

# RANCANG BANGUN MESIN PENYARING SENTRIFUS UNTUK PENYARINGAN LARUTAN TEPUNG TAPIOKA

KARYA ILMIAH TERTULIS  
(SKRIPSI)

Diajukan Guna Memenuhi Salah Satu Syarat Untuk  
Menyelesaikan Pendidikan Program Strata Satu  
Pada Jurusan Teknik Pertanian  
Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

Asal: ... diah ... rembulan Terima: 04 Mei 2004 No. Induk: Pengkata: ...	Klass 664.7 MTC P e,
--	-------------------------------

TEPUNG

oleh :

MUHAMAD MALKAN  
981710201035

Dosen Pembimbing :  
Ir. Siswijanto, M.P. (DPU)  
Ir. Suryanto, M.P. (DPA I)  
Ir. Tasliman, M. Eng. (DPA II)

**JURUSAN TEKNIK PERTANIAN  
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN  
UNIVERSITAS JEMBER**

2004

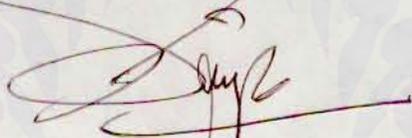
Diterima oleh :

Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember  
Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertahankan pada :

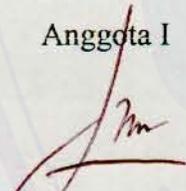
Hari : Jum'at  
Tanggal : 16 Januari 2004  
Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember

**Tim Penguji**  
Ketua



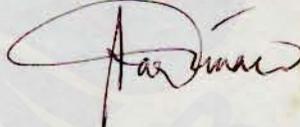
Ir. Siswijanto, M.P.  
NIP. 130 802 225

Anggota I



Ir. Suryanto, M.P.  
NIP. 131 759 841

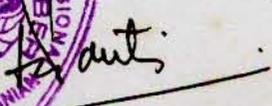
Anggota II



Ir. Tasliman, M.Eng.  
NIP.132 046 358



Mengetahui  
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian  
Universitas Jember



Ir. Siti Hartanti, MS.  
NIP. 130 350 763

MOTTO:

وَكَيْفَ تَصْبِرُ عَلَىٰ مَا لَمْ تُحِطْ بِهِ خُبْرًا (الكهف: ٦٨)

*"Dan bagaimana kamu dapat sabar atas sesuatu, yang kamu belum mempunyai pengetahuan yang cukup tentang hal itu?"*

(QS. Al-Kahfi : 68)

إِيَّاكَ نَعْبُدُ وَإِيَّاكَ نَسْتَعِينُ (الفاتحه: ٥)

*"Hanya kepada Engkau kami menyembah dan hanya kepada Engkau kami mohon pertolongan".*

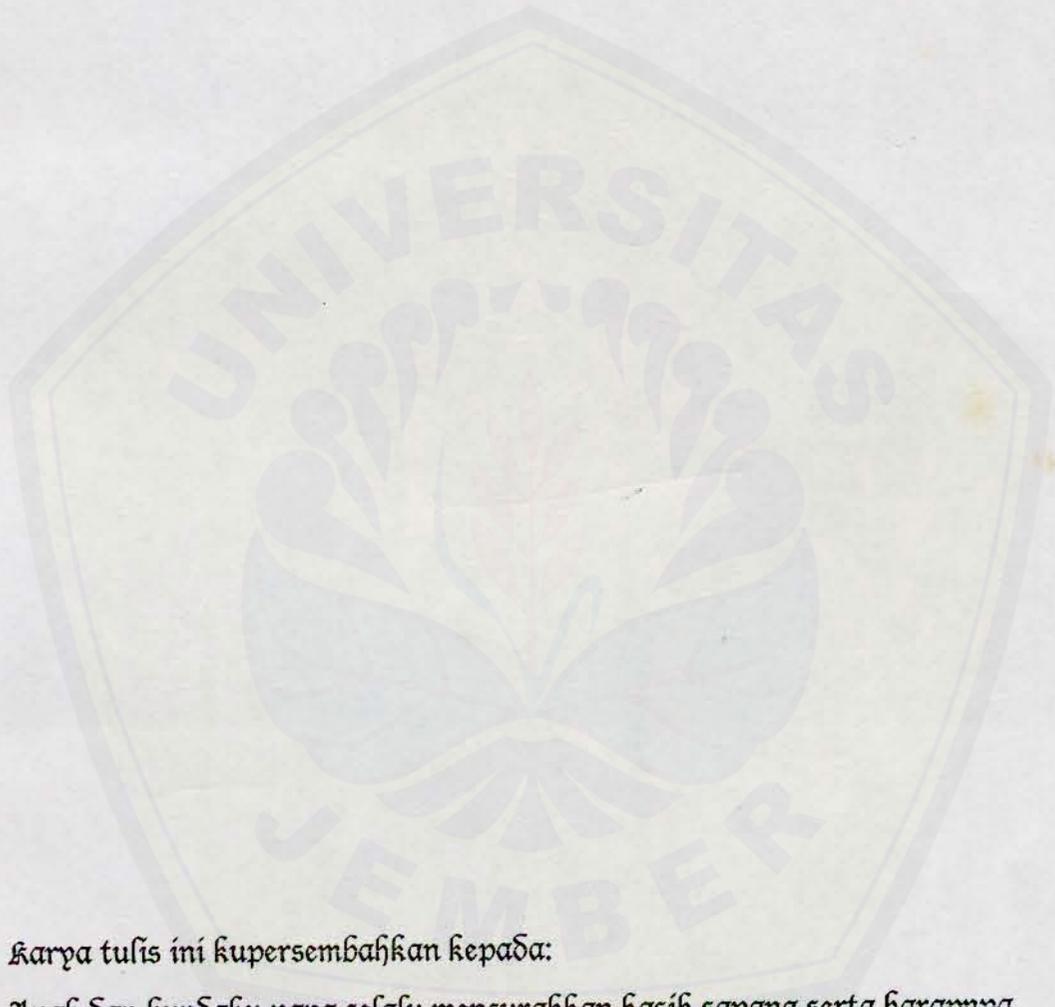
(QS. Al-Fatehah : 5)

*Tujuan dan Kemauan Untuk Sempurna, Lebih Baik dari Kesempurnaan Itu Sendiri.*

(Vincent Lombardi)

*Yakinlah, Sukses yang kamu Raih hari Ini Akan Jadi Salah Satu Kisah Klasik Dalam Kehidupanmu.*

(M2 - Khan)



Karya tulis ini kupersembahkan kepada:

Ayah dan bundaku yang selalu mencurahkan kasih sayang serta harapnya

Mbak-Masku dan adik-adikku, "*You're My Inspiration*"

Apoex's-ku, "*Kaulah Cahaya Mataku*"

## KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat, taufik, hidayah serta inayahNya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “Rancang Bangun Mesin Penyaring Sentrifus untuk Penyaringan Larutan Tepung Tapioka” dengan baik.

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk memenuhi dan melengkapi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana strata satu (S-1) pada Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.

Berbagai dukungan dan sumbangan baik pikiran maupun tenaga dari berbagai pihak banyak penulis terima selama penelitian dan penyusunan skripsi ini. Untuk itu, pada kesempatan ini penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih yang tulus dan sebesar-besarnya kepada:

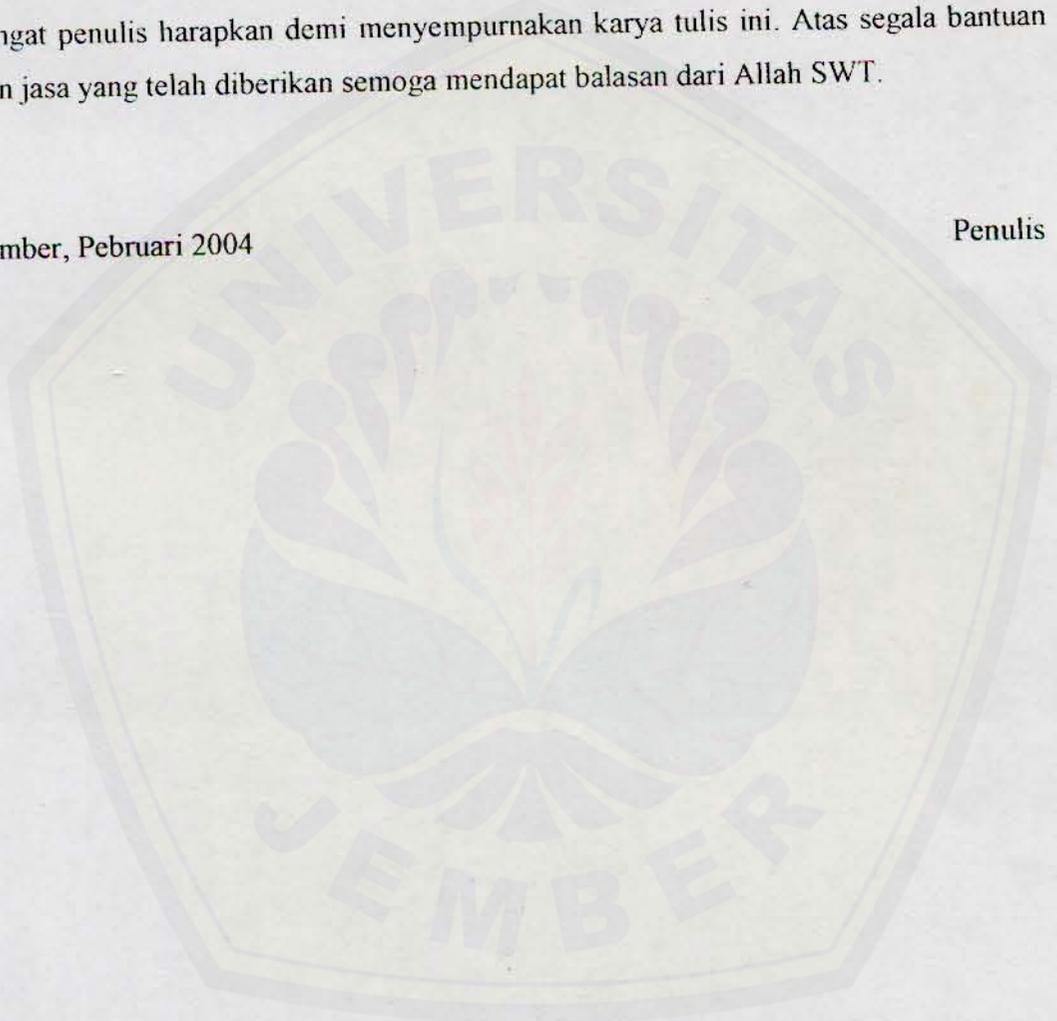
1. Ibu Hj. Ir. Siti Hartanti, M.S. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian.
2. Bapak Ir. Siswijanto, M.P. selaku Ketua Jurusan Teknik Pertanian sekaligus Dosen Pembimbing Utama (DPU).
3. Bapak Ir. Suryanto, M..P. selaku Dosen Pembimbing Anggota I (DPA I).
4. Bapak Ir. Tasliman. M.Eng. selaku Dosen Pembimbing Anggota II (DPA II).
5. Bapak Saguwan dan Mas Agus selaku Teknisi Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian .
6. Bapak Ramelan yang telah memberikan bimbingan dalam perancangan alat serta mengajarkan arti dari sebuah kesabaran.
7. Teman-teman seperjuangan P. Eko, Ary Gundhul, Anom, Kent, Irenx, Pengki', Noox, Iphe dan Bu Ika'. *“You're Always In My Mind”*.
8. Saudara-saudaraku di Kebun Binatang “Belitung Sebelas” Pix'SE, Thole, Bejo, Chimenx, Kebo, Tobiel, Genthonx, Kancil, Gudel, Da Niel. *“You're My Family”*.
9. Para pendahulukuku Kuchinx, Kakek, Luthunx, Beroox, Sapie, Pak Trie, Atun, Bimo *“Mamusia Aneh”*, Kendhil. *“Ojo Lali Karo Dulur-dulurmu, Rek... !”*.

