
PERANCANGAN MESIN *CRUSHER* KULIT PISANG KEPOK KERING MENJADI SERBUK DENGAN KAPASITAS 20 KG/JAM

Izzul Ilmi Islami

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin

Universitas Muria Kudus

Email: izzulilmi6@gmail.com

Sugeng Slamet

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin

Universitas Muria Kudus

Email: sugengteknik@gmail.com

Akhmad Zidni Hudaya

Fakultas Teknik, Program Studi Teknik Mesin

Universitas Muria Kudus

Email: akhmad.zidni@umk.ac.id

ABSTRAK

Kulit pisang kepok mengandung antioksidan yang tinggi, dimana antioksidan ini dibutuhkan untuk mencegah radikal bebas dalam tubuh. Untuk mendapatkan serbuk halus kulit pisang dibutuhkan mesin *crusher*. Selama ini mesin *crusher* yang ada belum mampu menghasilkan ukuran serbuk yang halus dengan rata-rata lolos *mesh* 50. Tujuan penelitian ini adalah merancang mesin *crusher* kulit pisang kepok kering menjadi serbuk dengan kapasitas mesin 20 kg/jam dan rata-rata lolos 50 *mesh*. Metode yang dilakukan dalam perancangan ini adalah *literature riview*, desain mesin, analisa kebutuhan, perhitungan mesin, simulasi *bending* poros dan simulasi torsi poros. Hasil penelitian ini adalah merancang mesin *crusher* kulit pisang kepok kering menjadi serbuk dengan kapasitas 20 kg/jam dengan lolos 50 *mesh*, kapasitas *hopper* adalah 2 Kg, torsi poros adalah 8,812 N.m, putaran poros adalah 1400 rpm, penggerak motor listrik dengan daya 1752,182 watt, panjang keliling *belt* adalah 1676 mm, diameter poros adalah 45 mm, dimesi keseluruhan mesin adalah 421 mm x 774 mm x 904 mm, simulasi *bending* poros von *misses stress* sebesar 12,001 MPa, dan tegangan maksimum *shear stress* sebesar 1,0889 MPa.

Kata kunci: kulit pisang kepok, desain, mesin *crusher*

ABSTRACT

Kepok banana peel contains high antioxidants, where these antioxidants are needed to prevent free radicals in the body. To get the fine powder of banana peels, a crusher machine is needed. So far, the existing crusher machines have not been able to produce fine powder sizes with an average pass of 50 mesh. The purpose of this research is to design a dry kepok banana peel crusher machine into powder with a machine capacity of 20 kg/hour and an average pass of 50 mesh. The methods used in this design are literature review, machine design, needs analysis, machine calculations, shaft bending simulation and shaft torque simulation. The results of this study are to design a dry kepok banana peel crusher machine into powder with a capacity of 20 kg/hour with a pass of 50 mesh, the hopper capacity is 2 Kg, the shaft torque is 8,812 N.m, the shaft rotation is 1400 rpm, the electric motor drives with a power of 1752,182 watt, the circumference of the belt is 1676 mm, the diameter of the shaft is 45 mm, the overall dimensions of the machine are 421 mm x 774 mm x 904 mm, the simulated bending of the shaft von misses stress is 12,001 MPa, and the maximum shear stress is 1,0889 MPa.

Keywords: banana skin kapok, design, crusher machine

1. PENDAHULUAN

Kulit pisang dalam jumlah yang signifikan setara 40% dari total berat pisang segar, dihasilkan sebagai limbah. Ekastrasi kulit pisang menyimpan senyawa flavonoid, tanin, dan terpenoid. Kadar abu kulit pisang matang mendekati 13,42% [1]. Kadar abu kulit pisang mentah hanya 1,22% [2]. Kulit pisang mengandung antioksidan yang tinggi sebesar 95,14.[3]

Kulit pisang kepok memiliki *bulk density* pada kulit pisang berkisar 0,43 g/ml - 0,58 g/ml. Kopi kulit pisang dapat diproduksi dari kulit mentah dan kulit matang buah pisang kepok. Kopi kulit pisang matang memproduksi rendemen yang lebih rendah tetapi kandungan abu kulit pisang kepok jauh lebih tinggi dibandingkan kopi kulit pisang mentah [4]. Kadar air kulit pisang matang mempunyai kadar air sebesar 92,4%, sedangkan kadar air kulit pisang mentah sebesar 84,9% [5]. Pengembangan sistem *crusher* buah sebagai teknologi pertanian dapat membuat pekerjaan lebih mudah dan menghasilkan *output* yang lebih baik. Pengembangan pertanian harus didukung oleh teknologi untuk kemakmuran pertanian dan kerja masyarakat. Tujuan dari penghancuran adalah mengubah ukuran menjadi lebih kecil dari ukuran semula.

