



## **Uji Performansi Mesin Penggiling Tipe *Disc Mill* untuk Penepungan Porang**

### ***Performance Test of Disc Mill Type Grinding Machine for Porang Flouring***

**Agus Sutejo<sup>1\*</sup>, Rafa Andika Putra<sup>1</sup>, Gilang Ramdani<sup>1</sup>, Annastasha Diandra Putri<sup>1</sup>**

<sup>1</sup> Program Studi Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University

\*Corresponding Author: [Agussu@apps.ipb.ac.id](mailto:Agussu@apps.ipb.ac.id)

**Abstract.** *The porang plant is an abundant commodity that has a high chance of becoming an export commodity in the form of fresh tubers, dried chips, and flour. This creates an impetus for processing businesses so a porang tuber flouring machine with good flouring performance is needed. The disc mill type pressing machine is one of the pressing machines that can process porang up to 60- 80 mesh size. This study aimed to analyze and test the performance of the disc mill machine on the results of milling porang. This research was conducted at PT. Daud Teknik Maju Pratama from January to May 2024 using 1 kilogram of porang measuring 1 cm for each treatment. Tests were carried out using three rotational speeds on the disc mill machine (2160 rpm, 2750 rpm, and 3340 rpm). Each treatment was repeated three times. Tests were conducted to obtain data on milling capacity, yield, shrinkage loss, engine power, and milling quality. The performance results showed that the milling capacity of the disc mill machine ranged from 5.96- 9.89 kg/hour. The milling yield value in the 3340 rpm rotational speed treatment was obtained the highest result (91.37%) and the lowest shrinkage (8.63%). The best milling quality results were also obtained in the 3340 rpm rotary speed treatment with the highest value of fine particles 28.54% passing the 80 mesh sieve and the highest percentage reduction in water content of 4.17%. The electric motor power required for disc mill machines with rotating speeds of 2160 rpm, 2750 rpm, and 3340 rpm were 1.0961 kW, 1.3486 kW, and 1.5456 kW, respectively.*

**Keywords:** *Disc Mill, Flouring, Performance Test, Porang, Porang Flour.*

## 1. Pendahuluan

Porang (*Amorphophallus muelleri*) merupakan tanaman yang tergolong pada jenis umbi-umbian. Porang juga dikenal sebagai umbi iles-iles yang merupakan salah satu umbi khas Indonesia. Pada daerah tropis maupun subtropis, tanaman ini dapat tumbuh dengan baik. Tanaman porang banyak ditemui di daerah dengan ketinggian 100-600 mdpl. Porang bisa tumbuh di daerah hutan dikarenakan tidak membutuhkan intensitas cahaya yang tinggi dan cukup 50-60% saja. Tanaman porang tergolong tanaman yang mudah dibudidayakan dan mampu hidup di tanah yang kering berhumus yang memiliki pH netral sebesar 6-7. Berdasarkan informasi, pada tahun 2022 luas areal tanaman porang diperkirakan seluas 47.641 ha. Kementerian Pertanian mendorong agar budidaya tanam umbi porang mampu menyentuh angka 100 ribu ha pada tahun 2024 mendatang.

Umbi porang merupakan salah satu komoditas yang cocok ditanam pada iklim tropis di Indonesia dan berpeluang tinggi menjadi komoditi ekspor. Sebagai komoditi ekspor umbi porang akan dikirim ke berbagai negara dalam bentuk umbi segar, *chip* kering, dan tepung. Tingginya peluang ekspor tersebut dikarenakan terdapat kandungan glukomanan sebagai kandungan utama yang di dalam tanaman porang. Glukomanan merupakan kandungan kimia yang tinggi akan serat mudah larut dalam air, bersifat hidroklorida, dan rendah kalori. Dibandingkan tanaman umbi lain, glukomanan yang terkandung pada tanaman porang memiliki nilai yang paling tinggi. Kandungan glukomanan yang tinggi ini menjadi faktor pemanfaatan tanaman di berbagai bidang seperti produksi pangan, dunia industri, kesehatan, dan keperluan laboratorium kimia (Hidayat *et al.* 2013). Banyak juga kandungan yang bermanfaat lainnya seperti pati, protein, vitamin, dan mineral.

Penepungan menjadi salah satu cara proses pengolahan umbi porang yang bisa dilakukan. Penepungan merupakan proses memperkecil dimensi suatu bahan, di antaranya adalah umbi porang dalam bentuk *chip* atau potongan kecil berukuran 1 cm yang nantinya akan diproses menjadi sebuah tepung porang. Ada dua cara dalam proses pengolahan tepung, pertama dengan cara tradisional yakni menggunakan alat penumbuk dan kedua dengan cara modern yakni dengan melakukan penggilingan mekanik menggunakan mesin penepungan. Pada tepung porang terkandung glukomanan yang sangat tinggi sebesar 64,98% dibandingkan pada umbi porang segar yang hanya 3,58%. Hal tersebut menunjukkan bahwa tepung hasil penggilingan umbi porang memiliki harga jual yang lebih tinggi dibandingkan harga umbi porang segar. Pada tahun 2020 tercatat harga umbi porang sebesar Rp 15.000/kg dan untuk tepung porang sebesar Rp 300.000/kg. Namun harga tersebut mengalami penurunan pada pertengahan 2022, dengan harga untuk umbi porang Rp 2.200/kg dan tepung porang hanya Rp 160.000/kg (Panca 2022).

## 2. Metode Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2024. Pengujian alat dan pengambilan sampel dilakukan di Kabupaten Bogor tepatnya di PT. Daud Teknik Maju Pratama.

### 2.1 Alat dan Bahan

#### 2.1.1 Alat

Alat yang digunakan pada penelitian ini di antaranya:

a. Mesin penepung tipe *disc mill*

Mesin penepungan yang digunakan untuk mengolah butiran umbi porang berukuran 1 cm menjadi tepung.

b. *Clamp meter*

*Clamp meter* digunakan untuk mengukur arus listrik pada motor listrik.

c. *Multitester*

*Multitester* digunakan untuk mengukur tegangan pada motor listrik.

d. *Tachometer*

*Tachometer* digunakan untuk mengukur kecepatan putar (rpm) pada *shell disc mill*.

e. *Moisture meter*

*Moisture meter* digunakan untuk mengukur kadar air bahan sebelum proses penggilingan dan setelah proses penggilingan.

f. *Roll meter* (meter ukur), penggaris, dan jangka sorong

Meter ukur, penggaris dan jangka sorong digunakan untuk mengukur dimensi mesin *disc mill*.

g. *Stopwatch*

*Stopwatch* digunakan untuk mengukur waktu selama proses penggilingan.

h. Timbangan digital

Timbangan digital digunakan untuk mengetahui massa bahan sebelum proses penggilingan dan massa bahan setelah proses penggilingan.

i. Plastik

Plastik digunakan untuk menyimpan sampel tepung glukomanan yang sudah digiling.

j. Ayakan mesh 80

Ayakan mesh 80 digunakan untuk menentukan partikel tepung porang yang sesuai.

k. Alat tulis, *handphone*, dan laptop

Alat tulis, *handphone*, dan laptop digunakan untuk mencatat dan mengolah data hasil penelitian.

