



Jurnal Politeknik Caltex Riau

<https://jurnal.pcr.ac.id/index.php/elementer>

| ISSN: 2460 – 5263 (online) | ISSN: 2443 – 4167 (print)

## Rancang Bangun dan Pengaruh Susunan Pisau Setengah Helix pada Mesin Pencacah Limbah Sayur

Nurchahya Nugraha<sup>1</sup>, Tunggul Pramana<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Politeknik Caltex Riau, Teknik Mesin, email: nurcahya@pcr.ac.id

<sup>2</sup>Politeknik Caltex Riau, Teknik Mesin, email: tunggul19ms@mahasiswa.pcr.ac.id

### Abstrak

*Limbah sayur adalah sisa sayuran yang layu dan membusuk. Biasanya limbah sayur cenderung hanya menjadi sampah yang berujung di tempat pembuangan. Sampah-sampah tersebut masih mengandung kadar air yang tinggi dan memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai pakan ternak atau pupuk kompos. Namun terdapat kendala dalam pemanfaatannya, kendala utama dalam pemanfaatan limbah sayur yang akan dijadikan sebagai pakan ternak adalah ukuran limbah sayur yang masih cenderung terlalu besar sehingga tidak dapat dimanfaatkan langsung sebagai pakan ternak. Oleh karena itu, diperlukan teknologi yang dapat mempermudah proses pencacahan. Salah satu teknologi pencacah yang tepat untuk memanfaatkan limbah sayur adalah mesin pencacah limbah sayur. Mesin pencacah limbah sayur dirancang menggunakan poros horizontal dan digerakkan oleh motor listrik AC dengan daya 1 hp. Digunakan mekanisme pulley dan belt untuk mereduksi putaran dan mentransmisikan daya dari motor ke pisau pencacah. Pada mesin pencacah ini digunakan susunan pisau setengah helix dan susunan sejajar. Pada mesin ini dilakukan pengujian untuk mengetahui kelebihan pemilihan pola susunan pisau setengah helix dibandingkan dengan pola susunan pisau sejajar, serta untuk mengetahui kapasitas pencacahan yang dimiliki oleh mesin. Pada penelitian ini dilakukan percobaan menggunakan kecepatan putar 1800 rpm. Mesin pencacah dengan susunan pisau setengah helix memiliki kapasitas pencacahan sebesar 231,4 kg/jam, lebih besar dibandingkan dengan susunan pisau sejajar yang memiliki kapasitas 89 kg/jam. Oleh karena itu kapasitas pencacahan susunan pisau setengah helix lebih besar dibandingkan kapasitas pencacahan susunan pisau sejajar.*

**Kata kunci:** mesin pencacah, limbah sayur, pisau helix

### Abstract

*Vegetable waste is leftover vegetables that are withered and rotting. Usually, vegetable waste becomes garbage that ends up in a landfill. These wastes still contain high water content and have the potential to be used as animal feed or compost. However, there are obstacles to its utilization. The main obstacle in utilizing vegetable waste to be used as animal feed is the size of the vegetable waste, which tends to be too large so that it cannot be used directly as animal feed. Therefore, we need technology that can simplify the enumeration process. A vegetable waste chopping machine is one of the right counter technologies for utilizing vegetable waste. The vegetable waste chopping machine is designed to use a horizontal shaft and is driven by an AC electric motor with a power of 1 hp. Pulley and belt mechanisms are used to reduce rotation and transmit power from the motor to the chopping blade. This chopping machine uses*

*a half-helix blade arrangement and a parallel arrangement. Tests were carried out on this machine to determine the advantages of selecting the half helix blade arrangement pattern compared to the parallel blade arrangement pattern and the chopping capacity possessed by the machine. In this study, an experiment was carried out using a rotational speed of 1800 rpm. The chopping machine with the half helix blade arrangement has a chopping capacity of 231.4 kg/hour, greater than the parallel blade arrangement which has a capacity of 89 kg/hour. Therefore the counting capacity of the half helix blade arrangement is greater than the counting capacity of the parallel blade arrangement.*

