

**PENGARUH PENAMBAHAN JENIS BAHAN PENGISI PADA
EKSTRAK GLUKOMANAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN
KIMIA TEPUNG GLUKOMANAN DARI UMBI PORANG**

(Amorphophallus oncophyllus)

SKRIPSI

**Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pertanian**

Oleh :

Sekar Widiasmara

0611010074



**JURUSAN TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA**

MALANG

2011

LEMBAR PERSETUJUAN

Judul : Pengaruh Penambahan Jenis Bahan Pengisi pada Ekstrak
Glukomanan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung
Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)

Nama : Sekar Widiasmara

NIM : 0611010074

Jurusan : Ilmu dan Teknologi Pangan

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Pembimbing

Tanggal 1 / 4 /2011



Prof. Dr. Ir. H. Simon B. Widjanarko, M. App. Sc
NIP. 19521003 197903 1 002

Tanggal Persetujuan :

1 April 2011

LEMBAR PENGESAHAN

Judul : Pengaruh Penambahan Jenis Bahan Pengisi pada Ekstrak
Glukomanan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung
Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)

Nama : Sekar Widiasmara

NIM : 0611010074

Jurusan : Ilmu dan Teknologi Pangan

Fakultas : Teknologi Pertanian

Dosen Penguji I

Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP.
NIP. 19590821 199303 2 001

Dosen Penguji II

Dr. Agustin Krisna Wardani, STP., MSi.
NIP. 19690807 199702 2 001

Dosen Penguji III

Prof. Dr. Ir. H. Simon B. Widjanarko, M. App. Sc
NIP. 19521003 197903 1 002

Ketua Jurusan,



Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP.
NIP. 19590821 199303 2 001

Tanggal Lulus Skripsi: 1 APRIL 2011

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan di Malang pada tanggal 14 Maret 1988 dari ayah yang bernama Pudjo Santoso dan ibu yang bernama Agustin Liestyaningsih, Amd. Keb.

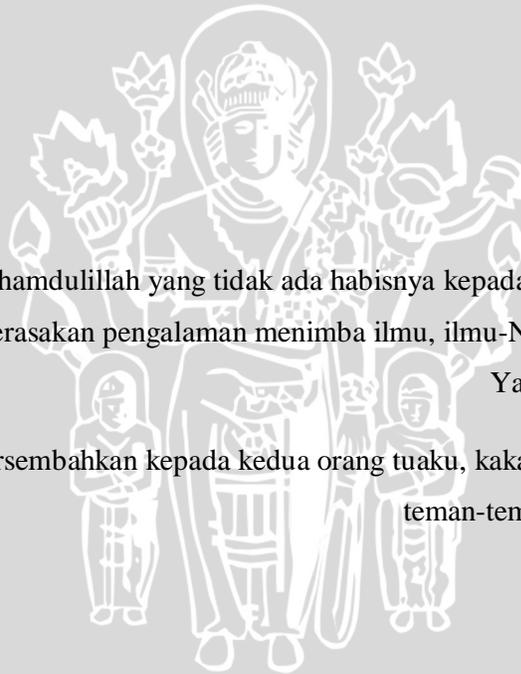
Penulis menyelesaikan pendidikan sekolah dasar di SDN Tanjung 2 Malang pada tahun 2000, kemudian melanjutkan ke Sekolah Menengah Tingkat Pertama di SMPN 8 Malang dengan tahun kelulusan 2003, dan menyelesaikan Sekolah Menengah Umum di SMAN 8 Malang pada tahun 2006.

Pada tahun 2006 terdaftar sebagai mahasiswa dan pada tahun 2011 penulis telah berhasil menyelesaikan pendidikannya di Universitas Brawijaya Malang Jurusan Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Teknologi Pertanian. Pada masa pendidikannya, penulis aktif dalam Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Pertanian (Himalogista).



HALAMAN PERUNTUKAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Rasa Syukur Alhamdulillah yang tidak ada habisnya kepada Allah SWT atas kesempatan untuk merasakan pengalaman menimba ilmu, ilmu-Nya pemilik ilmu, Yang Maha Pandai.

Karya kecil ini kupersembahkan kepada kedua orang tuaku, kakak, keluarga serta teman-teman yang terkasih

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Yang bertanda tangan di bawah ini

Nama Mahasiswa : Sekar Widiasmara
NIM : 0611010074-101
Jurusan : Ilmu dan Teknologi Pangan
Fakultas : Teknologi Pertanian
Judul Skripsi : Pengaruh Penambahan Jenis Bahan Pengisi pada Ekstrak
Glukomanan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung
Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus
oncophyllus*)

Menyatakan bahwa,

Skripsi dengan judul di atas merupakan karya asli penulis tersebut di atas. Apabila di kemudian hari terbukti pernyataan ini tidak benar saya bersedia dituntut sesuai hukum yang berlaku.

Malang, 1 April 2011

Pembuat Pernyataan,

Sekar Widiasmara
NIM. 0611010074-101

repository.ub.ac

Sekar Widiastara. 0611010074. **Pengaruh Penambahan Jenis Bahan Pengisi Pada Ekstrak Glukomanan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Glukomanan dari Tepung Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)**
Pembimbing : 1. Prof. Dr. Ir. Simon Bambang Widjanarko, M.App.Sc

RINGKASAN

Glukomanan merupakan serat pangan larut air yang bersifat hidrokoloid kuat dan rendah kalori sehingga berpotensi tinggi untuk dikembangkan pada industri pangan maupun bidang kesehatan. Glukomanan dapat ditemukan pada porang (*Amorphophallus oncophyllus*). Glukomanan kebanyakan berbentuk tepung untuk mempermudah aplikasinya pada produk pangan dan industri, juga mempermudah penyimpanan dan memperpanjang umur simpannya. Beberapa penelitian sebelumnya tentang tepung glukomanan terdapat kendala yaitu hasil akhir glukomanan setelah proses pengeringan berbentuk menyerupai plastik keras, sehingga sulit untuk dihancurkan dan tepung yang dihasilkan masih memiliki ukuran partikel yang besar. Tepung glukomanan menjadi susah larut dan menurunkan sifat fungsional dari glukomanan. Penambahan bahan pengisi pada glukomanan sebelum dikeringkan bertujuan mempermudah penghancuran dari glukomanan yang sudah dikeringkan.

Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui jenis bahan pengisi yang sesuai sehingga tepung glukomanan mudah diperkecil ukuran dan dilarutkan yang kemudian berpengaruh terhadap sifat-sifat fisik dan kimia tepung glukomanan yang telah diberi penambahan bahan pengisi.

Penelitian ini disusun menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 faktor, yaitu jenis bahan pengisi dengan 6 level (CMC, karagenan, gum arab, maltodekstrin, alginat, *xanthan* gum) sebanyak 1,5% berat ekstrak glukomanan. Masing-masing perlakuan dilakukan 2 kali ulangan sehingga diperoleh 12 satuan percobaan. Analisa Data hasil pengamatan menggunakan analisis ragam (ANOVA). Apabila dari hasil uji terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan BNT dengan taraf 5% atau 1% untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Pengamatan perlakuan terbaik menggunakan metode *Multiple attribute*, dengan pembandingan glukomanan tanpa bahan pengisi (kontrol) dan glukomanan komersil.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan penambahan bahan pengisi pada tepung glukomanan berpengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap viskositas, kadar kalsium oksalat, kadar air, dan pembentukan gel. Tepung glukomanan berpengaruh nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap kadar glukomanan. Namun tidak berpengaruh nyata terhadap derajat warna putih dan rendemen.