### 2.1.2 Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah umbi porang yang telah dipotong menggunakan *crusher* menjadi bentuk butiran porang ukuran 1 cm.

### 2.2 Konstruksi Mesin

Mesin penepung tipe *disc mill* terdiri dari enam bagian utama yaitu *hopper* (kotak masukan), ruang penepungan, kotak keluaran, *chasis* (rangka penyusun), sistem transmisi, motor penggerak.



Gambar 1. Konstruksi mesin penepung tipe *disc mill*

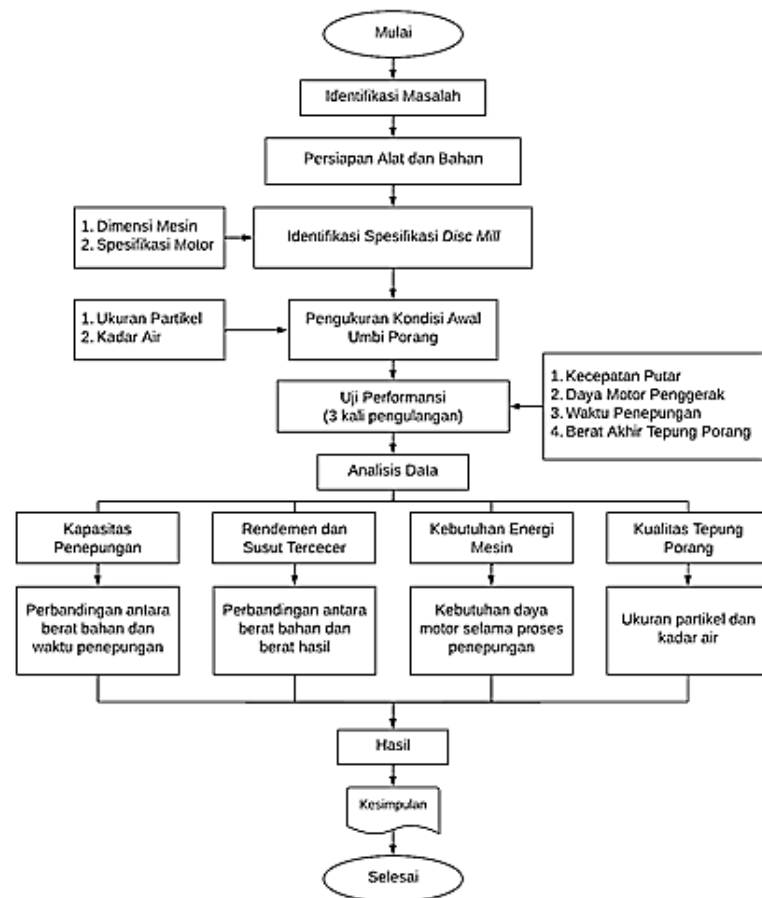
1. *Hopper*

*Hopper* merupakan komponen yang berfungsi sebagai tempat untuk memasukkan atau menyimpan bahan sebelum diproses lebih lanjut. Pada *hopper* dilengkapi lubang dengan sistem

- buka tutup untuk menyalurkan bahan dari *hopper* menuju ruang penepungan.
2. Ruang penepungan  
Ruang penepungan merupakan tempat di mana terjadinya proses penepungan atau penggilingan. Di dalamnya terdapat mekanisme pisau yang menempel pada piringan yang berputar serta terdapat saringan berbentuk lingkaran yang menyelubungi ruang penepungan.
  3. Kotak keluaran  
Kotak keluaran merupakan bagian yang berfungsi sebagai tempat keluarnya bahan setelah diproses dari ruang penepungan dan lolos melewati saringan.
  4. *Chasis*  
*Chasis* berfungsi sebagai rangka utama yang menyusun dan menopang keseluruhan komponen mesin.
  5. Sistem transmisi  
Sistem transmisi yang digunakan pada mesin ini terdiri dari poros, puli, sabuk *V-belt*, dan *bearing*.
    - a. Poros merupakan komponen penggerak yang berfungsi untuk meneruskan daya dari motor ke bagian mekanisme penggilingan. Pada mesin penepungan terdapat satu poros yang terhubung langsung ke *roller* penggilingan.
    - b. Puli berfungsi sebagai tempat dudukan sabuk dan media untuk menyalurkan gaya putar sekaligus pengatur kecepatan putar. Pada mesin *disc mill* menggunakan puli atas berukuran 4 inci, dan puli bawah berukuran 3 inci, 4 inci, dan 5 inci.
    - c. Sabuk *V-belt* berfungsi untuk menghantarkan gaya putar dari puli motor menuju puli poros. Sabuk yang digunakan yaitu *V-belt* tipe B.
    - d. *Bearing* berfungsi sebagai dudukan dan bantalan poros untuk memastikan perputaran berlangsung dengan lancar.
  6. Motor penggerak  
Motor penggerak berfungsi sebagai sumber tenaga utama pada mesin penepungan, yang digerakkan oleh motor listrik tiga fasa dengan daya 5,5 HP. Motor ini bekerja pada tegangan 380 volt dengan daya *output* sebesar 4,1 kW dan memiliki kecepatan putar sebesar 2880 rpm. Motor listrik yang digunakan adalah merek ADK Electric Motor dengan tipe FL-112M-2, berjenis tiga fasa. Spesifikasi lainnya mencakup tegangan 220 V / 380 V, arus 14,2 A / 8,2 A, faktor daya sebesar 0,88, dan kecepatan putar 2880 rpm.

### 2.3 Prosedur Kerja

Tahapan prosedur penelitian secara garis besar ditampilkan melalui bagan alir untuk menentukan performansi mesin penepung tipe *disc mill* yang tertera pada Gambar 2.



Gambar 2. Bagan alir tahapan prosedur penelitian

### 2.3.1 Tahapan Awal

Tahapan awal terdiri dari identifikasi masalah, studi literatur, dan persiapan. Identifikasi masalah diperlukan untuk memetakan permasalahan yang ada pada mesin penepung porang tipe *disc mill*. Permasalahan yang didapat akan dijadikan acuan dalam proses analisis. Studi literatur dilakukan sebagai bentuk menggali pengetahuan tentang permasalahan pada mesin penepung porang tipe *disc mill*. Persiapan dilakukan dengan pengadaan alat dan bahan yang dibutuhkan.

### 2.3.2 Tahapan Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan memulai persiapan alat dan bahan, pengecekan kondisi mesin, dan identifikasi mesin. Pengecekan kondisi mesin meliputi pengecekan pada bagian ruang penepungan, saringan mesin, dan kelayakan sambungan kabel. Identifikasi mesin dilakukan dengan melakukan pengecekan spesifikasi motor listrik, sistem transmisi, dan dimensi mesin. Proses selanjutnya adalah dengan melakukan uji coba mesin tanpa bahan. Pengambilan data bisa dilakukan ketika pengujian mesin *disc mill* sudah berjalan dengan lancar.

