dengan persamaan:

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

dengan:

Ke = kapasitas kerja efektif (kg/jam)

M = berat hasil cacahan pelepah kelapa sawit (kg)

T = total waktu pencacahan (jam)

3.5.1.2 Rendemen Pencacahan

Rendemen pencacah adalah persentase keluaran dibagi dengan masukan bahan atau dengan persamaan sebagai berikut :

$$\eta = \frac{\text{Output}}{\text{Input}} \times 100 \% \dots\dots\dots (2)$$

dengan :

η = rendemen pencacahan (%)

Output = banyaknya keluaran pelepah sawit setelah dicacah (kg)

Input = banyaknya pelepah sawit yang dimasukkan (kg)

3.5.1.3 Frekuensi Putar

Frekuensi putar yaitu banyaknya putaran silinder per menit untuk mencacah bahan. Frekuensi putar yang akan diukur adalah frekuensi putar motor penggerak dan frekuensi poros yang digerakkan pengukuran dilakukan saat putaran tanpa beban (kosong) dan pada saat bekerja. Frekuensi putar dapat dihitung dengan menggunakan *tachometer*.

3.5.1.4 Torsi

Torsi adalah hasil bagi dari daya pada mesin pencacah dengan kecepatan putaran puli. Torsi berbanding terbalik dengan kecepatan putaran. Semakin tinggi torsi maka kecepatan putaran akan semakin rendah, sebaliknya semakin rendah torsi maka kecepatan putaran akan semakin tinggi. Untuk torsi dapat ditentukan dengan persamaan :

$$T = \frac{P \times 60}{2\pi n} \dots\dots\dots (3)$$

Dengan :

T = torsi (Nm)

P = daya pada mesin (Watt)

n = kecepatan putaran puli (rpm)

3.5.1.5 Sistem Transmisi Daya

Sistem transmisi yang digunakan pada mesin pencacah ini menggunakan sistem transmisi sabuk puli. Transmisi sabuk-puli digunakan bila jarak antara dua poros jauh sehingga tidak memungkinkan dilakukannya transmisi langsung. Poros berfungsi sebagai pengatur langkah dan pengatur kecepatan, sehingga langkah dapat diatur sesuai dengan kebutuhan. Puli merupakan suatu komponen yang

biasanya digunakan sebagai tempat sabuk dalam mentransmisikan energi dari poros satu ke poros yang lain.

Dalam menentukan perbandingan kecepatan putaran antara puli *input* dengan puli *output* dapat menggunakan rumus sebagai berikut :

$$D1 \cdot N1 = D2 \cdot N2 \dots\dots\dots (4)$$

dengan :

N1 = putaran puli *input* (motor)

N2 = putaran puli *output* (poros)

D1 = diameter puli *input* (motor)

D2 = diameter puli *output* (poros)

3.5.1.6 Persentase kehilangan hasil

Kehilangan hasil merupakan banyaknya hasil yang terbuang (tidak tertampung) sehingga mengakibatkan berat hasil cacahan kurang dari berat awal bahan. Persentase kehilangan hasil dapat dihitung dengan menggunakan rumus:

$$K = \frac{M-MC}{M} \times 100\% \dots\dots\dots (5)$$

dengan:

K = kehilangan hasil (%)

M = berat bahan sebelum dicacah (kg)

Mc = berat bahan setelah dicacah (kg)

3.5.1.7 Konsumsi bahan bakar

Pengamatan bahan bakar diperlukan untuk mengetahui berapa banyak bahan bakar yang digunakan dalam mencacah caranya yaitu dengan mengisi penuh tangki bahan bakar sebelum alat dioperasikan. Setelah alat selesai dioperasikan, bahan bakar bensin diisi kembali sampai penuh dan dicatat besarnya volume penambahan bahan bakar tersebut.

Debit pemakaian bahan bakar dapat dihitung dengan rumus :

$$Q = \frac{60 \times Vol}{1000 \times T} \dots\dots\dots (6)$$

dengan :

Q = debit pemakaian bahan bakar (liter/jam)

Vol = volume pemakaian bahan bakar pada saat beroperasi (cm³)

T = total operasional waktu alat pencacah (menit)

60 = konversi satuan 1 jam = 60 menit

1000 = konversi satuan 1 liter = 1000 cm³

Daya engine berdasarkan pemakaian bahan bakar:

$$P_k = Q \times \rho \times N_{BB} \times 4,2 / (3600 \times 735) \dots\dots\dots (7)$$

$$P_m = \eta_m \times P_k \dots\dots\dots (8)$$

dengan :

P_k = daya kimia bahan bakar (hp)

Q = debit bahan bakar minyak (liter/jam)

ρ = densitas bahan bakar minyak (kg/liter)

N_{BB} = nilai kalori bahan bakar minyak (kalori/kg)

P_m = daya mekanis motor (HP)

η_m = efisiensi termal motor bakar (tanpa dimensi satuan)

4,2 = konversi satuan, 1 kalori = 4,2 joule

3600 = konversi satuan, 1 jam = 3600 detik

735 = konversi satuan, 1 HP = 735 watt

3.5.1.8 Hasil cacahan

Pengamatan hasil cacahan dilakukan setelah bahan tercacah oleh alat. Pengamatan ini bertujuan untuk menentukan efektifitas alat terhadap hasil pencacahan. Hasil cacahan dilihat dari keseragaman ukurannya. Pengukuran dilakukan dengan menghitung persentase berat cacahan yang dikelompokkan berdasarkan panjang. Dengan pengambilan sampel sebanyak 100 gram kemudian dilakukan pencacahan, hasil cacahan diambil secara acak untuk diklasifikasikan berdasarkan panjangnya. Pada penelitian ini hasil cacahan diambil sampelnya dan dipisahkan menjadi 2 bagian, bagian pertama panjangnya besar sama 50 mm dan bagian kedua panjangnya lebih panjang dari 50 mm (SNI 7-7580-2010).

Persentase masing – masing kelompok hasil cacahan dapat dicari dengan menggunakan persamaan sebagai berikut:

$$w = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \% \dots\dots\dots (9)$$

Dengan:

W = persentase berat berdasarkan panjang

W_n = berat cacahan menurut pengelompokan (g)

W_s = berat keseluruhan sampel (g)

3.5.1.9 Tingkat Kebisingan Alat

Merupakan tingkat suara yang ditimbulkan oleh operasi mesin pencacah yang diterima oleh pendenggaran operator pada jarak dua meter dari sumber suara. Tingkat kebisingan alat pencacah ini akan diukur dengan menggunakan alat *sound levelmeter*.

3.5.2 Analisis Biaya Pokok dan Titik Impas

3.5.2.1 Biaya Pokok

Biaya pokok adalah biaya yang diperlukan suatu alat pencacah untuk setiap kali menghasilkan satu unit *output*. Secara garis besar biaya dibagi menjadi biaya tetap dan biaya tidak tetap.

Biaya tetap adalah biaya yang tidak tergantung pada operasi alat, yang mencakup biaya penyusutan dan bunga modal, sedangkan biaya tidak tetap adalah biaya yang nilainya bergantung pada jam pengoperasian alat. Biaya tidak tetap mencakup biaya perbaikan dan perawatan, upah operator dan biaya bahan bakar, biaya oli.

3.5.2.1.1 Biaya tetap

3.5.2.1.1.1 Penyusutan:

Penyusutan dapat dihitung dengan rumus:

$$D = \frac{P - S}{N} \dots\dots\dots (10)$$

dengan:

- D = penyusutan (Rp/tahun)
- P = harga alat pencacah (Rp)
- S = nilai akhir alat pencacah (Rp) = 10% x P
- N = umur ekonomis mesin pencacah (tahun)

3.5.2.1.1.2 Bunga modal:

Bunga modal dapat dihitung dengan rumus:

$$I = \frac{r(P+S)}{2} \dots\dots\dots (11)$$

dengan:

- I = bunga modal (Rp/tahun)
- r = tingkat suku bunga bank (%/tahun)
- P = harga alat pencacah (Rp)

$$S = \text{nilai akhir alat pencacah (Rp)} = 10\% \times P$$

Biaya tetap dapat dihitung dengan:

$$BT = D + I \dots\dots\dots (12)$$

dengan:

$$D = \text{penyusutan (Rp/tahun)}$$

$$I = \text{bunga modal (Rp/tahun)}$$

3.5.2.1.2 Biaya tidak tetap

3.5.2.1.2.1 Biaya pemeliharaan:

$$PP = 2\% (P - S) / 100 \dots\dots\dots (13)$$

dengan:

$$PP = \text{biaya pemeliharaan (Rp/jam)}$$

$$P = \text{harga alat pencacah (Rp)}$$

$$S = \text{nilai akhir alat pencacah (Rp)} = 10\% \times P$$

3.5.2.1.2.2 Biaya operator:

$$Bo = Wop / Wt \dots\dots\dots (14)$$

dengan:

$$Bo = \text{upah operator per jam (Rp/jam)}$$

$$Wop = \text{upah operator tiap hari (Rp/hari)}$$

$$Wt = \text{jam kerja tiap hari (jam/hari)}$$

3.5.2.1.2.3 Biaya bahan bakar:

$$BB = Qbb \times Hbb \dots\dots\dots (15)$$

dengan:

$$BB = \text{biaya bahan bakar (Rp/jam)}$$

$$Qbb = \text{debit bahan bakar (liter/jam)}$$

$$Hbb = \text{harga bahan bakar tiap liter (Rp/liter)}$$

3.5.2.1.2.4 Biaya oli:

$$OI = Vp \times Ho / Jp \dots\dots\dots (16)$$

dengan:

$$OI = \text{biaya oli (Rp/jam)}$$

$$Vp = \text{volume pengganti (liter)}$$

$$Ho = \text{harga oli (Rp/liter)}$$

$$Jp = \text{waktu pengganti oli (jam)}$$

3.5.2.1.2.4 biaya pembelian pisau

$$B \text{ pisau} = \frac{\text{Harga Pisau (Rp)}}{\text{Umur Pisau (jam)}} \dots\dots\dots (17)$$

Jadi biaya tidak tetap dapat dihitung dengan:

$$BTT = PP + BO + BB + OI + BPs \dots\dots\dots (18)$$

dengan:

- BTT = biaya tidak tetap (Rp/jam)
- PP = biaya pemeliharaan (Rp/jam)
- BO = biaya oli (Rp/jam)
- BB = biaya bahan bakar (Rp/jam)
- OI = biaya operator (Rp/jam)
- BPs = biaya pisau (Rp/jam)

Biaya Pokok

$$BP = \frac{BT/X + BTT}{Ke} \dots\dots\dots (19)$$

Dengan:

- BP = biaya pokok pencacahan pelepah kelapa sawit (Rp/kg)
- BT = biaya tetap (Rp/tahun)
- BTT = biaya tidak tetap (Rp/jam)
- X = jam kerja dalam satu tahun (jam/tahun)
- Ke = kapasitas kerja efektif (kg/jam)

3.5.2.1.3 Titik Impas (Break Event Point ,BEP)

Titik impas (BEP) adalah suatu titik pada kondisi ketika hasil usaha yang diperoleh sama dengan modal yang dikeluarkan, maka dapat dihitung dengan persamaan :

$$BEP = \frac{BT}{1,1 BP - \frac{(BTT)}{Ke}} \dots\dots\dots (20)$$

dengan:

- BEP = titik impas pencacahan (kg/tahun)
- BT = biaya tetap (Rp/tahun)
- BTT = biaya tidak tetap (Rp/jam)
- BP = biaya pokok pencacahan pelepah sawit (Rp/kg)
- Ke = kapasitas kerja efektif (kg/jam)

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan

Hasil dari penelitian pendahuluan uji teknis mesin pencacah pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku kompos adalah sebagai berikut :

Tabel 3. Kecepatan putar puli mesin (*input*) dan puli poros pencacah (*output*)

Pengaturan gas	Kecepatan putar (RPM) <i>input</i>		Kecepatan putar (RPM) <i>Output</i>	
	kosong	isi	kosong	isi
<i>low</i>	1455	1369	1091	1027
<i>medium</i>	1957	1737	1467	1303
<i>high</i>	2251	2245	1688	1683
Rata -rata	1877	1783	1413	1337

Tabel 4. Kapasitas rata – rata pencacah dan efisiensi mesin pencacah

Kecepatan putar (RPM) <i>input</i>	Bahan Masukan (kg)	Bahan keluaran (kg)	Waktu Penghancuran (jam)	Kapasitas alat (kg/jam)	Rendemen (%)
1369	12	11,50	0,029	396,55	95,80
1737	12	11,50	0,020	575,00	95,80
2245	12	11,00	0,0169	649,00	91,60
Rata - rata	12	11.30	0,0129	532,81	94.40

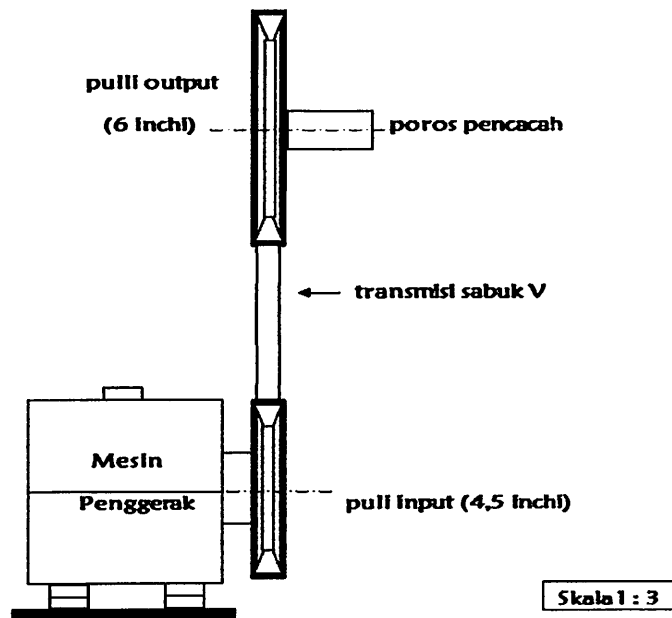
Spesifikasi Teknis Mesin Pencacah Pelepah Sawit Rancangan BBP MEKTAN dapat dilihat pada Lampiran 1.

4.2 Penelitian Utama

Penelitian ini dilaksanakan dengan 2 perlakuan yaitu dengan penggantian puli *input*, yaitu perlakuan 1 puli *output* berdiameter 6 inci dan puli *input* berdiameter 4 inci. Perlakuan 2 yaitu puli *output* tetap berdiameter 6 inci dan diameter puli *input* diganti menjadi 2 inci yang perbandingannya dapat dilihat pada tabel berikut :

Tabel 5. Perbandingan Diameter Puli

Perlakuan	diameter puli <i>input</i> (inci)	diameter puli <i>output</i> (inci)	Perbandingan <i>input</i> : <i>output</i>
1	4,5	6	1 : 1,33
2	2	6	1 : 3



Gambar 2. Sketsa Sistem Transmisi Pada Puli *Input* 4,5 inci : Puli *Output* 6 inci

4.3 Perhitungan Teknis Hasil Pengamatan

4.3.1. Kapasitas Kerja efektif

Kapasitas kerja efektif adalah kemampuan mesin pencacah dalam menghasilkan cacahan yang seragam per satuan waktu dengan putaran daya penggerak yang optimal. Kapasitas kerja efektif untuk pencacahan pelepah kelapa sawit dapat dilihat pada Tabel 6.

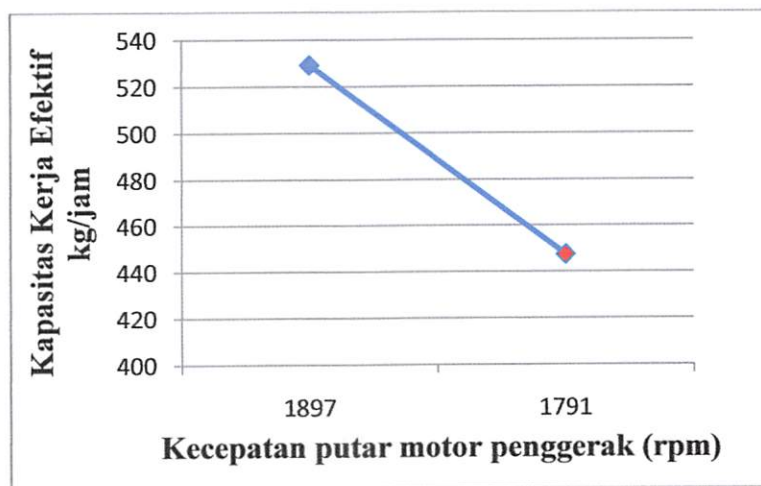
Tabel 6. Kapasitas Kerja Efektif Pencacahan Pelepah Kelapa Sawit

Perbandingan puli	Berat awal (kg)	Berat hasil cacahan pelepah kelapa sawit (kg)	Total waktu pencacahan (menit)	Kapasitas kerja efektif (kg/jam)
1 : 1,33	50	48,58	5,516	529,27
1 : 3	50	48,66	6,528	447,47

Pada Tabel 6 terlihat bahwa Kapasitas kerja efektif mesin pencacah pelepah sawit ini mencapai 529,27 kg/jam, sesuai dengan persyaratan unjuk kerja mesin pencacah bahan pupuk organik pada SNI 7580 : 2010 bahwa kapasitas kerja efektif dibagi menjadi 3 kelas yaitu kelas A yang kapasitasnya < 600 kg/jam, kelas B dengan kapasitas 600 -1500 kg/jam dan kelas C yang kapasitasnya > 1500

kg/jam. Sehingga kapasitas pencacah pelepah kelapa sawit sebagai bahan baku kompos ini termasuk kelas A (Lampiran 14).

Kapasitas kerja efektif pencacahan pelepah sawit akan semakin rendah ketika ukuran puli *input* yang digunakan lebih kecil yang mengakibatkan kecepatan putaran poros motor akan semakin lambat. Menurut pendapat Smith (1990), Kapasitas suatu pencacahan bergantung pada banyak faktor, seperti laju pemasukan bahan, kecepatan poros motor, daya yang tersedia, jenis bahan yang digunakan dan kelembutan penggilingan. Perhitungan kapasitas pencacahan dapat dilihat pada Lampiran 2.



Gambar 3. Grafik Kapasitas Kerja Efektif

Tabel 7. Tabel Anava Kapasitas Kerja Efektif

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F 5 %	Kesimpulan
Perlakuan	10036,042	1	10036,042	29,133	7,71	*
Galat	1377,935	4	344,483			
Total	11413,977	5				

Ket : * : berbeda nyata

Secara statistik perlakuan penggantian puli *input* berbeda nyata terhadap kapasitas kerja efektif, karena $F_{hitung} > F_{tabel}$ (Lampiran 13) = $29,133 > 7,71$ artinya penggantian puli *input* berpengaruh terhadap kapasitas kerja efektif. Karena semakin kecil puli *input* yang menyebabkan putaran poros *output* semakin lambat maka kapasitas kerja efektif pun ikut menurun (Tabel 7).

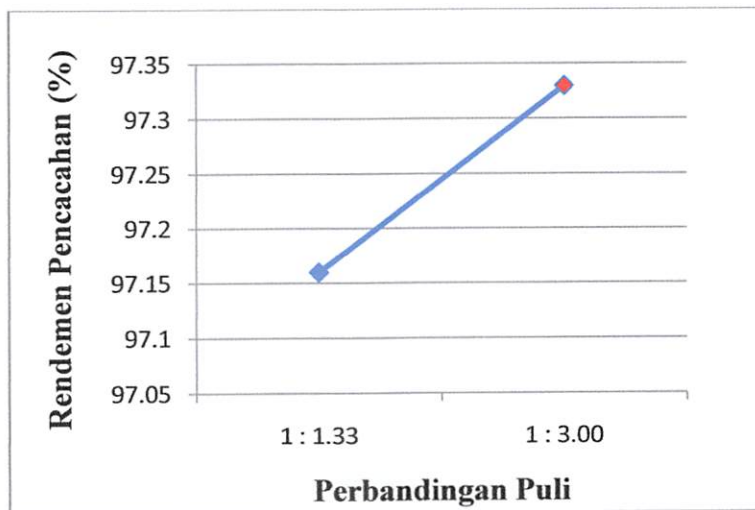
4.3.2 Rendemen Pencacahan

Rendemen pencacahan adalah persentase keluaran pelepah kelapa sawit yang telah di cacah dibagi dengan persentase masukan pelepah sawit yang akan dicacah. Rata - rata efisiensi pencacahan pelepah kelapa sawit dengan 3 kali ulangan adalah sebagai berikut :

Tabel 8. Rendemen Pencacahan

Perbandingan puli	Input (kg)	Output (kg)	Rendemen (%)
1 : 1,33	50	48,58	97,16
1 : 3	50	48,66	97,33

Rendemen pencacahan pelepah kelapa sawit pada setiap perlakuannya mencapai 97 %. Menurut Henderson dan Perry (1998), Rendemen pencacahan dipengaruhi oleh frekuensi putar, kapasitas bahan yang dimasukkan, tenaga yang diperlukan per satuan bahan, ukuran dan bentuk bahan sebelum dan sesudah proses pengecilan ukuran, dan kisaran ukuran dan bentuk hasil akhir. Perhitungan rendemen pencacahan dapat dilihat pada Lampiran 3 .



Gambar 4 Grafik Rendemen Pencacahan

Tabel 9. Tabel Anava Rendemen Pencacahan

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F 5%	Kesimpulan
Perlakuan	0,042	1	0,042	0,125	7,71	NS
Galat	1,333	4	0,333			
Total	1,375	5				

Tabel 9 menunjukkan bahwa $F_{hitung} < F_{tabel}$ (Lampiran 13) = $0,125 < 7,71$ artinya secara statistik, tidak ada pengaruh penggantian puli *input* terhadap rendemen pencacahan.

4.3.3 Persentase kehilangan hasil

Berdasarkan pengamatan dan perhitungan yang telah dilakukan didapatkan data persentase kehilangan hasil rata-rata pencacahan sebagai berikut :

Tabel 10. Persentase Kehilangan Hasil

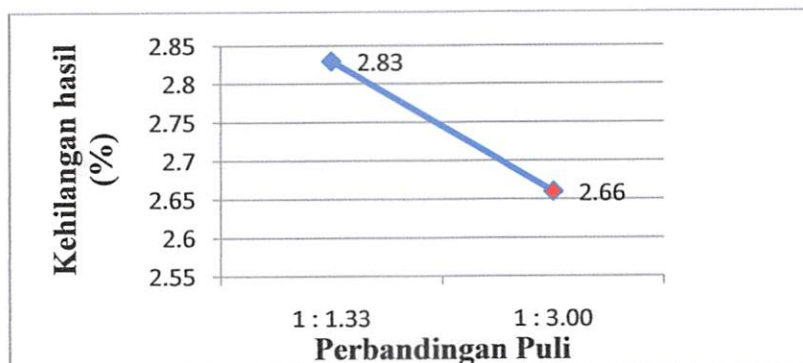
Perbandingan puli	Berat bahan sebelum dicacah (kg)	Berat bahan setelah dicacah (kg)	Kehilangan hasil (%)
1 : 1,33	50	48,58	2,83
1 : 3	50	48,66	2,66

Persentase kehilangan hasil pencacahan pelepah kelapa sawit mencapai 3 % (Tabel 10). Persentase kehilangan hasil pada kedua perlakuan penggantian puli tersebut relatif sama. Hal ini dipengaruhi oleh putaran silinder pencacah dan operator yang memasukkan bahan ke mesin pencacah.