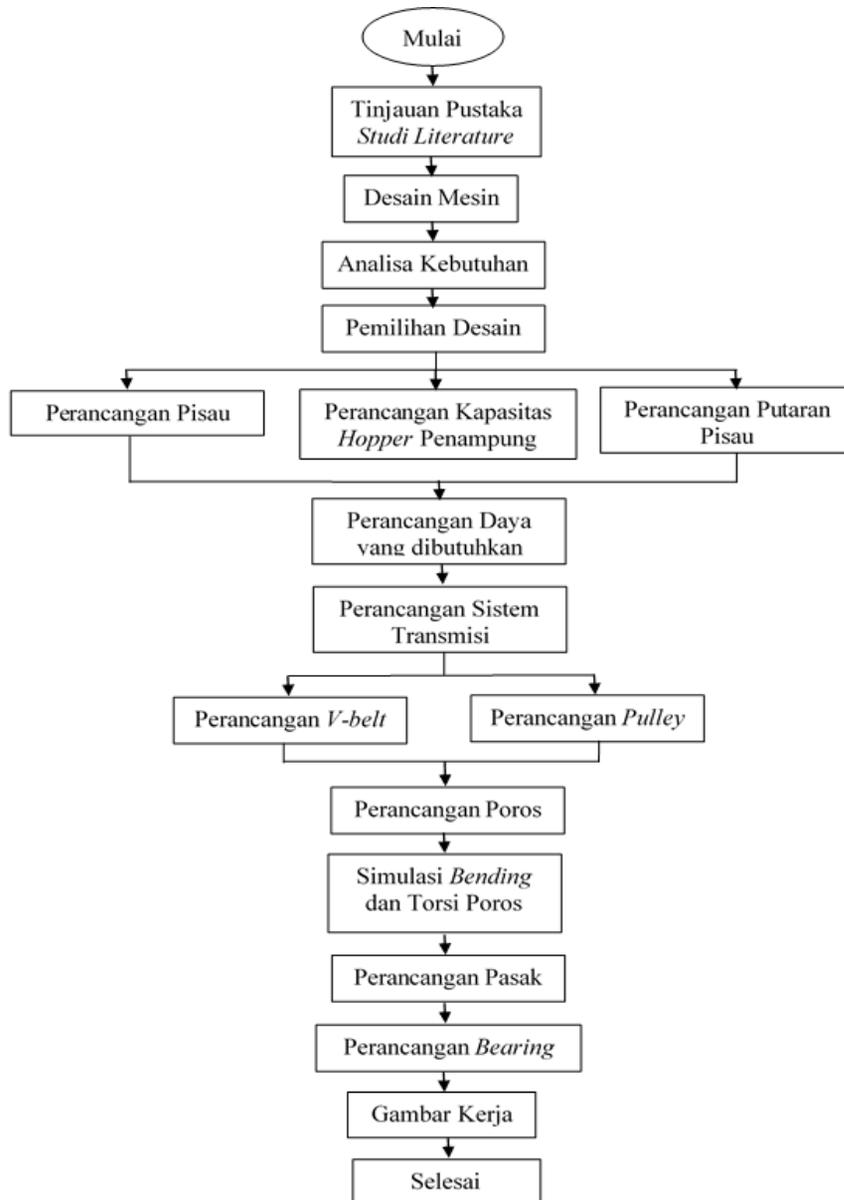
Mesin penghancur kulit manggis berbentuk *vertical* berukuran panjangnya 58 cm, lebarnya 43 cm dan tingginya 63 cm. Penggerakannya memakai motor listrik daya sebesar ¼ HP. Mesin ini terdiri beberapa bagian diantaranya : Rangka, Motor listrik, Plat *stainless*, lubang silinder, mata pisau, *output*, dan sabuk V [6]. Mesin penghancur kulit kopi menggunakan penggerak mesin yaitu motor bensin. Mesin tersebut terdiri beberapa bagian antara lain *hopper* bahan, pisau penghancur, wadah pisau penghancur, rangka mesin, *pillow block*, *pulley* dan *V-belt*, Lubang output bahan. Mekanisme kerja dari mesin ini adalah yang pertama mempersiapkan material kulit kopi kering. Kulit kopi kering dituangkan ke *hopper*. Selanjutnya kulit kopi kering masuk ke ruang penghancur. Setelah bahan menjadi halus akan masuk lubang *output* lalu masuk ke wadah [7].

