

Rancang Bangun Mesin Pencacah Limbah Organik Dengan Kapasitas 15 kg/jam

I Gede Eka Lesmana^{1*}, Melvin Natael Tambunan², Muhammad Haikal Tegar³ dan Rovida Hartantrie⁴

^{1,2,3,4}Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Pancasila, Jakarta

Abstrak. Sisa buah dan sayuran yang tidak layak dijual banyak terdapat di sekitar pasar menjadi faktor terbentuknya limbah sampah yang jika tidak diolah dengan baik dapat membusuk dan mengakibatkan pencemaran lingkungan. Pengolahan sampah organik memerlukan teknologi tepat guna untuk mengurangi volume limbah dan mempercepat proses dekomposisi. Penelitian ini bertujuan merancang dan membangun mesin pencacah sampah organik yang efektif, efisien, dan mudah dioperasikan untuk skala rumah tangga maupun komunitas kecil. Proses perancangan menggunakan metode *Pahl and Beitz* yang dimulai dengan mengidentifikasi kebutuhan, merancang konsep hingga dan menentukan varian terpilih yang sesuai dengan kebutuhan. Mesin dirancang menggunakan meliputi motor listrik sebesar 1/2 HP, pulley, belt, poros, rangka, dan mata pisau pencacah. Hasil pengujian terhadap fungsi pencacahan dilakukan untuk dua macam sampah sebagai bahan baku yaitu sayuran yang menghasilkan cacahan dengan ukuran antara 0,9 – 15 cm sebanyak 2,3 kg per 11 menit, dan dapat menyaring 520 ml air dari hasil cacahan yang telah di cacah.

Kata kunci—sampah;limbah; Pahl and Beitz;mesin ; lingkungan

1. PENDAHULUAN

Limbah organik merupakan sampah dari sisa-sisa hewan dan tumbuhan yang dapat terurai secara alami secara biologis. Secara umum, sampah dikelompokkan menjadi dua kategori: sampah anorganik yang biasa ditemui seperti plastik, dan sampah organik seperti rumput dan sisa-sisa sayuran. Isu sampah dan pengelolaannya semakin mendesak, sebab penanganan yang tidak memadai dapat mengganggu keseimbangan lingkungan, yang berpotensi menyebabkan pencemaran. Dalam kehidupan sehari-hari, setiap individu memproduksi sejumlah limbah padat dengan jumlah antara 3 hingga 5 liter, yang setara dengan sekitar 1 hingga 3 kilogram per hari.[1] Limbah ini bisa terdiri dari bahan organik seperti kotoran, sisa makanan, dan kulit buah, serta limbah anorganik seperti plastik, kaca, dan karet. Apabila pengelolaan limbah dilakukan dengan tepat, tidak hanya masalah yang disebabkan oleh limbah dapat diatasi, tetapi juga potensi ekonomi yang terdapat dalam limbah bisa dimanfaatkan. Sistem pengelolaan limbah terpadu yang melibatkan keterlibatan aktif masyarakat, lebih ramah lingkungan, dan lebih hemat dalam penggunaan energi dan biaya, berpotensi mendukung pemberdayaan dan peningkatan ekonomi masyarakat.[2]

Untuk mengatasi masalah pencemaran yang disebabkan oleh sampah, diperlukan pengolahan dan penanganan yang baik serta ramah lingkungan, salah satunya adalah melalui proses pengomposan. Untuk mempercepat proses pembuatan kompos dari limbah sayuran dan mengolahnya menjadi pupuk adalah dengan cara dicacah untuk memperkecil ukuran partikel agar lebih mudah dan cepat terdekomposisi dalam proses pengomposan. Proses pencacahan dedaunan dan rerumputan dapat dilakukan secara manual dengan langsung dipotong-potong oleh manusia dan dapat pula dilakukan dengan menggunakan mesin pencacah. Penggunaan mesin pencacah daun dan rerumputan menjadikan pencacahan yang dilakukan oleh pisau mengalami proses yang otomatis sehingga lebih praktis penggunaannya, aman, dan lebih efisien.[3][4]

