



Uji Performansi Mesin Penepung Tipe Palu (*Hammer Mill*) Untuk Penepungan Hotong (*Setaria Italica* L.)

Performance Test of Hammer Mill Machine for Hotong Flour (*Setaria italica* L.)

Agus Sutejo^{1*}, Rahma Sholihah Kurniasari¹, Dionisius Dwi Wicaksono¹

¹Departemen Teknik Pertanian dan Biosistem, Fakultas Teknologi Pertanian, IPB University

*Corresponding Author: agussutejotmb@gmail.com

Abstract. *Indonesia has a high source of biodiversity but consumption patterns still depend on rice as a basic food needs containing carbohydrates. Food diversification needs to be done to achieve food diversification, especially plants that can grow on dry land such as hotong plants. Hotong is a plant that grows a lot in Indonesia but still has postharvest constraints on the flouring process. Therefore, the study was conducted to determine the performance of hammer mill machine and compare with disc mill. The research was conducted in PT. Daud Teknik Maju Pratama in July 2022 with materials used 500 grams each on each test. The rotational speed tested on the hammer machine is 2887 rpm, 3608 rpm, and 4330 rpm, while the disc mill machine is 4485 rpm. The test was carried out one pass with three repetitions for each sample and the quality of flouring was tested using an 80 mesh. Performance test results showed the highest capacity of using hammer mill machine 4330 rpm, while the highest yield and the lowest scattered shrinkage using disc mill. Furthermore, the flour milling using both machines sifted using mesh 80 and flour that passes more produced from milling hammer mill machine 4330 rpm of 45.111%. The power required by the hammer mill machine to milling 500 grams of hotong is 5107,34 watts.*

Keywords: *Disc Mill, Hammer Mill, Hotong, Milling.*

1. Pendahuluan

1.1 Latar Belakang

Pangan merupakan kebutuhan yang mendasar bagi manusia. Pangan berasal dari sumber hayati dan air yang dapat dikonsumsi manusia baik diolah maupun tidak diolah. Indonesia memiliki sumber

keanekaragaman hayati yang tinggi akan tetapi pola konsumsi di Indonesia masih bergantung pada beras sebagai kebutuhan pangan pokok yang mengandung karbohidrat. Seiring dengan perkembangan zaman jumlah penduduk akan meningkat yang menyebabkan kebutuhan pangan manusia juga semakin meningkat. Pemerintah perlu memanfaatkan tanaman yang dapat dikembangkan menjadi bahan pangan alternatif. Diversifikasi pangan merupakan suatu cara untuk mencapai penganekaragaman pangan. Diversifikasi pangan sangat cocok bila diterapkan di Indonesia karena keadaan daerah-daerah di Indonesia yang memiliki potensi yang beragam.

Hotong atau foxtail millet (*Setaria italica* L.) merupakan tanaman pangan alternatif yang mulai mendapat perhatian karena dapat tumbuh dengan baik di daerah-daerah kering. Saat ini banyak negara yang berusaha memanfaatkan lahan kering untuk ditanami hotong, sehingga mudah ditemukan di setiap wilayah di dunia (Nurmala 2003). Tanaman ini merupakan makanan alternatif pengganti beras di berbagai negara seperti Asia dan Afrika. Hotong termasuk bahan pangan non-beras berupa biji-bijian yang biasanya digunakan sebagai pakan burung seperti di daerah Jawa Barat. Pulau Buru Provinsi Maluku Tengah merupakan tempat tersedia dan dibudidayakannya tanaman hotong di Indonesia. Masyarakat sekitar telah menjadikan hotong sebagai pangan pengganti beras. Pengembangan hotong sebagai sumber karbohidrat alternatif diharapkan dapat menjadi bahan pangan baru. Kandungan nutrisi hotong terutama karbohidrat tidak jauh berbeda dengan beras maupun jagung bahkan lebih tinggi dibanding gandum. Menurut Léder 2004 dalam Soeka dan Sulistiani (2017), hotong memiliki zat anti nutrisi berupa asam fitat yang dapat mengganggu penyerapan zat besi dan zinc. Akan tetapi, kadar asam fitat dapat dikurangi dengan cara merendam hotong selama satu malam. Biji hotong dapat dimasak dan dikonsumsi seperti beras setelah melalui proses penyosohan atau pengupasan sekam pada bijinya. Biji hotong juga sering dijadikan sebagai tepung yang dimanfaatkan untuk pembuatan roti tak beragi dan mie, serta dapat dicampur dengan tepung sereal lainya.