10. Teman-temanku UKMO Sahara teruslah berjuang kibarkan bendera Te' Phe'!
11. Rekan-rekan Angkatan '98.

Sebagai manusia yang penuh khilaf, kami menyadari bahwa karya tulis ini masih jauh dari sempurna. Untuk itu saran dan kritik membangun dari berbagai pihak sangat penulis harapkan demi menyempurnakan karya tulis ini. Atas segala bantuan dan jasa yang telah diberikan semoga mendapat balasan dari Allah SWT.

Jember, Pebruari 2004

Penulis





**DAFTAR ISI**

<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	i
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	ii
<b>HALAMAN MOTTO</b> .....	iii
<b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....	iv
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	v
<b>DAFTAR ISI</b> .....	vii
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	ix
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	x
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	xi
<b>RINGKASAN</b> .....	xii
<b>I. PENDAHULUAN</b> .....	1
1.1 Latar Belakang .....	1
1.2 Permasalahan .....	2
1.3 Tujuan .....	2
1.4 Manfaat .....	3
<b>II. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	4
2.1 Ubi Kayu .....	4
2.2 Tepung Tapioka .....	5
2.3 Proses Pembuatan Tepung Tapioka .....	6
2.4 Penyaringan Sentrifugal .....	8
2.5 Komponen-Komponen Mesin Penyaring .....	9
2.5.1 Poros .....	9
2.5.2 Bantalan .....	10
2.5.3 Sabuk dan Roda Transmisi .....	10
<b>III. METODE PENELITIAN</b> .....	11
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian .....	11
3.2 Tahapan Penelitian .....	11

3.3	Alat dan Bahan .....	11
3.3.1	Alat .....	11
3.3.2	Bahan .....	12
3.4	Perancangan Mesin .....	12
3.4.1	Tipe Mesin Penyaring Sentrifus .....	12
3.4.2	Spesifikasi Mesin Penyaring Sentrifus .....	13
3.5	Pengujian Kinerja Mesin .....	13
3.6	Parameter Pengujian .....	13
3.7	Data yang Diperlukan .....	14
3.8	Cara Pengambilan Data .....	15
<b>IV.</b>	<b>HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>16</b>
4.1	Desain Mesin Penyaring Sentrifus .....	16
4.1.1	<i>Hopper</i> .....	17
4.1.2	Bagian Ruang Proses Penyaringan .....	18
4.1.3	Bagian Ruang Penampung .....	20
4.1.4	Bagian Penerus Daya/Poros .....	21
4.1.5	Bagian Pemindah Daya/ <i>Belt</i> .....	22
4.2	Prinsip Kerja Mesin Penyaring Sentrifus .....	22
4.3	Pembuatan Alat .....	23
4.4	Data Hasil Penelitian .....	24
4.5	Kendala Pada Pengujian Alat .....	28
<b>V.</b>	<b>KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>29</b>
5.1	Kesimpulan .....	29
5.2	Saran .....	30

**DAFTAR PUSTAKA**

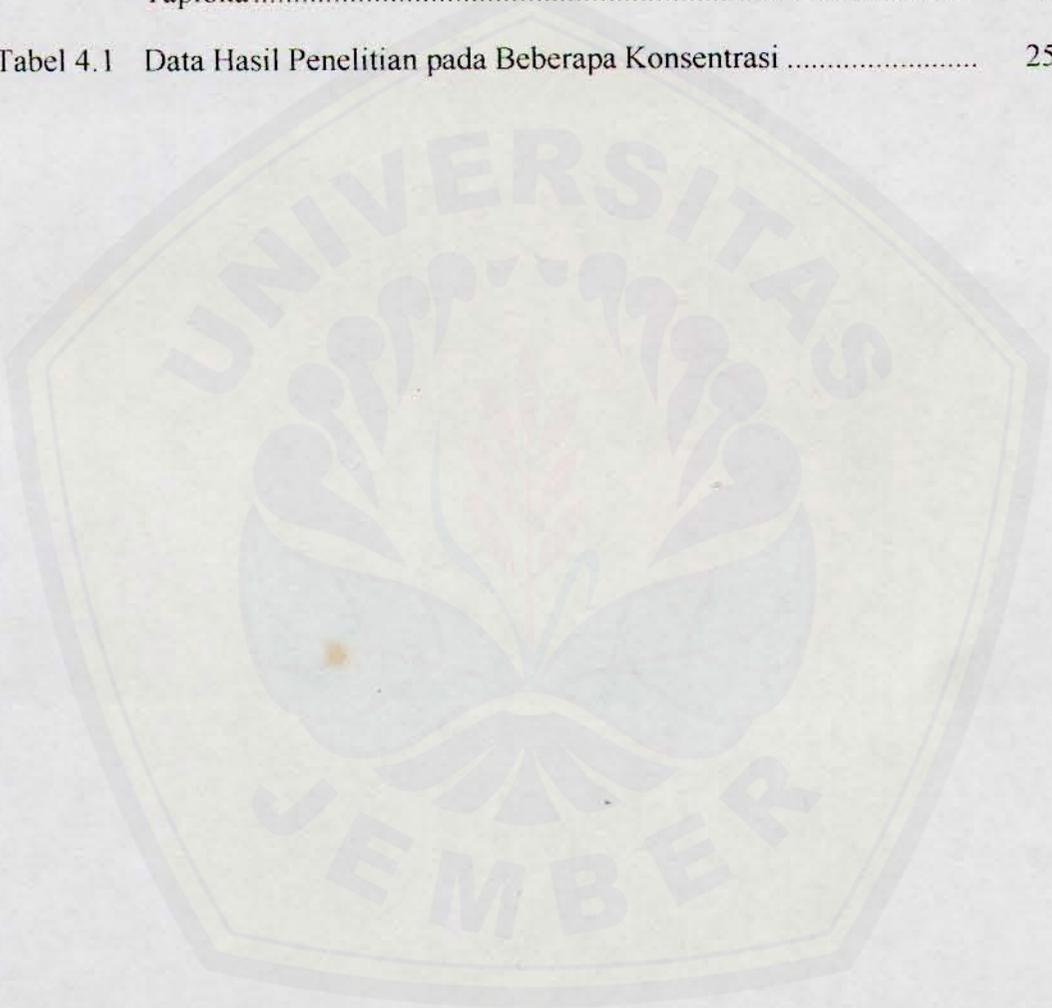
**LAMPIRAN**

DAFTAR GAMBAR

Gambar 4.1	<i>Hopper</i> .....	17
Gambar 4.2	Ruang Penyaring .....	18
Gambar 4.3	Ruang Penampung .....	20
Gambar 4.4	Motor dan Penerus Daya .....	21
Gambar 4.5	Pemindah Daya .....	22
Gambar 4.6	Grafik Hubungan Konsentrasi Bahan terhadap Waktu Penyaringan .....	26
Gambar 4.7	Grafik Hubungan Konsentrasi Bahan terhadap Kapasitas Penyaringan .....	27

**DAFTAR TABEL**

Tabel 1.1	Produksi Ubi Kayu Nasional (1996-2002) .....	2
Tabel 2.1	Kandungan Gizi dalam Tiap 100 gr Ubi Kayu pada Tepung Tapioka .....	6
Tabel 4.1	Data Hasil Penelitian pada Beberapa Konsentrasi .....	25



**DAFTAR LAMPIRAN**

- Lampiran 1. Gambar Mesin Tampak Depan
- Lampiran 2. Gambar Mesin Tampak Belakang
- Lampiran 3. Gambar Mesin Tampak Samping
- Lampiran 4. Gambar Irisan Mesin Sentrifus
- Lampiran 5. Gambar Rangka Mesin
- Lampiran 6. Data Hasil Penelitian
- Lampiran 7. Data Hasil Perhitungan
- Lampiran 8. Foto Alat

RINGKASAN

MUHAMAD MALKAN (981710201035) **RANCANG BANGUN MESIN PENYARING SENTRIFUS UNTUK PENYARINGAN LARUTAN TEPUNG TAPIOKA** Dosen Pembimbing Utama ; Ir. Siswijanto, M.P. Dosen Pembimbing Anggota I ; Ir. Suryanto, M.P. Dosen Pembimbing Anggota II ; Ir. Tasliman, M.Eng.

Ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) disebut juga dengan ketela pohon, dan dalam kehidupan sehari-hari dengan nama singkong. Di Indonesia ubi kayu atau singkong merupakan makanan pokok nomor tiga, setelah beras dan jagung. Akan tetapi keberadaannya sangat diperlukan dalam menunjang berbagai industri di antaranya kertas, farmasi, perekat *dekstrin*, sirup glukosa, gula fruktosa, bahan-bahan etanol dan sebagainya.

Tepung tapioka merupakan satu dari sekian banyak produk yang dihasilkan oleh pengolahan ubi kayu dengan jalan mengambil sari pati yang terkandung dalam umbi ubi kayu. Pada proses pengolahan ubi kayu menjadi tepung tapioka, terdapat proses pemisahan sari pati dari ampas ubi kayu. Dalam kegiatan pemisahan ini dibutuhkan air yang berfungsi melarutkan sari pati dari ampasnya, dan selanjutnya sari pati atau tepung tapioka dipisahkan dari larutannya melalui proses pengendapan.

Proses pemisahan dua jenis bahan yang berbeda pada pengolahan pangan, dalam hal ini pemisahan tepung tapioka dari larutannya selama proses produksi masih tergantung pada kecepatan pengendapan partikel tepung di dalam air, sehingga kecepatan produksi sangat tergantung pada waktu yang dibutuhkan untuk pengendapan. Berkaitan dengan hal itu, perlu dirancang suatu alat untuk menyaring atau memisahkan tepung tapioka dari larutannya. Dengan keberadaan alat ini diharapkan dapat membantu mempercepat proses pemisahan tepung tapioka dari larutannya.

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Alat dan Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Diawali dengan membuat rancang bangun alat, pembuatan alat, pengujian alat, dan pengambilan data.

Penyaringan tidak dapat dilakukan secara kontinyu karena adanya penyumbatan saringan oleh bahan yang bersifat lengket. Serta guncangan mesin terlalu besar sehingga menyulitkan proses penyaringan. Hal ini dapat diatasi dengan membuat bagian yang berputar pada mesin menjadi lebih *balance* atau mengganti material penyaring dengan bahan yang lebih licin.

Dari tiga perlakuan konsentrasi, efisiensi penyaringan tertinggi dicapai pada penyaringan dengan konsentrasi 1:2, sebesar 90,4% dengan waktu penyaringan selama 32,3 detik. Persamaan matematika konsentrasi bahan sebagai fungsi waktu adalah  $k(t) = 0,8696 t + 5,1295$ , dan nilai koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9899. Persamaan matematik untuk hubungan kapasitas penyaringan sebagai fungsi konsentrasi bahan adalah  $C(k) = -5,8593 k + 285,78$  dengan koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9973.

## I. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Ubi kayu (*Manihot esculenta Crantz*) disebut juga dengan ketela pohon, dan dalam kehidupan sehari-hari dengan nama singkong. Di Indonesia ubi kayu atau singkong merupakan makanan pokok nomor tiga, setelah beras dan jagung. Akan tetapi keberadaannya sangat diperlukan dalam menunjang berbagai industri di antaranya kertas, farmasi, perekat *dekstrin*, sirup glukosa, gula fruktosa, bahan-bahan etanol dan sebagainya (Nuryani dan Soedjono, 1994).

Salah satu tujuan dari agroindustri dan agrobisnis adalah meningkatkan nilai ekonomis dan memudahkan pengolahan bahan hasil pertanian menjadi bahan setengah jadi atau bentuk jadi. Tepung tapioka merupakan satu dari sekian banyak produk yang dihasilkan oleh pengolahan ubi kayu dengan jalan mengambil sari pati yang terkandung dalam umbi ubi kayu. Pemanfaatan tepung tapioka dalam kehidupan sehari-hari sangat beraneka ragam mulai dari bahan dasar pembuatan roti dan kue sampai pada bahan pembuatan perekat *dekstrin* dan masih banyak produk lain yang dapat diproduksi (Nuryani dan Soedjono, 1994).

Pada proses pengolahan ubi kayu menjadi tepung tapioka, terdapat proses pemisahan sari pati dari ampas ubi kayu. Dalam kegiatan pemisahan ini dibutuhkan air yang berfungsi melarutkan sari pati dari ampasnya, dan selanjutnya sari pati atau tepung tapioka dipisahkan dari larutannya melalui proses pengendapan. Mengingat bentuk, ukuran dan berat partikel tepung tapioka yang sangat kecil, proses pengendapan membutuhkan waktu yang lama yaitu kurang lebih sehari semalam. Semakin lama waktu yang digunakan dalam proses pengendapan maka hasil yang diperoleh akan semakin optimal.

Pada dasarnya penggunaan dan pemanfaatan alat dan mesin di bidang industri pertanian didasarkan pada pertimbangan efektivitas kerja serta efisiensi waktu. Pengolahan tepung tapioka secara tradisional membutuhkan tenaga dan waktu yang cukup banyak. Untuk mengatasi hal tersebut perlu adanya pengembangan teknologi yang tepat guna, yang mampu meningkatkan kinerja

pada industri pengolahan tepung tapioka dalam usaha optimalisasi proses produksi.

Di Indonesia jumlah produksi dan luas panen ubi kayu untuk tahun 1996 sampai 2002 dapat dilihat pada Tabel 1.1.

**Tabel 1.1** Produksi Ubi Kayu Nasional (1996-2002)

No.	Tahun	Luas Panen	Hasil/Ha	Produksi
		(Ha)	(Kubik)	(Ton)
1.	1996	1.415.101	120	17.002.455
2.	1997	1.243.366	122	15.134.021
3.	1998	1.197.357	122	14.664.111
4.	1999	1.350.008	122	16.458.544
5.	2000	1.284.040	125	16.089.020
6.	2001	1.317.912	129	17.054.648
7.	2002	1.276.533	132	16.913.104
Rata-rata		1.297.759,571	124,571	16.187.986,143

Sumber : [www.deptan.go.id](http://www.deptan.go.id)

## 1.2 Permasalahan

Proses pemisahan dua jenis bahan yang berbeda pada pengolahan pangan, dalam hal ini pemisahan tepung tapioka dari larutannya selama proses produksi masih tergantung pada kecepatan pengendapan partikel tepung di dalam air, sehingga kecepatan produksi sangat tergantung pada waktu yang dibutuhkan untuk pengendapan. Berkaitan dengan hal itu, perlu dirancang suatu alat untuk menyaring atau memisahkan tepung tapioka dari larutannya. Dengan keberadaan alat ini diharapkan dapat membantu mempercepat proses pemisahan tepung tapioka dari larutannya.

## 1.3 Tujuan

Tujuan penelitian ini adalah untuk merancang dan menguji kinerja alat penyaring sentrifus dalam proses pemisahan tepung tapioka dari larutannya.

## 1.4 Manfaat

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi mengenai rancang bangun mesin penyaring sari pati tepung tapioka. Selain itu dapat dijadikan bahan referensi untuk merancang mesin penyaring bahan-bahan pangan yang lebih baik dan komplek.



## II. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ubi Kayu

Ketela pohon atau ubi kayu termasuk dalam famili (keluarga) *Euphorbiaceae* dan sebenarnya termasuk tanaman tahunan, karena dapat hidup hingga beberapa tahun. Pohonnya kecil, akar-akarnya merupakan umbi, banyak mengandung zat tepung (*zetmeel*). Batangnya berkayu akan tetapi mudah patah. Di dalam batang terdapat liang yang berisi semacam gabus yang berwarna putih. Ketela pohon bisa berbatang satu atau 3-4 buah. Tingginya dapat mencapai 3-5 meter, tergantung pada keadaan lingkungan pertumbuhannya, atau dari baik tidaknya faktor-faktor tumbuh, dan asal cukup lama dibiarkan tumbuh (Sosrosoedirdjo, 1992).

Batang ubi kayu memiliki pola percabangan yang khas, yang keragamannya tergantung pada kultivar. Pertumbuhan tegak batang sebelum bercabang lebih disukai karena memudahkan penyiangan, sedangkan percabangan yang berlebihan dan terlalu rendah tidak disukai. Bagian batang tua memiliki bekas daun yang jelas, ruas yang panjang menunjukkan laju pertumbuhan yang cepat (Yamaguchi dan Vincent E., 1998).

Ubi yang terbentuk merupakan akar yang berubah fungsinya menjadi tempat penyimpanan makanan cadangan. Bentuk ubi biasanya bulat memanjang, daging ubi mengandung zat pati, berwarna putih gelap atau kuning gelap, dan tiap tanaman dapat menghasilkan 5-10 ubi. Ubi kayu mempunyai susunan berurat menjari dengan canggap 5-9 helai. Ubi kayu mengandung asam sianida berkadar rendah sampai tinggi. Tidak terkecuali daun ubi kayu yang biasanya mengandung racun asam sianida atau asam biru, terutama daun yang masih muda (pucuk) (Rukmana, 1997).

Ubi kayu rata-rata memiliki kadar air sebesar 65%, dan kadar air terbesar dimiliki oleh ubi kayu varietas tempranita. Kadar bahan kering rata-rata sebesar 35%, sedangkan kadar bahan *extract* tanpa nitrogen (BETN) sebesar 30,84%. Setiap 100 gram daun mengandung 7,58 mg HCN, tetapi bila daun ubi kayu

dipanen pada umur 5 bulan maka problema HCN tidak menjadi masalah, karena pada umur 5 bulan daun ubi kayu mengandung kadar HCN terendah. Berbeda dengan umbinya, daun ubi kayu merupakan sumber protein yang terbaik untuk binatang memamah biak. Daun ubi kayu mengandung 8,3% protein dapat dicerna, dan 45,5% total bahan kering makanan yang dapat dicerna (TDN) (Nuryani dan Soedjono, 1994).

## 2.2 Tepung Tapioka

Tepung tapioka adalah salah satu bentuk olahan dari ubi kayu, yang merupakan granula dari karbohidrat yang berwarna putih, mengkilat, tidak berbau dan berasa (Soedarno dan Sediaoetama, 1977).

