



## RANCANG BANGUN ALAT PENGGIILING KULIT ARI KEDELAJ DENGAN KAPASITAS CORONG PENAMPUNG (*HOPPER*) 1 KG

Muhamad Bagus Afandi<sup>1)</sup>, Arya Mahendra Sakti<sup>2)</sup>, Dyah Riandadari<sup>3)</sup>, Dewi Puspitasari<sup>4)</sup>

<sup>1)</sup> Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: [muhamadbagus.22007@mhs.unesa.ac.id](mailto:muhamadbagus.22007@mhs.unesa.ac.id)

<sup>2)</sup> Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: [aryamahendrasakti@unesa.ac.id](mailto:aryamahendrasakti@unesa.ac.id)

<sup>3)</sup> Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: [dyahriandadari@unesa.ac.id](mailto:dyahriandadari@unesa.ac.id)

<sup>4)</sup> Teknik Mesin, Fakultas Vokasi, Universitas Negeri Surabaya, Surabaya, Indonesia

Email: [dewipuspitasari@unesa.ac.id](mailto:dewipuspitasari@unesa.ac.id)

### Abstract

Soybean husk is an agricultural by-product that is often considered to have little or no value. In fact, this waste contains protein and fiber and has potential applications as animal feed, biobriquette material, and other value-added products. However, most soybean husk waste is discarded or only utilized to a limited extent because of its coarse form, which makes it difficult to process, and due to the lack of simple grinding equipment with small hopper capacity suitable for farmers' needs. This research aims to design and develop a soybean husk grinding machine with a 1 kg hopper capacity that can be used to grind soybean husk into fine powder. The research method employed is Research and Development (R&D). The research procedures include literature review, problem analysis, component calculation, machine design, assembly, functional testing, data analysis, and conclusion. The machine is designed using an AC electric motor as the main driving source, a pulley and V-belt transmission system, a dimmer speed controller for speed regulation, a grinding disc as the crushing and refining medium, and a 0.5 mm sieve. Testing was conducted at rotational speeds of 2400, 2600, and 2800 RPM using soybean husk samples. The test results show that the soybean husk grinding machine with a 1 kg hopper capacity operates stably and safely and is able to grind soybean husk into fine powder quickly and efficiently, producing a homogeneous particle size of 0.5 mm. The most optimal grinding condition was achieved at a rotational speed of 2800 RPM, with an average processing time of 10.43 minutes, producing 823 grams of ground material. The grinding process was faster and yielded higher output compared to speeds of 2400 and 2600 RPM.

**Keywords:** Soybean husk, grinding machine, 1 kg hopper

### Abstrak

Kulit ari kedelai merupakan limbah hasil pertanian yang sering di anggap tidak bernilai. Padahal limbah tersebut memiliki kandungan protein, serat, serta potensi sebagai bahan pakan ternak, bahan biobriket, maupun produk bernilai ekonomis lainnya. sebagian besar limbah kulit ari kedelai hanya di buang atau di manfaatkan secara terbatas karena bentuknya masih kasar dan sulit di olah, serta belum tersedianya alat penggiling sederhana dengan kapasitas kecil (*hopper*) yang sesuai kebutuhan petani. Penelitian ini bertujuan merancang dan mengembangkan alat penggiling kulit ari kedelai dengan kapasitas corong penampung (*hopper*) 1 kg yang dapat di gunakan untuk menggiling kulit ari kedelai menjadi bubuk halus. Metode penelitian yang di gunakan adalah R&D (*Research and Development*). Prosedur penelitian meliputi studi literatur, analisis masalah, perhitungan komponen, desain alat, perakitan alat, uji fungsi, analisis data dan kesimpulan. Mesin di rancang menggunakan motor listrik AC sebagai penggerak utama, sistem transmisi *pulley* dan *v-belt*, *dimmer speed controller* sebagai pengatur kecepatan, piringan penggiling sebagai media penghalus atau penghancur serta saringan 0,5 mm, pengujian di lakukan pada kecepatan putar (2400, 2600 dan 2800 RPM) menggunakan sampel kulit ari kedelai. Hasil pengujian menunjukan bahwa alat penggiling kulit ari kedelai dengan kapasitas corong penampung (*hopper*) 1 kg beroperasi dengan stabil dan aman, serta berhasil menggiling kulit ari kedelai menjadi bubuk halus secara cepat, efisien dan menghasilkan tingkat kehalusan yang homogen (0,5 mm). kondisi penggilingan paling optimal di peroleh pada kecepatan 2800 RPM dengan rata-rata waktu yang di butuhkan 10.43 menit di peroleh hasil giling 823 gram, proses penggilingan lebih cepat dan hasil giling meningkat di banding kecepatan 2400 dan 2600 RPM.

**Kata Kunci:** Kulit Ari Kedelai, Mesin Penggiling, *Hopper* 1 Kg



## PENDAHULUAN

Kulit ari kedelai, merupakan lapisan tipis yang menyelimuti bagian dalam biji dan biasanya terlepas pada proses pengolahan, seperti pembuatan tempe, susu kedelai, atau produk berbasis kacang-kacangan. Kulit ari ini umumnya dianggap sebagai limbah, tetapi sebenarnya menyimpan potensi yang besar untuk dimanfaatkan dalam berbagai produk seperti sebagai bahan pakan ternak, bahan baku komposit, bahan biobriket, maupun produk bernilai ekonomis lainnya. Akan tetapi sebagian besar limbah kulit ari kedelai hanya di buang atau di manfaatkan secara terbatas karena bentuknya yang masih kasar dan sulit di olah, serta belum tersedianya alat penggiling kulit ari kedelai yang sederhana dengan kapasitas kecil (*hopper*) 1 kg yang sesuai dengan kebutuhan petani. Situasi ini menciptakan permintaan terhadap alat penggiling kulit ari kedelai yang simpel, ekonomis dan sederhana, penelitian ini menekankan pada kestabilan mekanis, pemilihan komponen teknik berbasis perhitungan, serta pengujian kinerja aktual menggunakan bahan sampel kulit ari kedelai.

Dengan mempertimbangkan kebutuhan itu, penelitian ini mengembangkan prototipe alat penggiling kulit ari kedelai dengan kapasitas corong penampung (*hopper*) 1 kg. penelitian ini menekankan pada desain struktur, pemilihan komponen mekanik dan elektrik, serta uji fungsional untuk memastikan alat dapat beroperasi stabil pada berbagai tingkat kecepatan putar mesin. Batasan penelitian meliputi penggunaan sampel berfokus pada kulit ari kedelai, rancang bangun alat di gunakan untuk menggiling kulit ari kedelai serta penggilingan halus, kapasitas corong penampung (*Hopper*) 1 kg, struktur kekuatan pada rangka dan sambungan las di asumsikan aman. Variabel Bebas yaitu kecepatan putar mesin dan Variabel Terikat yaitu waktu yang di butuhkan untuk menggiling kulit ari kedelai, kecepatan putar mesin di kontrol dalam kecepatan tertentu untuk mendapatkan data yang berkaitan dengan efektivitas penggilingan halus kulit ari kedelai.