**Keywords:** *chopping machine, vegetable waste, helical blade*

## 1. Pendahuluan

Limbah sayuran merupakan salah satu jenis sampah organik yang dihasilkan oleh aktivitas rumah tangga, pasar, restoran, dan industri pengolahan makanan. Limbah sayuran memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan baku kompos, pakan ternak, biogas, dan produk lainnya [1], [2]. Namun, limbah sayuran juga memiliki beberapa masalah seperti volume yang besar, kandungan air yang tinggi, dan proses pembusukan yang cepat [3]. Salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk mengolah limbah sayuran adalah mesin pencacah. Mesin pencacah merupakan alat mekanis yang berfungsi untuk memotong atau mencacah limbah sayuran menjadi ukuran yang lebih kecil. Dengan menggunakan mesin pencacah, volume limbah sayuran dapat dikurangi sehingga memudahkan proses pengangkutan dan penyimpanan. Selain itu, mesin pencacah juga dapat meningkatkan laju dekomposisi limbah sayuran sehingga mempercepat proses pembuatan kompos atau biogas [4]. Mesin pencacah juga dapat membantu meningkatkan kualitas pakan ternak dengan memberikan variasi nutrisi dari berbagai jenis sayuran.

Salah satu komponen penting dari mesin pencacah sayuran adalah pisau yang berfungsi sebagai alat pemotong. Pisau pada mesin pencacah sayuran dapat disusun dengan berbagai cara, salah satunya adalah susunan pisau helix. Susunan pisau helix adalah susunan pisau yang membentuk sudut tertentu dengan sumbu putar mesin. Susunan pisau helix dapat mempengaruhi hasil cacahan pada mesin pencacah sayuran karena susunan helix memiliki gaya pemotongan, arah aliran bahan dan distribusi massa pisau yang berbeda dengan susunan pisau sejajar. Gaya pemotongan dapat mempengaruhi energi yang dibutuhkan oleh mesin untuk melakukan pemotongan dan juga kerusakan pada bahan. Arah aliran bahan dapat mempengaruhi waktu kontak antara bahan dan pisau serta jumlah bahan yang terpotong oleh setiap mata pisau. Sedangkan distribusi massa pisau dapat mempengaruhi respon dinamik.

Penelitian telah dilakukan oleh Pramono [5] yang merancang mesin pencacah sampah organik skala rumah tangga yang menggunakan motor listrik dengan daya 0,25 hp. Mesin ini dapat mencacah sampah organik seperti daun, kulit buah, sayuran dan lain-lain dengan kapasitas 1,5 kg/menit. Mesin ini terdiri dari rangka, *hopper*, pisau pencacah, poros pisau, roda gigi penggerak dan motor listrik.

Penelitian selanjutnya dilakukan perancangan mesin pencacah sampah organik skala rumah tangga memiliki dimensi 490 x 455 x 950 mm dengan pisau pencacah yang terdiri dari 12 pisau putar dan 3 pisau tetap, berukuran panjang 100mm tebal 3mm. Mesin ini mampu mencacah sampah organik sisa rumah tangga hingga 90% tercacah dan kapasitas output sampah sebesar 70%-80%, Tingkat kebisingan maksimum mencapai 90 db, sehingga masih di dalam batas yang distandarkan yaitu 94 db [6].

