



**PENGARUH PENGGUNAAN REAGENT PEMUTIH
TERHADAP
SIFAT FISIK, KIMIA DAN FUNGSIONAL PATI
BONGGOL PISANG (*Musa paradisiaca* L.)**

**KARYA ILMIAH TERTULIS
(SKRIPSI)**

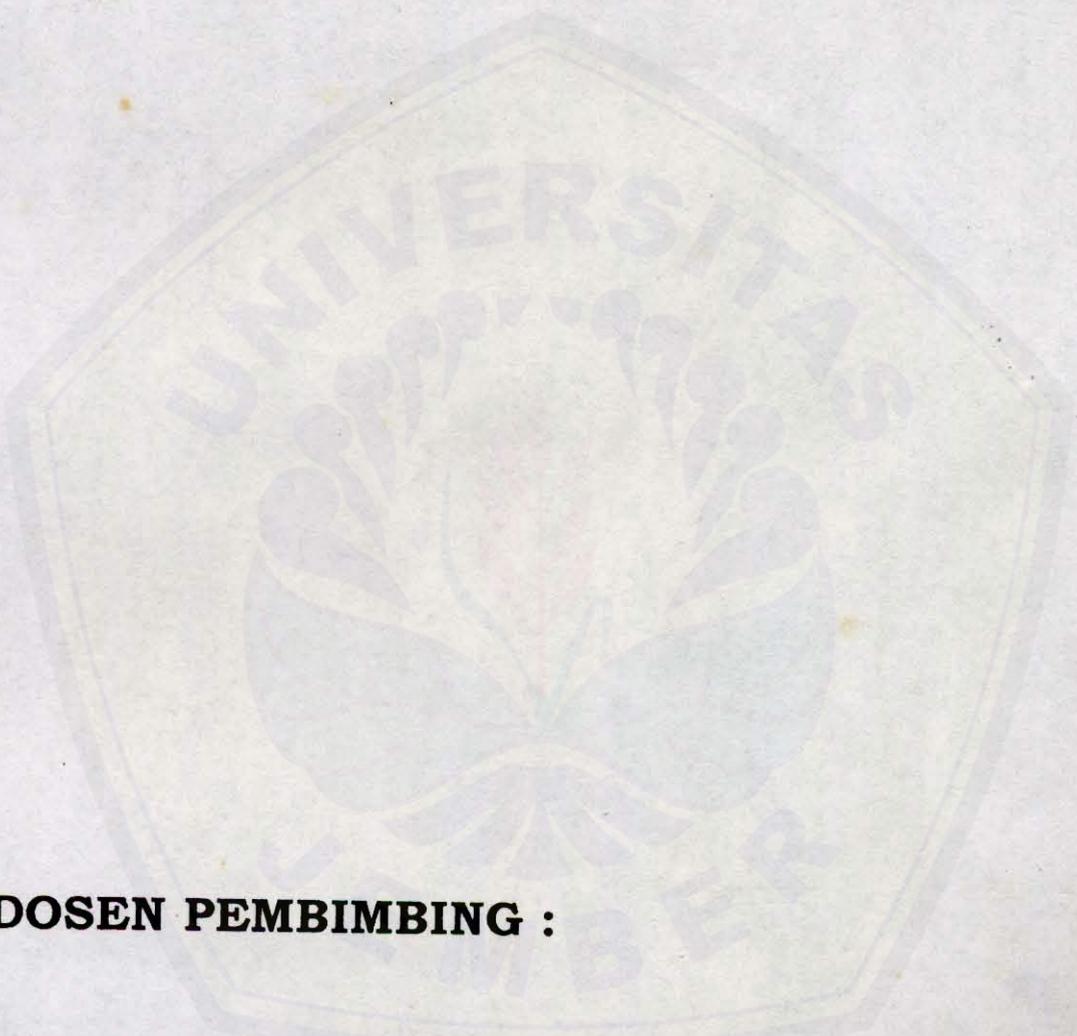


Oleh : Nur Rohmah
Terima : Hadiah Pembelian
No. Induk : 13 MAR 2003

S
Klass
664.7
ROH
P
c.1

Nur Rohmah
NIM. 981710101160

**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2003**



DOSEN PEMBIMBING :

Nita Kuswardhani, S.Tp., M.Eng. (DPU)

Yuli Witono, S.Tp., MP. (DPA I)

Diterima oleh :

Jurusan Teknologi Hasil Pertanian

FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS JEMBER

Sebagai Karya Ilmiah Tertulis (Skripsi)

Dipertanggungjawabkan pada :

Hari : Kamis

Tanggal : 23 Januari 2003

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian

Tim Penguji:

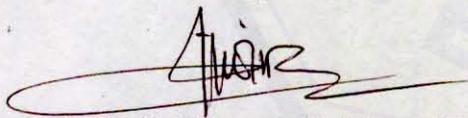
Ketua



Nita Kuswardhani, S. Tp., M. Eng.

NIP. 132 158 433

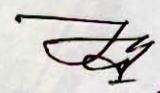
Anggota I



Yuli Witono, S. Tp., MP

NIP. 132 206 028

Anggota II



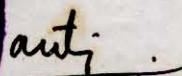
Ir. Unus, MS.

NIP. 130 368 786

Mengetahui

Dekan Fakultas Teknologi Pertanian

Universitas Jember



Sita Hartanti, MS

NIP. 130 350 763

MOTTO

**ALLOH AKAN MENINGGIKAN ORANG-ORANG
YANG BERIMAN DIANTARA KAMU DAN
ORANG-ORANG YANG DIBERI ILMU
PENGETAHUAN DENGAN BEBERAPA DERAJAT
(AL MUJAADILAH, 11)**

**GANJARAN TERBESAR PADA PEKERJAAN YANG
SANGAT SULIT BUKANLAH HASIL
YANG AKAN DIPEROLEH,
MELAINKAN AKAN MENJADI APA KAMU
KARENANYA
(JOHN RUSKIN)**

**PENGALAMAN ADALAH GURU YANG TEGAS
KARENA IA MENGUJI DAHULU,
BARU MENGAJARKAN
(ATURAN VERNON SAUNDING)**

**KERJAKAN YANG KAMU BISA DAN KAMU MILIKI,
DIMANAPUN KAMU BERADA
(THEODORE ROOSEVELT)**

karyakoe ini koepersembahkan toek

- ☺ Bapak & iboekoe (MUHTAR ALI & SYAFIAH), yang telah memberiku kekuatan dan keberanian untuk berjuang, kepercayaan dan kasih sayang yang tak pernah habis. Dan akan selalu melekat dihatiku.
- ☺ Kakak^{2x}koe (mbak Yah, Tak Dhory, mbak Idah, Ca' Rohim, Ca' Moed, Ca' Khur, mbak Zahroh, Ca' Nan Ca' Sun). Terima kasih telah menjaga dan melindungiku, memberikan apa yang koeinginkan serta masa kecil yang menyenangkan sampai akoe enggan untuk meninggalkannya.
- ☺ Adik^{2x} kecilkoe yang manis (Agung, Ridlo, R-ly, Ony, Tutik, Nia, Ajid dan Byla). Kalian sungguh lucu dan menyenangkan, merepotkan ketika akoe sibuk, teman bermain ketika akoe kesepian dan penghibur ketika akoe sedih.
- ☺ Almamaterkoe

SPECIAL THANK'S TO :

AYOE' (thank's for everything you done), **INAYAH, TITIN**. Kebersamaan kita selama ini (bertengkar, tertawa, bersedih, berdebat) membuatku mengerti apa itu persahabatan.

Eutik, Dys, Yudy, Noer, Isa, Khalym, Pipit, Anies
(Wadah orang-orang bergengsi). Kebahagiaan ini untuk kalian juga.

Syaiful & Reni, Dwan & 4y.

Makasih banyak mau menjadi sahabat dan teman baikkoe

Teman-teman kost koe: **Dewiq** (thank's a lot), **Fatma** (tetaplah menjadi Ale' bagiku), **mbak Ani, Yani, Isa, Vido, Lia, Ane**. Makan, nonton tv, masak bareng akan menjadi kenangan tersendiri buatku.

Para Tetangga kost koe juga: **Erna** (makasih ya Er.),
Cyty, Hesti, Sri, Maria, Jda, Wulan, Fitri, Nunung, Lina.

Keluarga Bapak Basri di Ajung, semoga selalu rukun dan bahagia.
Arief jangan pernah menyerah dan Atiek belajar yang rajin lho!

Para Kroe PANCAKARYA: **DINI, Q-PRED, DWI, ITA, HARIANA, AGUS, WIWIN.**
(kapan-kapan kita ngumpul di Ajung)

Kampoeng Djowowolu: **MAMIEK, OKTA, YULIE** (skrypsyne lang marekno),
mbak Erna & mbak Indah (aku kan selalu merindukan kalian)

HIMENK (Menk, aku emoh nggotong-nggotong bak maneh),

Henry Gresik, R-na. Penelitian kita selesai juga
rupanya, tak sia-sia tiap pagi nongkrong di depan Lab.

Alyoe' - J, Maria, Zainal, Imam, Teguh, Ari', Diana, Yunita, Anita,
Bimo, Ngs', Zoel, Sri. Akhire lulus bareng Rek!

KATA PENGANTAR

Puji syukur Alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan Karya Ilmiah Tertulis yang berjudul **“PENGARUH PENGGUNAAN REAGENT PEMUTIH Terhadap SIFAT FISIK, KIMIA DAN FUNGSIONAL PATI BONGGOL PISANG (*Musa paradisiaca* L.)”**.

Karya Ilmiah Tertulis ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat akademis untuk menyelesaikan program pendidikan Strata Satu (S1) pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini tidak terlepas dari bantuan dan bimbingan banyak pihak. Oleh karena itu penulis tidak lupa mengucapkan terimakasih yang sebesar-besarnya kepada yang terhormat:

1. Ir. Hj. Siti Hartanti, MS., selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.
2. Ir. Susijahadi, MS., selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian.
3. Nita Kuswardhani, S. Tp., M. Eng., selaku Dosen Pembimbing Utama (DPU) yang telah memberikan bimbingan dan saran-saran yang berguna bagi terselesaikannya penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
4. Yuli Witono, S. Tp., MP., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA I), yang telah memberikan dukungan, motivasi, dan masukan-masukan sampai terselesaikannya penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.

5. Ir. Unus, MS., selaku Dosen Pembimbing Anggota (DPA II), yang telah memberikan banyak koreksi demi sempurnanya penulisan Karya Ilmiah Tertulis ini.
6. Segenap staf civitas akademik Fakultas Teknologi Pertanian, Bu Kusumaningsih, S.H, mbak Sri, mbak Ani, mbak Tuti, mas Dodik, mas Dwi', mas adryan yang banyak memberikan bantuan selama ujian.
7. Mbak Wim, mas Mistar, mas tasor, mas Dian, mbak Widi, Pak Mien, mbak Sari serta mbak Ketut., selaku teknisi laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian pada Jurusan Teknologi Hasil Pertanian yang telah banyak membantu selama penelitian berlangsung.
8. Ayu', Haris, Ina, Tatik, yang telah banyak membantu dan memberikan dorongan selama penelitian.
9. Semua temanku di FTP terutama Angkatan '98
10. Semua pihak yang telah memberikan dukungan dan bantuan baik moril maupun materiil sehingga terselesaikannya penulisan laporan ini.