Tepung glukomanan terbaik diperoleh dari perlakuan penambahan bahan pengisi alginat. Karakteristik tepung glukomanan terbaik adalah sebagai berikut : kadar glukomanan 85,11%; kadar oksalat 0,19%; viskositas 1050 c.Ps.; derajat warna putih 43,77 kadar air 6,35%.

Kata kunci : tepung glukomanan, bahan pengisi, alginat

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

repository.ub.ac

Sekar Widiastara. 0611010074. **Effect of Addition a Few Filler Types to Glucomannan Extract on Physical and Chemical Characteristic of Glucomannan Flour From Konjac Flour (*Amorphophallus oncophyllus*)**
Supervisor : 1. Prof. Dr. Ir. Simon Bambang Widjanarko, M.App.Sc

SUMMARY

Glucomannan is a water soluble fiber which has strong hydrocolloid character and low calory, very potential for developed at food industry and health field. Glucomannan can be found at konjac tuber (*Amorphophallus oncophyllus*). Glucomannan mostly available in powder shape for easy way application, storage, also for lengthening self life time. However there is lack from latest research about glucomannan flour subject, glucomannan becoming hard plastic shape after drying process. Its hard to be crush so produced big size particle. Glucomannan flour becoming hard to soluble and decreased functional properties of glucomannan. Filler mixed with glucomannan extract before drying in order to make dry glucomannan easier to crush.

The aim of this research was to determine proper filler for glucomannan in order to produce easy crushing and soluble dry glucomannan, then will be affected on physical and chemical characteristic of glucomannan flour with filler addition.

Completely Randomized Design (CRD) used in this research with 1 factor, was types of filler, which consists of 6 levels (CMC, carageenan, Arabic gum, maltodextrin, alginate, and xanthan gum) each 1,5% by weight glucomannan extract. Each treatment was repeated 2 times. The data was analyzed by ANOVA continued by BNT 1% or 5%. The best treatment was chosen by Multiple Attribute method. The best treatment will be compared with glucomannan flour without treatment (as control) and commercial glucomannan flour.

The results showed that treatments of filler proportion gave highly significant effect ($\alpha=0.01$) to viscosity, calcium-oxalate content, water content, and gel forming. Significant effect ($\alpha=0.05$) to glucomannan content. None significant effect to degree of whiteness and level of yield.

The best treatment of glucomannan flour was addition glucomannan with alginate. Which it has 85,11% glucomannan content; 0,19% calcium-oxalate content; 1050 c.Ps viscosity; and 43,77 lightness value, and 6,35% water content.

Key word : Glucomannan flour, filler, alginate

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi Allah SWT yang Maha Pengasih dan Maha Penyayang atas segala rahmat dan hidayah-Nya, hingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.

Skripsi ini berjudul “Pengaruh Penambahan Jenis Bahan Pengisi pada Ekstrak Glukomanan Terhadap Sifat Fisik dan Kimia Tepung Glukomanan dari Umbi Porang (*Amorphophallus oncophyllus*)”. Penyusunan skripsi ini merupakan salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian.

Pada kesempatan ini penyusun mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Dr. Ir. Elok Zubaidah, MP. Selaku Ketua Jurusan Teknologi Hasil Pertanian dan sekaligus Dosen Penguji I yang telah memberikan arahan, ilmu, pengetahuan dan semangat kepada penyusun.
2. Yang terhormat Bapak Prof. Dr. Ir. Simon Bambang Widjanarko, M.App. Sc. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan petunjuk serta bimbingan, sehingga penyusun dapat menyelesaikan skripsi ini.
3. Dr. Agustin Krisna Wardani, STP., Msi. selaku dosen penguji II skripsi.
4. Segenap Laboran Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Ibu Luluk, Ibu Fitri, serta Bapak Agus, Bapak Bekti. Terima kasih atas saran dan arahnya selama penelitian.
5. Bapak Kum selaku perpustakawan Jurusan Teknologi Hasil Pertanian. Terima kasih atas referensi buku-bukunya dan semangat yang telah diberikan.
6. Ayah, ibu, serta mas, mbak, dan keluarga yang telah memberikan semangat kepada penyusun.
7. Teman-teman dan pihak-pihak lain yang telah membantu selama penelitian dan penyusunan skripsi

Menyadari adanya keterbatasan pengetahuan, referensi, dan pengalaman, penyusun mengharapkan saran dan masukan demi baiknya skripsi ini.

Akhirnya harapan penyusun semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi penyusun maupun semua pihak yang membutuhkan.