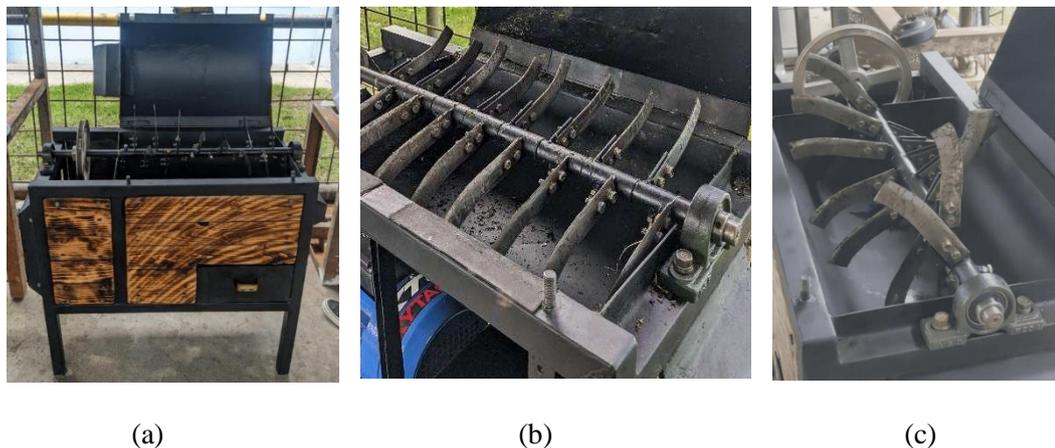
Penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Ridwan [7], telah membuat mesin pencacah rumput menjadi bahan baku pelet ikan. Jenis pisau pencacah rumput secara kontinyu dibuat menjadi dua jenis yaitu pisau putar dan pisau tetap. Mesin pencacah rumput menggunakan daya 5,5 hp. Sistem transmisi yang dipilih adalah transmisi tunggal yang terdiri dari sepasang puley berdiameter 2,5 in untuk *pulley* mesin bakar dan 9 in untuk *pulley* pada poros yang digerakkan. Mesin ini dapat menghasilkan hasil cacahan sebanyak 4,1 kg/menit

Penelitian yang dilakukan oleh Antu [8], telah merancang sebuah mesin pencacah sampah organik untuk dijadikan kompos. Bahan yang digunakan pada silinder pencacahan dengan laci penyimpanan kompos berupa *stainless steel*. Mesin pencacah ini menggunakan poros pisau vertikal. Penggerak mesin menggunakan dinamo untuk mempermudah pemakaian. Mesin pencacah sampah terdapat 4 buah rak/laci. Setiap rak/laci mempunyai volume 0,032 m<sup>3</sup>. Rata-rata waktu pencacahan sampah organik dengan berat 1200 gram yakni 48 detik.

Dari beberapa penelitian di atas, dapat diperoleh informasi bahwa mesin pencacah sayur memiliki potensi untuk dimanfaatkan sebagai alat pengolahan limbah organik menjadi produk bernilai tambah seperti pupuk kompos, pakan ternak atau bioetanol. Namun, masih perlu adanya pengembangan dari berbagai aspek seperti desain pisau pencacah agar dapat meningkatkan kualitas hasil produksi dan mengurangi getaran pada mesin. Dari penelitian dan hasil rancangan yang ada, susunan pisau mesin pencacah masih didominasi oleh susunan pisau lurus dan acak. Oleh karena itu perlu dilakukan penelitian untuk mengembangkan mesin pencacah limbah sampah dari segi susunan pisau. Pada penelitian ini dirancang sebuah mesin pencacah limbah sayur poros horizontal dengan susunan pisau setengah helix. Kapasitas cacahan susunan pisau setengah helix dibandingkan dengan hasil cacahan susunan pisau sejajar.

