

Rancang Bangun Pisau Pemotong Dan Penghancur Pada *Chopper* Kapasitas 5 Kg Per 5 Menit Serta Analisa Hasil Cacahan

^{1*}Calvin Witira Octa Ananta, ²Mohammad Muslimin Ilham

¹ Teknik Mesin, Universitas Nusantara PGRI Kediri

E-Mail: ¹witiracalvin@gmail.com , ²im.muslimin@unpkediri.ac.id

Penulis Korespondens : Calvin Witira Octa Ananta

Abstrak— Limbah daun dan bonggol nanas merupakan hasil samping pertanian yang memiliki potensi sebagai bahan baku pakan ternak. Namun pemanfaatannya masih terkendala oleh proses pencacahan yang belum optimal sehingga diperlukan mesin pencacah yang mampu menghasilkan ukuran cacahan yang seragam. Penelitian ini bertujuan merancang dan menganalisis kinerja pisau pemotong dan pisau penghancur pada mesin *chopper* kapasitas 5 kg per 5 menit. Metode penelitian meliputi perancangan menggunakan *SolidWorks*, pembuatan komponen, simulasi pembebanan, dan pengujian hasil cacahan. Pisau pemotong dirancang menggunakan empat mata pisau berbahan *High Speed Steel* (HSS), sedangkan pisau penghancur menggunakan sembilan mata pisau berbahan *Stainless Steel*. Hasil simulasi menunjukkan tegangan maksimum pada pisau pemotong sebesar 1,81 MPa dengan faktor keamanan sekitar 293, sedangkan pada pisau penghancur sebesar 13,68 MPa dengan faktor keamanan sekitar 12,6. Hasil displacement masing-masing sebesar 0,0008099 mm dan 0,002667 mm yang menunjukkan deformasi sangat kecil. Pengujian menunjukkan bahwa kombinasi pisau pemotong dan penghancur mampu menghasilkan cacahan daun dan bonggol nanas yang lebih seragam serta sesuai untuk proses *pelletizing* pakan ternak. Berdasarkan hasil tersebut, desain pisau yang dirancang dinyatakan aman dan layak digunakan dalam proses pencacahan limbah nanas.

Kata Kunci— *Chopper*, Pisau Pemotong, Pisau Penghancur, Daun Nanas, *Pelletizing*

Abstract— Pineapple leaf and stem waste are agricultural by-products with potential as livestock feed materials. However, their utilization is limited by inefficient chopping processes, requiring a machine capable of producing uniform chopped materials. This study aims to design and analyze the performance of cutting and crushing blades in a chopper machine with a capacity of 5 kg per 5 minutes. The research methods included *SolidWorks*-based design, component manufacturing, load simulation, and chopped material testing. The cutting blade was designed using four *High Speed Steel* (HSS) blades, while the crushing unit used nine *Stainless Steel* blades. Simulation results showed a maximum stress of 1.81 MPa on the cutting blade with a safety factor of approximately 293, while the crushing blade experienced a maximum stress of 13.68 MPa with a safety factor of 12.6. The displacement values were 0.0008099 mm and 0.002667 mm, indicating very small deformation. Performance testing demonstrated that the combination of cutting and crushing blades produced more uniform chopped pineapple leaves and stems suitable for pelletizing processes. Therefore, the designed blade system is considered safe and feasible for pineapple waste processing applications.

Keywords— *Chopper*, Cutting Blade, Crushing Blade, Pineapple Leaf, *Pelletizing*.

This is an open access article under the CC BY-SA License.



I. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan negara agraris yang memiliki potensi besar dalam sektor pertanian dan peternakan. Salah satu komoditas pertanian yang banyak dibudidayakan adalah tanaman nanas. Kabupaten Kediri, khususnya Kecamatan Ngancar, dikenal sebagai salah satu sentra produksi nanas terbesar di Provinsi Jawa Timur. Tingginya produksi nanas setiap tahun tidak hanya menghasilkan buah nanas sebagai produk utama, tetapi juga menghasilkan limbah pertanian berupa daun dan bonggol nanas dalam jumlah yang sangat besar. Limbah tersebut umumnya belum dimanfaatkan secara optimal dan sering kali hanya dibuang atau dibakar sehingga dapat menimbulkan pencemaran lingkungan. Padahal, daun dan bonggol nanas memiliki kandungan serat kasar, karbohidrat, dan beberapa nutrisi yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan baku pakan ternak setelah melalui proses pengolahan yang tepat.[1]

Pemanfaatan limbah daun dan bonggol nanas sebagai pakan ternak dapat menjadi salah satu solusi untuk mengurangi limbah pertanian sekaligus menekan biaya produksi pakan. Namun demikian, karakteristik daun nanas yang memiliki serat panjang, tekstur yang keras, serta kandungan air yang relatif tinggi menyebabkan limbah tersebut sulit diberikan secara langsung kepada ternak. Oleh karena itu, diperlukan proses pengecilan ukuran atau pencacahan agar bahan lebih mudah dicerna oleh ternak serta mempermudah proses pencampuran dengan bahan pakan lainnya. Selain itu, hasil pencacahan yang seragam juga sangat diperlukan apabila bahan akan digunakan sebagai bahan baku dalam proses pembuatan pelet (*pelletizing*).[2]

Mesin chopper merupakan alat yang berfungsi untuk memperkecil ukuran bahan melalui mekanisme pemotongan, pencacahan, maupun penghancuran menggunakan pisau yang berputar pada poros utama. Kinerja mesin chopper sangat dipengaruhi oleh desain dan jumlah pisau yang digunakan. Desain pisau yang tepat akan menghasilkan proses pemotongan yang lebih efektif, meningkatkan kapasitas kerja mesin, serta menghasilkan ukuran cacahan yang lebih seragam. Pada penelitian ini digunakan empat mata pisau pemotong yang berfungsi sebagai tahap awal proses pencacahan. Pemilihan empat mata pisau didasarkan pada pertimbangan keseimbangan antara kapasitas pencacahan, kestabilan putaran poros, dan efisiensi penggunaan daya. Dengan empat mata pisau, frekuensi pemotongan yang terjadi dalam setiap putaran menjadi lebih tinggi dibandingkan penggunaan dua mata pisau, sehingga proses pencacahan berlangsung lebih cepat dan menghasilkan ukuran potongan yang lebih seragam. Selain itu, distribusi beban pemotongan yang merata pada empat sisi poros dapat membantu mengurangi getaran selama mesin beroperasi.[3]

Setelah melalui proses pemotongan, bahan hasil cacahan masih memiliki ukuran yang relatif besar dan masih terdapat serat-serat panjang yang dapat mengganggu proses *pelletizing*. Oleh karena itu, pada penelitian ini ditambahkan sembilan mata pisau penghancur yang dipasang pada poros yang sama dengan pisau pemotong. Pisau penghancur berfungsi untuk

memperkecil ukuran cacahan hasil pemotongan sehingga diperoleh material yang lebih halus dan seragam. Penggunaan sembilan mata pisau penghancur dipilih karena mampu meningkatkan frekuensi tumbukan dan gesekan terhadap material sehingga proses penghancuran berlangsung lebih efektif. Selain itu, susunan sembilan mata pisau yang merata pada poros juga dapat menjaga keseimbangan putaran mesin dan mengurangi terjadinya getaran yang berlebihan.[4]

