



## Uji Kinerja Mesin *Chopper* Serbaguna untuk Memperkecil Ukuran Pucuk Tebu

### *Performance Test of a Multipurpose Chopper Machine for Reducing the Size of Sugarcane Tops*

Naufalda M. Fadhil<sup>1</sup>, Sandi Asmara<sup>1\*</sup>, Oktafri<sup>1</sup>, Siti Suharyatun<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung

\*Corresponding Author: [Shandiasmar@yahoo.com](mailto:Shandiasmar@yahoo.com)

**Abstract.** *This study aimed to evaluate the performance of a multipurpose chopper machine in reducing the size of sugarcane tops as a means of utilizing agricultural biomass waste. The research was conducted at the Laboratory of Power and Agricultural Machinery, Faculty of Agriculture, University of Lampung, using a factorial Completely Randomized Design (CRD) with two factors: engine rotation speed (1500, 1700, and 2000 rpm) and feed input (3, 4, and 5 stalks of sugarcane tops). The parameters observed were work capacity, material losses, fuel consumption, and chopping uniformity. The results revealed that both engine speed and feed input had a highly significant effect on all performance parameters. Increasing engine speed enhanced work capacity up to 172.2 kg/hour, reduced material losses to 8.58%, and maintained efficient fuel consumption at 966 ml/hour under the 2000 rpm and 4-stalk combination. The multipurpose chopper machine proved to be effective and efficient in reducing the size of sugarcane tops, making it suitable for use as biomass fuel or alternative livestock feed.*

**Keywords:** *Biomass, Fuel Consumption, Multipurpose Chopper Machine, Sugarcane Tops, Work Capacity.*

#### 1. Pendahuluan

Biomassa merupakan salah satu alternatif energi terbarukan yang berasal dari limbah nabati, hemat dan dapat membantu membersihkan limbah di bumi khususnya di Indonesia. Biomassa mengandung hydrogen, Bio-Oil, biogas, alcohol serta biodiesel. Biomassa dapat diartikan sebagai limbah atau ampas yang dihasilkan dari suatu kegiatan produksi pertanian yang berupa

sisa/buangan dari proses pengolahan pertanian. Tebu merupakan salah satu tanaman yang banyak menghasilkan limbah biomassa berupa pucuk tebu.

Serasah tebu yang terhampar di lahan volumenya sangat besar dan jika dibiarkan akan menjadi masalah. Sampai saat ini penanganan pucuk tebu yang dilakukan oleh perkebunan tebu adalah dengan cara dibakar. Cara ini merupakan cara yang kurang tepat karena dapat mengakibatkan degradasi lahan dalam bentuk perubahan sifat fisik tanah, kesuburan tanah, mematikan biota tanah, membahayakan pemukiman penduduk disekitar lahan perkebunan, global warming, dan dapat mengakibatkan polusi udara serta gangguan pernafasan. Pucuk tebu menyimpan potensi luar biasa untuk bisa menjadi berguna, baik bagi kelestarian lingkungan maupun keuntungan ekonomi (Khuluq, 2012).

Untuk membantu mengatasi masalah tersebut, diperlukan teknologi yang dapat memperkecil ukuran pucuk tebu sehingga dapat dimanfaatkan lebih baik oleh masyarakat. Mesin chopper serba guna merupakan salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk memperkecil ukuran pucuk tebu. Mesin ini dapat menghancurkan pucuk tebu menjadi potongan-potongan kecil yang dapat digunakan sebagai pakan ternak atau bahan bakar alternatif. Mesin chopper serbaguna ini memiliki desain yang fleksibel untuk menangani berbagai jenis biomassa. Mesin ini dapat memudahkan kinerja dalam proses pencacahan pada pucuk tebu. Selain itu, penggunaannya dapat meminimalisir risiko cedera dan membuat proses lebih cepat. Tujuan dari penggunaan mesin chopper serbaguna ini adalah meningkatkan pemanfaatan limbah pucuk tebu secara optimal, mendukung keberlanjutan energi alternatif, serta memberikan solusi praktis bagi petani dan masyarakat dalam mengelola hasil samping pertanian.

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Maret 2025 di Laboratorium Daya dan Alat Mesin Pertanian, Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Lampung. Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu Chopper serbaguna, stopwatch, tachometer, gelas ukur, timbangan digital, karung plastik, dan penggaris. Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah jenis biomassa pucuk tebu, bensin dan pelumas mesin.

Metodologi penelitian yang digunakan adalah metode statistika menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Penelitian ini menggunakan dua faktor utama, faktor pertama adalah kecepatan putaran mesin (RPM) dengan tiga taraf, yaitu 1500 (R1), 1700 (R2), dan 2000 (R3). Faktor kedua adalah jumlah masukan pucuk tebu (M) dengan taraf 3 batang (M3), 4 batang (M4), dan 5 batang (M5). Setiap kombinasi perlakuan diulang sebanyak tiga kali dengan durasi 10 menit pada tiap ulangan. Parameter yang diamati adalah kapasitas kerja ( $K_a$ ), bahan terbuang (*losses*), konsumsi bahan bakar ( $K_b$ ), serta tingkat keseragaman cacahan ( $K_c$ ).