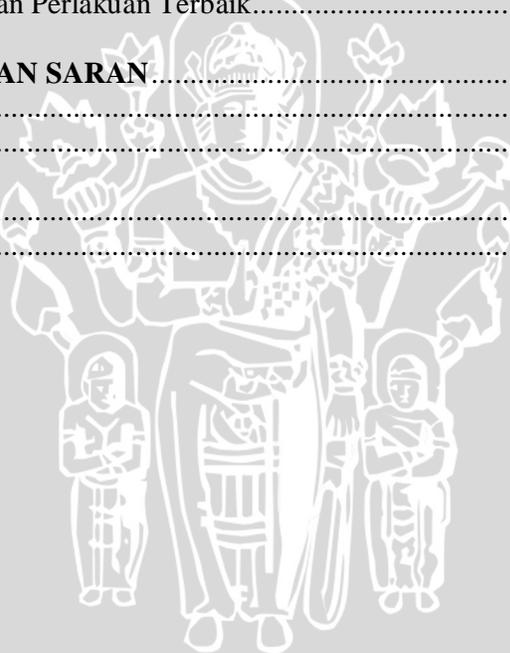
Malang, April 2011

Penyusun

DAFTAR ISI

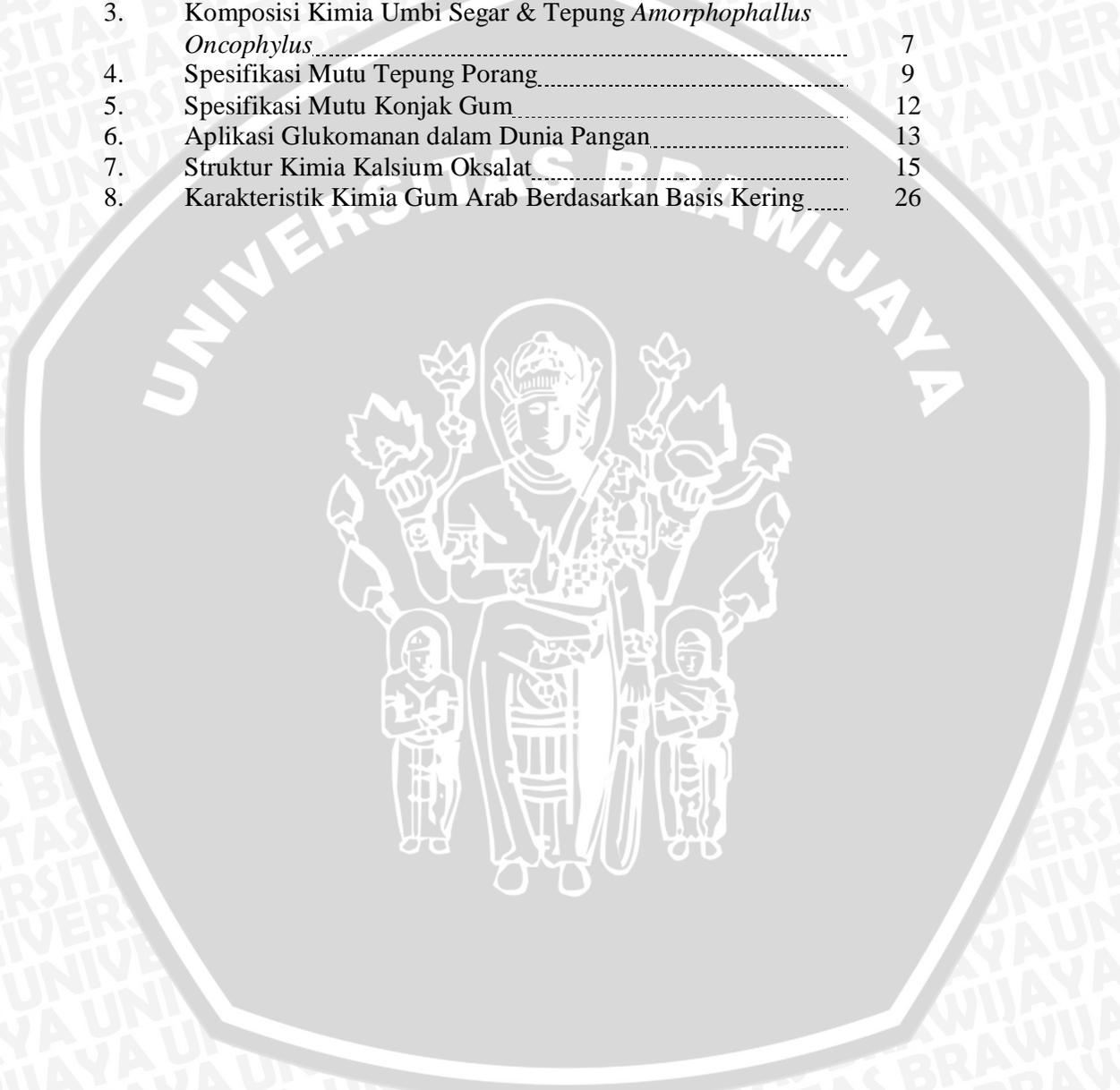
RINGKASAN	vi
SUMMARY	vii
KATA PENGANTAR	viii
DAFTAR ISI	ix
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Tujuan Penelitian	2
1.3. Manfaat Penelitian	3
1.4. Hipotesa Penelitian.....	3
II. TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Umbi Porang.....	4
2.2. Tepung Porang.....	6
2.3. Glukomanan.....	10
2.4. Oksalat	14
2.5. Metode Ekstraksi Glukomanan.....	16
2.5.1 Etanol	18
2.5.2 Air	19
2.5.3 Aluminium Sulfat.....	20
2.6. Bahan Pengisi	21
2.6.1 CMC.....	21
2.6.2 Karagenan.....	23
2.6.3 Gum Arab	25
2.6.4 Maltodekstrin.....	27
2.6.5 Alginat.....	29
2.6.6 <i>Xanthan</i> Gum.....	32
III. METODE PENELITIAN	35
3.1. Tempat dan Waktu	35
3.2. Bahan dan Alat.....	35
3.2.1 Bahan.....	35
3.2.2 Alat.....	35
3.3. Rancangan Percobaan.....	36
3.4. Pelaksanaan Penelitian	37
3.4.1 Penelitian Pendahuluan	37
3.4.2 Analisa Bahan Baku.....	37
3.4.3 Prosedur Pembuatan Tepung Tepung Porang	38
3.4.4 Prosedur Pengekstrakan Glukomanan.....	38
3.4.5 Prosedur Pembuatan Tepung Glukomanan	38
3.4.6 Pengamatan.....	39
3.5. Analisa Data.....	39
3.6. Analisa Perlakuan Terbaik.....	39

3.7. Diagram Alir	40
3.7.1 Diagram Alir Pembuatan Tepung Porang	40
3.7.2 Diagram Alir Pengestrakan Glukomanan.....	41
3.7.3 Diagram Alir Pembuatan Tepung Glukomanan	42
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	43
4.1. Karakteristik Bahan Baku	43
4.2. Penambahan Bahan Pengisi Pada Glukomanan dari Umbi Porang	44
4.3. Karakteristik Fisik Dan Kimia Tepung Glukomanan dengan Penambahan Bahan Pengisi	45
4.3.1. Kadar Glukomanan	45
4.3.2. Viskositas	48
4.3.3. Pembentukan Gel	52
4.3.4. Kadar Kalsium Oksalat	54
4.3.5. Derajat Warna Putih.....	56
4.3.6. Kadar Air	58
4.3.7. Rendemen	60
4.3.8. Pemilihan Perlakuan Terbaik.....	61
V. KESIMPULAN DAN SARAN	67
5.1. Kesimpulan	67
5.2. Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA.....	68
LAMPIRAN	75



DAFTAR TABEL

Tabel	Teks	Halaman
1.	Klasifikasi Berdasarkan Analisa Umbi Segar <i>Amorphophallus</i>	5
2.	Komposisi Kimia Umbi Beberapa Jenis <i>Amorphophallus</i>	6
3.	Komposisi Kimia Umbi Segar & Tepung <i>Amorphophallus Oncophylus</i>	7
4.	Spesifikasi Mutu Tepung Porang.....	9
5.	Spesifikasi Mutu Konjak Gum.....	12
6.	Aplikasi Glukomanan dalam Dunia Pangan.....	13
7.	Struktur Kimia Kalsium Oksalat.....	15
8.	Karakteristik Kimia Gum Arab Berdasarkan Basis Kering.....	26

