

PERANCANGAN MESIN PENUMBUK PORANG MENGUNAKAN ROTARY

Moch Zainal Arifin^a, Murjito^a, Daryono^a

^a Faculty of Engineering, University of Muhammadiyah Malang
Jl. Tlogomas No. 246, Malang 65144
Telp. (0354)464318-128 Fax. (0341)460782
e-mail: za5602973@gmail.com

Abstract

Porang tuber (Amorphopallus campanulatus) is a forest plant that began to be developed in Indonesia in 2003. Porang tuber is a local plant which contains 15-64% glucomannan, besides that porang tuber also contains carbohydrates, starch, polylose, and crude fiber which is approx. approximately 14% and 8% respectively. The brown color of porang flour is thought to be due to the presence of many impurities on the surface of the glucomannan granules physically and chemically enzymatic and non-enzymatic browning reactions. In Indonesia, the Porang method is a type of tuber plant, in the form of a bush (herb) which can be found growing in tropical and sub-tropical regions. It has not been widely cultivated and is found growing wild in forests, under bamboo clumps, on river banks and on mountain slopes in damp places. The porang crusher will be driven by a rotary system to distribute power from the motor to the pounder pestle. So that the pounding process occurs continuously and quickly. This pounder has a working principle from circular motion to straight or linear motion. The capacity of the crushing process is determined to be 80 kg/hour with a porang tuber diameter of 5 cm and a weight of 100 grams. rotary will be driven by a shaft that is connected directly to the end of the motor. The center drive will be in direct contact with the rack teeth which converts circular motion into back and forth pounding motion.

Keywords: porang, pounder, rotary

Abstrak

Umbi porang (Amorphopallus campanulatus) merupakan tanaman hutan yang mulai dikembangkan di Indonesia pada tahun 2003. Umbi porang termasuk tanaman lokal yang memiliki kandungan glucomannan 15-64%, selain itu juga umbi porang mengandung karbohidrat, pati, polilosa, dan serat kasar itu kira – kira 14% dan 8% masing – masing. Tepung porang yang berwarna coklat diduga karena masih banyaknya komponen pengotor pada permukaan granula glukomanan secara fisik dan reaksi pencokelatan secara enzimatik dan non enzimatik secara kimiawi. Di Indonesia, metode Porang merupakan salah satu jenis tumbuhan umbi-umbian, berupa semak (herbal) yang dapat dijumpai tumbuh di daerah tropis dan sub-tropis. Belum banyak dibudidayakan dan ditemukan tumbuh liar di dalam hutan, di bawah rumpun bambu, di tepi sungai dan di lereng gunung pada tempat yang lembab. Mesin penumbuk porang akan digerakkan oleh system rotary sebagai penyalur tenaga dari motor menuju alu penumbuk. Sehingga proses penumbukkan terjadi secara kontinyu dan cepat. Pada mesin penumbuk ini mempunyai prinsip kerja dari gerakan melingkar menjadi gerakan lurus atau linier. Kapasitas proses penumbukkan adalah ditentukan 80 kg/jam dengan diameter umbi porang 5 cm dengan berat 100 gram. rotary akan digerakkan oleh poros yang terhubung langsung dengan motor bagian ujungnya. Penggerak bagian tengah akan kontak langsung dengan gigi rack yang mengubah gerak melingkar menjadi gerak maju mundur menumbuk.

Kata Kunci : *porang, mesin penumbuk, rotary*

1. Pendahuluan

Umbi porang (*Amorphophallus campanulatus*) merupakan tanaman hutan yang mulai dikembangkan di Indonesia pada tahun 2003. Umbi porang termasuk tanaman lokal yang memiliki kandungan glucomannan 15-64%, selain itu juga umbi porang mengandung karbohidrat, pati, polilosa, dan serat kasar itu kira – kira 14% dan 8% masing – masing (widari 2018) .

Tepung porang merupakan produk olahan setengah jadi dari umbi porang yang mengalami tahapan proses penepungan dan memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi bila dibandingkan dengan umbi porang. Tepung porang yang memiliki kandungan glukomanan yang sangat tinggi bila dibandingkan varietas umbi sejenis. (Peiyung 2002).

Tepung porang yang berwarna cokelat diduga karena masih banyaknya komponen pengotor pada permukaan granula glukomanan secara fisik dan reaksi pencokelatan secara enzimatik dan non enzimatik secara kimiawi. Di Indonesia, metode penepungan umbi porang saat ini masih terus dikembangkan hingga didapat metode penepungan yang tepat dengan rendemen kadar glukomanan yang tinggi dan kadar oksalat yang rendah.