* Corresponding author: gdlesmana@univpancasila.ac.id

Beberapa studi terkait alat pencacah bahan organik berorientasi pada pengembangan dan pembuatan perangkat untuk mempercepat pengomposan dengan menghancurkan bahan organik menjadi bagian yang lebih kecil, serta mengevaluasi kinerja mesin seperti output produksi dan persentase produk cacahan yang dihasilkan. Penelitian ini juga meliputi perubahan desain, seperti pengaturan sudut bilah, untuk meningkatkan efisiensi mesin dan menghasilkan ukuran cacahan yang lebih konsisten.[5][6] Dalam mempercepat proses pengolahan limbah menjadi kompos, sesuai dengan faktor ukuran partikel, disarankan untuk mencacah atau memotong sampah organik terlebih dahulu sebelum dimasukkan ke dalam mesin pengompos, sehingga diperlukan alat atau mesin untuk mempermudah proses pencacahan itu, yaitu mesin pencacah sampah organik. Oleh karena itu pembuatan mesin pencacah sampah organik menjadi pusat perhatian kita. Dengan adanya alat atau mesin pencacah sampah organik ini diharapkan dapat membantu mengurangi jumlah sampah organik setelah itu mengubahnya menjadi pupuk kompos dan pakan ternak.[7][8]

Rancang bangun alat pencacah sampah organik juga telah dilakukan oleh Jasman dkk dengan membuat alat pencacah untuk limbah organik yang berupa daun dan rumput. Hasil pengujian alat didapatkan mesin yang dapat mencacah limbah berupa rumput ilalang dengan kapasitas 25,5 kg/jam yang menghasilkan ukuran cacahan sekitar 2-5 cm. Sedangkan untuk pencacahan limbah berupa daun pisang kering menghasilkan ukuran cacahan 2-5 cm dengan kapasitas 36 kg/jam. [9] Alat pencacah limbah lainnya digunakan untuk mencacah limbah berupa daun dan ranting kering. Perancangan dilakukan dengan menggunakan software solidwork untuk mendesain gambar sekaligus melakukan perhitungan komponen mesin. Hasil yang didapatkan berupa alat pencacah dan mixer dengan penggerak motor listrik sehingga dapat digunakan untuk mencacah daun kering dan ranting hingga ketebalan 15 mm.[10]

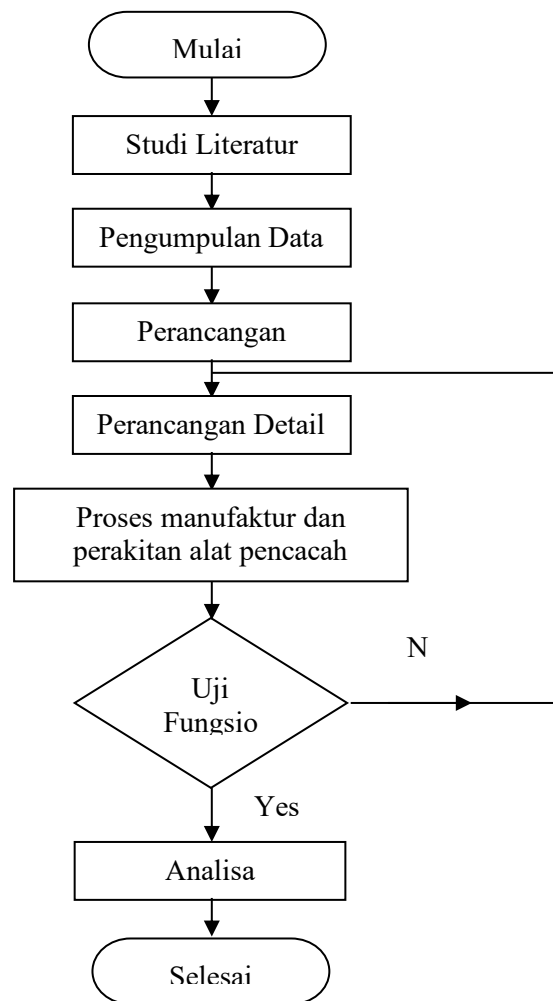
Berdasarkan penelitian yang telah ada, penulis melakukan rancang bangun terhadap sampah limbah organik berupa sayuran untuk mengurangi limbah sayur yang ada di pasar. Kelebihan dari mesin pencacah limbah ini yaitu dapat memisahkan ampas hasil pencacahan dan air dari sampah tersebut.