Metode yang digunakan pada penelitian penepungan menggunakan mesin *disc mill* dilaksanakan dengan menerapkan variabel bebas berupa kecepatan putar. Pada proses penepungan menggunakan mesin *disc mill* diterapkan tiga perlakuan kecepatan putar dengan cara mengganti puli bagian bawah. Pada mesin *disc mill* digunakan puli bagian atas berukuran 4 inci dan puli bawah pada masing-masing perlakuan berukuran 3 inci, 4 inci, dan 5 inci. Pergantian puli pada mesin akan membuat variasi berbagai tingkat kecepatan putar dan akan diukur menggunakan *tachometer*. Berdasarkan hasil pengukuran didapatkan kecepatan putar secara berturut-turut sebesar 2160 rpm, 2750 rpm, dan 3340 rpm. Pada penelitian ini menerapkan tiga perlakuan kecepatan putar

dengan tiga kali pengulangan untuk masing-masing perlakuan dan diperoleh sebanyak 9 sampel.

Bahan yang digunakan berupa umbi porang hasil pengolahan *crusher* dengan partikel berukuran 1 cm. Bahan tersebut kemudian diambil 1 kilogram untuk masing-masing sampel menggunakan timbangan digital. Pada setiap sampel juga dilakukan pengukuran kadar air menggunakan *moisture* meter sebelum dilakukannya proses penepungan. Selama proses penepungan pada tiap perlakuan dilakukan perhitungan waktu penepungan menggunakan *stopwatch* dan juga dilakukan pengukuran tegangan dan arus listrik menggunakan *multitester* dan *clamp* meter. Hasil dari proses penepungan ditampung di dalam wadah plastik kemudian dilakukan pengukuran berat hasil penepungan. Dilanjutkan dengan pengukuran kadar air akhir dengan mengambil sedikit bahan dari tiap sampel. Tepung hasil penggilingan diayak menggunakan ayakan mesh 80 dan ditimbang kembali untuk mengetahui berat tepung halus yang lolos ayakan.

## 2.4 Analisis Data

Data yang telah didapatkan kemudian diolah untuk menentukan kapasitas penepungan, rendemen, susut tercecer, kebutuhan energi mesin, standar deviasi, dan kualitas penepungan.

### 2.4.1 Kapasitas Penepungan

Kapasitas penepungan merupakan kemampuan mesin dalam melakukan suatu proses penggilingan dengan jumlah dan waktu tertentu. Nilai kapasitas penepungan didapatkan dari perbandingan antara massa bahan dibagi waktu selama mesin bekerja (Rangkuti *et al.* 2012). Penentuan nilai kapasitas penepungan *disc mill* diperoleh menggunakan Persamaan 1:

$$Kpt = \frac{m}{t} \times 3600 \quad (1)$$

dimana  $Kpt$  adalah kapasitas mesin penepung (kg/jam),  $m$  adalah berat porang (kg), dan  $t$  adalah waktu penepungan (detik).

### 2.4.2 Rendemen Penepungan

Rendemen merupakan persentase yang didapatkan dari perbandingan antara massa tepung yang dihasilkan dibagi massa bahan baku yang digunakan (Rangkuti *et al.* 2012). Penentuan nilai rendemen didapatkan menggunakan Persamaan 2:

$$\eta = \frac{m_t}{m_o} \times 100\% \quad (2)$$

dimana  $\eta$  adalah rendemen mesin penepungan (%),  $mtb$  adalah berat tepung hasil penepungan (kg), dan  $mo$  adalah berat bahan yang ditepungkan (kg).

### 2.4.3 Susut Tercecer Penepungan

Susut tercecer merupakan persentase yang didapatkan dari perbandingan antara massa bahan yang hilang dibagi massa bahan baku yang digunakan (Rangkuti *et al.* 2012). Penentuan nilai susut tercecer didapatkan menggunakan Persamaan 3:

$$ST = \frac{m_{tc}}{m_o} \times 100\% \quad (3)$$

dimana:  $ST$  adalah susut tercecer penepungan (%),  $mtc$  adalah berat tepung tercecer (kg), dan  $mo$  adalah berat bahan yang ditepungkan (kg).

#### 2.4.4 Kebutuhan Energi Mesin

Kebutuhan energi mesin bisa ditentukan berdasarkan kebutuhan dayamotor listriknya. Untuk motor listrik 3 fasa, daya didapatkan dari hasil perhitungan tegangan, arus listrik, dan faktor daya. Tegangan diukur menggunakan *multitester* sedangkan arus listrik diukur menggunakan *clamp meter*. Pada sambungan *star*, arus line (IL) sama dengan arus fasa (IP) akan tetapi tegangan line (VL) sama dengan  $\sqrt{3}$  tegangan fasa (VP) (Bird 2007) sehingga penentuan daya *output* fasa didapatkan menggunakan Persamaan 4:

$$P_p = \left( \frac{1}{\sqrt{3}} \times V_L \right) \times I_p \times \cos \phi \quad (4)$$

dimana  $P_p$  adalah daya *output* fasa (watt),  $V_L$  adalah tegangan *line* (volt),  $I_p$  adalah arus listrik fasa (A), dan  $\cos \phi$  adalah faktor daya.

Pada setiap fasa dilakukan perhitungan daya *output* dan didapatkan tiga nilai daya motor listriknya yang dijumlahkan untuk mendapatkan nilai daya total. Penentuan daya total motor listrik didapatkan menggunakan Persamaan 5:

$$P_{out} = P_{PR} + P_{PS} + P_{PT} \quad (5)$$

Dimana  $P_{out}$  adalah daya total motor listrik (watt),  $P_{PR}$  adalah daya dasa di R (watt),  $P_{PS}$  adalah daya dasa di S (watt), dan  $P_{PT}$  adalah daya dasa di T (watt).

Penentuan kebutuhan energi mesin *disc mill* didapatkan menggunakan Persamaan 6:

$$W = P \times t \quad (6)$$

dimana  $W$  adalah energi listrik (kWh),  $P$  adalah daya motor listrik (kW), dan  $T$  adalah waktu penepungan (h).

Penentuan nilai total biaya pengeluaran kebutuhan listrik setiap waktu proses didapatkan menggunakan Persamaan 7:

$$TBL = W \times TL \quad (7)$$

dimana  $TBL$  dimana total biaya listrik (Rp),  $W$  adalah energi listrik (kWh), dan  $TL$  adalah tarif listrik (Rp/kWh).

#### 2.4.5 Standar deviasi

Standar deviasi merupakan nilai statistik yang digunakan untuk menentukan bagaimana penyebaran data dalam suatu sampel dan seberapa dekat titik data individu ke *mean* atau rata-rata nilai sampel. Perhitungan standar deviasi bertujuan untuk mengetahui bahwa mewakili atau tidaknya sampel data dari seluruh populasi. Semakin tinggi nilai standar deviasi maka semakin lebar rentang variasi datanya (Azim *et al.* 2022). Penentuan standar deviasi didapatkan menggunakan Persamaan 8:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (8)$$

di mana  $s$  adalah simpangan baku,  $x_i$  adalah nilai  $x$  ke- $i$ ,  $\bar{x}$  nilai rata-rata *nadallah* banyaknya sampel.