### 2.1 Parameter Penelitian

#### 2.1.1 Kapasitas Kerja (Kg/Jam)

Kapasitas kerja dapat dihitung dengan cara menghitung perbandingan berat hasil cacahan dengan waktu. Berat hasil cacahan yang telah ditimbang kemudian dibagi dengan waktu proses pencacahan yaitu selama 10 menit. Kapasitas pencacahan dihitung menggunakan persamaan:

$$K_a = \frac{bk}{t} \quad (1)$$

dimana  $K_a$  adalah kapasitas perajangan (kg/jam),  $bk$  adalah berat hasil perajangan (kg),  $t$  adalah waktu yang digunakan dalam proses perajangan (jam).

### 2.1.2 Konsumsi Bahan Bakar

Perhitungan konsumsi bahan bakar dilakukan dengan cara mengukur volume bahan bakar yang terpakai, kemudian membaginya dengan lama waktu mesin pencacah beroperasi. Pengukuran bahan bakar dapat dilakukan menggunakan gelas ukur yang diisi hingga batas maksimum sebelum mesin dijalankan untuk proses pencacahan. Konsumsi bahan bakar dapat dihitung dengan menggunakan persamaan:

$$Kb = \frac{vb}{t} \quad (2)$$

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

### 2.1.3 Keseragaman Cacahan

Keseragaman cacahan merupakan ukuran hasil cacahan perajangan berdasarkan dari ukuran cacahannya. Keseragaman cacahan ini dibedakan menjadi 4 jenis halus, sedang, kasar, dan sangat kasar, penentuan ini dilakukan dengan cara pengayakan pada bahan yang telah dicacah kemudian hasil pengayakan ditimbang dan dihitung presentase hasil pengayakan dengan bobot hasil cacahan. Pengayakan ini dibedakan menjadi 4 jenis ayakan yang terbagi dengan ukuran 0 - 0,2 cm (halus), 0,2 - < 0,5 cm (sedang), 0,5 - < 1 cm (kasar). dan > 1 cm (sangat kasar).

### 2.1.4 Bahan Terbuang atau Losses

Bahan terbuang (losses) merupakan perbandingan berat akhir (berat hasil cacahan biomassa yang dihasilkan) dengan berat awal (berat biomassa yang digunakan) dikalikan 100% (Prasty et al., 2015). losses dapat dihitung menggunakan persamaan:

$$Losses = \frac{BI-BO}{BI} \times 100\% \quad (3)$$

dimana BI adalah bahan input dan BO adalah Bahan output.

## 2.2 Analisis Penelitian

Untuk mengetahui kinerja mesin memerlukan analisis yang disajikan dalam bentuk tabel dan grafik. Penelitian ini juga disajikan dalam analisis yaitu berupa Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktorial dengan analisis uji ragam / analisis of varians (ANOVA), faktorial untuk mengetahui pengaruh kecepatan putaran mesin (RPM) dan variasi bahan terhadap parameter yang diuji.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1 Hasil Uji Kinerja

Uji Kinerja Mesin *Chopper* Serbaguna dapat dilihat pada Tabel 1. Berdasarkan data pada Tabel 1, terlihat bahwa peningkatan RPM dari R1 hingga R3 serta perbedaan jumlah masukan (M3, M4, dan M5) berpengaruh terhadap bobot input dan bobot output yang dihasilkan, baik pada interval 10 menit maupun setelah dikonversi menjadi kapasitas per jam. Secara umum, perlakuan M4 pada setiap tingkat RPM menunjukkan bobot input dan output tertinggi dibandingkan M3 dan M5, yang mengindikasikan kapasitas kerja alat yang lebih besar. Selain itu, pada RPM yang lebih tinggi (R3), nilai bobot input dan output cenderung meningkat, dengan selisih antara input dan output yang relatif stabil, sehingga menunjukkan kinerja alat yang semakin optimal. Variasi antar ulangan masih terlihat pada setiap perlakuan, namun tidak menunjukkan perbedaan yang ekstrem, sehingga dapat disimpulkan bahwa kombinasi RPM tinggi dan jumlah masukan M4 memberikan hasil pengolahan terbaik dengan kapasitas dan efisiensi yang lebih baik dibandingkan perlakuan lainnya.

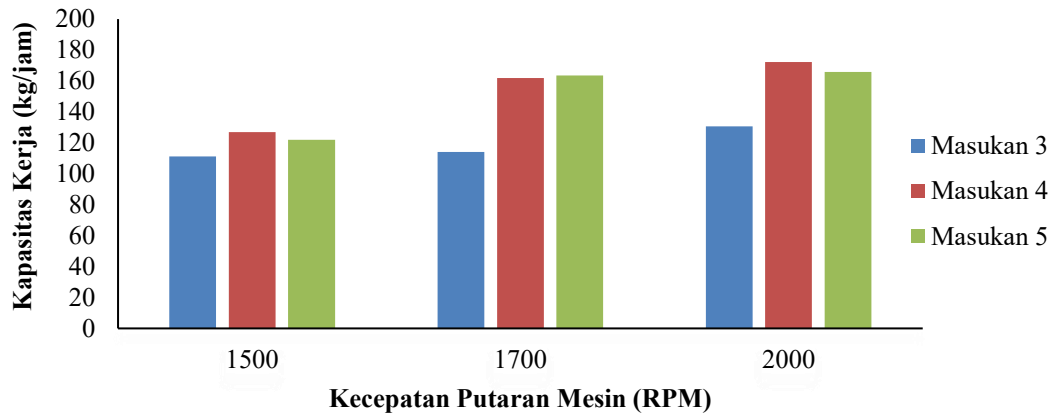
Tabel 1. Hasil uji kinerja mesin *chopper* serbaguna