Mesin penghancur kulit pisang kepok kering menggunakan motor listrik sebesar 0,5 HP, dengan rotasi poros penghancur yaitu 1050 rpm. Hasil pengujian massa kulit pisang kering 500 gram yaitu dalam waktu 1 menit memproduksi 215 gram, waktu 2 menit memproduksi 225,7 gram, waktu 3 menit memproduksi 250,7 gram. Dari rancangan tersebut kapasitas produksi mesin 4,896 Kg/Jam. Alat tersebut memiliki kelemahan yaitu menggunakan saringan 18 *mesh*, sehingga hasil yang keluar dari mesin penghancur masih kasar yang nantinya hendak mempengaruhi proses pemisahan kopi saat proses penyeduhan.[3]

Semakin halus butir serbuk akan memperlebar bidang material yang tersentuh kontak antara butir serbuk dengan pelarut akan bertambah besar dan pelarut juga tidak sulit membelah pembatas sel material, sehingga menyebabkan meningkatnya butir serbuk yang terekstrak [8]. Mesin penepung bentuk piringan lebih banyak untuk bahan penepung rendah serat seperti sereal, Alat penghalusan yang banyak digunakan dalam produksi tepung beras atau kopi. Keuntungan penggilingan bentuk cakram mencaup hasil penggilingan yang *relative* seragam, penyesuaian perbedaan ukuran bahan yang relatif mudah [9].

2. METODOLOGI PENELITIAN

Metode penelitian ini diterapkan sebelum tahap produksi peralatan dimulai sebagai bagian dari pembuatan mesin sesuai spesifikasi. Diagram alir perancangan mesin ditunjukkan pada Gambar 1.

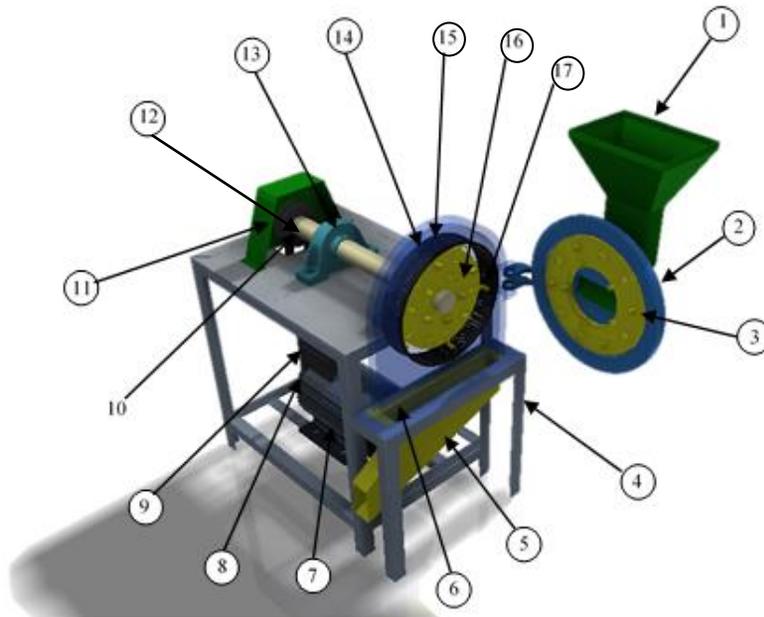


Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1 Desain Mesin

Berdasarkan perbandingan yang telah dibuat, pemilihan konsep sebagai tahap menetapkan dari suatu perbandingan, Konsep yang terpilih adalah konsep kedua karena terdapat 30 mata pisau sehingga mempercepat proses penghancuran, ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Desain Mesin *Crusher* Kulit Pisang Kepok Kering

Komponen yang terdapat pada mesin *crusher* adalah 1) *Hopper*; 2) Tutup Mesin; 3) Pisau Statis; 4) *Frame*; 5) *Output*; 6) *Cover Crusher*; 7) Motor Listrik; 8) *Pulley Bawah*; 9) *V-Belt*; 10) *Pulley Atas*; 11) *Cover Belt dan Pulley*; 12) Poros; 13) *Pillow Block*; 14) *Cover Saringan*; 15) *Saringan*; 16) *Piringan*; 17) *Mata Pisau*.

