

**ANALISA PERBANDINGAN METODE HISAP DAN METODE TIUP
TERHADAP KEMAMPUAN MESIN *HAMMER – DISK MILL* DALAM
PEMISAHAN GLUKOMANAN PADA TEPUNG PORANG**

(Skripsi)

Oleh:

Muhammad Dayu Juniarto

1915021006



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2024

**ANALISA PERBANDINGAN METODE HISAP DAN METODE TIUP
TERHADAP KEMAMPUAN MESIN *HAMMER – DISK MILL* DALAM
PEMISAHAN GLUKOMANAN PADA TEPUNG PORANG**

Oleh:

Muhammad Dayu Juniarto

SKRIPSI

**Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Mencapai Gelar
SARJANA TEKNIK**

**Pada
Jurusan Teknik Mesin
Fakultas Teknik**



**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS LAMPUNG**

2024

ABSTRAK

ANALISA PERBANDINGAN METODE HISAP DAN METODE TIUP TERHADAP KEMAMPUAN MESIN *HAMMER – DISK MILL* DALAM PEMISAHAN GLUKOMANAN PADA TEPUNG PORANG

Oleh:

MUHAMMAD DAYU JUNIARTO

Tepung porang mengandung kadar glukomanan yang cukup tinggi dan serat pangan larut air yang bersifat hidrokoloid kuat dan rendah kalori. Masalah utama yang dihadapi dalam pengembangan tepung porang sebagai bahan pangan adalah karena adanya kalsium oksalat. Kalsium oksalat menyebabkan rasa gatal dan iritasi saat dikonsumsi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dalam menghasilkan glukomanan dengan metode hisap dan metode tiupan blower serta mendapatkan metode yang dapat menghasilkan glukomanan lebih banyak. Pemisahan glukomanan dilakukan melalui dua metode yaitu metode hisap dan metode tiup. Chips porang digiling menggunakan mesin hammer-disk mill kemudian dilakukan pemisahan antara glukomanan dan kalsium oksalat. Metode hisap menggunakan blower untuk menghisap tepung porang kemudian masuk ke dalam cyclone separator untuk dipisahkan dari debu dan sel pati yang kemudian dilakukan pengayakan dengan ukuran 40, 60, dan 80 mesh. Metode tiup menggunakan blower untuk meniup tepung porang yang akan jatuh dalam air tunnel sebagai tempat pemisahan. Glukomanan memiliki massa jenis yang lebih berat dibandingkan kalsium oksalat. Glukomanan akan jatuh pada jarak yang lebih dekat dibandingkan kalsium oksalat. Hasil penelitian didapatkan dari perbandingan hasil pemisahan kedua metode. Metode hisap memiliki hasil persentase pemisahan glukomanan sebesar 40,93% pada ukuran ayakan 60 mesh sedangkan metode tiup 24,82% pada jarak 60 cm ayakan 60 mesh. Metode yang paling banyak menghasilkan glukomanan adalah metode hisap. Metode ini memiliki banyak keunggulan dibandingkan metode tiup.

Kata Kunci: Tepung porang, glukomanan, blower, perbandingan penepungan, *cyclone separator*, *air tunnel*.

ABSTRACT

COMPARATIVE ANALYSIS OF THE SUCTION METHOD AND THE BLOWING METHOD ON THE CAPABILITY OF THE HAMMER – DISK MILL MACHINE IN SEPARATION OF GLUCOMANN IN PORANG FLOUR

By:

MUHAMMAD DAYU JUNIARTO

Porang flour contains quite high levels of glucomannan and water-soluble dietary fiber which is a strong hydrocolloid and low in calories. The main problem faced in developing porang flour as a food ingredient is the presence of calcium oxalate. Calcium oxalate causes itching and irritation when consumed. This research aims to determine the comparison in producing glucomannan using the suction method and the blower method and to find a method that can produce more glucomannan. The separation of glucomannan is carried out using two methods, namely the suction method and the blow method. Porang chips are ground using a hammer-disk mill machine and then the glucomannan and calcium oxalate are separated. The suction method uses a blower to suck up the porang flour, then enter it into a cyclone separator to separate it from dust and starch cells, which is then sieved with sizes of 40, 60 and 80 mesh. The blowing method uses a blower to blow the porang flour which will fall into the air tunnel as a separation point. Glucomannan has a heavier density than calcium oxalate. Glucomannan will fall at a closer distance than calcium oxalate. The research results were obtained from a comparison of the separation results of the two methods. The suction method had a glucomannan separation percentage of 40.93% on a 60 mesh sieve while the blow method was 24.82% at a distance of 60 cm on a 60 mesh sieve.. The method that produces the most glucomannan is the suction method. This method has the advantage of being able to produce flour in large quantities, being practical in using tools, being able to carry out flouring and separation directly and producing less dust.

Keywords: *Porang flour, glucomannan, blower, flour comparison, cyclone separator, air tunnel.*

LEMBAR PENGESAHAN

Judul skripsi

**: ANALISA PERBANDINGAN METODE HISAP
DAN METODE TIUP TERHADAP
KEMAMPUAN MESIN *HAMMER – DISK*
MILL DALAM PEMISAHAN GLUKOMANAN
PADA TEPUNG PORANG**

Nama Mahasiswa

: Muhammad Dayu Juniarto

Nomor Pokok Mahasiswa

: 1915021006

Jurusan

: Teknik Mesin

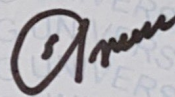
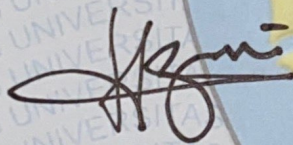
Fakultas

: Teknik

MENYETUJUI

Komisi Pembimbing 1

Komisi Pembimbing 2



Ir. Gusri Akhyar Ibrahim, Ph.D.

Ir. Arinal Hamni, M.T.

NIP 19710817 199802 1 003

NIP 19641228 199603 2 001

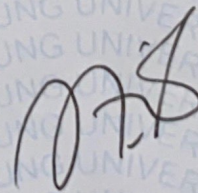
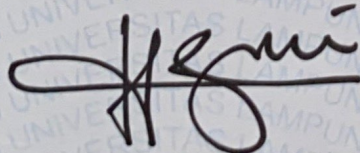
MENGETAHUI

Ketua Jurusan

Ketua Program Studi

Teknik Mesin

S1 Teknik Mesin



Ir. Gusri Akhyar Ibrahim, Ph.D.

Novri Tanti, S.T., M.T.

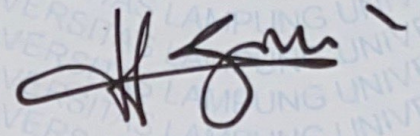
NIP 19710817 199802 1 003

NIP 19701104 199703 2 001

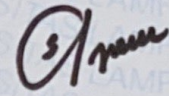
MENGESAHKAN

1. Tim Penguji

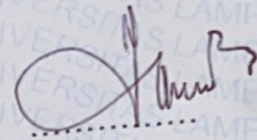
Ketua Penguji : **Ir. Gusri Akhyar Ibrahim, Ph.D.**



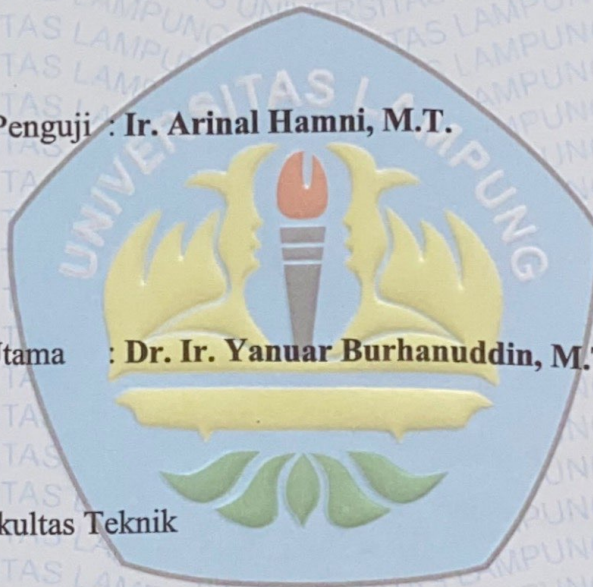
Anggota Penguji : **Ir. Arinal Hamni, M.T.**



Penguji Utama : **Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T.**



2. Dekan Fakultas Teknik



Dr. Eng. Ir. Helmy Fitriawan, S.T., M.sc.

NIP 19750928 200112 1 002

Tanggal Lulus Ujian Skripsi : **25 Januari 2024**

LEMBAR PERNYATAAN

Skripsi dengan judul “ANALISA PERBANDINGAN METODE HISAP DAN METODE TIUP TERHADAP KEMAMPUAN MESIN HAMMER – DISK MILL DALAM PEMISAHAN GLUKOMANAN PADA TEPUNG PORANG” dibuat sendiri oleh penulis dan bukan merupakan hasil plagiat siapa pun sebagaimana diatur dalam pasal 36 peraturan Akademik Universitas Lampung dengan surat keputusan Rektor No. 13 tahun 2019

Bandar Lampung, 19 Februari 2024

Pembuat pernyataan,



Muhammad Dayu Juniarto

NPM 1915021006

RIWAYAT HIDUP



Penulis bernama Muhammad Dayu Juniarto, dilahirkan di Kotabumi pada tanggal 23 Juni 2001. Penulis merupakan anak dari pasangan Bapak Sujono dan Ibu Supadmi. Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SD Negeri 1 Sukamaju pada tahun 2013, pendidikan menengah pertama di SMP Negeri 1 Abung Semuli pada tahun 2016, dan pendidikan menengah atas di SMA Negeri 1 Abung Semuli diselesaikan pada tahun 2019. Penulis melanjutkan pendidikan di Universitas Lampung Jurusan Teknik Mesin pada tahun 2019 melalui jalur (SNMPTN) dengan status sebagai penerima beasiswa BIDIKMISI. Selama menjadi mahasiswa penulis aktif di berbagai kegiatan dan organisasi kemahasiswaan antara lain:

1. Anggota Unit Kegiatan Mahasiswa (UKM) Fotografi ZOOM Universitas Lampung periode tahun 2019/2022
2. Menjadi anggota bidang (Kominfo) Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Lampung (HIMATEM) periode 2020/2021.
3. Menjadi panitia kegiatan Mechanical Engineering Expo (MEE) oleh Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Lampung (HIMATEM) pada tahun 2021.
4. Menjadi Ketua Divisi Pendidikan UKM Fotografi ZOOM Universitas Lampung periode 2020/2021.
5. Menjadi anggota bidang kerohanian Himpunan Mahasiswa Teknik Mesin Universitas Lampung (HIMATEM) periode 2021/2022.
6. Melaksanakan Kerja Praktek di PT. PLN (Persero) PLTP Ulubelu Unit 1 dan 2 dengan judul laporan “Analisis Efektivitas Kondensor Unit 2 di PT. PLN (Persero) PLTP Unit 1&2 Ulubelu” pada tahun 2022.
7. Melaksanakan Kuliah Kerja Nyata (KKN) Periode 1 di Desa Pengaringan, Kecamatan Abung Barat, Kabupaten Lampung Utara, Provinsi Lampung pada tahun 2022.