Dengan menyadari sepenuhnya segala keterbatasan yang ada pada diri penulis, maka semua masukan baik kritik dan saran yang berguna bagi penyempurnaan laporan ini akan penulis terima dengan harapan dapat bermanfaat bagi semua pihak

Jember, Januari 2003

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PEMBIMBING	ii
HALAMAN PENGESAHAN	iii
HALAM MOTTO	iv
HALAMAN PERSEMBAHAN	v
KATA PENGANTAR	vii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR LAMPIRAN	xv
RINGKASAN	xvi
I. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah	2
1.3 Batasan Permasalahan	2
1.4 Tujuan Penelitian.....	2
1.5 Manfaat Penelitian	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Tanaman Pisang (<i>Musa Paradisiaca</i> L).....	4
2.1.1 Taksonomi	4
2.1.2 Morfologi	5
2.1.3 Bonggol Pisang.....	7
2.2 Pati dan Manfaatnya bagi Industri.....	8
2.3 Sumber-sumber Pati	10

2.4 Pencoklatan	10
2.4.1 Penggunaan Asam Askorbat.....	11
2.4.2 Penggunaan Natrium Metabisulfit	12
2.4.3 Penggunaan Soda Kue.....	13
2.5 Sifat-sifat Pati	14
2.5.1 Sifat Fisik Pati.....	14
2.5.1.1 Derajat Putih	14
2.5.1.2 Sudut Curah.....	14
2.5.1.3 Densitas Kamba.....	15
2.5.1.4 Bentuk dan Ukuran Granula	15
2.5.2 Sifat Kimia Pati	16
2.5.2.1 Air	17
2.5.2.2 Abu.....	17
2.5.2.3 HCN.....	18
2.5.3 Sifat Fungsional Pati	18
2.5.3.1 Sifat Gelatinisasi dan Retrogradasi	18
2.5.3.2 Sifat Pasta Pati	19
2.5.3.3 Sifat Film Pati	20

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian	22
3.3.1 Alat	22
3.3.2 Bahan	22
3.2 Tempat dan waktu Penelitian.....	22
3.3 Metode Penelitian.....	22
3.3.1 Pelaksanaan Penelitian	23
3.3.2 Analisa Data	25
3.4 Parameter Pengamatan	25
3.5 Prosedur Pengamatan Parameter	25
3.5.1 Prosedur Analisa Sifat Fisik Pati.....	25

a. Penentuan Derajat Putih.....	25
b. Penentuan Sudut Curah.....	26
c. Penentuan Densitas Kamba.....	26
d. Penentuan Bentuk dan Ukuran Granula	26
3.5.2 Prosedur Analisa Sifat Kimia.....	27
a. Penentuan Kadar Air.....	27
b. Penentuan Kadar Abu.....	27
c. Penentuan Kadar HCN.....	28
3.5.3 Prosedur Analisa Sifat Fungsional.....	28
a. Penentuan Sifat gelatinisasi.....	28
b. Penentuan Sifat Pasta Pati.....	29
c. Penentuan Sifat Fungsional Pati.....	30

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Sifat Fisik Pati Bonggol Pisang.....	31
4.1.1 Derajat Putih.....	31
4.1.2 Sudut Curah.....	33
4.1.3 Densitas Kamba.....	34
4.1.4 Bentuk dan Ukuran Granula	35
4.2 Sifat Kimia Pati.....	38
4.2.1 Kadar Air.....	38
4.2.2 Kadar Abu.....	39
4.2.3 Kadar HCN.....	39
4.3 Sifat Fungsional Pati.....	40
4.3.1 Sifat Gelatinisasi.....	41
4.3.2 Sifat Pasta Pati	43
4.3.3 Sifat Fungsional Pati.....	45

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan.....	47
5.2 Saran	48

DAFTAR PUSTAKA

LAMPIRAN



DAFTAR TABEL

Tabel	Judul	Halaman
1.	Komposisi Kimia Bonggol Pisang (setiap 100 gr)	8
2.	Sifat-sifat Pasta Pati	20
3.	Sifat-sifat Film Pati	20
4.	Karakteristik sifat Fisik Pati Bonggol Pisang	31
5.	Ukuran Granula Pati Bonggol Pisang pada Berbagai Perlakuan	37
6.	Sifat Tekstur Pasta Pati Bonggol Pisang	44
7.	Kejernihan Pasta Pati pada Berbagai Perlakuan	45
8.	Sifat-sifat Film Pati Bonggol Pisang	46

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Judul	Halaman
1.	Struktur Bonggol Pisang	7
2.	Rumus Bangun Asam Askorbat	12
3.	Diagram Alir Proses Pembuatan Pati Bonggol Pisang	24
4.	Histogram Derajat Putih	32
5.	Histogram Sudut Curah.....	33
6.	Histogram Densitas Kamba.....	34
7.	Bentuk Granula Pati pada Berbagai Perlakuan	35
8.	Histogram Ukuran Granula Pati	38
9.	Histogram Kadar Air	38
10.	Histogram Kadar Abu	39
11.	Histogram Kadar HCN.....	40
12.	Histogram Suhu Gelatinisasi	41
13.	Histogram Viskositas	42
14.	Histogram Kekuatan Pemekaran.....	43
15.	Histogram Kapasitas Pengikatan Air	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Judul	Halaman
1.	Data Pengamatan Derajat Putih	xviii
2.	Data Pengamatan Sudut Curah	xviii
3.	Data Pengamatan Densitas Kamba	xviii
4.	Data Pengamatan Ukuran Granula	xviii
5.	Data Pengamatan Kadar Air	xix
6.	Data Pengamatan Kadar Abu	xix
7.	Data Pengamatan Kadar HCN	xix
8.	Data Pengamatan Suhu Gelatinisasi	xx
9.	Data Pengamatan Viskositas	xx
10.	Data Pengamatan Kekuatan Pemekaran Pati	xx
11.	Data Pengamatan Kapasitas Pengikatan Air	xx

NUR ROHMAH (981710101160) Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember
“Pengaruh Penggunaan Reagent Pemutih Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Pati Bonggol Pisang (*Musa paradisiaca L.*) ”. Dosen Pembimbing Utama : Nita Kuswardhani, S.Tp., M.Eng. Dosen Pembimbing Anggota : Yuli Witono, S.Tp., MP.

RINGKASAN

Usaha untuk menggali sumber pati dari bahan lokal telah banyak dilakukan, namun hanya terbatas pada skala laboratorium saja. Hal ini dikarenakan populasi yang terbatas dan kurang merata disetiap daerah. Untuk itulah diperlukan alternatif sumber pati lokal baru yang ketersediaannya cukup melimpah dan belum dimanfaatkan secara maksimal. Kurangnya pemanfaatan pati bonggol pisang ini dikarenakan masih belum diketahui karakter dari pati bonggol pisang ini. Oleh karena itu perlu suatu kajian mengenai sifat fisik, kimia dan fungsionalnya. Hasil penelitian diharapkan akan dapat memberikan alternatif sumber pati baru yang ketersediaannya cukup banyak dan belum dimanfaatkan secara maksimal, memberikan informasi mengenai sifat-sifat pati yang selanjutnya akan memudahkan bagi aplikasinya terutama proses pangan serta mendayagunakan bonggol pisang yang selama ini belum banyak dimanfaatkan terutama untuk produk-produk olahan pangan.

Penelitian dilaksanakan dalam dua tahap. Tahap yang pertama dilakukan pembuatan pati bonggol pisang dengan perlakuan perendamana dalam air, asam askorbat, natrium metabisulfit dan soda kue selama 1 jam dengan 3 kali ulangan serta menggunakan bonggol pisang dari jenis pisang kepok. Sedangkan tahap yang kedua adalah analisa mengenai sifat fisik, kimia dan fungsionalnya. Pengolahan data dilakukan dengan menggunakan metode diskriptif. Hasil penelitian disusun dalam tabel, dianalisa dan dirata-rata dari seluruh ulangan. Kemudian dimuat dalam grafik histogram untuk selanjutnya diinterpretasikan sesuai dengan hasil pengamatan yang ada. Analisa sifat fisik yang dilakukan meliputi derajat putih densitas kamba, sudut curah, ukuran dan bentuk granula. Sifat Kimia meliputi kadar air, kadar abu dan kadar HCN. Sifat Fungsionalnya meliputi sifat gelatinisasi, sifat pasta dan sifat film pati.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada perlakuan perendaman dalam air selama 1 jam akan menghasilkan pati yang memiliki derajat putih 68,88, densitas kamba 0,583 gr/ml, sudut curah 42,07 °, ukuran granula 67,5 µm, kadar 9,24 %, kadar abu 0,583 %, kadar HCN 2,73 mg, suhu gelatinisasi 68,33 °C, viskositas 0,0237 Pa.s, kekuatan pemekaran 18,2558 gr/gr pati kering, kapasitas pengikatan air 19,67 ml/gr pati kering.

Perendaman dalam asam askorbat selama 1 jam akan menghasilkan pati yang memiliki derajat putih 69,7, densitas kamba 0,5425 gr/ml, sudut curah 45,61 °, ukuran granula 54,16 µm, kadar air 11,08 %, kadar abu 0,77 %, kadar HCN 2,267 mg, suhu gelatinisasi 77,6 °C, viskositas 0,0455 Pa.s, kekuatan pemekaran 22,925 gr/gr pati kering, kapasitas pengikatan air 27,03 ml/gr pati kering.

Perendaman dalam natrium metabisulfit selama 1 jam akan menghasilkan pati yang memiliki derajat putih 70,8, densitas kamba 0,533 gr/ml, sudut curah 39,77 °, ukuran granula 70 µm, kadar 6,693 %, kadar abu 0,813 %, kadar HCN 2,6 mg, suhu gelatinisasi 71 °C, viskositas 0,0297 Pa.s, kekuatan pemekaran 19,9777 gr/gr pati kering, kapasitas pengikatan air 22,7 ml/gr pati kering.

Perendaman dalam soda kue selama 1 jam akan menghasilkan pati yang memiliki derajat putih 69,23, densitas kamba 0,537 gr/ml, sudut curah 44,534 °, ukuran granula 62,5 µm, kadar air 10,09 %, kadar abu 0,956 %, kadar HCN 1,067 mg, suhu gelatinisasi 73 °C, viskositas 0,024 Pa.s, kekuatan pemekaran 18,9356 gr/gr pati kering, kapasitas pengikatan air 20,5 ml/gr pati kering. Sedangkan semua perlakuan memiliki kejernihan pasta termasuk dalam kategori buram, tekstur longbodied dan sifat film pati (kejernihan, kelembutan, kontinuitas fleksibilitas, kelarutan) termasuk dalam kategori tinggi.

Dengan sifat-sifat fungsional tersebut pati bonggol pisang sangat memungkinkan untuk dibuat produk-produk olahan makanan seperti roti, krupuk ataupun mie.



I. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman pisang banyak terdapat dan tumbuh di daerah tropis maupun sub tropis. Di Indonesia tanaman pisang berada dimana-mana baik di pekarangan sekitar rumah, sebagai tanaman sela, pelindung maupun tanaman budidaya. Tanaman pisang juga merupakan tanaman yang serba guna, mulai dari akar sampai daun dapat digunakan untuk berbagai keperluan, baik untuk konsumsi langsung, industri pangan, pakan ternak maupun pupuk organik.

Bagian bawah tanaman pisang yang tertanam di dalam tanah disebut dengan bonggol/umbi batang/rimpang pisang, biasanya dibiarkan begitu saja di dalam tanah setelah buahnya dipanen. Bonggol pisang selama ini belum dimanfaatkan padahal menurut Munadjim (1982), tempo dulu bonggol pisang pernah dimanfaatkan sebagai bahan makanan sementara pengganti beras bagi masyarakat yang kekurangan pangan, karena didalam pangan selain mengandung protein, mineral dan vitamin, juga sebagian besar merupakan bahan berkarbohidrat. Rukmana (2001), juga melaporkan bahwa bonggol pisang dapat dibuat keripik walaupun belum menghasilkan keripik yang berkualitas.

Selama ini telah ada beberapa usaha untuk mencari alternatif sumber pati lokal selain ubi kayu, antara lain dari umbi kimpul, iles-iles, suweg, dan gadung. Akan tetapi mengingat populasinya yang sangat terbatas dan tidak semua daerah menghasilkan umbi-umbian tersebut, maka kajian-kajian tentang penggalian sumber pati dari umbi-umbian tersebut sering berhenti pada tahapan ekstraksi dan aplikasi skala laboratorium dan tidak sampai pada skala aplikasi dan produksi massal. Untuk itu perlu dicari

alternatif sumber pati lain dari bahan alam lokal yang dapat menjamin ketersediaannya cukup melimpah dan belum banyak termanfaatkan.

Pemanfaatan pati dari umbi/bonggol pisang selama ini masih jarang karena selama ini masyarakat masih belum mengetahui sifat fisik, kimia dan fungsional pati yang berasal dari bonggol pisang. Untuk itu perlu dilakukan pengkajian mengenai karakterisasi pati dari bonggol pisang yang selanjutnya dapat dijadikan dasar pengembangan sampai skala produksi maupun aplikasinya untuk produk olahan pangan.

1.2 Permasalahan

Permasalahan yang akan dikaji dalam penelitian ini adalah bagaimana karakter pati dari bonggol pisang yang meliputi sifat fisik, kimia dan fungsionalnya.

1.3 Batasan Permasalahan

Pada penelitian ini permasalahan dibatasi hanya pada karakterisasi pati yang berasal dari umbi batang pisang yang merupakan hasil dari metode ekstraksi dari penelitian sebelumnya.

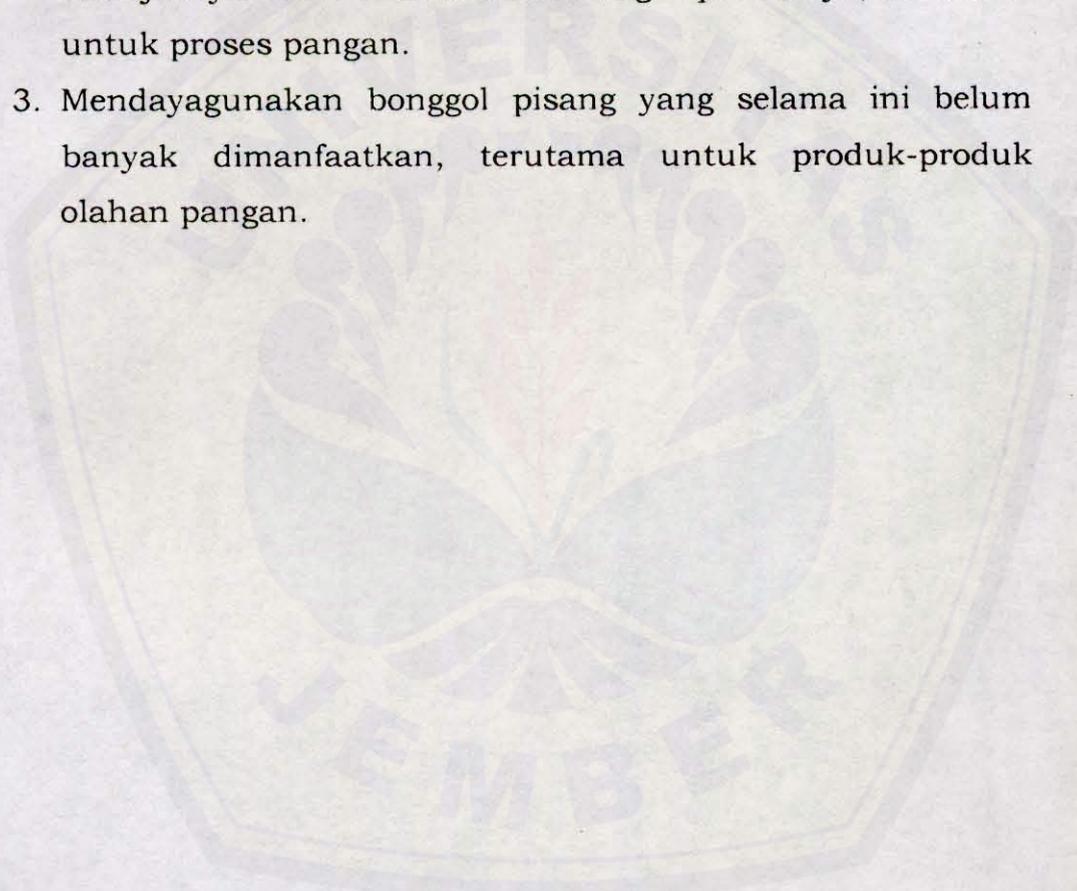
1.4 Tujuan Penelitian

Penelitian ini secara umum bertujuan untuk mempelajari sifat fisik, kimia, dan fungsional pati yang telah diekstraksi dari bonggol pisang sebagai dasar bagi keperluan proses pengolahan selanjutnya.

1.5 Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini nantinya diharapkan akan mampu :

1. Memberikan alternatif sumber pati dari bahan alam lokal yang ketersediannya cukup banyak dan belum dimanfaatkan secara maksimal.
2. Memberikan informasi mengenai sifat-sifat pati yang selanjutnya akan memudahkan bagi aplikasinya, terutama untuk proses pangan.
3. Mendayagunakan bonggol pisang yang selama ini belum banyak dimanfaatkan, terutama untuk produk-produk olahan pangan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tanaman Pisang (*Musa paradisiaca* L).

Pisang merupakan tanaman yang banyak terdapat dan tumbuh di daerah tropis maupun sub tropis. Negara penghasil pisang dunia umumnya terletak di daerah sekitar khatulistiwa seperti India. Di Indonesia tanaman pisang masih dapat tumbuh dengan subur di daerah pegunungan hingga ketinggian 2.000 meter dengan udara dingin. Jenis pisang Ambon, pisang Tanduk dan pisang Badak dapat tumbuh di daerah dataran rendah (pantai) hingga di daerah pegunungan (dataran tinggi) dengan ketinggian lebih dari 1.000 meter. Tanaman pisang tahan di musim kering, karena batangnya banyak mengandung air (\pm 80-90 % air). Tetapi jangan diharapkan pisang dapat tumbuh dengan baik di daerah kering (curah hujan sedikit dan tanah menjadi kering).

Tanah yang mengandung kapur, tergolong jenis tanah yang baik untuk tanaman pisang, misalnya di daerah Bojonegoro dan Madura (Jawa Timur) yang banyak bukit-bukit kapurnya. Biasanya tanah yang cocok untuk tanaman pisang sedikit asam sehingga agak basa. Tanaman pisang di daerah tanah yang asam mudah diserang penyakit.

2.1.1 Taksonomi

Kedudukan tanaman pisang dalam taksonomi tumbuhan diklasifikasikan sebagai berikut:



Divisi : Spermatophyta (tanaman berbiji)
Subdivisi : Angiospermae (berbiji tertutup)
Kelas : Monocotyledone (biji berkeping satu)
Ordo : Alismatales
Famili : Musaceae
Subfamili : Muscodeae
Genus : Musa
Spesies : *Musa paradisiaca* L.

Pisang yang sudah umum dibudidayakan dan buahnya enak dimakan disebut *Musa paradisiaca* Linn, jenis pisang ini merupakan keturunan dari persilangan antara pisang kole (*Musa acuminata* Colla) dan pisang klutuk (*Musa balbisiana*).

Menurut Santoso (1995), pada umumnya pisang dibagi menjadi tiga golongan sebagai berikut :

1. Pisang yang enak dimakan (*Musa paradisiaca* L.)
2. Pisang yang hanya diambil pelepah batangnya sebagai serat (*Musa textiles noe*) pisang ini seringkali dinamakan pisang manila.
3. Pisang liar yang hanya digunakan sebagai hiasan seperti pisang-pisangan (*Heliconia indica lamk*) atau pisang lilin yang diambil lilinnya (*Musa zebrine van houtte*)

Dari golongan pisang yang enak dimakan tersebut dipisahkan lagi menjadi dua kelompok menurut konsumsinya yaitu pisang meja dan pisang olah (Santoso, 1995).

2.1.2 Morfologi

Susunan tubuh tanaman pisang terdiri atas bagian-bagian utama sebagai berikut :

a. *Akar*

Sistem perakaran tanaman pisang keluar (tumbuh) dari bonggol (corm) bagian samping dan bawah, berakar serabut dan tidak memiliki akar tunggang.

b. *Batang*

Batang pisang dibedakan atas dua macam, yaitu batang asli yang disebut bonggol (corm) dan batang palsu atau batang semu. Bonggol (corm) terletak dibawah permukaan tanah dan mempunyai beberapa mata (pink eye) sebagai cikal bakal anakan, dan merupakan tempat melekatnya akar. Batang semu tersusun dari pelepah-pelepah daun yang saling menutupi, tumbuh tegak dan kokoh di atas permukaan tanah.

c. *Daun*

Bentuk daun pisang pada umumnya panjang dan lonjong dengan lebar tidak sama, bagian ujung daun tumpul, dan tepinya rata. Letak daun terpencah dan tersusun dalam tangkai berukuran relatif panjang dengan helai daun yang mudah robek.

d. *Bunga*

Bunga pisang yang disebut "jantung" atau ontong tumbuh dari ujung batang. Susunan bunga terdiri atas daun-daun pelindung yang saling menutupi dan bunga-bunganya terletak pada tiap ketiak diantara daun pelindung membentuk sisir.

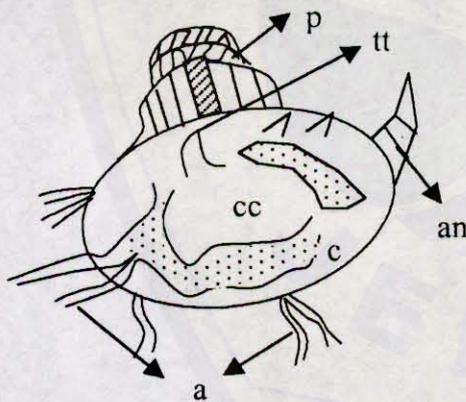
e. *Buah*

Buah pisang tersusun dalam tandan. Tiap tandan terdiri atas beberapa sisir, dan tiap sisir terdapat 6 - 22 buah pisang atau tergantung pada varietasnya. Ukuran buah pisang bervariasi, daging buah (*mesocarpa*) tebal dan lunak. Kulit buah (*epicarpa*) yang masih muda berwarna hijau, namun setelah tua (matang) berubah menjadi kuning dan strukturnya tebal sampai tipis (Rukmana, 1999).