RPM	Jumlah masukan	Ulangan	10 menit		Konversi 1 jam	
			Bobot input (kg)	Bobot output (kg)	Bobot input (kg)	Bobot output (kg)
R1	M3	1	20.9	18.2	125.4	109.2
		2	21.2	18.8	127.2	112.8
		3	21.4	18.6	128.4	111.6
	M4	1	24.6	21.3	147.6	127.8
		2	23.3	20.8	139.8	124.8
		3	24	21.4	144	128.4
	M5	1	21.5	19.2	129	115.2
		2	23.7	20.8	142.2	124.8
		3	23.4	21	140.4	126.0
R2	M3	1	20.4	18.3	122.4	109.8
		2	21.8	18.9	130.8	113.4
		3	22.3	19.8	133.8	118.8
	M4	1	29.8	27.2	178.8	163.2
		2	28.2	25.9	169.2	155.4
		3	30.5	27.8	183	166.8
	M5	1	28.7	26.3	172.2	157.8
		2	30.2	27.2	181.2	163.2
		3	30.6	28.3	183.6	169.8
R3	M3	1	24.8	22.2	148.8	133.2
		2	23.6	20.4	141.6	122.4
		3	25	22.7	150	136.2
	M4	1	33.4	30.3	200.4	181.8
		2	31	28	186	168.0
		3	30.7	27.8	184.2	166.8
	M5	1	31	27.4	186	164.4
		2	28.7	26.3	172.2	157.8
		3	32.5	29.2	195	175.2

### 3.1.1 Kapasitas Kerja

Pengujian dilakukan menggunakan parameter yang telah ditetapkan, yaitu kecepatan putaran mesin 1500, 1700, dan 2000 rpm, dengan variasi jumlah masukan 3 batang, 4 batang, dan 5 pucuk tebu. Data hasil uji kemudian dikonversi ke dalam satuan jam untuk memperoleh nilai kapasitas kerja. Hasil kapasitas kerja disajikan pada Tabel 1, sedangkan untuk rata-rata kapasitas kerja per jam disajikan pada Gambar 1.

Berdasarkan grafik rata-rata kapasitas kerja pada Gambar 1, menunjukkan bahwa kapasitas kerja mesin meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan putaran (RPM). Pada 1500 rpm kapasitas berkisar 111,2–127 kg/jam, meningkat menjadi 114–163,6 kg/jam pada 1700 rpm, dan mencapai 130,6–172,2 kg/jam pada 2000 rpm.



Gambar 1. Grafik rata-rata kapasitas kerja

Jumlah masukan pucuk tebu juga berpengaruh nyata, di mana M4 dan M5 menghasilkan kapasitas lebih tinggi dibandingkan M3 pada setiap tingkat putaran. Kapasitas tertinggi diperoleh pada kombinasi 2000 rpm dengan masukan 4 (172,2 kg/jam), sedangkan terendah pada 1500 rpm dengan masukan 3 (111,2 kg/jam). Kondisi ini menunjukkan bahwa kapasitas optimal dicapai pada putaran tinggi dengan jumlah masukan sesuai kapasitas mesin.

Tabel 2. Uji Anova pengaruh RPM dan jumlah masukan terhadap kapasitas kerja

Sumber Variasi	SS	df	MS	F	P-value	F crit	Ket
RPM	6291.947	2	3145.97	85.272	6.6E-10	3.555	**
Masukan	6766.187	2	3383.09	91.699	3.6E-10	3.555	**
Interaksi	1383.893	4	345.97	9.378	2.8E-04	2.928	**
Galat	664.08	18	36.89				
Total	15106.11	26					

Keterangan : \*\* = Berpengaruh sangat nyata, \* = Berpengaruh nyata, dan TN = tidak nyata

Berdasarkan Tabel 2 menunjukkan bahwa faktor RPM berpengaruh sangat nyata terhadap hasil uji kinerja mesin *chopper*. Faktor jumlah masukan juga memberikan pengaruh yang signifikan. Selain itu, interaksi antara RPM dan masukan juga terbukti nyata, yang berarti bahwa pengaruh jumlah bahan sangat dipengaruhi oleh besar kecilnya putaran mesin, begitu pula sebaliknya. Nilai galat yang relatif kecil menunjukkan data cukup seragam sehingga hasil analisis dapat dipercaya. Dengan demikian, baik RPM, masukan, maupun interaksi keduanya memberikan pengaruh nyata terhadap parameter yang diuji, sehingga diperlukan uji lanjut untuk mengetahui perlakuan terbaik.

Tabel 3. Uji Beda Nyata Terkecil jenis interaksi terhadap kapasitas kerja

Interaksi	Rerata	Notasi
R3M4	172.20	a
R3M5	165.80	a
R2M5	163.60	a
R2M4	161.80	a
R3M3	130.60	b
R1M4	127.00	b
R1M5	122.00	bc
R2M3	114.00	cd
R1M3	111.20	d

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa kombinasi perlakuan R3M4, R3M5, R2M5, dan R2M4 berada dalam kelompok notasi a, yang berarti memberikan hasil tertinggi dan tidak berbeda nyata satu sama lain. Hal ini menunjukkan bahwa pada putaran mesin yang tinggi (R3) dengan jumlah masukan sedang hingga besar, maupun pada putaran menengah (R2) dengan masukan yang lebih tinggi, kinerja alat mampu menghasilkan performa terbaik. Sementara itu, kombinasi R3M3, R1M4, dan R1M5 berada pada kelompok b dan bc, yang berarti hasilnya lebih rendah dibandingkan kelompok a, namun masih lebih baik dibanding perlakuan dengan notasi lebih rendah.