MOTTO

"Allah tidak membebani seseorang melainkan sesuai dengan kesanggupannya"

(Q.S Al-Baqarah: 286)

"Hai orang-orang yang beriman, mintalah pertolongan kepada Allah dengan sabar dan shalat. Sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar"

(Q.S Al-Baqarah: 153)

"Sebaik-baiknya manusia adalah yang bermanfaat bagi orang lain"

(HR. Thabrani dan Daruquthni)

“Kita tidak tahu proses apa yang telah dilalui oleh orang lain, kita tidak tahu pengorbanan apa yang telah dilakukan oleh orang lain, setiap manusia memiliki masa sulitnya masing-masing. Tetap semangat dan berjuang dalam masa sulit, setiap hal memiliki porsinya masing-masing. Jika memang bukan sekarang, masih ada masa depan yang harus diperjuangkan.”

(Muhammad Dayu Juniarto)

HALAMAN PERSEMBAHAN



Puji dan syukur penulis ucapkan kepada Allah Subhanahu Wa Ta'ala atas segala Rahmat dan Karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan lancar. Shalawat serta Salam semoga selalu tercurahkan kepada Nabi Muhammad SAW.

KARYA TULIS INI KUPERSEMBAHKAN KEPADA

Ayahanda dan Ibunda Tecinta

Yang senantiasa memberikan semangat dan melantunkan do'a yang selalu menyertaiku. Terima kasih yang sebesar-besarnya kuucapkan karena telah mendidik dan membersarkanku dengan penuh kasih sayang, dukungan, dan perngorbanan yang sampai kapanpun tidak akan bisa terbalaskan.

Seluruh Keluarga Besar Teknik Mesin 2019

Serta

Almamater Tercinta, Universitas Lampung dan Jurusan Teknik Mesin

SANWACANA

Assalamu'alaikum Warahmatullahi Wabarakatuh.

Puji dan syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa atas berkah dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan lancar dan dalam keadaan sehat. Shalawat serta salam semoga tetap tercurah limpahkan kepada junjungan besar kita, Nabi Muhammad Shallallahu 'Alaihi Wassalam, beserta keluarga dan sahabat. Semoga kita sebagai umatnya, selalu mendapatkan syafaat beliau di akhirat kelak. Skripsi ini dibuat sebagai tanda selesai pelaksanaan skripsi. Karya tulis ini diharapkan dapat menjadi ilmu yang bermanfaat dan juga dapat dikembangkan khususnya dalam bidang produksi. Skripsi ini dibuat sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknik pada Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung. Dalam penyusunan skripsi ini tentunya penulis mendapatkan pengalaman dan pembelajaran dari beberapa pihak. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Orang tua penulis, Ayahanda Sujono dan Ibunda Supadmi yang selalu mendampingi, mendidik, mendoakan, mendukung moril dan materil, dan juga memberikan restu pada penulis agar tetap semangat dalam menjalankan serta menyelesaikan studi Teknik Mesin di Universitas Lampung.
2. Putri Ayu Rindi Pramesti, Riski Julido Usman, Babeh Yanto, Muhammad Jaya Okta Ramadhan dan Kalandra Ibrahim Altair Riski selaku keluarga penulis yang telah memberikan motivasi, dukungan kepada penulis dalam menjalankan serta menyelesaikan studi Teknik Mesin di Universitas Lampung.

3. Bapak Ir. Gusri Akhyar Ibrahim, Ph.D selaku Dosen Pembimbing I dan Dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing selama perkuliahan sampai mengerjakan skripsi ini dan selaku Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
4. Ibu Ir. Arinal Hamni, M.T., selaku Dosen Pembimbing II yang telah membimbing selama perkuliahan dan mengerjakan skripsi ini dengan baik.
5. Bapak Dr. Ir. Yanuar Burhanuddin, M.T. selaku Dosen Penguji yang sangat baik yang selalu sabar memberikan arahan, ide, motivasi serta saran terbaik kepada penulis sehingga dapat menyelesaikan skripsi ini dengan baik.
6. Ibu Novri Tanti, S.T., M.T., selaku Ketua Prodi S1 Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
7. Bapak Ahmad Suu'di, S.T., M.T., selaku Sekretaris Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
8. Seluruh Dosen di Teknik Mesin Universitas Lampung yang telah menjadi guru dan mengajarkan dasar pengetahuan yang dibutuhkan kepada penulis.
9. Seluruh staff dan karyawan di Jurusan Teknik Mesin Universitas Lampung.
10. Keluarga besar CV. Alsintan Muara Kota Metro yang telah membantu dan membimbing penulis dalam melakukan pengambilan data penelitian, khususnya Mas Dani, Mba Dini, dan Mba Vivi yang telah membimbing penulis selama penelitian.
11. Tito Valiandra, Muhammad Taqwa Wijaya, Muhammad Pandu Wibowo, Acep Rama Sanjaya, dan Akmal Satria Permana selaku teman seperjuangan terbaik selama proses perkuliahan dan penyusunan skripsi penulis.
12. Terkhusus untuk Septia Ningsih yang terus memberikan semangat, doa, dan dukungan yang tulus kepada penulis agar bisa terus berjuang menyelesaikan skripsi ini hingga tuntas.
13. Teman-teman Teknik Mesin Angkatan 2019 yang telah bersama-sama berjuang meraih mimpi, memberikan motivasi, dan memberikan semangat selama perkuliahan.
14. Teman-teman UKM Fotografi ZOOM Universitas Lampung yang telah bersama-sama berjuang dan memberikan pengalaman berharga selama perkuliahan.

15. Serta semua pihak yang secara langsung maupun tidak langsung telah membantu menyelesaikan Skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa penulisan laporan ini masih jauh dari kata sempurna, sehingga kritik dan saran yang membangun sangat penulis harapkan demi kemajuan ilmu pengetahuan di masa mendatang. Akhir kata penulis sangat berharap semoga skripsi ini dapat bermanfaat khususnya bagi penulis dan bagi pembaca.

Wassalamu'alaikum Warrahmatullahi Wabarakatuh.

Bandar Lampung, 19 Februari 2024
Penulis,

Muhammad Dayu Juniarto

DAFTAR ISI

DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR GAMBAR	xvii
DAFTAR TABEL	xviii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Batasan Masalah.....	4
1.5 Sistematika Penelitian	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Tanaman Porang.....	6
2.2 Glukomanan	7
2.3 Kalsium Oksalat	9
2.4 Alat Mekanis Penepungan.....	10
2.4.1 <i>Hammer-mill</i>	10
2.4.2 <i>Disk-Mill</i>	11
2.4.3 Blower.....	13
2.4.4 <i>Cyclone separator</i>	15
2.4.5 Pipa Pemisah (<i>Air Tunnel</i>).....	16
2.5 Metode Pemisahan Glukomanan.....	16
2.5.1 Metode Hisap	17
2.5.2 Metode Tiup.....	18
III. METODOLOGI PENELITIAN	20

3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	20
3.2	Alur Pelaksanaan Penelitian	21
3.3	Alat dan Bahan	22
3.3.1	Mesin <i>Hammer–Disk mill</i>	22
3.3.2	Motor Penggerak	22
3.3.3	Blower	23
3.3.4	Inverter AC Motor <i>Single phase</i>	24
3.3.5	<i>Tachometer</i>	25
3.3.6	Ayakan	26
3.3.7	Timbangan Digital	27
3.3.8	<i>Cyclone separator</i>	28
3.3.9	<i>Stopwatch</i>	28
3.3.10	<i>Anemometer</i>	29
3.3.11	<i>Tunnel</i>	29
3.3.12	Umbi Porang (<i>Amorphophallus Oncophyllus</i>)	30
3.4	Prosedur Penelitian	30
3.4.1	Persiapan Bahan	30
3.4.2	Persiapan Mesin <i>Hammer–Disk mill</i>	31
3.4.3	Proses Penepungan	31
3.4.4	Mengukur Rendemen Glukomanan Penepungan	36
3.4.5	Pengambilan Data	36
3.4.6	Pemilihan Parameter Pengujian	37
3.4.7	Metode Analisis	38
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	40
4.1	Data Hasil Pengujian	40
4.2	Analisis Data Pengujian Dengan Metode Hisap	42

4.3	Analisis Data Pengujian Dengan Metode Tiup	44
4.4	Analisis Perbandingan Metode Hisap dan Metode Tiup.....	45
V.	PENUTUP.....	50
5.1	Kesimpulan.....	50
5.2	Saran.....	51
	DAFTAR PUSTAKA	52
	LAMPIRAN.....	55

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Granula glukomanan	8
Gambar 2. 2 Kalsium oksalat	9
Gambar 2. 3 Mesin hammer-mill	11
Gambar 2. 4 Mesin disk-mill	12
Gambar 2. 5 Blower	13
Gambar 2.6 Cyclone separator	15
Gambar 2.7 Alur proses penepungan dengan metode hisap	17
Gambar 2.8 Alur proses penepungan dengan metode tiup	18
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian.....	21
Gambar 3. 2 Mesin hammer-disk mill	22
Gambar 3. 3 Motor penggerak	23
Gambar 3. 4 Blower	24
Gambar 3. 5 Inverter AC motor single phase	25
Gambar 3. 6 Tachometer.....	26
Gambar 3. 7 Ayakan	27
Gambar 3. 8 Timbangan digital	27
Gambar 3. 9 Cyclone separator	28
Gambar 3. 10 Stopwatch	28
Gambar 3. 11 Anemometer	29
Gambar 3. 12 Tunnel.....	29
Gambar 3. 13 Chips umbi porang	30
Gambar 3. 14 Metode hisap	33
Gambar 3. 15 Metode tiup	35
Gambar 4. 1 Rendemen tepung porang hasil penggilingan	43

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar mutu tepung porang	7
Tabel 3.1 Waktu penelitian	20
Tabel 3. 2 Spesifikasi motor penggerak.....	23
Tabel 3. 3 Spesifikasi blower	24
Tabel 3. 4 Spesifikasi inverter AC motor single phase.....	25
Tabel 3. 5 Spsesifikasi tachometer	26
Tabel 3.6 Parameter pengujian metode hisap	37
Tabel 3.7 Parameter pengujian metode tiup.....	38
Tabel 4. 1 Data hasil pengujian metode hisap	40
Tabel 4. 2 Data respon parameter terbaik	41
Tabel 4. 3 Data hasil pengujian metode tiup.....	41
Tabel 4. 4 Data hasil percobaan pengayakan	42
Tabel 4. 5 Data hasil pengujian terbaik metode tiup pada jarak 60 cm.	44
Tabel 4. 6 Perbandingan nilai rendemen tepung	45
Tabel 4. 7 Perbandingan data optimal metode hisap dan metode tiup.....	46
Tabel 4. 8 Persentase rendemen tepung	47
Tabel 4. 9 Kelebihan dan kekurangan pada metode hisap dan metode tiup	48

I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) merupakan salah satu tanaman liar hutan yang saat ini mulai dikembangkan secara besar-besaran di wilayah Indonesia. Budidaya umbi ini mulai dikembangkan sejalan dengan potensi ekonomi yang sangat menguntungkan dan relatif lebih mudah dalam pemeliharaan dan perkembangbiakannya. Umbi porang dapat diolah menjadi tepung porang dengan umur simpan relatif panjang yang memiliki potensi yang besar untuk dikembangkan di industri pangan. Tepung porang mengandung kadar glukomanan yang cukup tinggi yaitu 64.98%. Glukomanan merupakan serat pangan larut air yang bersifat hidrokoloid kuat dan rendah kalori. Glukomanan juga memiliki sifat fisik yang istimewa yaitu mampu mengembang dalam air hingga 138-200 %.(Widjanarko et al., 2015)