Penelitian ini di batasi pada kapasitas beban maksimum corong penampung (*Hopper*) 1 kg, penggunaan sampe kulit ari kedelai, serta pengujian performa alat pada rentang kecepatan putar mesin 0-2800 RPM. Analisis di fokuskan pada kestabilan mekanis dan kuliatas penggilingan halus secara visual, tanpa membahas karakteristik kimia atau mikrobiologi hasil penggilingan.

Tujuan dari penelitian ini adalah merancang, merakit, dan mengevaluasi performa alat penggiling kulit ari kedelai dengan kapasitas corong penampung (*hopper*) 1 kg yang bisa di gunakan untuk penggilingan kulit ari kedelai menjadi bubuk halus dengan tingkat kehalusan yang homogen (0,5 mm). Hasil penelitian diharapkan memberikan sumbangan berupa peralatan pembelajaran di lab yang ekonomis, mudah di gunakan dan cocok untuk mempelajari sistem penggiling pada mesin. Selain itu, alat ini diharapkan layak sebagai teknologi tepat guna untuk kebutuhan petani dalam melakukan penggilingan halus kulit ari kedelai.

## TINJAUAN PUSTAKA

Kulit ari kedelai, merupakan lapisan tipis yang menyelimuti bagian dalam biji dan biasanya terlepas pada proses pengolahan, seperti pembuatan tempe, susu kedelai, atau produk berbasis kacang-kacangan. Kulit ari ini umumnya dianggap sebagai limbah, tetapi sebenarnya menyimpan potensi yang besar untuk dimanfaatkan dalam berbagai produk pangan maupun nonpangan (Wardhani dkk., 2024). Kulit ari kedelai secara teoritis mengandung sekitar 42% selulosa, 16% hemiselulosa, dan 2% lignin, menjadikannya bahan berserat tinggi yang berpotensi besar sebagai adsorben maupun bahan pangan alternatif. Komponen utama seperti selulosa dan hemiselulosa menyebabkan kulit ari kedelai memiliki kemampuan mengikat zat lain melalui gugus hidroksil (-OH) yang bersifat polar (Dwi Kartikasari dkk., 2023).

Kulit ari kedelai memiliki nilai gizi yang cukup signifikan karena mengandung 14,45% protein, 3,04% lemak, 3,15% abu, dan 47,01% serat kasar. Kandungan protein dan serat yang tinggi memungkinkan kulit ari kedelai dimanfaatkan sebagai bahan tambahan makanan untuk meningkatkan nilai gizi dan memperkaya kandungan serat produk pangan. memanfaatkan kulit ari kedelai sebagai bahan dasar nugget sehat untuk anak stunting dan terbukti dapat meningkatkan pengetahuan serta penerimaan masyarakat terhadap pangan bergizi murah. (Ratna Dewi dkk., 2023). Selain sebagai bahan pangan, kulit ari kedelai juga dimanfaatkan sebagai bahan pakan ternak. Kulit ari kedelai dengan kandungan energi metabolik 3.060,48 kkal/kg dapat diolah menjadi pelet pakan ayam bernilai ekonomis tinggi. Produk pakan hasil olahan kulit ari kedelai memiliki kadar protein 18–20% setelah dicampur dengan dedak padi, jagung giling, dan tepung ikan, sehingga mampu memenuhi standar kebutuhan nutrisi unggas (Lestari dkk., 2025).

Dari sisi teknologi pengolahan, kulit ari kedelai dapat diubah menjadi tepung kaya serat menggunakan metode pengeringan dan penepungan sederhana. Hasilnya, tepung kulit ari kedelai dapat dijadikan bahan baku komposit pada berbagai produk pangan. Selain itu, proses penepungan meningkatkan daya simpan bahan dan memudahkan distribusi serta diversifikasi produk (Palupi dkk., 2022). Kulit ari kedelai memiliki manfaat yang signifikan dalam bidang energi, lingkungan, dan ekonomi. Kulit ari kedelai yang dicampur dengan kulit durian dapat menghasilkan biobriket dengan kualitas sesuai standar nasional (SNI 01-6235-2000). Komposisi terbaik diperoleh pada rasio 25:75 dengan kadar air 4,9%, kadar abu 6,89%, dan nilai kalor 5444 kal/g. Nilai kalor tersebut menunjukkan bahwa limbah kulit ari kedelai mampu menjadi bahan bakar alternatif dengan efisiensi pembakaran yang tinggi (Anggraini dkk., 2024).

Beberapa studi telah berusaha menciptakan alat penggiling baik pada skala kecil untuk petani (individu) maupun skala menengah untuk koperasi pertanian (kelompok). Penelitian-penelitian tersebut menjadi peran penting dalam perancangan alat penggiling kulit ari kedelai dengan kapasitas corong penampung (*Hopper*) 1 kg. karena menyajikan berbagai pendekatan desain, pemilihan komponen, serta parameter uji kinerja dapat di jadikan



acuan. Salah satu pendekatan awal terkait alat penggilingan halus dengan kapasitas kecil di lakukan oleh (Ardiansyah dkk., 2022), yang mengembangkan mesin penggiling kedelai yang terintegrasi dengan sistem pemisahan antara sari pati dan ampas secara otomatis. Hasilnya menunjukkan bahwa mesin ini mampu menggiling kedelai hingga menghasilkan pemisahan ampas dan sari pati dengan efisiensi 85–90%. (Purba, 2022), merancang mesin yang di gunakan untuk mengupas kulit ari kacang kedelai yang di kembangkan untuk mengatasi masalah pada metode tradisional yang kurang efisien dan membutuhkan tenaga kerja besar. (Adnyana, 2023), merancang alat penggiling biji kedelai dengan *hopper* 50 kg untuk meningkatkan efisiensi produksi tahu. menghasilkan bubur kedelai dengan tingkat kehalusan optimal. Mesin terbukti mempercepat waktu produksi dan mengurangi intervensi manual pekerja. (Rohman, 2021), melakukan penelitian terhadap pengaruh kecepatan putar mesin penggiling padi terhadap hasil akhir berupa mutu beras dan tepung beras. Hasilnya menunjukan bahwa variasi kecepatan putaran mesin sangat memengaruhi waktu penggilingan dan kualitas hasil giling. Pada kecepatan 2800 rpm memberikan hasil terbaik dengan keseimbangan antara waktu efisien, tepung halus, dan mutu beras yang baik.