Penelitian Mustafa (2014) dan Mawarni (2014), melaporkan bahwa tepung porang yang diperoleh dari perlakuan terbaik memiliki kadar glukomanan sebesar 78,23%, nilai viskositas sebesar 25410 c.Ps, kadar kalsium oksalat sebesar 0,89%, derajat putih 69,65 dan rata-rata ukuran partikel 180-322,7 μm . Penelitian yang telah dilakukan tersebut masih belum dapat mencapai tingkat kemurnian dari tepung porang yang lebih baik dengan rendemen kadar glukomanan yang lebih tinggi dan kadar oksalat yang rendah.

Dengan beberapa penelitian yang telah dijelaskan diatas maka pada perancangan ini mengambil judul tentang porang untuk meningkatkan hasil penepung yang lebih baik dengan judul Perancangan mesin penumbuk porang menggunakan rotary.

2. Metodologi

2.1 Flowchart Perancangan



Gambar 1. Diagram Alir Perancangan

2.2 Marfologi

Setelah fungsi diuraikan menjadi sub-sub fungsi, maka dengan menggunakan metode morfologi bisa ditemukan alternatif-alternatif konsep produk. Metode morfologi adalah menggunakan metode yang sistematis, dan prosedur yang mudah diikuti. Langkah-langkahnya diuraikan sebagai berikut:

No	Variable	Varian		
		1	2	3
1	Kerangka	 Besi siku	 Besi bulat	 Besi kotak
2	Gigi penggerak	 Spur gear	 Rack Pinion	 Milock puli
3	Gearbox	 Spur gearbox	 Helical gearbox	 Bevel gearbox
4	Motor penggerak	 Motor daya tinggi	 Motor daya rendah	

Gambar 2. Marfologi

Varian Konsep

- Konsep 1: 1.1 + 2.2 +3.1 + 4.2
- Konsep 2: 1.2 + 2.3 + 3.2 +4.2
- Konsep 3: 1.3 + 2.2 + 3.1 +4.1

Konsep desain mesin dibuat sebanyak jumlah anggota team berdasarkan pikiran dan trancangan individu. Berilah alas an-alasan bahwa mesin yang dirancang memiliki keunggulan-keunggulan yang pantas diketengahkan.

Dari beberapa konsep desain tersebut, berilah nilai setiap alternatif terhadap setiap kriteria evaluasi. Kemudian pilih konsep desain yang paling optimal.

Kriteria penilaian yang ditetapkan untuk mesin adalah sebagai berikut :

1. Kuat dan tahan lama, diharapkan mesin memiliki umur yang panjang (tak hingga) sehingga akan meminimalisir biaya perbaikan.
2. Mudah dalam pembuatan, diharapkan anggota bisa memproduksi sendiri dan tidak mengeluarkan banyak biaya.
3. Mudah dioperasikan, mesin dirancang agar mudah dalam pengoperasiannya.
4. Ukuran penumbuk diperhitungkan agar tidak mengganggu pengendara di jalan.
5. Biaya pembuatan, mesin dirancang agar tidak memakan biaya yang mahal.
6. Kapasitas yang dihasilkan menjadi pertimbangan utama, untuk mencapai kapasitas yang telah ditentukan
7. Keamanan penggunaan diperhatikan.
8. Kemungkinan dimassalkan, diharapkan mesin ini bisa dimassalkan dan dipasarkan.
9. Mudah perawatan, diharapkan hasil rancangan mudah dalam perawatannya sehingga dapat bertahan lama.
10. Estetika, diinginkan mesin yang dirancang dalam bentuk yang menarik.

Dari kriteria-kriteria yang telah ditentukan diatas, maka skor penilaian yang sesuai pemenuhan kriteria yang dimiliki masing-masing alternatif konsep mesin ditabelkan sebagaimana table berikut.