2. METODE

Dalam melakukan rancang bangun mesin pencacah sampah organik dilakukan dengan empat tahap yaitu:

- a. Pertama perancangan alat menggunakan metode perancangan *Pahl & Beitz*, dengan melakukan 3 tahap kegiatan perancangan, diantaranya:
 1. Survey kebutuhan pengguna alat
 2. Perancangan konsep produk;
 3. Perancangan detail
- b. Kedua melakukan proses manufaktur berdasarkan desain hasil perancangan detail dimana terdapat beberapa proses yaitu pengukuran ,pemotongan ,penyambungan dan pengeboran untuk membuat Mesin Pencacah Limbah Sampah Organik.
- c. Ketiga perakitan Komponen utama dari Mesin Pencacah Limbah Sampah Organik yang terdiri beberapa komponen yaitu 1.Rangka 2.Cover keluar 3.Hopper 4.Corong Keluar. Setelah mesin pencacah sampah jadi, dilakukan analisa perakitan Komponen untuk mengetahui kesesuaian mesin dengan desain yang telah dibuat.
- d. Keempat pengujian fungsional untuk memastikan mesin berfungsi sesuai dengan desain yang telah dibuat.

Adapun diagram alir penelitian dapat dilihat pada gambar 1 berikut:



Gambar 1. Diagram Alir Rancang Bangun Mesin Pencacah Limbah Organik

3. HASIL

a. Proses Perancangan Alat

Dalam proses perancangan alat, pertama-tama dilakukan identifikasi masalah dan survei terhadap 24 responden dalam satu lingkungan. Dalam survei tersebut, hasil kuesioner mengumpulkan informasi mengenai kebutuhan mesin pencacah sampah organik. Beberapa hal yang dianalisis meliputi: keselamatan dan kenyamanan dalam penggunaan alat, kemudahan dalam pemeliharaan alat, ketersediaan suku cadang, dan lain sebagainya. Dalam survey kebutuhan, responden juga diberikan beberapa alternatif rancangan alat. Perancangan konsep produk berupa mesin pencacah sampah organik yang disajikan terdiri dari tiga varian yaitu:

- Varian 1: Mesin pencacah sampah organik ini, rangka utamanya terbuat dari besi siku. Penggerak utama varian ini menggunakan motor bensin. Corong masuk yang digunakan berukuran kecil, dengan mata pisau jenis pemotong poros horizontal.
- Varian 2: Rangka menggunakan besi hollow, dan penggerak utamanya adalah motor listrik. Mesin ini dirancang tanpa transmisi, karena motor listrik langsung terhubung ke mata pemotong yang berfungsi untuk mencacah sampah organik.

- c. Varian 3: Mesin pencacah sampah organik dirancang dengan mekanisme shredder. Sampah yang dimasukkan akan tertarik, terpotong/tercacad menjadi serpihan - serpihan kecil dan juga memisahkan kandungan air dari material tersebut. Mesin ini menggunakan motor listrik sebagai sumber daya utama, yang berfungsi untuk memutar poros penggerak dan pisau, yang saling terhubung melalui pulley dan transmisi sabuk. Selain itu, motor listrik memiliki tingkat polusi, baik udara maupun suara, yang jauh lebih rendah dibandingkan dengan motor bensin.

Berdasarkan hasil pengamatan terhadap calon pengguna, selanjutnya dilakukan perancangan alat (Perancangan Bentuk Produk) yang mencakup pembuatan desain rinci untuk setiap komponen yang digunakan. Adapun detail perhitungan perancangan sebagai berikut:

1. Perhitungan Berat

Massa Pisau Pencacah dapat dihitung dengan mengetahui ukuran mata pisau pencacah, dalam penelitian ini ukuran mata pisau pencacah dengan panjang 150 mm, lebar 50 mm, tebal 6 mm dan massa jenis baja : 7,85 g/cm³ sehingga didapat

$$\begin{aligned} V &= p \times l \times t \\ &= 150 \text{ mm} \times 50 \text{ mm} \times 6 \text{ mm} \\ &= 45.000 \text{ mm}^3 \end{aligned}$$

Massa mata pisau (m_{ps})pencacah didapatkan dari perkalian volume dan massa jenis mata pisau didapatkan sebesar 0,25 kg. Gaya potong mata pisau didapatkan dari pendekatan gaya beratnya

$$\begin{aligned} W &= m \times g \\ &= 0,25 \text{ kg} \times 9,8 \text{ m/s}^2 \\ &= 3,34 \text{ N} \end{aligned}$$

