UJI KINERJA MESIN PENCACAH PELEPAH PINANG

(Performance Test Of Betel Nut Chopping Machine)

Rita Zahra¹, Mustaqimah¹, Ramayanty Bulan*¹

¹Program Studi Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Syiah Kuala

*Corresponding author: ramayantybulan@gmail.com

Abstrak. Perancangan mesin pencacah pelepah pinang telah dilakukan sehingga diperlukan pengujian kinerja mesin pencacah pelepah pinang tersebut. Oleh karena itu dilakukan penelitian pengujian kinerja mesin pencacah pelepah pinang untuk mengetahui tingkat keberhasilan dari mesin yang telah dirancang. Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan bahan pelepah pinang muda yang menjadi limbah pembersihan lahan (*pruning*). Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pengukuran dan perhitungan data pada beberapa parameter yaitu persentase hasil cacahan, kapasitas kerja mesin, bahan bakar yang dibutuhkan, ukuran hasil cacahan serta menganalisis hasil yang optimum berdasarkan variasi kecepatan yang diuji yaitu pada kecepatan 800 rpm, 1200 rpm dan 1600 rpm. Berdasarkan perhitungan hasil cacahan dengan berbagai variasi kecepatan maka persentase cacahan tertinggi terdapat pada kecepatan 1200 rpm yaitu 93,40%. Kapasitas kerja mesin paling banyak diperoleh pada kecepatan 1600 rpm yaitu 120,65 kg/jam. Bahan bakar yang sedikit dibutuhkan yaitu pada kecepatan 800 rpm yaitu 0,3 liter/jam. Hasil pengukuran panjang dan lebar hasil cacahan paling halus adalah pada kecepatan 1600 rpm yaitu 2,1 cm dan 0,2 cm. Berdasarkan data yang diperoleh pada parameter yang telah diuji maka dapat dilakukan analisis perhitungan hasil optimum berdasarkan metode *dieter* dengan menggunakan *digital logic*. Hasil optimum cacahan berdasarkan perhitungan metode *dieter* didapatkan pada kecepatan 1200 rpm yaitu 88,18%. Dapat disimpulkan bahwa kecepatan putaran berpengaruh pada persentase hasil cacahan, kapasitas kerja mesin, bahan bakar dan ukuran hasil cacahan.

Kata kunci : Pelepah Pinang, Mesin Pencacah, Uji Kinerja, Variasi Kecepatan

Abstract. The design of the areca nut chopping machine has been carried out so it is necessary to test the performance of the areca nut chopper. Therefore, a research on the performance testing of the areca nut chopper was conducted to determine the success rate of the machine that has been designed. This research was conducted using young areca nut leaf material which is a waste of land clearing (*pruning*). The method used in this study is the measurement and calculation of data on several parameters, namely the percentage of chopped results, engine working capacity, fuel required, size of chopped results and analyzing the optimum results based on variations in speed tested, namely at speeds of 800 rpm, 1200 rpm and 1600 rpm. Based on the calculation of the chopping results with various speed variations, the highest percentage of chopping is at 1200 rpm, which is 93.40%. The maximum working capacity of the machine is obtained at a speed of 1600 rpm, which is 120.65 kg/hour. Less fuel is needed at a speed of 800 rpm, which is 0.3 liters/hour. The results of the measurement of the length and width of the smoothest chops were at a speed of 1600 rpm, namely 2.1 cm and 0.2 cm. Based on the data obtained on the parameters that have been tested, it is possible to analyze the calculation of the optimum results based on the dieter method using digital logic. The optimum results of the count based on the calculation of the dieter method were obtained at a speed of 1200 rpm, namely 88.18%. It can be concluded that the rotational speed affects the percentage of chopped results, engine working capacity, fuel and the size of the chopped results.

Keywords: Areca fronds, chopping machines, performance tests, speed variations.