Secara statistik perlakuan penggantian puli *input* pada kehilangan hasil tidak berbeda nyata karena $F_{hitung} < F_{tabel}$ (Lampiran 13) = $4,16 < 7,71$ (Tabel 11). Ini menunjukkan bahwa tidak ada pengaruh antara kedua perlakuan penggantian puli *input* terhadap kehilangan hasil.

Tabel 11. Tabel Anava Persentase Kehilangan Hasil

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F Hitung	F 5%	Kesimpulan
Perlakuan	34,67	1	34,67	4,16	7,71	NS
Galat	33,33	4	8,33			
Total	68,00	5	43,00			



Gambar 5. Grafik Persentase Kehilangan Hasil

4.3.4 Hasil Cacahan dan Persentase Pencacahan

Hasil cacahan dari mesin pencacah pelepah kelapa sawit ini dibagi menjadi dua bagian yaitu : bagian pertama panjangnya ≤ 50 mm dan bagian kedua panjangnya > 50 mm. Sampel yang diambil dari hasil cacahan pelepah kelapa sawit adalah 100 g. Sampel yang sesuai dengan syarat unjuk kerja mesin pencacah untuk pupuk organik adalah cacahan yang panjangnya ≤ 50 mm (SNI 7580 : 2010). Pengelompokkan hasil cacahan pelepah kelapa sawit berdasarkan panjang cacahannya adalah sebagai berikut :

Tabel 12. Hasil Cacahan dan Persentase Hasil Pencacahan

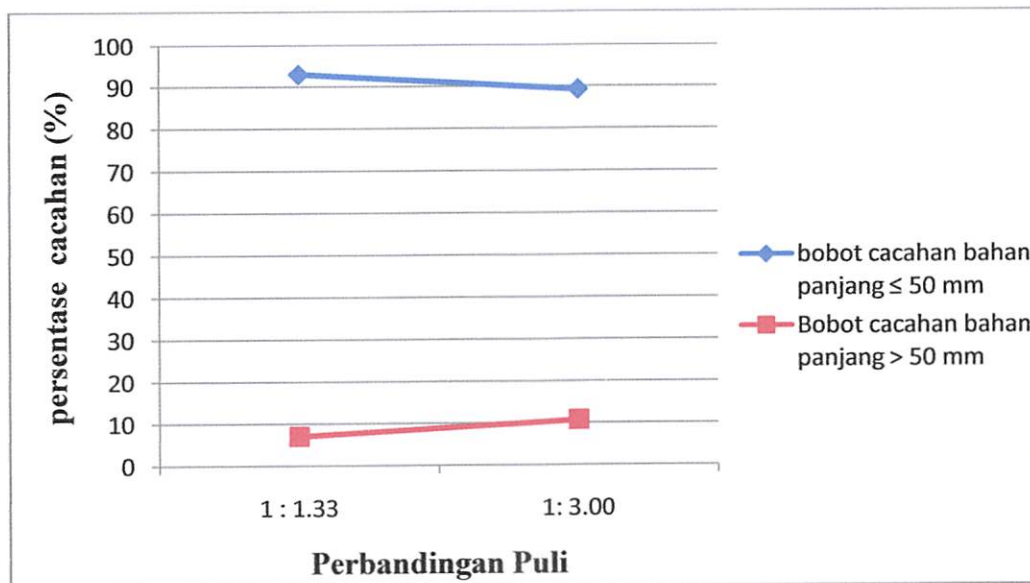
Perbandingan puli	Bobot sampel (g)	cacahan bahan panjang ≤ 50 mm (g)	cacahan bahan panjang > 50 mm (g)	Persentase cacahan bahan panjang ≤ 50 (%)	Persentase cacahan bahan panjang > 50 (%)
1 : 1,33	100	93	7	93	7
1 : 3	100	89,3	10,7	89,3	10,7

Persentase hasil cacahan pelepah kelapa sawit setelah dikelompokkan berdasarkan panjang cacahannya yang memenuhi syarat SNI mencapai 93 % dan minimum 89,3 %. Hasil persentase cacahan tersebut sudah memenuhi syarat SNI 7580 : 2010 yaitu persentase panjang cacahan minimum untuk cacahan pelepah sawit yang panjangnya ≤ 50 mm adalah 80%. Menurut pendapat Murbandono (2002), makin halus dan kecil bahan baku kompos maka penguraiannya akan semakin cepat dan hasil lebih banyak. Dengan semakin kecilnya bahan, bidang permukaan bahan yang terkena bakteri pengurai akan semakin luas sehingga proses pengomposan dapat lebih cepat. Sebaliknya bila bahan baku berukuran besar, permukaan yang terkena bakteri lebih sempit sehingga proses pengomposan lebih lama. Itulah sebabnya kita harus memotong-motong atau mencacah bahan baku yang digunakan.

Secara statistik, kedua perlakuan penggantian puli *input* terhadap panjang hasil cacahan tidak berbeda nyata. Seperti yang ditunjukkan pada Tabel 13 bahwa F hitung $< F$ tabel (Lampiran 13) = 7,5625 $<$ 7,71 sehingga H_0 diterima. Artinya persentase hasil cacahan tidak berpengaruh terhadap penggantian puli *input*.

Tabel 13. Tabel Anava Hasil Cacahan

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F 5%	Kesimpulan
Perlakuan	20,16	1	20,16	7,5625	7,71	NS
Galat	10,66	4	2,66			
Total	30,83	5				

**Gambar 6. Grafik Hasil Cacahan dan Persentase Hasil Pencacahan**

4.3.5 Perubahan putaran motor penggerak dan poros pencacah

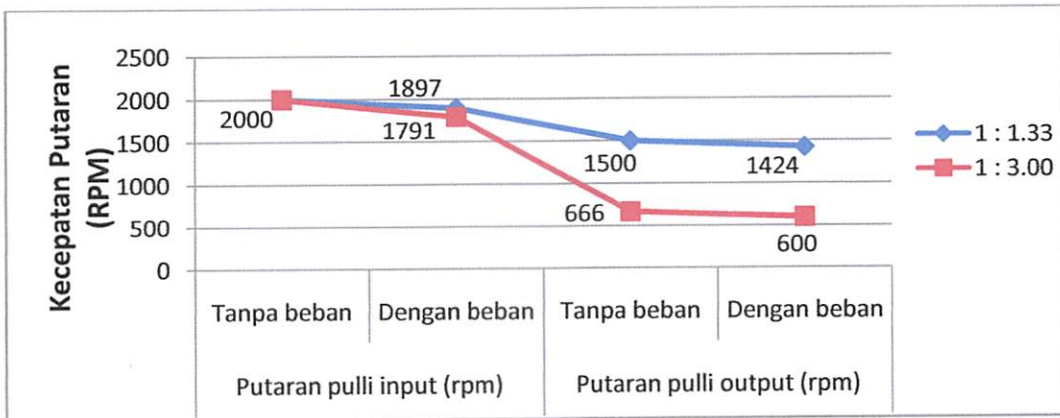
Pada mesin pencacah ini sistem transmisi yang digunakan adalah sistem transmisi sabuk puli sehingga dapat dihitung perubahan putaran motor penggerak dan poros pencacah ini dengan menggunakan alat *Tachometer Digital*. Rata – rata kecepatan putar motor penggerak dan poros pencacah pada kedua perlakuan adalah sebagai berikut :

Tabel 14. Perubahan Putaran Motor Penggerak dan Poros Pencacah

Perbandingan puli	motor penggerak (rpm)		poros pencacah (rpm)	
	Tanpa beban	Dengan beban	Tanpa beban	Dengan beban
1 : 1,33	2000	1897	1500	1424
1 : 3	2000	1791	666	600

Pada Tabel 14 terlihat bahwa kecepatan putaran motor penggerak pada kedua perlakuan relatif sama. Hal ini terjadi karena putaran pada motor penggerak ketika tanpa beban dipertahankan pada putaran optimal. Selanjutnya pada poros pencacah terjadi penurunan kecepatan putaran ketika diameter puli *input* diganti

menjadi lebih kecil yaitu lebih dari setengah kecepatan putaran pada perbandingan puli 1 : 1,33. Tabel Pengamatan setiap ulangan dapat dilihat pada Lampiran 4.



Gambar 7. Perubahan putaran motor penggerak dan poros pencacah

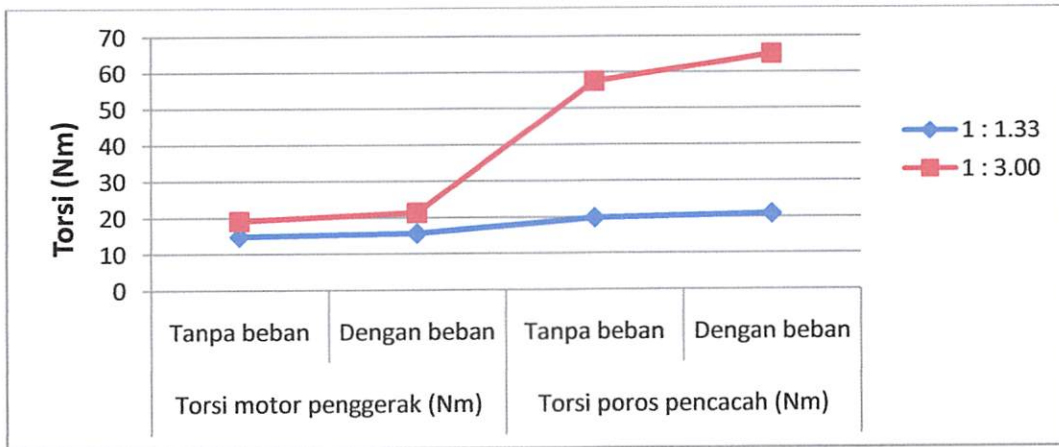
4.3.6 Perubahan Torsi Motor Penggerak dan Poros Pencacah

Rata – rata perubahan torsi antara motor penggerak dengan poros pencacah pada kedua perlakuan adalah sebagai berikut :

Tabel 15. Perubahan torsi motor penggerak dan poros pencacah

Perbandingan puli	Torsi motor penggerak (Nm)		Torsi poros pencacah (Nm)	
	Tanpa beban	Dengan beban	Tanpa beban	Dengan beban
1 : 1,33	14,82	15,64	19,76	20,82
1 : 3	19,13	21,37	57,46	65,05

Tabel 15 menjelaskan bahwa torsi poros pencacah pada perbandingan 1 : 3 lebih besar dari pada perbandingan 1 : 1,33. Besarnya torsi poros pencacah pada perbandingan puli 1 : 3 lebih dari setengah besarnya torsi pada poros pencacah ketika puli berbanding 1 : 1,33. Hal ini berbanding terbalik dengan perubahan kecepatan putaran poros pencacah yang telah dibahas sebelumnya. Menurut pendapat Mott (2007), untuk pentransmisian daya, torsi akan naik jika frekuensi putarnya diturunkan, artinya torsi berbanding terbalik dengan frekuensi putar. Jika frekuensi putar tinggi, maka torsi akan menurun. Sebaliknya jika frekuensi putar menurun maka torsi akan naik. Perhitungan torsi tersebut dijelaskan pada Lampiran 5.