## 2. Perancangan

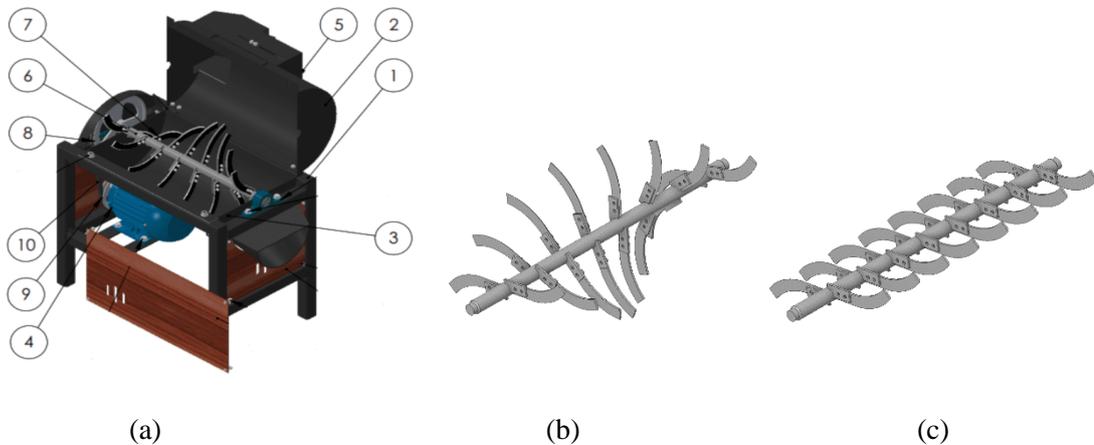
Pada penelitian ini terdapat beberapa tahapan perancangan yang dilakukan untuk mewujudkan mesin pencacah limbah sayur seperti yang terlihat pada Gambar 1. Pada tahap perancangan, dibuat desain alat, perhitungan mekanik dan pengujian.



Gambar 1. (a) Mesin Pencacah Limbah Sayur, (b) Susunan Pisau Sejajar, (c) Susunan Pisau setengah Helix

### 2.1 Desain Alat

Mesin pencacah limbah sayur digerakkan menggunakan motor listrik berdaya 1 hp. Digunakan sabuk (*belt*) untuk mentransmisikan daya dari motor listrik ke pisau, dan *pulley* untuk mereduksi putaran. Rangka mesin terbuat dari besi *hollow*, dilengkapi dengan tabung pada bagian atas dan bawah sebagai *cover* ruang pencacahan. Terdapat dua variasi susunan pisau yaitu susunan pisau setengah helix dan susunan pisau lurus. Desain mesin pencacah limbah sayur dan variasi susunan pisau dapat dilihat pada Gambar 2.



Keterangan:

- |                                |                   |
|--------------------------------|-------------------|
| 1. Rangka                      | 6. Poros          |
| 2. Tabung bagian atas          | 7. Pisau pencacah |
| 3. Tabung bagian bawah         | 8. Pulley         |
| 4. Motor listrik               | 9. Pulley         |
| 5. Tuas pendorong limbah sayur | 10. Belt          |

**Gambar 2. (a) Desain Mesin Pencacah Limbah Sayur Poros Horizontal, (b) Susunan Pisau Setengah Helix, (c) Susunan Pisau Sejajar**

## 2.2 Desain Alat

### 2.2.1 Momen Puntir

Momen puntir yang terjadi pada poros pisau pemotong dihitung dari gaya potong sayuran yang diperoleh dari eksperimen sebesar 19,7 N dan panjang lengan pisau sebesar 135 mm. Dengan pisau pada mesin pencacah yang berjumlah 16 buah, maka momen puntir yang diperoleh sebagai berikut [9].

$$M_p = F_{total} \times l \quad (1)$$

$$M_p = (19,7 \text{ N} \times 16) \times 0,135 \text{ m} = 42,55 \text{ Nm}$$

### 2.2.2 Torsi Motor

Torsi yang dibutuhkan pada motor listrik dihitung berdasarkan momen puntir dan rasio putaran yang digunakan. Untuk memperoleh putaran yang dibutuhkan, maka digunakan *pulley* dengan rasio putaran (*i*) sebesar 10:1. Sehingga torsi motor dapat dihitung menggunakan persamaan (2).

$$T_M = \frac{M_p}{i} \quad (2)$$

$$T_M = \frac{42,55 \text{ Nm}}{10} = 4,26 \text{ Nm}$$

### 2.2.3 Daya Motor

Daya motor listrik ( $P$ ) yang dibutuhkan untuk memotong limbah sayuran bergantung pada torsi motor dan kecepatan putaran motor listrik. Kecepatan putaran motor listrik yang digunakan adalah 1450 rpm, sehingga daya motor dapat dihitung menggunakan persamaan (3).