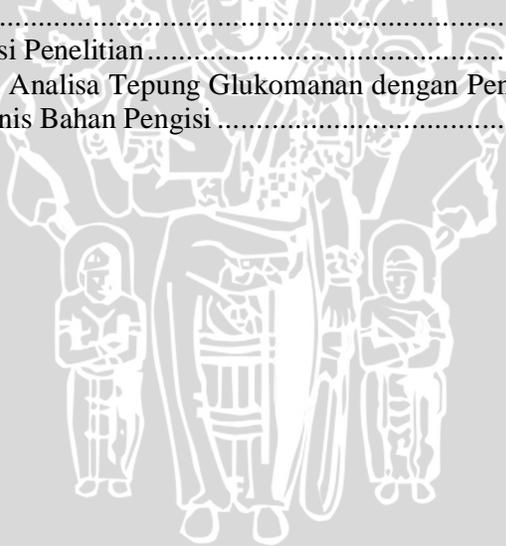


DAFTAR GAMBAR

Gambar	Teks	Halaman
1.	Tanaman dan Umbi Porang	4
2.	Penampang Melintang Porang, Suweg, dan Iles-iles	5
3.	Struktur Glukomanan	10
4.	Sel Glukomanan	11
5.	Variasi Bentuk Kalsium Oksalat pada Tanaman	16
6.	Struktur Etanol	18
7.	Struktur Aluminium Sulfat	20
8.	Struktur CMC	22
9.	Struktur Karagenan	23
10.	Mekanisme Pembentukan Gel Karagenan	24
11.	Struktur Gum Arab	26
12.	Struktur Maltodekstrin	28
13.	Struktur Alginat	30
14.	Mekanisme Gelatinisasi Alginat	31
15.	Struktur <i>Xanthan</i> Gum	32
16.	Ikatan <i>Xanthan</i> dan Glukomanan	33
17.	Tepung Glukomanan Hasil Penambahan Bahan Pengisi	93
18.	Perbandingan Tepung Glukomanan Kontrol, Tepung Glukomanan Perlakuan Terbaik, dan Tepung Glukomanan Kontrol	93

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor	Teks	Halaman
1	Prosedur Analisa	75
2	Data Hasil Analisa Kadar Glukomanan Akibat Penambahan Perbandingan Jenis Bahan Pengisi.....	83
3	Data Hasil Analisa Viskositas Akibat Penambahan Perbandingan Jenis Bahan Pengisi.....	84
4	Data Hasil Analisa Pembentukan Gel Akibat Penambahan Perbandingan Jenis Bahan Pengisi.....	85
5	Data Hasil Analisa Kadar Ca-Oksalat Akibat Penambahan Perbandingan Jenis Bahan Pengisi.....	86
6	Data Hasil Analisa Derajat Warna Putih Akibat Penambahan Perbandingan Jenis Bahan Pengisi.....	87
7	Data Hasil Analisa Kadar Air Akibat Penambahan Perbandingan Jenis Bahan Pengisi.....	88
8	Data Hasil Analisa Rendemen Akibat Penambahan Perbandingan Jenis Bahan Pengisi.....	89
9	Data Hasil Analisa Perlakuan Terbaik Metode <i>Multiple Attribute</i>	90
10	Dokumentasi Penelitian.....	91
11	Data Grafik Analisa Tepung Glukomanan dengan Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi	94



BABI PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) adalah golongan Araceae asli Indonesia, porang termasuk tipe tumbuhan liar (*wild type*) (Yuzammi, 2000). Porang di kalangan petani Indonesia belum banyak dikenal, tumbuhnya bersifat sporadis di hutan-hutan, dan belum banyak dibudidayakan (Hartanto, 1994). Tepung porang yang dihasilkan dari umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) mengandung serat pangan larut yang struktur dan fungsinya mirip dengan pektin yang biasa disebut glukomanan. Glukomanan dapat ditemukan pada tepung porang sebagai kandungan polisakarida terbesar dengan kadar mencapai 24,4-58,3% (bk) (Said, 1995).

Glukomanan merupakan serat pangan larut air yang bersifat hidrokoloid kuat dan rendah kalori sehingga berpotensi tinggi untuk dikembangkan pada industri pangan maupun bidang kesehatan (Romli, 2002). Glukomanan biasa ditemukan dalam bentuk sudah menjadi tepung, yaitu tepung glukomanan. Glukomanan dalam bentuk tepung dapat mempermudah aplikasinya pada produk pangan dan industri, juga mempermudah penyimpanan dan memperpanjang umur simpannya (Anonymous, 2009^a).

Penelitian sebelumnya yaitu pada penelitian Gadizza (2009), Aldera (2009), dan Putra (2009) memiliki kekurangan yaitu ekstrak glukomanan setelah pengeringan menghasilkan bentuk plastik keras yang sulit diperkecil ukurannya sehingga dihasilkan tepung glukomanan yang memiliki ukuran partikel yang besar. Tepung glukomanan tersebut menjadi susah larut dalam air, dan

membutuhkan waktu lama untuk larut. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk memperbaiki masalah tersebut.

Penelitian lanjutan didasarkan dari penelitian Warsiki (1993) tentang penambahan jenis dan konsentrasi bahan pengisi untuk pembuatan tepung instan. Bahan pengisi yang ditambahkan pada penelitian lanjutan ini antara lain CMC, karagenan, gum arab, maltodekstrin, alginat, dan *xanthan* gum dengan konsentrasi 1,5% dari berat ekstrak glukomanan. Menurut Reinecciuns (1991), beberapa jenis bahan pengisi yang umum digunakan antara lain pati, dekstrin, dan beberapa jenis hidrokoloid seperti gum dan CMC.

Penambahan berbagai jenis bahan pengisi pada ekstrak glukomanan sebelum dikeringkan bertujuan memperbaiki karakteristik tepung glukomanan secara fisik dan kimia (kelarutan tinggi, kadar glukomanan tinggi, viskositas tinggi, kadar oksalat rendah, kadar air rendah, dan warna yang putih). Hasil dari penelitian terbaik kemudian akan dibandingkan dengan tepung glukomanan tanpa bahan pengisi dan tepung glukomanan komersil, sehingga dapat diketahui penambahan bahan pengisi berpengaruh terhadap karakter fisik dan kimia dari tepung glukomanan.