Masalah utama yang dihadapi dalam pengembangan tepung porang sebagai bahan pangan di Indonesia adalah adanya kalsium oksalat. Kalsium oksalat pada tepung porang menyebabkan rasa gatal dan iritasi saat di konsumsi. Konsumsi makanan yang mengandung kalsium oksalat dapat menyebabkan kristalisasi dalam ginjal dan gangguan-gangguan kesehatan lainnya. Batas aman konsumsi oksalat bagi orang dewasa adalah 0,60-1,25 gram per hari selama 6 minggu berturut turut. (Sitompul, M.R, Suryana, 2018)

Mesin penepung berdasarkan bentuk dan proses kerjanya dibagi menjadi 3 jenis yaitu *roll mill*, *hammer mill*, dan *disk mill*. Mesin penepung porang dengan tipe *hammer mill* menggunakan prinsip benturan atau pukulan dan dengan cara gesekan. *Hammer mill* mampu menghancurkan bahan-bahan yang teksturnya lebih keras seperti biji-bijian, batu karang, batu bara, bahkan zat yang berserat (Gustina et al., 2022). Salah satu metode penepungan yang menjanjikan adalah penepungan menggunakan mesin kombinasi antara *hammer mill* dan *disk mill*. Prinsip mesin *hammer mill* dan *disk mill* adalah menumbuk dan menggesek partikel secara merata akibat gaya gesek dan tumbuk. Penggunaan mesin tipe *hammer mill* dan *disk mill* jarang diaplikasikan untuk penepungan bahan pangan, tetapi telah lama digunakan dalam industri penepungan semen. Namun proses penepungan pada bahan tepung kasar dengan pemberian perlakuan lama waktu penggilingan yang berbeda dengan metode gesek dan tumbuk menghasilkan granula tepung yang lebih kecil dan halus.

Widjanarko dkk (2015) menyatakan bahwa penepungan tepung porang menggunakan metode *ball mill* dengan variasi lama penggilingan menunjukkan bahwa lama penggilingan selama 4 jam menghasilkan tepung porang dengan kadar rendemen, kadar glukomanan, dan viskositas yang optimal. Tepung porang yang lolos ayakan 100 *mesh* memiliki kadar rendemen sebesar 33.39%, kadar glukomanan sebesar 56.44%. Sedangkan tepung porang yang tidak lolos ayakan 100 *mesh* memiliki kadar rendemen sebesar 66.75%, kadar glukomanan sebesar 70.35%. Namun penelitian ini hanya menggunakan satu jenis *mesh* yang memungkinkan pemisahan glukomanan belum optimal.

Menurut M. S. Sari (2016) Tepung porang hasil penyosohan, pengayakan dan pemisahan dengan penghembusan menggunakan *cyclone separator* dianalisis sifat fisiknya meliputi derajat keputihan, distribusi ukuran dan densitasnya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen yang dihasilkan 17,6-22 %. Penyosohan berpengaruh terhadap penurunan

kalsium oksalat sebesar 31,8% sedangkan pemisahan menggunakan *cyclone separator* dapat menurunkan kalsium oksalat sebesar 34,5 %. Perlakuan penghembusan dengan variasi kecepatan 10,5-11,2 m/s tidak berbeda nyata. Perlakuan terbaik untuk menurunkan kadar kalsium oksalat adalah penyosohan-pengayakan dan penghembusan udara dengan kecepatan 11,2 m/s. Namun penepungan menggunakan *cyclone* belum menghasilkan tepung glukomanan utuh sehingga masih perlu dilakukan pengayakan.

Menurut penelitian sebelumnya, Wibowo (2023) didapatkan hasil respon parameter terbaik, diperoleh kondisi yang optimal dengan parameter massa input *chip* yaitu 1 kg, parameter kecepatan motor yaitu 3000 rpm, dan parameter jarak mata *hammer* yaitu 1 cm. Berdasarkan hasil parameter yang optimal tersebut, dilakukanlah percobaan menggunakan respon terbaik tersebut dan didapatkan hasil rendemen glukomanan sebesar 365 gram dan efisiensi penepungan sebesar 36,5%, dengan lama waktu proses penepungan selama 358 detik atau sekitar 5,96 menit. Berdasarkan hasil uji fisik, ditemukan bahwa kandungan glukomanan dominan diperoleh pada ukuran diameter ayakan 60 s.d 80 *mesh*. Pada ukuran ini, tepung telah terbebas dari kotoran, debu, sel pati, dan kalsium oksalat, serta memiliki ciri-ciri karakteristik glukomanan yang utuh.

Selain menggunakan *cyclone separator*, terdapat metode lain untuk memisahkan glukomanan pada tepung porang ini, yaitu dengan metode tiupan udara dengan blower pada sistem *air tunnel*. Pada *air tunnel* ini akan diukur sejauh mana jatuhnya tepung porang. Selanjutnya akan diidentifikasi pada jarak tertentu dan sejauh mana masih terdapat tepung porang. Gaya dorong yang dihasilkan oleh blower akan mendorong kalsium oksalat yang lebih ringan dan meninggalkan glukomanan dengan bobot lebih berat untuk jatuh ke bagian bawah. Namun belum banyak yang mengkaji mengenai metode *air tunnel* sebagai pemisahan tepung glukomanan. (Valiandra, 2023)

Dari uraian diatas, belum diketahui bahwa metode mana yang terbaik dalam memisahkan tepung glukomanan pada proses penepungan porang. Penelitian ini membahas tentang perbandingan dari dua metode proses penepungan yaitu metode hisap menggunakan *cyclone separator* yang dilakukan oleh Wibowo (2023) dan metode tiup pada *air tunnel* yang dilakukan oleh Valiandra (2023) untuk mengetahui metode terbaik dalam memisahkan tepung glukomanan.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun rumusan masalah pada penelitian ini adalah sebagai berikut.

1. Bagaimana perbandingan metode hisap dan metode tiup dalam menghasilkan rendemen glukomanan?
2. Metode manakah yang menghasilkan rendemen glukomanan paling banyak?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dari dilaksanakannya penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Menganalisis perbandingan dalam menghasilkan rendemen glukomanan.
2. Mendapatkan metode yang dapat menghasilkan rendemen glukomanan lebih banyak.

1.4 Batasan Masalah

Adapun batasan masalah yang terdapat pada penelitian tugas akhir ini adalah sebagai berikut:

1. Membandingkan hasil glukomanan dari kedua metode.
2. Respon yang dicari adalah kapasitas glukomanan yang dihasilkan dari kedua metode penepungan porang.

1.5 Sistematika Penelitian

Adapun sistematika penulisan penelitian ini adalah sebagai berikut:

- I. PENDAHULUAN
Berisikan latar belakang, tujuan penelitian, batasan masalah, dan sistematika penulisan.
- II. TINJAUAN PUSTAKA
Berisikan tentang teori mengenai tanaman umbi porang, teori mengenai glukomanan pada umbi porang, teori mengenai kalsium oksalat pada umbi porang, teori mengenai upaya pengurangan kalsium oksalat pada umbi porang, teori mengenai mesin penepung, teori mengenai tepung porang dan metode perhitungan.
- III. METODOLOGI PENELITIAN
Berisikan tentang tempat dan waktu penelitian, alat dan bahan, prosedur penelitian, diagram alir dan pengambilan data.
- IV. HASIL DAN PEMBAHASAN
Berisikan tentang data hasil pengujian, pembahasan dari data-data yang diperoleh.
- V. SIMPULAN DAN SARAN
Berisikan simpulan yang diperoleh dari hasil penelitian dan saran yang diberikan oleh peneliti.
- VI. DAFTAR PUSTAKA
Memuat referensi yang digunakan penulis untuk menyelesaikan laporan tugas akhir.
- VII. LAMPIRAN
Berisikan perlengkapan serta data-data yang digunakan dalam laporan penelitian.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Porang

Tanaman porang (*Amorphophallus oncophyllus*) merupakan salah satu jenis tumbuhan umbi-umbian, tumbuhan umbi porang termasuk ke dalam familia *Araceae* (talas-talasan) dan tergolong genus *Amorphophallus*. Di Indonesia, ditemukan beberapa spesies yaitu *A. campanulatus*, *A. oncophyllus*, *A. variabilis*, *A. spectabilis*, *A. decussilvae*, *A. muellleri* dan beberapa jenis lainnya. Jenis *A. oncophyllus* awalnya ditemukan di Kepulauan Andaman (India) dan menyebar ke arah timur melalui Myanmar lalu ke Thailand dan masuk ke Indonesia (R. Sari & Suhartati, 2019).

Tanaman umbi porang memiliki kandungan glukomanan dimana kandungan glukomanan ini yang dimanfaatkan untuk bahan pangan maupun dalam industri farmasi karena baik untuk kesehatan. Selain glukomanan umbi porang juga mengandung zat kimia yang bernama kalsium oksalat yang menjadi kendala dalam pengolahannya senyawa ini berupa kristal berbentuk jarum tajam.

Salah satu kendala dalam penggunaan umbi porang adalah adanya rasa gatal yang disebabkan oleh senyawa oksalat dan proteinase. Konsumsi makanan yang mengandung oksalat tinggi dapat mengganggu kesehatan karena dapat menyebabkan terbentuknya batu ginjal serta menurunkan absorpsi kalsium didalam tubuh. Pengurangan kadar oksalat dilakukan dengan perendaman dalam larutan asam, basa, garam (untuk menurunkan kadar oksalat tak larut)

serta perendaman dalam air hangat (untuk menurunkan kadar oksalat terlarut)(Astuti et al., 2022).

Senyawa oksalat ($C_2O_4^{2-}$) didalam umbi porang terdapat dalam bentuk larut air (asam oksalat) dan tidak larut air (biasanya dalam bentuk kalsium oksalat atau garam oksalat). Asam oksalat adalah senyawa kimia yang memiliki nama sistematis asam etanadioat. Asam oksalat dapat ditemukan dalam bentuk bebas ataupun dalam bentuk garam. Bentuk yang lebih banyak ditemukan dalam bentuk garam(Astuti et al., 2022). Standar mutu tepung porang dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Standar mutu tepung porang

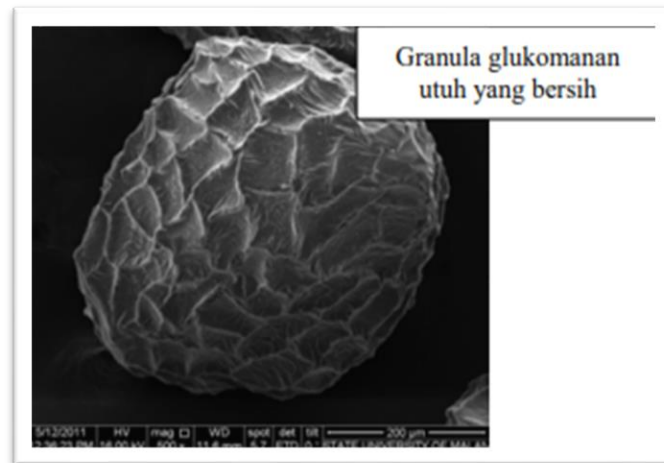
No.	Parameter	Persyaratan
1	Kadar air	10,00%
2	Kadar glukomanan	>80%
3	Kadar abu	4%
4	Kadar sulfit	<0,03%
5	Kadar timah	<0,003%
6	Kadar arsenik	<0,001%
7	Kalori	3 Kkal/100g
8	Kadar kalsium oksalat	71 mg/100g
9	Viskositas (konsentrasi tepung 1%)	>35.000 mps
10	Ph (pada konsentrasi tepung 1%)	7
11	Kenampakan	Putih
12	Ukuran partikel	90 mesh

(Sumber: Astuti et al., 2022)

2.2 Glukomanan

Glukomanan atau yang dikenal sebagai *Konjac Glucomannan* (KGM). merupakan salah satu komponen kimia terpenting yang terdapat di dalam tumbuhan umbi iles-iles. Glukomanan merupakan polisakarida dari jenis hemiselulosa yang terdiri dari ikatan rantai galaktosa, glukosa, dan mannososa. Ikatan rantai utamanya adalah glukosa dan mannososa sedangkan cabangnya

adalah galaktosa. Glukomannan mempunyai karakteristik yang unik. Larutan 1% glukomannan mempunyai viskositas yang sangat tinggi (30.000 cP), merupakan viskositas tertinggi diantar 12 jenis polisakarida (Aryanti et al., 2015).