Penepungan merupakan proses pascapanen yang menggunakan prinsip pengecilan ukuran dengan menghancurkan biji hotong menjadi tepung atau bubuk. Kegiatan ini dapat dilakukan secara tradisional menggunakan alat penumbuk ataupun secara mekanis menggunakan mesin penepung. Penepungan secara tradisional membutuhkan waktu yang lama dan rendemen yang dihasilkan rendah. Pada penelitian yang dilakukan oleh Andriani (2008), penepungan hotong dilakukan menggunakan mesin *disc mill* dan *pin mill* dengan bahan yang digunakan sebanyak 1500 gram. Setiap pengujian dilakukan sebanyak tiga kali lintasan. Hasil penelitian menunjukkan *pin mill* memiliki kapasitas dan rendemen lebih tinggi, serta susut tercecer lebih kecil dibandingkan *disc mill*. Akan tetapi, tingkat kelolosan pada saringan 80 *mesh* lebih banyak pada penepung *disc mill*. Oleh karena itu, teknologi pangan non-beras seperti hotong perlu dikembangkan agar mendapatkan mesin penepung yang lebih efektif dan efisien sehingga penepungan ini dapat dipermudah. Hal ini agar tidak membutuhkan waktu yang lama pada saat penepungan serta menghasilkan kualitas yang baik.

1.2. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan melakukan analisis kinerja mesin penepung tipe palu (*hammer mill*) menggunakan bahan baku hotong dengan berbagai tingkat kecepatan putar yang berbeda sehingga dapat diketahui kapasitas penepungan, rendemen penepungan, susut tercecer mesin serta kualitas penepungan dan m Membandingkan kinerja mesin penepung hotong tipe *hammer mill* dengan penepung tipe *disc mill*.

2. Metode Penelitian

2.1. Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli 2022 yang bertempat di PT. Daud Teknik Maju Pratama Cibureum, Dramaga, Bogor.

2.2. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu biji hotong yang sudah disososh. Alat yang digunakan pada penelitian ini terdiri dari mesin penepung tipe *hammer mill*, mesin penepung tipe *disk mill*, timbangan digital, tang ampere, *multitester*, *stopwatch*, plastik, *tachometer*, meteran, ayakan mesh 80, *moisture* meter, alat tulis, *handphone*, dan laptop.

2.3. Konstruksi Mesin

Mesin penepung hotong terdiri dari enam bagian utama yaitu *hopper*, ruang penepungan, saluran pengeluaran tepung, rangka penyangga, sistem transmisi dan dudukannya, serta motor listrik.

1. Hopper

Hopper berfungsi sebagai tempat masuk atau menyimpan bahan sebelum proses penepungan yang dilengkapi dengan lubang pemasukkan menuju ruang penepungan. Ukuran *hopper* mesin ini yaitu 23,5 cm x 23,5 cm x 16 cm.

2. Ruang penepungan

Ruang penepung merupakan tempat proses penepungan berlangsung. Di dalam ruang penepung terdapat palu yang berputar dan saringan yang terletak di bagian bawah. Ada dua belas buah palu yang berbentuk balok menempel pada poros dengan ukuran 2 cm x 1,5 cm x 7 cm. Adapun saringan yang digunakan yaitu *mesh* 80.

3. Saluran pengeluaran tepung

Saluran pengeluaran berfungsi sebagai tempat keluarnya tepung hasil dari penggilingan yang letaknya berada di bawah ruang penepungan. Saluran ini berukuran 22,5 cm x 14 cm.

4. Rangka penyangga

Rangka penyangga berfungsi sebagai dudukan mesin penepung dan motor listrik. Ukuran rangka penyangga yaitu 20,8 cm x 70 cm dengan tinggi kaki 61 cm posisi miring.

5. Sistem transmisi dan dudukannya

Sistem transmisi dan dudukan mesin *hammer mill* terdiri dari poros, puli, sabuk *V-belt*, *bearing* dan rangka dudukan *bearing*.

- Poros berfungsi untuk meneruskan daya dari motor listrik ke poros penepung. Mesin penepung terdiri dari satu buah poros yang menempel pada *roller* penepung.
- Puli berfungsi sebagai tempat dudukan sabuk dan mengatur kecepatan putar mesin. *Hammer mill* menggunakan puli atas berukuran 4 inci, sedangkan puli bawah yaitu 4 inci, 5 inci, dan 6 inci. *Disc mill* menggunakan puli atas 4 inci dan puli bawah 6 inci.
- Sabuk *V-belt* berfungsi sebagai penghantar putaran dari puli pada motor listrik ke puli poros mesin. Sabuk yang digunakan yaitu *V-belt* tipe B.
- *Bearing* berfungsi sebagai bantalan as dan dudukan *bearing* sebagai tempat *bearing*.