#### 2.4.6 Kualitas Penepungan

Kualitas penepungan mengacu pada parameter standarisasi mutu tepung porang. Dalam penelitian ini parameter yang diuji berupa ukuran partikel dan nilai kadar air pada tepung. Penentuan ukuran partikel tepung porang dilakukan dengan metode pengayakan tepung. Pengayakan merupakan proses pemisahan suatu partikel padatan dengan berbagai ukuran menggunakan ayakan (Khoiriah dan Stighfarrinata 2023). Pengayakan memudahkan kita untuk mendapatkan ukuran partikel tepung yang seragam. Proses pengayakan dalam penelitian ini dilakukan secara manual menggunakan ayakan mesh 80. Pengayakan dilakukan pada setiap sampel tepung hasil penggilingan. Proses dilakukan dengan cara menuangkan sampel sedikit demi sedikit di atas ayakan. Ketika tidak ada lagi partikel tepung yang lolos maka bisa dikatakan pengayakan telah selesai. Setiap proses pengayakan satu sampel menghabiskan waktu selama satu jam.

Penentuan kadar air tepung porang dilakukan menggunakan metode pengukuran dengan bantuan alat *moisture* meter. Pengukuran kadar air dilakukan pada sampel bahan sebelum dan sesudah proses penepungan. Setiap sampel diukur sebanyak tiga kali pengulangan. Tahap akhir perhitungan kadar air adalah dengan melakukan proses perbandingan antara kadar air awal dan kadar air akhir. Penentuan persentase kualitas kehalusan tepung porang didapatkan menggunakan Persamaan 9:

$$TH = \frac{m_l}{m_o} \times 100\% \quad (9)$$

dimana  $TH$  adalah tepung halus (%),  $m_l$  adalah berat tepung lolos ayakan 80 mesh (kg),  $m_o$  adalah berat sampel (kg)

Penentuan persentase penurunan kadar air tepung didapatkan menggunakan Persamaan 10:

$$\text{Penurunan KA} = KA_{awal} - KA_{akhir} \quad (10)$$

dimana:  $KA$  adalah kadar air (%),  $KA_{awal}$  adalah kadar air awal (%), dan  $KA_{akhir}$  adalah kadar air akhir (%).

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Kapasitas Penepungan

Kapasitas penepungan mendefinisikan kemampuan mesin dalam melakukan suatu proses penggilingan dengan jumlah dan waktu tertentu. Penentuan kapasitas penepungan didapatkan dari perbandingan antara massa bahan yang ditepungkan dibagi lamanya waktu penepungan. Pada penelitian ini digunakan mesin penepung tipe *disc mill*. Pengujian dilakukan dengan tiga perlakuan kecepatan berbeda untuk mesin *disc mill* masing-masing menggunakan 2160 rpm, 2750 rpm, dan 3340 rpm. Setelah dilakukan perhitungan maka didapatkan nilai kapasitas penepungan. Hasil perhitungan ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai kapasitas penepungan

| Tipe mesin       | Kecepatan putar(rpm) | Rataan kapasitas<br>(kg/jam) | Standardevisasi |
|------------------|----------------------|------------------------------|-----------------|
| <i>Disc mill</i> | 2160                 | 5,96                         | 0,040           |
| <i>Disc mill</i> | 2750                 | 7,46                         | 0,128           |
| <i>Disc mill</i> | 3340                 | 9,89                         | 0,054           |

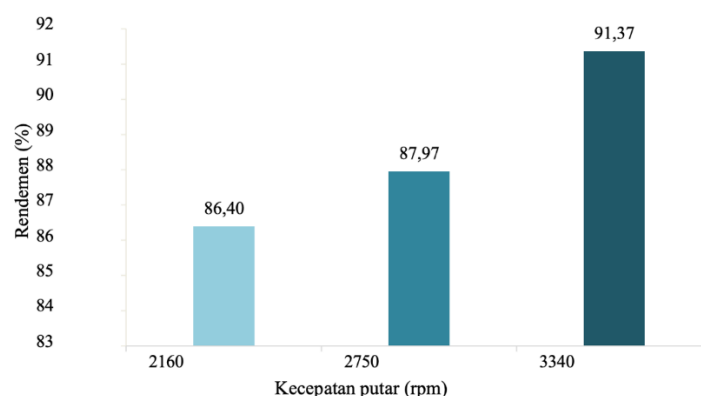
Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kapasitas penepungan menggunakan mesin *disc mill* dengan perlakuan kecepatan putar 2160 rpm, 2750 rpm, dan 3340 rpm secara berturut sebesar 5,96

kg/jam, 7,46 kg/jam, dan 9,89 kg/jam. Ukuran lubang saringan yang terdapat pada mesin *disc mill* akan memengaruhi tinggi rendahnya nilai kapasitas penepungan. Ukuran mesh akan memengaruhi jumlah lubang pada saringan setiap satu inci persegi. Semakin besar ukuran mesh maka lubang semakin banyak yang artinya ukuran tiap lubangnya semakin kecil. Semakin kecil lubang suatu saringan maka kapasitas penepungan semakin kecil dikarenakan perlu waktu yang cukup lama sebelum tepung bisa melewati saringan mesin.

Proses pengujian dilakukan dengan memasukkan bahan secara perlahan. Bahan yang dimasukkan secara berlebih akan mengakibatkan penumpukan pada ruangan penepungan sehingga mesin akan bekerja lebih berat ditandai dengan suara yang tidak normal dan kecepatan putar melambat yang berakibat kapasitas penepungan akan terganggu. Nilai kapasitas penepungan didapatkan dari perbandingan antara berat bahan dibagi waktu proses penepungan. Semakin banyak putaran mesin per menit maka waktu yang digunakan untuk proses penepungan akan semakin cepat sehingga kapasitas penepungan memiliki hubungan yang berbanding lurus dengan peningkatan kecepatan putar. Hal ini didukung oleh pernyataan Nugroho (2021), bahwa kapasitas penepungan dipengaruhi oleh kecepatan putar motor listrik. Semakin tinggi rpm yang digunakan maka semakin tinggi juga kapasitas penepungan yang dihasilkan.

### 3.2 Rendemen Penepungan

Rendemen menunjukkan persentase yang didapatkan dari perbandingan antara massa tepung yang dihasilkan dibagi massa bahan baku yang digunakan. Rendemen dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti kecepatan putar mesin, ukuran saringan, kadar air bahan, karakteristik mesin, dan bahan baku. Diagram hubungan antara kecepatan putar dengan rendemen penepungan ditunjukkan pada Gambar 3.