Gambar 8. Grafik Perubahan Torsi Motor Penggerak dan Poros Pencacah

4.3.7 Konsumsi Bahan Bakar

Rata – rata hasil perhitungan dari uji pemakaian bahan bakar dari mesin pencacah pada penelitian ini adalah sebagai berikut :

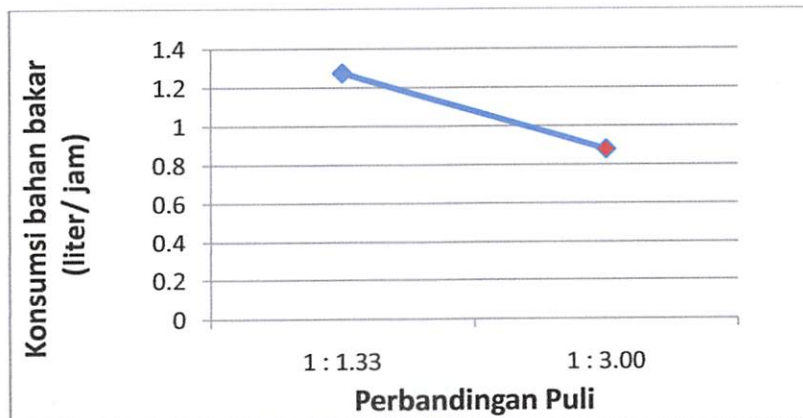
Tabel 16. Konsumsi Bahan Bakar

Perbandingan puli	Volume bahan bakar (cm ³)	Waktu operasional (menit)	Konsumsi bahan bakar (liter/ jam)
1 : 1,33	158,3	7,458	1,274
1 : 3	126,6	8,532	0,880

Tabel diatas menjelaskan bahwa konsumsi bahan bakar pada perbandingan puli 1 : 1,33 lebih besar dari perbandingan puli 1 : 3. Dapat dikatakan konsumsi bahan bakar pada perbandingan puli 1 : 3 hampir setengah dari konsumsi bahan bakar perbandingan puli 1 : 1,33. Perbedaan konsumsi bahan bakar pada kedua perlakuan tersebut terjadi karena semakin besar puli *input* maka semakin bertambah pula kapasitas pemakaian bahan bakar, hal ini terjadi karena semakin besar puli *input* maka frekuensi putar poros pencacaha akan semakin tinggi, jika frekuensi putar semakin tinggi maka kinerja motor bakar mencapai puncak yang menyebabkan efisiensi daya pada motor bakar berkurang sehingga pemakaian bahan bakar lebih banyak. Perhitungan konsumsi bahan bakar pada kedua perlakuan dapat dilihat pada Lampiran 6.

Berdasarkan SNI 7580 : 2010, persyaratan unjuk kerja mesin pencacah bahan pupuk organik berdasarkan konsumsi bahan bakar dikelompokkan menjadi 3 yaitu : kelas A kecil dari 2 liter/jam, kelas B 2-3 liter/jam dan kelas C besar dari 3 liter/jam. Konsumsi bahan bakar paling banyak adalah 1,274 liter/jam nya

(Tabel 16), sehingga konsumsi bahan bakar pada mesin pencacah pelepah kelapa sawit ini dapat dikelompokkan pada kelas A (Lampiran 14).



Gambar 9. Grafik Konsumsi Bahan Bakar

Secara statistik, kedua perlakuan berbeda nyata terhadap konsumsi bahan bakar. Pada tabel 17 terlihat bahwa hasil F hitung $>$ F tabel (Lampiran 13). Dapat dikatakan bahwa penggantian puli *input* berpengaruh terhadap konsumsi bahan bakar mesin pencacah pelepah kelapa sawit tersebut.

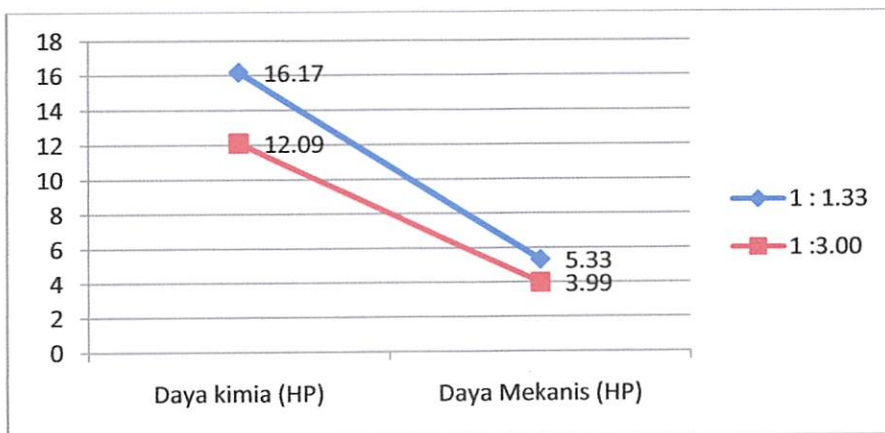
Tabel 17. Tabel Anava Konsumsi Bahan Bakar

Sumber Keragaman (SK)	Jumlah Kuadrat (JK)	Derajat Bebas (DB)	Kuadrat Tengah (KT)	F hitung	F 5%	Kesimpulan
Perlakuan	0,22195	1	0,22195	137,87	7,71	*
Galat	0,00644	4	0,00616			
Total	0,23	5				

Konsumsi bahan bakar juga dipengaruhi oleh daya yang bekerja pada mesin pencacah. Semakin besar puli *input* maka frekuensi putar tinggi dan daya yang dibutuhkan untuk berputar juga tinggi (Tabel 18).

Tabel 18. Daya Kimia dan Daya Mekanis Mesin Pencacah

Perbandingan Puli	Daya kimia (HP)	Daya Mekanis (HP)
1 : 1,33	16,17	5,33
1 : 3	12,09	3,99



Grafik 10. Daya Kimia dan Daya Mekanis

4.3.8 Kebisingan

Tingkat kebisingan alat ini dibutuhkan sebagai ergonomi alat sehingga dalam pengoperasian sesuai dengan ambang pendengaran manusia. Berdasarkan SNI 7580 : 2010, persyaratan unjuk kerja mesin pencacah bahan pupuk organik kebisingan dari mesin pencacah pelepah sawit ini diukur dengan menggunakan alat *sound level meter* dan diukur pada jarak 2 meter dari motor penggerak dekat telinga operator.

Tabel 19. Kebisingan mesin pencacah

Perbandingan puli	Kebisingan (dB)	
	Tanpa beban	Dengan beban
1 : 1,33	88,5	90,5
1 : 3	85,6	86,8

Dari tabel diatas terlihat bahwa kebisingan mesin pencacah dengan beban lebih tinggi daripada tanpa beban. Tingkat kebisingan pada mesin pencacah ini mencapai 90,5 dB. berdasarkan SNI 7580 : 2010, persyaratan unjuk kerja mesin pencacah bahan pupuk organik Kebisingan kerja tidak boleh lebih dari 90 dB (SNI 7580:2010) pada Lampiran 13, Jika melebihi 90 dB sebaiknya operator menggunakan penutup telinga . Menurut Field (1991), kebisingan dapat memiliki efek, baik psikis dan fisiologis pada orang, kebisingan dapat mempengaruhi kinerja pekerja dan kebisingan yang berlebihan dapat menyebabkan kelelahan, gangguan, pendengaran, gangguan komunikasi, tingkat suara yang tinggi juga dapat menginduksi respon di bagian lain tubuh, seperti sirkulasi darah yang berkurang dan meningkatkan tensi.

Tabel 20. Jenis Suara Berdasarkan Tingkat Kebisingannya.

Sound Pressure Level (db)	Sound Description
188	Apollo lift-off, close
150	Jet engine, 10 feet away
140	Pain threshold
130	Warning siren
125	Chain saw
120	Discomfort threshold
115	Max under federal law
110	Very loud music
105	Loud motorcycle or lawn mower
100	Very loud
90	Pneumatic air-hammer Cockpit of light plane, heavy truck
85	Average street traffic
80	Lathe, milling machine, loud singing
75	Vacuum cleaner, dishwasher
70	Average radio, noisy restaurant
65	Annoying
60	Normal conversation, air conditioner
50	Light traffic, average office
40	Library, quiet office
30	Quiet room in home, audible whisper
20	Electric clock, faint whisper
10	Barely detectable
0	Hearing threshold

4.4 Analisis Ekonomi

4.4.1 Biaya pokok alat pencacah

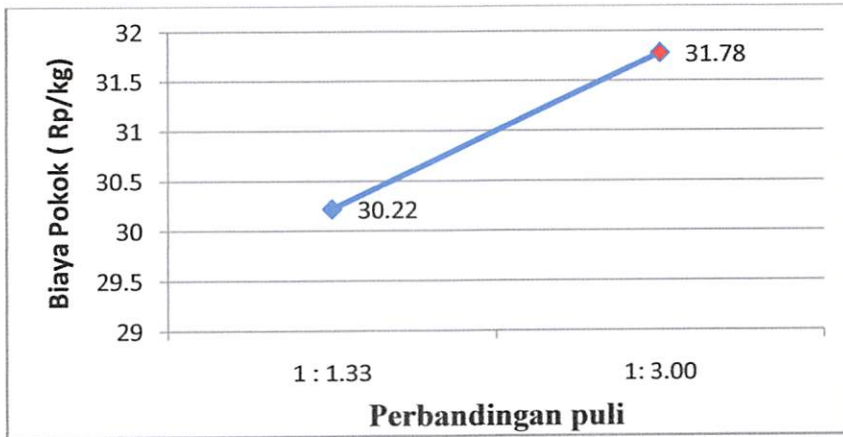
Biaya pokok adalah biaya yang diperlukan suatu alat untuk menghasilkan satu unit *output*. Biaya pokok terdiri dari biaya tetap dan biaya tidak tetap (Mulyadi, 2005).

Dari hasil perhitungan yang dapat dilihat pada lampiran maka didapatkan biaya pokok seperti pada tabel 21.

Tabel 21. Biaya pokok alat pencacah

Perbandingan puli	Biaya Pokok Pencacahan (Rp/kg)
1 : 1,33	30,22
1 : 3	31,78

Tabel 19 menjelaskan bahwa biaya pokok pencacahan pada perbandingan puli 1 : 1,33 adalah Rp. 30,22 /kg sedangkan pada perbandingan puli 1 : 3 adalah Rp. 31,78 /kg. Adapun faktor yang mempengaruhi besar atau kecilnya biaya pokok pencacahan adalah jumlah konsumsi bahan bakar per jam dan kapasitas pencacahan mesin pencacah tersebut. Grafik Biaya Pokok alat pencacah dapat dilihat pada gambar 11 dan perhitungannya pada lampiran 10.