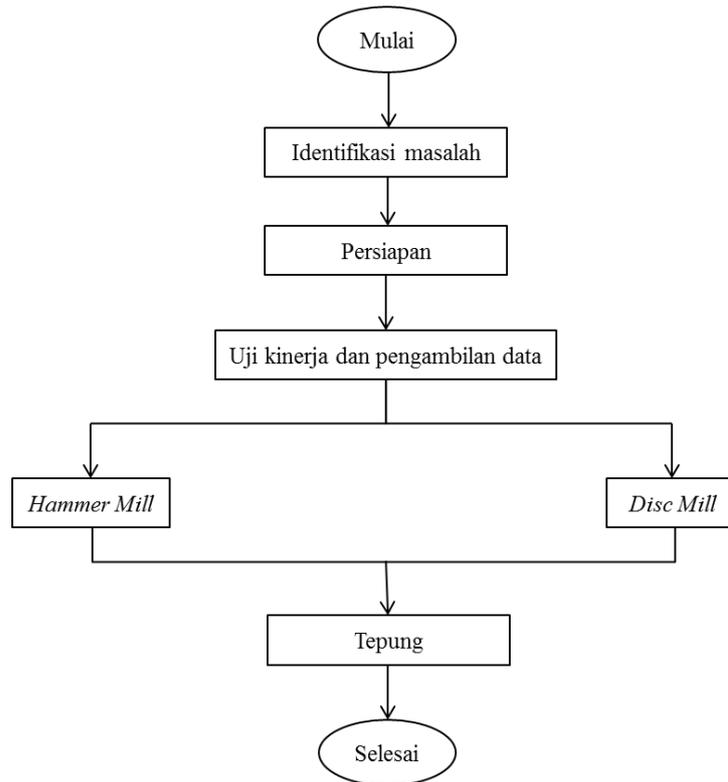
6. Motor listrik

Mesin penepung digerakkan oleh motor listrik tiga fasa dengan sambungan delta yang dialiri tegangan 380 volt. Daya yang digunakan sebesar 4 kW dengan kecepatan putar mesin 2880 rpm.

2.4. Prosedur Kerja

Kegiatan ini diawali dengan persiapan seperti pengecekan alat dan bahan, kondisi mesin, dan kondisi lokasi yang akan digunakan selama penelitian untuk mencegah serta mengurangi kesalahan pada saat penelitian. Selain itu, dibutuhkan studi pustaka yang bersumber dari internet,

studi literatur, jurnal, dan sumber-sumber lainnya yang berkaitan dengan topik penelitian. Hal ini bertujuan mendalami permasalahan yang akan dilakukan serta mendapatkan ketepatan antara penelitian yang dilakukan dengan literatur yang telah ada. Setelah melakukan persiapan, dilanjutkan dengan menguji alat dan mengambil data penelitian. Tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Diagram alir prosedur kerja

Penepungan hotong dapat dilakukan ketika tanaman hotong sudah tersosoh. Penyosohan biji bertujuan untuk memisahkan kulit ari dari butir biji dengan tingkat kerusakan minimum atau menghasilkan biji pecah kulit yang maksimum untuk mendapatkan biji-bijian sosoh (Nuryati 2008). Proses penyosohan hotong sama seperti proses penggilingan padi yaitu dengan memberikan gaya gesek.

Adapun penepungan merupakan suatu proses penghancuran bahan pangan menjadi butiran-butiran yang sangat halus, kering, dan tahan lama. Pengujian bertujuan mengetahui karakteristik dari mesin, seperti kapasitas penepungan, efektivitas penepungan (rendemen), dan kualitas hasil penepungan serta akan dilakukan perbandingan dengan mesin penepung *disc mill*. Penepungan dengan mesin penepung hotong tipe palu (*hammer mill*) mendapatkan perlakuan dengan tiga kecepatan putar yang berbeda yaitu 2887 rpm, 3608 rpm, dan 4330 rpm, sedangkan menggunakan mesin penepung *disc mill* hanya dibutuhkan satu kecepatan putar sebesar 4485 rpm. Pengujian dilakukan satu kali lintasan dengan tiga kali ulangan untuk setiap sampel.

2.4.1. Prosedur Pengambilan Data

Pengambilan data diawali dengan persiapan bahan dan alat termasuk pengecekan mesin yang akan digunakan. Bahan yang digunakan dilakukan pengukuran kadar air menggunakan *moisture* meter. Hasil dari pengukuran tersebut diperoleh nilai kadar air biji hotong sebesar 12,5%. Setelah itu, dilanjutkan dengan menguji alat dan pengambilan data. Mesin penepung *hammer mill* menggunakan puli atas berukuran 4 inci dan puli bawah berukuran 4 inci, 5 inci, serta 6 inci,

sedangkan *disc mill* hanya menggunakan puli atas berukuran 4 inci dan puli bawah 6 inci. Setiap perubahan puli akan diukur kecepatan putar menggunakan *tachometer* sehingga diperoleh nilai kecepatan putar mesin *hammer mill* yaitu 2887 rpm, 3608 rpm, dan 4330 rpm, sedangkan *disc mill* sebesar 4485 rpm. Selain itu, dilakukan pengukuran arus listrik menggunakan tang ampere dan tegangan menggunakan *multitester* pada mesin *hammer mill* saat puli bawah 4 inci.