Dalam proses merancang alat penggiling kulit ari kedelai dengan kapasitas corong penampung (*Hopper*) 1 kg. aspek perhitungan mekanis serta pemilihan komponen memiliki peran krusial. Volume *Hopper* dapat di hitung menggunakan rumus 2.1 di bawah ini:

$$V = \frac{m}{p} \quad (2.1)$$

Dimana:

$V$  = Volume *hopper* (  $\text{cm}^3/\text{liter}$  )

$M$  = massa bahan (gram)

$P$  = *densitas bulk* bahan ( $\text{g}/\text{cm}^3$ )

(Masara, 2024)

Menghitung daya motor di tunjukan pada rumus 2.2, 2.3 dan 2.4 di bawah ini:

$$P = \frac{T \cdot n}{9550} \quad (2.2)$$

Sedangkan untuk mencari  $T$  dapat di selesaikan dengan rumus:

$$T = \frac{p}{n \times \frac{2 \times \pi}{60}} \quad (2.3)$$

Dimana:

$P$  = Daya Motor (Kw)

$T$  = Torsi Motor (N.m)

$n$  = Putaran Motor (Rpm)

9550 = Konstanta (Hasil dari konversi satuan)

(Julianto dkk., 2020)

Torsi pada motor dan puli dapat dihitng dengan rumus di bawah ini:

$$T_1 = 9550 \cdot \frac{P \cdot C_b}{n_1} \quad (2.4)$$

$T_2 = T_1 \cdot i$

Dimana:

$T_1$  = Torsi pada motor (N.m)

$T_2$  = Torsi pada puli (N.m)

$P$  = Daya (Kw)

$C_b$  = Faktor Pemakaian

$n_1$  = Putaran mesin (rpm)

(Julianto dkk., 2020)

untuk menentukan diameter poros biasanya dihitung dibagian menerima momen bengkok maksimum, Rumus diameter poros di tunjukan pada rumus 2.5, 2.6, 2.7 dan 2.8 di bawah ini:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\pi \times \tau_{ijin}}} \quad (2.5)$$

Dimana:

$\tau_{ijin}$  = Tegangan geser ijin ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$T$  = Torsi (N.mm)

$d$  = Diameter dalam poros

Menghitung momen puntir:

$$T = \frac{60 \times p}{2 \times \pi \times n} \quad (2.6)$$

Dimana:

$T$  = momen puntir (Nm)

$n$  = Putaran motor (rpm)

$p$  = Daya rencana (Kw)

Menghitung Tegangan Geser:

$$\tau = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3} \quad (2.7)$$

Dimana:

$\tau$  = Tegangan geser ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$T$  = Momen puntir yang bekerja pada poros ( $\text{N} \cdot \text{mm}^2$ )

$d$  = Diameter poros (mm)

Menghitung Tegangan Geser yang diizinkan:

$$\tau_{\alpha} = \frac{\sigma_{\beta}}{s_{f1} \cdot s_{f2}} \quad (2.8)$$

Dimana:

$\tau_{\alpha}$  = tegangan geser yang diizinkan ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$\sigma_{\beta}$  = kekuatan tarik bahan poros ( $\text{N}/\text{mm}^2$ )

$s_{f1}$  = Faktor keamanan bahan

$s_{f2}$  = Faktor keamanan konsentrasi tegangan

1,2-2,0 = untuk daya rata-rata yang di perlukan

0,8-1,2 = daya maksimum yang di perlukan

1,0-1,5 = daya yang ditransmisikan

(Romadhon & Maulana Badru, 2019)

Rumus perhitungan dalam perancangan bantalan(*bearing*) di tunjukan pada rumus 2.9 dan 2.10 di bawah ini:

Beban Ekuivalen:

$$P = (X \cdot F_r) + (Y \cdot F_a) \quad (2.9)$$

Dimana:

$P$  = Beban Ekuivalen

$X$  = Faktor Radial

$Y$  = Faktor Aksial

$F_r$  = Beban Radial (kg)

$F_a$  = Beban Aksial (kg)

Umur nominal,  $L_h$  :

$$L_h = 10^6 \cdot \frac{L}{(60 \times n)} \quad (2.10)$$

Dimana:

$L$  = Umur nominal(rpm)

$C$  = Beban nominal dinamis(kg)

$P$  = Beban ekuivalen(kg)

$L_h$  = Umur bantalan dalam jam operasi

$n$  = Kecepatan putaran bantalan(rpm)

(Purba, 2022)

Rumus Perbandingan Transmisi *Pulley* di tunjukkan pada rumus 2.11 di bawah ini:

$$dp_B = \frac{n_1}{n_2} \cdot dp_A \quad (2.11)$$

Dimana:

$dp_B$  = Diameter pulley penggerak (mm)

$dp_A$  = Diameter pulley di gerakan (mm)

$n_1$  = Putaran motor (RPM)

$n_2$  = Putaran yang dibutuhkan(RPM)

(Siregar, 2025)

Rumus Perhitungan Panjang Sabuk(L) di tunjukkan pada rumus 2.12 di bawah ini:

$$L = 2.C + \frac{n}{2} (Dp + dp) + \frac{(Dp-dp)^2}{4.C} \quad (2.12)$$

Dimana:

L = Panjang sabuk(mm)

Dp = Diameter puli penggerak(mm)

dp = Diameter puli yang di gerak(mm)

C = Jarak sumbu poros dan puli(mm)

(Julianto dkk., 2020)

Berbagai teori ini menjadi fondasi dalam perancangan dan pembuatan alat penggiling kulit ari kedelai dengan kapasitas corong penampung (*hopper*) 1 kg yang di terapkan dalam penelitian ini penggabungan antar sistem penggiling dan perhitungan mekanis memastikan alat dapat beroperasi dengan stabil, aman, serta menghasilkan penggilingan halus yang efektif dengan tingkat kehalusan yang homogen (0,5 mm).

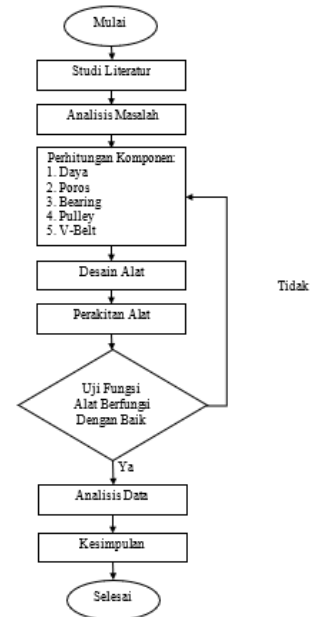
Dibandingkan dengan alat penggiling kedelai (Ardiansyah dkk., 2022) dan alat pengupas kulit ari kedelai (Purba, 2022) yang memfokuskan penelitian hanya pada penggilingan biji kedelai dan pengupasan kulit ari kedelai bukan pada penggilingan kulit ari kedelai menjadi bubuk halus. Alat yang di kembangkan mampu memproses penggilingan dengan beban corong penampung (*hopper*) 1 kg dengan kontruksi rangka baja dan sistem transmisi mekanis konvensional. Selain itu, penggunaan *dimmer speed controller* memberikan fleksibilitas pengaturan kecepatan yang sederhana namun efektif.