Tepung tapioka mempunyai sifat dapat bergelatinisasi pada suhu yang relatif rendah dibandingkan dengan tepung yang mengandung amilopektin tinggi. Oleh karena itu tepung tapioka mudah dan cepat membengkak bila dipanaskan dalam air. Tetapi adanya pembengkakan yang berlebihan dan pengadukan (gaya mekanis) menyebabkan granula pati pecah sehingga suspensi menjadi encer.

Tepung tapioka mengandung senyawa amilopektin yang bersifat sangat jernih yang mampu meningkatkan penampilan, memiliki daya pemekatan yang tinggi sehingga kebutuhan pemakaian relatif sedikit dan suhu gelatinisasinya relatif rendah (Winarno, 1991).

Tepung tapioka banyak digunakan dalam industri pangan karena tekstur, kejernihannya dan toleransinya terhadap asam, panas dan gesekan. Namun kestabilan dispersi tidak menguntungkan apabila dilakukan penyimpanan pada suhu rendah atau pembekuan karena dapat menyebabkan kehilangan kemampuan mengikat air dan tekstur akan berubah menjadi kasar. Kondisi ini diakibatkan oleh asosiasi intermolekul antara bagian lurus amilopektin dan amilosa. Keadaan demikian dapat diminimumkan melalui pengasetilan gugus molekul. Dengan demikian rantai lurus amilopektin dan amilosa dibatasi jumlah yang bereaksi satu dengan yang lain melalui ikatan hidrogen. Komposisi kimia tepung tapioka dapat dilihat pada Tabel 2.1.

**Tabel 2.1** Kandungan Gizi dalam Tiap 100 gr Ubi Kayu pada Tepung Tapioka

No.	Komponen	Jumlah	Satuan
1.	Air	9,10	(gr)
2.	Kalsium	84,00	(mg)
3.	Kalori	363,00	(kalori)
4.	Karbohidrat	88,20	(gr)
5.	Lemak	0,50	(gr)
6.	Fosfor	125,00	(mg)
7.	Protein	1,10	(mg)
8.	Zat Besi	1,00	(mg)
9.	Vitamin B1	0,04	(mg)

Sumber: Direktorat Gizi Depkes RI (1981)

### 2.3 Proses Pembuatan Tepung Tapioka

Tepung tapioka diperoleh dari ubi kayu dengan cara basah. Dalam kehidupan sehari-hari tepung tapioka dikenal dengan nama pati atau kanji, tepung singkong dan sebagainya. Banyak dipergunakan sebagai bahan baku pada bahan baku pada pembuatan krupuk, selain itu dipergunakan pula dalam pembuatan lem, makanan dan sebagainya (Nuryani dan Soedjono, 1994).

Menurut Nuryani dan Soedjono (1994), proses pembuatan tepung tapioka dalam masyarakat dilakukan dengan dua cara yaitu cara sederhana dan secara industri.

#### A. Pembuatan Tepung Tapioka Secara Sederhana.

Proses pembuatan tepung tapioka secara sederhana dapat dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut.

1. Ubi kayu dikupas, biasanya dilakukan langsung di kebun setelah tanaman dipungut. Maksudnya mengurangi berat ubi kayu dalam mengangkutnya.
2. Ubi kayu yang telah dikupas, diangkut ke sungai yang airnya jernih dan bersih untuk dicuci. Setelah itu dibawa ke tempat umbi diparut.
3. Umbi diparut dengan kedua tangan atau diparut dengan alat yang diputar kaki.
4. Parutan umbi yang ditampung di bak diberi air bersih, diremas-remas dengan tangan. Kemudian sambil diperas-peras, berangsur-angsur dituangkan di atas saringan kain putih. Ampas yang tinggal diberi lagi air yang bersih, diremas-

remas terus dan diperas serta disaring. Pekerjaan ini dilakukan beberapa kali sehingga air perasan kelihatan jernih.

5. Air perasan yang telah disaring dan mengandung tepung, ditampung di dalam bak pengendapan. Air tepung diaduk agar pengendapan tepung merata. Setelah diaduk-aduk kemudian dibiarkan selama sehari semalam untuk mengendapkan tepungnya.
6. Air yang berada di atas tepung, dan mengandung larutan berbagai kotoran dikeluarkan. Lendir-lendir dan kotoran-kotoran lainnya yang terdapat di atas endapan tepung juga dikeluarkan.
7. Untuk mendapatkan tepung yang putih bersih dan baik, maka bak yang berisi endapan tepung diisi lagi dengan air bersih, diaduk-aduk dan diendapkan. Kemudian air di atas endapan dibuang dan ini dilakukan beberapa kali (2-3 kali).
8. Endapan tepung dikeluarkan dari bak dan ditaruh di nyiru. Gumpalan-gumpalan tepung dihancurkan, dihaluskan dan diratakan. Selanjutnya dijemur di bawah panas sinar matahari. Agar lekas kering, maka sekali-sekali diremas-remas dan dibalik-balik.
9. Jika tepung kurang sempurna dan masih basah mengandung bagian-bagian yang halus dari serat-seratnya dan juga putih telur, maka waktu dijemur berbau asam. Lebih cepat tepung itu kering, proses pembusukan akan berkurang. Ampas-ampas tepung dijual untuk makan ternak. Dari 100 kg ubi kayu berkulit dapat diperoleh 20-25 kg tepung tapioka. Di dalam ampas tepung masih mengandung kira-kira 10-15 kg tepung tapioka.

## B. Pembuatan Tepung Tapioka Secara Industri

Proses pembuatan tepung tapioka secara industri dapat dilakukan melalui tahap-tahap sebagai berikut:

1. Ubi kayu yang telah diambil dari kebun dikupas dimasukkan ke dalam bak pencuci untuk menghilangkan lendir. Pencucian dilakukan dengan cukup banyak air bersih kemudian dimasukkan ke dalam alat pamarut.

2. Ubi kayu yang telah dibersihkan dari lendir dimasukkan ke dalam alat pamarut dengan menggunakan elevator sendok. Pada proses pamarutan selalu dialirkan air untuk mencuci parutan yang melekat pada gigi-gigi parut.
3. Hasil parutan dialirkan ke dalam alat penyaring aci. Ke dalam alat penyaring ini juga selalu dialirkan air untuk membilas. Alat penyaring merupakan silinder yang dindingnya berbentuk saringan atau kisi "*wire mesh*".
4. Hasil dari penyaringan dimasukkan ke dalam bak pengendapan. Dalam bak ini aci atau tepung akan diendapkan, dan air yang ada di bagian atas endapan dapat dialirkan untuk dibuang. Endapan aci ini masih kotor, perlu dibersihkan beberapa kali.
5. Dari bak pengendap aci akan dipindahkan ke dalam alat pengering. Biasanya alat pengering terdiri dari ruangan yang terbagi yang menjadi dua bagian, yaitu ruang pemanas dan ruang pengering.
6. Tepung tapioka yang telah kering dimasukkan ke dalam gudang penampung, selanjutnya dimasukkan ke dalam karung untuk dikirimkan ke berbagai industri yang memerlukannya.

#### 2.4 Penyaringan Sentrifugal

Dalam proses penyaringan, bahan cair dilakukan menembus lubang-lubang halus. Partikel-partikel yang melayang didalam bahan cair, yang tidak dapat lolos melalui lubang tersebut tertahan dan menumpuk dan sering disebut dengan "*filter cake*". Kadang-kadang bahan cair yaitu filtratnya yang menjadi hasil saringan, dalam hal lain sebagai "*filter cake*" yang diinginkan. Penyaringan merupakan proses yang lambat, yaitu kemampuan relatif bahan untuk menembus melalui lubang-lubang halus, mempengaruhi kecepatan pemisahan (Earle, 1969).

Dalam sedimentasi, dua bahan cair yang tidak dapat bercampur, atau bahan cair dan bahan padat, dipisahkan dengan membiarkan bahan-bahan ini sampai pada keadaan keseimbangan dibawah pengaruh gaya gravitasi, bahan yang lebih berat jatuh terlebih dahulu daripada bahan yang ringan. Proses ini merupakan proses yang lambat dan dipercepat dengan mempergunakan gaya sentrifusi untuk meningkatkan kecepatan pengendapan (Earle, 1969).

Dengan maksud untuk meningkatkan kecepatan pemisahan, gaya sentrifusi dapat dipergunakan untuk menekankan perbedaan daya terhadap komponen. Gaya sentrifugal pada partikel yang dipaksa untuk berputar melalui suatu lorong diberikan dengan persamaan:

$$F_c = \frac{m r \omega^2}{g_c} \dots\dots\dots (2.1)$$

Dimana  $F_c$  = gaya sentrifugal (Newton)

$m$  = massa partikel (kg)

$r$  = jari-jari lorong (meter)

$\omega$  = kecepatan sudut partikel ( $s^{-2}$ )

$g_c$  = percepatan gaya sentrifugal (kg.meter/Newton.s<sup>2</sup>)

atau oleh karena  $\omega = vr$ ;  $v$  adalah kecepatan tangensial partikel maka,

$$F_c = \left(\frac{m}{g_c}\right)\left(\frac{v^2}{r}\right) \dots\dots\dots (2.2)$$

kecepatan perputaran biasanya dikemukakan dalam putaran per menit. Oleh karena  $\omega = 2\pi N/60$ , maka persamaan dapat ditulis:

$$F_c = \frac{m r \left(\frac{2 \pi N}{60}\right)^2}{g_c} = 0,011 \frac{m r N^2}{g_c} \dots\dots\dots (2.3)$$

dimana  $N$  adalah kecepatan putaran per menit (Earle, 1969).

Apabila persamaan ini dibandingkan dengan gaya tarik bumi dengan partikel,

$$F_g = \frac{mg}{g_c} \dots\dots\dots (2.4)$$

dimana  $F_g$  adalah gaya tarik bumi, dapat dilihat bahwa kerja sentrifugal telah menggantikan percepatan gravitasi ( $g$ ) dengan  $0,011 rN^2$  (Earle, 1969).

## 2.5 Komponen-komponen Mesin Penyaring

### 2.5.1 Poros

Hampir setiap mesin meneruskan tenaga bersama-sama dengan putaran. Peranan utama dalam transmisi seperti itu dipegang oleh poros. Hal-hal yang

perlu diperhatikan dalam perencanaan poros adalah kekuatan poros, kekakuan poros, putaran kritis, korosi dan bahan poros (Smits dan Wilkes, 1990).