Bahan yang digunakan berupa biji hotong yang sudah disosoh. Sebelum dilakukan penepungan, biji hotong tersebut ditimbang menggunakan timbangan digital sebesar 500 gram untuk setiap kali penepungan. Penepungan pertama dilakukan menggunakan mesin penepung tipe palu (*hammer mill*) dengan tiga kecepatan putar yang berbeda. Setiap kecepatan putar tersebut dilakukan pengujian sebanyak tiga kali ulangan dengan satu lintasan. Adapun pengujian menggunakan *disc mill* yaitu sama seperti *hammer mill* hanya saja kecepatan putar yang digunakan berbeda. Tepung yang keluar dari mesin ditampung menggunakan plastik agar menghindari adanya tepung yang berceceran. Biji hotong yang sudah digiling kemudian ditimbang agar diketahui berat tepung yang dihasilkan. Tepung tersebut diayak menggunakan *mesh* 80 untuk mengetahui kualitasnya. Hasil yang lolos dari pengayakan ditimbang agar diketahui banyaknya tepung yang dihasilkan dari 500 gram biji hotong tersosoh.

2.5. Analisis Data

Parameter-parameter dari uji kinerja mesin penepung adalah:

2.5.1. Kapasitas Penepungan

Kapasitas penepungan adalah kemampuan mesin pada saat melakukan penepungan dengan jumlah dan waktu tertentu. Nilai kapasitas penepungan didapat dari hasil perbandingan massa tepung hotong dibagi waktu proses penepungan. Waktu berpengaruh terhadap kapasitas kerja mesin, semakin lama waktu yang diperlukan maka kapasitas kerja mesin akan semakin rendah (Rahmadian *et al.* 2012). Perhitungan ini menggunakan rumus (Junaidin *et al.* 2021):

$$K_{pt} = \frac{W_{pk}}{t} \times 3600 \quad (1)$$

dimana K_{pt} adalah kapasitas penepungan (kg/jam), W_{pk} adalah berat biji hotong sosoh (kg), dan t dan waktu (detik).

2.5.2. Rendemen Penepungan

Pengertian rendemen secara sederhana adalah presentasi hasil bagi antara massa tepung yang dihasilkan dengan massa bahan yang diolah (Sugandi *et al.* 2019). Perhitungan rendemen penepungan menggunakan rumus (Rangkuti *et al.* 2012):

$$\eta = \frac{W_t}{W_{pk}} \times 100\% \quad (2)$$

dimana η adalah rendemen mesin penepung (%), W_t adalah berat tepung hasil penepungan (kg), dan W_{pk} adalah berat bahan yang ditepungkan (kg).

2.5.3. Susut Tercecer Mesin Penepung

Perhitungan susut tercecer mesin menggunakan rumus (Rangkuti *et al.* 2012):

$$Stp = \frac{W_{tTc}}{W_{tTs}} \times 100\% \quad (3)$$

dimana Stp adalah susut tercecet mesin penepung (%), $WtTc$ adalah berat biji hotong tercecet (gram), $WtTs$ adalah berat biji hotong yang ditepungkan (gram).

2.5.4. Kebutuhan daya motor listrik

Kebutuhan daya motor listrik 3 fasa diperoleh dari hasil perhitungan tegangan dan arus pada motor listrik. Daya *output* merupakan penjumlahan dari daya masing-masing fasa. Tegangan diukur di setiap fasa menggunakan *multitester* sedangkan arus listrik menggunakan tang ampere. Perhitungan daya *output* motor listrik menggunakan rumus:

$$P = P_a + P_b + P_c = 3P_p \quad (4)$$

Pada hubungan delta tegangan *line* (V_L) sama dengan tegangan fasa (V_p) akan tetapi $I_L = \sqrt{3}I_p$ sehingga persamaannya menjadi

$$P = V_L \times I_L \times \cos \phi \times \sqrt{3} \quad (5)$$

dimana P_{out} dimana daya *output* motor listrik (Watt), V_L adalah tegangan listrik yang diukur *line* (Volt), I_L adalah arus listrik *line* (A), dan $\cos \phi$ adalah aktor daya