## METODE

### Jenis Penelitian

Penelitian ini menggunakan Metode *Research and Development (R&D)*. metode *Research and Development (R&D)* merupakan suatu pendekatan penelitian yang bertujuan menghasilkan produk baru atau menyempurnakan produk yang sudah ada, serta menguji efektivitas produk tersebut sebelum digunakan lebih luas. Metode ini dipilih karena penelitian tidak hanya berfokus pada analisis, tetapi juga pada penciptaan solusi nyata yang dapat diimplementasikan secara praktis dalam masyarakat. Metode ini terdiri dari 8 tahapan utama yaitu, studi literatur, analisis masalah, perhitungan komponen, desain alat, pembuatan atau perakitan alat, uji fungsi alat, analisis data, evaluasi hasil atau kesimpulan.

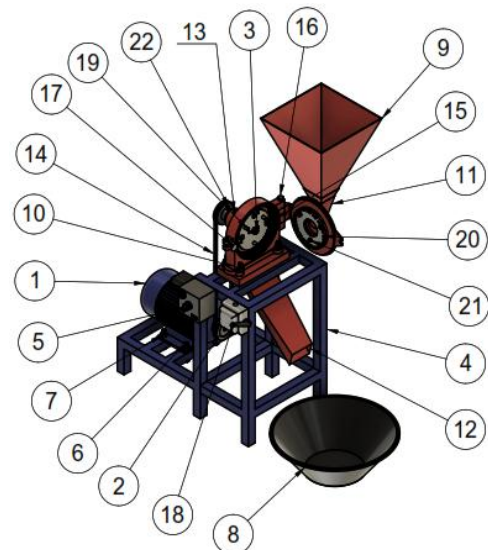
Gambar Diagram Alir Penelitian dapat di jelaskan secara detail sebagaimana terlihat pada Gambar 3.1.



Gambar 3. 1 Diagram Alir Penelitian

### Desain Alat Penggiling Kulit Ari Kedelai

Desain Alat Penggiling Kulit Ari Kedelai di tunjukan pada gambar 3.2 di bawah ini.



Gambar 3. 2 Desain Alat Penggiling Kulit Ari Kedelai

Spesifikasi Alat:

1. Motor Listrik
2. *Pulley* 3 Inchi
3. Poros
4. Rangka
5. *Dimmer Speed Controller*
6. Baut M12
7. Mur M12
8. Bak Penampung
9. *Hopper*
10. *Houshing* Penggiling
11. Corong Penghubung
12. Corong Keluar





13. Bearing
14. *V-Belt*
15. Saringan 0,5 mm
16. Pengunci Engsel
17. Pengunci Pintu
18. *Saklar Switch ON/Off*
19. Piringan Bergerak
20. Piringan Diam
21. Baut M10
22. Baut Pulley

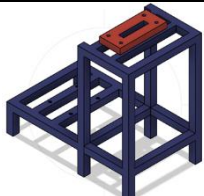
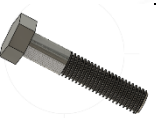
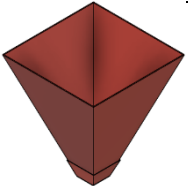
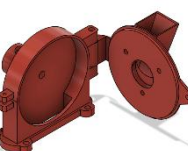
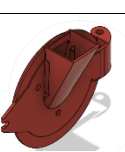
#### Alat dan Bahan

Pada perancangan alat membutuhkan beberapa alat dan bahan untuk merakit alat penggiling kulit ari kedelai. Tabel Alat dan Bahan di tunjukan pada Tabel 3.1 dan 3.2 di bawah ini.

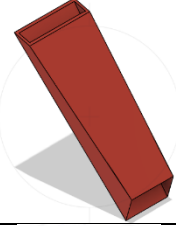
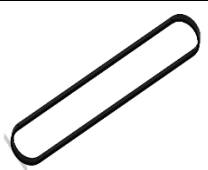
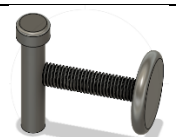
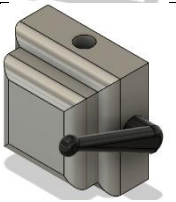
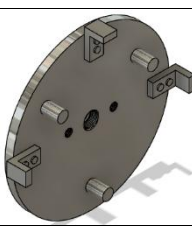
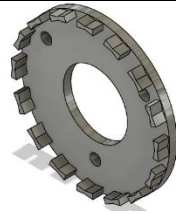
**Tabel 3. 1 Alat**

| No. | Alat                                    | Gambar                                                                              |
|-----|-----------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Mesin Las Lakoni Falcon 120E            |    |
| 2.  | Mesin Bor <i>cordless</i> / bor baterai |   |
| 3.  | Gerinda Tangan                          |  |
| 4.  | Kunci pas/ Ring                         |  |
| 5.  | Obeng dan Tang                          |  |
| 6.  | Meteran                                 |  |
| 7.  | Jangka Sorong                           |  |
| 8.  | Mistar Baja Siku                        |  |

**Tabel 3. 2 Bahan**

| No. | Bahan                          | Gambar                                                                                |
|-----|--------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------|
| 1.  | Motor Listrik                  |    |
| 2.  | <i>Pulley</i>                  |    |
| 3.  | Poros                          |    |
| 4.  | Rangka                         |    |
| 5.  | <i>Dimmer Speed Controller</i> |   |
| 6.  | Baut M12                       |  |
| 7.  | Mur M12                        |  |
| 8.  | Bak Penampung                  |  |
| 9.  | <i>Hopper</i>                  |  |
| 10. | <i>Housing Penggiling</i>      |  |
| 11. | Corong Penghubung              |  |



|     |                       |                                                                                     |
|-----|-----------------------|-------------------------------------------------------------------------------------|
| 12. | Corong Keluar         |    |
| 13. | Bearing               |    |
| 14. | V-Belt                |    |
| 15. | Saringan 0,5 mm       |    |
| 16. | Pengunci Engsel       |   |
| 17. | Pengunci Pintu        |  |
| 18. | Saklar Switch Onn/Off |  |
| 19. | Piringan Bergerak     |  |
| 20. | Piringan Diam         |  |
| 21. | Baut Pulley           |  |