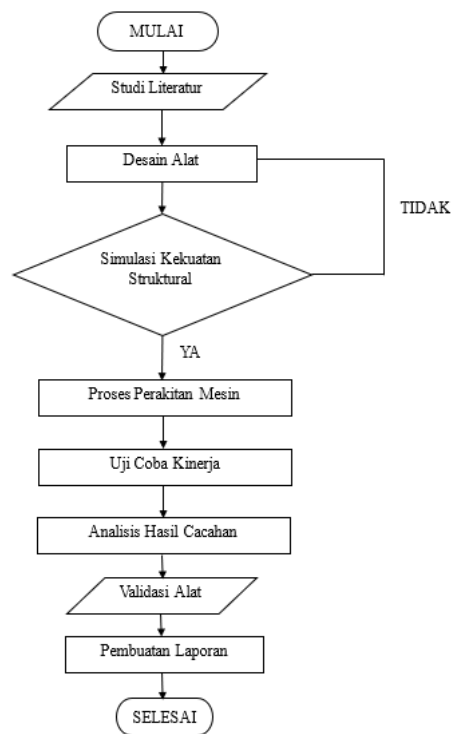
Berdasarkan uraian tersebut, penelitian ini bertujuan untuk merancang dan menganalisis pisau pemotong dan pisau penghancur pada mesin chopper kapasitas 5 kg per 5 menit untuk pengolahan limbah daun dan bonggol nanas. Penelitian difokuskan pada perancangan geometri pisau, pemilihan material, analisis kekuatan struktur menggunakan *SolidWorks Simulation*, serta pengujian hasil cacahan yang dihasilkan. Diharapkan hasil penelitian ini dapat menghasilkan desain pisau yang mampu bekerja secara optimal, menghasilkan cacahan yang seragam, serta mendukung proses pengolahan limbah nanas menjadi bahan baku pakan ternak maupun pelet pakan yang bernilai ekonomis.[5]

II. METODE

A. Pendekatan Perancangan

Penelitian ini menggunakan metode *Research and Development* (R&D) dengan pendekatan perancangan teknik (*engineering design*) yang dilakukan secara sistematis mulai dari identifikasi permasalahan, studi literatur, perancangan desain, simulasi, manufaktur, hingga pengujian alat. Perancangan difokuskan pada pengembangan pisau pemotong dan pisau penghancur pada mesin *chopper* kapasitas 5 kg per 5 menit untuk mengolah limbah daun dan bonggol nanas menjadi cacahan yang lebih seragam dan sesuai untuk proses *pelletizing*. Tahap perancangan diawali dengan menentukan konsep dan spesifikasi alat berdasarkan karakteristik bahan yang akan dicacah, kemudian dilakukan pemodelan tiga dimensi menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*. Desain yang telah dibuat selanjutnya dianalisis menggunakan *SolidWorks Simulation* untuk mengetahui distribusi tegangan, displacement, dan faktor keamanan pada pisau yang dirancang. Setelah hasil simulasi menunjukkan desain berada dalam kondisi aman, dilakukan proses pembuatan dan perakitan komponen mesin. Tahap akhir penelitian berupa pengujian kinerja alat untuk mengetahui kemampuan pisau dalam menghasilkan cacahan yang seragam serta mengevaluasi kesesuaian hasil perancangan dengan kebutuhan operasional di lapangan. Dengan pendekatan ini diharapkan diperoleh desain pisau yang memiliki kekuatan yang baik, aman digunakan, dan mampu meningkatkan efektivitas proses pencacahan limbah daun dan bonggol nanas. Prosedur Perancangan

B. Prosedur Perancangan



Gambar 1 *Flowchart* Prosedur Perancangan

Penjelasan *Flowchart* Prosedur Perancangan :