2.1.3 Bonggol Pisang

Batang pisang dibedakan atas dua macam, yaitu batang asli yang disebut bonggol (corm) dan batang palsu atau batang semu. Bonggol (corm) terletak dibawah permukaan tanah dan mempunyai beberapa mata (pink eye) yang tersusun dari pelepah daun yang saling menutupi, tumbuh tegak dan kokoh diatas permukaan tanah (Rukmana, 1999).

Bonggol batang ini merupakan sifat khas rhizoma dari tanaman *monocotyledoneae* yang dapat menumbuhkan anakan yang baru. Bila rhizoma dibelah dari atas ke bawah terlihat bagian paling tengah yang disebut central cylinder, sedangkan lapisan luarnya disebut cortex. Bagian diatasnya merupakan tempat tumbuh batang yang terdiri dari pelepah-pelepah.



Keterangan :

cc : Central Cylinder

c : Cortex

tt : Titik tumbuh, kambium

p : Pelepah pisang

a : Akar

an : Anakan / calon

Gambar 1. Bonggol Pisang

Dari bonggol batang ini, tumbuh perakaran yang berfungsi seperti perakaran individu baru. Di bagian tersebut tumbuh suatu tonjolan dengan titik tumbuh baru (Suhardiman, 1997).

Bonggol pisang (umbi batang pisang/rimpang pisang) merupakan bahan makanan yang sangat jarang dimanfaatkan oleh masyarakat, bahkan mungkin belum dimanfaatkan sama

sekali. Tetapi pada jaman penjajahan Belanda dan Jepang bonggol pisang ini dimanfaatkan sebagai bahan makanan sementara pengganti beras bagi mereka yang kekurangan pangan (Munadjim,1982). Disamping mengandung karbohidrat, bonggol pisang juga mengandung protein, mineral dan vitamin seperti terlihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi Kimia Bonggol Pisang (setiap 100 gr)

	Kalori (gr)	Protein (gr)	Karbohidrat (gr)	Ca (mg)	P (mg)	Fe (mg)	vitamin		Air (%)
							B (mg)	C (mg)	
Basah	43	0,6	11,6	15	60	0,5	0,01	12	86
Kering	245	3,4	66,2	60	150	2	0,04	4	20

Sumber. Daftar komposisi bahan makanan, Direktorat Gizi - DEPKES (1979).

Berdasarkan komposisi bonggol pisang tersebut maka bonggol pisang dapat digunakan sebagai bahan makanan (sumber karbohidrat dan mineral) yang cukup baik. Selain itu bonggol pisang juga dapat dipergunakan sebagai bahan baku pembuatan alkohol. Karena kandungan karbohidrat yang cukup tinggi (66,2 gr dalam 100 gr bahan), maka patinya dapat dipisahkan dari ampasnya (Munadjim, 1982). Rukmana (1999) juga melaporkan bahwa bonggol pisang dapat dibuat keripik walaupun belum menghasilkan keripik yang berkualitas karena masih berasa kelat.

2.2 Pati dan Manfaatnya Dalam Industri

Pati termasuk kelompok karbohidrat golongan polisakarida. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas. Fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak larut disebut amilopektin. Peranan perbandingan amilosa dan amilopektin terlihat pada sereal, contoh pada beras. Semakin

kecil kandungan amilosa atau semakin tinggi kandungan amilopektinnya semakin lekat nasi tersebut. Beras ketan praktis tidak ada amilosanya (1-2%), sedangkan beras yang mengandung amilosa lebih besar dari 2 % disebut beras biasa atau beras bukan ketan (Winarno, 1997).

Pati merupakan suatu produk yang telah banyak dikenal masyarakat dan umumnya digunakan sebagai bahan makanan pokok, bahan baku industri pangan dan non pangan. Karena memiliki sifat fungsional tertentu seperti gelatinisasi dan retrogradasi, maka pati dapat digunakan sebagai bahan pengisi (filler), bahan karier (carrier agent), bahan pelapis yang dapat dimakan (edible film), bahan pembentuk tekstur (texturizer), bahan perekat dan lain-lain. Menurut Soesilo dan Antarlina (1997), penggunaan pati tidak hanya terbatas sebagai bahan dasar produk pangan seperti kue, mie dan sebagainya, tetapi dapat pula digunakan sebagai bahan dasar kosmetika, bahan bakar dan industri farmasi. Sedangkan menurut Makfoeld (1982), pati tapioka sering digunakan sebagai bahan baku untuk industri-industri rumah tangga, farmasi, textile, perekat dan glukosa.

Pati yang sudah terisolasi dari bahan asal akan lebih mudah penanganan, pengangkutan, penyimpanan maupun untuk proses pengolahan lebih lanjut. Seperti halnya pada pembuatan dextrin, yang merupakan proses hidrolisis dari pati yang telah terekstrak (Suryani dan Soedjono, 1994). Selain itu juga sangat dimungkinkan untuk membuat gula sederhana dengan menggunakan bahan baku pati. Melalui proses hidrolisis menggunakan enzim, reagent asam maupun alkalis, polisakarida dapat dipecah menjadi disakarida maupun monosakarida.

2.3 Sumber-Sumber Pati

Pati merupakan salah satu bahan penyusun yang paling banyak dan luas terdapat di alam sebagai karbohidrat cadangan pangan pada tanaman. Sebagian besar pati disimpan dalam akar, umbi biji, buah dan umbi lapis (Winarno, 1997).

Upaya untuk mencari sumber pati baru juga telah banyak dilakukan, seperti karakterisasi pati dari biji mangga (Sudewo, 1999), karakterisasi pati dari biji nangka dan produk olahannya (Herlina, 2001), pembuatan mie kering dari pati biji alpukat (Tejasari, 2002). Mengingat pati dari sumber alam lokal kebanyakan memiliki sifat-sifat yang kurang baik, maka upaya memperbaiki sifat-sifat pati dari umbi lokal juga pernah dilakukan seperti : perbaikan tepung umbi iles-iles menggunakan CaCO_3 dan NaCl (Luthfiah, 1999) dan perbaikan sifat fungsional pati umbi suweg (Panggabean, 2000).

2.4 Pencoklatan

Pencoklatan adalah reaksi yang menimbulkan warna coklat pada bahan makanan. Reaksi pencoklatan banyak terjadi pada bahan makanan dikarenakan bahan mengalami perlakuan mekanis. Reaksi pencoklatan biasanya menyebabkan perubahan penampilan (apperance, flavor dan nilai gizi), tetapi bisa juga merupakan proses yang dikehendaki seperti kopi atau roti bakar. Pada buah-buahan dan sayuran pencoklatan tidak dikehendaki karena menyebabkan kenampakan yang tidak baik dan timbulnya cita rasa lain (Apani, 1984).

Pencoklatan ada dua macam yaitu pencoklatan enzimatis dan non-enzimatis. Pencoklatan enzimatis terjadi pada buah-buahan yang banyak mengandung substrat fenolik (Winarno, 1997). Menurut Apani (1984), banyak cara yang dapat digunakan untuk

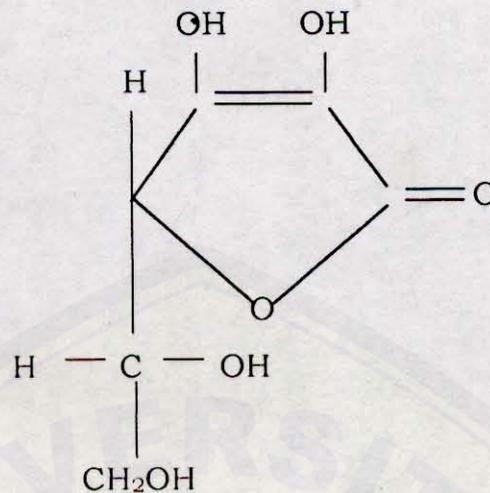
mencegah aktivitas fenolase, namun hanya sedikit saja yang dapat diterapkan pada pencegahan pencoklatan makanan, diantaranya aplikasi panas, aplikasi SO₂ dan sulfit serta pencegahan kontak oksigen, yaitu dengan perendaman dan aplikasi asam.

Pencoklatan non-enzimatis merupakan pencoklatan yang terjadi akibat reaksi maillard, karamelisasi dan vitamin C (Winarno, 1997). Ada beberapa cara yang dapat digunakan untuk mencegah pencoklatan non-enzimatis diantaranya dengan cara penurunan suhu, kontak terhadap kadar air bahan, penurunan pH, penggunaan inhibitor kimia seperti sulfit (Eskin dkk., 1971).

2.4.1 Penggunaan Asam askorbat

Asam askorbat mempunyai rumus empiris C₆H₈O₆ dalam bentuk murni merupakan kristal putih, tidak berwarna, tidak berbau dan mencair pada suhu 190–192 °C. Senyawa ini bersifat reduktor kuat dan mempunyai rasa asam (Antarwulan dan Koswara, 1992). Menurut Gamman & Sherrington (1992), dari semua vitamin, asam askorbat adalah yang paling mudah rusak, asam askorbat sangat larut dalam air dan oleh karena itu terlarutkan dalam air masakan. Asam askorbat juga mudah teroksidasi, oksidasinya sangat cepat bila kondisinya alkalis, pada suhu tinggi dan terkena sinar logam berkadar sangat rendah seperti seng, besi terutama tembaga.

Asam askorbat (3-keto-l-glukofuranolactene) digunakan untuk mencegah kerusakan warna dalam berbagai proses sayuran antara lain pada kentang yang telah dikupas, asinan kobis, tumbuhan yang dimakan buahnya, dapat juga digunakan untuk jamur, wortel, kembang kol. Rumus bangun asam askorbat dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Rumus Bangun Asam Askorbat
(Madhavi dkk., 1996)

2.4.2 Penggunaan Natrium metabisulfit

Natium metbisulfit merupakan bahan kimia berbentuk kristal atau bubuk putih yang berbau sulfit serta dapat larut dalam air. Perendaman dalam larutan natrium metabisulfit selama 5 menit jika dikombinasikan dengan pengeringan sampai kadar air 5 % dapat menghambat perubahan yang tidak diinginkan (Desrosier, 1988).

Menurut Luh dan Woodroof (1972), penggunaan SO_2 sebagai sulfit, bisulfit, atau metabisulfit) dalam bahan pangan yang beraneka ragam ditujukan untuk menghambat pencoklatan enzimatis, pencoklatan non-enzimatis, sebagai anti oksidan maupun sebagai pereduksi. Natrium metabisulfit dapat menghambat terjadinya reaksi pencoklatan karena dapat bereaksi dengan kuinon sehingga melanoidin tidak terbentuk dan mengurangi oksigen. Disamping itu natrium metabisulfit juga merupakan inhibitor fenolase yang kuat, karena dapat menghambat aktivitas enzim fenolase sehingga dapat merubah senyawa fenol (Eskin dkk., 1971).