PENDAHULUAN

Tanaman pinang (*Areca catechu* L.) merupakan salah satu tanaman yang manfaat dan kegunaannya yaitu untuk dikonsumsi, untuk kesehatan, industri kosmetik dan bahan pewarna pada industri tekstil (Novianto, 1990 ; Staples, 2006). Berdasarkan data dari Badan Pusat Statistik Aceh Utara terjadi peningkatan luas lahan dan peningkatan produksi pinang di Aceh Utara. Pada tahun 2015 Aceh Utara memiliki luas lahan sebesar 12.273 Ha dan menghasilkan 4.251 ton pinang. Pada tahun 2016 Aceh Utara kembali mengalami

peningkatan luas lahan yaitu sebesar 12.284 Ha dan hasil produksi pinang sebesar 4.275 ton (BPS, 2017). Pemamfaatan dari tanaman pinang biasanya buah dan pohonnya sehingga dibutuhkan pengelolaan limbah sebagai bahan baku kompos. Oleh karena itu dilakukan perancangan mesin pencacah pelepah pinang oleh Zakiah (2021). Tujuan penelitian ini untuk mengetahui kinerja mesin pencacah pelepah pinang tersebut.

Dalam merancang suatu alat dan mesin harus memenuhi kriteria *ergonomis*, kriteria teknik, dan kriteria ekonomi (Dhafir, 2019). Kriteria *ergonomis* yaitu desain sistem yang sesuai dengan *antropometri* serta aman dan nyaman untuk dioperasikan. Kriteria teknis yaitu kemudahan pembuatan dan kestabilan dalam pengoperasian. Kriteria ekonomis yaitu keterjangkauan biaya pembuatan dan biaya pengoperasian.

Uji kinerja dilakukan untuk memperoleh data kinerja mesin hasil perancangan. Pengujian juga dilakukan untuk menentukan kecepatan putar optimum dari pisau pencacah daun, yang menghasilkan target ukuran cacahan daun dan kelebaran pelepah hasil pencacahan (Bulan, R. Mandang, 2018). Untuk mendapatkan kecepatan putar optimum pemotong daun, dilakukan pengujian pemotongan daun pada tiga kecepatan putar yaitu 800 rpm 1200 rpm dan 1600 rpm.

Putaran mesin adalah kecepatan putaran dari poros engkol yang dihasilkan oleh proses pembakaran bahan bakar. Satuan dari putaran mesin adalah *Rotation Per Minute* (RPM). Kecepatan putaran mesin mempengaruhi daya spesifik yang akan dihasilkan. Putaran mesin yang tinggi dapat mempertinggi frekuensi putarnya, berarti lebih banyak langkah terjadi yang dilakukan oleh torak (Hakim, 2016). Umumnya kecepatan putaran digunakan dimotor bermesin bensin ataupun solar. RPM mesin menunjukkan seberapa keras kerja mesin. Kecepatan putar berpengaruh terhadap ukuran partikel dan kehalusan. Semakin besar RPM maka mesin berputar semakin cepat atau semakin kecil RPM maka mesin berputar semakin lambat (Kharisma, 2014); (R. Bulan et al., 2021).

Kapasitas kerja mesin adalah kemampuan mesin dalam melakukan pengoperasiannya. Kapasitas kerja mesin lebih cenderung pada bentuk kemampuan kuantitas mesin. Kapasitas kerja adalah suatu tingkatan output atau keluaran hasil, suatu kuantitas keluaran dalam kurun periode tertentu yang merupakan kuantitas tertinggi pada periode waktu tertentu (Zulianto, 2012); (Bulan et al., 2019).

Menurut (R. Bulan, 2016), kondisi operasi mesin optimum ditentukan berdasarkan faktor kapasitas mesin yang tinggi, jumlah daun terpotong yang tinggi, pengurangan tinggi pelepah yang besar, penambahan lebar pelepah yang besar, panjang daun cacahan yang terpendek dan lebar daun cacahan yang terpendek.