1. Mulai : Tahap awal penelitian yang diawali dengan menentukan tujuan perancangan pisau pemotong dan penghancur pada mesin chopper.
2. Studi Literatur : Mengumpulkan informasi dan referensi dari jurnal, buku, serta penelitian terdahulu yang berkaitan dengan mesin chopper, desain pisau, material, dan proses pencacahan limbah daun nanas..
3. Desain Alat : Membuat rancangan mesin dan komponen utama menggunakan perangkat lunak *SolidWorks*, meliputi pisau pemotong, pisau penghancur, poros, dan komponen pendukung lainnya.
4. Simulasi Kekuatan Struktural : Melakukan analisis menggunakan *SolidWorks Simulation* untuk mengetahui nilai tegangan (*von Mises stress*), *displacement*, dan faktor keamanan pada desain pisau yang telah dibuat.
5. Proses Perakitan Mesin : Melakukan pembuatan komponen dan merakit seluruh bagian mesin chopper sesuai desain yang telah direncanakan.
6. Uji Coba Kinerja : Melakukan pengujian mesin menggunakan bahan berupa daun dan bonggol nanas untuk mengetahui kemampuan pencacahan dan kualitas hasil cacahan.
7. Analisis Hasil Cacahan : Menganalisis ukuran, keseragaman, dan kualitas hasil cacahan yang dihasilkan oleh mesin chopper.
8. Validasi Alat : Mengevaluasi apakah mesin telah bekerja sesuai tujuan perancangan, baik dari segi kekuatan struktur maupun kualitas hasil pencacahan.
9. Pembuatan Laporan : Menyusun seluruh hasil penelitian, analisis, dan pembahasan ke dalam bentuk laporan skripsi.
10. Selesai : Proses perancangan dianggap selesai setelah seluruh tahap berhasil dilalui dan produk siap digunakan.

C. Desain Perancangan

Mesin chopper dirancang menggunakan dua sistem kerja yaitu Pisau Pemotong dan Pisau Penghancur. Dimana Pisau pemotong menggunakan empat mata pisau berbahan HSS yang dipasang pada poros utama. Pisau berfungsi memotong daun dan bonggol nanas menjadi ukuran awal yang lebih kecil. Pisau penghancur menggunakan sembilan mata pisau berbahan Stainless Steel yang berfungsi memperkecil ukuran cacahan dan menghaluskan serat daun nanas sebelum masuk ke proses pelletizing.[6]



Gambar 2 Desain Pisau

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Perancangan Pisau Pencacah

Pisau pemotong merupakan komponen utama yang berfungsi untuk melakukan proses pencacahan awal terhadap daun dan bonggol nanas yang masuk melalui *hopper*. Pisau dirancang menggunakan empat mata pisau yang dipasang secara simetris padaudukan pisau sehingga mampu menghasilkan distribusi beban yang merata saat beroperasi. Material yang digunakan adalah baja AISI 1045 karena memiliki kekuatan mekanik yang baik, mudah dikerjakan, serta mampu menahan beban pemotongan yang terjadi selama proses pencacahan.[7]

Penggunaan empat mata pisau dipilih karena mampu meningkatkan frekuensi pemotongan dalam setiap putaran poros dibandingkan dengan penggunaan dua mata pisau. Semakin banyak jumlah mata pisau, maka semakin besar peluang material untuk terpotong sehingga kapasitas pencacahan meningkat dan ukuran hasil cacahan menjadi lebih seragam. Selain itu, susunan empat mata pisau yang seimbang dapat mengurangi getaran yang terjadi pada poros saat mesin beroperasi.

B. Hasil Perancangan Pisau Penghancur

Pisau penghancur berfungsi untuk memperkecil ukuran hasil cacahan yang telah dipotong oleh pisau pemotong. Pisau penghancur ditempatkan pada poros yang sama sehingga proses penghancuran dapat dilakukan secara langsung tanpa memerlukan proses tambahan. Pada penelitian ini digunakan sembilan mata pisau penghancur yang disusun secara merata pada poros.[6]

Jumlah sembilan mata pisau dipilih untuk meningkatkan frekuensi tumbukan terhadap material sehingga proses penghancuran berlangsung lebih efektif. Selain itu, penggunaan jumlah pisau yang lebih banyak mampu menghasilkan ukuran cacahan yang lebih kecil dan seragam sehingga sesuai untuk proses pelletizing pakan ternak. Susunan pisau yang merata juga membantu menjaga keseimbangan putaran poros dan mengurangi getaran selama mesin bekerja.