2.5.5. Standar Deviasi

Standar deviasi merupakan nilai statistik yang digunakan untuk menentukan bagaimana sebaran data dalam sampel dan seberapa dekat titik data individu ke mean atau rata-rata nilai sampel. Tujuannya untuk mengetahui apakah sampel data yang diambil dapat mewakili seluruh populasi (Rahmawati *et al.* 2020). Perhitungan standar deviasi sampel menggunakan rumus:

$$s = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}{n-1}} \quad (6)$$

dimana s adalah simpangan baku, x_i adalah nilai x ke- i , \bar{x} adalah nilai rata-rata, dan n adalah banyaknya sampel

2.5.6. Kualitas Penepungan

Pengayakan merupakan sebuah cara pengelompokkan butiran yang akan dipisahkan menjadi satu atau beberapa kelompok, sehingga dapat dipisahkan antara partikel lolos ayakan (butiran halus) dan yang tertinggal diayakan (butiran kasar) (Syamsunarto dan Yohanes 2018). Ada dua produk dari proses pengayakan yaitu ukuran lebih besar daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*oversize*) dan ukuran yang lebih kecil daripada ukuran lubang-lubang ayakan (*undersize*). Proses pengayakan dapat dilakukan dengan dua cara, yaitu pengayakan manual dan pengayakan mekanik. Masing-masing proses pengayakan ini mempunyai kelebihan dan kekurangannya.

Pengayakan pada penelitian ini bertujuan mengetahui kualitas tepung hasil dari penepungan menggunakan mesin penepung tipe palu (*hammer mill*) dan *disc mill*. Proses pengayakan yang dipilih yaitu secara manual menggunakan saringan *mesh* 80. Pengayakan ini dilakukan dengan menyimpan bahan di atas ayakan dan tangan melakukan gerakan menghentak dan memutar.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1. Kapasitas Penepungan

Kapasitas penepungan menunjukkan kemampuan mesin pada saat melakukan penepungan dengan jumlah dan waktu tertentu. Penepungan dilakukan menggunakan mesin tipe hammer mill dan disc mill dengan masing-masing sampel dilakukan tiga kali pengulangan pada satu kali lintasan. Pada mesin hammer mill dilakukan pengujian dengan tiga rpm yang berbeda yaitu 2887 rpm, 3608 rpm, dan 4330 rpm, sedangkan mesin disc mill hanya dilakukan satu kali pengujian dengan rpm sebesar 4485 rpm. Nilai kapasitas penepungan pada penelitian ini diperoleh dari hasil perhitungan. Hasil perhitungan dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai kapasitas penepungan

Tipe Mesin	Kecepatan Putar (rpm)	Rataan Kapasitas (kg/jam)	Standar Deviasi
<i>Hammer Mill</i>	2887	13,929	0,484
<i>Hammer Mill</i>	3608	15,595	0,882
<i>Hammer Mill</i>	4330	16,897	1,355
<i>Disc Mill</i>	4485	15,837	1,044

Kapasitas penepungan tertinggi menggunakan mesin *hammer mill* terjadi pada saat kecepatan putar 4330 rpm dengan nilai rata-rata kapasitas sebesar 16,897 kg/jam, sedangkan nilai terendah yaitu pada saat kecepatan putar 2887 rpm sebesar 13,929 kg/jam. Nilai kapasitas penepungan menggunakan mesin *disc mill* sebesar 15,837 kg/jam. Menurut Rohman (2021), terdapat hubungan antara peningkatan rpm dengan kapasitas penepungan yaitu semakin tinggi rpm yang digunakan maka semakin tinggi pula nilai kapasitas penepungan. Berdasarkan literatur tersebut seharusnya nilai kapasitas terbesar yaitu menggunakan mesin *disc mill*. Akan tetapi, pada penelitian ini mesin *hammer mill* memperoleh nilai kapasitas sedikit lebih besar dibanding *disc mill*. Hal ini disebabkan ketika proses pengujian mesin *disc mill* bahan yang masuk dari *hopper* menuju ruang penepungan sedikit lebih lama dibandingkan mesin *hammer mill*.

Pada saat pengujian dilakukan, bahan yang dimasukkan harus dilakukan secara sedikit demi sedikit. Apabila dimasukkan secara keseluruhan akan terjadi penumpukkan pada bagian penepungan yang menyebabkan motor penggerak mengeluarkan tenaga besar. Hal ini menyebabkan temperatur mesin meningkat dan mengeluarkan suara tidak normal sampai akhirnya mesin menjadi mati.