METODE PENELITIAN

Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan September 2020 sampai dengan November 2020. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian, Program Studi Teknik Pertanian Fakultas Pertanian Universitas Syiah Kuala.

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan meliputi mesin pencacah pelepah pinang, timbangan, gelas ukur, kamera digital, stopwatch, jangka sorong, tachometer dan lainnya.

Prosedur penelitian

Pengujian kinerja mesin terlebih dahulu mempelajari mekanisme kerja mesin. Kemudian memotong pelepah menjadi tiga bagian dan mengukur berat pada setiap bagiannya. Selanjutnya, mengatur kecepatan putaran 800 rpm, 1200 rpm, dan 1600 rpm. Kemudian menganalisa hasil cacahan dengan variasi kecepatan tersebut. Parameter yang diamati selama uji kinerja mesin adalah persentase cacahan, kapasitas kerja, konsumsi bahan bakar dan ukuran cacahan.

1. Persentase cacahan

persentase cacahan yang dihitung yaitu persentase cacahan tertampung, persentase cacahan tersangkut dan persentase kehilangan, menggunakan persamaan 1, 2 dan 3.

$$\text{Persentase cacahan tertampung} = \frac{\text{Berat cacahan tertampung}}{\text{berat awal}} \times 100\% \quad \text{.....(1)}$$

$$\text{Persentase tersangkut} = \frac{\text{Berat cacahan tertampung}}{\text{berat awal}} \times 100\% \quad \text{.....(2)}$$

$$\text{Persentase kehilangan} = \frac{\text{Berat kehilangan}}{\text{berat Awal}} \times 100\% \quad \text{.....(3)}$$

2. Kapasitas kerja mesin dihitung menggunakan persamaan 4.

$$C = \frac{W_t}{t} \quad \text{..... (4)}$$

3. Menghitung bahan bakar dengan mengoperasikan mesin selama 30 menit dengan variasi kecepatan 800 rpm 1200 rpm dan 1600 rpm. Sehingga dapat dihitung konsumsi bahan bakar dengan menggunakan persamaan 5.

$$F_c = \frac{F_v}{t} \quad \text{.....(5)}$$

4. Mengukur panjang dan lebar hasil cacahan dengan menggunakan mistar atau jangka sorong seperti pada gambar 1 dan 2.

Gambar 1. Pengukuran panjang hasil cacahan

Gambar 2. Pengukuran lebar hasil cacahan

5. Menentukan hasil optimum berdasarkan parameter yang di uji dengan menggunakan metode optimasi indeks kinerja yang disarankan oleh Dieter (1987). Tahapan pemilihan kriteria metode indeks kinerja dengan pembobotan yang disarankan oleh Dieter (1987) adalah sebagai berikut ini.
 1. Menentukan faktor yang berpengaruh dari kinerja mesin.
 2. Melakukan perbandingan terhadap seluruh faktor yang berpengaruh dengan memberi nilai 1 untuk faktor yang lebih diutamakan dan nilai 0 untuk faktor yang kurang diutamakan. Tabel ini disebut dengan tabel digital logic.
 3. Menjumlahkan masing-masing nilai faktor (F_a)
 4. Menjumlahkan total nilai faktor (F_t)
 5. Menghitung nilai faktor pembobot (F_p) dengan cara Persamaan 6.

$$F_p = \frac{F_a}{F_t} \dots\dots\dots(6)$$
 6. Menentukan nilai optimum dari data perlakuan ($F_{s(i-n)}$) untuk setiap faktor yang berpengaruh (O_v).
 7. Menghitung persentase indeks pada dari data perlakuan ($F_{s(i-n)}$) untuk setiap faktor yang berpengaruh (I_p) menggunakan Persamaan 7.

$$I_p \frac{F_s(i-n)}{O_v} \times 100\% \dots\dots\dots(7)$$

8. Menghitung indeks terbobot (I_t) menggunakan persamaan untuk setiap kombinasi perlakuan menggunakan Persamaan 8.

$$I_t = \sum (IP(i) \times FP(i)) \dots\dots\dots(8)$$
9. Menentukan kombinasi perlakuan terbaik yaitu dengan nilai indeks terbobot (I_t) yang tertinggi.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Persentase Cacahan

Perhitungan hasil cacahan dilakukan dengan cara menghitung persentase cacahan tertampung, persentase cacahan tersangkut, persentase cacahan kehilangan, dan waktu cacahan percepatan putaran poros.

