

**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MESIN PENCACAH
DENGAN PENGATURAN KECEPATAN DALAM PENGOLAHAN
LIMBAH ORGANIK MENJADI PAKAN TERNAK UNGGAS**

TUGAS AKHIR

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar Ahli Madya Teknik (A.Md.T)
Pada Prodi Teknik Industri



Oleh:

RAHMA RAIHANA DIANI

NPM: 23.23.04.0013

FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER (FTIK)

UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI

2026

HALAMAN JUDUL

**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MESIN PENCACAH
DENGAN PENGATURAN KECEPATAN DALAM PENGOLAHAN
LIMBAH ORGANIK MENJADI PAKAN TERNAK UNGGAS**

TUGAS AKHIR

Di ajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat
Memperoleh Gelar ahli Madya Teknik (A.Md.T)
Pada Program Studi Teknik Industri UNP Kediri



OLEH:

RAHMA RAIHANA DIANI

NPM: 23.23.04.0013

**PROGRAM STUDI TEKNIK INDUSTRI
FAKULTAS TEKNIK DAN ILMU KOMPUTER
UNIVERSITAS NUSANTARA PGRI KEDIRI**

2026

Tugas Akhir Oleh:

RAHMA RAIHANA DIANI

NPM: 23.23.04.0013

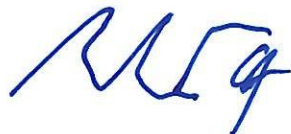
Judul:

**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MESIN PENCACAH
DENGAN PENGATURAN KECEPATAN DALAM PENGOLAHAN
LIMBAH ORGANIK MENJADI PAKAN TERNAK UNGGAS**

Telah disetujui untuk diajukan kepada Panitia Ujian Tugas Akhir Program Studi
Diploma 3 Teknik Industri FTIK UN PGRI Kediri

Tanggal: 15 Juli 2026

Pembimbing I



Rachmad Santoso, S.T., M.MT
NIDN. 0724077101

Pembimbing II



Kartika Rahayu Tri Prasetyo Sari, S.Si, M.Sc
NIDN. 0702078701

Tugas Akhir Oleh

RAHMA RAIHANA DIANI

NPM: 23.23.04.0013

Judul:

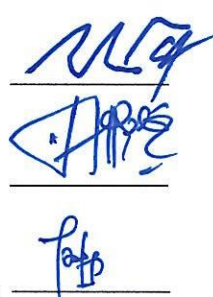
**PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MESIN PENCACAH
DENGAN PENGATURAN KECEPATAN DALAM PENGOLAHAN
LIMBAH ORGANIK MENJADI PAKAN TERNAK UNGGAS**

Telah dipertahankan di depan Panitia Ujian/Sidang Tugas Akhir
Program Studi Diploma 3 Teknik Industri FTIK UN PGRI Kediri.
Pada Tanggal: 15 Juli 2026

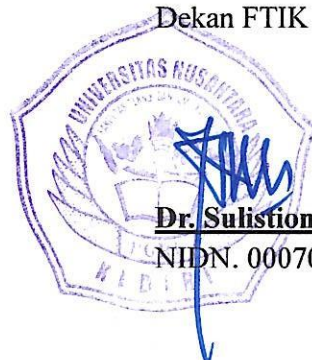
Dan Dinyatakan Telah Memenuhi Persyaratan

Panitia Penguji:

1. Ketua : Rachmad Santoso, S.T., M.MT
2. Penguji I : Ary Permatadeny Nevita, S.E., S.T., M.M.
3. Penguji II : Kartika Rahayu Tri Prasetyo Sari, S.Si., M.Sc.