Mekanisme kerja dari mesin *crusher* akan mulai bekerja setelah motor listrik dinyalakan, sehingga terjadinya rotasi. Gerak putar mesin akan diteruskan ke puli pertama, dan dari puli pertama akan diteruskan ke puli kedua melalui sabuk untuk menggerakkan *shaft*. Perputaran *shaft* maka akan menggerakkan piringan dan mata pisau tunggu sekitar 10 detik agar putaran stabil, kulit pisang kering dituangkan ke *hopper* masuk ke ruang penghancur. Setelah kulit pisang kering di hancurkan maka akan keluar melalui saringan menuju ke *output*.

3.2 Perhitungan Mesin

a. Gaya Pemotongan

Untuk menghitung gaya pemotongan sebagai berikut :

$$F = \tau_{\text{kulit pisang}} \times A \quad (1)$$

Dimana F adalah gaya pemotongan (N), τ adalah tegangan geser bahan (N/m^2), A adalah luas penampang bahan yang dipotong (m^2).

b. Torsi Pemotongan

Untuk menghitung torsi pemotongan sebagai berikut :

$$T = F \times r \quad (2)$$

Dimana T adalah torsi pemotongan (N.m), F adalah gaya pemotongan (N), r adalah jari-jari pisau ke poros (m).

c. Daya Pemotongan

Untuk menghitung daya pemotongan sebagai berikut:

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

Dimana P adalah daya pemotongan (watt), T adalah torsi pemotongan (N.m), ω adalah kecepatan sudut (rad/s).

d. Massa Pisau

Untuk menghitung massa pisau sebagai berikut:

$$M = P.l.t.y \tag{4}$$

Dimana M adalah massa pisau (kg), P adalah panjang pisau (m), l adalah lebar pisau (m), t adalah tinggi pisau (m), y adalah berat jenis pisau (kg/m³).

e. Massa Poros

Untuk menghitung massa poros sebagai berikut:

$$M = \pi \times r^2 \times P \times \rho_{\text{material}} \tag{5}$$

Dimana M adalah massa poros (kg), r adalah jari-jari poros (m), P adalah panjang poros (m), ρ adalah berat jenis material (Kg/m³).

f. Torsi Tanpa Beban

Untuk menghitung torsi tanpa beban sebagai berikut:

$$T = I \times \alpha \tag{6}$$

Dimana T adalah torsi tanpa beban (N.m), I adalah momen inersia (Kg.m²), α adalah percepatan sudut (rad/s²).

g. Panjang Keliling *Belt*

Untuk menghitung panjang keliling *belt* sebagai berikut:

$$L = 2.C + \frac{\pi}{2} (D_2 + d_1) + \frac{1}{4.C} (d_1 - D_2)^2 \tag{7}$$

Dimana L adalah panjang *belt* (m), C adalah jarak sumbu poros (m), D₂ adalah diameter *pulley* poros (m), d₁ adalah diameter *pulley* mesin (m).

h. Daya Rencana

Untuk menghitung daya rencana sebagai berikut:

$$P_d = f_c \times P \tag{8}$$

Dimana P_d adalah daya rencana (watt), f_c adalah faktor koreksi, P adalah daya yang ditransmisikan (watt).

i. Momen Rencana (T)

Untuk menghitung momen rencana sebagai berikut:

$$T = (5252 \times P_d) : N \tag{9}$$

Dimana T adalah torsi (N.m), 5252 adalah ketetapan, P_d adalah daya yang ditransmisikan (HP), N adalah putaran *pulley* motor (rpm).

j. Diameter Poros

Untuk menghitung diameter poros sebagai berikut:

$$d_s \geq \left\{ \frac{5.1}{\tau_r} \times \sqrt{(K_m.M)^2 + (K_t.T)^2} \right\}^{1/3} \tag{10}$$