## 2.5.2 Bantalan

Bantalan diperlukan untuk menahan berbagai suku pemindah daya tetap ditempatnya. Bantalan yang tepat untuk digunakan ditentukan oleh besarnya keausan, kecepatan putar poros, beban yang harus didukung dan besarnya daya dorong akhir. Bantalan dapat dibuat dari besi tuang, perunggu atau bahan lainnya (Smits dan Wilkes, 1990).

## 2.5.3 Sabuk dan Roda Transmisi

Sabuk dari bahan lentur yang merupakan ban bergerak melalui dua roda transmisi atau lebih. Sabuk atau ban penggerak dapat dipakai melalui beberapa roda transmisi pada sumbu sejajar. Roda transmisi dan sabuk dapat berbentuk gerigi, disebut demikian karena pada salah satu sisi sabuk berbentuk gerigi. Kontak gesekan terjadi antara sisi sabuk gerigi dengan dinding alur menyebabkan berkurangnya kemungkinan selipnya sabuk penggerak dengan tegangan yang lebih kecil.

Dalam kerjanya sabuk gerigi memiliki persamaan seperti sabuk V yaitu mengalami pembengkokan ketika melingkar melalui roda transmisi. Bagian sebelah luar akan mengalami tegangan sedangkan bagian dalam mengalami tekanan. Susunan khas sabuk ini terdiri atas bahan elastis yang tahan tegangan dan bagian yang membawa beban dibuat dari bahan tenunan dengan daya rentangan yang rendah (Smits dan Wilkes, 1990).

### III. METODE PENELITIAN

#### 3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Rekayasa Alat dan Mesin Pertanian Jurusan Teknik Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember pada bulan Desember 2002.

#### 3.2 Tahapan Penelitian

Penelitian dilakukan melalui beberapa tahapan sebagai berikut.

- a. Studi pustaka.
- b. Perancangan alat.
- c. Pembuatan alat.
- d. Pengujian kinerja alat.

#### 3.3 Alat dan Bahan

##### 3.3.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini dibagi dalam dua macam yaitu alat untuk pembuatan mesin dan alat untuk pengujian kinerja mesin.

1. Alat untuk pembuatan mesin:
  - a) meteran dan penggaris;
  - b) gergaji besi;
  - c) gerinda tangan;
  - d) bor listrik;
  - e) pengeling rivert; dan
  - f) gunting seng, palu, obeng, tang dan kunci pas.
2. Alat untuk pengujian kinerja mesin:
  - a) hand tachometer;
  - b) stopwatch; dan
  - c) gelas ukur.

### 3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini terbagi menjadi dua macam yaitu bahan untuk pembuatan mesin dan bahan untuk uji kinerja mesin.

1. Bahan untuk pembuatan mesin:

- a) plat seng;
- b) besi siku;
- c) pipa;
- d) harpleks;
- e) bahan fiberglass;
- f) paku rivert; dan
- g) kain skrin.

2. Bahan untuk uji kinerja mesin:

Bahan yang digunakan untuk pengujian kinerja mesin adalah larutan tepung tapioka.

### 3.4 Perancangan Mesin

#### 3.4.1 Tipe Mesin Penyaring Sentrifus

Mesin penyaring sentrifus direncanakan untuk menyaring larutan tepung tapioka. Teknik perencanaan menggunakan prinsip penyaringan yang dipadukan dengan prinsip kerja gaya sentrifugal terhadap suatu partikel. Pemanfaatan kerja gaya sentrifugal ini bertujuan untuk meningkatkan kecepatan partikel menembus saringan dengan cara mengganti gaya gravitasi yang bekerja pada partikel dengan gaya sentrifugal.

Prinsip kerja mesin adalah dengan jalan melewatkan umpan dalam silinder berputar, dimana pada dinding silinder telah dipasang suatu bentuk kain penyaring. Putaran silinder diperoleh dengan menggunakan daya putaran yang dihasilkan oleh motor listrik. Bahan yang tertahan oleh kain penyaring ditempatkan sebagai *filter cake*.

**3.4.2 Spesifikasi Mesin Penyaring Sentrifus**

Mesin dirancang dengan rencana spesifikasi sebagai berikut.

- a. Poros terbuat dari pipa yang difungsikan sebagai penerus putaran dari motor listrik dan menyalurkan umpan kedalam ruang penyaringan.
- b. Ruang penyaringan berupa silinder berputar yang telah dilengkapi saringan dan berfungsi pula menampung *filter cake*.
- c. Sistem transmisi daya menggunakan pulley dan sabuk bergerigi.
- d. Motor listrik (AC) 350 Watt, 220 V sebagai sumber penghasil putaran.

Skema mesin penyaring sentrifus dapat dilihat pada Lampiran 1 sampai 5.

**3.5 Pengujian Kinerja Mesin**

Pengujian kinerja mesin dilakukan dengan menggunakan mesin yang telah dibuat tanpa memasukkan bahan untuk disaring (mesin berputar tanpa ada beban dari bahan) sebagai kontrol.

Pengujian dilakukan dengan menyaring larutan tepung tapioka untuk mengetahui kemampuan kinerja mesin dalam menyaring bahan.

**3.6 Parameter Pengujian**

Parameter yang dilakukan selama penelitian meliputi faktor-faktor yang diukur yaitu:

- a. Banyaknya percepatan gravitasi (g) yang dihasilkan oleh mesin, dapat dihitung dengan mensubstitusikan persamaan 2.3 dan 2.4 sebagai berikut:

$$\frac{F_c}{F_g} = 0,011 \frac{r N^2}{g} \dots\dots\dots (3.1)$$

Dimana r = jari-jari sentrifus (m)

N = jumlah putaran mesin (rpm)

g = konstanta percepatan gravitasi (10 m/s<sup>2</sup>)

- b. Penurunan putaran mesin penyaring, dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$PPM = \frac{PMTB - PMDB}{PMTB} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.2)$$

Dimana PPM = penurunan putaran mesin (%)

PMTB = putaran mesin tanpa bahan (Rpm)

PMDB = putaran mesin dengan bahan (Rpm)

- c. Kapasitas penyaringan, merupakan nilai kecepatan masukan bahan dalam mesin penyaring atau sampai bahan habis tersaring. Kapasitas penyaringan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$KP = \frac{VBM}{t} \dots\dots\dots (3.3)$$

Dimana KP = kapasitas penyaringan (ml/detik)

VBM = volume bahan masukan (ml)

t = waktu penyaringan (detik)

- d. Rendemen penyaringan merupakan perbandingan antara volume keluaran penyaringan dengan volume bahan masukan. Rendemen penyaringan dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$RP = \frac{VTK}{VTM} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.4)$$

Dimana RP = rendemen penyaringan (%)

VTK = volume tepung keluaran (ml)

VTM = volume tepung masukan (ml)

- e. Efisiensi kerja

$$\eta \text{ kerja} = \frac{VTM - VTTT}{VTM} \times 100 \% \dots\dots\dots (3.5)$$

Dimana VTTT = volume tepung tak tersaring (ml)

**3.7 Data yang Diperlukan**

Data-data yang diperlukan dalam penelitian ini adalah:

- a. Putaran mesin tanpa bahan.
- b. Putaran mesin dengan bahan.
- c. Volume bahan masukan.
- d. Volume bahan keluaran.

## 3.8 Cara Pengambilan Data

Pengambilan data dilakukan dengan tahapan sebagai berikut :

1. Menghidupkan motor penggerak mesin penyaring, dengan menghubungkan pada catu daya 220 volt.
2. Mengukur putaran mesin penyaring dengan menggunakan *hand tachometer* untuk memperoleh data putaran mesin tanpa bahan.
3. Menyiapkan bahan percobaan berupa larutan tepung tapioka. Bahan percobaan diperoleh dengan cara mencampur tepung tapioka (dibeli di pasaran) ke dalam air sebagai pelarut dengan perbandingan campuran 1:2, 1:3, dan 1:4.
4. Menyaring larutan tepung tapioka untuk masing-masing campuran dengan volume masukan 3000 ml sebanyak 3 kali ulangan.
5. Mengukur lama waktu yang dibutuhkan untuk satu kali proses penyaringan pada tiap-tiap perlakuan.
6. Mengukur putaran mesin penyaring dengan menggunakan *hand tachometer* pada tiap perlakuan untuk memperoleh data putaran mesin dengan bahan.
7. Menampung bahan keluaran dari *outlet 1* dan *outlet 2*, kemudian mengeringkan dengan penjemuran.
8. Volume tepung yang telah dikeringkan diukur dengan menggunakan gelas ukur untuk mendapatkan data volume tepung yang tersaring dan volume tepung yang tidak tersaring.
9. Sebagai pembanding dilakukan pemisahan melalui pengendapan dengan cara sebagai berikut :
  - a. Menyiapkan bahan percobaan berupa larutan tepung tapioka. Bahan percobaan diperoleh dengan cara mencampur tepung tapioka (dibeli di pasaran) ke dalam air sebagai pelarut dengan perbandingan campuran 1:2, 1:3, dan 1:4.
  - b. Mengukur waktu pengendapan untuk masing-masing campuran.