Gambar 11. Biaya Pokok Alat Pencacah

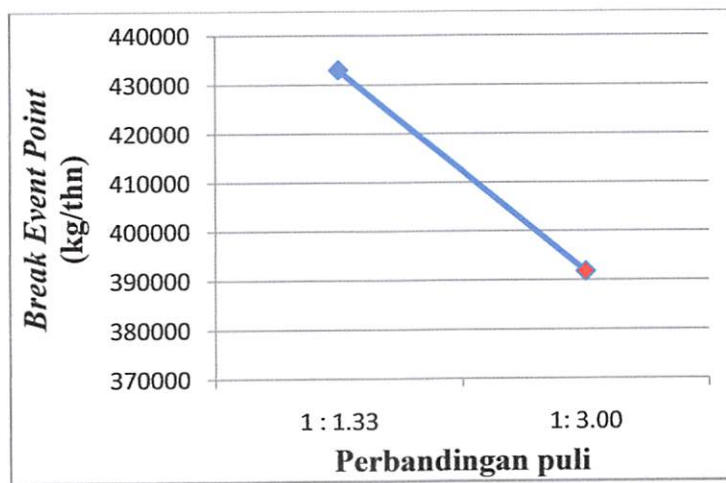
4.4.2 Break Event Point atau Titik Impas

BEP (*break event point*) atau titik impas adalah suatu titik pada kondisi dimana hasil usaha yang diperoleh sama dengan modal yang dikeluarkan. Artinya pada kondisi ini usaha yang dijalankan tidak mendapat keuntungan tetapi juga tidak mengalami kerugian. Dari hasil perhitungan didapatkan *break event point* seperti pada tabel 22.

Tabel 22. Break Event Point

Perbandingan puli	Break Event Point (kg/tahun)
1 : 1,33	432.958
1 : 3	391.702

Tabel 22 menjelaskan bahwa *break event point* pada perbandingan puli 1 : 1,33 adalah 432.958 kg/tahun, sedangkan pada perbandingan puli 1 : 3 adalah 391.702 kg/tahun. Faktor yang mempengaruhi besar atau rendahnya *break event point* ini adalah biaya tetap, biaya pokok, biaya tidak tetap dan kapasitas alat. Perhitungan *break even point* dapat dilihat pada lampiran 10. Grafik *break event point* dapat dilihat pada Gambar 12.



Gambar 12. Grafik *Break Event Point*

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Kapasitas kerja efektif yang terbesar adalah pada perbandingan puli 1 : 1,33 yaitu 529,27 kg/jam. sedangkan pada perbandingan puli 1 : 1,3 yaitu 447,47 kg/jam. Sedangkan persentase mutu hasil pencacahan yang panjang cacahannya < 50 mm pada perbandingan puli 1 : 1,33 adalah 93 % dan perbandingan puli 1 : 3 adalah 89,3 %.
2. Biaya pokok pencacahan pada perbandingan puli 1 : 1,33 yaitu Rp.30,22/kg dan perbandingan puli 1 : 3 yaitu Rp.31,78/kg.

5.2 Saran

Jika alat ini digunakan untuk pelepah sawit, maka sebaiknya kita mengganti komponen pelempar pada *outlet* mesin pencacah tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anggara, Dian. 2010. *Modifikasi Alat Pencacah Pelepah Kelapa Sawit Menjadi Alat Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit*. Padang[skripsi]. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Adalas.
- Sembiring, Bagem. *Warta Puslitbangbun* Vol.13 No. 2, Agustus 2007
- Departemen Pertanian. 2006. *Pedoman Pengelolaan Limbah Industri Kelapa Sawit*. Jakarta.
- Departemen Pertanian. 2012 . *Potensi Kelapa Sawit di Sumatera Barat*. Jakarta.
- Fauzi, Yan, I. S. Wibawa, R. Hartono dan Erna. Widyastuti.2002.*Kelapa Sawit Budidaya Pemanfaatan Hasil dan Limbah, Analisis Usaha dan Pemasaran*.Penebar Swadaya. Jakarta.
- Hanafi, Nevy Diana.2004. *Perlakuan Silase dan Amoniasi Daun Kelapa Sawit Sebagai Bahan Baku Pakan Domba*.Medan [skripsi]. Fakultas Peternakan.Universitas Sumatera Utara.
- Hardjosentono, M., Wijato, E. Rachlan, I. W. Badra, dan R. D. Tarmana. 2000. *Mesin – Mesin Pertanian*. Cetakan ketiga belas. PT Bumi Aksara. Jakarta.
- Henderson, S.M. and R. L. Perry. 1998. *Agricultural Process Engineering*. Third Edition. The AVI Publishing Company, Ins Wertport USA.
- Indiani, Yovita Hety. 2002. *Membuat Kompos Secara Kilat*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Indriyati. 2008. *Potensi limbah industri kelapa sawit di indonesia*. <http://jurnal.pdii.lipi.go.id/admin/jurnal/410893103.pdf> [22 Agustus 2011]
- Ismail, I. 1987. *Peranan Bioearth Terhadap Status Hara Makro, Sifat-Sifat Tanah, Pertumbuhan, Dan Bobot Kering Tanaman tebu Pada Berbagai Ketebalan Lapisan Tanah Atas*. Buletin Agronomi, Departemen Agronomi dan Hortikultura, Institut Pertanian Bogor.
- Mott, Robert L. 2007. *Elemen-Elemen Mesin dalam Perancangan Mekanis*. Andi Yogyakarta.
- Muhson “*Bab II dasar teori* ”<http://ebookbrowse.com/bab-ii-edit-baru-muhson-doc-d55863158>. [22 Agustus 2011].
- Mulyadi. 2005. *Akuntansi Biaya*,edisi ke-6. STIE YKPN. Yogyakarta.
- Murbandono,L. 2002. *Membuat Kompos*. Penebar Swadaya. Jakarta.
- Nasirwan. 2009. *Rancang Bangun dan Analisis Mesin Perajang Pelepah Sawit untuk Pakan Ternak*. (Tesis). Padang. Program Pasca Sarjana. Universitas Andalas. 103 hal.

- Novyanto, Okasatrio. 2007. *Mengenal Motor Bakar*. <http://okasatria.blogspot.com>
[22 Agustus 2011].
- Rahayu, Arie. 2011. *Biaya Tetap vs. Biaya Variabel*. Salemba Empat. Jakarta.
- Riyanto, S. 1995. *Perbaikan Produktivitas Tanah Dan Tanaman Tebu Melalui Pemanfaatan Compos Casting*. Makalah Dalam Kongres HITI di Jakarta, 12-15 Desember 1995.
- Santosa, 2010. *Evaluasi Finansial untuk Manager dengan Software Komputer*. Penerbit IPB Press. Bogor
- Sitohang, Bediknitus. 2010. *Kelapa Sawit*. <http://www.ideelok.com>
[29 april 2011].
- SNI:7580-2010 (2010), *Mesin Pencacah bahan pupuk organik – syarat mutu dan metode uji*, Badan Standardisasi Nasional, Jakarta.
- Sofian, 2007. *Sukses Membuat Kompos dari Sampah*. Agromedia Pustaka. Jakarta.
- Supriyono. 2000. *Akuntansi Biaya*, Buku 1, edisi dua. BPFE. Yogyakarta.
- Sutedjo, Mul Mulyani. 1994. *Pupuk dan Cara Pemupukan*. PT Rineka Cipta. Jakarta.
- Syarief, Atjeng M. dan Ervan Adi Nugroho. 1989. *Teknik Pengolahan Hasil Pertanian Pangan*. Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi. IPB.
- Toharisman, A. 1991. *Potensi Dan Pemanfaatan Limbah Industri Gula Sebagai Sumber Bahan Organik Tanah*.
- Yulianto, Agusman. 2010. *Produk Samping Tanaman Dan Pengolahan Buah Kelapa Sawit Sebagai Bahan Dasar Pakan Komplit Untuk Ternak Sapi*. [<http://uwityangyoyo.wordpress.com/2010/01/>]. [29 april 2011].

LAMPIRAN

Lampiran 1. Spesifikasi Teknis Mesin Pencacah Pelepah Sawit Rancangan BBP MEKTAN

a. Rangka Utama :

1. Dimensi alat :

Tinggi	=	102 cm
Panjang	=	112 cm
Lebar	=	72 cm

2. Material : Besi siku

b. Transmisi tenaga

1. Puli Pencacah (*output*) = 6 inci
2. Puli Mesin (*input*) = 4,5 inci
3. Jarak antar Puli = 45 cm

c. Tenaga Penggerak = YANMAR Diesel 8,5 HP

d. Tenaga Operator = 1 Orang

3. Konstruksi Alat

Mesin Pencacah Pelepah Kelapa Sawit ini terdiri dari :

- a. Motor penggerak , yaitu motor diesel dengan daya maksimal 8,5 HP berfungsi sebagai sumber tenaga penggerak keseluruhan mesin pencacah pelepah kelapa sawit.
- b. Bagian pencacah, yaitu bagian yang terdiri dari penutup atas yang berbentuk setengah lingkaran dengan diameter 50 cm dan panjang 60 cm, pisau pencacahnya berjumlah 17 buah dan jarak antar pisau pencacah 6 cm, dan poros pisau pencacah yang digunakan untuk mencacah pelepah kelapa sawit yang berdiameter 3,5 cm
- c. Lubang pemasukan, berfungsi sebagai tempat pemasukan pelepah kelapa sawit atau bahan pupuk organik lainnya. Ada dua lubang pemasukan pada alat pencacah ini yaitu horizontal dan vertikal. Lubang horizontal berukuran 37 cm dan tinggi 44 cm. Lubang vertikal berukuran 35 cm dan tinggi 30 cm.
- d. Lubang pengeluaran, berukuran 15 x 28 cm yang berfungsi sebagai tempat keluaran pelepah sawit atau bahan pupuk organik lainnya.
- e. Pelempar, yang berfungsi untuk menghembus atau mendorong hasil cacahan ke bagian pengeluaran.