### Proses Perakitan Alat Penggiling Kulit Ari Kedelai

Tahapan perakitan alat penggiling kulit ari kedelai dengan kapasitas corong penampung (*hopper*) 1 kg di lakukan setelah semua komponen disiapkan dan dinyatakan siap pakai. Proses ini bertujuan menyatukan bagian mekanis dan elektris menjadi satu sistem yang berfungsi optimal. Berikut adalah langkah-langkah tahapan perakitan:

1. Pembuatan Rangka: Rangka di buat dari besi hollow hitam berukuran 3 x 3 cm dengan ketebalan 2 mm. perakitan di lakukan menggunakan mesin las listrik model Falcon 120E. sebelum melakukan pengelasan di lakukan pemotongan besi *hollow* sesuai dengan ukuran desain gambar yang telah di buat, setelah pengelasan sambungan di ratakan dengan gerinda tangan nirkabel untuk merapikan hasil pengelasan kemudian di dempul.
2. Pembuatan *Hopper*: *Hopper* di buat dari plat besi berukuran 30x30x30 cm dengan ketebalan 1,2 mm. perakitan di lakukan menggunakan mesin las listrik model Falcon 120E. sebelum di lakukan pengelasan plat di potong sesuai ukuran yang telah di desain yaitu 30 x 30 x 30 cm setelah itu di potong miring dari atas ke bawah dengan dimensi bawah *hopper* yaitu 6 x 6 cm. setelah itu di lakukan pengelasan dari keempat potongan plat yang sudah di bentuk hingga terbentuk *hopper* limas dan untuk merapikan di lakukan gerinda pada las lalu di dempul agar *hopper* tidak ada kebocoran atau lubang sedikitpun.
3. Pembuatan Corong Keluar: Corong keluar di buat dari plat besi dengan ketebalan 1,2 mm dengan panjang 30 cm di buat sesuai ukuran yang telah di desain. Corong keluar berfungsi sebagai tempat keluarnya kulit ari kedelai yang sudah tergiling halus.
4. Pembuatan *Housing* Penggiling: *Housing* Penggiling di buat dengan Plat besi dengan ketebalan 7 mm dengan diameter 20 cm di buat sesuai ukuran yang telah di desain. *Housing* penggiling berfungsi sebagai pelindung ataupun penutup untuk sistem penggilingan menggunakan piringan dengan Gigi L. proses pembuatan *housing* penggiling membutuhkan ketelitian ukuran agar sesuai dengan sistem penggilingan pada saat berputar.
5. Pemasangan Motor Listrik: Motor AC berkekuatan 1,5 HP di pasang di bagian atas rangka yang sudah di buat dengan memasang mur dan baut pada lubang motor dan rangka yang sudah di bor, motor di hubungkan ke poros utama melalui sistem transmisi *pulley* dan *V-Belt*. Posisi *pulley* pada motor harus sejajar dengan *pulley* pada poros utama agar transfer daya melalui *V-Belt* optimal dan menghindari selip dan ketegangan sabuk yang berlebih. setelah di lakukan pemasangan, kabel motor listrik di hubungkan ke Saklar dan *Dimmer speed controller* sebagai pengatur kecepatan motor.
6. Pemasangan Poros: Poros baja berdiameter 16 mm di pasang ke dalam *Ball Bearing* 6202 yang



sudah terpasang kedalam *housing* piringan penggiling kemudian di kencangkan baut yang berada di dalam *Ball Bearing* 6202, setelah itu di beri pasak dan slip ring sebagai pengunci. *Bearing* berfungsi untuk menjaga poros berputar dengan lancar dan stabil serta menahan beban radial.

7. Pemasangan Piringan Penggiling: Piringan Penggiling yang terbuat dari baja dengan ketebalan 7 mm dengan 3 Gigi L yang berfungsi untuk mensayat atau menggiling bahan yang akan di gilling menjadi bubuk halus. Piringan penggiling di pasang pada poros utama dan di kencangkan menggunakan ring dan Mur.
8. Pemasangan *Pulley* dan *V-Belt*: *Pulley* berdiameter 3 inchi di pasang pada poros motor dan poros utama, di hubungkan dengan *V- Belt* sepanjang 430 mm. ketegangan sabuk di sesuaikan agar tidak longgar atau ketat, untuk mencegah selip atau aus cepat. Setelah pemasangan pada *Pulley* dan *V-Belt* selesai di lanjut pada pemasangan Sistem Listrik.
9. Pemasangan Sistem Listrik: Sistem listrik mencakup saklar utama ( *Cam Starter TOFUDA*), *Dimmer AC*, dan motor penggerak. Kabel penghubung terbuat dari konduktor tembaga berisolasi PVC yang tahan panas. Saklar di hubungkan pada *Dimmer* yang sudah terhubung pada Motor penggerak, Setelah itu *Saklar* dan *Dimmer* di pasang di samping rangka atas untuk memudahkan pengaturan kecepatan dan pengoperasian pada mesin penggiling.
10. Finishing dan Uji Awal  
Setelah perakitan, di lakukan pengecekan ulang terhadap kekencangan baut, mur, tegangan sabuk, motor listrik, piringan penggiling dan fungsi *dimmer*. Uji awal di lakukan tanpa beban untuk memastikan alat berputar stabil sebelum di gunakan untuk pengujian sampel.

#### Mekanisme Alat Penggiling Kulit Ari Kedelai

Alat ini beroperasi berdasarkan piringan penggiling bergerak dengan 3 Gigi L yang berputar secara cepat dan piringan penggiling diam bergerigi yang menjadikan bahan uji kulit ari kedelai terjepit atau tersayat dan bisa tergiling halus.

1. Siapkan Sampel  
Sampel kulit ari kedelai yang sudah di keringkan di timbang dengan berat 1 kg sebagai bahan uji. Pengeringan bertujuan mengurangi kadar air agar proses penggilingan lebih efisien dan tidak menyebabkan lengket pada piringan.
2. Pengaturan dan Operasi  
Pintu *housing* Piringan penggiling ditutup untuk penggilingan halus, lalu operator menghidupkan alat via *saklar* utama ( *Cam Starter TOFUDA*) dan menyesuaikan laju motor *AC* dengan *dimmer*. *Dimmer* mengontrol tegangan ke motor, memungkinkan putaran antara 0 - 2800 rpm dan sampel kulit ari kedelai yang sudah di timbang di masukkan ke dalam *hopper*.
3. Transmisi daya dan Putaran Rotor

Daya dari motor ditransfer ke poros utama melalui *pulley* dan *V-belt*, mengubah energi listrik menjadi mekanik untuk memutar rotor. *Bearing* menopang poros agar putaran lancar dan stabil tanpa gesekan berlebih.