$$P = T_M \times \omega \quad (3)$$

$$P = 4,26 \text{ Nm} \times \frac{2\pi}{60} 1450 \text{ rpm} = 646,12 \text{ watt}$$

$$P = 0,87 \text{ hp}$$

Daya rencana ( $P_d$ ) diperoleh dengan mempertimbangkan penggunaan daya pada saat pengoperasian mesin. Mesin direncanakan dioperasikan dengan daya normal, sehingga ditetapkan faktor koreksi sebesar 1,1 [10]. Daya rencana dapat dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$P_d = P \times fc \quad (4)$$

$$P_d = 0,87 \text{ hp} \times 1,1$$

$$P_d = 0,95 \text{ hp} \cong 1 \text{ hp}$$

### 2.2.4 Diameter Poros Pisau

Diameter poros terbuat dari baja karbon S45C dengan kekuatan tarik sebesar 58 kg/mm<sup>2</sup>. Dengan mempertimbangkan faktor kelelahan puntir ( $Sf_1 = 6$ ) dan pengaruh kekasaran permukaan ( $Sf_2 = 2$ ), maka perlu untuk menetapkan faktor keamanan. Diperkirakan pada saat pengoperasian akan terjadi tumbukan maka diperlukan faktor koreksi  $K_t = 2$ . Untuk mengantisipasi beban lentur pada poros, ditetapkan faktor koreksi  $C_b = 1,2$  [10]. Dari berbagai faktor keamanan dan koreksi, diameter poros pisau dapat dihitung menggunakan persamaan (5).

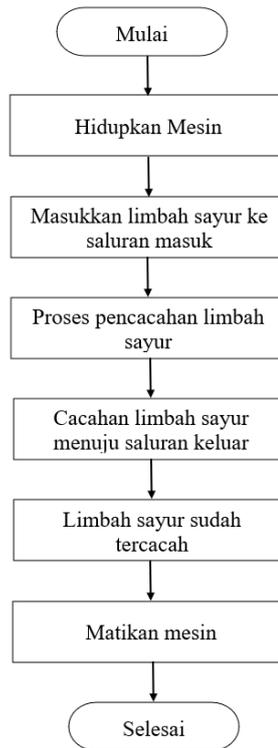
$$D = \left[ \frac{5,1 Sf_1 Sf_2}{\sigma} K_t C_b T_p \right]^{\frac{1}{3}} \quad (5)$$

$$D = \left[ \frac{5,1 \cdot 6 \cdot 2}{58 \text{ kg/mm}^2} 2 \cdot 1,2 \cdot 5.007,7 \text{ kg mm} \right]^{\frac{1}{3}}$$

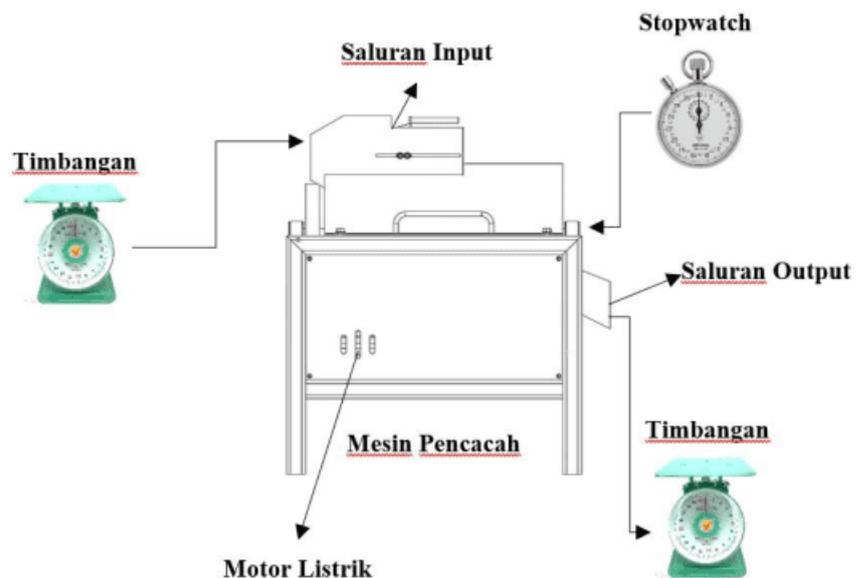
$$D = 23,3 \text{ mm} \cong 25 \text{ mm}$$