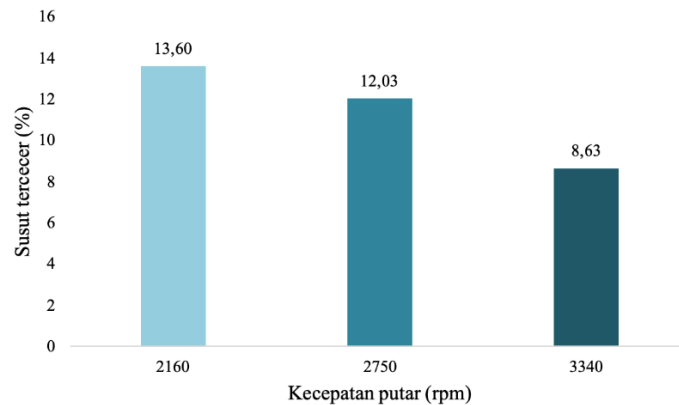


Gambar 3. Hubungan antara kecepatan putar *disc mill* terhadap rendemen

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai rendemen penepungan tertinggi menggunakan mesin *disc mill* yaitu saat perlakuan kecepatan putar 3340 rpm dengan nilai rata-rata rendemen sebesar 91,37%. Nilai rendemen penepungan terendah menggunakan mesin *disc mill* yaitu saat perlakuan kecepatan putar 2160 rpm dengan nilai rata-rata rendemen sebesar 86,40%. Nilai rendemen penepungan juga dipengaruhi kecepatan putar motor listrik. Menurut Rangkuti *et al.* (2012), semakin tinggi kecepatan putar maka nilai rendemen yang dihasilkan semakin besar. Rendemen penepungan akan semakin meningkat seiring dengan banyaknya hasil tepung (*output*) yang didapatkan dari proses penepungan. Semakin tinggi nilai rendemen maka artinya kinerja mesin penepungan semakin baik, namun perlu dilakukan pengujian terhadap kualitas tepung dari hasil rendemen tersebut.

### 3.3 Susut Tercecer Penepungan

Susut tercecer menunjukkan persentase yang didapatkan dari perbandingan antara massa bahan yang hilang dibagi massa bahan baku yang digunakan. Diagram hubungan antara kecepatan putar dengan susut tercecer mesin penepungan ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Hubungan antara kecepatan putar *disc mill* terhadap susut tercecer

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai susut tercecer penepungan tertinggi menggunakan mesin *disc mill* yaitu saat perlakuan kecepatan putar 2160 rpm dengan nilai rata-rata susut tercecer sebesar 13,60%. Nilai susut tercecer penepungan terendah menggunakan mesin *disc mill* yaitu saat perlakuan kecepatan putar 3340 rpm dengan nilai rata-rata susut tercecer sebesar 8,63%. Nilai susut tercecer dipengaruhi oleh kecepatan putar. Semakin tinggi kecepatan putar maka semakin rendah nilai susut tercecer. Dokumentasi kondisi ruang penepungan setelah proses pengujian ditunjukkan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kondisi ruang penepungan setelah proses pengujian

Nilai susut tercecer berbanding terbalik dengan nilai rendemen. Faktor-faktor yang memengaruhi nilai rendemen juga dapat berpengaruh terhadap nilai susut tercecer. Kadar air yang terkandung pada bahan sebelum proses penepungan dapat meningkatkan nilai susut tercecer. Bahan yang mengandung banyak kadar air dapat mengakibatkan hasil penepungan menempel pada dinding, pisau, dan saringan di dalam ruang penepungan sehingga menyebabkan tingginya nilai susut tercecer. Mekanisme mesin *disc mill* juga berpengaruh terhadap nilai susut tercecer. Ada bagian pengumpanan bahan yang terbuka antara *hopper* dan ruang penepungan yang mengakibatkan bahan yang sudah ditepungkan terbagi melalui celah tersebut. Berdasarkan hasil pengamatan pada saat pengujian faktor yang paling berpengaruh terhadap nilai susut tercecer adalah kecepatan putar motor listrik.

### 3.4 Kebutuhan Energi Mesin

Kebutuhan energi mesin menunjukkan nilai yang didapatkan dari hasil perhitungan tegangan dan arus pada motor listrik. Mesin yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu mesin *disc mill*. Pengukuran dilakukan menggunakan tiga kecepatan berbeda yaitu 2160 rpm, 2750 rpm, dan 3340. Nilai kebutuhan daya mesin ditunjukkan pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai kebutuhan daya motor listrik mesin *disc mill*

| PM   | Tegangan (VL) |     |     | Arus (A, IP) |     |     | Daya fasa (watt) |        |        | Daya (watt) |
|------|---------------|-----|-----|--------------|-----|-----|------------------|--------|--------|-------------|
|      | VRS           | VST | VRT | IR           | IS  | IT  | PR               | PS     | PT     |             |
| 2160 | 401           | 397 | 400 | 2,1          | 1,6 | 1,7 | 427,84           | 322,72 | 345,49 | 1096,06     |
| 2750 | 402           | 400 | 404 | 2,6          | 1,7 | 2,3 | 531,03           | 345,49 | 472,10 | 1348,62     |
| 3340 | 417           | 415 | 418 | 2,6          | 2,2 | 2,5 | 550,85           | 463,87 | 530,93 | 1545,65     |

Pada penelitian ini mesin *disc mill* ditenagai oleh motor listrik tiga fasa yang memiliki sambungan *star*. Motor listrik tiga fasa umumnya digunakan untuk skala besar seperti pada industri dan pabrik. Nilai tegangan diukur menggunakan *multitester* sedangkan arus listrik diukur menggunakan *clamp* meter. Nilai faktor daya tertera pada spesifikasi motor listrik yaitu sebesar 0,88. Hasil analisis menunjukkan bahwa masing-masing kecepatan putar memiliki kebutuhan daya yang berbeda. Pada perlakuan kecepatan putar 2160 rpm memiliki kebutuhan daya sebesar 1096,06 watt, untuk perlakuan kecepatan putar 2750 rpm memiliki kebutuhan daya sebesar 1348,62 watt, dan perlakuan kecepatan putar 3340 rpm memiliki kebutuhan daya sebesar 1545,65 watt. Perbedaan nilai kebutuhan daya tersebut disebabkan oleh peningkatan kecepatan putar pada setiap perlakuan. Menurut Sandra dan Meiselo (2020), kecepatan putar motor listrik memengaruhi kebutuhan dan efisiensi daya pada mesin penepung. Semakin tinggi kecepatan putar maka kebutuhan daya motor listrik akan semakin besar. Setelah didapatkannya nilai kebutuhan daya maka selanjutnya adalah melakukan perhitungan nilai kebutuhan daya listrik untuk sekali penepungan. Nilai kebutuhan daya listrik didapatkan sesuai daya dan rata-rata waktu lamanya proses penepungan pada masing-masing perlakuan kecepatan putar. Dari nilai kebutuhan daya listrik maka bisa diketahui pengeluaran tarif listrik. Nilai kebutuhan daya listrik dan pengeluaran tarif listrik untuk setiap kecepatan putar ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai kebutuhan listrik dan pengeluaran tarif listrik mesin *disc mill*

| Kecepatanputar (rpm) | Waktu (jam) | Daya (kW) | Energi mesin (kWh) | Tarif listrik (Rp/kWh) | Total biaya(Rp) |
|----------------------|-------------|-----------|--------------------|------------------------|-----------------|
| 2160                 | 0,17        | 1,0961    | 0,186              | 1444,7                 | 269             |
| 2750                 | 0,13        | 1,3486    | 0,175              |                        | 253             |
| 3340                 | 0,10        | 1,5456    | 0,155              |                        | 223             |