3.2. Rendemen Penepungan

Rendemen menunjukkan persen hasil dari perbandingan berat akhir (*output*) dan berat awal (*input*) penepungan dikali persentase tepung yang hilang selama proses penepungan atau 100%. Nilai rendemen penepungan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2 Nilai rendemen penepungan

Tipe Mesin	Kecepatan Putar (rpm)	Rataan Rendemen (%)	Standar Deviasi
<i>Hammer Mill</i>	2887	81,867	1,501
<i>Hammer Mill</i>	3608	82,733	5,672
<i>Hammer Mill</i>	4330	90,533	1,286
<i>Disc Mill</i>	4485	92,133	0,611

Nilai rendemen tertinggi menggunakan mesin hammer mill yaitu pada saat kecepatan putar 4330 rpm dengan nilai rata-rata rendemen 90,533%, sedangkan nilai terendah yaitu pada saat rpm 2887 sebesar 81,867%. Nilai rendemen menggunakan mesin disc mill yaitu sebesar 92,133% dengan

kecepatan putar yang digunakan 4485 rpm. Perbedaan hasil rendemen yang diperoleh menggunakan kedua mesin tersebut tidak terlalu jauh. Rendemen pada disc mill menjadi tinggi karena lubang pengeluaran sejajar dengan hopper sehingga memudahkan hasil penepungan keluar. Sedangkan pada hammer mill masih banyak hasil penepungan yang menempel pada ruang penepungan. Selain itu, menurut Rangkuti et al. (2012), peningkatan rpm mempengaruhi besarnya hasil rendemen penepungan. Rendemen penepungan dipengaruhi oleh hasil tepung yang diperoleh setiap kali proses penepungan. Semakin banyak hasil tepung yang dihasilkan dari setiap penggilingan, maka rendemen penepungan semakin besar.

3.3. Susut Tercecer Mesin Penepung

Susut tercecer menunjukkan hasil bagi antara berat biji hotong yang tercecer dengan berat biji hotong yang ditepungkan dikali 100%. Tepung tercecer terjadi akibat banyaknya tepung yang menempel pada ruang dan palu penepung saat proses penepungan berlangsung. Susut tercecer diperoleh dengan cara mengambil tepung yang tercecer saat penepungan berlangsung serta tepung yang tidak tertampung pada tempat penampungan. Nilai susut tercecer mesin penepungan dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3 Nilai susut tercecer mesin penepungan

Tipe Mesin	Kecepatan Putar (rpm)	Rataan Susut Tercecer (%)	Standar Deviasi
<i>Hammer Mill</i>	2887	18,133	1,501
<i>Hammer Mill</i>	3608	17,267	5,672
<i>Hammer Mill</i>	4330	9,467	1,286
<i>Disc Mill</i>	4485	7,867	0,611

Nilai susut tercecer mesin tertinggi menggunakan mesin *hammer mill* terjadi pada saat menggunakan kecepatan putar 2887 rpm dengan nilai rata-rata susut tercecer sebesar 18,133%, sedangkan nilai terendah yaitu 9,467% pada saat kecepatan putar 4330 rpm. Nilai susut tercecer menggunakan mesin *disc mill* yaitu 7,867% dengan kecepatan putar 4485 rpm. Hal ini dikarenakan ruang penepungan *hammer mill* memiliki desain berongga sehingga menyebabkan ada bahan yang tertinggal di ruang penepungan. Berdasarkan data yang diperoleh peningkatan kecepatan pada proses penepungan berpengaruh terhadap nilai susut tercecer. Selain itu, nilai susut tercecer berbanding terbalik dengan nilai rendemen yang didapatkan. Menurut Sandra dan Meiselo (2020), semakin meningkatnya rpm maka nilai susut tercecer yang diperoleh akan semakin sedikit. Gambar 2 dapat dilihat bahwa ruang penepungan *hammer mill* bergerigi.

Gambar 2 Ruang penepung *hammer mill*

3.4. Kebutuhan Daya Motor Listrik

Kebutuhan daya merupakan nilai yang diperoleh dari hasil perhitungan tegangan dan arus pada motor listrik. Mesin yang digunakan dalam pengukuran ini yaitu *hammer mill* pada saat puli bawah 4 inci atau saat puli terkecil yang digunakan pada penelitian. Hal ini karena sebagai pembanding nilai daya minimum mesin penepung yang dibutuhkan pada saat penggilingan. Adapun nilai kebutuhan daya motor listrik tersebut dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4 Kebutuhan daya motor listrik

Tegangan (V)			Arus (Ampere, I)			$\sqrt{3}$	Faktor Daya	Daya (watt)
V_{RS}	V_{ST}	V_{RT}	I_R	I_S	I_T			
385,0	386,4	399,0	3,0	2,9	2,7	1,731	0,88	5107,34

Mesin penepung *hammer mill* digerakkan oleh motor listrik tiga fasa dengan sambungan delta. Listrik tiga fasa biasanya banyak digunakan industri atau pabrik. Nilai arus dan tegangan diperoleh dari hasil pengukuran menggunakan alat, sedangkan nilai faktor daya dilihat dari spesifikasi motor listrik yang digunakan. Berdasarkan data yang diperoleh, daya yang dibutuhkan yaitu sebesar 5107,34 watt. Peningkatan kecepatan putar motor dari mesin penepung akan menyebabkan kebutuhan daya yang diperlukan semakin bertambah. Hal ini karena kebutuhan daya motor listrik dipengaruhi oleh kecepatan putar dan perlakuan banyak atau tidaknya bahan saat sekali proses penepungan. Kecepatan putar yang tinggi akan membutuhkan tenaga yang besar pula untuk penepungan (Sumariana 2008).