## 2.3 Metode Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan sebanyak 3 kali yaitu dengan cara membandingkan data yang telah didapat, jika memiliki selisih data yang kecil dan hasil produk dapat dilihat secara visual sesuai dengan yang diharapkan maka data tersebut dapat dianggap valid. Data yang diambil adalah konsumsi daya mesin, massa sayuran sebelum dan sesudah dicacah. Adapun prosedur pengoperasian mesin dan eksperimental aparatus ditampilkan pada Gambar 3 dan Gambar 4.



Gambar 3. *Flow chart* operasional sistem



Gambar 4. Eksperimental Aparatus

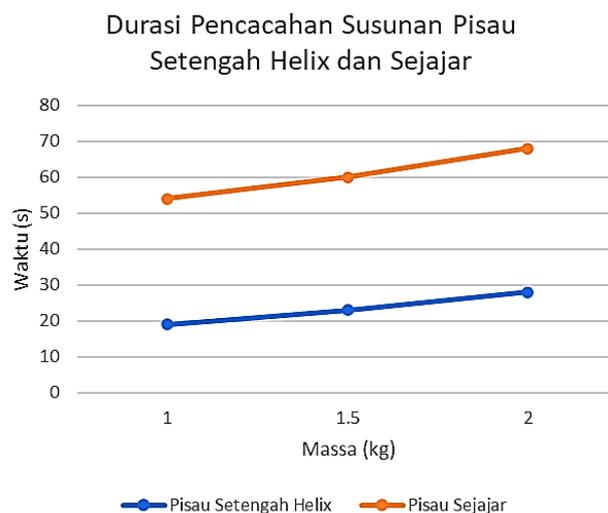
### 3. Hasil Pencacahan

Pengujian hasil cacahan dilakukan sebanyak 3 kali dengan variasi massa limbah sayur yang berbeda. Limbah sayur yang digunakan berupa campuran sawi, buncis, kacang panjang,

kangkung dengan komposisi yang proporsional dan seragam. Data yang dihasilkan dari proses pencacahan menggunakan poros setengah helix dan sejajar, dengan putaran poros pencacah 1800 rpm dapat dilihat pada Tabel 1 dan Gambar 5. Hasil cacahan limbah sayur dapat dilihat pada Gambar 6 dan Gambar 7.

**Tabel 1. Massa hasil cacahan pada susunan pisau setengah helix dan sejajar**

Jenis Pisau	Massa Limbah Sayur (kg)	Durasi Pencacahan (s)	Massa Hasil Cacahan (kg)	Persentase massa Sisa (%)
Susunan pisau setengah helix	1	19	0,88	11,70
	1,5	23	1,3	13,33
	2	28	1,78	11,00
Susunan pisau sejajar	1	54	0,74	25,70
	1,5	60	1,1	26,67
	2	68	1,7	15,00



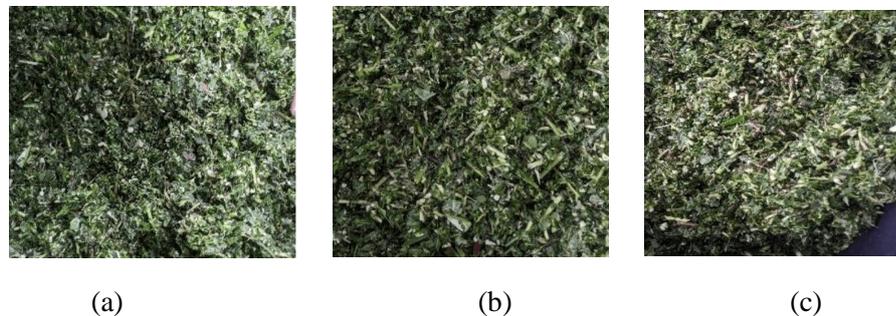
**Gambar 5. Durasi Pencacahan Susunan Pisau Setengah Helix dan Sejajar**