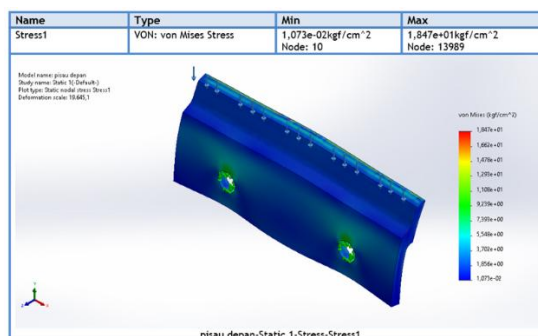
C. Hasil Simulasi Pisau Pencacah

Analisis kekuatan pisau pemotong dilakukan menggunakan SolidWorks Simulation untuk mengetahui kemampuan struktur dalam menerima beban kerja. Simulasi dilakukan dengan memberikan pembebanan pada area mata pisau sesuai dengan kondisi kerja yang direncanakan

1. Analisis Tegangan (*Von Mises Stress*)

Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada pisau pemotong sebesar 1,81 MPa. Tegangan terbesar terjadi pada area lubang baut yang berfungsi sebagai titik pemasangan pisau padaudukan. Area tersebut menjadi lokasi konsentrasi tegangan karena menerima beban pemotongan yang ditransmisikan melalui baut pengikat.

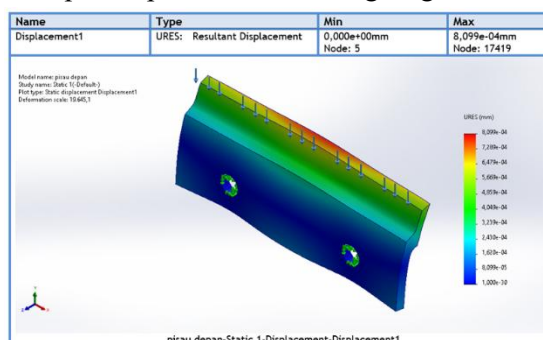
Nilai tegangan maksimum yang diperoleh masih jauh di bawah batas luluh (yield strength) material AISI 1045 sebesar 530 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa pisau pemotong masih berada pada kondisi aman dan tidak mengalami kegagalan struktur selama proses operasi.



Gambar 3 Pengujian Von Misses

2. Analisis *Displacement*

Hasil simulasi displacement menunjukkan perpindahan maksimum sebesar 0,0008099 mm. Nilai tersebut tergolong sangat kecil sehingga tidak mempengaruhi geometri maupun kinerja pisau selama proses pencacahan berlangsung.



Gambar 4 pengujian Displacement

3. Analisis Faktor Keamanan

Faktor keamanan (*safety factor*) yang diperoleh sebesar 293. Nilai ini menunjukkan bahwa desain pisau memiliki kemampuan yang sangat baik dalam menahan beban kerja sehingga risiko kegagalan struktur sangat kecil.

Material yang dipakai HSS

Tegangan Maksimum 1,81 mpa

Tegangan luluh 530 mpa

Safety factor 293

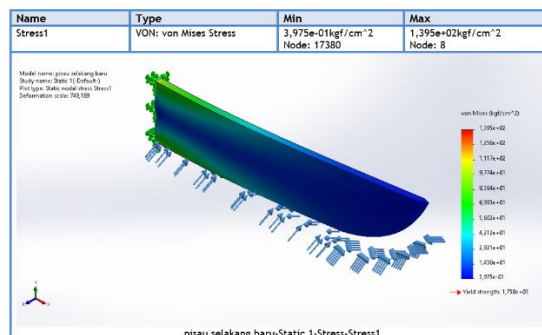
Displacement Maksimum 0,0008099

D. Hasil Simulasi Pisau Penghancur

Simulasi pada pisau penghancur dilakukan untuk mengetahui kemampuan pisau dalam menerima gaya tumbukan dan gesekan yang terjadi selama proses penghancuran material.