1.2 Tujuan Penelitian

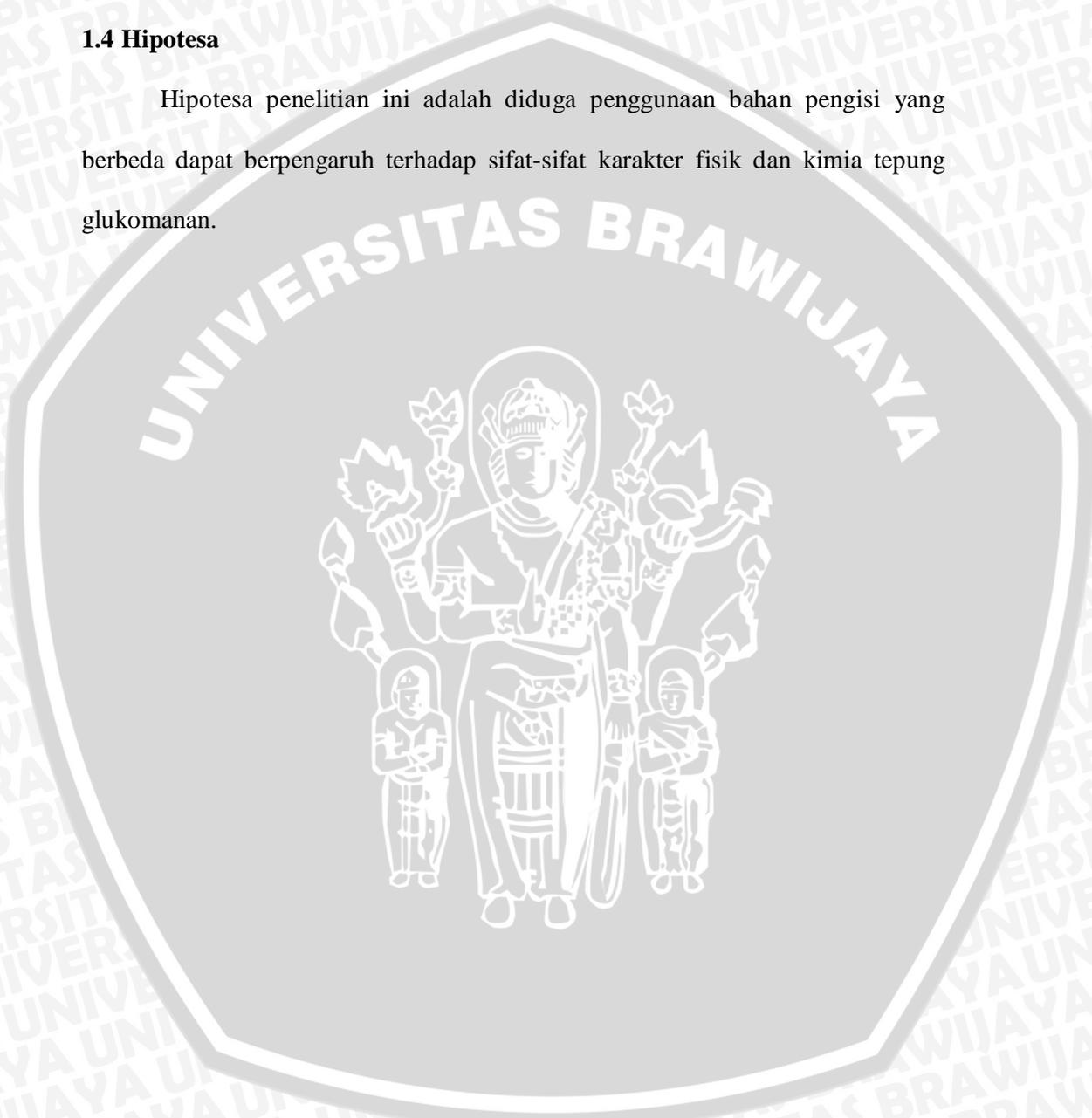
Tujuan penelitian ini yaitu untuk mengetahui jenis bahan pengisi yang sesuai untuk menghasilkan tepung glukomanan yang mudah ditepungkan dan kemudahan dalam pelarutannya.

1.3 Manfaat Penelitian

Manfaat penelitian ini adalah mendapatkan tepung glukomanan yang mudah untuk diperkecil ukurannya dan mudah untuk dilarutkan.

1.4 Hipotesa

Hipotesa penelitian ini adalah diduga penggunaan bahan pengisi yang berbeda dapat berpengaruh terhadap sifat-sifat karakter fisik dan kimia tepung glukomanan.



II. TINJAUAN PUSTAKA

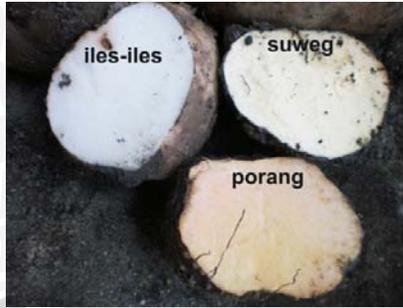
2.1 Umbi Porang

Porang (*Amorphophallus oncophyllus*) adalah golongan Araceae asli Indonesia yang banyak tumbuh secara liar di hutan-hutan pulau Jawa, sehingga di Jepang dikenal sebagai “Jawa Mukago Konyaku”. Porang merupakan tumbuhan semak yang berumbi dalam tanah. Tumbuhan ini dapat tumbuh baik pada tanah yang memiliki ketinggian 400-800 m diatas permukaan laut, di hutan daerah tropis dan subtropis yang bersuhu 25-30°C. Jenis tanah yang cocok adalah tanah liat berpasir dengan pH 6-7 (Anonymous, 2006^a). Porang Gambar tanaman dan penampang luar umbi porang tersaji pada gambar 1.



Gambar 1. Tanaman dan Umbi porang (Anonymous, 2006^a)

Selain porang terdapat sekitar 130 species lain dari golongan *Amorphophallus* dan banyak tumbuh di pegunungan daerah sub-tropis Asia (Anonymous, 2006^a). Spesies lain yang populer dibudidayakan dan dimanfaatkan di Jepang adalah *Amorphophallus rivieri* *Amorphophallus konjac* C. Koch. Di Indonesia selain porang (*A. oncophyllus*) terdapat beberapa spesies lain, diantaranya adalah *A. campanulatus* (suweg), *A. variabilis* (iles-iles). Gambar perbedaan penampang dalam dari umbi porang, iles-iles, dan suweg tersaji pada gambar 2.



Gambar 2. Penampang Melintang Porang, Suweg, dan Iles-iles (survey ke Desa Sumberbendo, 2010)

Analisa berbagai jenis umbi *Amorphophallus* yang meliputi warna kulit, warna daging, kadar glukomanan, diameter granula pati dan bentuk kalsium oksalat, seperti ditunjukkan pada Tabel 1.

Tabel 1. Klasifikasi Berdasarkan Analisa Umbi Segar dari *Amorphophallus*

Analisa Umbi	Spesies <i>Amorphophallus</i>		
	<i>campanulatus</i>	<i>variabilis</i>	<i>oncophyllus</i>
Warna kulit	Coklat tua	Abu-abu	Coklat keabu-abuan
Warna daging	Oranye sampai merah	Putih	Kuning kemerah-merahan
Kadar glukomanan	Tidak ada	10% - 15%	15 – 65%
Diameter granula pati (mikron)	Agregat 20-30 Tunggal 10-15	Agregat 20-30 Tunggal 5-8	Agregat 20-30 Tunggal 2-3
Bentuk kalsium oksalat	Jarum	Jarum	Jarum

Sumber : Ohtsuki (1968) dalam Syaefullah (1990)

Umbi porang mempunyai daya simpan yang pendek. Pada bulan pertama jika umbi porang disimpan pada suhu ruang 25-30°C, akan kehilangan berat sekitar 25 %. Tetapi apabila disimpan pada suhu 10°C, dapat tahan berbulan-bulan. Kadar air umbi porang relatif tinggi, antara 70-85% yang menyebabkan kerusakan pada bagian dalamnya oleh aktivitas enzim. Sebaiknya penyimpanan umbi porang dilakukan dalam bentuk produk kering dan pengolahan umbi segar menjadi produk kering harus dilakukan sesegera mungkin (Anonymous, 2008^a).