## V. KESIMPULAN

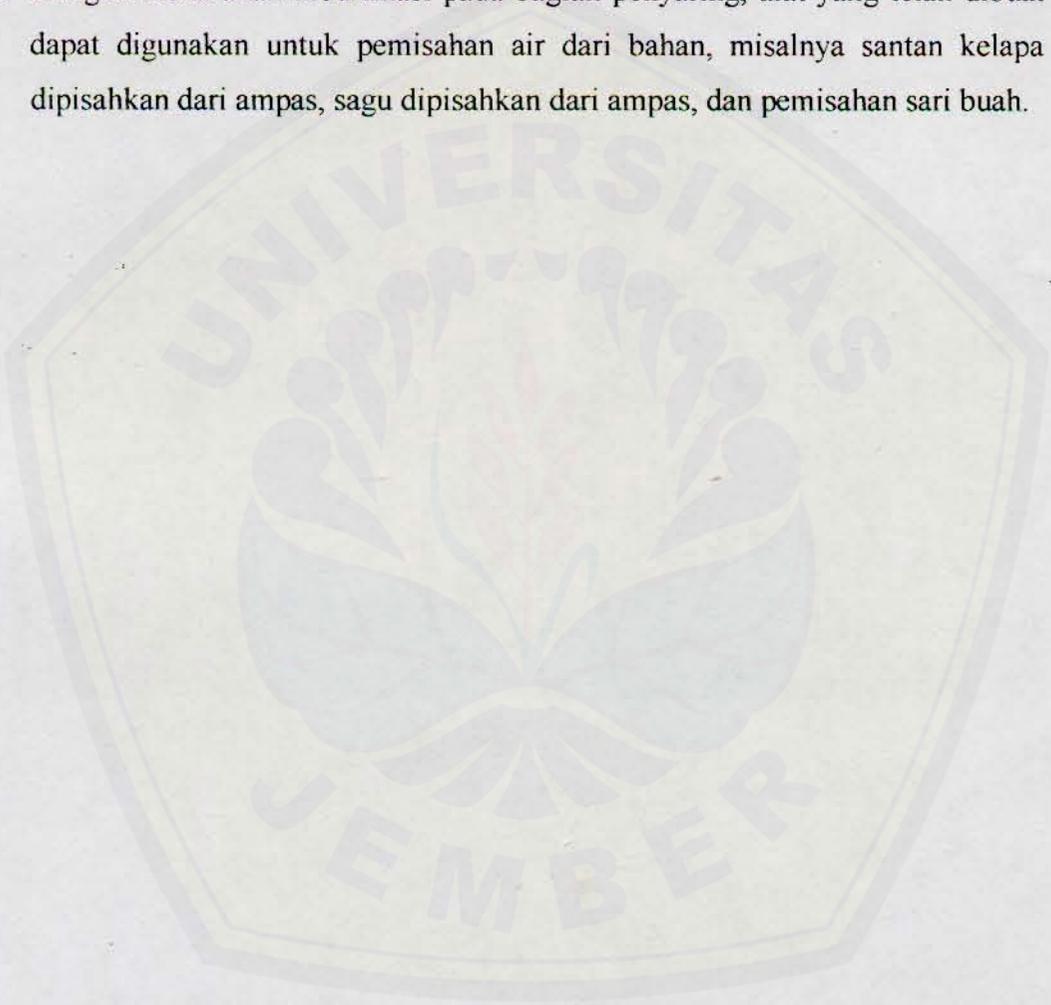
### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengambilan data dan pengujian alat selama penelitian, dapat diambil kesimpulan sebagai berikut.

1. Mesin penyaring sentrifus untuk penyaringan tepung tapioka ini terdiri dari 5 bagian utama yaitu : bagian *hopper*, bagian ruang penyaringan, bagian penampungan, bagian penerus daya/poros, dan bagian pemindah daya/belt.
2. Mesin penyaring sentrifus ini memanfaatkan prinsip penyaringan bahan dengan mengganti gaya gravitasi bumi yang bekerja pada partikel tepung dengan gaya sentrifugal yang dihasilkan dari putaran motor listrik sebagai penggerak.
3. Percepatan gravitasi yang dihasilkan oleh mesin sentrifus sebesar 308,588 kali gravitasi bumi.
4. Penurunan putaran mesin untuk masing-masing konsentrasi tidak berbeda terlalu besar. Untuk konsentrasi 1 : 2 sebesar 4,24%, untuk konsentrasi 1 : 3 sebesar 4,35%, dan untuk konsentrasi 1 : 4 sebesar 4,10 %.
5. Efisiensi penyaringan untuk masing-masing konsentrasi tidak berbeda terlalu besar pula, paling besar diperoleh pada konsentrasi 1 : 2 sebesar 90,4%, pada konsentrasi 1 : 3 sebesar 90,1%, dan konsentrasi 1 : 4 sebesar 90,2%.
6. Persamaan matematik hubungan konsentrasi bahan sebagai fungsi waktu dari mesin penyaring adalah  $k(t) = 0,8696 t + 5,1295$ , dengan koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9899. Persamaan matematik untuk hubungan kapasitas penyaringan sebagai fungsi konsentrasi bahan  $C(k) = -5,8593 k + 285,78$ , dan koefisien korelasi ( $R^2$ ) sebesar 0,9973.
7. Penyaringan tepung tapioka tidak dapat dilakukan secara kontinyu, karena sifat tepung tapioka yang lengket bila bercampur dengan air, dan tertutupnya lubang penyaringan oleh larutan tepung.

## 5.2 Saran

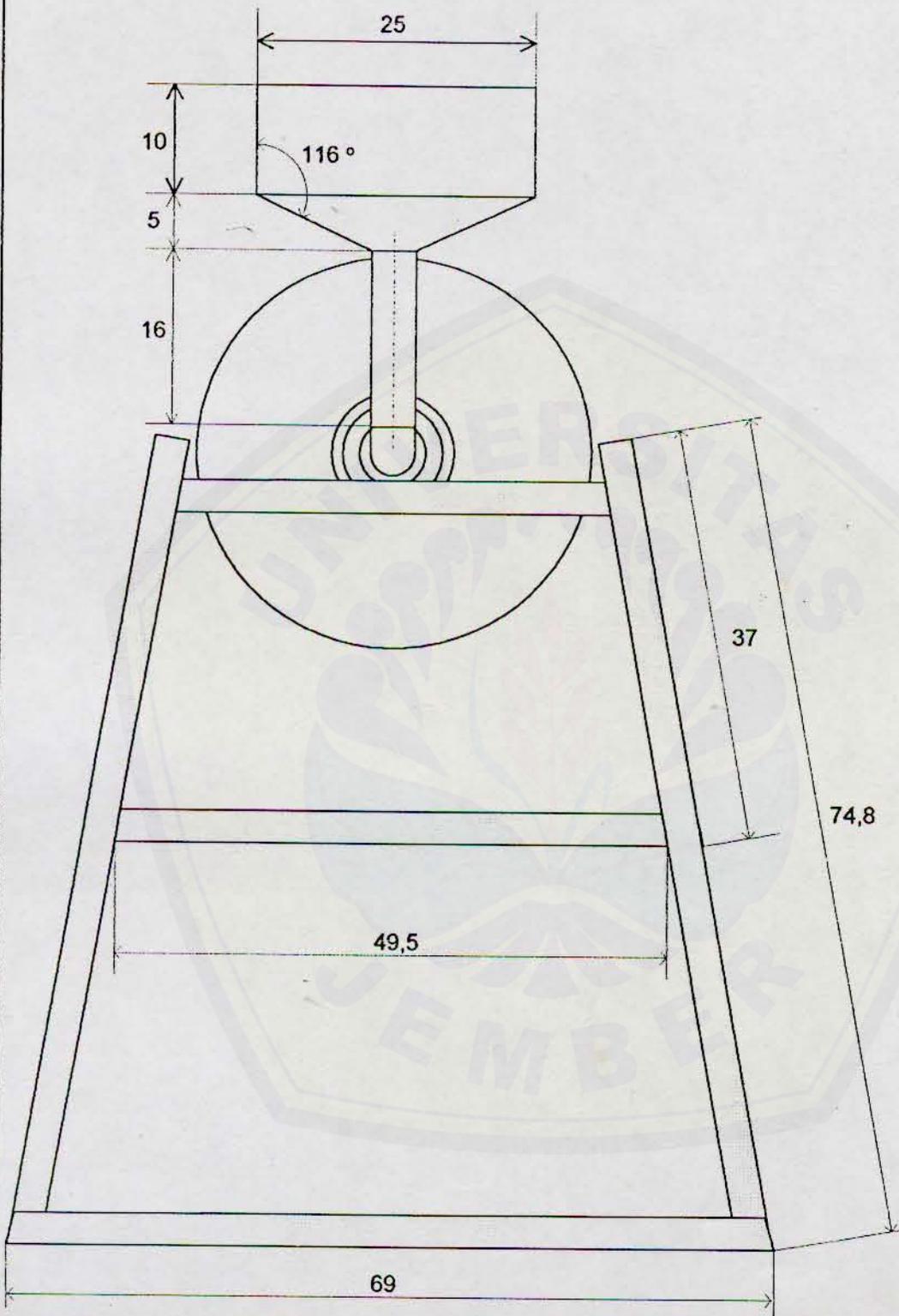
1. Larutan tepung tapioka yang digunakan untuk penelitian diperoleh dengan melarutkan tepung tapioka yang ada di pasaran dengan air, diperlukan penelitian menggunakan mesin penyaring yang telah dibuat dengan bahan masukan berupa larutan yang diperoleh langsung dari pengolahan ubi kayu.
2. Dengan melakukan modifikasi pada bagian penyaring, alat yang telah dibuat dapat digunakan untuk pemisahan air dari bahan, misalnya santan kelapa dipisahkan dari ampas, sagu dipisahkan dari ampas, dan pemisahan sari buah.