Perlakuan R2M3 masuk kelompok cd dan R1M3 termasuk d, yang menunjukkan hasil paling rendah. Artinya, pada putaran rendah dengan masukan kecil, kinerja alat tidak optimal. Secara umum dapat disimpulkan bahwa semakin tinggi putaran mesin dan semakin besar jumlah masukan, maka hasil yang diperoleh cenderung meningkat, sedangkan pada putaran rendah dengan masukan kecil hasilnya jauh lebih rendah.

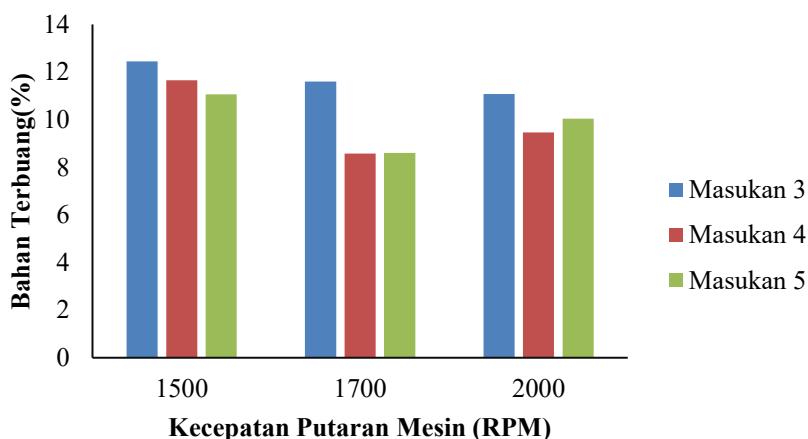
### 3.1.2 Bahan Terbuang (*Losses*)

Berdasarkan hasil pengujian, jumlah masukan pucuk tebu pada setiap proses pencacahan yaitu 3 batang, 4 batang, dan 5 batang dengan variasi kecepatan putaran mesin 1500, 1700, dan 200 RPM digunakan untuk memperoleh data bahan terbuang yang disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Rata-rata bahan terbuang (*losses*) (%).

Perlakuan	Ulangan			Rata-rata
	1	2	3	
R1M3	12.92	11.32	13.08	12.44
R1M4	13.41	10.73	10.83	11.66
R1M5	10.70	12.24	10.26	11.06
R2M3	10.29	13.30	11.21	11.60
R2M4	8.72	8.16	8.85	8.58
R2M5	8.36	9.93	7.52	8.60
R3M3	10.48	13.56	9.20	11.08
R3M4	9.28	9.68	9.45	9.47
R3M5	11.61	8.36	10.15	10.04

Berdasarkan Tabel 4, rata-rata *losses* pada tiap perlakuan berada pada kisaran 8,58–12,44. Nilai tertinggi terdapat pada R1M3 (12,44), sedangkan yang terendah pada R2M4 (8,58). Tingginya *losses* pada R1M3 dipengaruhi oleh putaran mesin yang rendah sehingga pencacahan kurang optimal. Sebaliknya, pada R2M4 *losses* lebih kecil karena kecepatan putaran dan jumlah masukan berada pada kondisi yang seimbang. Hasil ini menunjukkan bahwa kombinasi putaran mesin dan jumlah masukan berpengaruh nyata terhadap besarnya *losses*, dimana keseimbangan kedua faktor tersebut mampu menekan kehilangan bahan selama proses pencacahan. Grafik rata-rata bahan terbuang (*losses*) dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Rata-rata bahan terbuang (*losses*)

Gambar 2 menunjukkan bahwa *losses* tertinggi berbeda pada tiap RPM, karena perbedaan jumlah masukan dan jenis RPM saat proses pencacahan.

Tabel 5. Uji Anova Pengaruh RPM dan jumlah masukan terhadap bahan terbuang (*losses*)

Sumber Variasi	SS	df	MS	F	P-value	F crit	Ket
RPM	21.621	2	10.810	6.054	0.0098	3.555	**
Masukan	19.561	2	9.781	5.477	0.0139	3.555	*
Interaksi	5.452	4	1.363	0.763	0.5627	2.928	tn
Galat	32.143	18	1.786				
Total	78.777	26					

Keterangan : \*\* = Berpengaruh sangat nyata, \* = Berpengaruh nyata, dan TN = tidak nyata

Hasil analisis uji *Anova* menunjukkan bahwa faktor RPM berpengaruh sangat nyata terhadap bahan terbuang (*losses*), sedangkan faktor masukan berpengaruh nyata. Sebaliknya, interaksi antara RPM dan jumlah masukan tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini menandakan bahwa masing-masing faktor memiliki pengaruh masing-masing terhadap bahan terbuang (*losses*), tanpa saling memengaruhi.