2. Perhitungan Gaya Potong Mata Pisau

Gaya potong pisau pencacah didapatkan dari perkalian massa pisau, kecepatan sudut (ω) dan jari-jari mata pisau (r). Kecepatan potong mata pisau pencacah didapatkan dari:

$$\begin{aligned} v &= \omega \times r \\ &= 293,22 \times 0,16 \\ &= 46,91 \text{ m/s} \end{aligned}$$

Sehingga didapatkan gaya potong pisau sebesar

$$\begin{aligned} F_{ps} &= m \times \omega^2 \times r \\ &= 0,25 \times (293,22)^2 \times 0,16 \\ &= 16,42 \text{ N} \end{aligned}$$

3. Perhitungan rasio kecepatan *pulley*

Sistem tranmisi pulley pada mesin pencacah sampah organik adalah terdiri dari *pulley* dan *belt* dengan data sebagai berikut:

Diameter pulley penggerak (Dp_1) = 1 inch = 25,4 mm; Diameter pulley yang digerakkan (Dp_2) = 2 inch = 50,4 mm sehingga didapatkan:

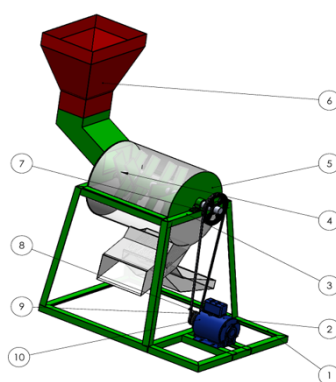
$$\begin{aligned} \frac{n_1}{n_2} &= \frac{Dp_1}{Dp_2} \\ n_2 &= n_1 \times \frac{Dp_1}{Dp_2} \\ n_2 &= 2800 \text{ rpm} \times \frac{25,4}{50,4} \end{aligned}$$

$$n_2 = 2800 \times 0,50397$$

$$n_2 = 1411,1 \text{ rpm}$$

Setelah desain mesin pencacah sampah organik selesai, dilakukan simulasi kekuatan rangka pengujian CFD pada Solidworks. Dari hasil survey tersebut didapatkan bahwa varian ke 3, Keunggulan dari varian ini adalah bahwa mesin pencacah sampah organik memiliki mekanisme shredder. Sampah yang dimasukkan akan ditarik dan dipotong menjadi potongan-potongan kecil serta memisahkan kandungan air dari bahan tersebut.

Rancangan detail disusun berdasarkan varian yang telah dipilih dari konsep perancangan sebelumnya. Mesin pencacah sampah organik ini beroperasi dengan menggunakan motor listrik sebagai sumber penggerak utamanya. Putaran dari motor listrik akan memutar pulley kecil menuju pulley besar dan poros mata pisau yang disalurkan putarannya melalui belt. Mesin ini juga dilengkapi dengan pemisah untuk memisahkan limbah padat dari limbah cair.



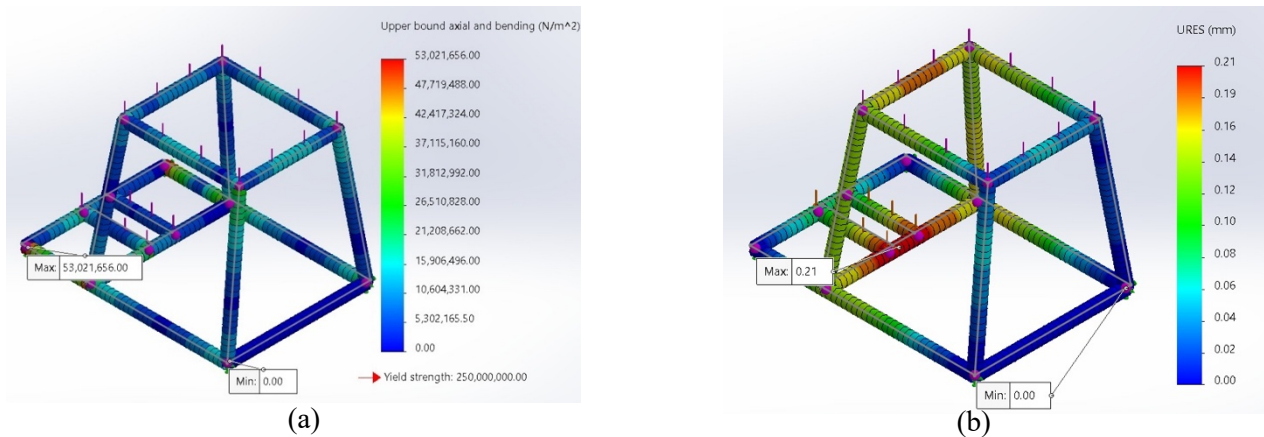
Gambar 2. Gambar Mesin Pencacah Limbah Organik