Dimana d_s adalah diameter poros (m), τ adalah tegangan geser ijin (N/m²), K_m adalah faktor koreksi tumbukan ringan, M adalah momen lentur gabungan (N.m), K_t adalah faktor koreksi lenturan, T adalah torsi rencana (N.m).

k. Tegangan geser yang terjadi

Untuk menghitung tegangan geser yang terjadi sebagai berikut:

$$\tau = \frac{16 \times T}{\pi \times d^3} \text{ N/m}^2 \tag{11}$$

Dimana τ adalah tegangan geser (N/m²), T adalah momen rencana (N.m), d adalah diameter poros (m)

l. Tegangan lentur pada poros

Untuk menghitung tegangan lentur pada poros sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{32 \times M}{\pi \times d^3} \tag{12}$$

Dimana σ adalah tegangan lentur (N/m^2), M adalah momen ($N.m$), d adalah diameter poros (m).

m. Tegangan geser maksimum

Untuk menghitung tegangan geser maksimum sebagai berikut:

$$\tau_{max} = \frac{1}{2} \sqrt{(\sigma)^2 + 4 \tau^2} \tag{13}$$

τ_{max} adalah tegangan geser maksimum (MPa), σ adalah tegangan lentur poros (MPa), τ adalah tegangan geser poros (MPa).

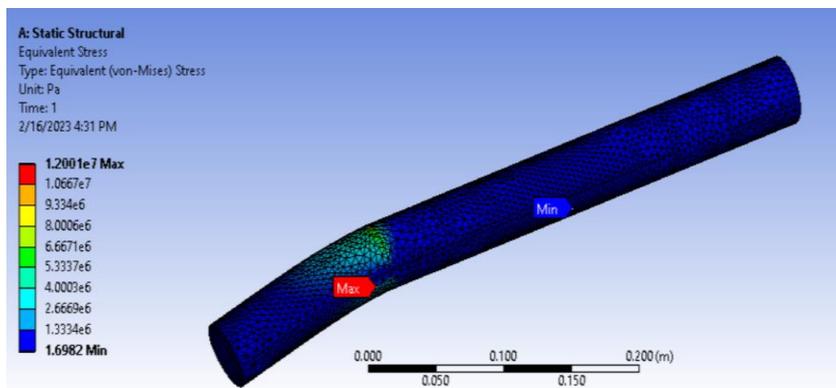
Hasil dari perhitungan desain mesin *crusher* kulit pisang kepok kering ditujukan pada Tabel 1.

Tabel 1. Hasil perhitungan mesin *crusher*

Perhitungan	Hasil
Torsi pemotongan	9,735 N.m
Daya pemotongan	1426,481 watt
Torsi tanpa beban	22,296 N.m
Daya tanpa beban	34,2152 watt
Panjang keliling <i>v-belt</i>	1676 mm
Daya mesin	1752,182 watt
Torsi rencana	8,812 N.m
Diameter poros	45 mm
Tegangan geser ijin	25824278 N/m^2
Tegangan geser yang terjadi	492750,736 N/m^2
Tegangan <i>bending</i> poros	12,8061 MPa
Tegangan geser maksimum	6,421 MPa

3.3 Analisa tegangan *bending* pada poros.

Besar tegangan *von misses stress* pada poros ditujukan pada Gambar 3.

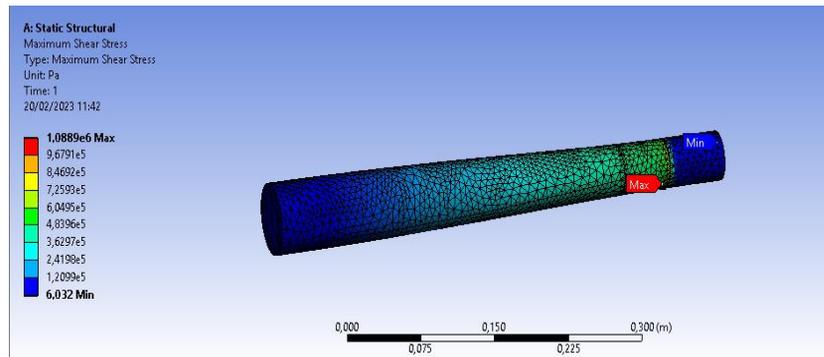


Gambar 3. Analisa tegangan *bending* pada poros

Hasil dari analisa diperoleh tegangan maksimal *von misses stress* sebesar $1,2001e7$ Pa (12,001 MPa) dan tegangan minimum sebesar 1,6982 Pa (1,6982e-6 MPa). Sedangkan hasil perhitungan teoritis sebesar 12,8061 MPa. Sehingga hasil simulasi dan hasil perhitungan secara teoritis kurang dari hasil perhitungan tegangan geser yang diijinkan sebesar 25,824178 MPa. Maka poros dinyatakan aman.