Mengetahui,
Dekan FTIK



Dr. Sulistiono, M.Si
NIDN. 0007076801

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini saya,

Nama : Rahma Raihana Diani
Jenis kelamin : Perempuan
Tempat/tanggal lahir : Kediri/ 05 Februari 2005
NPM : 23.23.04.0013
Fakultas/Prodi : FTIK/Prodi D-III Teknik Industri

Menyatakan dengan sebenarnya bahwa tugas akhir ini dapat tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar diploma di industri lain, dan sepanjang pengetahuan saya tidak terdapat karya tulis atau pendapat yang pernah diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara sengaja dan tertulis mengacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Kediri, 20 Juli 2026



Rahma Raihana Diani

NPM: 23.23.04.0013

MOTTO

“The future belongs to those who believe in the beauty of their dreams”

(Jangan biarkan apapun mengecilkan mimpimu, dunia terlalu luas untuk peranmu dan masa depan terlalu indah untuk di sia-siakan)

-Eleanor Roosevelt

“Hatiku tenang karena mengetahui bahwa apa yang melewatkanmu tidak akan menjadi takdirku, dan apa yang ditakdirkan untukku tidak akan pernah melewatkanmu”

-Umar bin Khattab

“Hidup mengajarkan bahwa tidak semua yang tertunda berarti hilang, tidak semua yang sulit berarti mustahil, dan tidak semua yang lambat itu berarti gagal, terkadang yang berjalan perlahan justru sedang dipersiapkan untuk tiba dengan lebih kokoh”

-Penulis

Karya Tulis ini kupersembahkan untuk:

Karya Tulis ini kupersembahkan sebagai tanda bukti kepada seluruh keluarga terutama kedua orang tua tercinta, sahabat, pasangan, teman-teman dan semua yang selalu memberikan dukungan, doa, serta semangat untuk menyelesaikan karya tulis ini.

ABSTRAK

Rahma Raihana Diani: Peningkatan Produktivitas Mesin Pencacah dengan Pengaturan Kecepatan dalam Pengolahan Limbah Organik menjadi Pakan Ternak Unggas, Tugas Akhir, D-III Teknik Industri, FTIK, UN PGRI Kediri, 2026.

Kata kunci: mesin pencacah, limbah organik, produktivitas, pengaturan kecepatan, pakan ternak unggas.

Latar belakang dari penelitian ini yaitu memanfaatkan limbah organik sebagai bahan baku pakan ternak untuk unggas sebagai salah satu langkah mengurangi limbah sembari meningkatkan nilai ekonomisnya. Namun, metode pencacahan manual masih terbatas karena memiliki kapasitas rendah, waktu proses yang lama, serta memerlukan lebih banyak tenaga kerja. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis pengaruh karakteristik limbah organik terhadap kapasitas mesin pencacah, membandingkan biaya produksi antara metode manual dan mesin, serta menilai peningkatan produktivitas mesin pencacah dibandingkan dengan cara manual. Penelitian ini menggunakan metode kuantitatif dengan pendekatan pengembangan produk melalui desain, pembuatan, pengujian, dan analisis kinerja mesin. Pengujian dilakukan menggunakan limbah organik baik yang lunak maupun keras dengan membandingkan antara metode manual dan mesin pencacah yang dilengkapi dengan pengatur kecepatan (dimmer). Hasil dari penelitian menunjukkan bahwa kapasitas mesin bisa mencapai 12,5 kg per jam untuk limbah lunak dan 10,8 kg per jam untuk limbah keras. Dengan menggunakan mesin, produktivitas meningkat sebesar 66,67% pada limbah lunak dan 56,52% pada limbah keras, serta efisiensi waktu masing-masing meningkat sebesar 57,1% dan 52% jika dibandingkan dengan metode manual. Analisis biaya menunjukkan bahwa biaya produksi dengan mesin adalah Rp. 895 per kg, yang lebih rendah dibandingkan dengan metode manual yang mencapai Rp. 4.174 per kg, sehingga hemat biaya produksi sekitar 78,56%. Selain itu, penggunaan mesin juga mengurangi kebutuhan tenaga kerja dari 3 operator menjadi 1 operator atau hemat kebutuhan tenaga kerja sebesar 66,67%. Namun, mesin masih memiliki keterbatasan terkait kapasitas motor penggerak, sehingga pencacahan harus dilakukan dengan cara bertahap dan memerlukan pengulangan untuk mendapatkan hasil yang lebih halus sesuai dengan yang diinginkan. Secara keseluruhan, mesin pencacah yang dikembangkan dapat meningkatkan produktivitas, efisiensi waktu, dan efisiensi biaya dalam pengolahan limbah organik menjadi pakan ternak untuk unggas.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir yang berjudul **“PENINGKATAN PRODUKTIVITAS MESIN PENCACAH DENGAN PENGATURAN KECEPATAN DALAM PENGOLAHAN LIMBAH ORGANIK MENJADI PAKAN TERNAK UNGGAS”** dengan baik. Penulis ingin menyampaikan terima kasih pada semua pihak yang telah membantu, membimbing, dan memberikan dukungan dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini, khususnya kepada:

1. Bapak Dr. Zaenal Afandi, M. Pd selaku Rektor Universitas Nusantara PGRI Kediri.
2. Bapak Dr. Sulistiono, M. Si selaku Dekan Fakultas Teknik dan Ilmu Komputer Universitas Nusantara PGRI Kediri
3. Bapak Rachmad Santoso, S.T., M.MT selaku Kaprodi Teknik Industri
4. Bapak Rachmad Santoso, S.T., M.MT selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
5. Ibu Kartika Rahayu Tri Prasetyo Sari, S.Si, M.Sc selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing dan memberikan arahan dalam penyusunan Tugas Akhir ini.
6. Seluruh Bapak dan Ibu dosen Program Studi Teknik Industri telah memberikan ilmu, arahan, dan pengalaman berharga kepada penulis selama menjalani perkuliahan.
7. Kedua orang tua saya, Bapak Supriyatno dan Ibu Lilis Ismundari. Terimakasih atas semua perjuangan dan pengorbanannya selama ini untuk saya, segala kasih sayang, doa serta cinta tulus yang tiada pernah terputus untuk saya. Semua pencapaian saya selama ini adalah buah perjuangan dan kepercayaan kalian, semoga apa yang telah saya capai bisa menjadi kebanggaan untuk kalian di esok hari. Terimakasih sudah selalu mengusahakan semua hal untuk kebahagiaan saya.

8. Untuk kakak saya tercinta, Rahma Enggar Anggraeni yang telah memberi segala dukungan, semangat, dan kasih sayang untuk saya selama penyusunan Karya Tulis ini. Terimakasih telah bersedia untuk meminjamkan laptop serta memberi akses wifi tanpa batas untuk memudahkan saya dalam mengerjakan karya tulis ini hingga terselesaikan.
9. Teman-teman satu Program Studi Teknik Industri yang telah berjuang bersama dari awal masuk Prodi Teknik Industri sampai sidang dan wisuda selesai. Terimakasih sudah saling support selama ini.
10. Untuk seseorang yang kehadirannya sangat penting bagi saya, meskipun sekarang namamu belum bisa untuk ditulis disini. Terimakasih telah selalu menemani saya mengerjakan karya tulis ini hingga larut malam, atas waktu, perhatian, dan dukungan yang selalu diberikan dengan tulus serta alasan bagi setiap senyum yang tetap bertahan di tengah lelah saya. Terimakasih juga sudah selalu menjadi support system terbaik untuk saya.

Penulis menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih mempunyai kekurangan dikarenakan keterbatasan kemampuan penulis. Sehingga penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dari pembaca. Semoga Tugas Akhir ini dapat memberi manfaat.

Kediri, 15 Juli 2026



RAHMA RAIHANA DIANI

NPM: 23.23.04.0013

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Peningkatan volume limbah organik dari rumah tangga, pasar, dan sektor industri makanan menjadi tantangan besar dalam pengelolaan lingkungan di Indonesia. Jika limbah organik tidak dikelola dengan baik, maka dapat mencemari tanah dan air serta menyebabkan persoalan kesehatan masyarakat. Di sisi lain, pemanfaatan limbah organik sebagai bahan pakan ternak unggas masih tergolong minim, padahal jika diolah dengan benar, limbah tersebut bisa menjadi sumber pakan alternatif yang murah serta berkelanjutan. (Nissa, 2024)

Salah satu langkah dalam merubah limbah organik menjadi pakan ternak unggas adalah proses pencacahan bahan baku dengan menggunakan mesin pencacah limbah organik. Proses ini berfungsi untuk memperkecil ukuran partikel limbah, sehingga lebih mudah untuk ditangani, difermentasi, dan dicampurkan dengan bahan pakan lain. Namun, di banyak usaha berskala kecil, mesin pencacah seringkali tidak berjalan pada kapasitas penuhnya, mengalami waktu henti yang signifikan, atau tidak didukung oleh alur proses yang efisien, sehingga mengakibatkan rendahnya produktivitas mesin dan berpotensi menghambat produksi pakan ternak unggas. (Kumalasari et al., 2025)