Pada data tersebut kecepatan putar berbanding lurus dengan nilai kebutuhan daya yang artinya nilai kebutuhan daya akan meningkat seiring bertambahnya kecepatan putar. Waktu proses penepungan berbanding terbalik dengan kecepatan putar yang artinya waktu yang digunakan untuk proses penepungan akan menjadi lebih cepat saat kecepatan putar bertambah. Hal tersebut mengakibatkan nilai kebutuhan listrik menurun setiap peningkatan kecepatan putar. Nilai tarif listrik didapatkan dari referensi tarif PLN (2024) per April-Juni 2024 untuk golongan keperluan bisnis menengah (B-2/TR) dengan daya 6.600 VA hingga 200 kVA, dengan tarif Rp 1.444,7 per kWh. Hasil perhitungan pengeluaran untuk tarif listrik pada *disc mill* kecepatan putar 2160 rpm yaitu sebesar Rp 269 dan menjadi pengeluaran tertinggi, untuk pengeluaran terendah terjadi pada kecepatan putar 3340 rpm yaitu sebesar Rp 223. Perbedaan pengeluaran tarif listrik tidak terlalu

signifikan untuk masing-masing kecepatan putar dan masih relatif terjangkau untuk sekali proses penepungan porang.

### 3.5 Kualitas Penepungan

Pada penelitian ini kualitas tepung diuji berdasarkan faktor ukuran partikel dan kandungan kadar air pada tepung hasil penggilingan. Menurut SPB (2023), nilai standar pasar internasional untuk ukuran partikel tepung porang adalah lolos ayakan mesh 60-80. Standar pasar internasional untuk kualitas kadar air tepung porang adalah  $\leq 12\%$ . Pada pengujian kualitas penepungan ditambahkan variabel uji berupa sampel bahan *chip* porang 1 cm yang memiliki rata-rata kadar air awal yang lebih rendah dibandingkan dengan sampel bahan pertama yang memiliki kadar air lebih tinggi. Penambahan variabel uji dilakukan untuk mendapatkan perbandingan kualitas kehalusan partikel dan penurunan kadar air yang lebih baik antara penggunaan bahan sampel dengan kadar air lebih tinggi atau bahan dengan kadar air lebih rendah. Variabel tambahan diuji pada perlakuan kecepatan putar 2750 rpm dilakukan sebanyak tiga kali pengulangan dan menggunakan 250 gram bahan untuk setiap pengulangan.

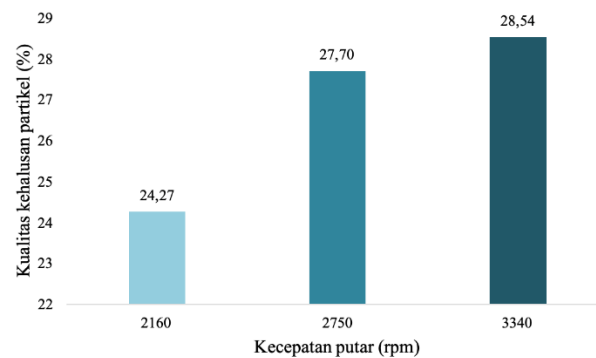
#### 3.5.1 Ukuran Partikel

Ukuran partikel tepung merupakan partikel padatan berbentuk butiran yang sangat halus dan memiliki dimensi atau ukuran mesh tertentu. Menurut SPB (2023), kualitas tepung porang sesuai standar pasar adalah tepung dengan ukuran partikel mesh 60-80. Penentuan ukuran partikel tepung porang dilakukan dengan metode manual menggunakan ayakan berukuran 80 mesh. Pengayakan dilakukan pada setiap sampel tepung hasil penggilingan. Proses dilakukan dengan cara menuangkan sampel sedikit demi sedikit di atas ayakan. Ketika tidak ada lagi partikel tepung yang lolos maka bisa dikatakan pengayakan telah selesai. Persentase ukuran partikel halus penepungan didapatkan dari hasil bagi antara massa tepung yang lolos ayakan mesh 80 dengan massa bahan yang akan diayak dikali 100%. Nilai kualitas kehalusan partikel hasil penepungan ditunjukkan pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai rata-rata kualitas kehalusan partikel tepung

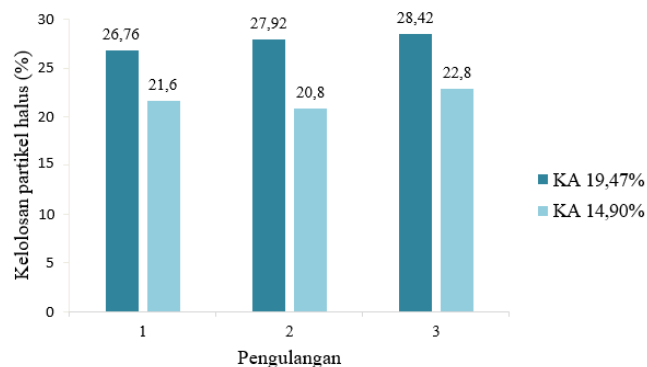
| Tipe mesin       | Kecepatanputar<br>(rpm) | Berat bahan<br>diayak (kg) | Rataan kelolosan<br>partikel (kg) | Rataan kelolosan<br>partikel (%) |
|------------------|-------------------------|----------------------------|-----------------------------------|----------------------------------|
| <i>Disc mill</i> | 2160                    | 0,86                       | 0,21                              | 24,27                            |
| <i>Disc mill</i> | 2750                    | 0,88                       | 0,24                              | 27,70                            |
| <i>Disc mill</i> | 3340                    | 0,91                       | 0,26                              | 28,54                            |

Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kualitas kehalusan partikel hasil penepungan tertinggi menggunakan mesin *disc mill* yaitu saat perlakuan kecepatan putar 3340 rpm dengan nilai rata-rata sebesar 28,54%. Nilai kualitas kehalusan partikel hasil penepungan terendah menggunakan mesin *disc mill* yaitu saat perlakuan kecepatan putar 2160 rpm dengan nilai rata-rata sebesar 24,27%. Diagram hubungan kecepatan putar terhadap kualitas kehalusan partikel ditunjukkan pada Gambar 6.