3.5. Kualitas Penepungan

Kualitas penepungan pada penelitian ini diperoleh dari hasil pengayakan menggunakan *mesh* 80. Menurut Mardina (2020), ayakan yang umumnya digunakan untuk mengetahui tingkat kehalusan tepung yaitu *mesh* 80. Apabila tepung yang tidak lolos *mesh* 80 umumnya masih termasuk butiran kasar. Salah satu kriteria kualitas tepung yang baik yaitu lolos *mesh* 80 sebanyak 90%. Kualitas penepungan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5 Kualitas penepungan

Tipe Mesin	Kecepatan Putar (rpm)	Rata-rata Kualitas Penepungan Halus
------------	-----------------------	-------------------------------------

		(%)
<i>Hammer Mill</i>	2887	28,685
<i>Hammer Mill</i>	3608	37,870
<i>Hammer Mill</i>	4330	45,111
<i>Disc Mill</i>	4485	36,665

Kualitas penepungan tertinggi menggunakan *hammer mill* yaitu pada saat kecepatan putar 4330 rpm dengan rata-rata tepung halus 45,111%, sedangkan nilai terkecil pada saat 2887 rpm yaitu 28,685%. Berdasarkan Rahmadian *et al.* (2012) dalam Utami (2018), kecepatan putar berpengaruh terhadap hasil penggilingan, semakin cepat mesin berputar maka hasil penggilingan akan semakin halus. Nilai rata-rata tepung halus yang diperoleh dari proses penepungan menggunakan mesin *disc mill* yaitu sebesar 36,665%. Tepung jawawut belum memiliki SNI tersendiri sehingga disesuaikan dengan tepung terigu sebagai perbandingan. Tingkat kehalusan tepung terigu yang dipersyaratkan oleh SNI 01-3751-2006 adalah minimal 95% yang lolos dari *mesh* 80 (Ambarsari *et al.* 2009). Akan tetapi, pada penelitian ini tepung dengan tingkat kehalusan paling tinggi yang lolos *mesh* 80 kurang dari 95%. Hal ini disebabkan bahan yang ditepungkan hanya sedikit, sehingga hasilnya belum maksimal.

Mesin penepung *hammer mill* dengan kecepatan putar 4330 rpm pada awalnya memiliki nilai rendemen lebih kecil dan susut tercecet lebih besar dibandingkan mesin *disc mill*. Akan tetapi, hasil dari proses pengayakan menunjukkan bahwa mesin *hammer mill* dengan rpm 4330 mampu tembus ayakan 80 *mesh* lebih banyak dibandingkan dengan *hammer mill* rpm 2887, 3608, serta mesin *disc mill*. Hal ini disebabkan *hammer mill* memiliki desain palu berbentuk balok pemukul yang menonjol pada porosnya. Palu yang tersusun pada poros memiliki permukaan yang luas akan berputar terus-menerus memberikan pukulan dan menambah terjadinya gesekan antara bahan dengan mesin penepung. Pada Gambar 3 dapat dilihat bentuk palu *hammer mill*.



Gambar 3 Palu *hammer mill*

4. Kesimpulan dan Saran

4.1. Kesimpulan

Hasil uji performansi mesin penepung *hammer mill* dan *disc mill* menunjukkan nilai kapasitas tertinggi yaitu pada saat menggunakan *hammer mill* kecepatan putar 4330 rpm sebesar 16,897 kg/jam. Penepung *disc mill* memiliki nilai rendemen tertinggi sebesar 92,133% dan susut tercecet mesin terendah sebesar 7,867%. Hal ini karena penambahan rpm berpengaruh terhadap rendemen

penepungan, semakin tinggi rpm maka rendemen penepungan semakin besar. Selain itu, berpengaruh juga terhadap susut tercecer mesin, semakin tinggi rpm yang digunakan maka susut tercecer yang diperoleh semakin sedikit. Meskipun demikian, kualitas penepungan yang lolos pada saringan *mesh* 80 lebih besar pada saat menggunakan mesin penepung *hammer mill*. Hal ini dipengaruhi oleh desain *hammer mill* yang memiliki palu pemukul berbentuk balok untuk memberikan gerakan memutar secara terus-menerus sehingga memberikan gesekan antara bahan dan mesin. Daya yang dibutuhkan untuk menggiling 500 gram hotong sebesar 5107,34 watt. Kebutuhan daya yang digunakan pada saat penepungan dipengaruhi oleh peningkatan rpm, semakin tinggi rpm yang digunakan maka daya yang dibutuhkan juga semakin besar.