#### 4. Proses Penggilingan

Saat rotor berputar, Piringan penggiling bergerak akan berputar dan Piringan Penggiling diam yang bergerigi akan berada di atas 3 Gigi L yang menjadikan bahan uji yang jatuh dari *hopper* ke dalam celah piringan penggiling akan terjepit atau tersayat oleh gigi-gigi penggiling, bahan uji yang tergiling halus kemudian melewati saringan berukuran 0,5 mm dan keluar melalui corong keluar menuju wadah penampung.

#### 5. Pengamatan Hasil

Alat di matikan setelah bahan uji kulit ari kedelai sudah habis pada corong penampung (*hopper*) dan sudah tergiling halus. Hasil di evaluasi berdasarkan lama waktu penggilingan, hasil giling yang di peroleh dan tingkat kehalusannya.

### HASIL DAN PEMBAHASAN

Gambar Alat Penggiling Kulit Ari Kedelai di tunjukan pada gambar 4.1 di bawah ini.



Gambar 4. 1 Alat Penggiling Kulit Ari Kedelai

Perancangan alat penggiling kulit ari kedelai dengan kapasitas corong penampung (*hopper*) 1 kg di lakukan berdasarkan kajian literatur dan kebutuhan fungsional. Proses perancangan meliputi penyusunan konsep desain, pemilihan komponen utama, dan perhitungan teknis untuk memastikan kinerja yang efisien dan aman. Desain dibuat ergonomis dan hemat ruang, dengan perhatian khusus pada keseimbangan sistem penggiling dan kekuatan rangka pada kecepatan tinggi. Komponen seperti motor *AC*, poros, *pulley*, dan *bearing* dipilih sesuai kapasitas beban 3 kg agar mampu menahan piringan penggiling dan bahan uji tanpa getaran berlebih. Sistem transmisi menggunakan *pulley* dan *V-Belt* karena mudah dipasang dan memungkinkan pengaturan kecepatan melalui *dimmer motor speed controller*.

#### 1. Perhitungan *Hopper*

untuk mengetahui ukuran *Hopper* dengan kapasitas 1 kg kita harus mengetahui massa dan



densitas pada kulit ari kedelai berdasarkan rumus 2.1 :

Diketahui:

Massa: 1 Kg = 1000 gram

Densitas: 0,1153 g/cm<sup>3</sup>

Maka volume *hopper* yaitu:

$$V = \frac{m}{\rho}$$

$$V = \frac{1000}{0,1153} = 8673,03 \text{ cm}^3$$

Nilai volume ini merupakan kapasitas volume dalam *hopper* limas, volume *hopper* limas tidak boleh kurang dari perhitungan yaitu 867,67 cm<sup>3</sup> atau 8,67 Liter.

## 2. Perhitungan Motor Listrik

Diketahui:

$P = 1100 \text{ Watt}$

$n = 2800 \text{ RPM}$

Maka, torsi motor menggunakan rumus 2.3 yaitu:

$$T = \frac{P}{n \times \frac{2 \times \pi}{60}}$$

$$T = \frac{1100}{2800 \times \frac{2 \times 3,14}{60}}$$

$$T = 3,75 \text{ N.m}$$

Torsi motor yang dihasilkan dinilai mencukupi untuk menggerakkan sistem rotor dengan beban maksimal 3 kg tanpa mengalami penurunan kinerja.

Menentukan daya motor berdasarkan rumus 2.2:

Diketahui:

$n = 2800 \text{ RPM}$

$$P = \frac{T \cdot n}{9550}$$

$$P = \frac{3,231 \times 2800}{9550}$$

$$P = 1,1 \text{ kW} = 1100 \text{ Watt} = 1,5 \text{ HP}$$

Hasil ini menunjukkan bahwa daya motor yang di gunakan telah sesuai dengan kebutuhan sistem dan masih berada dalam batas aman operasi.

## 3. Perhitungan Poros

Untuk menentukan poros pertama kita harus mengetahui torsi yang di butuhkan berdasarkan rumus 2.6 :

Diketahui:

$p = 1,1 \text{ kW}$

$n_1 = 2800 \text{ RPM}$

Maka momen puntirnya yaitu:

$$T = \frac{60 \times p}{2 \times \pi \times n_1}$$

$$T = \frac{60 \times 1100}{2 \times 3,14 \times 2800}$$

$$T = 0,004 \text{ N.m}$$

Torsi yang relatif kecil ini mengindikasikan bahwa beban puntir pada poros tidak besar sehingga poros dapat bekerja dengan aman pada putaran tinggi.

Menghitung tegangan geser berdasarkan rumus 2.7:

Di ketahui:

$d = 16 \text{ mm}$

$T = 0,004 \text{ N.m} = 4 \text{ N.mm}$

Maka, tegangan geser yaitu:

$$\tau = \frac{16 \cdot T}{\pi \cdot d^3}$$

$$\tau = \frac{16 \times 3}{3,14 \times 16^3}$$

$$\tau = 0,003 \text{ N.mm}^2$$

Tegangan geser yang terjadi jauh lebih kecil dibandingkan tegangan izin material, sehingga poros dinyatakan aman terhadap kegagalan geser. Menghitung tegangan geser yang diizinkan berdasarkan rumus 2.8:

Diketahui:

$$\sigma_B = 1 \frac{\text{kg}^2}{\text{mm}} = 9,806 \frac{\text{N}}{\text{mm}^2}$$

Maka, tegangan yang di izinkan yaitu :

$$\tau_\alpha = \frac{\sigma_B}{Sf1 \times sf2}$$

$$\tau_\alpha = \frac{9,806}{2 \times 2}$$

$$\tau_\alpha = 2,45 \text{ N/mm}^2$$

Nilai tegangan geser izin ini memberikan faktor keselamatan yang cukup besar terhadap beban kerja aktual poros.

Menghitung diameter poros berdasarkan rumus 2.5:

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times T}{\pi \times \tau_{ijin}}}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{16 \times 3}{3,14 \times 2,45}}$$

$$d = 1640$$

Dari hasil yang didapatkan adalah 1640. Namun agar poros lebih aman kita bulatkan jadi 16 mm, desain poros memenuhi kriteria kekuatan dan kestabilan untuk menopang rotor dan beban selama proses sentrifugasi.