Tabel 1. Persentase rata rata hasil cacahan tertampung, tersangkut, kehilangan, dan waktu berdasarkan kecepatan.

Kecepatan (RPM)	Bagian	Berat Awal (Kg)	Persentase Cacahan Tertampung (%)	Persentase Cacahan Tersangkut (%)	Persentase Cacahan Kehilangan (%)	Waktu (Detik)
800	Pangkal	0,388	83,09	8,58	8,33	46,22
	Tengah	0,365	85,39	5,02	9,59	30,47
	Ujung	0,252	76,82	15,63	7,55	14,33
1200	Pangkal	0,480	93,40	1,88	4,72	25,27
	Tengah	0,453	88,24	8,09	3,68	18,03
	Ujung	0,263	82,91	13,04	4,05	10,93
1600	Pangkal	0,557	86,83	0	13,17	18,63
	Tengah	0,535	83,18	0	16,82	14,13
	Ujung	0,332	78,89	0	21,11	9,70

Berdasarkan tabel di atas dapat dilihat grafik hasil cacahan berdasarkan variasi kecepatan yaitu sebagai berikut.

Gambar 1. Grafik persentase cacahan tertampung

Berdasarkan hasil yang didapatkan cacahan tertampung paling banyak pada kecepatan 1200 hal ini dikarenakan pada cacahan 1200 hasil cacahannya tidak banyak yang tersangkut dan juga tidak banyak yang hilang. Sedangkan hasil keluar paling sedikit terdapat pada kecepatan 800 yang disebabkan oleh banyaknya hasil yang tersangkut dan juga terdapat kehilangan. Menurut SNI minimal nilai rendemen mesin pencacah adalah 80%. Berdasarkan hasil yang didapatkan rata rata mencapai 80% , dari hasil tersebut menunjukkan bahwa mesin

pencacah pelepah pinang ini memenuhi standar SNI yang telah ditetapkan. Menurut Henderson dan Perry (1998) *dalam* (Rusadi, 2012), 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.

Gambar 2. Grafik persentase cacahan tersangkut perkecepatan putaran poros

Gambar 2. menunjukkan persentase cacahan tersangkut yang paling banyak pada bagian pangkal yaitu pada kecepatan putaran poros 800 rpm rata rata mencapai 8,58 % , bagian tersangkut pada bagian tengah paling besar yaitu pada putaran poros 1200 rpm mencapai rata rata 8,09 % dan persentase cacahan tersangkut pada bagian ujung paling besar yaitu pada putaran poros 800 rpm dengan rata rata 15,63 %. Semakin cepat putaran poros maka semakin halus hasil yang didapatkan sehingga tidak terdapat lagi daun yang panjang yang dapat terlilit pada bagian poros atau mata pisau dan cacahan daun yang menghambat saluran output. Perlakuan kecepatan putar unit pencacah memberikan pengaruh yang nyata terhadap persentase daun terpotong, hal ini disebabkan bahwa kecepatan putar yang rendah pada unit pencacah dapat menurunkan persentase daun yang tidak terpotong. (Bulan, 2018)