3.4 Analisa torsi pada poros

Besaran tegangan geser maksimum ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Analisa tegangan geser maksimum pada poros

Hasil dari analisa diperoleh tegangan geser maksimum maksimal sebesar $1,0889e6$ Pa (1,0889 MPa) dan tegangan geser maksimum minimal $6,032e5$ Pa (6,032e-6 MPa). Sedangkan hasil perhitungan teoritis sebesar 6,421 MPa. Sehingga hasil simulasi dan hasil perhitungan teoritis kurang dari hasil perhitungan tegangan geser yang diijinkan sebesar 25,824178 MPa. Maka poros dinyatakan aman

4. KESIMPULAN

Berdasarkan pembahasan dan perhitungan secara teoritis yang sudah dilakukan telah dihasilkan perancangan mesin crusher kulit pisang kepok kering menjadi serbuk kapasitas 20 Kg/Jam dengan rata – rata lolos mesh 50, dengan kapasitas *hopper* 2 kg, torsi poros 8,812 N.m, putaran poros adalah 1400 rpm, penggerak motor listrik dengan daya 1752,182 watt, panjang keliling belt adalah 1676 mm, diameter poros adalah 45 mm, dimesi keseluruhan mesin adalah 421 mm x 774 mm x 904 mm, simulasi bending poros *von misses stress* sebesar 12,001 MPa, dan tegangan maksimum *shear stress* sebesar 1,0889 MPa.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Aboul-enein, A. M., dkk. (2016). “*Research Article Identification Of Phenolic Compounds From Banana Peel (Musa Paradisica L .) As Antioxidant And Antimicrobial Agents,*” vol. 8, no. 4, hal. 46–55, 2016.
- [2] Türker, B., Savlak, N., M. Berkel, dan Kaşıkci, M.B. (2016). “*Effect of Green Banana Peel Flour Substitution on Physical Characteristics of Gluten-Free Cakes,*” vol. 4, hal. 197–204, 2016.
- [3] Setiawan, Y., Saparin, dan Wijianti, E. (2020). “*Mesin Penghalus Kulit Pisang Menjadi Bubuk Minuman Kopi,*” *Machine : Jurnal Teknik Mesin*, vol. 6, no. 2, hal. 24–28, 2020, doi: 10.33019/jm.v6i2.1984.
- [4] Mentari, A. B., dkk. (2019). “*Pembuatan Kopi dari Kulit Pisang Kepok (Musa paradisiaca Linn) dan Aktivitas Antioksidannya,*” vol. 3, no. 1, hal. 94–105, 2019.
- [5] Salih, Z. A., dkk. (2017). “*Physicochemical and Functional Properties of Pulp and Peel*

- Flour of Dried Green and Ripe Banana (Cavendish),*” vol. 4, no. 6, hal. 2–7, 2007.
- [6] Junaidin, A., Abdullah, S. H., dan Ridho, R. (2021). “*Designing Vertical Type Mangosteen Leather Penepung Machine,*” vol. 1, no. 2, hal. 33–41, 2021.
- [7] Robbiansyah, A. E. R. (2017). Rancang Bangun dan Uji Performasi Mesin Pencacah Kulit Kopi Kering Untuk Proses Pembuatan Biopellet.
- [8] Ramadhan, R. L dan Maligan, J. M. (2020). “Pengaruh Lama Fermentasi dan Fermentasi dan Kehalusan Bubuk Sajian Tubruk Wine Kopi Arabika (*Coffea arabica*).”
- [9] Rangkuti, P. A., Hasbullah, R. dan Sumariana, K. S. U. (2012). “Uji Performansi Mesin Penepung Tipe *Disc (Disc Mill)* Untuk Penepungan Juwawut (*Setaria Italica (L .) P . Beauvois*),” vol. 32, no. 1, hal. 66–72, 2012.