Soda kue bersifat asam karena dalam formulasi soda kue digunakan beberapa asam. Salah satu asam yang seringkali digunakan di dalam formulasi soda kue adalah alumunium sulfat ($\text{Na}_2\text{SO}_4 \cdot \text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$). Bila alumunium sulfat bereaksi dengan air akan menghasilkan asam sulfat.



2.5 Sifat-sifat Pati

Pati mempunyai sifat-sifat antara lain meliputi kenampakan yang berwarna putih, berbentuk serbuk bukan kristal, tidak larut dalam air dingin, tidak mempunyai rasa manis, bila dipanaskan dengan asam akan terurai menjadi molekul-molekul yang lebih kecil secara berurutan dan hasil akhirnya adalah glukosa. Pemanasan pada kondisi lembab, suspensi pati akan membentuk sol pada suhu 85 °C. Serta dilanjutkan dengan pendinginan maka akan terjadi gelatinisasi (Gamman & Sherrington, 1994).

2.5.1 Sifat Fisik Pati

2.5.1.1 Derajat Putih

Kenampakan pati merupakan salah satu faktor penting didalam menentukan daya tarik pati, salah satu kenampakan yang perlu diperhatikan adalah warna pati, karena warna pati akan menentukan produk olahannya. Salah satu faktor yang mempengaruhi warna pati adalah senyawa fenol. Lendir yang mengandung senyawa fenol akan menyebabkan warna coklat. Lendir pada bahan dapat dihilangkan dengan ion Ca^{2+} (Makfoeld, 1982).

2.5.1.2 Sudut Curah

Sudut curah merupakan sudut yang terbentuk antara bidang datar dengan sisi miring curahan. Nilai sudut curah dipengaruhi

oleh ukuran, bentuk, kandungan air dan kebersihan butir pati. Kadar air berpengaruh pada sifat mengalir dari butir pati. Semakin rendah kadar air bahan maka sifat mengalirnya semakin tinggi, akibatnya tinggi gundukan semakin rendah dan diameter gundukan semakin lebar. Hal inilah yang mempengaruhi nilai sudut curah pati (Hall, 1970).

2.5.1.3 *Densitas Kamba*

Densitas kamba merupakan sifat fisik pati yang menunjukkan perbandingan antara bobot bahan dengan volume yang ditempati termasuk ruang kosong diantara butiran pati. Densitas kamba digunakan untuk merencanakan gudang penyimpanan yang meliputi kapasitas gudang, volume alat pengolahan, sarana transportasi dan mengkonversikan harga satuan. Volume yang ditempati oleh butir pati juga dipengaruhi oleh kandungan air bahan. Semakin tinggi kandungan air bahan semakin besar pula volume ruang yang ditempati (Hall, 1970).

2.5.1.4 *Bentuk dan Ukuran Granula*

Pati pada sumber asalnya terdapat dalam bentuk granula (butiran kecil). Granula dapat diperoleh dari kebanyakan tanaman dengan menyaring bagian tanaman yang sudah dihancurkan, dengan menggunakan kain kasar dan kemudian mengendapkan granula-granula pati bahan (Biliadiris dalam Haryadi, 1995).

Granula pati adalah padatan yang membulat, sedangkan molekul-molekul yang berantai lurus dan molekul-molekul yang bercabang tersusun teratur searah dengan jari-jari bentukan seperti kerang yang konsentris. Molekul-molekul berantai lurus (amilosa) yang berdekatan atau bagian luar molekul-molekul amilopektin (bercabang) tersusun dengan arah sejajar membentuk bangun kristalin yang kompak, susunan tersebut terbentuk oleh

ikatan-ikatan hidrogen yang berakibat kenampakan birefringens (Kassenbeck dalam Haryadi, 1995).

Pati dalam jaringan mempunyai bentuk granula yang berbeda-beda. Dengan mikroskop jenis pati dapat dibedakan karena mempunyai bentuk, ukuran dan sifat birefringennya (Winarno, 1995).

Macam-macam bentuk granula pati umumnya adalah bulat, lonjong (bulat telur) ataupun persegi banyak. Berdasarkan kenyataan bahwa granula pati menunjukkan birefringensi. Keadaan tersebut menyingkap bahwa terdapat arah molekul-molekul pada granula pati adalah tersusun secara teratur. Ukuran granula pati umumnya berkisar antara 1 – 100 mikron. Granula pati komersial berukuran terkecil adalah granula pati beras, yaitu sekitar 3 – 8 mikron. Granula pati beras berbentuk segi banyak dengan kecenderungan membentuk kelompok-kelompok (Kerr dalam Haryadi, 1995).

2.5.2 Sifat Kimia pati

Pati merupakan polimer karbohidrat yang disusun dalam tanaman melalui pengikatan kimiawi dari ratusan hingga ribuan satuan-satuan glukosa, untuk membentuk molekul yang berantai panjang, dalam bentuk granula. Satuan dasar pati adalah Anhidroglukosa.

Semua pati yang terdapat secara alami terutama tersusun dari dua macam molekul polisakarida yaitu amilosa yang merupakan polimer berantai lurus dan amilopektin yang merupakan molekul rantai bercabang. Keragaman dalam hal ini tingkat polimerisasi amilosa, sudah banyak ditulis dalam pustaka-pustaka umumnya amilosa padi-padian menunjukkan berat

molekul yang lebih rendah daripada amilosa pati yang berasal dari umbi dan akar (Howling dalam Haryadi, 1995).

2.5.2.1 Air

Air merupakan komponen penting dalam bahan makanan karena air dapat mempengaruhi penampakan, tekstur serta cita rasa makanan. Semua bahan makanan mengandung air dalam jumlah yang berbeda. Kandungan air dalam bahan makanan ikut menentukan tingkat penerimaan konsumen, kesegaran dan masa simpan bahan tersebut. Kandungan air dalam bahan makanan yang mempengaruhi daya tahan makanan terhadap serangan mikroba dinyatakan dengan Aw, yaitu jumlah air bebas yang dapat digunakan oleh mikroorganisme untuk pertumbuhannya (Winarno, 1997).

Kandungan air beberapa bahan tidak dapat ditentukan dari keadaan fisiknya, misalnya buah nanas (85 %) seakan-akan mempunyai kandungan air yang lebih besar dari pada kol (92 %), serta susu bubuk dan terigu seakan tidak mengandung air padahal kandungan airnya 14 % dan 12 % (Winarno, 1995).

Air dapat berpengaruh pada satu reaksi ke reaksi berikutnya : sebagai pelarut untuk bahan pereaksi dan produk, sebagai pereaksi dalam reaksi hidrolisa, sebagai suatu produk dari suatu reaksi, dalam reaksi kondensasi seperti terjadi dalam reaksi pencoklatan non-enzimatis, dan sebagai pengubah aktivitas katalis atau inhibitor, sebagai air yang mengaktifkan beberapa katalis logam dalam pereaksi lemak (Buckle, 1987).

2.5.2.2 Abu

Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahna organik. Penentuan kadar abu sangat penting karena menentukan mineral-mineral yang terkandung didalam suatu makanan. Pada proses pengabuan (suhu 600 °C) sebagian zat-zat mineral

menguap seperti fosfor, belerang, NaCl dan senyawa lainnya (Anonim, 1980).

Menurut Sudarmadji dkk (1989), Abu adalah zat anorganik sisa hasil pembakaran suatu bahan organik dimana kandungan abu dan komposisinya tergantung pada macam bahan dan cara pengabuannya. Kadar abu ada hubungannya dengan kadar mineral suatu bahan.

2.5.2.3 HCN

Glikosida sianogenik merupakan senyawa yang terdapat dalam bahan makanan nabati (terutama umbi-umbian) dan secara potensial sangat beracun karena dapat terurai dan mengeluarkan hidrogen sianida. Hidrogen sianida dikeluarkan bila bahan tersebut dihancurkan, dikunyah, mengalami pengirisan atau rusak. Bila dicerna, HCN sangat cepat terserap oleh alat pencernaan dan masuk kedalam saluran darah. Dalam dosis tertentu, HCN dapat menyebabkan sakit atau bahkan kematian (dosis yang mematikan 0,5 – 3,5 gr HCN/kg berat badan). Glikosida sianogenetik juga terdapat pada berbagai tanaman dengan nama yang berbeda seperti amigladin pada biji alpukat, aprikot dan apel, dhurin pada biji shorgum dan limarin pada kara (lima bean) dan singkong (Winarno, 1997).

2.5.3 Sifat Fungsional Pati

a. Gelatinisasi dan Retrogradasi

Sebagian besar penggunaan pati berkaitan dengan lingkungan yang banyak mengandung air. Salah satu fungsi pati, terutama pada olahan pangan adalah dalam pengendalian sifat-sifat tekstur dan reologi. Ciri utama pati yang menentukan fungsi ini adalah gelatinisasi dan retrogradasi (Radley, 1968; D'Appolonia *et all.*, 1971).

Gelatinisasi merupakan peristiwa pembentukan gel, dimulai dengan hidrasi pati, yaitu penyerapan molekul air oleh molekul-molekul pati. Gugus hidroksil yang sangat banyak pada molekul pati merupakan penentu utama yang menyebabkan pati bersifat suka air. Pada keadaan lingkungan yang normal, biasanya pati jagung mengandung 10-12 % gugus hidroksil, tapioka 12-14 % dan kentang 16-18 % (Osman dalam Haryadi, 1995).

Menurut Winarno (1995), pasta pati yang telah mengalami gelatinisasi terdiri dari granula-granula yang membengkak, tersuspensi dalam air panas dan molekul-molekul amilosa yang terdispersi dalam air. Bila pasta itu kemudian mendingin energi kinetik tidak lagi cukup tinggi untuk melawan kecenderungan molekul-molekul amilosa untuk bersatu kembali. Molekul-molekul amilosa berikatan pada cabang amilopektin pada pinggir luar granula. Dengan demikian mereka menggabungkan butir pati yang membengkak itu menjadi semacam jaring-jaring membentuk mikrokristal yang mengendap. Proses kristalisasi kembali pati yang telah mengalami gelatinisasi tersebut disebut retrogradasi.

b. Sifat-sifat Pasta Pati

Pati akar dan umbi membentuk pasta sangat kental. Pasta ini biasanya jernih dan pada pendinginan hanya membentuk gel lunak (De Man, 1997). Pada Tabel 3 ditunjukkan sifat-sifat pasta pati yang diperoleh dari pati-pati alami komersil.

Tabel 2. Sifat-sifat Pasta Pati

Sifat Pasta	Pati Kentang	Pati Jagung	Pati Singkong	Pati Manis
1. Viskositas	Sangat tinggi	Sedang	Sedang-rendah	Tinggi
2. Kap. Pengikatan Air	24	15	13	20
3. Tekstur	Panjang	Pendek	Pendek	Panjang
4. Kejernihan	Sangat jernih	Keruh	Agak keruh	Agak jernih
5. Laju Retrogradasi	Sedang-rendah	Tinggi	Tinggi	Rendah

Sumber : Swinkels (1985).