Gambar 3. Grafik persentase kehilangan per kecepatan putaran poros

Gambar 3. Menunjukkan persentase kehilangan terbesar terjadi pada kecepatan putaran poros 1600 rpm dengan kehilangan pada bagian pangkal rata rata yaitu 13,17 % , bagian tengah rata rata 16,82 % dan bagian ujung rata rata 21,11 %. Sedangkan kehilangan paling sedikit terjadi pada kecepatan putaran poros 1200 rpm dengan bagian pangkal yaitu 4,72%, bagian tengah 3,68% dan bagian ujung 4,05%. Putaran poros mata pencacah menimbulkan angin sehingga menyebabkan kehilangan cacahan oleh hembusan angin tersebut. Semakin kuat mata pisau berputar maka semakin kuat pula angin yang dihembuskan hasil cacahan yang paling halus lebih banyak terjadi kehilangan dari pada yang lainnya (Chairi, 2017). Kehilangan hasil bahan dipengaruhi oleh berbagai macam hal seperti tempat pemasukan bahan dan kecepatan putaran pisau . kehilangan hasil cacahan juga dapat terjadi pada saat hasil cacahan yang ada didalam akan ikut keluar sebelum bahan yang lainnya dimasukkan untuk dicacah hal ini dikarenakan cacahan yang ada di dalam mesin tertiuip oleh hembusan angin yang berasal dari putaran pisau dan menyebabkan hasil cacahan keluar (Nurba, 2018) .

Kapasitas Kerja Mesin

Kapasitas kerja mesin dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 2. Kapasitas kerja mesin

Kecepatan (RPM)	Berat Awal (kg)	Waktu (jam)	Kapasitas Kerja Mesin (kg/jam)
800	1.005	0,026	39,75
1200	1.197	0,016	79,43
1600	1.423	0,012	120,65

Kapasitas kerja mesin paling besar yaitu pada kecepatan 1600 dan kapasitas paling kecil pada kecepatan 800 dengan waktu yang paling sedikit pada putaran 1600 dan paling lama pada kecepatan putar 800 hal ini dikarenakan kapasitas kerja mesin yang dihasilkan dipengaruhi oleh kecepatan putar (RPM) pada saat proses pencacahan. Menurut penelitian (Hidayat, 2006) bahwa banyaknya kapasitas cacahan bahan dipengaruhi oleh kecepatan putar yang tinggi, kekerasan bahan dan bahan cacahan yang menempel pada badan mesin pencacah. Perlakuan kecepatan putar mesin berpengaruh nyata terhadap kapasitas kerja mesin, pada kecepatan rendah pencacahan yang didapatkan lebih sedikit dan sebaliknya pada kecepatan tinggi pencacahan yang didapatkan lebih banyak (hamakonda, 2013). Perbandingan kapasitas kerja mesin dengan berbagai variasi kecepatan dapat dilihat pada grafik dibawah ini.

Gambar 4. Grafik Kapasitas kerja pada berbagai putaran poros

Bahan Bakar

Konsumsi bahan bakar dihitung untuk melihat seberapa banyak bahan bakar yang dibutuhkan untuk melakukan pencacahan dengan berbagai variasi kecepatan. Hal ini dapat dilihat pada tabel dibawah ini.

Tabel 3. Konsumsi bahan bakar

Kecepatan RPM	Bahan bakar (ml)	Waktu (menit)	Bahan bakar (liter/jam)
800	150	30	0,3
1200	180	30	0,36
1600	240	30	0,48

Berdasarkan tabel 3 dapat dilihat bahwa konsumsi bahan bakar paling banyak terdapat pada kecepatan 1600 rpm yaitu 0,48 liter/jam, untuk kecepatan 1200 rpm membutuhkan bahan bakar 0,36 liter/jam sedangkan untuk kecepatan 800 rpm konsumsi bahan bakar 0.3 liter/jam. Berdasarkan hasil tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi kecepatan maka semakin banyak bahan bakar yang dibutuhkan. mesin pencacah pelepah pinang tersebut memenuhi standar karena konsumsi bahan bakar mesin pencacah yaitu < 2 l/jam.(SNI, 2013)

Panjang dan lebar Cacahan

Pengukuran panjang dan lebar hasil cacahan merupakan panjang dan pendeknya bahan yang keluar dari saluran pengeluaran mesin pencacah. Panjang dan lebar cacahan di ukur secara acak terhadap 30 perkecepatan. Pengujiannya dilakukan 3 kali pengulangan perbagian dan digunakan 10 sampel cacahan perbagian pada setiap kecepatan, sehingga didapatkan hasil cacahan dengan panjang dan lebar rata rata dapat dilihat pada tabel berikut.