## 4. Perhitungan Bearing

Untuk Menentukan umur nominal bearing kita harus mengetahui Beban Ekuivalen berdasarkan rumus 2.9 :

Diketahui :

$Fr = 2 \text{ kg} = 19,62 \text{ N}$

$Fa = 1 \text{ kg} = 9,81 \text{ N}$

$X = 0,56$

$Y = 1,63$

Maka Beban Ekuivalennya yaitu;

$$P = (X \cdot Fr) + (Y \cdot Fa)$$

$$P = (0,56 \times 19,62) + (1,63 \times 9,81)$$

$$P = 26,97 \text{ N}$$

Menghitung Umur nominal  $L_h$  berdasarkan rumus 2.10 :

Diketahui:

$P = 2,75 \text{ kg} = 26,97 \text{ N}$

$n = 2800 \text{ rpm}$

$C = 525 \text{ kg} = 5154 \text{ N}$

$$L = \left(\frac{C}{P}\right)^3$$

$$L = \left(\frac{5154}{26,97}\right)^3 = (190,7)^3 = 6,93 \times 10^{12}$$

Menghitung umur operasi dalam jam ( $L_h$ ) :

$$L_h = 10^6 \cdot \frac{L}{60 \times n}$$

$$L_h = 10^6 \cdot \frac{6,93 \times 10^{12}}{60 \times 2800}$$

$$L_h = 4,13 \times 10^7 \text{ jam}$$

$$L_{na} = 0,0003 \times 4,13 \times 10^7$$





$$L_h = 1,24 \times 10^4 \text{ jam} = 12.400 \text{ jam}$$

Untuk umur nominal Bearing berarti sama dengan 1,4 Tahun.

5. Perhitungan *Pulley*

Menentukan diameter pulley berdasarkan rumus

2.11: Diketahui:

$$dp_A = 3 \text{ inchi} = 76,2 \text{ mm}$$

$$n_1 = 2800 \text{ rpm}$$

$$n_2 = 2800 \text{ rpm}$$

Maka diameter pulley yang di butuhkan yaitu:

$$dp_B = \frac{n_1}{n_2} dp_A$$

$$dp_B = \frac{2800}{2800} 76,2$$

$$dp_B = 76,2 \text{ mm}$$

6. Perhitungan *V-Belt*

Menentukan panjang *V-Belt* berdasarkan rumus 2.12:

Diketahui:

$$dp_A = 76,2 \text{ mm}$$

$$dp_B = 76,2 \text{ mm}$$

$$C = 350 \text{ mm}$$

Maka, panjang *V-Belt* yaitu:

$$L = 2 \cdot C + \frac{\pi}{2} (dp_A + dp_B) + \frac{(dp_B - dp_A)^2}{4 \cdot C}$$

$$L = 2 \times 350 + \frac{3,14}{2} (76,2 + 76,2) + \frac{(76,2 - 76,2)^2}{4 \times 350}$$

$$L = 899,39 \text{ mm}$$

$$L = \frac{899,39}{2}$$

$$L = 449,695 \text{ mm} \text{ dibulatkan jadi } 450 \text{ mm}$$

Panjang *V-belt* yang diperoleh sesuai dengan ukuran standar pasaran sehingga memudahkan pengadaan dan pemasangan komponen.

### Hasil Uji Fungsi Alat Penggiling Kulit Ari Kedelai

Setelah proses penggilingan kulit ari kedelai selesai di dapatkan data hasil penggilingan yang tergilang halus dengan tingkat kehalusan 0,5 mm pada kecepatan putar mesin 2400,2600,2800 rpm. Tabel hasil penggilingan kulit ari kedelai dengan kecepatan putar mesin 2400,2600,2800 rpm di tunjukan pada tabel 4.1, 4.2, dan 4.3.

Tabel 4. 1 Kecepatan Putar Mesin 2400 RPM

| Kecepatan Putar (RPM) | Pengujian | Waktu (menit) | Hasil Giling (gram) |
|-----------------------|-----------|---------------|---------------------|
| 2400                  | 1         | 20 menit      | 794 g               |
|                       | 2         | 20.10 menit   | 796 g               |
|                       | 3         | 20.20 menit   | 799 g               |
| Rata-Rata             | -         | 20.10 menit   | 796,33 g            |

Berdasarkan data yang tersaji pada tabel 4.1, dapat diamati bahwa Pada kecepatan putar mesin 2400 rpm, hasil giling menunjukkan peningkatan seiring bertambahnya waktu pengujian. Pada waktu 20 menit, diperoleh hasil giling sebesar 794 gram, menunjukkan proses penggilingan yang stabil namun belum mencapai kapasitas maksimum alat. Pada waktu 20 menit 10 detik, hasil meningkat menjadi

796 gram, menandakan efisiensi giling mulai membaik dengan partikel yang lebih halus lebih banyak. Pada waktu 20 menit 20 detik, hasil mencapai 799 gram, merupakan nilai tertinggi pada kecepatan ini. Menurut Penelitian (Rohman, 2021) durasi yang sedikit lebih lama memberikan hasil yang lebih optimal, walaupun peningkatannya relatif kecil (sekitar 0,6%). Pada kecepatan putar mesin 2400 RPM rata-rata waktu yang di butuhkan 20.10 menit di peroleh hasil giling 796,33 gram. Memberikan hasil penggilingan cukup baik, dengan peningkatan hasil seiring bertambahnya waktu. Gambar hasil giling kecepatan putar mesin 2400 RPM di tunjukan pada gambar 4.2



Gambar 4. 2 Hasil Giling Kecepatan Putar Mesin 2400 RPM

Tabel 4. 2 Kecepatan Putar Mesin 2600 RPM

| Kecepatan Putar (RPM) | Pengujian | Waktu (menit) | Hasil Giling (gram) |
|-----------------------|-----------|---------------|---------------------|
| 2600                  | 1         | 15.10 menit   | 821 g               |
|                       | 2         | 15.25 menit   | 824 g               |
|                       | 3         | 15.45 menit   | 825 g               |
| Rata-Rata             | -         | 15.27 menit   | 823,33 g            |

Berdasarkan data yang tersaji pada tabel 4.2, dapat diamati bahwa Pada kecepatan putar mesin 2600 RPM, hasil giling meningkat lebih signifikan dibandingkan kecepatan sebelumnya. Pada waktu 15 menit 10 detik, diperoleh hasil 821 gram, menunjukkan peningkatan kinerja rotor yang lebih efisien. Pada waktu 15 menit 25 detik menghasilkan 824 gram, menunjukkan kualitas penggilingan yang semakin baik dengan partikel yang lebih homogen. Pada waktu 15 menit 45 detik menghasilkan 825 gram, yang merupakan hasil tertinggi pada kecepatan ini, menunjukkan titik optimum pada durasi sekitar 15–16 menit. Pada kecepatan putar mesin 2600 RPM rata-rata waktu yang di butuhkan 15.27 menit di peroleh hasil giling 823,33 gram, kecepatan putar yang lebih tinggi mempercepat proses penggilingan dan menghasilkan hasil akhir yang halus serta efisien, dengan peningkatan massa hasil sekitar 3,2% dibanding 2400 RPM. Menurut Penelitian (Rohman, 2021) karena semakin besarnya kecepatan putar mesin penggiling maka akan menghasilkan kapasitas giling yang banyak dengan waktu yang cepat. Gambar hasil giling kecepatan putar 2600 RPM di tunjukan pada gambar 4.3.