Tabel 1. Uji Beda Nyata Terkecil faktor RPM terhadap bahan terbuang (*losses*)

Faktor	Rerata	Notasi
R1	11.721	a
R2	9.595	b
R3	10.197	b

Hasil uji BNT faktor RPM menunjukkan bahwa perlakuan R1 memiliki rata-rata tertinggi (11,721) dan berbeda nyata dari R2 maupun R3. Sementara itu, R2 dan R3 tidak berbeda nyata satu sama lain karena berada pada kelompok notasi yang sama (b). Hal ini menunjukkan bahwa kinerja terbaik diperoleh pada putaran mesin rendah (R1), sedangkan putaran mesin menengah (R2) dan tinggi (R3) memberikan hasil yang lebih rendah namun relatif setara.

Tabel 2. Uji Beda Nyata Terkecil faktor jumlah masukan terhadap bahan terbuang (*losses*)

Faktor	Rerata	Notasi
M3	11.708	a
M4	9.902	b
M5	9.904	b

Berdasarkan hasil uji BNT pada faktor M, diketahui bahwa perlakuan M3 (rerata 11,708) memberikan nilai *losses* yang berbeda nyata lebih tinggi dibandingkan dengan M4 (9,902) dan M5 (9,904). Sementara itu, perlakuan M4 dan M5 tidak berbeda nyata satu sama lain karena berada pada notasi huruf yang sama. Hal ini menunjukkan bahwa perlakuan M3 cenderung menghasilkan *losses* yang lebih besar, sedangkan M4 dan M5 memiliki pengaruh yang relatif sama dan lebih rendah terhadap nilai *losses*.

### 3.1.3 Konsumsi Bahan Bakar

Selain kedua parameter yang telah dianalisis, penelitian ini juga mencatat konsumsi bahan bakar selama proses pencacahan. Pencatatan dilakukan pada setiap ulangan dengan cara mengukur jumlah bahan bakar yang digunakan setelah proses pencacahan selesai. Prosedur pengukurannya yaitu dengan menyiapkan bahan bakar dan gelas ukur, kemudian menambahkan kembali bahan bakar hingga mencapai volume awal, sehingga selisihnya menunjukkan jumlah bahan bakar yang terpakai. Data hasil pengukuran konsumsi bahan bakar tersebut disajikan pada Tabel 8.

Tabel 8. Rata-rata konsumsi bahan bakar (ml/jam).

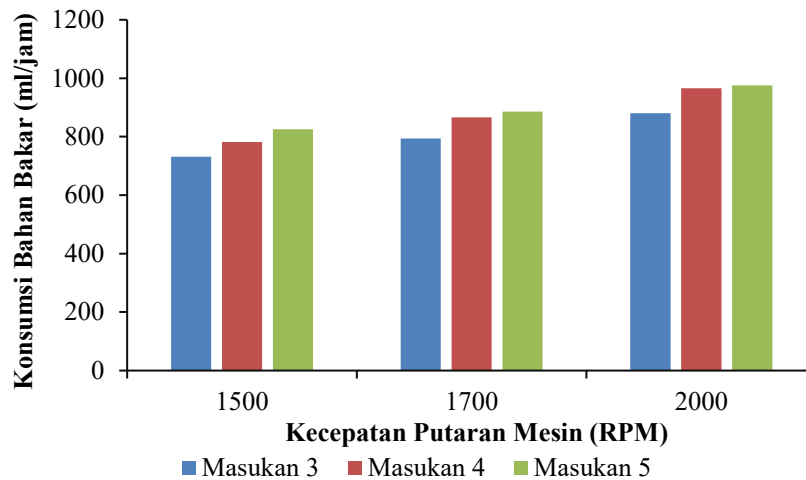
Perlakuan	Ulangan			Rata-Rata
	1	2	3	
R1M3	708	726	762	732
R1M4	798	768	780	782
R1M5	804	852	822	826
R2M3	762	786	834	794
R2M4	864	828	906	866
R2M5	852	918	888	886
R3M3	882	858	900	880
R3M4	1002	954	942	966
R3M5	978	936	1014	976

Tabel 8 menunjukkan bahwa konsumsi bahan bakar meningkat seiring dengan bertambahnya kecepatan putaran mesin (RPM) dan jumlah bahan yang dimasukkan. Konsumsi terendah tercatat pada kombinasi R1M3 sebesar 732 ml, sedangkan kombinasi R3M4 menghasilkan konsumsi tertinggi, yaitu 966 ml. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan putaran mesin sekaligus jumlah bahan yang dicacah menuntut energi lebih besar.

Bila dilihat dari pengaruh masing-masing faktor, konsumsi bahan bakar cenderung meningkat seiring kenaikan RPM, dari R1 (780 ml) ke R2 (848 ml) hingga R3 (974 ml). Hal ini menegaskan bahwa kecepatan putaran mesin berperan signifikan dalam menentukan kebutuhan bahan bakar. Demikian pula, peningkatan jumlah masukan juga menyebabkan konsumsi lebih tinggi, dengan M3 sebesar 794 ml, M4 871 ml, dan M5 896 ml, menunjukkan beban kerja mesin bertambah seiring volume bahan.

Secara keseluruhan, kombinasi RPM rendah dengan jumlah masukan sedikit merupakan kondisi paling hemat bahan bakar, sedangkan RPM tinggi dengan jumlah masukan besar

menghasilkan konsumsi tertinggi. Hasil ini sejalan dengan prinsip kerja mesin *chopper*, di mana penggunaan bahan bakar dipengaruhi oleh besarnya beban dan kecepatan operasi mesin.