Berdasarkan ketiga variasi massa limbah sayur, baik pada pisau setengah helix maupun sejajar, besarnya massa berbanding lurus dengan durasi pencacahan. Semakin besar massa limbah sayur yang dicacah, semakin lama waktu pencacahannya. Hal ini disebabkan karena laju aliran masuk limbah sayur yang dibatasi oleh ukuran saluran masuk dan kapasitas ruang pencacahan pada mesin. Berdasarkan perbandingan durasi pencacahan antara pisau setengah helix dan sejajar menunjukkan mesin dengan susunan pisau setengah helix membutuhkan waktu yang lebih cepat untuk menyelesaikan cacahan limbah sayur dengan massa 1 kg, 1,5 kg dan 2 kg.

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh kapasitas pencacahan dari setiap susunan pisau dengan rata-rata massa limbah sayur 1,5 kg, rata-rata durasi pencacahan sebesar 23,3 detik untuk susunan pisau setengah helix dan 60,6 detik untuk susunan pisau sejajar. Kapasitas pencacahan dapat dihitung dengan persamaan (6) di bawah ini. Dari perhitungan yang dilakukan, mesin pencacah dengan susunan pisau setengah helix mampu mencacah limbah sayur dengan kapasitas 231,4 kg/jam, sedangkan pada susunan pisau sejajar mampu mencacah limbah sayur dengan kapasitas 89 kg/jam. Sehingga dapat dinyatakan bahwa susunan pisau setengah helix memiliki kapasitas pencacahan yang lebih besar dibandingkan dengan susunan pisau sejajar.

$$Q = \frac{\text{massa}}{\text{waktu}} \times \frac{3600 \text{ s}}{1 \text{ jam}} \quad (6)$$

Berdasarkan pengujian yang dilakukan, setelah proses pencacahan selesai dilakukan, terdapat sisa limbah sayur yang masih tertinggal di dalam ruang cacah. Dari kedua jenis susunan pisau dan dengan variasi massa pengujian yang berbeda ditemui massa sisa sayuran yang berbeda. Persentase massa sisa sayuran dapat dilihat pada Tabel 1 dan **Gambar 5**. Persentase massa sisa hasil cacahan pada susunan pisau setengah helix lebih kecil dibandingkan persentase massa sisa pada susunan pisau sejajar. Hal ini disebabkan oleh pengaruh susunan pisau setengah helix yang dalam proses terpotongnya sayuran terjadi secara bertahap mengikuti pola susunan setengah helix pada pisau pencacah, sedangkan pada pisau sejajar, terpotongnya sayuran terjadi secara bersamaan. Selain itu, susunan pisau setengah helix memberi efek dorongan kepada limbah sayuran ke arah saluran keluar, sehingga hasil cacahan lebih cepat keluar.



**Gambar 6.** Hasil cacahan limbah sayur pada pisau setengah helix, (a) Massa 1 kg, (b) Massa 1,5 kg, (c) Massa 2 kg



**Gambar 7.** Hasil cacahan limbah sayur pada pisau sejajar, (a) Massa 1 kg, (b) Massa 1,5 kg, (c) Massa 2 kg

Pada Gambar 6 dan Gambar 7 ditampilkan hasil cacahan limbah sayur pada susunan pisau setengah helix dan sejajar. Pada kedua susunan pisau memiliki hasil cacahan yang cukup halus, sehingga hasil cacahannya dapat dimanfaatkan untuk pakan ternak, pembuatan kompos dan keperluan lainnya. Pada susunan pisau sejajar, bagian daun sayuran dapat tercacah dengan baik, sedangkan pada bagian batang sayuran tercacah dengan bentuk yang lebih besar dibandingkan hasil cacahan pada pisau setengah helix. Hasil cacahan pada kedua susunan pisau dipengaruhi oleh jenis sayuran yang dicacah. Untuk jenis limbah yang berserat seperti sayuran akan menghasilkan cacahan yang berbeda dengan limbah yang memiliki sedikit serat seperti buah-buahan.