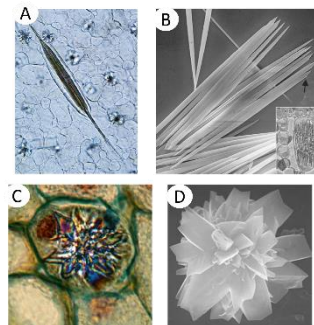
Gambar 2.1 Granula glukomannan

(Sumber: Aryanti et al., 2015)

Glukomannan merupakan serat pangan larut air yang bersifat hidrokolid kuat dan rendah kalori yang banyak dimanfaatkan pada industri pangan baik sebagai pangan fungsional ataupun tambahan pangan dan non pangan seperti dalam industri kosmetik dan produk kesehatan. Umbi porang terdapat kandungan glukomannan sebesar 45-65%. Dalam pemanfaatan dalam bidang makanan, glukomannan sendiri memiliki daya serap air yang baik serta merupakan salah satu serat makanan yang paling kental, dan memberikan efek gel. Hingga kini dimanfaatkan untuk pengikatan, penebalan, pengganti pengawet, dan sebagai pengganti lemak. Selain itu sebagai bahan lem, bahan edible film, dan masih banyak lagi kegunaannya. Ekstraksi glukomannan secara mekanis dapat dilakukan dengan alat *ball mill*. Prinsip alat ini adalah penumbukan dan penggesekan untuk menghasilkan partikel halus yang akan dipisahkan dengan *cyclone separator* yang dilengkapi blower. Glukomannan terpisah dari bahan pengotor kalsium oksalat, pati, dan serat yang memiliki bobot jenis kecil akan terbang terbawa aliran udara (Handayani et al., 2020)

2.3 Kalsium Oksalat

Kalsium oksalat adalah salah satu senyawa yang tidak diharapkan pada tepung porang. Pada senyawa ini berbentuk kristal jarum tajam yang menanamkan diri dalam jaringan sehingga dapat menyebabkan sakit. Oksalat dengan mineral kalsium yang ada didalam tubuh manusia dapat membentuk senyawa yang tidak larut sehingga tidak dapat diserap oleh tubuh. Efek kronis konsumsi bahan pangan yang mengandung oksalat adalah terjadinya endapan kristal kalsium oksalat dalam ginjal dan membentuk batu ginjal. Kalsium oksalat yang terkandung dalam umbi porang menyebabkan rasa gatal dan ketika diekstraksi maka akan mempengaruhi kualitas tepung glukomanan. Kadar aman konsumsi kalsium oksalat bagi tubuh yakni tidak lebih dari 1,25 gram/hari selama enam minggu secara berturut-turut. Kalsium oksalat adalah asam organik yang relatif cukup kuat, 10.000 kali lebih kuat dari asam asetat(Wardani & Hardrianto, 2019).



Gambar 2. 2 Kalsium oksalat

(Sumber: Wardani & Hardrianto, 2019)

Selain kandungan glukomanan memiliki banyak manfaat, umbi porang terdapat zat kimia yang bernama kalsium oksalat dan menjadi kendala didalam pengolahannya. Asam oksalat dapat ditemukan dalam bentuk bebas atau dalam bentuk garam. Bentuk yang lebih banyak ditemukan adalah

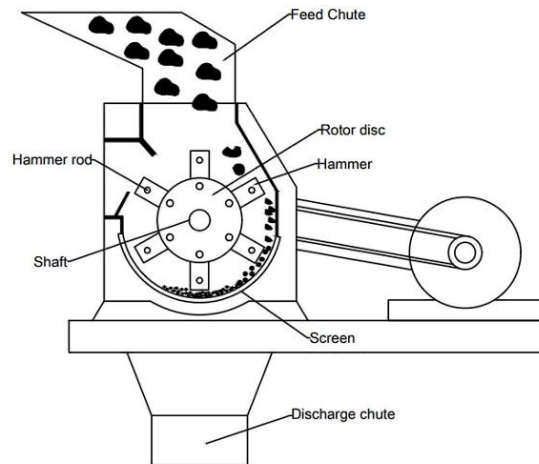
bentuk garam. Akan tetapi terdistribusi dalam jumlah yang tidak merata. Dalam tanaman, pada asam oksalat terdapat dalam jumlah yang lebih besar (Widari & Rasmito, 2018)

2.4 Alat Mekanis Penepungan

2.4.1 *Hammer-mill*

Hammer mill merupakan suatu alat mesin yang digunakan untuk menghancurkan bahan menjadi partikel yang lebih kecil. *Hammer-mill* dilengkapi dengan ulir pembawa bahan serta lubang pemasukan (*hopper*) yang berukuran 2cm x 38cm. Unit *hammer-mill* materialnya terbuat dari bahan *stainless steel*. Dalam sebuah *hammer-mill* kepala palu tergantung pada sebuah rotor yang berputar dengan kecepatan tinggi di dalam rangka yang dikeraskan. Pada prinsipnya bahan digiling dan dihancurkan diantara beberapa palu dengan rangka dan tetap didalam penggiling sampai cukup halus untuk lolos melalui saringan yang merupakan dasar rangka (Indriyani, 2019).

Hammer mill berfungsi untuk menghancurkan bahan menjadi partikel-partikel yang lebih kecil. Adapun Keuntungan menggunakan *hammer mill* yaitu memiliki konstruksi yang sederhana, hasil atau output penggilingan yang dihasilkan bermacam-macam ukurannya, biaya operasi dan perawatan terbilang cukup murah, tidak mudah mengalami kerusakan yang diakibatkan oleh benda asing yang ikut tercampur bersama bahan. Sedangkan kerugian dalam menggunakan *hammer mill* biasanya hasil penggilingan yang dihasilkan tidak sama rata, biaya pemasangan masih terbilang cukup tinggi serta dalam melakukan penggilingan permulaan atau gilingan kasar membutuhkan tenaga yang terbilang cukup besar.



Gambar 2. 3 Mesin *hammer-mill*

(Sumber : Indriyani, 2019)

Kelebihan pada alat *hammer-mill* yaitu mampu untuk memproduksi bahan dengan mengurangi ukuran bahan yang besar menjadi partikel-partikel lebih kecil. Dapat digunakan pada bahan yang rapuh dan bahan yang berserat, mudah digunakan, biaya pemeliharaan minimal. Produksi partikel menggunakan *hammer-mill* pada umumnya berbentuk bulat dengan permukaan tampak kelihatan halus.

2.4.2 *Disk-Mill*

Disk-mill merupakan alat kombinasi dari mesin *hammer-mill* dan *roller-mill* yang menggunakan prinsip penekanan dan ukuran pada bahan yang akan direduksi menjadi ukuran partikel yang lebih kecil. Mesin *disk-mill* mempunyai fungsi utama untuk mencacah dan menghancurkan biji-bijian menjadi sebuah tepung. Mesin *disk-mill* umumnya banyak digunakan dalam bidang peternakan terutama dalam pengolahan pakan ternak. Bahan-bahan yang umumnya diolah oleh mesin *disk-mill* antara lain adalah merica, kedelai, jagung (Rangkuti et al., 2012).

Prinsip kerja dari pada mesin *disk-mill* ini adalah pada saat penepungan umbi porang dimasukan ke dalam *hopper* (lubang pemasukkan). Setelah porang masuk maka akan langsung ditumbuk oleh pisau yang berbentuk seperti balok yang berputar dan dikombinasikan dengan pisau penepung statis, satu lingkaran penuh mesin berputar dan memotong atau mencacah porang. Mata pisau akan menepung dengan kecepatan yang tinggi sehingga menghasilkan porang dalam keadaan yang halus. Porang yang telah halus akan terdorong oleh pisau potong dan jatuh kebawah melewati rumah tepung melalui saringan yang telah tersedia. Mesin penepung *disk-mill* cenderung akan lebih efektif jika digunakan pada material yang kering,. Pada *disk mill* juga dilengkapi dengan ruang sirkulasi udara yang berfungsi untuk mempermudah dalam pemasukan dan pengeluaran bahan dari cakram penggilingnya. Keuntungan menggunakan mesin *disk mill* antara lain yaitu hasil atau output dari bahan tepung yang digiling akan cukup halus atau merata, biaya produksi relatif lebih murah serta waktu dalam penggilingan relatif cukup lebih cepat(Sandra & Meiselo, 2020).

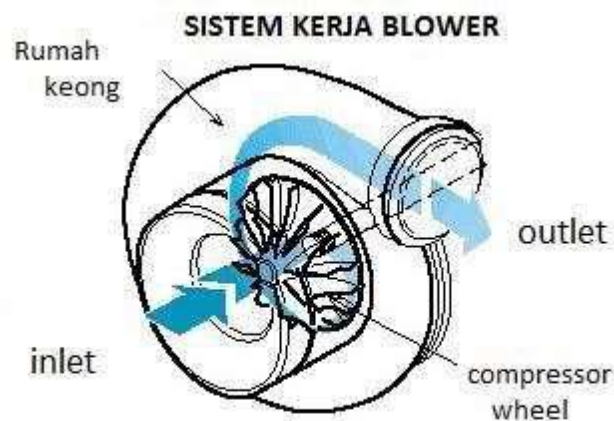


Gambar 2. 4 Mesin disk-mill

(Sumber: Rangkuti et al., 2012)

2.4.3 Blower

Blower adalah mesin atau alat yang digunakan untuk menaikkan atau memperbesar tekanan udara atau gas yang akan dialirkan dalam suatu ruangan tertentu, juga sebagai pengisapan atau pemvakuman udara atau gas tertentu. Metode hembusan blower yang dipakai secara luas pada mesin pemanen untuk memisahkan kontaminan yang memiliki ukuran partikel yang berat (seperti batu) dan partikel yang ringan (seperti daun, ranting, serabut) dari butiran. Biasanya blower digunakan untuk mensirkulasikan gas-gas tertentu didalam suatu ruangan. Prinsip kerja dari metode hembusan blower ini, bahan akan dipisahkan dilewatkan ruangan yang menghasilkan udara bergerak vertikal yang terjadi akibat pusaran blower pada pusat ruangan. Pemisahan didasarkan pada perbedaan massa, densitas dan bentuk. Partikel yang memiliki densitas dan ukuran lebih besar akan bergerak ke luar ruangan. Sedangkan partikel yang lebih kecil dan ringan akan bergerak seiring dengan hembusan angin meninggalkan pusat ruangan pemisah(Faridah et al., 2012).