DAFTAR PUSTAKA

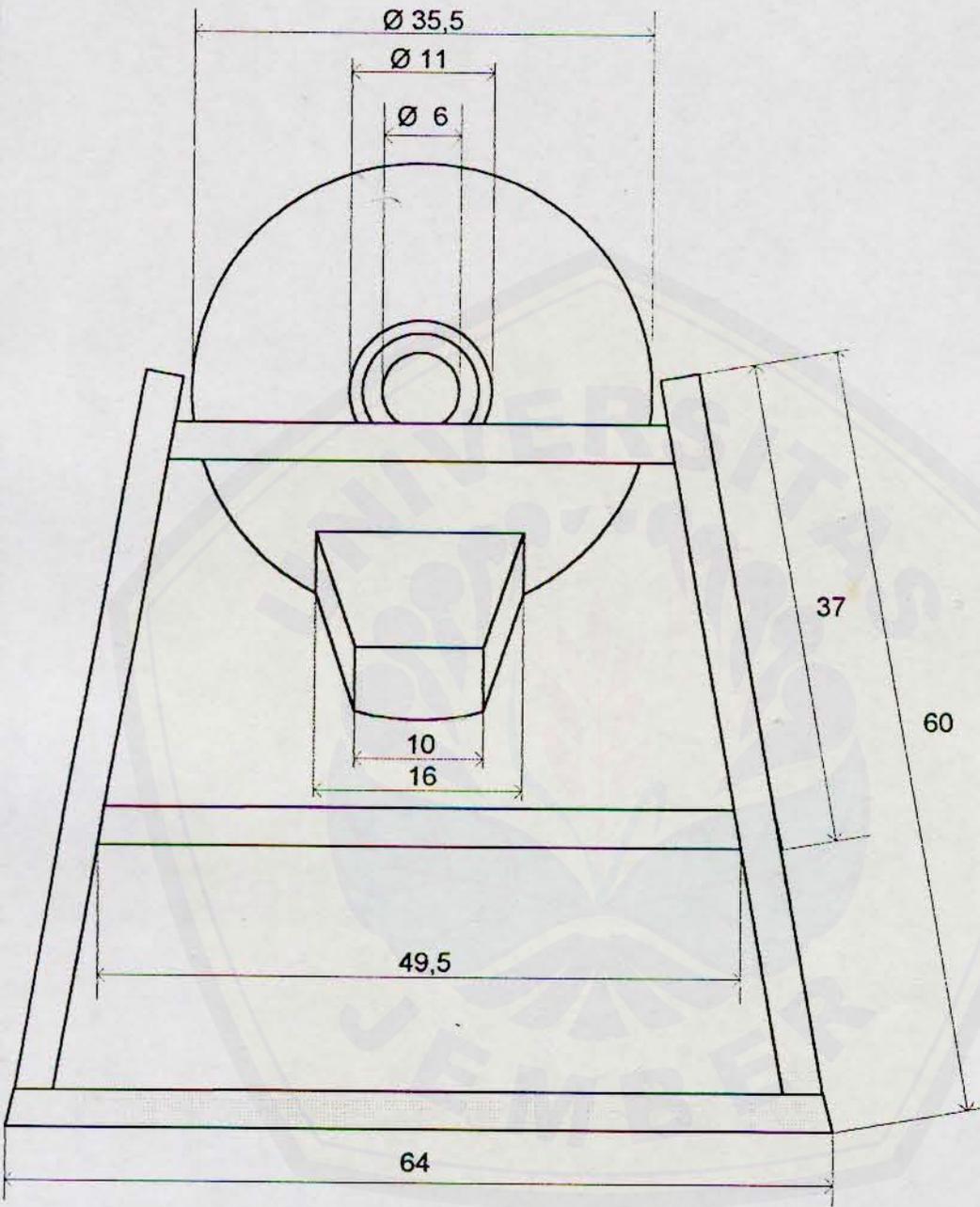
- Earle, R.L. 1969. *Satuan Operasi dalam Pengolahan Pangan*. Terjemahan Ir. Zein Nasution. PT. Sastra Hudaya, Bandung.
- Hantoro, S dan Parjono, 1983, *Menggambar Mesin I*, PT. Hanindita, Yogyakarta.
- Niemann. G. 1981, *Elemen Mesin*, Erlangga, Jakarta.
- Prabowo, Trisno. 1999. *Rancang Bangun Mesin Pemisah Sari Pati Kedelai Pada Proses Pembuatan Tahu Dengan Berbantu Motor Listrik*, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember : Jember.
- Rukmana R. 1997, *Ubi Kayu Budidaya dan Pasca Panen*, Kanisius, Yogyakarta.
- Sato, T. G. 1999, *Menggambar Mesin Menurut Standart ISO*, PT. Pradnya Paramita, Yogyakarta.
- Shigley, Joseph E. dan Larry D. Mithcell, 1983, *Perencanaan Teknik Mesin*, Erlangga, Jakarta.
- Smith. H. P. dan Wilkes L. H. 1990, *Mesin dan Peralatan Usahatani*, Gadjah Mada Press, Yogyakarta.
- Sosrosoedirdjo, R. S. 1992, *Bercocok Tanam Ketela Pohon*, CV. Yasaguna, Jakarta.
- Sri Nuryani dan Soedjono, 1994, *Budi Daya Ubi Kayu*, Dahara Prize, Semarang.
- Stolk, Jack dan Kros, C. 1994, *Elemen Mesin : Elemen Kontruksi Bangunan Mesin*, Erlangga, Jakarta.
- Sularso, 1978, *Dasar Perencanaan dan Pemilihan Elemen Mesin*, Pradnya Paramita, Jakarta.
- Yamaguchi, Mas dan Rubatzky, Vincent E. 1998, *Sayuran Dunia 1 : Prinsip, Produksi, dan Gizi*, ITB Bandung.

Lampiran 1 Gambar Mesin Tampak Depan



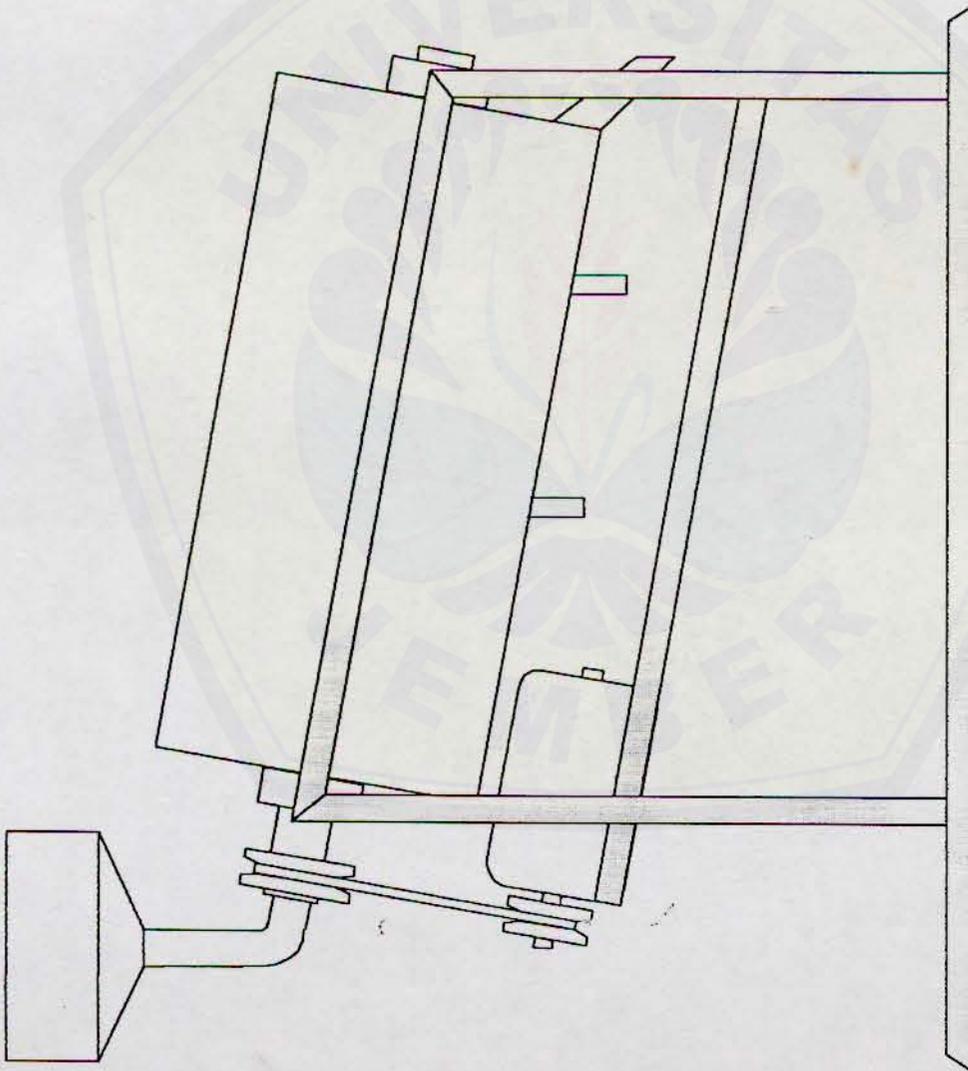
	<b>Gambar Mesin Tampak Depan</b>	
	Skala : 1 cm : 5 cm	Satuan : centi meter
Digambar : Muhamad Malkan		
Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian		
Universitas Jember		

Lampiran 2. Gambar Mesin Tampak Belakang



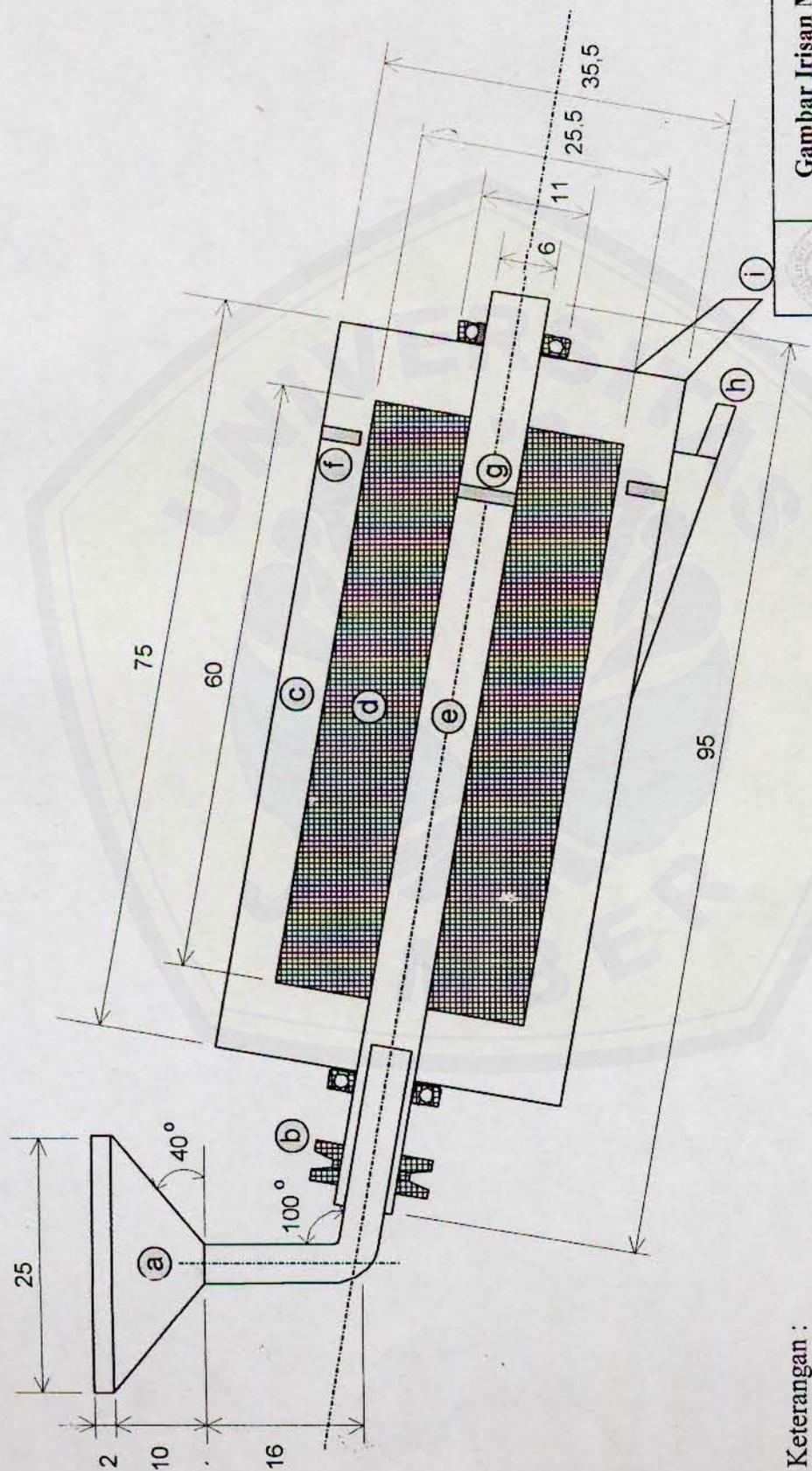
	<b>Gambar Mesin Tampak Belakang</b>	
	Skala : 1 cm : 5 cm	Satuan : centi meter
Digambar : Muhamad Malkan		
Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian		
Universitas Jember		