Lampiran 2. Perhitungan Kapasitas kerja efektif

Perbandingan puli 1 : 1,33

No. Ulangan	Berat awal (kg)	Berat hasil cacahan pelepah kelapa sawit (kg)	Total waktu pencacahan (menit)	Kapasitas kerja efektif (kg/jam)
1	50	48,25	5,196	557,16
2	50	48,50	5,640	515,95
3	50	49,00	5,712	514,70
Rata – rata	50	48,58	5,516	529,27

- Ulangan 1

$$Ke = \frac{M}{T}$$

$$Ke = \frac{48,25 \text{ kg} \times 60}{6,636 \text{ menit}}$$

$$Ke = 557,16 \text{ kg/jam}$$

- Ulangan 2

$$Ke = \frac{48,50 \text{ kg} \times 60}{5,640 \text{ menit}}$$

$$Ke = 515,95 \text{ kg/jam}$$

- Ulangan 3

$$Ke = \frac{49,00 \text{ kg} \times 60}{5,712 \text{ menit}}$$

$$Ke = 514,70 \text{ kg/jam}$$

$$Ke \text{ Rata-rata} = \frac{557,16 \text{ kg/jam} + 515,95 \text{ kg/jam} + 514,70 \text{ kg/jam}}{3}$$

$$Ke \text{ Rata-rata} = 529,27 \text{ kg/jam}$$

Perbandingan puli 1 : 3

No. Ulangan	Berat awal (kg)	Berat hasil cacahan pelepah kelapa sawit (kg)	Total waktu pencacahan (jam)	Kapasitas kerja efektif (kg/jam)
1	50	48,50	6,336	459,28
2	50	48,75	6,612	442,37
3	50	48,75	6,636	440,77
Rata – rata	50	48,66	6,528	447,47

Lampiran 2.Lanjutan**Ulangan 1**

$$Ke = \frac{M}{T}$$

$$Ke = \frac{48,50 \text{ kg} \times 60}{6,336 \text{ menit}}$$

$$Ke = 459,28 \text{ kg/jam}$$

Ulangan 2

$$Ke = \frac{48,75 \text{ kg} \times 60}{6,612 \text{ menit}}$$

$$Ke = 442,37, \text{ kg/jam}$$

Ulangan 3

$$Ke = \frac{48,75 \text{ kg} \times 60}{6,636 \text{ menit}}$$

$$Ke = 440,77 \text{ kg/jam}$$

$$Ke \text{ Rata-rata} = \frac{459,28 \text{ kg/jam} + 442,37 \text{ kg/jam} + 440,77 \text{ kg/jam}}{3}$$

$$Ke \text{ Rata-rata} = 447,47 \text{ kg/jam}$$

Lampiran 3. Perhitungan Rendemen Pencacahan

Perbandingan puli 1 : 1,33

No. Ulangan	<i>Output</i>	<i>input</i>	rendemen (%)
1	50	48,25	96,50
2	50	48,50	97,00
3	50	49,00	98,00
Rata - rata	50	48,58	97,16

$$\eta = \frac{\text{output}}{\text{input}} \times 100 \%$$

- Ulangan 1

$$\eta = \frac{48,25 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$\eta = 96,50 \%$$

- Ulangan 2

$$\eta = \frac{48,50}{50} \times 100 \%$$

$$\eta = 97,00 \%$$

- Ulangan 3

$$\eta = \frac{49}{50} \times 100 \%$$

$$\eta = 98 \%$$

$$\begin{aligned} \eta \text{ rata - rata} &= \frac{96,50 \% + 97 \% + 98 \%}{3} \\ &= 97,16 \% \end{aligned}$$

Perbandingan puli 1 : 3

No. Ulangan	<i>output</i>	<i>input</i>	rendemeni (%)
1	50	48,50	97,00
2	50	48,75	97,50
3	50	48,75	97,50
Rata - rata	50	48,66	97,33

$$\eta = \frac{\text{output}}{\text{input}} \times 100 \%$$

Lampiran 3. lanjutan

- Ulangan 1

$$\eta = \frac{48,5 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$\eta = 97 \%$$

- Ulangan 2

$$\eta = \frac{48,75}{50} \times 100 \%$$

$$\eta = 97,50 \%$$

- Ulangan 3

$$\eta = \frac{48,75}{50} \times 100 \%$$

$$\eta = 97,50 \%$$

$$\begin{aligned} \eta \text{ rata - rata} &= \frac{97 \% + 97,50 \% + 97,50 \%}{3} \\ &= 97,33 \% \end{aligned}$$

Lampiran 4. Perhitungan Perubahan putaran motor penggerak dan poros pencacah

Perbandingan puli 1 : 1,33

No. Ulangan	Putaran motor penggerak (rpm)		Putaran poros pencacah (rpm)	
	Tanpa beban	Dengan beban	Tanpa beban	Dengan beban
1	2000	1896	1500	1422
2	2000	1893	1500	1420
3	2000	1904	1500	1430
Rata – rata	2000	1897	1500	1424

Perbandingan puli 1 : 3

No. Ulangan	Putaran motor penggerak (rpm)		Putaran poros pencacah (rpm)	
	Tanpa beban	Dengan beban	Tanpa beban	Dengan beban
1	2000	1760	666	592
2	2000	1795	666	603
3	2000	1820	666	605
Rata – rata	2000	1791	666	600

Lampiran 5. Perhitungan Perubahan torsi motor penggerak dan poros pencacah

Perbandingan puli 1 : 1,33

No. Ulangan	Torsi motor penggerak (Nm)		Torsi poros pencacah (Nm)	
	Tanpa beban	Dengan beban	Tanpa beban	Dengan beban
1	13,69	14,44	18,25	19,25
2	15,38	16,25	20,51	21,67
3	15,41	16,18	20,54	21,55
Rata – rata	14,82	15,62	19,76	20,82

$$T = \frac{P \times 60 \times 735}{2 \pi \times \text{rpm}}$$

Motor penggerak

Tanpa Beban

$$T1 = \frac{3,9 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ RPM}}$$

$$T1 = 13,69 \text{ Nm}$$

$$T2 = \frac{4,382 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ RPM}}$$

$$T2 = 15,385 \text{ Nm}$$

$$T3 = \frac{4,389 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ RPM}}$$

$$T3 = 15,41 \text{ Nm}$$

$$T \text{ Rata – rata} = \frac{13,69 \text{ Nm} + 15,385 \text{ Nm} + 15,41 \text{ Nm}}{3}$$

$$T \text{ Rata – rata} = 14,82 \text{ Nm}$$

Dengan beban

$$T1 = \frac{3,9 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1896}$$

$$T1 = 14,44 \text{ Nm}$$

$$T2 = \frac{4,382 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1893}$$

$$T2 = 16,255 \text{ Nm}$$

Lampiran 5. Lanjutan

$$T3 = \frac{4,389 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1904}$$

$$T3 = 16,187 \text{ Nm}$$

$$T \text{ Rata - rata} = \frac{14,44 \text{ Nm} + 16,255 \text{ Nm} + 16,187 \text{ Nm}}{3}$$

$$T \text{ Rata - rata} = 15,62 \text{ Nm}$$

poros pencacah**Tanpa Beban**

$$T1 = \frac{3,9 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1500}$$

$$T1 = 18,25 \text{ Nm}$$

$$T2 = \frac{4,382 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1500}$$

$$T2 = 20,51 \text{ Nm}$$

$$T3 = \frac{4,389 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1500}$$

$$T3 = 29,54 \text{ Nm}$$

$$T \text{ Rata - rata} = \frac{18,25 \text{ Nm} + 20,51 \text{ Nm} + 19,54 \text{ Nm}}{3}$$

$$T \text{ Rata - rata} = 19,76 \text{ Nm}$$

Dengan beban

$$T1 = \frac{3,9 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1422}$$

$$T1 = 19,25 \text{ Nm}$$

$$T2 = \frac{4,382 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1420}$$

$$T2 = 21,67 \text{ Nm}$$

$$T3 = \frac{4,389 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1430}$$

$$T3 = 21,55 \text{ Nm}$$

$$T \text{ Rata - rata} = \frac{19,25 \text{ Nm} + 21,67 \text{ Nm} + 21,55 \text{ Nm}}{3}$$

$$T \text{ Rata - rata} = 20,28 \text{ Nm}$$

Lapiran 5. Lanjutan

Perbandingan puli 1 : 3

No. Ulangan	Torsi motor penggerak (Nm)		Torsi poros pencacah (Nm)	
	Tanpa beban	Dengan beban	Tanpa beban	Dengan beban
1	20,11	22,85	60,39	67,85
2	18,94	21,11	56,90	69,05
3	18,35	20,16	55,11	60,50
Rata – rata	19,13	21,37	57,46	65,80

$$T = \frac{P \times 60 \times 735}{2 \pi \times \text{rpm}}$$

Motor penggerak

Tanpa Beban

$$T1 = \frac{5,72 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 2000 \text{ RPM}}$$

$$T1 = 20,11 \text{ Nm}$$

$$T2 = \frac{5,39 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 2000}$$

$$T2 = 18,94 \text{ Nm}$$

$$T3 = \frac{5,22 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 2000}$$

$$T3 = 18,35 \text{ Nm}$$

$$T \text{ Rata – rata} = \frac{20,11 \text{ Nm} + 18,94 \text{ Nm} + 18,35 \text{ Nm}}{3}$$

$$T \text{ Rata – rata} = 19,13 \text{ Nm}$$

Dengan beban

$$T1 = \frac{5,72 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1760}$$

$$T1 = 22,85 \text{ Nm}$$

$$T2 = \frac{5,39 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1795}$$

$$T2 = 21,11 \text{ Nm}$$

$$T3 = \frac{5,22 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 1820}$$

$$T3 = 20,16 \text{ Nm}$$

Lampiran 5. Lanjutan

$$T \text{ Rata - rata} = \frac{22,85 \text{ Nm} + 21,11\text{Nm} + 20,16\text{Nm}}{3}$$

$$T \text{ Rata - rata} = 21,37 \text{ Nm}$$

Poros pencacah**Tanpa Beban**

$$T1 = \frac{5,728 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 666 \text{ RPM}}$$

$$T1 = 60,39 \text{ Nm}$$

$$T2 = \frac{5,39 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 666 \text{ RPM}}$$

$$T2 = 56,90 \text{ Nm}$$

$$T3 = \frac{5,22 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 666 \text{ RPM}}$$

$$T3 = 55,11 \text{ Nm}$$

$$T \text{ Rata - rata} = \frac{60,39 \text{ Nm} + 56,90 \text{ Nm} + 55,11 \text{ Nm}}{3}$$

$$T \text{ Rata - rata} = 57,46\text{Nm}$$

Dengan beban

$$T1 = \frac{5,72 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 592 \text{ RPM}}$$

$$T1 = 67,85 \text{ Nm}$$

$$T2 = \frac{5,39 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 603 \text{ RPM}}$$

$$T2 = 69,05 \text{ Nm}$$

$$T3 = \frac{5,22 \text{ HP} \times 60 \times 735}{2 \times 3,14 \times 605}$$

$$T3 = 60,5 \text{ Nm}$$

$$T \text{ Rata - rata} = \frac{67,85 \text{ Nm} + 69,05 \text{ Nm} + 60,50 \text{ Nm}}{3}$$

$$T \text{ Rata - rata} = 65,80\text{Nm}$$

Lampiran 6. Perhitungan Persentase kehilangan hasil

Perbandingan puli 1 : 1,33

No. Ulangan	Berat bahan sebelum dicacah (kg)	Berat bahan setelah dicacah (kg)	Kehilangan hasil (%)
1	50	48,25	3,5
2	50	48,50	3
3	50	49,00	2
Rata – rata	50	48,58	2,83

$$K = \frac{M - MC}{M} \times 100 \%$$

$$K1 = \frac{50 \text{ kg} - 48,25 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$K1 = 3,5 \%$$

$$K2 = \frac{50 \text{ kg} - 48,50 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$K2 = 3 \%$$

$$K3 = \frac{50 \text{ kg} - 49 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$K3 = 2 \%$$

$$K \text{ Rata – rata} = \frac{K1 + K2 + K3}{3}$$

$$K \text{ Rata – rata} = \frac{3,5 \% + 3 \% + 2 \%}{3}$$

$$K \text{ Rata – rata} = 2,83 \%$$

Perbandingan puli 1 : 3

No. Ulangan	Berat bahan sebelum dicacah (kg)	Berat bahan setelah dicacah (kg)	Kehilangan hasil (%)
1	50	48,50	3,0
2	50	48,75	2,5
3	50	48,75	2,5
Rata – rata	50	48,66	2,66

$$K1 = \frac{50 \text{ kg} - 48,50 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} \times 100 \%$$