Viskositas pasta adalah kekentalan dari pati yang telah dibuat pasta. Setiap jenis pati mempunyai viskositas yang berbeda. Viskositas pasta pati kentang yang sangat tinggi mungkin diterangkan dengan pengaruh dari golongan fosfat. Tepung gandum memiliki viskositas pasta lebih rendah dari pada tapioka dan waxi maize (pada kondisi yang sama). Kapasitas pengikatan air dari bermacam-macam pati digambarkan dalam bagian air per bagian pati kering pada viskositas yang sama setelah pemasakan (Swinkels, 1985).

c. Sifat-sifat Film Pati

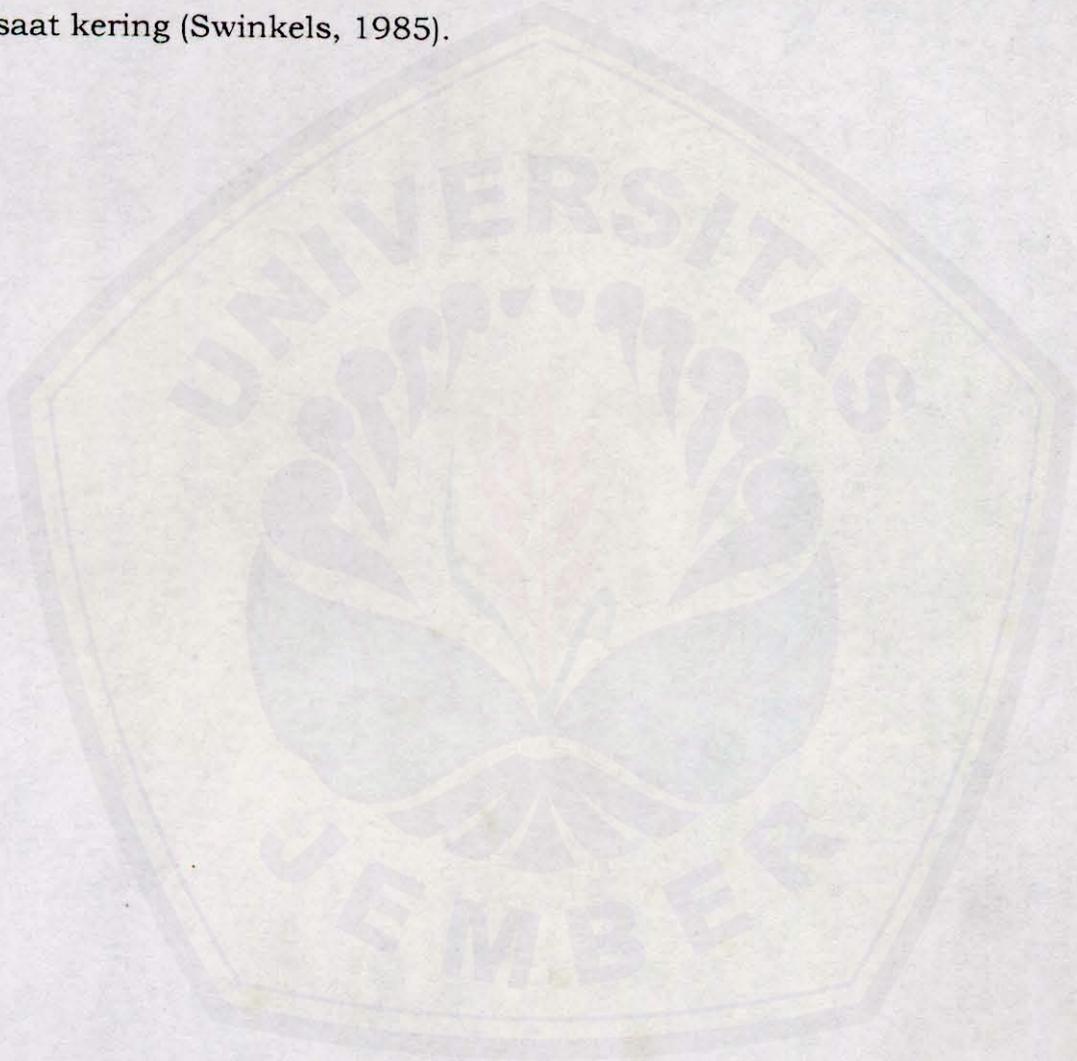
Sifat-sifat film pati kering diperoleh dari bermacam-macam pemasakan pati alami dapat dilihat pada tabel dibawah ini :

Tabel 3. Sifat-sifat Film Pati

Sifat Film	Pati Kentang	Pati Jagung	Pati Singkong	Pati Manis
1. Kejernihan	Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi
2. Kelembutan	Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi
3. Fleksibilitas	Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi
4. Kelarutan	Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi
5. Kekuatan	Tinggi	Rendah	Rendah	Tinggi

Sumber : Swinkels (1985).

Tabel diatas menunjukkan bahwa sifat-sifat film pati lebih sesuai diperoleh dari pati kentang, tapioka dibandingkan dengan pati jagung dan gandum. Film-film pati jagung dan gandum memiliki kecenderungan untuk menjadi keras dan mudah pecah saat kering (Swinkels, 1985).



III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Alat dan Bahan Penelitian

3.3.1 Alat

Penelitian menggunakan alat sebagai berikut : pisau stainless steel, parutan, bak plastik, timbangan, kain saring, oven, colreader, ayakan tyler, eksikator, gelas piala, colreader, beaker glass, Stop Watch, sentrifuge, tabung reaksi, erlenmeyer, cawan, mikroskop, penangas, botol timbang, termometer, viskometer oswold, krus porselin, labu Kjeldahl.

3.3.2 Bahan

Bahan yang digunakan adalah bonggol pisang kepok, Aquadest, asam askorbat 1000 ppm, Natrium Metabisulfit 1000 ppm, Soda Kue 1000 ppm, jangka sorong, KI 5 %, NaOH 2,5 %, etanol, NH₄OH, kertas saring, AgNO₃ 0,02 N, KMnO₄ 0,1 N, pereaksi folin 0,1 N, Na₂CO₃ 5 %.

3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilakukan di laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian dan Laboratorium Pengendalian Mutu pada Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Pelaksanaan penelitian dimulai pada awal bulan Oktober sampai dengan Desember 2002.

3.3 Metode Penelitian

Penelitian ini dilakukan dengan empat jenis perlakuan yang berbeda dan masing-masing perlakuan tersebut diulang 3 kali. Empat jenis perlakuan itu antara lain :



A1 = perendaman dengan menggunakan air

A2 = perendaman dengan asam askorbat (vit. C) 1000 ppm

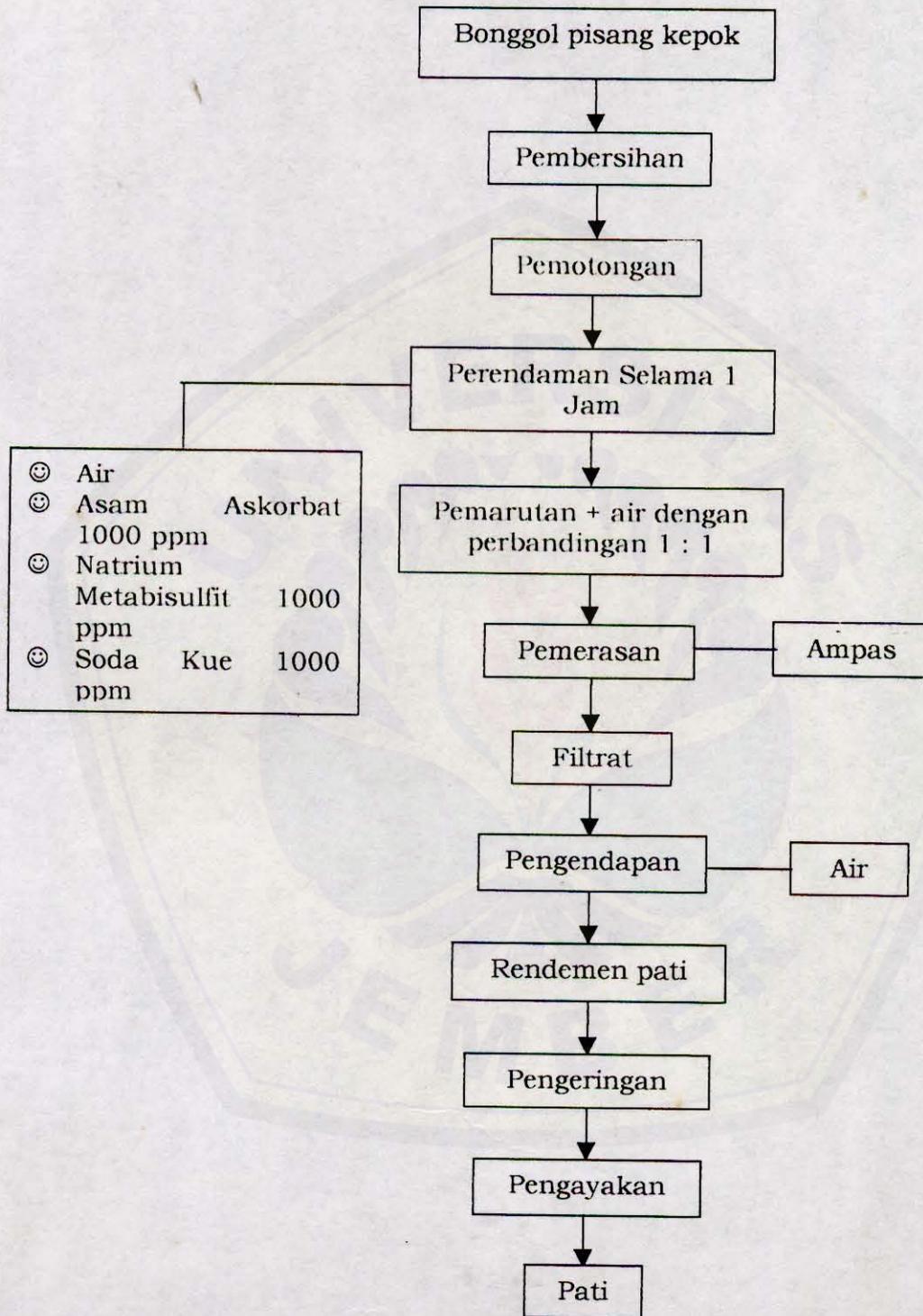
A3 = perendaman dengan Na-metabisulfit 1000 ppm

A4 = perendaman dengan soda kue 1000 ppm

Semua perlakuan perendaman dilakukan selama 1 jam dengan menggunakan bonggol pisang dari jenis pisang kepok.

3.3.1 Pelaksanaan Penelitian

Proses penelitian terdiri dari 2 tahapan kegiatan. Tahapan yang pertama dimulai dari proses pembuatan pati bonggol pisang dan tahapan selanjutnya adalah analisa sifat-sifat pati dari bonggol pisang yang meliputi sifat fisik, kimia dan fungsionalnya. Diagram alir proses pembuatan pati bonggol pisang dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Diagram Alir Proses Pembuatan Pati Bonggol Pisang

3.3.2 Analisa Data

Pengolahan data menggunakan metode diskriptif (Suryabrata, 2002). Hasil penelitian disusun dalam tabel. Dianalisa dan dirata-rata dari seluruh ulangan. Kemudian dimuat dalam grafik histogram untuk selanjutnya diinterpretasikan sesuai dengan hasil pengamatan yang ada.