Lampiran 3. Gambar Mesin Tampak Samping



	<b>Gambar Mesin Tampak Samping</b>	
	Skala : 1 cm : 5 cm	Satuan : centi meter
Digambar : Muhamad Malkan		
Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian		
Universitas Jember		

Lampiran 4. Gambar Irisan Mesin Sentrifugus



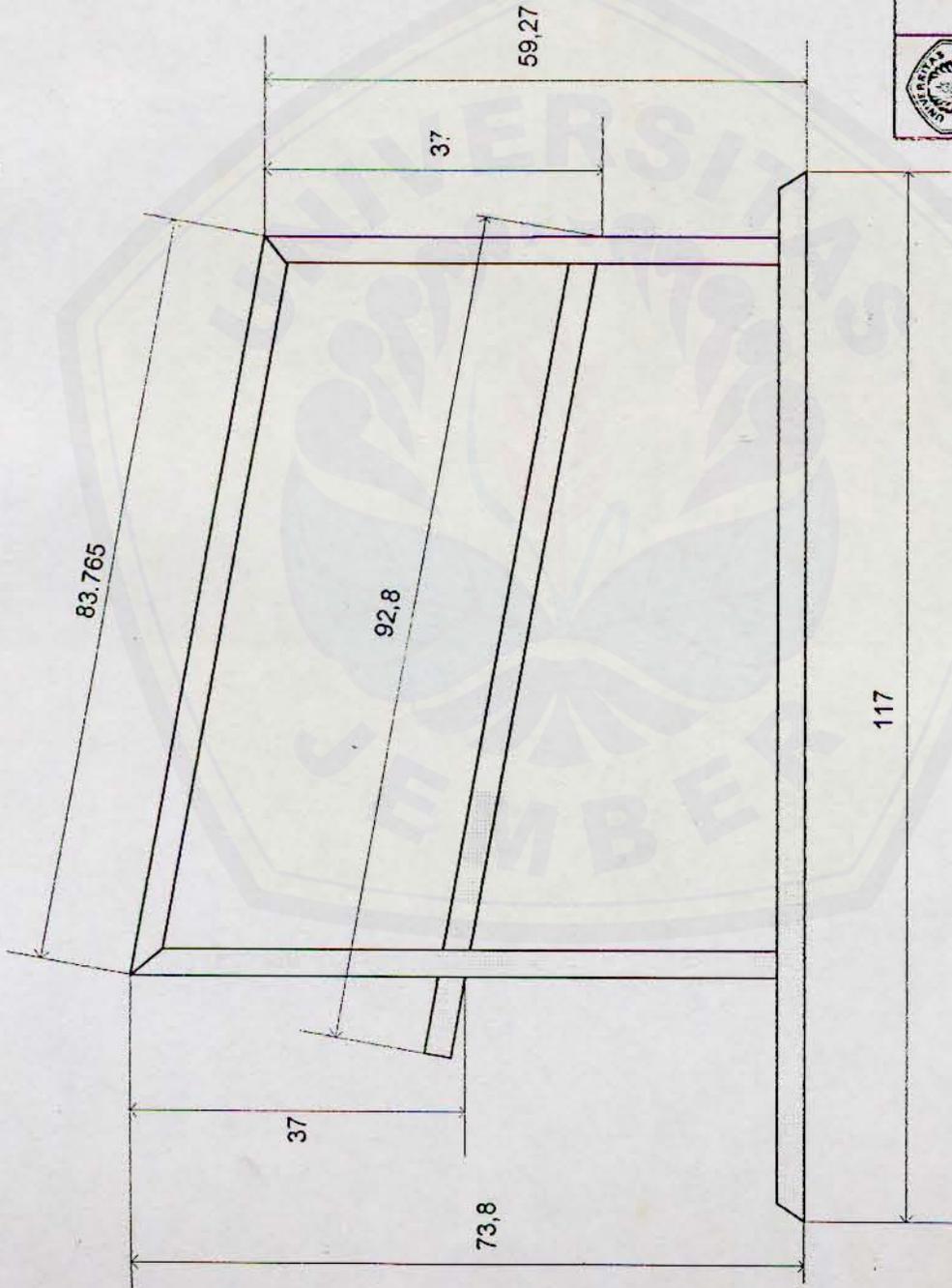
Keterangan :

- a. Hopper
- b. Pulley
- c. Ruang penampung
- d. Ruang penyaring
- e. Poros

- f. Sekat pemisah hasil penyaringan
- g. Sekat bahan masukan
- h. Outlet air
- i. Outlet tepung

<b>Gambar Irisan Mesin Sentrifugus</b>	
Skala : 1 cm : 5 cm	Satuan : centi meter
Digambar : Muhamad Malkan	
Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian	
Universitas Jember	

Lampiran 5. Gambar Rangka Mesin



Gambar Rangka Mesin

Skala : 1 cm : 5 cm Satuan : centi meter

Digambar : Muhamad Malkan

Jurusan Teknik Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember

Lampiran 6. Data Hasil Penelitian

Data Waktu Pengendapan Tepung Tapioka

Konsentrasi	Waktu Pengendapan Tepung Tapioka		
	Ulangan 1	Ulangan 2	Ulangan 3
1 : 2	2 jam 8 menit	2 jam 15 menit	2 jam 4 menit
1 : 3	1 jam 33 menit	1 jam 25 menit	1 jam 38 menit
1 : 4	1 jam 16 menit	1 jam 10 menit	1 jam 13 menit

Data Penyaringan pada Konsentrasi 1 : 2

Ulang	PMTB (rpm)	PMDB (rpm)	t (dtk)	VBTT		VBT		Kehilangan Bahan (ml)
				Air (ml)	Tepung (ml)	Air (ml)	Tepung (ml)	
1	1469	1406	35	1450	100	315	835	300
2	1469	1409	32	1300	90	335	870	405
3	1469	1405	30	1350	97	350	868	335

Data Penyaringan pada Konsentrasi 1 : 3

Ulang	PMTB (rpm)	PMDB (rpm)	t (dtk)	VBTT		VBT		Kehilangan Bahan (ml)
				Air (ml)	Tepung (ml)	Air (ml)	Tepung (ml)	
1	1469	1403	20	1730	70	200	665	335
2	1469	1405	24	1680	78	180	656	406
3	1469	1407	22	1690	75	165	662	408

Data Penyaringan pada Konsentrasi 1 : 4

Ulang	PMTB (rpm)	PMDB (rpm)	t (dtk)	VBTT		VBT		Kehilangan Bahan (ml)
				Air (ml)	Tepung (ml)	Air (ml)	Tepung (ml)	
1	1469	1409	18	2100	50	125	515	210
2	1469	1412	18	2010	60	140	510	280
3	1469	1405	17	1990	66	150	495	299



Lampiran 7. Data Hasil Perhitungan

**Konsentrasi 1:2**

Ulangan	Rpm	T (dt)	VTK (ml)	VTTT (ml)	PPM (%)	KP (ml/dt)	RP (%)	Eff (%)
1	1406	35	835	100	4,29	86	83,5	90
2	1409	32	870	90	4,08	94	87	91
3	1405	30	868	97	4,36	100	86,8	90,3
Rerata	1406,7	32,3	857,7	95,7	4,24	93,3	85,8	90,4

**Konsentrasi 1:3**

Ulangan	Rpm	T (dt)	VTK (ml)	VTTT (ml)	PPM (%)	KP (ml/dt)	RP (%)	Eff (%)
1	1403	20	665	70	4,49	150	88,7	90,7
2	1405	24	656	78	4,36	125	88,5	89,6
3	1407	22	662	75	4,22	136	88,3	90
Rerata	1405	22	661	74,3	4,35	137	88,5	90,1

**Konsentrasi 1:4**

Ulangan	Rpm	T (dt)	VTK (ml)	VTTT (ml)	PPM (%)	KP (ml/dt)	RP (%)	Eff (%)
1	1409	18	515	50	4,08	167	85,8	91,7
2	1412	18	510	60	3,88	167	85	90
3	1405	17	495	66	4,36	176	82,5	89
Rerata	1408,7	17,7	506,7	58,7	4,10	170	84,4	90,2

Lampiran 8. Foto Alat



Foto Alat Tampak Belakang



Foto Alat Tampak Samping