Kandungan kimia dari umbi *Amorphopallus* sebagian besar berupa pati, mannan serta kandungan gula lainnya. Komposisi dari beberapa jenis *Amorphopallus* dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2, Komposisi Kimia Umbi Beberapa Jenis *Amorphopallus*

Jenis	Kadar air (%)	Bahan Kering (%)	Pati (%)	Mann an (%)	Polio sa (%)	Serat kasar (%)	Gula bebas (%)
<i>A. campanulatus</i>	70,1	29,2	77,0	0,0	14,2	8,5	0
<i>A. variabilis</i>	78,4	21,6	27,0	44,0	0,0	6,0	9,0
<i>A. oncophyllus</i>	79,7	20,3	2,0	55,0	14,0	8,0	0
<i>A. bulbifer</i>	80,0	20,0	70,0	5,5	13,0	10,0	0
<i>A. Konjac</i>	80,0	20,0	10,6	64,0	5,0	5,0	0

Sumber : Ohtsuki (1968)

Porang telah menjadi bahan pembuat konyaku (hasil koagulasi dengan CaOH_2) dan shirataki (sejenis mie) untuk masakan Jepang juga dapat digunakan sebagai pengganti agar-agar dan gelatin. Kegunaan lainnya, porang dapat dipakai untuk bahan perekat kertas, cat dan bahan mengilapkan kain seperti katun/wol, serta bahan imitasi yang kualitasnya lebih baik dan lebih murah dibandingkan dengan amilum. Porang juga bisa dipakai sebagai bahan *negative film*, isolasi, dan pita seluloid karena sifatnya seperti selulosa (Anonymous, 2006^a).

2.2 Tepung Porang

Tepung porang dari umbi porang (*Amorphophallus oncophyllus*) memiliki kandungan serat pangan larut yang struktur dan fungsinya mirip dengan pektin disebut juga glukomanan. Glukomanan merupakan kandungan terbesar dari polisakarida hidrokolid yang terdapat pada tepung porang. Pembuatan tepung porang berasal dari umbi porang digilas dan digiling, dan ketidakmurniannya dipisahkan dengan separasi mekanis, pencucian dengan air, atau pencucian

dengan etanol untuk menghasilkan tepung porang (Anonymous, 2006^b).

Komposisi porang menurut Arifin (2001) tersaji pada Tabel 3.

Tabel 3, Komposisi Kimia Umbi Segar dan Tepung *Amorphophallus oncophyllus*

Analisis	Kandungan per 100gr Contoh (Bobot Basah)	
	Umbi segar (%)	Tepung (%)
Air	83.3	6.8
Glukomanan	3.58	64.98
Pati	7.65	10.24
Protein	0.92	3.42
Lemak	0.02	-
Serat Berat	2.5	5.9
Kalsium Oksalat	0.19	-
Abu	1.22	7.88
Logam Berat	0.09	0.13

Sumber : Arifin (2001)

Proses pengolahan tepung porang diatas bertujuan untuk menghasilkan tepung yang memperkaya glukomanan dan memenuhi spesifikasi yang terdaftar pada *Food Chemicals Codex*. *Food Chemical Codex* membuat daftar penggunaan tepung porang di AS sebagai agen pembuatan gel, pengentalan, pengikat air, pembentuk film, pembuat emulsi, dan stabilisator. Mutu tepung Porang/Konjak Indonesia yang dicari sekitar 60.000 c.Ps (centipoise). Tepung porang diasumsikan dapat menggantikan penggunaan pektin, pektin termodifikasi, dan gelatin.

Proses pembuatan tepung porang (*Amorphophallus oncophyllus*) dalam penelitian Suhirman dkk. (2002) dilakukan dengan cara kering yaitu umbi yang dicabut dari akarnya kemudian dibersihkan, dikupas dan dicuci dengan air bersih. Umbi porang diiris tipis-tipis dan dikeringkan dengan oven suhu 50°C selama 18 jam, kemudian diblender dan diayak sampai diperoleh ukuran tepung 60 mesh. Thomas (1997) menyatakan bahwa pembuatan tepung porang diawali dengan memotong-motong umbi porang menjadi *chip* sehingga mudah dikeringkan. Chip

kemudian dihancurkan atau ditepungkan untuk selanjutnya dipisahkan dengan *Air Classification*. Komponen tepung yang lebih berat (kantung glukomanan) akan terpisah dari tepung kering yang sudah hancur (fraksi ringan terdiri dari oksalat, protein, abu), tepung porang akhir ini mengandung 70-90% glukomanan. Tahap akhir adalah pengayakan yang akan meningkatkan kemampuan hidrasi pada air.

Murtinah (1977) menyatakan pengolahan umbi iles-iles menjadi tepung dapat dilakukan dengan cara mengiris-iris dengan ketebalan setengah sentimeter. Pengirisan yang terlalu tipis akan menyebabkan umbi lengket sedangkan jika terlalu tebal proses pengeringannya berjalan lambat. Gaplek iles-iles yang sudah kering kemudian digiling menjadi tepung iles-iles yang kemudian dipisahkan tepung glukomanannya dengan perbedaan partikelnya. Menurut Tye (1991) penggunaan tepung iles-iles (*konjac flour*) telah dimanfaatkan lebih dari seribu tahun di kawasan Asia untuk membuat produk gel yang disebut dengan konyaku, tepung porang dapat dimanfaatkan untuk pencampur dalam makanan seperti jeli, es krim, sosis.

Tepung porang kasar yang dikeringkan mengandung 49-60% glukomanan sebagai polisakarida utama, 10-30% pati, 2-5% serat, 5-14% protein kasar, 3-5% gula reduksi dan 3,4-5,3% abu dan vitamin juga lemak yang rendah. Tepung porang kasar berwarna krem sampai coklat muda dengan aroma khas seperti ikan. Tepung porang yang dibuat menjadi solusi cair membentuk larutan cairan pseudoplastis yang bersifat *non newtonian*. Viskositas porang lebih tinggi daripada bahan pengental alami lainnya dan stabil terhadap asam, tidak ada pengendapan walaupun pH diturunkan dibawah 3,3. Larutan porang tahan

terhadap garam walau pada konsentrasi yang tinggi (Johnson, 2005). Spesifikasi mutu tepung porang tersaji pada Tabel 4.

Tabel 4. Spesifikasi Mutu Tepung Porang

Parameter	Persyaratan
Kadar Air	10.0 ^a
Kadar glukomannan (tanpa pemurnian)	Top Grade $\geq 70\%$ ^c First Grade $\geq 65\%$ ^c Second grade $\geq 60\%$ ^c
Kadar Abu	4% ^c
Kadar Sulfit	$<0.03\%$ ^a
Kadar Timah	$<0.003\%$ ^a
Kadar Arsenik	$<0.001\%$ ^a
Kalori	3 Kcal/100 g ^b
Viskositas (Konsentrasi tepung 1%) tanpa pemurnian	Top Grade ≥ 22000 mpa.s ^c First Grade ≥ 18000 mpa.s ^c Second grade ≥ 14000 mpa.s ^c
Kenampakan	Putih ^a

Sumber : ^a Anonim (2006^a)

^b Johnson (2005)

^c Peiying *et al.*, (2002)

Anonymous (2006^a) melaporkan tepung porang memiliki karakteristik yaitu kelarutan tinggi baik dalam air panas maupun dingin, dan membentuk sol dengan viskositas yang tinggi. Tepung porang membentuk *thermo-irreversible* gel ketika ditambah dengan larutan alkali, membentuk gel stabil terhadap panas dan dapat berinteraksi dengan pati, bersifat sinergis dengan *kappa* karagenan dan *xanthan gum*. Anonymous (2006^b) menyatakan tepung porang merupakan serat larut yang memiliki kekuatan pengental 10 kali lebih besar daripada kanji tepung jagung. Tepung porang mengentalkan dengan kelembutan satin dan penampakan luar yang mengkilap. Tepung ini tidak mempengaruhi rasa asli makanan. Resep-resep yang dikentalkan dengan tepung porang memiliki tampilan yang jauh lebih baik daripada yang menggunakan tepung *all purpose*.