Gambar 2. 5 Blower

(Sumber: Indra, 2020)

Menurut F. Fery Yudisworo (2014). *Fan* adalah peralatan yang menyebabkan aliran suatu fluida gas dengan cara menciptakan sebuah beda tekan melalui pertukaran momentum dari bilah *fan* ke partikel-partikel fluida gas. *Impeller fan* dapat mengubah energi mekanik rotasional menjadi energi kinetik maupun tekanan dalam fluida gas. Selain itu *fan* juga dapat digunakan untuk memindahkan sejumlah volume udara atau gas melalui suatu saluran dan juga bisa digunakan sebagai pendinginan serta sistem ventilasi ruangan (Indra, 2020). Adapun komponen-komponen dari blower adalah sebagai berikut:

1. Rumah Blower

Rumah blower merupakan bagian luar blower yang melindungi seluruh komponen blower yang berada di dalam rumah blower, bagian komponen rumah blower ini tidak boleh ada kebocoran sedikitpun agar kinerja blower berjalan dengan lancar.

2. *Air Inlet*

Air inlet merupakan salah satu bagian dari komponen blower sebagai masuknya udara ke dalam blower sebelum melakukan ke proses selanjutnya.

3. *Impeller* dan Sudu

Impeller dan sudu merupakan salah satu bagian dari komponen blower yang berfungsi untuk memutar udara yang masuk dari *air inlet* yang melewati berbagai proses untuk menuju ke *air outlet*.

4. *Air Outlet*

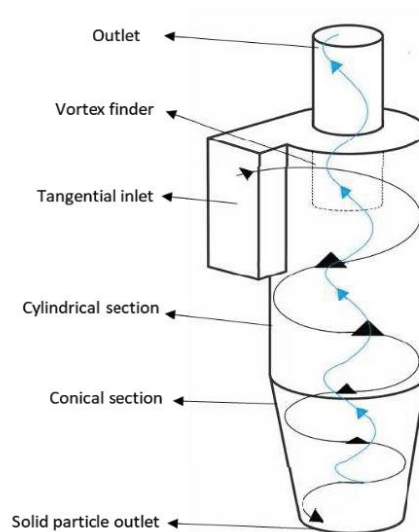
Air outlet merupakan salah satu bagian dari komponen blower yang berfungsi sebagai keluarnya udara dari dalam blower setelah melakukan proses yang terjadi di dalam blower.

5. Bantalan-bantalan

Bantalan-bantalan merupakan salah satu bagian dari komponen blower yang berfungsi sebagai menahan getaran dari proses pemutaran udara yang masuk melewati *impeller* dan sudu-sudu agar tidak terjadi pergesekan akibat kecepatan yang lebih besar.

2.4.4 *Cyclone separator*

Cyclone separator adalah alat yang menggunakan prinsip gaya sentrifugal dan tekanan rendah karena adanya perputaran untuk memisahkan materi berdasarkan perbedaan massa jenis, ukuran, dan bentuk. Pemisahan dilakukan dengan mengalirkan tepung porang melalui *cyclone separator* yang telah diberi hisapan udara dari blower dengan tujuan glukomanan akan turun kebawah dan kristal kalsium oksalat akan naik ke atas mengikuti aliran udara dikarenakan berat molekul glukomanan yang lebih besar daripada oksalat sehingga nantinya akan didapatkan tepung porang yang mengandung kadar glukomanan yang tinggi dan kalsium oksalat yang cukup rendah (Widjanarko, dkk., 2015).



Gambar 2.6 *Cyclone separator*

(Sumber : Anindito et al., 2019)

2.4.5 Pipa Pemisah (*Air Tunnel*)

Pipa pemisahan (*air tunnel*) mengadaptasi prinsip *cyclone separator*, dimana dengan memanfaatkan gaya sentrifugal dan gaya gravitasi. Gaya sentrifugal yang diterapkan pada pemisahan adalah melalui peniupan udara blower yang memasuki ruang pemisahan berbentuk persegi, sehingga menciptakan gaya sentrifugal yang lebih besar daripada gaya gravitasi membentuk *vortex* atau pusaran udara (Widaputri, 2023). *Vortex* mengakibatkan partikel akan terpisah sesuai dengan massa jenisnya, dengan partikel bermassa jenis kecil akan naik terbang menuju bagian penampungan zat pengotor dan partikel dengan massa jenis lebih berat akan jatuh ke bagian bawa.

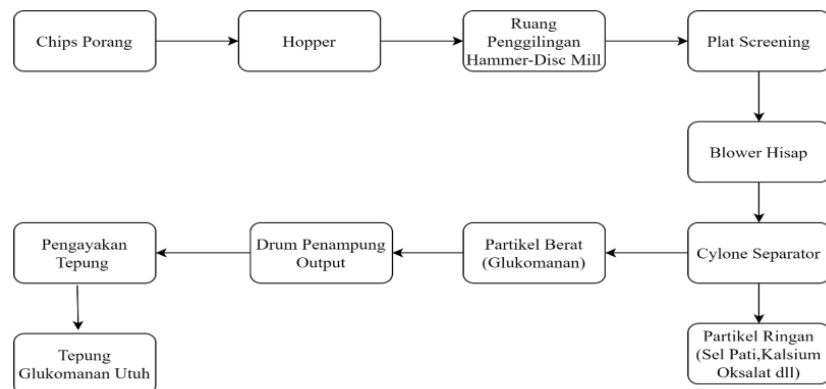
2.5 Metode Pemisahan Glukomanan

Di dalam proses pengolahan glukomanan, mesin *hammer-disk mill* menggunakan prinsip kerja gabungan dari *hammer mill* dan *disk mill* yaitu melalui benturan atau *impact* dan gesekan antara mata *hammer-disk mill* dengan bahan sehingga menjadi partikel-partikel halus. Langkah awal dari proses pengolahan glukomanan yaitu dengan menyiapkan umbi porang yang telah dirajang atau dipotong tipis-tipis kemudian di keringkan sampai menjadi sebuah *chips* porang kering lalu ditumbuk hingga menjadi potongan-potongan kecil agar mudah dilakukan proses selanjutnya, setelah *chips* porang siap, langkah berikutnya adalah memasukan *chips* porang tersebut menuju ke corong input atau *hopper* sesuai dengan massa *chips* yang telah ditentukan, kemudian *chips* akan masuk kedalam ruang penggiling untuk dilakukan penggilingan menggunakan mata *hammer swing* dan mata *disk mill* agar menjadi partikel-partikel halus, setelah proses penggilingan maka *chips* porang akan berubah menjadi sebuah partikel halus atau tepung, setelah menjadi sebuah tepung maka selanjutnya tepung akan turun kebawah corong output pada ruang penggiling dan kemudian

akan disaring menggunakan plat *screening* dengan ukuran diameter *screening* sebesar 1,0 mm.

2.5.1 Metode Hisap

Metode hisap bekerja dengan cara blower menghisap hasil proses penepungan menuju ke komponen *cylone separator*. Lalu dilakukan pemisahan antara partikel yang memiliki berat yang berbeda-beda dengan menggunakan prinsip angin puting beliung atau efek *vortex*, dimana partikel yang ringan yaitu sel pati atau kalsium oksalat akan terhisap ke atas menuju saluran pembuangan output.



Gambar 2.7 Alur proses penepungan dengan metode hisap

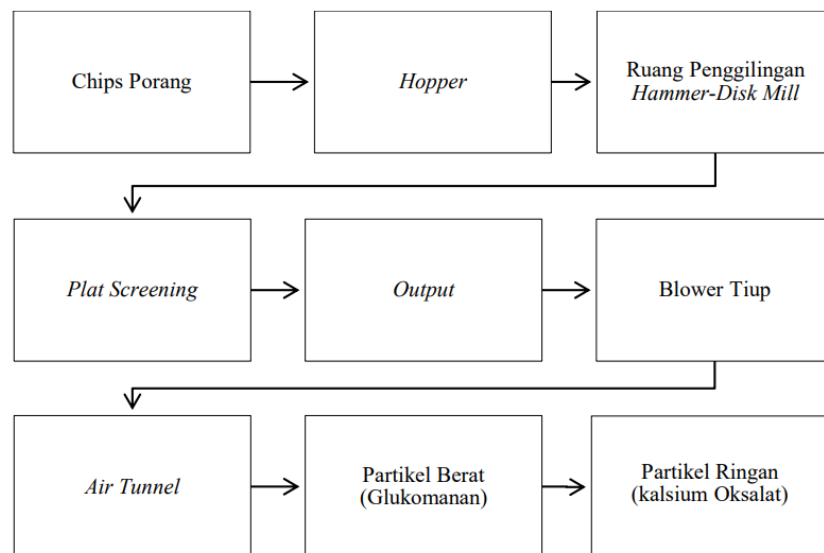
(Sumber : Wibowo, 2023)

Pada Gambar 2.7 dapat dilihat selanjutnya partikel yang berat akan turun kebawah menuju drum penampung hasil. Glukomanan pada umbi porang memiliki massa yang lebih berat dibandingkan dengan kalsium oksalat dan sel pati. (Wigoeno, 2013) menjelaskan bahwa glukomanan mempunyai bobot molekul yang relatif tinggi, yaitu 200.000 – 2.000.000 Dalton dengan ukuran antara 0,5 – 2 mm, 10 – 20 kali lebih besar dari sel pati. Kemudian proses selanjutnya

adalah hasil tepung yang ada di dalam drum penampung akan dilakukan penagayakan menggunakan ayakan dengan ukuran 40,60, dan 80 *mesh* dengan tujuan agar tepung terpisah dari kotoran-kotoran yang ikut tercampur pada saat proses penepungan berlangsung, ketika sudah dilakukan proses pengayakan maka tepung tersebut akan menjadi tepung glukomanan yang utuh dan siap digunakan.

2.5.2 Metode Tiup

Metode tiupan blower menggunakan aliran udara untuk memisahkan kontaminan makanan dari perbedaan berat masa jenisnya. Prinsip kerja dari tiupan blower bahan akan dipisahkan dilewatkan ruangan yang menghasilkan udara bergerak vertikal yang terjadi karena pusaran blower pada pusat ruangan.



Gambar 2.8 Alur proses penepungan dengan metode tiup

(Sumber : Valiandra, 2023)

Dapat dilihat pada Gambar 2.8 setelah keluar dari ruang penggilingan maka selanjutnya dilakukan pemisahan pada *air tunnel* menggunakan tiupan blower. Pemisahan dilakukan pada perbedaan massa, densitas dan bentuk. Partikel yang memiliki densitas dan ukuran lebih besar akan bergerak ke luar ruangan sedangkan partikel yang lebih kecil dan ringan akan bergerak seiring dengan tiupan angin meninggalkan pusat ruangan pemisah (Valiandra, 2023).

Partikel berat akan jatuh ke bawah sedangkan yang lebih ringan akan terus terbawa aliran angin. Berat massa partikel inilah yang dijadikan sebagai alat mekanisme pemisah antara partikel satu dan yang lainnya. Metode ini dapat digunakan untuk memisahkan sekumpulan partikel yang memiliki berat atau massa jenis yang berbeda.