**Gambar 4. 3** Hasil Giling Kecepatan Putar Mesin 2600 RPM

| Kecepatan Putar (RPM) | Pengujian | Waktu (menit) | Hasil Giling (gram) |
|-----------------------|-----------|---------------|---------------------|
| 2800                  | 1         | 10.30 menit   | 822 g               |
|                       | 2         | 10.40 menit   | 825 g               |
|                       | 3         | 10.55 menit   | 822 g               |
| Rata-Rata             | -         | 10.43 menit   | 823 g               |

**Tabel 4. 3** Hasil Giling Kecepatan Putar Mesin 2800 RPM

Berdasarkan data yang tersaji pada tabel 4.3, dapat diamati bahwa Pada kecepatan putar mesin 2800 RPM, sayatan dan gesekan antarpartikel meningkat tajam. Pada waktu 10 menit 30 detik menghasilkan 822 gram, menunjukkan efisiensi tinggi dalam waktu relatif singkat. Pada waktu 10 menit 45 detik menghasilkan 825 gram, hasil terbaik pada kecepatan ini dan seluruh percobaan, dengan tekstur hasil yang sangat halus dan merata. Pada waktu 10 menit 55 detik justru mengalami sedikit penurunan menjadi 822 gram, kemungkinan disebabkan oleh pemanasan berlebih atau kehilangan bahan halus akibat bahan yang keluar dari corong berterbangan karena kecepatan penggilingan dan lamanya waktu. Pada kecepatan putar mesin 2800 RPM rata-rata waktu yang di butuhkan 10.43 menit di peroleh hasil giling 823 gram hasil optimal dalam waktu singkat. Menurut penelitian (Rohman, 2021) dengan kecepatan putar mesin yang tinggi dan waktu operasi yang terlalu lama dapat menurunkan efisiensi karena peningkatan suhu dan gaya gesek yang berlebihan. Gambar hasil giling kecepatan putar mesin 2800 RPM di tunjukan pada gambar 4.4.



**Gambar 4. 4** Hasil Giling Kecepatan Putar Mesin 2800 RPM

## KESIMPULAN

Penelitian ini berhasil merancang alat penggiling kulit ari kedelai yang dapat bekerja dengan baik dalam melakukan penggilingan kulit ari kedelai yang menghasilkan bubuk halus dengan tingkat kehalusan 0,5 mm. kecepatan putar mesin mempengaruhi hasil penggilingan dan lamanya waktu penggilingan. Pada kecepatan putar mesin 2800 rpm rata-rata waktu yang di butuhkan 10.43 menit di peroleh hasil giling 823 gram, lebih cepat dalam melakukan proses penggilingan sehingga hasil giling yang di peroleh meningkat. Sebaliknya pada kecepatan putar mesin 2400 rpm rata-rata waktu yang di butuhkan 20.10 menit di peroleh hasil giling 796,33 gram, proses penggilingan lebih lama sehingga hasil giling yang di peroleh menurun. Dari hasil tersebut dapat di simpulkan bahwa pada kecepatan putar mesin 2800 rpm termasuk kondisi paling optimal untuk melakukan penggilingan.

## Saran

Untuk kemajuan selanjutnya, di rekomendasikan agar alat di lengkapi dengan Penambahan sistem pengukuran digital, seperti *tachometer* dan *timer* otomatis, agar pengaturan kecepatan dan waktu lebih akurat dan konsisten. Pengembangan sistem kontrol otomatis berbasis *mikrokontroler* untuk meningkatkan kemudahan pengoperasian dan efisiensi kerja alat. Pengujian lebih lanjut dengan variasi jenis bahan kulit ari lainnya, sehingga kinerja alat dapat diketahui secara lebih luas dan aplikatif.

## DAFTAR PUSTAKA

- Adnyana, I. W. B. (2023). Rancang Bangun Mesin Penggiling Biji Kedelai untuk Pembuatan Tahu dengan Kapasitas Hopper 50 Kg. *Politeknik Negeri Bali*, 1–66.
- Anggraini, P., Melita, L. N., Susilowati, T., Billah, M., & Saputro, E. A. (2024). Kajian Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai dan Kulit Durian Sebagai Bahan Pembuatan Biobriket. *Jurnal Ilmiah Giga*, 27(1), 13–22. <https://doi.org/10.47313/jig.v27i1.3715>
- Ardiansyah, Mahmudi, I., & Adjie, A. (2022). *Rancang Bangun Mesin Penggiling Kedelai Pemisah Sari Pati dan Ampas untuk Pembuatan Tahu*. 1–48.
- Dwi Kartikasari, D., Nur Afia, D., Septia Witasari, W., & Mufid, M. (2023). Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai Sebagai Adsorben Asam Lemak Bebas Pada Minyak Jelantah. *DISTILAT: Jurnal Teknologi Separasi*, 9(2), 168–176. <https://doi.org/10.33795/distilat.v9i2.2696>
- Lestari, N. puji, Marhaenanto, B., Wirawan Soedibyo, D., Syafiuddin, Mubarak, A., Ali Fikri, A., & Virendra Wardhana, R. (2025). Pemanfaatan Kulit Ari Kedelai Menjadi Pelet Pakan Ayam Bernilai Tambah Di Desa Biting, Kecamatan Arjasa. *Journal of Community Development*, 4(1), 59–64.
- Masara, M. (2024). Rancang Bangun Mesin Penggiling Biji-Bijian Dengan Menggunakan Dinamo Pompa Air 125 W. *Journal Teknik*, 4(02), 1–87.
- Palupi, B., Rahmawati, I., Fitri Rizkiana, M., Nor, M., & Ilham, M. (2022). Pemberdayaan UKM Industri Tempe Melalui Pengolahan Limbah Kulit Ari Kedelai Menjadi Tepung Kaya Serat di Desa Jambesari Kab.



- Bondowoso. *Jurnal Dedikasi*, 1(1), 1–5.
- Purba, B. A. (2022). Rancang Bangun Mesin Pengupas Kulit Ari Kacang Kedelai. *Jurnal Teknik Mesin*, 1–64.
- Rohman, A. F. (2021). *Pengaruh Variasi Putaran Mesin Pada Penggiling Padi Terhadap Waktu Dan Kualitas Hasil Mutu Beras Dan Tepung Yang Dihasilkan*. 1–48.