3.4 Parameter Pengamatan

1. Sifat fisik, terdiri dari :
 - a. Derajat putih, menggunakan colreader (Fardiaz, 1992)
 - b. Bentuk granula, menggunakan mikroskop
 - c. Sudut curah, menggunakan jangka sorong
 - d. Densitas kamba, menggunakan perbandingan berat dengan volumenya
2. Sifat kimia, terdiri:
 - a. Kadar air , menggunakan metode Oven (AOAC, 1970)
 - b. Kadar abu, menggunakan metode kering dengan muffle
 - c. Kadar HCN, secara kuantitatif
3. Sifat fungsional, terdiri dari :
 - a. Sifat gelatinisasi : suhu gelatinisasi, viskositas, kekuatan pemekaran
 - b. Sifat pasta pati : kapasitas pengikatan air, tekstur dan kejernihan pasta
 - c. Sifat film pati : kejernihan, kelembutan, kontinuitas, fleksibilitas, kelarutan

3.5 Prosedur Pengamatan Parameter

3.5.1 Prosedur Analisa Sifat Fisik

a. *Penentuan Derajat Putih Dengan Color Reader (Fardiaz, 1992)*

1. Letakkan sampel dalam cawan

2. Color Reader distandarkan dengan Barium Clorida
3. Target sampel di lima titik untuk mengetahui L, a, b
4. Hitung derajat putih menggunakan rumus :

$$W = 100 - ((100 - L)^2 + (a^2 + b^2))^{0,5}$$

b. Penentuan Bentuk dan Ukuran Granula

1. Ambil 1 gram sampel dan larutkan dalam 10 ml aquades
2. Ambil 1 tetes dan letakkan pada gelas obyek
3. Tambahkan 1 tetes iod, tutup dengan gelas penutup
4. Diamati dibawah mikroskop

c. Penentuan Sudut Curah (Anonim, 1999)

1. Masukkan 50 gram bahan ke dalam beaker glass
2. Curahkan perlahan-lahan bahan ke atas meja
3. Ukur ketinggian dan diameter gundukan yang dihasilkan dengan jangka sorong
4. Ulangi pengukuran tersebut sebanyak tiga kali
5. Hitung sudut curah menggunakan rumus :

$$\text{Tangen sudut curah} = \frac{\text{tinggi gundukan}}{0,5 \times \text{diameter gundukan}}$$

d. Penentuan Densitas Kamba (Anonim, 1999)

1. Masukkan bahan ke dalam beaker glas hingga volumenya mencapai 100 ml
2. Keluarkan semua bahan dari beaker glas dan timbang beratnya
3. Nyatakan densitas kamba bahan dalam gram per ml

3.5.2 Prosedur Analisa Sifat kimia

a. Penentuan Kadar Air Metode Oven (AOAC, 1970)

1. Timbang sampel sebanyak 2 gr dalam botol timbang yang telah diketahui beratnya.
2. Keringkan dalam oven pada suhu 100 – 105 °C selama 3 – 5 jam tergantung bahannya. Kemudian dinginkan dengan eksikator dan ditimbang, perlakuan ini diulang sampai tercapai berat konstan (selisih penimbangan berturut-turut kurang dari 0,2 gr).
3. Pengurangan berat merupakan banyaknya air dalam bahan.
4. Kadar air dihitung dengan rumus :

$$\% \text{ Kadar Air} = \frac{b-c}{b-a} \times 100 \%$$

b. Penentuan Kadar Abu Metode Kering dengan Muffle (Sudarmaji dkk, 1989)

1. Timbang bahan sebesar 2 – 5 gram dalam wadah krus porselin yang telah diketahui beratnya (A)
2. Ditambahkan 1 – 2 ml gliserol dan alkohol dalam sampel
3. Dilakukan pengabuan dalam tanur pengabuan sampai suhu 700 °C
4. Dinginkan krus porselin (\pm 12 jam), kemudian masukkan krus porselin dalam esikator untuk kemudian ditimbang sampai berat tetap (B)
5. Kadar abu bahan ditentukan dengan menggunakan rumus :

$$\text{Kadar Abu} = \frac{B-A}{\text{sampel}} \times 100 \%$$

c. *Penentuan Kadar HCN*

1. Timbang 10 - 20 gr sampel dan ditambahkan 100 ml aquades dalam labu kjeldahl, maserasikan selama 2 jam.
2. Tambahkan 100 ml aquades dan destilasikan dengan uap. Destilat ditampung dalam erlenmeyer yang telah diisi dengan 20 ml NaOH 2,5 %.
3. Setelah destilat mencapai 150 ml destilasi dihentikan. Destilat kemudian ditambahkan dengan 8 ml NH₄OH, 5 ml KI 5 % dan dititrasi dengan AgNO₃ 0,02 N sampai terjadi kekeruhan.

$$\text{Berat HCN} = \frac{\text{ml titrasi (blanko - contoh)}}{\text{ml titrasiblanko}} \times 20 \times \frac{N. AgNO_3}{0,02} \times 0,54 \text{ mg}$$

3.5.3 Prosedur Analisa Sifat Fungsional

1. *Prosedur Analisa Sifat Gelatinisasi Pati*

a. *Penentuan Suhu Gelatinisasi*

Pada pengukuran suhu gelatinisasi dilakukan dengan melarutkan pati 3 gram dalam 100 ml air dan memanaskannya sampai terbentuk gel pati. Suhu awal pembentukan gel merupakan suhu gelatinisasi.

b. *Penentuan Viskositas*

Pengukuran viskositas dilakukan dengan menimbang pati sebesar 3 gram kemudian melarutkannya dalam 100 ml air. Larutan pati tersebut dipanaskan sampai terbentuk gel dan kemudian diukur waktu alirnya menggunakan pengukur waktu (stop Watch). Diukur viskositas air pada suhu kamar 28 °C yaitu $827,681 \times 10^{-5}$ dengan waktu alir 18,46 detik.

Perhitungan :

$$T_1 \cdot Y_2 = T_2 \cdot Y_1$$

Dimana :

T_1 = Waktu Alir Air

T_2 = Waktu Alir Pati

Y_1 = Viskositas Air

Y_2 = Viskositas Pati

c. Penentuan Kekuatan Pemekaran

Pengukuran kekuatan pemekaran dilakukan dengan melarutkan 1 gram pati dalam 50 ml air, kemudian memanaskannya sampai terbentuk gel pati. Gel tersebut disaring dengan menggunakan kertas saring dan filtrat dari penyaringan ditimbang. Kekuatan pemekaran didefinisikan sebagai berat endapan pengembangan (gr) per gram pati kering.

2. *Prosedur Analisa Sifat Pasta Pati*

a. Penentuan Kapasitas Pengikatan Air

Kapasitas pengikatan pasta pati diukur dengan melarutkan 1 gram pati dalam 50 ml air. Kemudian memanaskan larutan tersebut sampai terbentuk pasta pati dan dilakukan penyaringan. Air hasil saringan diukur dengan gelas ukur. Kapasitas pengikatan dinyatakan sebagai bagian air yang terikat per gram pati kering.

b. Penentuan tekstur Pasta

Penentuan tekstur pasta dilakukan dengan tingkat skor yang diberikan, yaitu sebagai berikut :

<i>Tekstur Pasta</i>	<i>Skor</i>
Stringy (Serabut)	1
Cohesive (Menyatu)	2
Long Bodied	3
Visco-elastis	4
Fluid (Cair)	5

Sumber : Swinkels, 1985

c. Penentuan Kejernihan Pasta

Tingkat skor diberikan untuk kejernihan pasta adalah sebagai berikut :

<i>Kejernihan Pasta</i>	<i>Skor</i>
Transludent (Tembus Cahaya)	1
Clear (Terang)	2
Transparant (Jernih)	3
Opoque (Buram)	4

Sumber : Swinkels, 1985

3. *Prosedur Analisa Sifat Film Pati*

Sifat-sifat film pati yang meliputi kejernihan, kelembutan, kontinuitas, fleksibilitas dan kelarutan ditentukan dengan metode skoring sebagai berikut :

<i>Sifat-sifat Film Pati</i>	<i>Skor</i>
Tinggi	1
Sedang	2
Rendah	3

Sumber : Swinkels, 1985



V. KESIMPULAN DAN SARAN

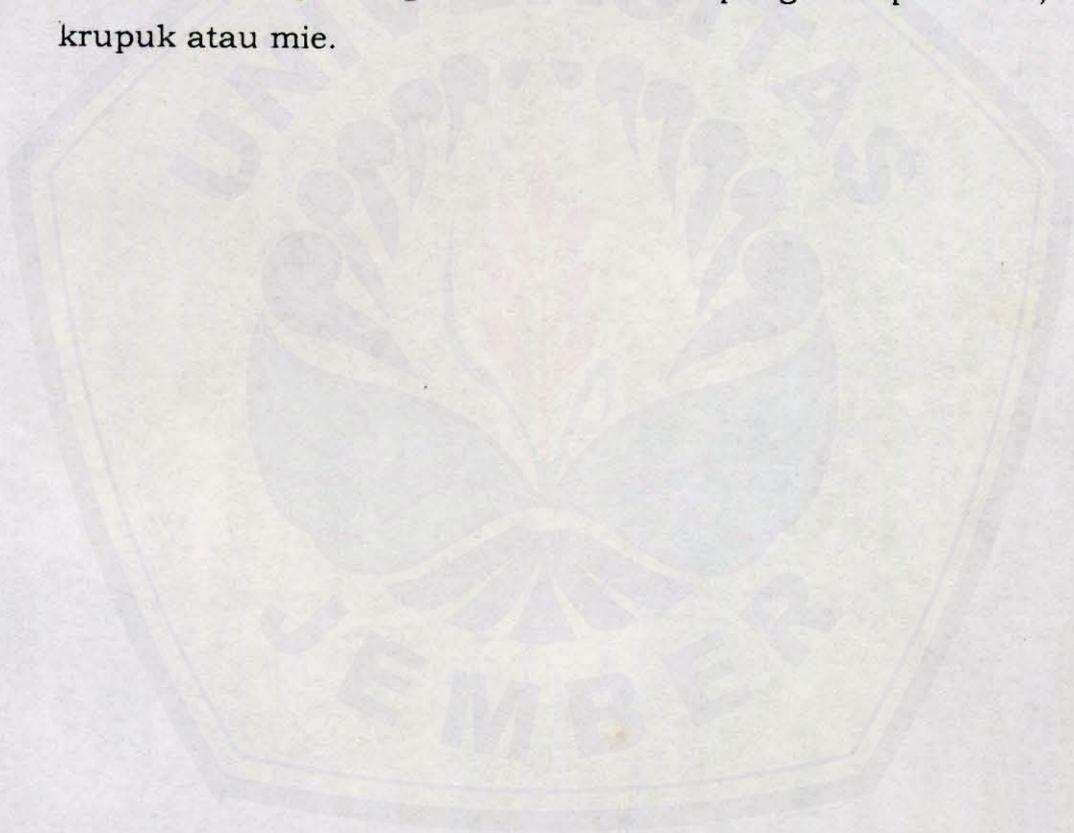
5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisa sifat fisik, kimia dan fungsional pati bonggol pisang dapat diambil kesimpulan sebagai berikut :