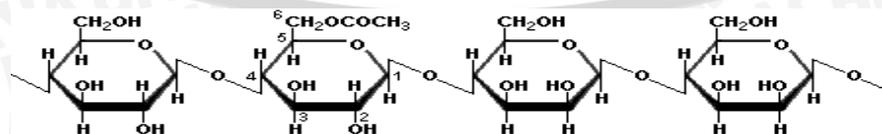
Wicaksono dkk. (2005) menyatakan tepung porang adalah serat murni larut air, tidak mengandung kalori, dan bebas gelatin. Berbeda dengan pengental

tipe pati seperti tepung *all purpose* dan pati tepung jagung, tepung porang merupakan serat larut air yang memiliki tingkat kekentalan paling tinggi secara alamiah. Porang maupun konjak biasa disebut sebagai hidrokoloid polisakarida larut air. Serat larut air memiliki potensi yang lebih besar untuk mengurangi *postprandial* glukosa darah, insulin, dan tingkat serum lipid dibandingkan serat tidak larut.

Konsumsi tepung porang sebagai bahan makanan dalam makanan-makanan siap saji diperkirakan adalah 1,2 gr/orang/hari. Penggunaan tepung porang memiliki batasan sendiri dan tidak menggantikan semua penggunaan pektin dan gelatin, pendekatan yang lebih sesuai adalah bahwa tepung porang dapat menggantikan sepertiga dari penggunaan pektin dan gelatin, oleh karena itu dikonsumsi pada tingkat 0,4 gr/orang/hari (Anonymous, 2008^a).

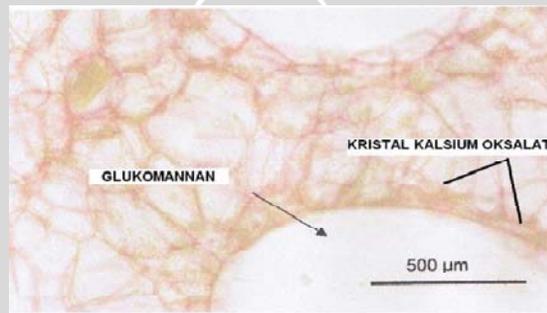
2.3 Glukomanan

Glukomanan merupakan salah satu komponen kimia terpenting yang terdapat dalam umbi *Amorphophallus*. Glukomanan merupakan polimer dari D-glukosa dan D-manosa dengan perbandingan 2:3 dengan ikatan β -1,4 dan disubstitusi secara acak oleh grup asetil pada posisi yang tidak diketahui dengan pasti. Berat molekul glukomanan adalah sekitar 1000-2000 kilo dalton. Glukomanan dalam air pada temperatur ruangan akan memberikan kekentalan yang tinggi dan akan membentuk gel bila ditambahkan air kapur (Sugiyama *et al.*, 1972). Gambar struktur kimia dari glukomanan terdapat pada Gambar 3.



Gambar 3. Struktur Glukomanan (Anonymous, 2009^a)

Anonymous (2006^b) menyatakan glukomanan adalah polisakarida hidrokoloid yang terdiri dari residu terdiri dari 60% D-glukosa dan 40% D-manosa yang diikat bersama-sama dalam ikatan β -1,4. Beberapa dari residu gula dalam glukomanan *acetylated*. Glukomanan bersifat rendah kalori yakni kurang lebih 3 Kkal/100 g bahan. Menurut Ohtsuki (1968), jika irisan umbi *Amorphophallus* diamati di bawah mikroskop akan terlihat sebagian besar umbi tersusun oleh sel-sel glukomanan. Sel-sel glukomannan berukuran 0.5-2 mm, lebih besar 10-20 kali dari sel pati. Satu sel glukomanan terdiri dari satu butir glukomanan. Gambar penampang sel glukomanan terdapat pada Gambar 4.



Gambar 4. Sel Glukomanan (Anonymous, 2009^a)

Kadar dan ketebalan glukomanan dari umbi *Amorphophallus oncophyllus* masing-masing antara 24,4-58,3 % (basis kering) (Said, 1995). Umbi porang kering dan tepung porang hasil proses tradisional mengandung kadar glukomanan yang rendah yaitu dibawah 30%, sehingga viskositas glukomanan juga menjadi turun di bawah 10.000 c.Ps (Purwadaria, 2001). Faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kadar glukomanan antara lain adanya perlakuan pendahuluan (bentuk pengirisan), umur panen, bagian-bagian yang digiling, alat yang digunakan, kecepatan putaran alat penggiling, dan ulangan waktu penggilingan (Suhirman dkk., 2002).

Glukomanan murni dari tanaman konjak dapat mempertahankan karakter utama dari tepung konjak, dapat membentuk suatu sistem koloid yang transparan dan dapat digunakan sebagai konyaku dengan kualitas yang baik. Tepung konjak dimurnikan melalui ekstraksi glukomanan dengan alkohol untuk membersihkan tepung konjak dari pati yang terlarut. Hasil dari proses pemurnian ini disebut gum konjak dimana kandungan poliglukomanannya mencapai 80%. Gum konjak dapat digunakan secara langsung ataupun dapat dikombinasikan dengan *xanthan* gum, karagenan dan agen pengental yang lain dalam produk pangan. Setelah melalui tahapan ekstraksi, rendemen mengandung kadar gum yang tinggi dan senyawa yang tidak diinginkan dapat berkurang termasuk sulfur dioksida (Chan *and* Albert 2008). Spesifikasi mutu tentang komposisi dari tepung glukomanan menurut Far-east (2009) dan Anonymous (2006^a) disajikan pada Tabel 5.

Tabel 5. Spesifikasi Mutu Tepung Glukomanan

Parameter	Spesifikasi (Far-east, 2009)	Spesifikasi (Anonymous, 2006 ^a)
Kenampakan	Bubuk berwarna putih	Bubuk berwarna putih
Kelarutan	Larut dalam air dingin maupun panas	-
Kadar glukomanan	>85%	>88%
Viskositas (1% larutan)	16000 cps Per U.S Tst Approach	35.000 mpas
pH (1% larutan)	-	7.0
Kadar Protein	<0.5%	-
Kadar air maksimal	10%	<10.5%
Kadar abu maksimal	0.5%	<0.5 mg/kg

Glukomanan sebagai *gelling agent* memiliki karakteristik yang unik, yaitu kemampuan membentuk baik *thermo-irreversible* maupun *thermoreversible* gel pada kondisi yang berbeda. Gel yang bersifat *thermoirreversible* dimana larutan tidak membentuk gel karena gugus asetil menghalangi rantai glukomanan untuk saling berinteraksi, tetapi gel akan terbentuk dengan pemanasan 85°C pada

kondisi alkali lemah (pH 9-10). Gel yang bersifat *thermoreversible* terbentuk apabila glukomanan dikombinasikan dengan *xanthan gum*, *kappa karagenan*, dan hidrokoloid lainnya. Gel yang terbentuk bersifat stabil terhadap panas dan akan tetap stabil ketika pemanasan dilakukan berulang-ulang pada suhu 100°C bahkan pada suhu 200°C. (Jhonson, 2005).