Tabel 4. Dimensi hasil cacahan

kecepatan	Pangkal (cm)		Tengah (cm)		Ujung (cm)	
	Panjang	Lebar	Panjang	Lebar	Panjang	Lebar
800	4,3	0,5	4,1	0,4	4,1	0,4
	4,5	0,3	3,8	0,5	4,5	0,4
	4,4	0,5	4,2	0,4	4,6	0,4
1200	3,7	0,3	4,5	0,3	3,6	0,3
	3,5	0,3	3,7	0,3	3,0	0,3
	4,2	0,3	3,8	0,3	3,8	0,2
1600	2,4	0,2	2,6	0,2	2,0	0,2
	2,4	0,3	2,5	0,3	2,1	0,3
	2,7	0,3	2,4	0,3	2,2	0,2

Hasil dari setiap pengujian yang paling halus terdapat pada kecepatan 1600 rpm. Berdasarkan hasil yang didapat semakin cepat putaran poros maka semakin halus hasil yang didapatkan. Hal ini disebabkan oleh kecepatan putar pada 1600 telah memenuhi kecepatan putar optimum. Kecepatan putar optimum pemotongan metode impact cutting adalah 20-40 m/s sama dengan 1200 – 2400 rpm (Persson1987). Berdasarkan hasil yang didapatkan tingkat kehalusan cacahan rata rata 2-5 hal ini sesuai dengan (SNI, 2013) tentang persyaratan hasil cacahan mesin pencacah hijauan pakan, bahwa ukuran hasil cacahan yang baik adalah 2-5 cm. Ukuran hasil cacahan 2-5 cm dikatakan baik karena dapat mempermudah ternak mengkonsumsi dan mempermudah proses pencernaan ternak.

Hasil Operasi Mesin Optimum

Hasil operasi mesin yang optimum dengan variasi kecepatan 800 rpm 1200 rpm dan 1600 rpm dapat ditemukan dengan melakukan pembobotan dari parameter yang dilakukan yaitu dengan menggunakan metode Dieter (1987). Adapun parameter yang dilakukan pembobotan yaitu persentase cacahan, kapasitas kerja mesin, bahan bakar dan ukuran cacahan. Nilai pembobot untuk persentase cacahan 0,4, untuk kapasitas kerja 0,3 untuk bahan bakar 0,2 dan untuk panjang cacahan 0,1 serta untuk lebar nya 0. Pembobotan tersebut sesuai dengan *digital logic* yang disarankan oleh dieter. Berdasarkan hasil pembobotan nilai indeks terbobot paling tinggi yaitu 88,18 % pada kecepatan 1200 rpm.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Kesimpulan yang dapat diambil dari penelitian ini adalah :

1. Hasil cacahan tertampung yang paling banyak pada kecepatan 1200 rpm. Cacahan tersangkut paling besar terdapat pada kecepatan 800 rpm. Persentase kehilangan paling besar terdapat pada putaran poros dengan kecepatan 1600 rpm.
2. Kapasitas kerja mesin yang paling banyak yaitu pada kecepatan putaran 1600 rpm yaitu 120,65 kg/jam (85 pelepah/jam) dan yang paling sedikit yaitu pada kecepatan 800 rpm mencapai 39,75 kg/jam (40 pelepah /jam) .
3. Bahan bakar paling banyak dibutuhkan pada kecepatan 1600 rpm.
4. Hasil cacahan yang paling halus terdapat pada kecepatan 1600 rpm yaitu dengan lebar 0,2 cm dan panjang 2 cm .
5. Operasi mesin yang optimum dapat dilakukan pada kecepatan 1200 rpm.