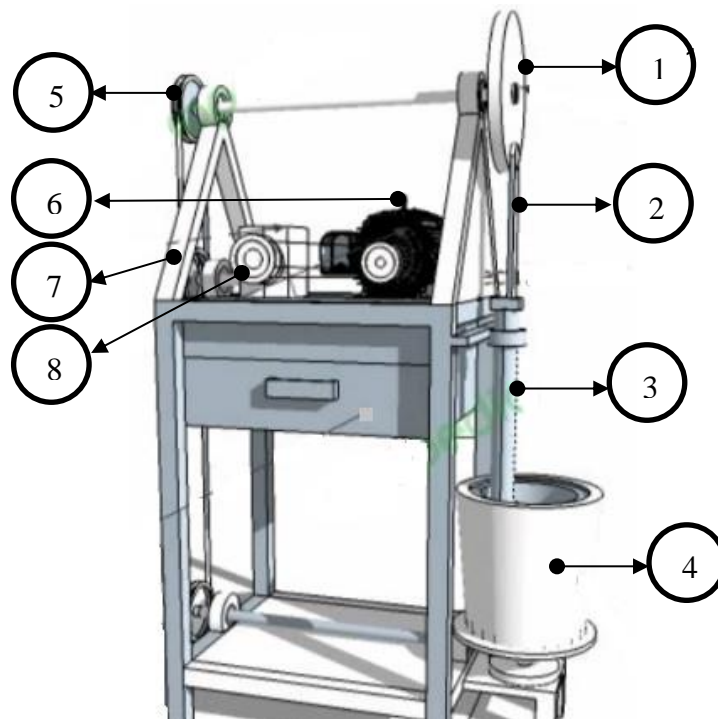
No	Kriteria*	Bobot (a)**	KONSEP					
			Konsep 1		Konsep 2		Konsep 3	
			B	B.a	b	B.a	b	B.a
1	<u>Kuat dan tahan lama</u>	10	80	8	80	8	80	8
2	<u>Mudah dalam pembuatan</u>	10	70	7	70	7	80	8
3	<u>Mudah dioperasikan</u>	10	50	5	50	5	50	10
4	<u>Ukuran blade</u>	10	60	6	70	7	70	7
5	<u>Biaya</u>	10	70	7	50	5	80	8
6	<u>Daya yang dihasilkan</u>	10	90	9	80	8	85	8,5
7	<u>Penyebaran cahaya</u>	10	80	8	70	7	90	9
8	<u>Dapat dimassalkan</u>	10	80	8	80	8	80	8
9	<u>Mudah perawatan</u>	10	100	10	100	10	100	10
10	<u>Estetika</u>	10	70	7	80	8	80	8
	JUMLAH	100		75		73		80

Tabel 3. Matrik keputusan untuk memilih konsep

Dari evaluasi yang telah dilakukan dengan cara menggunakan matrik keputusan, maka dapat didapatkan konsep yang memiliki jumlah skor paling tinggi menjadikan konsep yang terpilih untuk kemudian dikembangkan ketahap selanjutnya, yaitu tahap perancangan. Berdasarkan tabel 3.1, matriks morfologis mesin penumbuk porang yang dipilih adalah

1. Kerangka yang dipilih adalah besi yang berbentuk kotak yang akan menjadi rangka darimesin penumbuk porang karena mudah dalam proses pembentukan.
2. Gear digunakan untuk merubah gerakan putar menjadi gerakan linier naik turun untuk menumbuk.
3. Dalam system penyaluran tenaga untuk mengurangi kecepatan dari motor penggerak digunakan system gearbox spurgearbox yang paling banyak tersedia dipasaran.
4. Untuk mencapai kapasitas yang telah ditentukan dibutuhkan motor dengan daya yang besar.

2.3 Konsep Desain



Gambar 4. Konsep Desain

Keterangan :

1. Roda pemutar
2. Lengan penggerak
3. Lengan penumbuk
4. Wadah
5. Puli
6. Motor
7. Rangka
8. Gearbox

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Dimensi Wadah Penumbuk

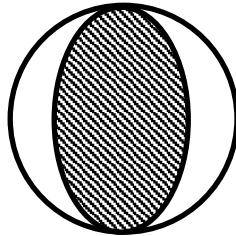
Kapasitas proses penumbukkan adalah ditentukan 80 kg/jam dengan diameter umbi porang 5 cm dengan berat 100 gram.

$$Q = 80 \frac{kg}{jam} = \frac{80 kg}{60} = 1,3 \frac{kg}{menit}$$

Sehingga dalam sekali proses penumbukkan porang berat porang yang ditumbuk adalah 1,3 kg

$$n = \frac{1300 g}{100 g} = 13 \text{ buah porang}$$

Dengan diameter porang sebesar 5 cm maka volume tempur penumbuk sebagai berikut:



Gambar 1. Bentuk porang

$$V = \frac{4}{3} (r)^3$$

$$V = \frac{4}{3} (2,5)^3$$

$$= \frac{4}{3} (2,5)^3$$

$$= 1,3 \text{ cm}^3 \times 15,62 = 21 \text{ cm}^3$$

3.2. Gaya Penumbukkan

Palu penumbuk menggunakan batu penumbuk dengan berat 5 kg sehingga gaya penumbukkan yang terjadi adalah

$$F = m \times g$$

F = gaya penumbuk (N)

m= massa alu (kg)

g= gravitasi (m/s²)

Sehingga :

$$F = m \times g$$

$$= 5 \times 9,81$$

$$= 49,05 \text{ N}$$

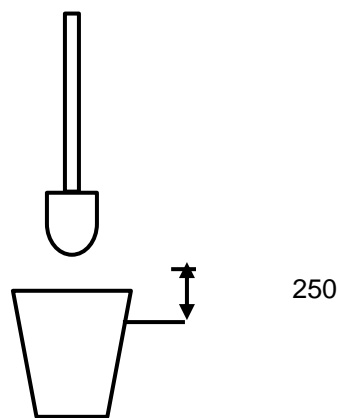
3.3 Torsi yang digunakan untuk menumbuk

Torsi yang dibutuhkan dapat dihitung dengan rumus jika diameter gigi penggerak adalah 150 mm maka :

$$\begin{aligned} T &= F.r \\ &= 49,05 \times 150 \\ &= 7357.5 \text{ Nmm} \end{aligned}$$

3.4 Kecepatan Penumbukkan

Massa dari alu adalah sebesar 5 kg dengan jarak alu dengan wadah penumbuk adalah sebagai berikut:

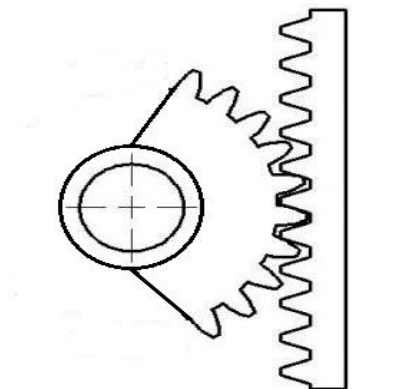


Gambar 2. Jarak alu dan wadah penumbuk

Sehingga kecepatan penumbukkan dapat diketahui menggunakan persamaan berikut:

$$\begin{aligned} V &= \sqrt{2gh} \\ V &= \sqrt{2(9,8)(0,25)} \\ &= 2,2 \text{ m/s} \end{aligned}$$

3.5 Kecepatan putar roda gigi penggerak



Gambar 3. Gambar Rack pinion gear

$$\begin{aligned}n &= \frac{V \cdot 60}{2\pi r} \\&= \frac{2,2 \cdot 60}{2\pi(0,075)} \\&= \frac{132}{0,47} \\&= 280 \text{ Rpm}\end{aligned}$$

3.6 Daya Penumbuk

Daya motor yang digunakan untuk menumbuk dapat dihitung menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}P &= \frac{T \times n}{9550} \\&= \frac{7357,5 \times 280}{9550} \\&= 215,72 \text{ watt} = 0,2 \text{ kW}\end{aligned}$$

3.7 Perhitungan poros

Momen torsi yang terjadi pada poros dapat diketahui menggunakan persamaan :

$$\begin{aligned}T &= 9,74 \times 10^5 \frac{pd}{n} \\&= 9,74 \times 10^5 \frac{0,2}{280} \\&= 695,71 \text{ kgmm}\end{aligned}$$

Material poros yang digunakan adalah material St 37 dengan tegangan Tarik bahan $\sigma_b = 37 \frac{kg}{mm^2}$ dengan Sf = 6. Tegangan geser yang diizinkan (τ_i) dapat dihitung berdasarkan rumus:

$$\begin{aligned}\tau_i &= \frac{\sigma_b}{S_f} \\&= \frac{37}{6} = 6,16 \frac{kg}{mm^2}\end{aligned}$$