Lampiran 6. Lanjutan

$$K1 = 3 \%$$

$$K2 = \frac{50 \text{ kg} - 48,75 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$K2 = 2,5 \%$$

$$K2 = \frac{50 \text{ kg} - 48,75 \text{ kg}}{50 \text{ kg}} \times 100 \%$$

$$K2 = 2,5 \%$$

$$K \text{ Rata - rata} = \frac{K1 + K2 + K3}{3}$$

$$K \text{ Rata - rata} = \frac{2 \% + 2,5 \% + 2,5 \%}{3}$$

$$K \text{ Rata - rata} = 2,66 \%$$

Lampiran 7. Konsumsi Bahan Bakar dan Daya

Perbandingan puli 1 : 1,33

Ulangan	Volume bahan bakar (ml)	Waktu operasional (menit)	Konsumsi bahan bakar (liter/ jam)
1	160	7,730	1,241
2	155	7,450	1,248
3	160	7,195	1,334
Total	158,3	7,458	1,274

$$Q1 = \frac{60 \times 160 \text{ ml}}{1000 \times 7,730 \text{ menit}}$$

$$Q1 = 1,241 \text{ liter/jam}$$

$$Q2 = \frac{60 \times 155 \text{ ml}}{1000 \times 7,450 \text{ menit}}$$

$$Q2 = 1,248 \text{ liter/jam}$$

$$Q3 = \frac{60 \times 160 \text{ ml}}{1000 \times 7,195 \text{ menit}}$$

$$Q3 = 1,334 \text{ liter/jam}$$

$$Q = \frac{Q1 + Q2 + Q3}{3}$$

$$Q = \frac{1,241 \text{ liter/jam} + 1,248 \text{ liter/jam} + 1,334 \text{ liter/jam}}{3}$$

$$Q = 1,274 \text{ liter/jam}$$

Perbandingan puli 1 : 3

Ulangan	Volume bahan bakar (ml)	Waktu operasional (menit)	Konsumsi bahan bakar (liter/ jam)
1	120	8,336	0,863
2	130	8,612	0,905
3	130	8,650	0,901
Rata - rata	126,6	8,532	0,880

$$Q1 = \frac{60 \times 120 \text{ ml}}{1000 \times 8,336 \text{ menit}}$$

$$Q1 = 0,863 \text{ liter/jam}$$

Lampiran 7. Lanjutan

$$Q2 = \frac{3600 \times 130 \text{ ml}}{1000 \times 8,612 \text{ menit}}$$

$$Q2 = 0,905 \text{ liter/jam}$$

$$Q3 = \frac{3600 \times 130 \text{ ml}}{1000 \times 8,650 \text{ menit}}$$

$$Q3 = 0,901 \text{ liter/jam}$$

$$Q = \frac{Q1 + Q2 + Q3}{3}$$

$$Q = \frac{0,863 \text{ liter/jam} + 0,905 \text{ liter/jam} + 0,901 \text{ liter/jam}}{3}$$

$$Q = 0,88 \text{ liter/jam}$$

Daya

Pulli input	Ulangan	Daya kimia (HP)	Daya Mekanis (HP)
4,5 inchi	1	15,75	5,20
	2	15,84	5,22
	3	16,93	5,59
Rata – rata		16,17	5,33
2 inchi	1	10,95	3,61
	2	12,39	4,09
	3	12,94	4,27
Rata – rata		12,09	3,99

Daya Kimia

Perbandingan puli 1 : 1,33

$$Pk = \frac{Q \times \rho \times NBB \times 4,2}{3600 \times 735}$$

$$Pk1 = \frac{1,241 \text{ liter/jam} \times 0,800 \text{ kg/liter} \times 10000000 \text{ kal/kg} \times 4,2}{3600 \times 735}$$

$$Pk1 = 15,75 \text{ HP}$$

Lampiran 7. Lanjutan

$$Pk2 = \frac{1,248 \text{ liter/jam} \times 0,800 \text{ kg/liter} \times 10000000 \text{ kal/kg} \times 4,2}{3600 \times 735}$$

$$Pk2 = 15,84 \text{ HP}$$

$$Pk3 = \frac{1,334 \text{ liter/jam} \times 0,800 \text{ kg/liter} \times 10000000 \text{ kal/kg} \times 4,2}{3600 \times 735}$$

$$Pk3 = 16,93 \text{ HP}$$

$$Pk \text{ Rata - rata} = \frac{(15,75 + 15,84 + 16,93) \text{ HP}}{3}$$

$$Pk \text{ Rata - rata} = 16,17 \text{ HP}$$

Perbandingan puli 1 : 3

Daya Kimia

$$Pk = \frac{Q \times \rho \times NBB \times 4,2}{3600 \times 735}$$

$$Pk1 = \frac{0,863 \text{ liter/jam} \times 0,800 \text{ kg/liter} \times 10000000 \text{ kal/kg} \times 4,2}{3600 \times 735}$$

$$Pk1 = 10,95 \text{ HP}$$

$$Pk2 = \frac{0,905 \text{ liter/jam} \times 0,800 \text{ kg/liter} \times 10000000 \text{ kal/kg} \times 4,2}{3600 \times 735}$$

$$Pk2 = 12,39 \text{ HP}$$

$$Pk3 = \frac{0,901 \text{ liter/jam} \times 0,800 \text{ kg/liter} \times 10000000 \text{ kal/kg} \times 4,2}{3600 \times 735}$$

$$Pk3 = 12,94 \text{ HP}$$

$$Pk \text{ Rata - rata} = \frac{(10,95 + 12,39 + 12,94) \text{ HP}}{3}$$

$$Pk \text{ Rata - rata} = 12,09 \text{ HP}$$

Daya Mekanis

Perbandingan puli 0,75 : 1

$$Pm = \eta_m \times Pk$$

Lampiran 7. Lanjutan

$$Pm1 = \eta_m \times P_k$$

$$Pm1 = 0,330 \times 15,72 \text{ HP}$$

$$Pm1 = 5,2 \text{ HP}$$

$$Pm2 = 0,330 \times 15,84 \text{ HP}$$

$$Pm2 = 5,22 \text{ HP}$$

$$Pm3 = 0,330 \times 16,93 \text{ HP}$$

$$Pm3 = 5,59 \text{ HP}$$

$$Pm \text{ Rata - rata} = \frac{(Pm1 + Pm2 + Pm3) \text{ HP}}{3}$$

$$Pm \text{ Rata - rata} = \frac{(5,2 + 5,22 + 5,59) \text{ HP}}{3}$$

$$Pm \text{ Rata - rata} = 5,33 \text{ HP}$$

Perbandingan puli 0,33: 1

$$Pm1 = \eta_m \times P_k$$

$$Pm1 = 0,330 \times 10,95$$

$$Pm1 = 3,61 \text{ HP}$$

$$Pm2 = 0,330 \times 12,39 \text{ HP}$$

$$Pm2 = 4,09 \text{ HP}$$

$$Pm3 = 0,330 \times 12,94 \text{ HP}$$

$$Pm3 = 4,27 \text{ HP}$$

$$Pm \text{ Rata - rata} = \frac{(Pm1 + Pm2 + Pm3) \text{ HP}}{3}$$

$$Pm \text{ Rata - rata} = \frac{(3,61 + 4,09 + 4,27) \text{ HP}}{3}$$

$$Pm \text{ Rata - rata} = 3,99 \text{ HP}$$

Lampiran 8. Hasil Cacahan Mesin Pencacah

Perbandingan puli 1 : 1,33

No. Ulangan	Bobot sampel (g)	Bobot cacahan bahan panjang ≤ 50 mm	Bobot cacahan bahan panjang > 50 mm
1	100	93	7
2	100	94	6
3	100	92	8
Rata – rata	100	93	7

Bobot cacahan bahan panjang ≤ 50 mm

$$W1 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W1 = \frac{93 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W1 = 93 \%$$

$$W2 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W2 = \frac{94 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W2 = 94 \%$$

$$W3 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W3 = \frac{92 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W3 = 92 \%$$

$$W \text{ Rata – rata} = \frac{93 \% + 94 \% + 92 \%}{3}$$

$$W \text{ Rata – rata} = 93 \%$$

Bobot cacahan bahan panjang > 50 mm

$$W1 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W1 = \frac{7 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W1 = 7 \%$$

Lampiran 8. Lanjutan

$$W2 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W2 = \frac{6 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W2 = 6 \%$$

$$W3 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W3 = \frac{8 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W3 = 8 \%$$

$$W \text{ Rata - rata} = \frac{7 \% + 6 \% + 8 \%}{3}$$

$$W \text{ Rata - rata} = 7 \%$$

Perbandingan puli 1 : 3

No. Ulangan	Bobot sampel (g)	Bobot cacahan bahan panjang ≤ 50 mm	Bobot cacahan bahan panjang > 50 mm
1	100	91	9
2	100	87	13
3	100	90	10
Rata - rata	100	89,3	10,7

Bobot cacahan bahan panjang ≤ 50 mm

$$W1 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W1 = \frac{91 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W1 = 91 \%$$

$$W2 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W2 = \frac{87 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W2 = 87 \%$$

$$W3 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W3 = \frac{90 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

Lampiran 8. Lanjutan

$$W3 = 90 \%$$

$$W \text{ Rata - rata} = \frac{91 \% + 87 \% + 90 \%}{3}$$

$$W \text{ Rata - rata} = 89,3 \%$$

Bobot cacahan bahan panjang > 50 mm

$$W1 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W1 = \frac{9 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W1 = 9 \%$$

$$W2 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W2 = \frac{13 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W2 = 13 \%$$

$$W3 = \frac{W_n}{W_s} \times 100 \%$$

$$W3 = \frac{10 \text{ g}}{100 \text{ g}} \times 100 \%$$

$$W3 = 10 \%$$

$$W \text{ Rata - rata} = \frac{9 \% + 13 \% + 10 \%}{3}$$

$$W \text{ Rata - rata} = 10,7 \%$$

Lampiran 9. Kebisingan

Puli input	Ulangan	Kebisingan (dB)	
		Tanpa beban	Dengan beban
4,5 inci	1	88,6	90,4
	2	88,3	90,7
	3	88,8	90,5
	Rata-rata	88,5	90,5
2 inci	1	85,8	86,6
	2	85,4	86,8
	3	85,8	87,1
	Rata – rata	85,6	86,8

Lampiran 10. Perhitungan Analisa Ekonomi

Asumsi :

- Harga awal alat (P) : Rp 9.000.000
 Harga akhir alat (S) : 10 % x P = Rp 900.000
 Umur ekonomis : 5 tahun
 Tingkat suku bunga (r) : 12 % /tahun
 Jam kerja /hari : 8 jam/hari
 Hari kerja/tahun : 250 hari/tahun
 Jam kerja/tahun (X) : 2000 jam/tahun