Saran

Sebaiknya dilakukan modifikasi mesin pada bagian pisau pencacah sehingga dapat dilakukan untuk pencacahan pelepah kering dan penambahan saluran output hasil cacahan supaya waktu yang dibutuhkan lebih sedikit.

DAFTAR PUSTAKA

- BPS, 2017. (n.d.). Badan Statistik Aceh.
- Bulan, R. Mandang, T. W. H. . D. A. (2018). Desain dan Kinerja Mesin Terintegrasi untuk Mencacah Daun Sawit dan Mengempa Pelepah Sawit. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699.
- Bulan, R. (2016). Pengembangan Sistem Mekanisasi Pemanfaatan Pelepah Kelapa Sawit untuk Mulsa Dan kompos (p. Institut Pertanian Bogor). Institut Pertanian Bogor
- Bulan, R., Yunus, Y., Mustaqimah, & Sitorus, A. (2021). Modification and performance improvement of chopper palm frond (AE03-Type). *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 644(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/644/1/012043>
- Bulan, Ramayanty, Safrizal, Yasar, M., Nata, Y., & Sitorus, A. (2019). Design and construction of chopper machine AE02-type for oil palm frond. *INMATEH - Agricultural Engineering*, 57(1), 165–172.
- Chairi, M. (2017). Modifikasi Mata Pisau Tipe Reel Silinder pada Mesin Pencacah Pelepah Sawit. *Skripsi*, 2, Universitas Syiah Kuala.
- Dhafir, M. (2019). Desain Ergonomis Sistem Penggandengan Trailer pada Traktor Roda Dua. *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952.

- Hakim, M. . (2016). Perancangan Kecepatan Pisau Potong Ikan Sardin Berbasis PID (Proportional Integral Derivative Controller). Skripsi. 1–5.
- hamakonda, A. Edelnia,B. Muhammad,M .Fatu, L. (2013). Pengaruh Perbedaan Kecepatan Putaran Mesin (Rpm) Terhadap Kinerja Mesin Pencacah Limbah Jagung Untuk Pakan Ternak Sapi Di Nusa Tenggara Timur. 1–5.
- Hidayat, M. (2006). Rancang Bangun Alat – Mesin Pencacah Jerami Padi Untuk Penyiapan Bahan Pakan Ternak Ruminansia (Design of Rice Straw Chopper Machinery for Preparing Ruminant Feed). 912–916.
- Kharisma, et. a. (2014). Pengaruh Perbedaan Kecepatan Putar (Rpm) Disc Mill Terhadap Keseragaman Ukuran Butiran Gula Semut. 3(3), 223–232.
- Nurba, D. Mustaqimah, Muhammad , Y, Agustina, R. (2018). Pengujian mesin Pencacah Tandan Kosong Kelapa Sawit Tipe Reel Silinder Dengan Penambahan Roll Pengepres. prosiding seminar nasional pembangunan berbasis kearifan lokal (local wisdom).
- Rusadi, F. (2012). Evaluasi Teknis dan Ekonomis Mesin Pencacah Pelepah Kelapa Sawit Rancangan BBP MEKTAN sebagai Bahan Baku Kompos. 283.
- SNI. (2013). SNI 7785.1 Mesin Pencacah Hijauan Pakan Ternak; Syarat Mutu dan Metode Uji; Bagian 1: Tipe Vertikal.
- ZULIANTO, A. (2012). Analisis Kapasitas Mesin Menggunakan Metode Rough Cut Capacity Planning (Rccp) Untuk Mengantisipasi Perkembangan Permintaan Sepatu Studi Kasus Pt. Prima Dinamika Sentosa. Jurnal Pendidikan Teknik Mesin UNESA, 01(01), 45–54.