Sehingga :

$$\begin{aligned}ds &= \left[\frac{5,1}{\tau_i} \cdot Kt \cdot Cb \cdot T \right]^{\frac{1}{3}} \\&= \left[\frac{5,1}{6,16} \cdot 3 \cdot 2 \cdot 695,71 \right]^{\frac{1}{3}}\end{aligned}$$

$$= \left[\frac{5,1}{6,16} \cdot 4174,26 \right]^{\frac{1}{3}}$$

$$= [3455,96]^{\frac{1}{3}}$$

$$= 15 \text{ mm}$$

3.8 Perhitungan transmisi

Dari perhitungan diatas dipilih motor penggerak dengan tipe PK GL , 0,2 Hp dengan rpm 1500 sehingga :

$$i = \frac{n_1}{n_2}$$

$$i = \frac{1500}{280} = 1:5$$

3.9 Perhitungan Bearing

Diameter nominal poros hasil perhitungan sebesar 15 mm,dengan demikian

	Boundary dimensions (mm)			Basic load ratings (kN)		Limiting speeds (min ⁻¹)				Bearing No.					(Refer.) Mass Open type (kg)	
	d	D	B	r min.	C _r	C _{0r}	Grease lub.		Oil lub.		Open	Shielded ZZ	Sealed 2RU	2RD		2RS
							[Open Z, ZZ RU, 2RU]	(RD, 2RD)	(RS, 2RS)	[Open Z]						
10	19	5	0.3	1.70	0.84	37 000	-	-	43 000	6800	ZZ	-	-	-	0.005	
	22	6	0.3	2.70	1.25	34 000	-	-	41 000	6900	ZZ	-	-	-	0.010	
	26	8	0.3	4.55	1.95	31 000	-	19 000	36 000	6000	ZZ	2RU	-	2RS	0.019	
	30	9	0.6	5.10	2.40	24 000	-	16 000	29 000	6200	ZZ	2RU	-	2RS	0.032	
	35	11	0.6	8.10	3.45	22 000	-	16 000	27 000	6300	ZZ	2RU	-	2RS	0.053	
12	21	5	0.3	1.90	1.05	33 000	-	-	39 000	6801	ZZ	2RU	-	-	0.006	
	24	6	0.3	2.90	1.45	31 000	-	-	36 000	6901	ZZ	2RU	-	-	0.011	
	28	7	0.3	5.10	2.40	27 000	-	-	32 000	16001	-	-	-	-	0.024	
	28	8	0.3	5.10	2.40	27 000	-	17 000	32 000	6001	ZZ	2RU	-	2RS	0.022	
	32	10	0.6	6.80	3.05	22 000	20 000	15 000	27 000	6201	ZZ	2RU	2RD	2RS	0.037	
15	37	12	1	9.70	4.20	20 000	18 000	15 000	25 000	6301	ZZ	2RU	2RD	2RS	0.060	
	24	5	0.3	2.10	1.25	28 000	-	-	33 000	6802	ZZ	2RU	-	-	0.007	
	28	7	0.3	4.30	2.25	26 000	-	-	30 000	6902	ZZ	2RU	-	-	0.017	
	32	8	0.3	5.60	2.85	23 000	-	-	28 000	16002	-	-	-	-	0.025	
	32	9	0.3	5.60	2.85	23 000	-	14 000	27 000	6002	ZZ	2RU	-	2RS	0.030	
15	35	11	0.6	7.65	3.75	20 000	18 000	13 000	24 000	6202	ZZ	2RU	2RD	2RS	0.045	
	42	13	1	11.4	5.45	17 000	15 000	12 000	20 000	6302	ZZ	2RU	2RD	2RS	0.082	

Bantalan dipilih dengan nomor kode 6802 dengan ukuran d : 15 mm, D: 24 mm, B : 5 mm, r = 0.3 mm, Kapasitas nominal dinamis spesifik C : 2100 kg dan Kapasitas nominal statik spesifik sebesar 1250 kg.:

1. Gaya aksial Fa adalah gaya reaksi tumpuan pada bantalan akibat momen puntir. Momen puntir terjadi sebesar 695,71 kgmm, dengan demikian, Gaya radial F = M/r = 695,71 / 75 = 9,2 kg. Sedangkan gaya aksial sebesar berat total pengaduk dan poros sebesar 1,447 kg ≈ 1,5 kg
2. Perhitungan rasio Fa/C₀

$$\frac{F_a}{C_0} = \frac{1,5}{2100} = 0,000714$$

3. Perhitungan rasio $F_a/(VF_r)$

$$\frac{F_a}{VF_r} = \frac{1,5}{1 \times 9,2} = 0,16 > e = 0,00087$$

4. Karena nilai rasio lebih dari e maka factor $x = 0,56$ dan $Y = 2,30$ dengan ini digunakan untuk menghitung beban ekuivalen sebagai berikut:

$$P = XV_{F_r} + YF_a$$

Sehingga :

$$P = 0,56 (1) (9,2) + 2,30 (1,5) = 8,6 \text{ kg}$$

5. Faktor Kecepatan f_n

$$f_n = \left(\frac{33.3}{n}\right)^{1/3} = \left(\frac{33.3}{280}\right)^{1/3} = 0.5$$