Gambar 3. Grafik rata-rata konsumsi bahan bakar

Berdasarkan Gambar 3, konsumsi bahan bakar terbesar selalu terjadi pada masukan 5 di setiap kecepatan putaran mesin: 1500 RPM (826 ml/jam), 1700 RPM (886 ml/jam), dan 2100 RPM (976 ml/jam). Ini menunjukkan bahwa jumlah masukan 5 adalah titik konsumsi bahan bakar tertinggi, yang berdampak negatif pada efisiensi. Hasil konsumsi bahan bakar spesifik pada penelitian uji kinerja alat *chopper* dapat dilihat pada Tabel 9 dibawah ini.

Tabel 9. Konsumsi bahan bakar spesifik

Perlakuan	Rata-rata Kapasitas Kerja	Rata-rata Konsumsi Bahan Bakar	Konsumsi Bahan Bakar Spesifik (l/kg)
R1M3	111.2	732	0.00658
R1M4	127	782	0.00616
R1M5	122	826	0.00677
R2M3	114	794	0.00696
R2M4	161.8	866	0.00535
R2M5	163.6	886	0.00542
R3M3	130.6	880	0.00674
R3M4	172.2	966	0.00561
R3M5	165.8	976	0.00589

Tabel 10. Uji Anova pengaruh RPM dan jumlah masukan terhadap konsumsi bahan bakar

Sumber Variasi	SS	df	MS	F	P-value	F crit	Ket
RPM	116979	2	58489.3	61.8717	8.59E-09	3.5546	**
Masukan	42755	2	21377.3	22.6135	1.23E-05	3.5546	**
Interaksi	1277.3	4	319.3	0.3378	0.848886	2.9277	tn
Galat	17016	18	945.3				
Total	178027	26					

Keterangan : \*\* = Berpengaruh sangat nyata, \* = Berpengaruh nyata, dan TN = tidak nyata

Hasil uji *Anova* menunjukkan bahwa faktor RPM dan jumlah masukan berpengaruh sangat nyata terhadap konsumsi bahan bakar. Namun, interaksi antara RPM dan jumlah masukan tidak memberikan pengaruh yang signifikan. Hal ini menunjukkan bahwa masing-masing faktor berdampak independen terhadap hasil yang diperoleh.

Tabel 11. Uji Beda Nyata Terkecil jenis RPM terhadap konsumsi bahan bakar

Faktor	Rerata	Notasi
R1	780.000	c
R2	848.667	b
R3	940.667	a

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa R3 memiliki rata-rata tertinggi (940,667) dengan notasi a, diikuti R2 (848,667) dengan notasi b, dan R1 (780,000) dengan notasi c. Perbedaan notasi menegaskan bahwa ketiga tingkat RPM berbeda nyata satu sama lain. Dengan demikian, semakin tinggi putaran mesin, hasil yang diperoleh juga semakin meningkat.

Tabel 32. Uji Beda Nyata Terkecil jenis jumlah masukan terhadap konsumsi bahan bakar

Faktor	Rerata	Notasi
M3	802.000	b
M4	871.333	a
M5	896.000	a

Hasil uji BNT menunjukkan bahwa perlakuan M4 (871,333) dan M5 (896,000) berada pada notasi yang sama (a), sehingga keduanya tidak berbeda nyata dan menghasilkan nilai tertinggi. Sementara itu, M3 (802,000) berada pada notasi b, yang berarti lebih rendah dan berbeda nyata dari M4 maupun M5. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan jumlah masukan dari M3 ke M4 dan M5 mampu meningkatkan hasil secara signifikan.

### 3.1.4 Keseragaman Cacahan

Keseragaman hasil cacahan pucuk tebu dengan menggunakan alat *chopper* serbaguna diuji berdasarkan empat ukuran ayakan, yaitu <0,2 cm, 0,2–<0,5 cm, 0,5–1 cm, dan >1 cm. Pengujian dilakukan pada tiga tingkat kecepatan putar mesin (RPM), yakni 1500, 1700, dan 2000, dengan variasi jumlah masukan sebanyak tiga pucuk tebu, empat pucuk tebu dan lima pucuk tebu. Rata-rata hasil keseragaman cacahan dapat dilihat pada Tabel 17.

Tabel 13 . Rata-rata hasil keseragaman cacahan

Perlakuan	Rata-rata(%)			
	<0,2	0,2–<0,5	0,5–<1	>1
R1M3	14.13	33.31	22.78	29.77
R1M4	13.92	33.36	21.75	30.97
R1M5	13.70	32.82	22.96	30.52
R2M3	13.67	32.66	22.69	30.97
R2M4	13.62	33.81	22.55	30.02
R2M5	13.79	32.42	23.23	30.56
R3M3	14.31	32.58	23.01	30.10
R3M4	13.97	32.71	22.83	30.49
R3M5	13.83	32.44	22.87	30.86