Dalam pengolahan limbah organik menjadi pakan ternak unggas, tahap pencacahan bahan baku sangat menentukan kapasitas dan efisiensi biaya produksi. Di banyak usaha kecil, pencacahan sering kali masih dilakukan secara manual atau menggunakan alat yang sederhana, yang berdampak pada output yang rendah, waktu proses yang lama, dan ukuran bahan yang tidak seragam. Penelitian terkait mesin pencacah limbah organik menunjukkan bahwa penggunaan mesin dapat secara signifikan meningkatkan kapasitas produksi dibandingkan dengan metode pencacahan manual serta menghasilkan produk yang lebih seragam dan efisien dalam hal waktu serta tenaga kerja. (Hamzah, 2017)

Limbah organik yang berasal dari pasar tradisional mempunyai berbagai karakteristik fisik, baik dari tekstur, kelembapan, maupun tingkat kekerasannya. Misalnya, kubis dan sawi cenderung lebih lunak, sementara wortel, dan batang sayur memiliki tekstur yang lebih keras sehingga memerlukan kekuatan yang lebih besar saat dicacah. Perbedaan karakteristik bahan ini penting untuk diperhatikan karena material yang lebih keras dapat meningkatkan beban kerja mesin dan memengaruhi kestabilan dalam proses pencacahan. (Septian et al., 2024)

Dari sudut pandang teknik, perbedaan tingkat kekerasan bahan akan memengaruhi daya pada motor, lama proses, dan kapasitas hasil nyata dari mesin. Beban yang berlebihan akibat bahan yang lebih berat atau melebihi batas kemampuan alat dapat menyebabkan motor bekerja lebih berat dan menurunkan performa mesin. Oleh karena itu, mesin pencacah harus dirancang agar dapat menyesuaikan dengan kondisi bahan yang bervariasi, contohnya dengan mengatur kecepatan menggunakan dimmer, sehingga putaran motor dapat disesuaikan dengan karakteristik limbah yang sedang diproses. (Susunan et al., 2025)

Pengaturan kecepatan ini sangat krusial untuk memastikan hasil cacahan tetap berkualitas. Untuk bahan yang lunak, kecepatan tinggi dapat mendukung kelancaran proses, tetapi pada bahan yang keras, penggunaan kecepatan yang terlalu tinggi bisa menyebabkan peningkatan beban pada motor dan mengakibatkan hasil cacahan yang kurang baik. Dengan demikian, penerapan dimmer pada mesin pencacah bisa menjadi solusi teknis yang memberikan proses yang lebih fleksibel, efisien, dan sesuai dengan beragam limbah organik di pasar tradisional. (Fardhani et al., 2025)

Selain kapasitas, biaya bahan baku juga merupakan variabel penting dalam menentukan efisiensi produksi pakan ternak unggas. Penggunaan mesin pencacah dapat merubah pola konsumsi bahan baku, dengan cara memaksimalkan penggunaan limbah organik yang lebih beragam dan banyak sehingga mengurangi kebutuhan terhadap pakan komersial yang lebih mahal. Beberapa penelitian menunjukkan bahwa mesin pencacah mampu meningkatkan produktivitas, menurunkan waktu proses, serta meningkatkan kapasitas output per jam, serta mengurangi biaya operasional per unit produksi jika beroperasi dengan optimal. (Kumalasari et al., 2025)

Dalam pembuatan mesin juga ada biaya investasi dan operasional yang perlu dipertimbangkan, sehingga perlu dilakukan analisis perbandingan antara pencacahan dengan mesin dan secara manual dalam hal kapasitas, waktu proses, tenaga kerja, dan biaya bahan baku. Penelitian mengenai mesin pencacah limbah organik menunjukkan bahwa mesin memberikan produktivitas yang jauh lebih tinggi serta biaya yang lebih efisien dibandingkan dengan metode manual. Namun, efektivitas tersebut sangat bergantung pada penggunaan kapasitas mesin, pola operasional, dan efisiensi dalam perawatan. (Melati & Ketapang, 2025)