Gambar 6. Hubungan kecepatan putar *disc mill* terhadap kualitas kehalusan partikel

Kecepatan putar motor listrik juga berpengaruh terhadap pengecilan ukuran partikel. Sesuai dengan pernyataan Kharisma *et al.* (2014), bahwa semakin tinggi kecepatan putar maka ukuran partikel yang dihasilkan semakin kecil sehingga persentase kelolosan bahan saat diayak menggunakan ayakan mesh 80 akan meningkat. Dari peningkatan kecepatan putar tersebutlah yang menyebabkan bertambahnya gaya tekan dan gaya gesek antara dua piringan dan bahan di dalam ruang penepungan sampai akhirnya menghasilkan partikel yang lebih halus. Pada pengujian kualitas ukuran partikel hasil penepungan ini dilakukan juga pengukuran menggunakan variabel tambahan berupa melakukan proses penepungan *chip* porang ukuran 1 cm yang memiliki rata-rata kadar air awal sebesar 14,90%. Variabel tambahan ini diuji agar mendapatkan hasil perbandingan antara persentase kehalusan partikel yang menggunakan bahan dengan kadar air awal yang tinggi dan persentase kehalusan bahan dengan kadar air awal yang rendah. Diagram perbandingan persentase kehalusan partikel antara dua bahan dengan kandungan kadar air awal yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 7.



Gambar 7. Perbandingan kehalusan dua bahan dengan kandungan air berbeda

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengujian menggunakan bahan dengan kandungan kadar air awal yang tinggi dapat menghasilkan ukuran partikel lebih halus dan persentase kelolosan ayakan mesh 80 yang lebih tinggi dengan nilai rata-rata kehalusan partikel sebesar 27,70%. Pada pengujian menggunakan bahan dengan kandungan air awal yang rendah hanya menghasilkan rata-rata persentase kehalusan partikel sebesar 21,73%. Hasil tersebut menjelaskan bahwa untuk mendapatkan kuantitas tepung dengan partikel halus yang tinggi maka penepungan dilakukan dengan menggunakan bahan yang memiliki kandungan yang tidak terlalu rendah. Pada proses penepungan menggunakan *disc mill* lebih berfokus pada pengecilan ukuran partikel. Semakin halus ukuran partikel dan semakin tinggi persentase kelolosan partikel hasil ayakan merupakan tanda bahwa proses penepungan semakin baik.

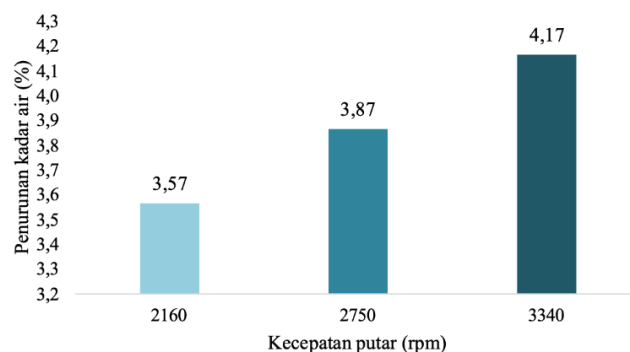
### 3.5.2 Kadar Air

Kadar air menunjukkan jumlah air yang terkandung dalam suatu bahan. Penentuan nilai kadar air tepung glukomanan dilakukan menggunakan alat ukur berupa *moisture* meter. Pengukuran dilakukan pada bahan awal dan tepung hasil proses penggilingan. Persentase penurunan kadar air didapatkan dari hasil pengurangan antara kadar air awal dan kadar air akhir setelah proses penepungan. Nilai persentase penurunan kadar air ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Nilai persentase penurunan kadar air hasil penepungan

| Tipe mesin       | Kecepatanputar<br>(rpm) | Rataan kadar air<br>awal (%) | Rataan kadar air<br>akhir (%) | Rataan penurunan<br>kadar air (%) |
|------------------|-------------------------|------------------------------|-------------------------------|-----------------------------------|
| <i>Disc mill</i> | 2160                    | 19,87                        | 16,30                         | 3,57                              |
| <i>Disc mill</i> | 2750                    | 19,47                        | 15,60                         | 3,87                              |
| <i>Disc mill</i> | 3340                    | 19,47                        | 15,30                         | 4,17                              |

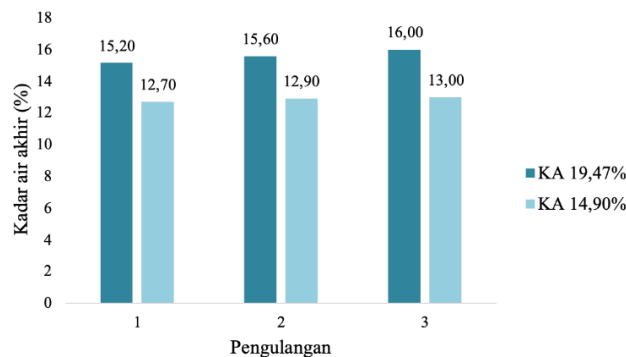
Hasil analisis menunjukkan bahwa nilai kadar air akhir pada bahan hasil penepungan masih cukup tinggi. Hal tersebut disebabkan oleh kandungan air pada bahan awal yang tinggi yaitu dengan rata-rata sebesar 19,43% - 19,87%. Namun hasil pengujian terhadap persentase penurunan kadar air antara awal dan akhir sudah menunjukkan penurunan yang signifikan. Persentase penurunan kadar air tertinggi menggunakan mesin *disc mill* yaitu saat perlakuan kecepatan putar 3340 rpm dengan nilai rata-rata sebesar 4,17% dan mendapatkan hasil kadar air akhir sebesar 15,30%. Nilai persentase penurunan kadar air terendah menggunakan mesin *disc mill* yaitu saat perlakuan kecepatan putar 2160 rpm dengan nilai rata-rata sebesar 3,57% dan mendapatkan hasil kadar air akhir sebesar 16,30%. Diagram hubungan kecepatan putar terhadap penurunan kadar air ditunjukkan pada Gambar 8.



Gambar 8. Hubungan kecepatan putar *disc mill* terhadap penurunan kadar air

Nilai persentase penurunan kadar air juga dipengaruhi kecepatan putar motor listrik. Ketika kecepatan putar mengalami peningkatan maka akan menyebabkan gaya gesek yang tinggi sehingga tercipta energi panas dan terjadi kenaikan suhu saat proses penepungan. Hal tersebut mengakibatkan bahan dalam proses penepungan mengalami penguapan air sehingga terjadi penurunan kadar air pada bahan hasil penepungan. Sesuai pernyataan Kharisma *et al.* (2014), bahwa proses penepungan melepaskan energi panas yang dapat meningkatkan suhu bahan, mesin, dan udara sehingga kadar air bahan yang ditepungkan semakin berkurang. Pada pengujian kualitas kadar air hasil penepungan ini dilakukan juga pengukuran menggunakan variabel tambahan berupa melakukan proses penepungan *chip* porang ukuran 1 cm yang memiliki rata-rata kadar air awal sebesar 14,90%. Variabel tambahan ini diuji agar mendapatkan hasil perbandingan antara persentase kadar air akhir bahan yang memiliki kadar air awal tinggi dan kadar air akhir bahan

yang memiliki kadar air awal rendah. Diagram perbandingan kadar air akhir antara dua bahan dengan kandungan kadar air awal yang berbeda ditunjukkan pada Gambar 9.