Sari (2016) juga menyatakan bahwa perlakuan penghembusan dengan variasi kecepatan 10,5-11,2 m/s tidak berbeda nyata. Perlakuan terbaik untuk menurunkan kadar kalsium oksalat adalah penyosohan-pengayakan dan penghembusan udara dengan kecepatan 11,2 m/s. Sehingga perlakuan tersebut dapat memisahkan kandungan glukomanan dari tepung porang tanpa harus dilakukan pengayakan kembali.

III. METODOLOGI PENELITIAN

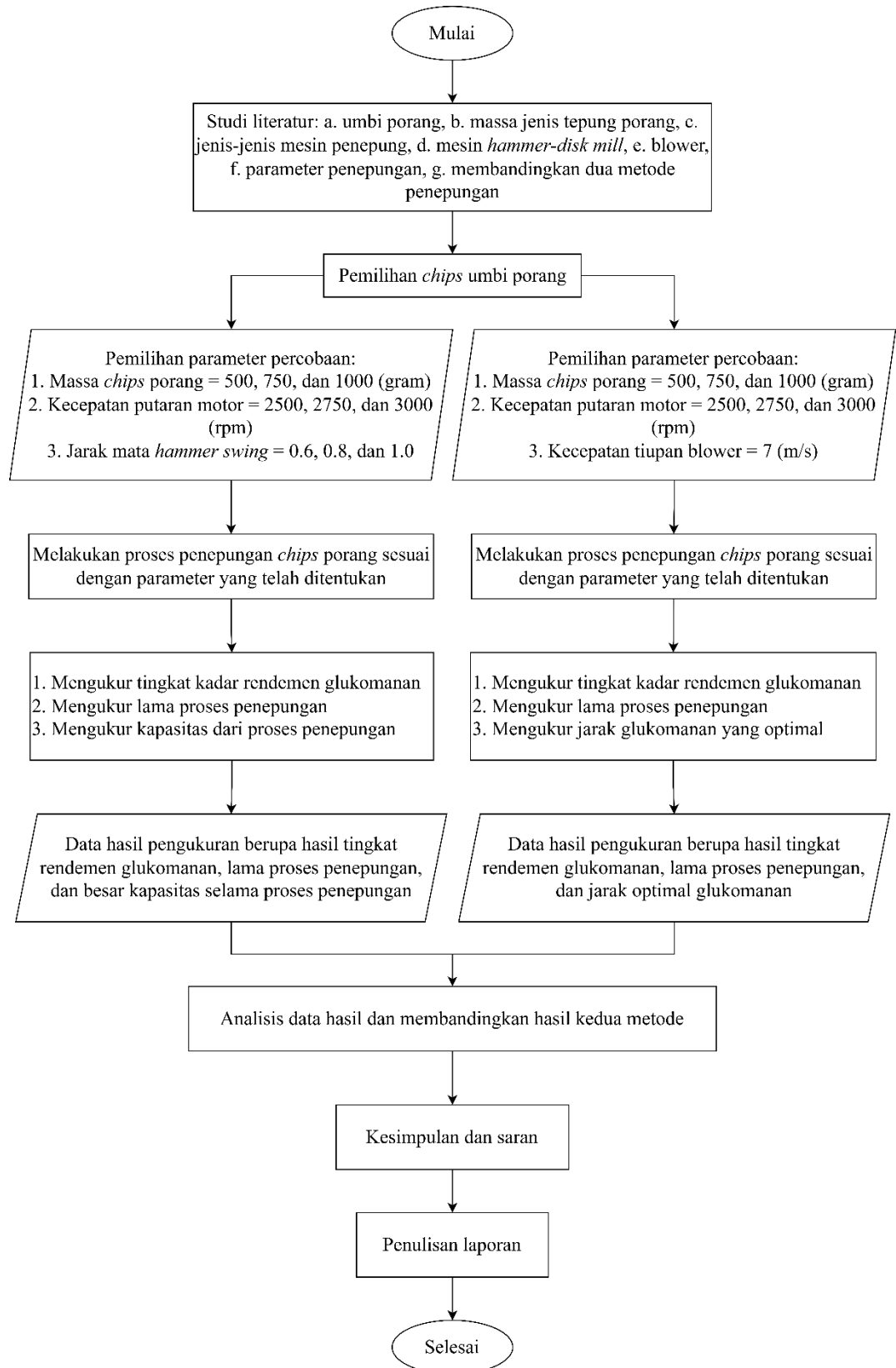
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan dalam 4 bulan yaitu dari bulan Juni 2023 sampai dengan September 2023. Penelitian akan dilaksanakan di CV. Alsintan Muara Kota Metro Lampung.

Tabel 3.1 Waktu penelitian

Kegiatan		Juni				Juli				Agustus				September				
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
1	Studi literatur	■																
2	Persiapan alat dan bahan pengujian					■												
3	Pengujian dan pengambilan data									■								
4	Pengolahan data												■					
5	Pembuatan laporan akhir														■			

3.2 Alur Pelaksanaan Penelitian



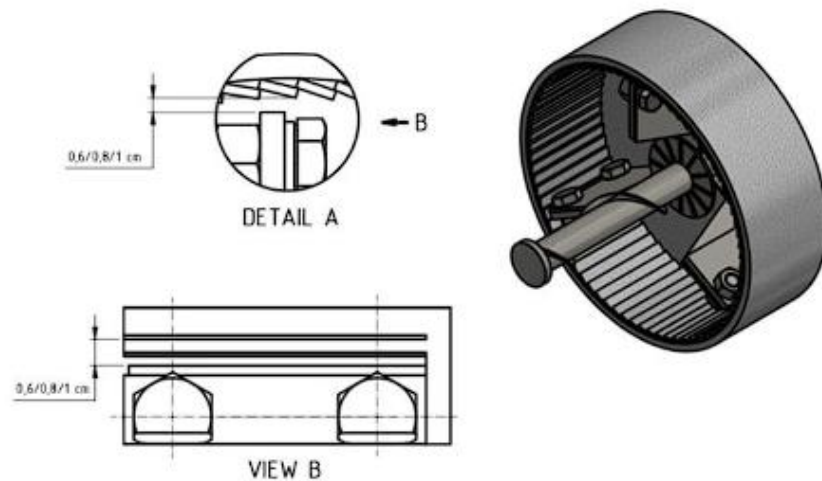
Gambar 3. 1 Diagram alir penelitian

3.3 Alat dan Bahan

Alat dan bahan yang digunakan dalam metode penepungan porang adalah sebagai berikut.

3.3.1 Mesin *Hammer-Disk mill*

Mesin *hammer mill – disk mill* pada penelitian ini dapat dilihat pada Gambar 3.2 dibawah ini. Mesin tersebut terdiri dari beberapa komponen yang dapat dilihat sebagai berikut.



Gambar 3. 2 Mesin *hammer-disk mill*

3.3.2 Motor Penggerak

Motor penggerak ini memiliki fungsi sebagai penggerak utama untuk memutar bagian-bagian yang lain. Motor penggerak yang digunakan pada penelitian kali ini menggunakan tipe mesin Honda GX490T2 QN dengan spesifikasi yang tertera pada tabel 3.2 berikut.



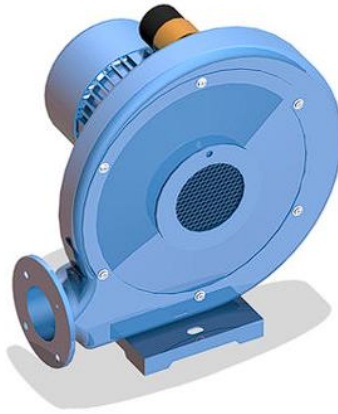
Gambar 3. 3 Motor penggerak

Tabel 3. 2 Spesifikasi motor penggerak

Tipe Mesin	<i>4-stroke, overhead valve single cylinder, inclined by 25°</i>
Rasio kompresi	8.2: 1
Kapasitas bahan bakar	6.1 liter
Kecepatan Rotasi	3600 min - 1 rpm
<i>Motor Power</i>	8.7kW (11.7 HP)
Dimensi	407 x 459 x 449 mm
Berat (berat tanpa kerangka)	31 kg
Torsi maksimum	26.5 Nm / 3000 rpm

3.3.3 Blower

Blower memiliki fungsi untuk menghisap dan meniupkan udara. Pada penelitian ini blower digunakan untuk menghisap dan meniup hasil glukomanan yang telah di giling pada mesin *hammer-disk mill*.



Gambar 3. 4 Blower

Tabel 3. 3 Spesifikasi blower

Merk blower	Chuan Fan Electric
Tipe	<i>Centrifugal CX-75SA</i>
<i>Power</i>	0,4 kw
<i>Vacum/pressure (rated)</i>	1,1/1,6 kpa
<i>Air flow (max)</i>	7,8 m ³ /min
<i>voltage</i>	220 V

3.3.4 Inverter AC Motor *Single phase*

Inverter AC motor *single phase* digunakan untuk mengendalikan kecepatan motor listrik AC dengan mengontrol frekuensi daya listrik yang dipasang ke motor. Adapun pada Gambar 3.6 memperlihatkan bentuk dari Inverter AC motor *single phase* serta pada Tabel 3.4 menjelaskan spesifikasinya



Gambar 3. 5 Inverter AC motor *single phase*

Tabel 3. 4 Spesifikasi inverter AC motor *single phase*

Merk	<i>SHZK VFD Inverter</i>
<i>Input</i>	<i>220V Single Phase</i>
<i>Output</i>	<i>220V Single Phase</i>
<i>Output Power Capacity</i>	<i>2.2 kW / 3 HP</i>
<i>Output Frequency</i>	<i>0~400 Hz</i>

3.3.5 *Tachometer*

Tachometer merupakan alat ukur genggam yang digunakan untuk mengukur kecepatan sebuah benda yang berputar dalam satuan putaran per menit (rpm). *Tachometer* pada penelitian ini digunakan sebagai alat ukur kecepatan dari motor penggerak mesin penepung.



Gambar 3. 6 Tachometer

Tabel 3. 5 Sppesifikasi tachometer

<i>Accuracy</i>	$\pm (0.05\%+1 \text{ digit})$
<i>Sampling Time</i>	0.8 sec (over 60 RPM)
<i>Range Pengukuran</i>	2.5 - 99,999 RPM
<i>Jarak Pengukuran</i>	50 - 500 mm
<i>Sumber daya</i>	Baterai 1.5V AA 2x

3.3.6 Ayakan

Ayakan digunakan sebagai alat penyaring atau ayakan tepung umbi porang yang masih tersisa kotoran kotoran yang menempel pada tepung umbi porang serta memisahkan sel pati atau oksalat yang masih belum terpisah pada saat proses penepungan.



Gambar 3. 7 Ayakan

3.3.7 Timbangan Digital

Timbangan digital dipakai untuk mengukur berat dari umbi porang yang akan masuk kedalam ruang penggiling dan hasil output tepung porang yang telah terpisah antara glukomanan dan kalsium oksalat serta sel patinya.



Gambar 3. 8 Timbangan digital

3.3.8 *Cyclone separator*

Cyclone separator sebagai alat untuk memisahkan partikel padat dengan metode menghilangkan partikulat dari aliran udara, gas atau cairan, tanpa menggunakan filter tetapi melalui pemisahan *vortex*.



Gambar 3. 9 *Cyclone separator*

3.3.9 *Stopwatch*

Stopwatch digunakan untuk mengukur lama waktu penggilingan selama proses uji coba berlangsung.