1. Sifat fisik pati yang meliputi sudut curah dan densitas kamba mempunyai nilai tinggi pada perlakuan perendaman menggunakan asam askorbat yaitu $45,61^\circ$ dan $0,5425$ gr/ml. Sedangkan derajat putih dan ukuran granula tertinggi dimiliki pati pada perlakuan perendaman dengan menggunakan sulfit yaitu $70,8$ dan $70 \mu\text{m}$.
2. Kadar air tertinggi sebesar $11,08\%$ pada perlakuan perendaman dengan asam askorbat, kadar abu tertinggi pada perlakuan soda kue ($0,956\%$), dan kadar HCN tertinggi pada perlakuan perendaman dengan air yaitu 2.73 mg. Kadar HCN pada pati bonggol pisang ini masih jauh dibawah dosis yang dapat menyebabkan sakit sehingga masih aman bila dibuat olahan pangan.
3. Sifat gelatinisasi antara lain suhu gelatinisasi, viskositas dan kapasitas pengikatan air mempunyai nilai tertinggi pada perlakuan perendaman menggunakan asam askorbat yaitu masing - masing $77,6^\circ\text{C}$; $0,0455$ Pa.s; $27,03$ ml/gr.
4. Sifat pasta pati antara lain kekuatan pemekaran tertinggi pada perlakuan menggunakan asam askorbat yaitu $22,9259$; kejernihan pati pada semua perlakuan termasuk dalam kategori buram dengan tekstur longbodied.
5. Sifat film pati yang meliputi kejernihan, kelembutan, kontinuitas, fleksibilitas dan kelarutan termasuk dalam kategori tinggi.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan fraksinasi amilosa dan amilopektin pada pati bonggol pisang.
2. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan pati bonggol pisang untuk industri pangan maupun non pangan untuk meningkatkan nilai ekonomisnya.
3. Perlu penelitian lebih lanjut mengenai pemanfaatan pati bonggol pisang sebagai bahan olahan pangan seperti roti, krupuk atau mie.



DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, 1997, **Daftar Komposisi Bahan Makanan**, Direktorat Gizi Depertemen Kesehatan RI., Bhatara Karya Aksara, Jakarta.
- , 1999, **Petunjuk Praktikum Pengetahuan Bahan**. Jember : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Antarwulan & Koswara, 1992, **Kimia Vitamin**, Rajawali Pers, Jakarta
- Apandi Muchidin, 1984, **Teknologi Buah & Sayur**, Alumni, Bandung.
- Buckle K.A, R.A Edwards, G.H Fleet dan M. Wotton, 1997, **Ilmu Pangan**, Terjemahan Hari Purnomo dan Adiono dari Food Science, Universitas Indonesia Press, Jakarta.
- Chichister D.F dan F.W. Tanner, 1968, **Antimicrobial Food Additives dalam Hand Book of Food Additive**, Edited by Furia F.E., The Chemical Rubber Co Cranword, Parkway.
- De Man, J. M (1997), **Kimia Makanan**, Terjemahan Kosasih Padmawinata, ITB, Bandung.
- Desrosier, N. W, 1988, **Teknologi Pengawetan Pangan**, Terjemahan Muchji Muljohardjo dari The Technology of Food Preservation, Third Edition, UI Press, Jakarta.
- Eskin, N.A.M, H.M Handerson, R. J. Towerson, 1971, **Biochemistry of Food**, Academis Press, New York.
- Fardiaz D., 1992, **Teknik Analisa Sifat Kimia dan Fungsional Komponen Pangan**, Bogor : PAU IPB.
- Hall D.W.,1970, **Handling & Storage of Food Grains in Tropical & Sub Tropical Areas**, Roma : Food & Agricultural Organization of The United Nations.
- Haryadi, (1995), **Sifat-Sifat Fungsional Pati dalam Bahan Pangan**, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

- Herlina, (2001), **Karakterisasi Pati Biji Nangka dan Produk-Produk Olahannya**, Laporan Penelitian, F.T.P, Universitas Jember, Jember.
- Luh B.S & I.G. Woodroff, 1972, **Comercial Vegetable Processing**, Westport Connecticut.
- Luthfiah, (1999), **Pengaruh Penggunaan CaCO₃ dan NaCl pada Berbagai Konsentrasi Selama Perendaman Terhadap Sifat Fisik, Kimia dan Fungsional Tepung Umbi Iles-Iles**, Laporan Penelitian, F.T.P, Universitas Jember, Jember.
- Madhavi. D.L, S.S Desh Pande, D.K. Salunkhe, 1996, **Food Anti Oxidants, Technological, Toxicological, & Health Perspective**, Marcel Dekkar Inc, New York.
- Makfoeld D. (1982), **Deskripsi Pengolahan Hasil Nabati**, Agritech, Yogyakarta.
- Muchtadi R, T. Muchtadi dan G. Said, 1979, **Pengolahan Hasil Pertanian II**, Departemen Hasil Pertanian, Fatemata IPB, Bogor.
- Muljohardjo M., 1983, **Pengolahan Tapioka**, Yogyakarta : Jurusan Pengolahan Hasil Pertanian FTP UGM.
- Munadjim, (1982), **Teknologi Pengolahan Pisang**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Panggabean, A.G. (2000), **Pengaruh Penambahan Pati Pencampur dari Berbagai Jenis dan Konsentrasi Terhadap Sifat Fungsional Pati Umbi Suweg**, Laporan Penelitian, F.T.P, Universitas Jember, Jember.
- Rukmana, R., (1999), **Usaha Tani Pisang**, Kanisius, Yogyakarta.
- Santoso, H.B. (1995), **Saus Pisang**, Kanisius, Yogyakarta.
- Stine, W.R., Wignot, T.M. & Stockham, E.B., (1994), **Aplied Chemistry**, D.C. Health and Company, Lexington, Massachusetts, Toronto.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, Suhardi, (1984), **Prosedur Analisa Bahan Makanan dan Pertanian**, Liberty, Yogyakarta.

- Sudewo, A. (1999), **Karakteristik Pati Biji Mangga dan Produk-Produk Olahannya**, Laporan Penelitian, F.T.P, Universitas Jember, Jember.
- Suhardiman P. (1997), **Budidaya Pisang Cavendish**, Kanisius, Yogyakarta
- Suryabrata S., 2002, **Metodologi Penelitian**, PT. Raja Grafindo Persada, Jakarta.
- Tejasari, (2002). **Pemanfaatan Pati Biji Alpukat Untuk Bahan Campuran Mie Kering**, Laporan Penelitian , F.T.P, Universitas Jember, Jember.
- Syarief R., F.G Winarno A. Irawan & S. Budiartman, 1987, **Studi Reka Pangan Beras Instan dalam Seminar Reka Pangan I**, Yogyakarta : PAU Pangan dan Gizi UGM.
- Swinkels dan J. J. M Veendams, 1985, **Compotition and Properties of Comercial Native Starches**, Starch 37 : 1-5.
- Syarief, R. dan A. Irawati, 1988, **Pengetahuan Bahan Untuk Industri Pertanian**, PT. Merton Putra, Jakarta.
- Winarno, F. G.,1997, Kimia Pangan dan Gizi**, PT. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Winarno, F. G., M. man , 1995, **Fisiologi Lepas Panen**, Bogor : Sastra Hudaya.
- Winarno, F. G., S. Fardiaz & D. Fardiaz, 1980, **Pengantar Teknologi Pangan**, Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

SIFAT-SIFAT FISIK PATI BONGGOL PISANG

Lampiran 1. Data Pengamatan Derajat Putih Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	68.95	68.69	69	206.64	68.88
A2	69.86	69	69.65	209.11	69.7
A3	70.3	71.8	70.4	212.5	70.8
A4	69.2	69.49	69	207.69	69.23

Lampiran 2. Data Pengamatan Sudut Curah Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	42.07	41.83	42.31	126.21	42.07
A2	48.55	45.19	43.09	136.83	45.61
A3	40.62	38.55	40.14	119.31	39.77
A4	45.26	42.75	45.58	133.59	44.53

Lampiran 3. Data Pengamatan Densitas Kamba

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	0.537	0.544	0.527	1.608	0.536
A2	0.526	0.549	0.5525	1.6275	0.5425
A3	0.555	0.515	0.529	1.599	0.533
A4	0.5375	0.538	0.5355	1.611	0.537

Lampiran 4. Data Pengamatan Ukuran Granula Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	100	80	22.5	202.5	67.5
A2	70	55	37.5	162.5	54.16
A3	100	80	30	210	70
A4	100	62.5	25	187.5	62.5

SIFAT-SIFAT KIMIA PATI BONGGOL PISANG

Lampiran 5. Data Pengamatan Kadar Air Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	9.16	9.9	8.66	27.72	9.24
A2	11.3	9.54	12.4	33.24	11.08
A3	7.33	5.4	7.35	20.079	6.693
A4	9.08	10.8	10.4	30.28	10.09

Lampiran 6. Data Pengamatan Kadar Abu Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	0.75	0.3	0.7	1.75	0.583
A2	0.8	0.74	0.77	2.31	0.77
A3	0.8	0.85	0.79	2.44	0.813
A4	1.1	0.87	0.9	2.87	0.956

Lampiran 7. Data Pengamatan Kadar HCN Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	3.2	2	3	8.2	2.73
A2	2.4	2.8	1.6	6.8	2.267
A3	3.6	2	2.2	7.8	2.6
A4	0.8	1.4	1	3.2	1.067

SIFAT-SIFAT FUNGSIONAL PATI BONGGOL PISANG

Lampiran 8. Data Pengamatan Suhu Gelatinisasi Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	68	70	67	205	68.33
A2	79	77	77	233	77.6
A3	73	70	71	214	71
A4	74	73	76	223	73

Lampiran 9. Data Pengamatan Viskositas Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	0.0262	0.0231	0.0218	0.0711	0.0237
A2	0.0394	0.0520	0.0452	0.1366	0.0455
A3	0.0305	0.0272	0.0314	0.0891	0.0297
A4	0.0233	0.0270	0.0218	0.0721	0.024

Lampiran 10. Data Pengamatan Kekuatan Pemekaran Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	18.2142	17.9813	18.5721	54.7676	18.2558
A2	23.1659	21.187	24.425	68.7779	22.9259
A3	19.5276	20.8317	19.574	59.9333	19.9777
A4	18.6418	18.1225	20.0425	56.8068	18.9356

Lampiran 11. Data Pengamatan Kapasitas Pengikatan air Pati

<i>Perlakuan</i>	<i>Ulangan</i>			<i>Jumlah</i>	<i>Rata-rata</i>
	1	2	3		
A1	20.8	18.4	19.82	59.02	19.67
A2	25.3	28.6	27.18	81.08	27.03
A3	23.5	23.7	20.9	68.1	22.7
A4	20.2	19.8	21.5	61.5	20.5