Gambar 2 merupakan hasil dari rancangan detail yang terdiri atas: Rangka, Motor Listrik, Cover Corong Keluar, Bearing, Poros Mata Pisau dll. Detail spesifikasi alat dapat dilihat pada tabel 1 berikut:

Tabel 1. Spesifikasi Rancangan Detail

NO	Nama Komponen	Spesifikasi	Jumlah
1	Rangka	ASTM A 36 40 × 40 × 4	1
2	Motor Listrik	AC, 1 HP, 2.800 rpm	1
3	Cover Corong Keluar	Low Carbon Steel Plate S325JR	1
4	Bearing	UCP 204	2
5	Poros Mata Pisau	Besi S45C	1
6	Cover Corong Masuk	Low Carbon Steel Plate S325JR	1
7	Pulley Besar	2 inch, Tipe A	1
8	Pulley Kecil	1 Inch, Tipe A	1
9	V-Belt	Tipe A	1
10	Poros Motor	Besi S45C	1

Pada perancangan mesin pencacah sampah organik ini agar berdiri kokoh ketika menerima beban dari benda kerja yang ditopang. Dan proses analisis dengan *software Solidwork* dalam menentukan *stress* dan *displacement* beban yang diterima rangka.



Gambar 3. Hasil Simulasi (a) *Stress* dan (b) *Displacement* pada Rangka Mesin Pencacah Organik dengan Menguunakan CFD- *Solidwork*

Pada gambar 3. merupakan simulasi untuk mengetahui *Stress* dan *Displacement* pembebanan pada area keseluruhan. Analisis simulasi dilakukan menggunakan beban motor listrik 80 N dan beban alat pencacah 240 N. Hasil dari analisa *von misses* (tegangan) maksimum pada rangka didapat 53.021.656,00 N/m². Dimana *maximum yield strength* material adalah 250.000.000,00 N/m². Hasil *displacement* maksimum pada are keseluruhan menghasilkan nilai *displacement* maksimum sebesar 0,21 mm.

b. Proses Manufaktur dan Perakitan Komponen

Proses manufaktur mesin Pencacah Sampah Organik ini dilakukan dengan beberapa tahapan. Mulai dari perencanaan dan ukuran komponen-komponen permesinan. Setelah itu pembuatan konstruksi permesinan yang mempunyai rincian tahapan tahapan sebagai berikut:

- Pembuatan rangka dengan melalui proses pemotongan besi siku dan pengelasan. Perencanaan awal serta membuat skema gambar yang telah di buat, lengkap dengan ukuran-ukuran serta tanda-tanda pengerjaannya. Dalam perencanaan awal, rancangan dibuat dalam bentuk skema dalam bentuk dengan ukuran yang telah ditentukan sebelumnya. Ukuran pada proses pembuatan untuk mempermudah proses pemotongan yang akan dilanjutkan dengan proses perakitan
- Pembuatan Cover atas dan bawah. Bahan berupa plat Low Carbon Steel dengan ukuran jari – jari 200 mm, Panjang 480 mm, lebar 247 mm dengan ketebalan 0,6 mm, dan buat sebanyak 2 kali cover atas dan cover bawah, untuk corong keluar dan hopper sesuaikan pada gambar.
- Pembuatan poros mata pisau. Material Besi AS yang sudah di sesuaikan pada diameter bearing housing yaitu 20mm, dan siapkan mata pisau atau material Baja Karbon Rendah ST37 dengan Panjang 15cm dan Lebar 5cm

c. Uji Fungsional Mesin Pencacah Sampah Organik

Setelah mesin pencacah sampah organik dirakit, langkah selanjutnya adalah melakukan uji fungsional untuk mengetahui fungsi pada komponen mesin tersebut, apakah dapat bekerja dengan baik dan benar atau terdapat kendala pada mesin tersebut. Dalam pengujian fungsional, langkah pertama yaitu tekan saklar on untuk menyalakan motor AC agar dapat menentukan motor dapat menyala atau tidak, pengujian pada pulley untuk mengetahui dapat meneruskan daya pada poros seperti pada gambar 3 berikut.