6. Faktor umur bantalan f_h

$$f_h = f_n \frac{C}{P} = 0.5 \frac{1250}{8,6} = 72$$

7. Umur bantalan L_h

$$L_h = 500 \times f_h^3$$

$$L_h = 500 \times 72^3 = 191917555 \text{ jam}$$

4. Kesimpulan

1. Komponen penumbuk rotary terdiri dari alu bagian ujung penumbuk. Terdapat wadahtempat porang bagian bawah. Poros penggerak pada bagian tengah terdapat roda gigi penggerak rack dan pinion.

2. Rotari akan digerakkan oleh poros yang terhubung langsung dengan dengan motor pada bagian ujungnya. Penggerak bagian tengah akan kontak langsung dengan gigi rack yang mengubah gerak melingkar menjadi gerak maju mundur menumbuk.

Daftar Pustaka

- [1] Akash Santosh Pawar. 2021. Design and Analysis of Rotor Assembly of Hammer Mill Machine. *International Journal of Engineering and Management Research*, Pune University, vol 11, 2394-6962.
- [2] Baiq Farhatul Wahidah., Norma Afiati., Jumari. 2021. Community Knowledge of *Amorphophallus muelleri* Blume: Cultivation and Utilization in Central Java, Indonesia, *Universitas Diponegoro*, vol 22, 2731-2738.

- [3] D Gultom., K. Oppusunggu., Nurdiana., Mahyunis., Supriadi. 2019. Mesin Penumbuk Melinjo Sistem Alu Vertikal Untuk Pembuatan Emping Kapasitas 30 kg/jam, Institut Teknologi Medan, vol 5, 66-72.
- [4] Ejiroghene Kelly Orhorhoro., Ogehenekevwe Ogehohorie. 2017. Design of Hammer Mill for Crushing of Glass Waste, University of Benin, vol 1.
- [5] Firlia Rosa., Saparin. 2018. Analisa Kecepatan dan Percepatan Poros Eksentrik Mesin Penumbuk Beras Aruk. Universitas Bangka Belitung. 978-603-61545-0-7
- [6] Irina Tetetrina., Igor Ugrumov., Ivan Teterin., and Andrey Korneev. 2021. Research Results on Influence of Hydraulic Hammer Design Parameters, Universitas (SibADI).
- [7] Mohamed., T. H., H., A. Radwan, A. O. Elashhap and M. Y. Adly. 2015. Design and Evaluate of a Small Hammer Mill, vol 5.
- [8] Muhammad Subhan., Zaldy., Kurniawan., Santhy Dwi Krishnaningsih. 2019. Mesin Penumbuk Tepung Mocaf dengan Sistem Rac and Gear, Universitas Bangka Belitung, vol 11, 02.
- [9] Ratri Citta Anindya., Dr. Sri Rahayoe., S.Tp., M.P., Prof. Dr. Ir. Eni Harmayani., M.Sc. 2019. Modifikasi Ekstraksi Glukomanan dari Umbi Porang (*Ammorphophallus oncophyllus*) Segar Dengan Variasi Perlakuan Awal Cara Pengecilan Ukuran dan Penggunaan Ethanol Redistilasi Sebagai Pelarut, Universitas Gadjah Mada.
- [10] Sudjarwo., G. Fransiska., A. Prawita. 2019. Development and Validation Of Visible Spectrophotometric Method for the Determination of Total D - Glucose and D - Mannose Levels Calculated as Glucomannan in Porang Powder (*Ammorphophallus Oncophyllus*) and Konjac Powder (*Ammorphophallus Konjac*), Universitas Airlangga, vol 1.
- [11] Sudeep Kelaginamane., Sridhar D. R. 2015. PLC Based Pneumatic Punching Machine, Moodabidri, vol 3, 76-80.
- [12] S. Khushbu and C. K. Sunil. 2018. Comparative Study on Effect of Shallot Flour as a Thichkener, with Commercially Available Thichkeners on Properties of Low Fat Mayonnaise, Indian Intitute of Food ProcessingTechnology, vol 48, 4401-4407.
- [13] Wawan Tripiawan., Rosad Ma'ali E H., Husni Amani dan Boby Hera Sagita. 2021. Penggunaan Mesin Penumbuk Metode Motor Penggerak Guna Peningkatan Produksi Opak Ketan. Universitas Telkom.