A. Biaya Tetap (BT)

- Biaya penyusutan

$$D = \frac{P - S}{N}$$

$$D = \frac{9.000.000 \frac{\text{Rp}}{\text{thn}} - 900.000 \text{ Rp}}{5 \text{ tahun}}$$

$$D = \text{Rp. 1.620.000 /tahun}$$

- Bunga modal

$$I = \frac{r (P + S)}{2}$$

$$I = \frac{12 \% / \text{tahun} (9.000.000 \frac{\text{Rp}}{\text{tahun}} + 900.000 \text{ Rp})}{2}$$

$$I = \text{Rp. 594.000 /tahun}$$

- Biaya Tetap

$$BT = D + I$$

$$BT = 1.620.000 \text{ Rp/tahun} + 594.000 \text{ Rp/tahun}$$

$$BT = \text{Rp. 2.214.000 /tahun}$$

Lampiran 10. Lanjutan

B. Biaya Tidak Tetap (BTT)

- Biaya Pemeliharaan

$$PP = 1,2\% \frac{(P - S)}{100}$$

$$PP = 1,2\% \frac{(9.000.000 \frac{\text{Rp}}{\text{thn}} - 900.000 \text{ Rp})}{100}$$

$$PP = \text{Rp. 972 /jam}$$

- Biaya Operator

$$BO = \frac{Wop}{Wt}$$

$$BO = \frac{60.000 \text{ Rp/jam}}{8 \text{ Jam/hari}}$$

$$BO = \text{Rp. 7500 /jam}$$

- Biaya Bahan Bakar

Perlakuan 1

$$BB = Q_{bb} \times H_{bb}$$

$$BB = 1,274 \frac{\text{Liter}}{\text{jam}} \times 4500 \frac{\text{Rp}}{\text{liter}}$$

$$BB = \text{Rp. 5733 /jam}$$

Perlakuan 2

$$BB = Q_{bb} \times H_{bb}$$

$$BB = 0,88 \frac{\text{Liter}}{\text{jam}} \times 4500 \frac{\text{Rp}}{\text{liter}}$$

$$BB = \text{Rp. 3960 /jam}$$

Lampiran 10. Lanjutan

- Biaya Oli

$$OI = Vp \times Ho / Jp$$

$$OI = 2,2 \text{ liter} \times 20.000 \frac{\text{Rp}}{\text{liter}} / 100$$

$$OI = \text{Rp. 440 /jam}$$

- Biaya Pisau

$$\text{Harga pisau/pasang} = 25.000 \text{ Rp/pasang}$$

$$\text{Banyak Pisau} = 7 \text{ pasang}$$

$$\text{Harga Pisau Total} = 7 \times 25.000 \text{ Rp} = 175.000 \text{ Rp}$$

$$\text{Biaya Pisau} = \frac{\text{Harga pisau (Rp)}}{\text{umur pisau (jam)}}$$

$$\text{Biaya Pisau} = \frac{175.000 \text{ Rp}}{720 \text{ jam}}$$

$$\text{Biaya Pisau} = \text{Rp. 243 /jam}$$

- Biaya Tidak Tetap Perlakuan 1

$$BTT = PP + BO + BB + OI$$

$$BTT = 972 \frac{\text{Rp}}{\text{jam}} + 7500 + 5.733 \frac{\text{Rp}}{\text{jam}} + 440 \frac{\text{Rp}}{\text{jam}} + 243 \frac{\text{Rp}}{\text{jam}}$$

$$BTT = \text{Rp. 14.888 /jam}$$

- Biaya Tidak Tetap Perlakuan 2

$$BTT = PP + BO + BB + OI$$

$$BTT = 972 \frac{\text{Rp}}{\text{jam}} + 7500 \frac{\text{Rp}}{\text{jam}} + 3960 \frac{\text{Rp}}{\text{jam}} + 440 \frac{\text{Rp}}{\text{jam}} + 243 \frac{\text{Rp}}{\text{jam}}$$

$$BTT = \text{Rp 13.115 /jam}$$

Lampiran 10. Lanjutan

Biaya Pokok (BP)

Perlakuan 1

$$BP = \frac{\frac{BT}{X} + BTT}{Ke}$$

$$BP = \frac{\frac{2.214.000 \text{ Rp/tahun}}{2000 \text{ jam/tahun}} + 14.888 \text{ Rp/jam}}{529,27 \text{ kg/jam}}$$

$$BP = \text{Rp. } 30,22/\text{kg}$$

Perlakuan 2

$$BP = \frac{\frac{BT}{X} + BTT}{Ke}$$

$$BP = \frac{\frac{2.214.000 \text{ Rp/tahun}}{2000 \text{ jam/tahun}} + 13.115 \text{ Rp/jam}}{447,47 \text{ kg/jam}}$$

$$BP = \text{Rp. } 31,78 /\text{kg}$$

Break Event Point (BEP)

Perlakuan 1

$$BEP = \frac{BT}{1,1 BP - \frac{BTT}{Ke}}$$

$$BEP = \frac{2.214.000 \text{ Rp/tahun}}{1,1 \times 30,22 \text{ Rp/kg} - \frac{14.888 \text{ Rp/jam}}{529,27 \text{ kg/jam}}}$$

$$BEP = 432.958 \text{ kg/tahun}$$

Lampiran 10. Lanjutan

Perlakuan 2

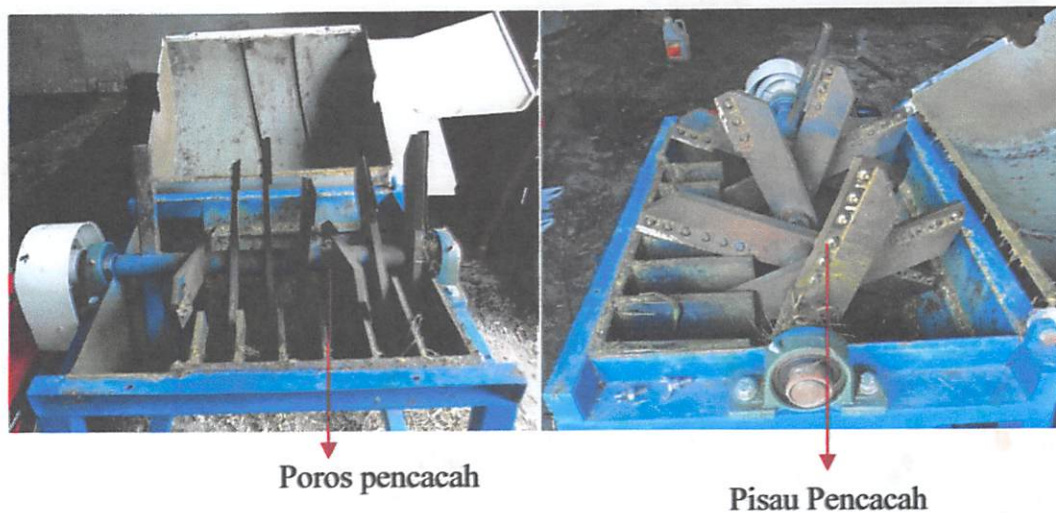
$$BEP = \frac{BT}{1,1 BP - \frac{BTT}{Ke}}$$

$$BEP = \frac{2.214.000 \text{ Rp/tahun}}{1,1 \times 31,78 \text{ Rp/kg} - \frac{13.115 \text{ Rp/jam}}{447,47 \text{ kg/jam}}}$$

$$BEP = 391.702 \text{ kg/tahun}$$

Pulli <i>input</i>	BT (Rp/jam)	BTT (Rp/jam)	BP (Rp/kg)	BEP (Kg/tahun)
4,5 inci	2.214.000	14.888	30,22	432.958
2 inci	2.214.000	13.115	31,78	391.702

Lampiran 11. Gambar Mesin Pencacah Pelepah Sawit



Lampiran 12. Hasil Pengamatan

Hasil cacahan perbandingan puli 1 : 1,33



Ulangan 1

Ulangan 2

Ulangan 3

Hasil cacahan perbandingan puli 1 : 3



Ulangan 1

Ulangan 2

Ulangan 3



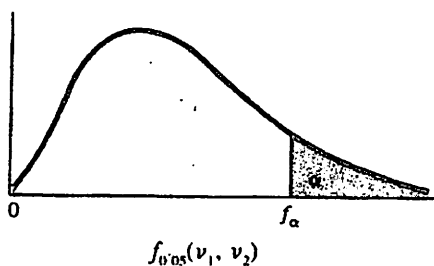
Perhitungan putaran poros pencacah



penggantian puli

Lampiran 13. F Tabel

TABEL A.7*
Nilai Kritis Sebaran F



ν_2	ν_1								
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	161.4	199.5	215.7	224.6	230.2	234.0	236.8	238.9	240.5
2	18.51	19.00	19.16	19.25	19.30	19.33	19.35	19.37	19.38
3	10.13	9.55	9.28	9.12	9.01	8.94	8.89	8.85	8.81
4	7.71	6.94	6.59	6.39	6.26	6.16	6.09	6.04	6.00
5	6.61	5.79	5.41	5.19	5.05	4.95	4.88	4.82	4.77
6	5.99	5.14	4.76	4.53	4.39	4.28	4.21	4.15	4.10
7	5.59	4.74	4.35	4.12	3.97	3.87	3.79	3.73	3.68
8	5.32	4.46	4.07	3.84	3.69	3.58	3.50	3.44	3.39
9	5.12	4.26	3.86	3.63	3.48	3.37	3.29	3.23	3.18
10	4.96	4.10	3.71	3.48	3.33	3.22	3.14	3.07	3.02
11	4.84	3.98	3.59	3.36	3.20	3.09	3.01	2.95	2.90
12	4.75	3.89	3.49	3.26	3.11	3.00	2.91	2.85	2.80
13	4.67	3.81	3.41	3.18	3.03	2.92	2.83	2.77	2.71
14	4.60	3.74	3.34	3.11	2.96	2.85	2.76	2.70	2.65
15	4.54	3.68	3.29	3.06	2.90	2.79	2.71	2.64	2.59
16	4.49	3.63	3.24	3.01	2.85	2.74	2.66	2.59	2.54
17	4.45	3.59	3.20	2.96	2.81	2.70	2.61	2.55	2.49
18	4.41	3.55	3.16	2.93	2.77	2.66	2.58	2.51	2.46
19	4.38	3.52	3.13	2.90	2.74	2.63	2.54	2.48	2.42
20	4.35	3.49	3.10	2.87	2.71	2.60	2.51	2.45	2.39
21	4.32	3.47	3.07	2.84	2.68	2.57	2.49	2.42	2.37
22	4.30	3.44	3.05	2.82	2.66	2.55	2.46	2.40	2.34
23	4.28	3.42	3.03	2.80	2.64	2.53	2.44	2.37	2.32
24	4.26	3.40	3.01	2.78	2.62	2.51	2.42	2.36	2.30
25	4.24	3.39	2.99	2.76	2.60	2.49	2.40	2.34	2.28
26	4.23	3.37	2.98	2.74	2.59	2.47	2.39	2.32	2.27
27	4.21	3.35	2.96	2.73	2.57	2.46	2.37	2.31	2.25
28	4.20	3.34	2.95	2.71	2.56	2.45	2.36	2.29	2.24
29	4.18	3.33	2.93	2.70	2.55	2.43	2.35	2.28	2.22
30	4.17	3.32	2.92	2.69	2.53	2.42	2.33	2.27	2.21
40	4.08	3.23	2.84	2.61	2.45	2.34	2.25	2.18	2.12
60	4.00	3.15	2.76	2.53	2.37	2.25	2.17	2.10	2.04
120	3.92	3.07	2.68	2.45	2.29	2.17	2.09	2.02	1.96
∞	3.84	3.00	2.60	2.37	2.21	2.10	2.01	1.94	1.88

*Direproduksi dari Tabel 18 *Biometrika Tables for Statisticians*, Vol. I, dengan izin dari E. S. Pearson dan Biometrika Trustees.

Lampiran 14. Persyaratan unjuk kerja mesin pencacah bahan pupuk organik menurut SNI 7580:2010

Mesin pencacah (*chooper*) bahan pupuk organik – Syarat mutu dan metode uji

Parameter	satuan	Persyaratan mesin pencacah bahan pupuk organik		
		Kelas A	Kelas B	Kelas C
Kapasitas mesin pencacah	kg/jam	< 600	600– 1500	>1500
Panjang cacahan maksimum	mm	50		
Persentase panjang cacahan maksimum	%	80		
Konsumsi bahan bakar	liter/jam	< 2	2-3	>3
Kebisingan	dB	< 90		