Berdasarkan kondisi yang ada, penelitian ini berfokus pada **"Peningkatan Produktivitas Mesin Pencacah dengan Pengaturan Kecepatan dalam Pengolahan Limbah Organik Menjadi Pakan Ternak Unggas"** dengan menganalisis kapasitas mesin, dampaknya terhadap biaya bahan baku, serta membandingkan kinerjanya dengan sistem pencacahan manual. Dari sudut pandang Teknik Industri, peningkatan produktivitas dapat dipahami melalui analisis kinerja mesin, perhitungan kapasitas, evaluasi efisiensi biaya, serta perbandingan dengan metode alternatif (manual) yang menjadi dasar untuk rekomendasi perbaikan proses.

B. Batasan Masalah

1. Mesin dirancang untuk dapat mencacah limbah organik skala kecil dan rumah tangga.
2. Objek penelitian hanya mesin pencacah limbah organik yang digunakan dalam proses pengolahan limbah organik menjadi pakan ternak unggas di unit usaha yang diteliti.
3. Fokus penelitian pada aspek aspek berikut:
 - a. Kapasitas mesin pencacah (jumlah bahan yang mampu dicacah per satuan waktu).
 - b. Pengaruh penggunaan mesin terhadap biaya bahan baku dan efisiensi penggunaan limbah organik.
 - c. Perbandingan kinerja mesin pencacah dengan sistem pencacahan manual (ditinjau dari kapasitas, waktu proses, dan kebutuhan tenaga kerja).

- d. Produktivitas mesin pencacah dalam konteks proses pengolahan limbah organik menjadi pakan ternak unggas.
4. Jenis limbah organik yang diamati terbatas pada jenis yang umum diolah (misalnya sisa sayuran, limbah pasar, atau limbah rumah tangga) dan tidak mencakup semua jenis sisa organik.

C. Rumusan Masalah

1. Bagaimana kapasitas mesin pencacah disesuaikan dengan bahan baku yang digunakan dalam pengolahan limbah (antara limbah lunak dan keras)?
2. Bagaimana perbandingan biaya antara proses produksi mesin pencacah otomatis dengan sistem manual?
3. Berapa peningkatan produktivitas mesin pencacah dibandingkan dengan sistem manual ditinjau dari segi kapasitas, waktu proses, dan kebutuhan tenaga kerja?

D. Tujuan Penelitian

1. Mengukur dan menganalisis pengaruh variasi karakteristik bahan (lunak dan keras) terhadap kapasitas aktual mesin.
2. Menganalisis perbandingan biaya antara proses produksi mesin pencacah otomatis dengan sistem manual termasuk dengan biaya tenaga kerja.
3. Mengukur dan menganalisis peningkatan produktivitas mesin pencacah dibandingkan dengan sistem manual ditinjau dari segi kapasitas, waktu proses, dan kebutuhan tenaga kerja.

E. Manfaat Penelitian

1. Manfaat Teoritis / Akademik
 - a. Menambah referensi dan pemahaman tentang penerapan konsep produktivitas, kapasitas, dan biaya bahan baku dalam konteks Teknik Industri khususnya pada unit-unit pengolahan limbah organik menjadi pakan ternak.
 - b. Menjadi bahan pertimbangan bagi mahasiswa lain yang ingin meneliti topik serupa, terutama yang mengkombinasikan analisis mesin, kapasitas, biaya, dan perbandingan sistem kerja manual–mekanis.

2. Manfaat Praktis bagi Unit Usaha / Peternak

- a. Membantu meningkatkan kapasitas produksi pakan per jam sehingga populasi ternak dapat terpenuhi pakannya tepat waktu.
- b. Mengurangi waktu menganggur (idle time) peternak dan meminimalkan risiko kelelahan fisik jika dibandingkan dengan metode manual.
- c. Memberikan perbandingan kinerja antara mesin dan sistem manual sehingga unit usaha dapat mengambil kebijakan terkait penggunaan teknologi, pola tenaga kerja, dan alokasi waktu proses.