Gambar 3. 10 Stopwatch

3.3.10 *Anemometer*

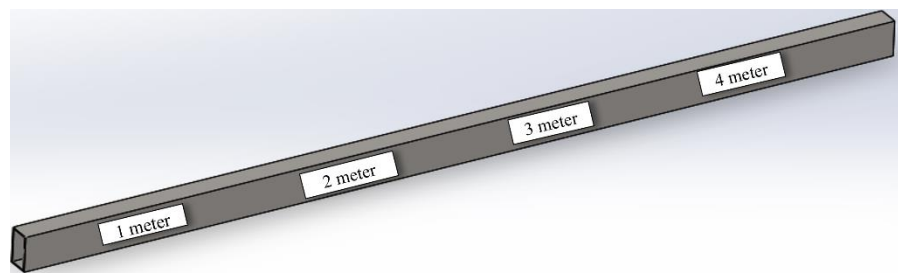
Anemometer digunakan untuk mengukur kecepatan udara yang dikeluarkan oleh blower.



Gambar 3. 11 *Anemometer*

3.3.11 *Tunnel*

Sebagai tempat dipisahkannya glukomanan dan kalsium oksalat pada metode tiup.



Gambar 3. 12 *Tunnel*

3.3.12 Umbi Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*)

Bahan yang dipakai pada penelitian kali ini adalah umbi porang varietas lokal yang telah melalui proses pengeringan dan berbentuk sebuah *chips*. Umbi porang pada penelitian ini diperoleh dari Dusun Sinar Baru, Desa Sinar Harapan, Kecamatan Way lima, Kabupaten Pesawaran, Provinsi Lampung.



Gambar 3. 13 *Chips* umbi porang

3.4 Prosedur Penelitian

Adapun prosedur penelitian dalam mesin penepungan porang ini adalah sebagai berikut ini :

3.4.1 Persiapan Bahan

Umbi porang dicacah sampai berbentuk menjadi sebuah *chips* lalu dikeringkan dengan cara di oven sampai mencapai kadar airnya mencapai standar syarat mutu SNI 7939-2013. Kemudian ditumbuk

terlebih dahulu agar ukurannya mengecil dan mempermudah dalam proses pemasukan bahan kedalam corong pemasukan atau *hopper*.

3.4.2 Persiapan Mesin *Hammer-Disk mill*

Ketika melakukan persiapan mesin *hammer-disk mill*, hal yang harus dilakukan pertama kali yaitu menghidupkan motor bensin sebagai penggerak utama dalam melakukan penggilingan dengan 3 variasi kecepatan motor penggerak yang telah ditentukan, kemudian men *set-up* bagian ruang penggilingan dengan mengatur jarak mata *hammer swing* menuju dinding *hammer* (jarak *clearance*). Kemudian mengatur kekuatan hisap dari blower menuju ke *cylone separator* untuk metode hisap dan mengatur kekuatan tiup dari blower menuju ke *air tunnel* untuk metode tiup menggunakan inverter AC *single phase* berbasis frekuensi dengan pengaturan kecepatan motor blower maksimal dan frekuensi daya listriknya di 60 Hz. Setelah semua setelan mesin selesai di *setup* maka selanjutnya adalah memastikan semua komponen dapat berjalan dengan baik dan tidak ada kendala yang terjadi pada mesin penggiling maupun pada komponen *cylone separator* dan *air tunnel*.

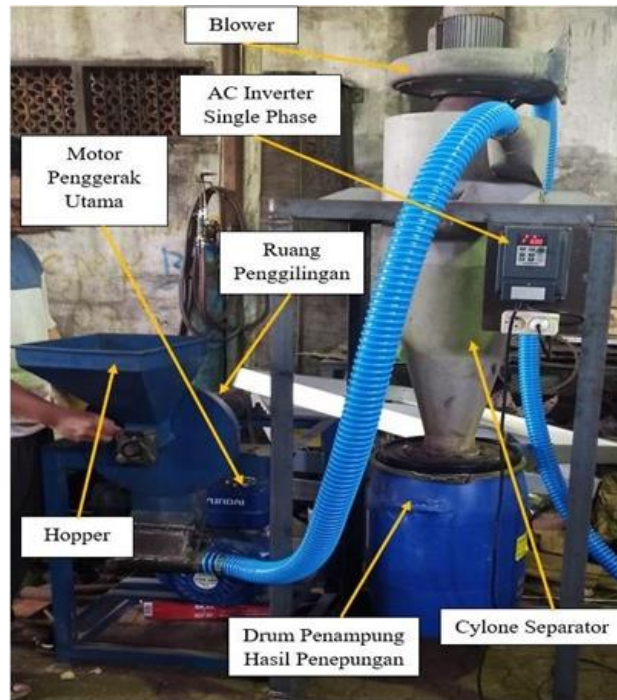
3.4.3 Proses Penepungan

Proses penepungan *chips* umbi porang terjadi di dalam ruang penggilingan yang di dalamnya terdapat pisau penepung kombinasi antara *hammer mill* dan *disk mill*. Kombinasi kedua metode ini menghasilkan tumbukan dan gesekan serta tekanan pada *chips* umbi porang.

Mekanisme yang terjadi adalah *chips* umbi porang yang masuk melewati corong pemasukan atau *hopper* akan masuk ke dalam ruang penggilingan dan langsung ditumbuk dan digesek oleh mata pisau *hammer* berbentuk balok dan mata pisau disk berbentuk persegi panjang yang digerakkan oleh motor penggerak melalui transmisi berupa *pulley* yang memiliki diameter 4 inch dengan perbandingan *pulley* 1:1, *vbelt* dan roda gigi. *Chips* umbi porang yang telah berubah menjadi butiran tepung dalam ruang penggilingan akibat tumbukan dan gesekan ini selanjutnya akan melalui proses pemisahan glukomanan dengan dua metode, yaitu:

A. Metode Hisap

Chips umbi porang yang berbentuk butiran turun ke corong output pada mesin penggiling dan terhisap oleh blower dan disalurkan melalui selang spiral untuk kemudian disalurkan menuju *cylone separator*. Blower hisap ini digerakkan dengan menggunakan energi tenaga listrik. Di dalam *cylone separator* ini terjadi *vortex* atau efek angin puting beliung yang menyebabkan partikular terpisah, dimana partikular yang memiliki massa jenis yang lebih besar akan jatuh kebawah dan partikular yang bermassa jenis kecil akan naik keatas.



Gambar 3. 14 Metode hisap

Glukomanan pada porang memiliki massa yang lebih berat dibandingkan dengan kalsium oksalat dan sel pati sehingga glukomanan akan turun kebawah lubang corong hasil output pada *cylone separator* dan sel pati atau kalsium oksalat akan terbang ke atas karena adanya efek *vortex* ini. Kapasitas penepungan yang optimum tercapai apabila *chips* umbi porang menjadi tepung porang dengan kualitas baik yaitu yang mengandung tingkat kadar glukomanan yang tinggi atau *chips* yang mengandung kalsium oksalat atau sel pati seminimal mungkin. Kapasitas penepungan yang tinggi juga diperoleh apabila jumlah *chips* yang ditepungkan persatuan waktu sebesar mungkin. Kapasitas penepungan yang dihasilkan tergantung dari kecepatan mengumpun serta tenaga yang tersedia untuk penepungan.

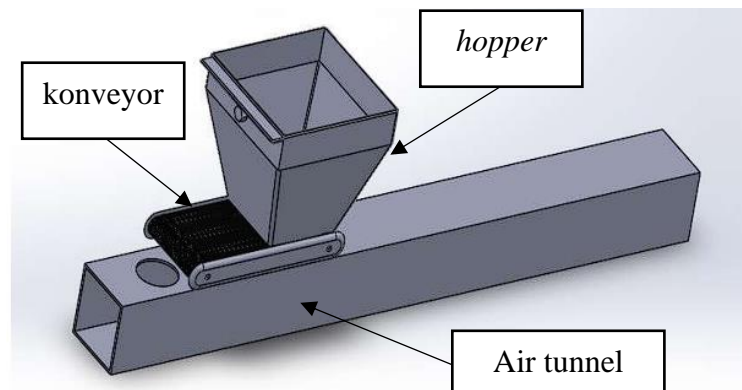
Pengukuran lama waktu penepungan menggunakan alat ukur *stopwatch*. Data lama waktu penepungan dipakai untuk menentukan kapasitas penepungan selanjutnya.

Setelah *chips* umbi porang telah melewati proses penepungan maka akan menjadi partikel partikel halus atau menjadi sebuah tepung, maka proses selanjutnya adalah melakukan pengayakan pada tepung dari hasil proses penepungan yang telah selesai guna menghasilkan besar nilai kadar glukomanan dan memisahkan benda-benda atau partikel asing yang tidak diinginkan ikut bercampur bersama tepung. Penelitian ini menggunakan ayakan dengan ukuran 40, 60, dan 80 *mesh* yang mengacu pada penelitian sebelumnya yaitu yang dilakukan oleh Gustina dkk, (2022) dengan judul “Pengaruh Ketebalan *Chip* Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus prain*) Terhadap Hasil Penepungan Menggunakan *Hammer Mil*” dan Ibrahim dkk, (2022) dengan judul “Peningkatan Kadar Glukomanan dari Umbi Iles-iles (*Amorphophallus variabilis*) pada Proses Ekstraksi dengan Pelarut Isopropil Alkohol”. Kemudian melakukan pengukuran kadar air pada tepung porang menggunakan alat ukur *moisture meter* kandungan air pada tepung porang harus sesuai standar syarat mutu SNI 7939-2014 sehingga akan menghasilkan standar mutu tepung porang yang baik.

B. Metode Tiup

Chips umbi porang yang telah berubah menjadi butiran tepung akan turun ke corong output pada mesin penggiling dan terhisap oleh blower dan disalurkan melalui selang

spiral untuk kemudian disalurkan menuju *air tunnel*. Blower hisap ini digerakkan dengan menggunakan energi tenaga listrik. Di dalam *air tunnel* ini terjadi pemisahan massa jenis antara glukomanan dan kalsium oksalat yang menyebabkan partikular terpisah. Seperti ditunjukkan pada Gambar 3.14 berikut.



Gambar 3. 15 Metode tiup

Partikular yang memiliki massa jenis lebih besar akan jatuh ke bawah dan partikular yang bermassa jenis kecil akan terus terbawa angin dari tiupan blower. Glukomanan pada porang memiliki massa yang lebih berat dibandingkan dengan kalsium oksalat dan sel pati sehingga glukomanan akan jatuh kebawah *tunnel* dan sel pati atau kalsium oksalat akan terbang ke ujung penampungan tunnel. Kapasitas penepungan yang optimum tercapai apabila *chips* umbi porang dengan kualitas baik dengan mengandung tingkat kadar glukomanan yang tinggi atau *chips* yang mengandung kalsium oksalat atau sel pati seminimal mungkin. Kapasitas penepungan yang tinggi juga diperoleh apabila jumlah *chips* yang ditepungkan persatuan waktu memiliki hasil sebesar mungkin. Kapasitas penepungan

yang dihasilkan tergantung dari kecepatan mengumpan serta tenaga yang tersedia untuk penepungan.