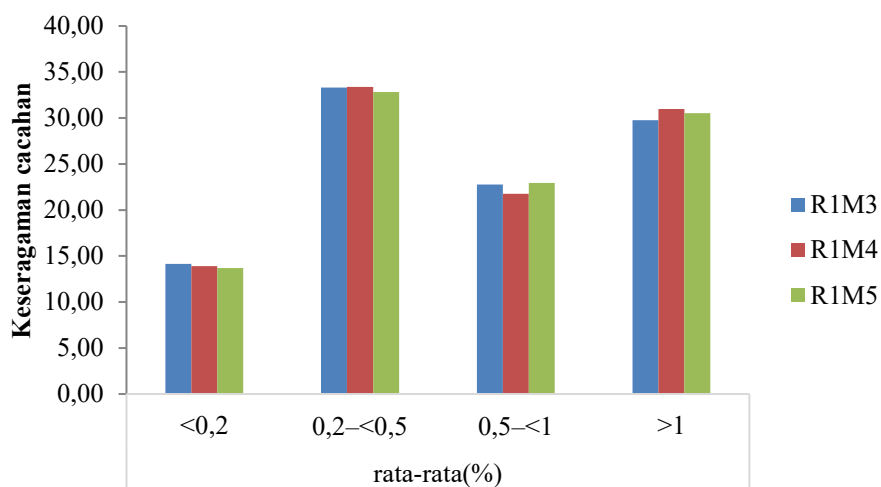
## 1. RPM 1500

Hasil keseragaman cacahan dari RPM 1500 dengan jumlah masukan 3 batang, 4 batang, dan 5 batang pucuk tebu dapat dilihat pada Tabel 18.

Tabel 14. Rata-rata hasil keseragaman cacahan RPM 1500

Perlakuan	Rata-rata(%)			
	<0,2	0,2-<0,5	0,5-<1	>1
R1M3	14.13	33.31	22.78	29.77
R1M4	13.92	33.36	21.75	30.97
R1M5	13.70	32.82	22.96	30.52

Pada putaran 1500 rpm, hasil cacahan pucuk tebu paling banyak ada di ukuran 0,2–<0,5 cm sekitar 33%. Ukuran halus (<0,2 cm) ada di kisaran 13–14%, sedangkan potongan 0,5–<1 cm sekitar 22%. Tapi ukuran besar (>1 cm) masih cukup tinggi, hampir 30%. Artinya, di putaran rendah alat *chopper* serbaguna sudah bisa menghasilkan cacahan yang lumayan seragam, tapi masih banyak ukuran besar yang lolos. Jadi bisa dibilang, pada 1500 rpm hasilnya belum maksimal karena cacahan belum halus merata.



Gambar 4. Rata-rata keseragaman cacahan RPM 1500

Pada Gambar 4 menunjukkan bahwa pada putaran 1500 rpm, cacahan pucuk tebu didominasi ukuran sedang (0,2–<0,5 cm), tetapi potongan besar (>1 cm) masih cukup tinggi. Kondisi ini menandakan bahwa mesin di rpm rendah belum mampu mencacah secara maksimal, sehingga hasilnya cenderung kasar. Meskipun demikian, keseragaman cacahan masih terlihat stabil pada setiap variasi jumlah masukan (3, 4, dan 5 batang), yang berarti mesin tetap konsisten bekerja meski jumlah masukan bertambah.

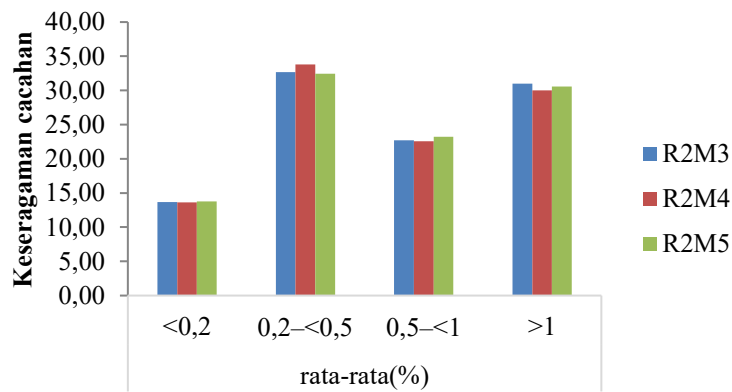
## 2. RPM 1700

Hasil keseragaman cacahan dari RPM 1700 dengan jumlah masukan 3 batang, 4 batang, dan 5 batang pucuk tebu dapat dilihat pada Tabel 15. Pada putaran 1700 rpm, hasil cacahan masih didominasi ukuran 0,2–<0,5 cm dengan persentase 32–34%. Potongan kecil (<0,2 cm) berada di kisaran 13–14%, sedangkan potongan sedang (0,5–<1 cm) sekitar 22–23%. Potongan besar (>1 cm) masih cukup tinggi, yaitu 30–31%.

Tabel 4. Rata-rata hasil keseragaman cacahan RPM 1700

Perlakuan	Rata-rata(%)			
	<0,2	0,2-<0,5	0,5-<1	>1
R2M3	13.67	32.66	22.69	30.97
R2M4	13.62	33.81	22.55	30.02
R2M5	13.79	32.42	23.23	30.56

Dari hasil ini bisa dilihat kinerja mesin di 1700 rpm lebih baik dibanding 1500 rpm, terutama pada perlakuan R2M4 yang menghasilkan potongan besar lebih sedikit (30,02%). Artinya, di putaran sedang mesin sudah bisa menghasilkan cacahan yang lebih merata, meskipun potongan besar tetap cukup banyak sehingga hasilnya belum sepenuhnya halus.