Gambar 3. Pengujian Motor Listrik dan Pulley



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. Massa limbah sayur (a) sebelum diproses pencacahan, (b) setelah proses Pencacahan dan (c) cairan hasil cacahan

Pengujian kinerja mesin dilakukan dengan mengelolah sampah sayuran sebanyak 2,8 kg. Tujuan dari uji ini adalah untuk memastikan mesin mampu bekerja sesuai kapasitas yang dirancang, yaitu 15 kg per jam. Hasil pengujian menunjukkan mesin dapat mencacah sampah organik yang seragam dan sesuai yang rancangan. Mesin dapat memproses sekitar 2,8 kg limbah sayur selama 10-12 menit dengan cacahan setengah kering dalam waktu ± 11 menit dengan hasil dari cacahan 0,9 – 1,5 cm bermassa $\pm 2,3$ kg. Mesin juga dapat memisahkan 50% Air dari hasil cacahan dan melewati corong keluar yang berbeda dalam proses cacahan berlangsung dan menghasilkan cairan sebanyak ± 520 ml (± 530 gr).

4. KESIMPULAN

Hasil dari rancang bangun mesin pencacah sampah organik dijabarkan sebagai berikut:

1. Mesin ini bekerja dengan rotor pisau yang berputar sebagai pemotong sampah organik dengan motor listrik sebesar 1/2 HP, pulley, belt, poros, rangka, dan mata pisau pencacah.
2. Poros berdiameter 20 mm dan menggunakan bearing ucp 204

3. Hasil simulasi Stress dan Displacement pada rangka menggunakan Solidwork didapatkan:
 - a. Maksimum stress pada rangka didapat 53.021.656,00 N/m².
 - b. Maximum yield strength material: 250.000.000,00 N/m².
 - c. Displacement maksimum 0,21 mm
4. Hasil yang di dapat dari cacahan mesin selama ± 11 menit yaitu $\pm 2,3$ kg hasil cacahan sayuran dengan cairan 520 ml.

DAFTAR PUSTAKA

1. M. Afrizal., “Rancang Bangun Alat Pencacah Sampah Organik Menggunakan Motor Bensin Sebagai Penggerak”, Program Studi Teknik Pertanian Jurusan Teknologi Pertanian Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram, 2019.
2. Halillurrahman., "Sistem Pengelolaan Sampah Pasar Pagesangan Kota Mataram", Program Studi Pendidikan Geografi Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Muhammadiyah Mataram, Mataram, 2020.
3. E. Supriyanto, ““Manufaktur Dalam Dunia Teknik Industri”,” J. Ind. Elektro dan Penerbangan, vol. 3, no. 3, p. 1, 2020
4. N. Nugraha, D. S. Pratama, S. Sopian, and N. Roberto, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik Rumah Tangga,” in Jurnal Rekayasa Hijau, vol. 3, no. 3, 2020, pp. 169–178
5. Rosmin., “Gambaran penngelolaan sampah rumah tangga di desa karumbu kecamatan langgudu”, Jurusan Kesehatan Lingkungan Politeknik Kesehatan Kemenkes Kupang, Kupang, 2019.
6. I. S. Tangoi., “Studi Pengelolaan Sampah di Kawasan Pedesaan Berdasarkan Hasil Persepsi dan Perilaku Masyarakat (Studi Kasus: Desa Bunggalu)”, Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil Dan Perencanaan Universitas Islam Indonesia, Yogyakarta, 2021
7. I Gusti Ngurah Puger., “Sampah Organik, Kompos, Pemanasan Global,Dan Penanaman Aglaonema Di Pekarangan”. Agro Bali (Agricultural Journal), vol. 1, no. 2, pp. 127–136, 2018.
8. Dinas, “Optimalisasi ‘Mesin Pencacah Sampah Organik’ Oleh Dinas Perdagangan untuk Mengurangi Sampah Organik di Pasar Giwangan”, Dinas Perdagangan.
9. Jasman, Sirama, and D. Yantony, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Sampah Organik untuk Menghasilkan Bahan Pupuk Kompos”, JVTMFL, vol. 2, no. 2, pp. 1–10, Oct. 2023.
10. F. Syarifuddin, F. Maghfura, dan Windarta, “Rancang Bangun Mesin Pencacah Sekaligus Mixer Limbah Daun dan Ranting dengan Menggunakan 4 Buah Pisau untuk Pupuk Humus,” Seminar Nasional Sains dan Teknologi (SEMNASTEK), e-ISSN: 2460-8416, Universitas Muhammadiyah Jakarta