Pengukuran kecepatan angin pada blower menggunakan alat ukur *anemometer* untuk menentukan kecepatan angin yang optimal untuk mengetahui di kecepatan mana yang menghasilkan tepung glukomanan terbanyak. Kemudian melakukan pengukuran kadar air pada tepung porang menggunakan alat ukur *moisture meter* kandungan air pada tepung porang harus sesuai standar syarat mutu SNI 7939-2013 sehingga akan menghasilkan standar mutu tepung porang yang baik.

3.4.4 Mengukur Rendemen Glukomanan Penepungan

Nilai rendemen mesin penepung didapatkan dari hasil pembagian output atau berat tepung porang yang mengandung banyak glukomanan dengan berat bahan atau input yang dimasukkan kedalam mesin.

3.4.5 Pengambilan Data

Pengambilan data yang telah didapatkan hasilnya diolah dengan menggunakan metode analisis perbandingan kapasitas dan efisiensi produksi yang bertujuan untuk mengetahui metode mana yang terbaik pada pengujian yang telah dilakukan dan menampilkan data grafik dengan hasil pengaruh massa *chips* porang yang masuk kedalam ruang penggiling, jumlah mata *hammer swing* yang beroperasi (metode hisap) dan kecepatan tiupan blower (metode tiup) serta kecepatan putar dari motor penggerak utama mesin

penepung terhadap tingkat glukomanan yang dihasilkan pada tepung umbi porang.

3.4.6 Pemilihan Parameter Pengujian

Dua metode pengujian dilakukan untuk mendapatkan hasil perbandingan glukomanan yang terbaik. Maka dipilih parameter pengujian dari masing-masing metode yaitu massa input *chip* porang (gram), kecepatan putar motor penggerak utama (rpm), jarak mata *hammer swing* ke dinding *hammer* (cm) untuk metode hisap dan pengayakan (*mesh*), jarak titik jatuh tepung porang (cm), massa glukomanan yang terdapat setiap 20 cm dari titik awal jatuh tepung porang (gram) untuk metode tiup. Dapat dilihat pada Tabel 3.6 dan Tabel 3.7 berikut.

Tabel 3.6 Parameter pengujian metode hisap

Faktor	Level		
	1	2	3
Massa <i>chip</i> porang atau input (gram)	500	750	1000
Kecepatan putar motor penggerak utama (rpm)	2500	2750	3000
Jarak mata <i>hammer swing</i> ke dinding <i>hammer</i> (cm)	0,6	0,8	1,0

Tabel 3.7 Parameter pengujian metode tiup

No	Lolos ayakan (<i>mesh</i>)	Jarak massa tepung porang dalam <i>air tunnel</i> /20 cm (gram)				
		20 cm	40 cm	60 cm	80 cm	100cm
1	40					
2						
3						
Rata-rata						
4	60					
5						
6						
Rata-rata						
7	80					
8						
9						
Rata-rata						

3.4.7 Metode Analisis

Metode analisis yang digunakan adalah membandingkan hasil pengambilan data proses penepungan dengan metode hisap dan metode tiup. Dari perbandingan kedua metode tersebut akan didapatkan hasil kapasitas dari proses penepungan yang menghasilkan rendemen glukomanan yang paling baik.

A. Efisiensi Penepungan

Analisis efisiensi produksi bertujuan untuk mengevaluasi sejauh mana proses penepungan tepung glukomanan menggunakan metode hisap dan tiup dengan mesin *hammer*

disk-mill dapat menghasilkan tepung dengan efisien. Analisis data dapat dilakukan untuk memantau dan memperhitungkan efisiensi penepungan tepung glukomanan dengan metode tiup. Pemantauan dan pengukuran hasil rendemen dapat digunakan untuk mengevaluasi efisiensi penepungan. Efisiensi penepungan dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$\text{Efisiensi produksi} = \frac{\text{Tepung yang dihasilkan}}{\text{Total bahan yang digunakan}} \times 100\%$$

V. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan percobaan dan hasil analisa yang telah dilakukan dalam penelitian ini, maka penelitian dengan judul “Analisa Perbandingan Metode Hisap Dan Metode Tiup Terhadap Kemampuan Mesin *Hammer – Disk mill* Dalam Pemisahan Glukomanan Pada Tepung Porang” diperoleh kesimpulan sebagai berikut:

1. Glukomanan terbaik terdapat pada ukuran 60 *mesh*. Pada ukuran 60 *mesh* ini metode hisap menghasilkan 381,4 gram dari massa input 931,9 gram atau 40,93%. Sedangkan metode tiup menghasilkan 90,6 gram dari massa input 365 gram atau 24,82% pada titik jarak 60 cm.
2. Metode yang dapat digunakan untuk menghasilkan glukomanan lebih banyak adalah metode hisap. Karena metode ini dapat digunakan untuk memproses penepungan dengan jumlah yang lebih banyak. Pada metode ini juga memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode tiup, yaitu praktis dalam penggunaan alat karena memiliki struktur alat yang *compact*, dapat melakukan proses penepungan dan pemisahan dalam satu waktu serta menghasilkan debu yang lebih sedikit karena memiliki proses yang lebih tertutup.

5.2 Saran

Hasil analisa perbandingan glukomanan yang diperoleh pada penelitian ini belum mencapai tingkat kemurnian standar yang sesuai dengan kebutuhan produksi dan konsumsi. Pengujian ini hanya mengetahui secara mekanis dengan tingkat kadar glukomanan secara di ayak, dikelompokkan, di uji secara fisik, kemudian diukur dari jarak jatuh dan perendaman air. Oleh karena itu perlu dilakukannya penelitian lebih lanjut mengenai proses pemurnian glukomanan, sehingga dihasilkan produk tepung glukomanan dengan kualitas standar komersial secara fisik dan kimiawi.

DAFTAR PUSTAKA

- Anindito, B., Nurtono, T., & Winardi, S. (2019). The Effect Of Solid Rate On Cyclones Pressure Drop And Erosion Rate At Coal Boiler Plant Using Computational Fluid Dynamics. *Jurnal Teknik Its*, 8(2), (ISSN: 2337-3539).
- Aryanti, N., Kharis, D., & Abidin, Y. (2015). Ekstraksi Glukomanan Dari Porang Lokal (*Amorphophallus oncophyllus dan amorphophallus muerelli blume*). *Metana*, 11(01), 21–30.
- Astuti, E. S., Suryati, S., Bahri, S., Masrullita, M., & Meriatna, M. (2022). Pengaruh Waktu Dan Suhu Perebusan Pada Umbi Porang (*Amorphophallus muelleri blume*) Menggunakan Larutan NaHCO₃ Terhadap Penurunan Kadar Kalsium Oksalat. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 11(1), 1. <https://doi.org/10.29103/jtku.v11i1.7243>
- Faridah, A., Widjanarko, S. B., Sutrisno, A., & Susilo, B. (2012). Optimasi Produksi Tepung Porang Dari *Chip* Porang Secara Mekanis Dengan Metode Permukaan Respons. *Jurnal Teknik Industri*, 13(2), 158–166. <https://doi.org/10.22219/jtiumm.vol13.no2.158-166>
- Gustina, R., Warji, W., Tamrin, T., & Kuncoro, S. (2022). *Jurnal Agricultural Biosystem Engineering Effect of Porang Tuber Chip Thickness (Amorphophallus oncophyllus prain) on Flouring Yield Using a Hammer Mill*. 1(2), 120–130.
- Handayani, T., Aziz, Y. S., & Herlinasari, D. (2020). Pembuatan dan Uji Mutu Tepung Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus prain*) di Kecamatan Ngrayun. *Medfarm: Jurnal Farmasi Dan Kesehatan*, 9(1), 13–21. <https://doi.org/10.48191/medfarm.v9i1.27>

- Indra, R. (2020). Perawatan Dan Perbaikan Blower Dan Fan Untuk Meningkatkan Sirkulasi. *Repository*, 2012, 8. <http://repository.unimar-amni.ac.id/2990/>.
- Indriyani. (2019). Peningkatan Kemampuan Mesin Hamer Mill Pengupas Coklat Kapasitas 100 Kg per Jam. In *Jurnal Teknik Sains*, 4(01).
- Rangkuti, P. A., Hasbullah, R., & Sumariana, K. S. U. (2012). Uji Performansi Mesin Penepung Tipe Disc (*Disk Mill*) Untuk Penepungan Juwawut (*Setaria Italica* (L.) P. Beauvois). *Agritech*, 32(1), 66–72. <https://doi.org/10.22146/agritech.9658>
- Sandra, E., & Meiselo, A. F. (2020). Analisa Performansi Mesin Pembuat Tepung Beras Tipe *Disk Mill* FFC 15. *Teknika : Jurnal Teknik. TEKNIKA: Jurnal Ilmiah*, 6(2), 257–265. www.teknika-ftiba.info
- Sari, M. S. (2016). Perubahan Sifat Fisik Dan Penurunan Kandungan Kalsium Oksalat Pada Tepung Porang (*Amorphophallus Oncophyllus*) Dengan Variasi Penyosohan Dan Penghembusan Udara. Diakses pada 12 Januari 2024 <http://etd.repository.ugm.ac.id/>
- Sari, R., & Suhartati. (2019). Tumbuhan Porang : Prospek Budidaya Sebagai Salah Satu Sistem Agroforestry. *Info Teknis EBONI*, 12(2), 97–110.
- Sitompul, M.R, Suryana, F. (2018). Ekstrak Asam Oksalat Pada Umbi Porang (*Amorphallus oncophyllus*) Dengan Metode Microwave Solvent Extraction Dan Mechanical Separation. *Angewandte Chemie International*, 11(6), 951–952.
- Valiandra, T. (2023). Analisis Pemisahan Glukomanan Berdasarkan Berat Menggunakan Metode Tiupan Blower. *Skripsi, Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Lampung*.
- Wardani, R. Kusuma, & Hardrianto, P. (2019). Analisis Kadar Kalsium Oksalat Pada Tepung Setelah Perlakuan Perendaman Dalam Larutan Asam. *Journal Of Research And Technolgy*, 5(2), 148.
- Wibowo, M. P. (2023). Optimasi Parameter Mesin Hammer-Disk Mill Untuk Produksi Tepung Glukomanan Menggunakan Metode Taguchi Teknik. *Skripsi, Jurusan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Lampung*.

- Widaputri, S. (2023). Kajian Proses Pembuatan Tepung Glukomanan Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) Secara Mekanis. Tesis, Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Pertanian. <http://digilib.unila.ac.id/id/eprint/69281>
- Widari, N. S., & Rasmito, A. (2018). Penurunan Kadar Kalsium Oksalat Pada Umbi Porang (*Amorphopallus oncophillus*) Dengan Proses Pemanasan Di Dalam Larutan Nacl. *Jurnal Teknik Kimia*, 13(1), 1–4. <https://doi.org/10.33005/tekkim.v13i1.1144>
- Widjanarko, S. B., Widyastuti, E., & Rozaq, F. I. (2015). The Effect Of Porang (*Amorphophallus muelleri blume*) Milling Time Using Ball Mill (*Cyclone Separator*) Method Toward Physical And Chemical Properties Of Porang Flour. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(3), 867–877.
- Wigoeno, Y. A., Azrianingsih, R., Roosdiana, A., Biologi, J., Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Brawijaya, F., Kimia, J., & Matematika Dan Ilmu Pengetahuan, F. (2013). Analisis Kadar Glukomanan Pada Umbi Porang (*Amorphophallus Muelleri Blume*) Menggunakan Refluks Kondensor. In *Jurnal Biotropika*, 1(5).