Gambar 9. Perbandingan KA akhir antara dua bahan dengan KA berbeda

Hasil analisis menunjukkan bahwa pengujian menggunakan bahan dengan kandungan kadar air awal yang tinggi akan menghasilkan kadar air akhir yang masih cukup tinggi yaitu sebesar 15,60%. Pada pengujian menggunakan bahan dengan kandungan air awal yang rendah akan menghasilkan kadar air yang lebih rendah yaitu sebesar 12,87%. Hasil tersebut menjelaskan bahwa untuk mendapatkan kadar air akhir yang lebih rendah maka penepungan bisa dilakukan menggunakan bahan dengan kadar air awal yang rendah. Meskipun demikian, penepungan menggunakan bahan dengan kadar air awal lebih rendah masih menghasilkan tingkat kehalusan yang rendah sehingga proses penepungan menggunakan bahan yang cenderung lebih kering perlu dipertimbangkan.

#### 4. Kesimpulan dan Saran

##### 4.1 Kesimpulan

Hasil uji performansi mesin penepung tipe *disc mill* untuk penepungan porang menunjukkan kapasitas penepungan yang beragam sesuai dengan kecepatan putar yang digunakan. Nilai kapasitas penepungan tertinggi terjadi pada kecepatan putar 3340 rpm yaitu sebesar 9,89 kg/jam, sedangkan nilai kapasitas penepungan terendah terjadi pada kecepatan putar 2160 rpm yaitu sebesar 5,96 kg/jam. Penepungan pada mesin *disc mill* kecepatan putar 3340 rpm menunjukkan hasil terbaik dengan memiliki nilai rendemen tertinggi yaitu sebesar 91,37% dan susut tercecer terendah yaitu sebesar 8,63%. Untuk kualitas penepungan terbaik juga dihasilkan pada perlakuan kecepatan putar 3340 rpm. Persentase kehalusan partikel hasil penepungan dengan kecepatan putar 3340 rpm mendapatkan nilai tertinggi yaitu sebesar 28,54% lolos ayakan mesh 80. Persentase penurunan kadar air hasil penepungan dengan kecepatan putar 3340 rpm mendapatkan hasil tertinggi yaitu sebesar 4,17% dan memiliki kadar air akhir sebesar 15,30%. Penepungan menggunakan bahan dengan kadar air yang sedikit lebih tinggi dapat menghasilkan kualitas kehalusan partikel yang lebih baik meskipun kadar air akhir partikel tepung masih tinggi. Hasil pengujian menunjukkan bahwa peningkatan kecepatan putar motor listrik berpengaruh terhadap kapasitas, rendemen, susut tercecer, dan kualitas penepungan. Daya motor listrik yang dibutuhkan untuk mesin *disc mill* dengan kecepatan putar 2160 rpm, 2750 rpm, dan 3340 rpm secara berturut-turut sebesar 1,0961 kW, 1,3486 kW, dan 1,5456 kW.

##### 4.2 Saran

Disarankan untuk melakukan pengeringan pada hasil penepungan sebelum diproses ke mesin pemisah oksalat, hal tersebut dilakukan untuk mengurangi tingkat kadar air pada tepung. Untuk

penelitian berikutnya perlu melakukan penggantian saringan agar memiliki ukuran lubang yang sama besar jika ingin mendapatkan hasil yang lebih baik untuk perbandingan antara dua mesin yang diuji. Untuk pengembangan penelitian ini bisa dengan menambahkan variabel uji yang belum ada di dalam penelitian ini atau bisa juga dengan menambahkan taraf variabel yang sudah ada.

### Daftar Pustaka

- Azim AN, Sutjipto H, Ginanjar RAF. 2022. Determinan Ketimpangan Pembangunan Ekonomi Antar Provinsi di Indonesia. *Jurnal Riset Ilmu Ekonomi*. 2(1):1-16.
- Bird J. 2007. *Electrical and Electronic Principles and Technology*. Third Edition. Burlington (USA): Elsevier.
- Chairiyah N, Harijati N, Mastuti R. 2014. Pengaruh Waktu Panen Terhadap Kandungan Glukomanan pada Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri* Blume) Periode Tumbuh Ketiga. *Journal of Life Science*. 1(1):37-42.
- Dewanto dan Purnomo. 2009. Pembuatan Konyaku dari Umbi Iles-iles (*Amorphophallus oncophyllus*). [*Tugas Akhir*]. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Ferdian MA, Perdana RG. 2021. Teknologi pembuatan tepung porang termodifikasi dengan variasi metode penggilingan dan lama fermentasi. *Jurnal Agroindustri*. 11(1):23-31
- Hidayat R, Dewanti FD, Hartojo. 2013. *Tanaman Porang Karakter, Manfaat dan Budidaya*. Graha ilmu . Yogyakarta.
- Gultom SST, Ambarita H, Gultom MS, Napitupulu FH. 2019. Rancang Bangun Dan Pengujian Pengering Biji Kopi Tenaga Listrik Dengan Pemanfaatan Energi Surya. *Jurnal Dinamis USU*. 7(4):11-20.
- Kharisma N, Waluyo S, Tamrin. 2014. Pengaruh perbedaan kecepatan putar (rpm) disc mill terhadap keseragaman ukuran butiran gula semut. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 3(3):223-232.
- Khoiriah M, Stighfarrinata R. 2023. Penurunan kadar ph dengan metode filtrasi menggunakan media pasir dan tanah liat pada water treatment plant pusat pengembangan sumber daya manusia (ppsdm migas) cepu. *Jurnal Teknologi dan Manajemen Sistem Industri*. 2(1):1-8.
- Koswara S, 2013. Teknologi Pengolahan Umbi-umbian: Pengolahan Umbi Porang. [*Modul*]. Institut Pertanian Bogor.
- Mahirdini S, Afifah D. 2016. Pengaruh substitusi tepung terigu dengan tepung porang (*Amorphophallus onchopyllus*) terhadap kadar protein, serat pangan, lemak, dan tingkat penerimaan biskuit. *Jurnal Gizi Indonesia. The Indonesian Journal of Nutrition*. 5(1):42–49.
- Nugroho AA. 2021. Pengaruh variasi dimensi puli terhadap kapasitas penepungan mesin disc mill tipe FFC 15 [*Skripsi*]. Tegal (ID): Politeknik Harapan Bersama.
- Panca A. 2022. Manfaat dan Info Harga Porang per kg (Basah dan Kering) Terupdate. Harga Web., siap terbit. [diakses 2023 Des 12]. <https://harga.web.id/>.
- PLN. 2024. Penetapan penyesuaian tarif tenaga listrik (tariff adjusment). [PLN] Perusahaan Listrik Negara. [diakses 2024 Mei 19]. <https://web.pln.co.id/>.
- Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Pangan (Puslitbangtan). 2015. *Tanamanporang pengenalan, budidaya dan pemanfaatannya (ID)*: Badan Penelitian dan Pengembangan Pertanian.