1. Analisis Tegangan (*Von Mises Stress*)

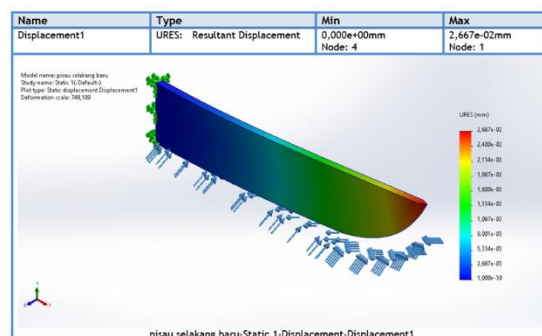
Hasil simulasi menunjukkan bahwa tegangan maksimum yang terjadi pada pisau penghancur sebesar 13,68 MPa. Tegangan tertinggi terjadi pada bagian tumpuan pisau yang terhubung langsung dengan poros. Besarnya tegangan yang terjadi disebabkan oleh adanya gaya tumbukan berulang ketika material bersentuhan dengan permukaan pisau. Meskipun demikian, nilai tegangan tersebut masih jauh di bawah batas luluh material yang digunakan sehingga desain pisau penghancur masih dinyatakan aman untuk digunakan.



Gambar 5 Pengujian Von Misses

2. Analisis *Displacement*

Nilai displacement maksimum yang diperoleh sebesar 0,002667 mm. Nilai ini menunjukkan bahwa deformasi yang terjadi sangat kecil sehingga tidak mempengaruhi fungsi penghancuran material



Gambar 6 pengujian Displacement

3. Analisis Faktor Keamanan

Hasil simulasi menunjukkan nilai faktor keamanan sebesar 12,6. Nilai tersebut menunjukkan bahwa desain masih memiliki kemampuan yang cukup tinggi dalam menahan beban kerja sehingga dapat digunakan secara aman selama proses pencacahan.

Tegangan Maksimum 13,68 mpa

Tegangan Luluh 172,4 mpa

Safety Factor 12,6

Displacement 0,002667 mm

E. Analisis Hasil Cacahan

Pengujian dilakukan menggunakan bahan berupa daun dan bonggol nanas untuk mengetahui kemampuan mesin dalam menghasilkan ukuran cacahan yang seragam. Berdasarkan hasil pengujian, sistem pisau pemotong dan penghancur mampu bekerja dengan baik sesuai fungsi yang telah dirancang. Pisau pemotong melakukan proses pencacahan awal sehingga ukuran bahan menjadi lebih kecil, sedangkan pisau penghancur memperhalus hasil cacahan dengan cara memberikan tumbukan dan gesekan secara berulang.[8]

Penggunaan empat mata pisau pemotong terbukti mampu meningkatkan frekuensi pemotongan sehingga bahan lebih cepat tercacah dibandingkan penggunaan jumlah pisau yang lebih sedikit. Sementara itu, sembilan mata pisau penghancur mampu memperkecil ukuran serat daun nanas yang masih panjang sehingga diperoleh hasil cacahan yang lebih halus dan seragam.[9]

Hasil cacahan yang seragam memberikan keuntungan pada proses pengolahan lanjutan karena memudahkan proses pencampuran bahan pakan dan meningkatkan kualitas pelet yang dihasilkan. Selain itu, ukuran bahan yang lebih kecil juga dapat meningkatkan kemudahan konsumsi dan pencernaan pakan oleh ternak. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, kombinasi empat mata pisau pemotong dan sembilan mata pisau penghancur dinilai mampu memenuhi tujuan perancangan yaitu menghasilkan cacahan yang lebih seragam, meningkatkan efektivitas proses pencacahan, serta mendukung proses pelletizing limbah daun dan bonggol nanas menjadi pakan ternak.[10]

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian, pisau pemotong dan pisau penghancur pada mesin chopper kapasitas 5 kg per 5 menit berhasil dirancang dan dibuat sesuai kebutuhan pengolahan limbah daun dan bonggol nanas. Hasil simulasi menunjukkan bahwa kedua desain memiliki tingkat keamanan yang tinggi dengan tegangan kerja yang masih berada di bawah batas luluh material. Penggunaan empat mata pisau pemotong dan sembilan mata pisau penghancur mampu menghasilkan cacahan yang lebih seragam sehingga mendukung proses pelletizing pakan ternak dan meningkatkan efektivitas pengolahan limbah nanas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Puji Syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa atas rahmat dan karunia-Nya, sehingga penelitian ini dapat diselesaikan dengan baik, saya mengucapkan banyak terimakasih kepada:

1. Bapak dosen pembimbing masukan serta bimbingan yang diberikan.

2. Universitas Nusantara PGRI, Khususnya pada Program Studi Teknik Mesin, atas dukungan akademik.
3. Kedua orang tua dan keluarga besar yang senantiasa memberi dukungan.
4. Semua pihak yang tidak bisa disebutkan satu persatu, yang telah berkontribusi dalam menyelesaikan penelitian ini

Penulis menyadari bahwa penelitian ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan untuk pengembangan lebih lanjut. Semoga hasil penelitian ini bermanfaat bagi dunia akademik maupun industri khususnya dalam hal pemanfaatan limbah hijauan untuk konsumsi ternak.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Anis *et al.*, "Pineapple waste in animal feed: A review of nutritional potential, impact and prospects," vol. 23, no. 2, pp. 339–352, 2023, doi: 10.2478/aoas-2022-0080.
- [2] K. Margarete *et al.*, "Supplementing Proteolytic Enzymes Increased the In Vitro Nutrient Effective Degradability and Fermentation Characteristics of Pineapple Waste Silage," 2023, doi: 10.3390/fermentation9030218.
- [3] N. Ibrahim, F. Y. Utama, D. Riandadari, and D. Puspitasari, "Pengaruh Mata Pisau Dynaflo Blade 4 Dan 12 Cutter Pada Mesin Pencacah Sampah Organik Terhadap Waktu Produksi," vol. 10, no. 01, pp. 450–455, 2025, doi: 10.26740/jrm.v10i01.66422.
- [4] A. A. Saputra, A. R. Saputra, F. Romadhon, H. S. Syuhada, M. Affan, and R. Ramadhan, "Analisis perhitungan mata pisau mesin pencacah kertas analysis of paper chopping machine blade calculation 1," vol. 2, no. 3, pp. 247–260, 2025, doi: <https://doi.org/10.32493/strg.v2i3.52297>.
- [5] S. Rahayu, "Jurnal Mekanik Terapan Analisa Optimasi Kebutuhan Daya Mesin Pencacah Sampah Kering Organik dengan Variasi Parameter Sudut Mata Pisau," vol. 05, no. 02, pp. 87–96, 2024, doi: 10.32722/jmt.v5i2.6024.
- [6] Y. Khalif, P. Saleh, M. Luqman, and S. Fikri, "Analisis Pengaruh Konfigurasi Mata Pisau Pada Mesin Pencacah Sederhana Terhadap Kualitas Cacahan Material Pla dan Pet," vol. 1, no. 2, pp. 74–83, 2025, doi: 10.23969/ksjme.v1i2.27862.
- [7] N. Nugraha and T. Pramana, "Jurnal Politeknik Caltex Riau Rancang Bangun dan Pengaruh Susunan Pisau Setengah Helix pada Mesin Pencacah Limbah Sayur," vol. 9, no. 1, pp. 132–140, 2023, doi: 10.35143/elementer.v9i1.5991.
- [8] Margono, N. T. Atmoko, B. H. Priyambodo, Suhartoyo, and S. A. Awan, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Untuk Peningkatan Efektivitas Konsumsi Pakan Ternak Di Sukoharjo," *Abdi Masya*, vol. 1, no. 2, pp. 72–76, 2021, doi: 10.52561/abma.v1i2.132.
- [9] L. U. P. Siburian, "Rancang Bangun Mesin Pencacah Rumput Dengan 4 Mata Pisau Bentuk Persegi Panjang Kapasitas 250 Kg/Jam," *Univ. Darma Agung*, vol. 5, no. 1, pp. 139–144, 2024, doi: <http://dx.doi.org/10.46930/teknologimesin>.
- [10] S. Anis *et al.*, "Annals of animal science," no. October 2022, 2023, doi: 10.2478/aoas-2022-0080.