Gambar 5. Rata-rata keseragaman cacahan RPM 1500

Gambar 5 menunjukkan bahwa pada putaran 1700 rpm, hasil cacahan masih banyak berada di ukuran 0,2-<0,5 cm sekitar 32-34%. Potongan kecil (<0,2 cm) ada di kisaran 13-14%, sedangkan potongan sedang (0,5-<1 cm) sekitar 22-23%. Potongan besar (>1 cm) masih cukup tinggi, sekitar 30%.

### 3. RPM 2000

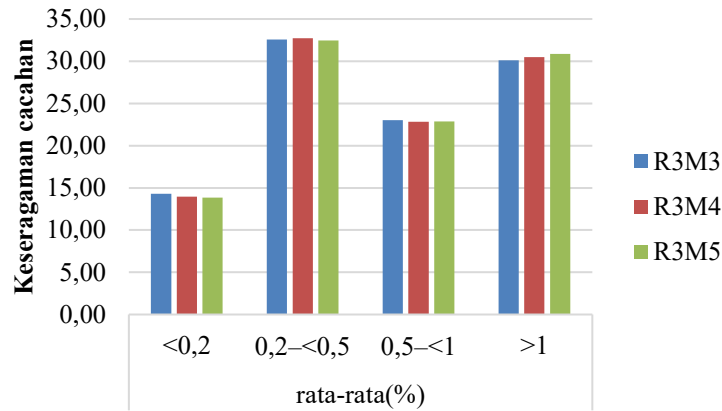
Hasil keseragaman cacahan dari RPM 2000 dengan jumlah masukan 3 batang, 4 batang, dan 5 batang pucuk tebu dapat dilihat pada Tabel 16.

Tabel 16. Rata-rata hasil keseragaman cacahan RPM 2000

Perlakuan	Rata-rata(%)			
	<0,2	0,2-<0,5	0,5-<1	>1
R3M3	14.31	32.58	23.01	30.10
R3M4	13.97	32.71	22.83	30.49
R3M5	13.83	32.44	22.87	30.86

Pada putaran 2000 rpm, hasil cacahan tetap didominasi oleh ukuran 0,2-<0,5 cm sekitar 32-33%. Potongan kecil (<0,2 cm) sedikit meningkat jadi 13-14%, sedangkan potongan sedang (0,5-<1 cm) sekitar 22-23%. Potongan besar (>1 cm) masih cukup tinggi, yaitu 30-31%. Dari hasil ini bisa dilihat kalau di rpm tinggi mesin mampu menghasilkan potongan kecil lebih banyak dibanding rpm rendah, tapi persentase potongan besar masih belum banyak berkurang. Artinya, meskipun kinerja mesin lebih cepat, tingkat keseragaman cacahan belum jauh berbeda dari rpm sedang. Jadi,

2000 rpm lebih unggul dalam kapasitas kerja, tapi hasil cacahan masih belum halus merata.



Gambar 6. Rata-rata keseragaman cacahan RPM 2000

Pada Gambar 6 menunjukkan bahwa di 2000 rpm, hasil cacahan masih didominasi ukuran 0,2–<0,5 cm dengan persentase sekitar 32–33%. Potongan kecil (<0,2 cm) sedikit naik di angka 13–14%, sementara potongan sedang (0,5–<1 cm) berada di kisaran 22–23%. Potongan besar (>1 cm) tetap cukup tinggi, sekitar 30–31%. Dari hasil ini bisa dilihat di putaran tinggi mesin mampu menghasilkan lebih banyak potongan kecil dibanding rpm rendah, tapi jumlah potongan besar tetap tidak jauh berbeda.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil yang diperoleh dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Kecepatan putaran mesin (RPM) dan jumlah masukan berpengaruh nyata terhadap kapasitas kerja, konsumsi bahan bakar, bahan terbuang (*losses*), dan keseragaman hasil cacahan.
2. Kondisi optimal diperoleh pada kombinasi kecepatan putaran 2000 rpm dengan jumlah masukan 4 batang pucuk tebu yang menghasilkan kapasitas kerja tertinggi (172,2 kg/jam), *losses* rendah (8,58%), dan konsumsi bahan bakar yang efisien (966 ml/jam).

##### 4.2 Saran

Saran pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Peneliti menyarankan mesin dioperasikan pada 2000 rpm dengan masukan 4 batang pucuk tebu, dikarenakan kombinasi ini menunjukkan kinerja yang paling optimal.
2. Diperlukan penelitian lanjutan mengenai perhitungan biaya operasional untuk menilai kelayakan penggunaan mesin *chopper* serbaguna di masyarakat, sehingga dapat dimanfaatkan untuk mengatasi limbah pucuk tebu tanpa beban biaya yang lebih besar.
3. Hasil cacahan pucuk tebu menggunakan mesin *chooper* serbaguna dapat dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau bahan bakar biomassa.

##### Daftar Pustaka

- Khuluq, AD. 2012. Potensi Pemanfaatan Limbah Tebu Sebagai Pakan Fermentasi Probiotik. Tanaman Tembakau, Serat, dan Minyak industri. 4(1).
- Prastya, O. A., Utama, I. M. S., & Yulianti, N. L. 2015. Pengaruh pelapisan emulsi minyak wijen dan minyak sereh terhadap mutu dan masa simpan buah tomat (*Lycopersicon esculentum* Mill). *Jurnal BETA (Biosistem Dan Teknik Pertanian)*, 3(1).