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan data hasil pengujian dan perhitungan yang diperoleh, dapat ditarik beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Pada mesin pencacah dengan susunan pisau setengah helix, cacahan limbah sayuran lebih cepat terdorong menuju saluran output dibandingkan dengan pisau susunan sejajar.
2. Kapasitas pencacahan susunan pisau setengah helix lebih besar dibandingkan kapasitas pencacahan susunan pisau sejajar.
3. Susunan pisau setengah helix memiliki persentase massa sisa cacahan yang lebih kecil dibandingkan dengan susunan pisau sejajar. Hal ini menunjukkan mesin susunan pisau helix lebih efisien dibandingkan dengan susunan pisau sejajar.

#### Daftar Pustaka

- [1] K. Febriyantiningrum, N. Nurfitriya, dan A. Rahmawati, "Studi Potensi Limbah Sayuran Pasar Baru Tuban Sebagai Pupuk Organik Cair," *Prosiding SNasPPM*, vol. 3, no. 1, hlm. 221–224, 2018.
- [2] S. Syamsiah, A. M. Thayeb, dan A. F. Aرسال, "Pemanfaatan limbah buah dan sayuran sebagai bahan baku pembuatan POC," dalam *dalam Seminar Nasional Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2021.
- [3] D. R. Indriyanti, E. Banowati, dan M. Margunani, "Pengolahan Limbah Organik Sampah Pasar Menjadi Kompos," *Jurnal Abdimas*, vol. 19, no. 1, hlm. 25526, 2015.
- [4] R. N. Munthe, R. Napitu, S. Martina, dan V. Tarigan, "PENGEMBANGAN POTENSI MASYARAKAT DENGAN PENERAPAN TEKNOLOGI MESIN PENCACAH SAMPAH ANORGANIK DI KELURAHAN TANJUNG PINGGIR," *Jurnal Pengabdian Masyarakat Sapangambe Manoktok Hitei*, vol. 2, no. 2, hlm. 54–61, 2022.
- [5] C. Pramono dan E. Mawarsih, "Kapasitas Mesin Pencacah Sampah Skala Rumah tangga Menggunakan Motor Penggerak 0.25 Hp," *Inovasi*, vol. 42, no. 1, Art. no. 1, 2015.
- [6] N. Nugraha, D. S. Pratama, S. Sopian, dan N. Roberto, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik Rumah Tangga," *Rekayasa Hijau : Jurnal Teknologi Ramah Lingkungan*, vol. 3, no. 3, Art. no. 3, 2019, doi: 10.26760/jrh.v3i3.3428.
- [7] Y. Ridwan, "RANCANG BANGUN ALAT PENCACAH LIMBAH SAYURAN MENJADI BAHAN BAKU PELET IKN-(SKP. TM 0004)," PhD Thesis, Universitas Muhammadiyah Tasikmalaya, 2020.
- [8] E. S. Antu dan Y. Djamalu, "DESAIN MESIN PENCACAH SAMPAH ORGANIK RUMAH TANGGA UNTUK PEMBUATAN PUPUK KOMPOS," *Jurnal Teknologi Pertanian Gorontalo (JTPG)*, vol. 3, no. 2, Art. no. 2, 2018, doi: 10.30869/jtpg.v3i2.247.
- [9] R. G. Budynas, J. K. Nisbett, dan J. E. Shigley, *Shigley's mechanical engineering design*, Eleventh edition. New York, NY: McGraw-Hill Education, 2020.
- [10] Sularso dan K. Suga, *Dasar perencanaan dan pemilihan elemen mesin*. Jakarta: Pradnya Paramita, 1978.