3. Manfaat Sosial dan Lingkungan

- a. Mendukung upaya pemanfaatan limbah organik sebagai bahan baku pakan ternak unggas, sehingga berkontribusi pada pengurangan volume sampah dan pemanfaatan sumber daya yang lebih berkelanjutan.
- b. Mendorong adopsi teknologi tepat guna (mesin pencacah) yang efisien dari sisi kapasitas, waktu, dan biaya, sehingga dapat meningkatkan produktivitas peternakan skala kecil.

DAFTAR PUSTAKA

- Aziz, K., Sundari, S., Irwanto, S., & Yuspradana, R. (2026). *Optimalisasi Produktivitas Mesin Pencacah Sampah Organik Hasil Modifikasi P-ISSN : 2776-4745 E-ISSN : 2579-5732. 10(1).*
- Fardhani, I., Savitri, A. E., Trilestari, A., Citra, A. R., Sholikha, B., Rarih, B., Maherdiana, R., Puspita, C., Audina, D., Aini, N., Ayu, F., Mujito, R., Sanjaya, N., Arifika, F., Elsaudhi, P., & Taqiya, H. A. (2025). *DAN KOMPOS DI GADING KASRI. 7(2).*
- Gadaiharta. (2024). *Menghitung Biaya Produksi.* Gadaihartadinataabadi. <https://gadaihartadinataabadi.com/cara-menghitung-biaya-produksi/>
- Hamzah, N. H. B. B. . . F. (2017). Rancang Bangun Mesin Pengolah Sampah Organik Menjadi Bahan Pupuk Kompos dan Pencacah Pakan Ternak Berdaya Listrik Berkapasitas 25 kg/jam. *Proceedings Conference On Design Manufacture Engineering And Its Application*, (Vol 1 No 1 (2017): Conference on Design and Manufacture and Its Aplication), 161–167. <http://journal.ppns.ac.id/index.php/CDMA/article/view/335/318>
- Kumalasari, E., Masykur, F., & Riani, N. I. (2025). *Kreatif: Jurnal Pengabdian Masyarakat Nusantara Optimalisasi Produktivitas Pertanian melalui Inovasi Mesin Pencacah Pakan dan Pengolahan Limbah Ternak Berbasis Pemberdayaan Masyarakat. 5(September).*
- Melati, P. K., & Ketapang, K. (2025). *EVALUASI KINERJA TEKNIS MESIN PENCACAH (CHOPPER) PAKAN TERNAK HIJAUAN DI KELOMPOK TERNAK MELATI. 7(November 2024), 68–76.*
- Melly, S., Irwan, A., Lubis, U. K., Anggita, W., Muhammad, H., & Mahendra, A. (2023). *www.agroteknika.id. 6(1), 115–126.*

- Mundel, M. M. E. (2019). *ANALISIS PENGUKURAN PRODUKTIVITAS MENGGUNAKAN*. 8(2), 121–131.
- Nissa, F. Z. A. (2024). *Mengelola Sampah Organik sebagai Pakan Unggas: Solusi Berkelanjutan untuk Mengurangi Limbah*. Fst Unair. <https://fst.unair.ac.id/blog/2024/12/28/mengelola-sampah-organik-sebagai-pakan-unggas-solusi-berkelanjutan-untuk-mengurangi-limbah/>
- Sebagai, D., Satu, S., Untuk, S., Gelar, M., Teknik, S., Program, P., Teknik, S., Fakultas, M., Muhammadiyah, U., & Barat, S. (2023). *Skripsi analisa kapasitas mesin pencacah multi mixer pakan ayam kub*.
- Septian, D., Anugrah, R., Malawati, I., & Canadianti, M. (2024). *Pemanfaatan Limbah Organik Pasar Sebagai Sumber Pakan Ternak : Potensi , Manfaat , dan Tantangan dalam Perspektif Pertanian Berkelanjutan : Literatur Review*. 4(1), 821–835.
- Sulthoni, P. (2019). *Teknik Industri : Produktivitas*. Padulohsulthoni.Blogspot.Com. <https://padulohsulthoni.blogspot.com/2015/02/teknik-industri-produktivitas.html>
- Susunan, P., Pisau, M., B, A., Mesin, P., & Sampah, P. (2025). *J-Proteksion : Jurnal Kajian Ilmiah dan Teknologi Teknik Mesin*. 10(1), 1–14. <https://doi.org/10.32528/jp.v10i1.2863>