4.2. Saran

Penepungan sebaiknya dilakukan dengan jumlah hotong yang lebih banyak agar produktivitas lebih maksimal sehingga mendapatkan hasil yang lebih bagus. Penepungan dilakukan dengan menambahkan lintasan pada saat pengujian untuk mendapatkan kualitas tepung yang lolos *mesh* 80 lebih banyak.

Daftar Pustaka

- Ambarsari I, Sarjana, Choliq A. 2009. Rekomendasi dalam penetapan standar mutu tepung ubi jalar. *Jurnal Standardisasi*. 11 (3): 212 – 219.
- Andriani S. 2008. Pengujian teknik penepungan biji juwawut (*Setaria 260ill260c* (L.) Beauv.) menggunakan *pin mill* dan *disc mill* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Junaidin A, Abdullah SH, Ridho R. designing vertical type mangosteen leather penepung machine. *Protech Biosystems Journal*. 1 (2): 33 – 41.
- Mardina P, Sari LA, Noerhayati E. 2020. *Effect of temperature and time on drying of raw materials in the cassava and sweet potato flour production on the physical and chemical properties*. *Konversi*. 9 (1): 19 – 27.
- Nurmala T. 2003. Prospek hotong (*Pennisetum* spp.) sebagai tanaman pangan serealialia alternatif. *Jurnal Bionatura*. 5 (1): 11 – 20.
- Nuryati R. 2008. Uji performansi mesin penyosoh biji juwawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauvois) tipe *abrasive roll* [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Rahmadian O, Triyono S, Warji. 2012. Uji kinerja hammer mill dengan umpan janggel jagung [*performance test hammer mill with corn feed corncob*]. *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 1 (1): 11 – 16.
- Rahmawati D, Ali EP, Nurvia M, Harahap E. 2020. Aplikasi simpangan baku menggunakan Microsoft excel. *Jurnal Matematika*. 19 (2): 47 – 53.
- Rangkuti PA, Hasbullah R, Sumariana KSU. 2012. Uji performansi mesin penepung tipe *disc* (*disc mill*) untuk penepungan juwawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauvois). *AGRITECH*. 32 (1): 66 – 72.
- Rohman AF. 2021. Pengaruh variasi putaran mesin pada penggilingan padi terhadap waktu dan kualitas hasil mutu beras dan tepung yang dihasilkan [skripsi]. Tegal (ID): Politeknik Harapan Bersama.
- Sandra E dan Meiselo AF. 2020. Analisa performansi mesin pembuat tepung beras tipe *disc mill* FFC 15. *Teknika: Jurnal Ilmiah*. 6 (2): 257 – 265.
- Soeka YS dan Sulistiani. 2017. Profil vitamin, kalsium, asam amino dan asam lemak tepung jewawut (*Setaria italica* L.) fermentasi [vitamin calcium, amino acid dan fatty acid prophile on fermented foxtail millet flour (*Setaria italica* L.)]. *Jurnal Biologi Indonesia*. 13 (1): 85 – 96.
- Sugandi WK, Yusuf A, Herwanto T, Ummah AM. 2019. Uji kinerja dan analisis ekonomi mesin penepung hiji jagung (studi kasus di Desa Cikawung, Kecamatan Ciparay, Kabupaten Bandung). *Jurnal Teknik Pertanian Lampung*. 8 (2): 107 – 119.
- Sumariana KS. 2008. Uji performansi mesin penepung tipe *disc* (*disc mill*) untuk penepungan juwawut (*Setaria italica* (L.) P. Beauvois) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.

- Sutanto. 2006. Uji performansi mesin penyosoh dan penepung biji buru hotong (*Setaria italica* (L) *Beauv*) [skripsi]. Bogor (ID): Institut Pertanian Bogor.
- Syamsunarto D dan Yohanes. 2018. Studi eksperimental pengaruh variasi mekanis empat batang pada mesin pengayak terhadap kapasitas produksi ayakan. *Jom FTEKNIK*. 5 (1): 1 – 7.
- Utami A. 2018. Uji kinerja mesin penepung tipe *hammer mill* untuk penepungan singkong (*Manihot esculenta*) [skripsi]. Malang (ID): Universitas Brawijaya