Aplikasi dari glukomanan bervariasi, misalnya dalam air memiliki kemampuan mengembang hingga mencapai 138 sampai 200% dan memiliki sifat mencair menyerupai agar sehingga dapat digunakan dalam medium pertumbuhan mikroba pengganti agar (Boelhasrin dkk., 1970). Tepung porang juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan hidrogel atau super-adsorben (Wicaksono, 2005). Aplikasi glukomanan dalam dunia pangan tersaji pada Tabel 6.

Tabel 6. Aplikasi Glukomannan dalam Dunia Pangan

Aplikasi	Fungsi Utama
Mi dan Pasta	Meningkatkan elastisitas
Yoghurt, Puding, Es Krim	Bahan penstabil, mencegah kerusakan karena pembekuan/ <i>thawing</i>
Roti	Meningkatkan volume roti
<i>Edible Film</i>	Pembentuk <i>Film</i>
Juice	Bahan pengental
Sosis dan daging tiruan	Bahan pengganti lemak

Sumber : (Chan, 2008)

Glukomanan merupakan serat larut karena dapat menyerap 200 kali berat air sehingga dapat mengontrol kegemukan, kadar gula darah, membantu mencegah kanker, sembelit, dan mereduksi kolesterol. Glukomanan juga efektif untuk obat pencahar. Serat makanan (*dietary fiber*), termasuk glukomanan adalah komponen dalam tanaman yang tidak tercerna secara enzimatik menjadi bagian-bagian yang dapat diserap oleh saluran pencernaan (Anonymous, 2009^a). Keunggulan glukomanan dari konjak antara lain merupakan serat yang secara

alami bisa larut dalam air, tidak mengandung lemak gula, tepung atau protein. Glukomanan tidak mengandung atau rendah kalori, tembus cahaya, bersifat seperti agar-agar, tidak berbau, dapat disimpan di bawah suhu ruangan selama sekitar satu tahun, bebas dari gandum dan glutana (Anonymous, 2009^a).

Glukomanan sangat baik untuk dikonsumsi karena dapat menjaga kesehatan pencernaan juga menghindari adanya penyumbatan saluran kolon yang dapat memacu penyakit kanker kolon, karena telah diteliti pada orang yang mengkonsumsi glukomanan secara teratur. Bakteri baik dalam usus seperti Bifidobakteri meningkat jumlahnya, dan bakteri tersebut dapat menurunkan zat pemacu kanker yaitu *nitrosamine* yang merupakan protein yang bertanggung jawab dalam perkembangan kanker liver dan penyakit kanker lainnya (Anonymous, 2009^a).

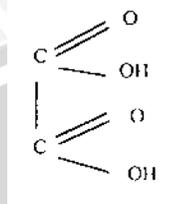
Kebutuhan pengonsumsi glukomanan perhari sebanyak 0,5 gr untuk 2 sampai 3 kali konsumsi perhari. Terdapat efek negatif apabila terlalu banyak mengkonsumsi glukomanan, apabila terlalu berlebihan maka dapat menyebabkan flatulensi dan diare. Upaya untuk menghindari hal tersebut maka pengonsumsi harus disesuaikan dengan dasarnya pemenuhan asupan per hari harus sesuai dengan kebutuhan tubuh (Anonymous, 2009^a).

2.4 Oksalat (COOH)

Oksalat adalah komponen kimia yang berbentuk kristal. Rumus kimianya adalah $(\text{COOH})_2$. Oksalat dalam bentuk kalsium oksalat (CaC_2O_4 / $\text{Ca}(\text{COO})_2$) banyak ditemukan pada tanaman beracun seperti *Dieffenbachia*. Selain itu juga terdapat dalam *rhubarb* (khususnya pada daun), beberapa spesies *Oxalis*, Araceae, taro, kiwi, dan *agaves* serta terdapat dalam bayam dengan jumlah rendah.

Kalsium oksalat yang tidak larut air terdapat pada batang, akar dan daun (Anonymous, 2009^b). Struktur kimia dari kalsium oksalat tersaji pada Tabel 7.

Tabel 7, struktur kimia oksalat (Anonymous, 2009^b)

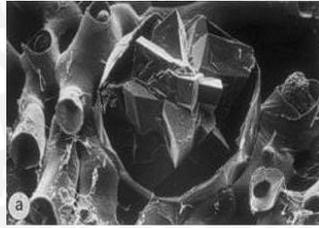


Struktur umum oksalat

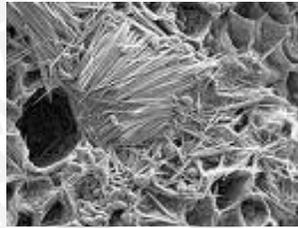
Kelarutan dalam air	0.00067 g/100 ml (20 °C)
Suhu terdekomposisi	189.5 °C
Suhu tersublimasi	157°C

Jalur sintesa oksalat berbeda-beda, menurut Bradbury *and* Holloway (1988), oksalat merupakan konversi dari *glycoxylate* ke *glyxylate* dan *glyoxylate* baru ke oksalat. Fungsi kristal oksalat dalam tanaman kemungkinan sebagai pertahanan terhadap hama, cadangan kalsium untuk perkecambahan dan pertunasan. Oksalat merupakan produksi ekskresi dari metabolisme yang cenderung menumpuk dengan meningkatnya umur.

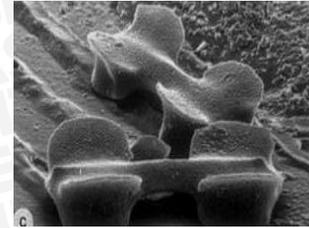
Çalışkan (1998) menyatakan bahwa oksalat dapat berbentuk sebagai asam oksalat bebas, sodium dan potasium terlarut atau sebagai kristal kalsium oksalat yang tidak terlarut. Kristal Ca-oksalat bentuknya bervariasi dari tanaman satu ke tanaman lainnya, antara lain berbentuk seperti jarum, bunga karang, melintang seperti huruf H serta beberapa diantaranya tampak seperti berambut. Bentuk kristal ini terdistribusi dalam sel dibawah kendali genetik serta berperan khusus dalam fisiologis sel tanaman (Bradbury *and* Holloway, 1988). Variasi bentuk kalsium oksalat yang paling umum dijumpai pada tanaman, yaitu dalam bentuk bunga karang (5a), jarum (5b), dan bentuk seperti huruf H (5c), tersaji pada Gambar 5.



(5a)



(5b)



(5c)

Gambar 5. Variasi bentuk kalsium oksalat (Sengbusch, 2008)

Asam oksalat dalam dosis tinggi bersifat merusak dan menyebabkan *gastroenteritis*, *shock*, kejang, rendahnya kalsium plasma, tingginya oksalat plasma, dan kerusakan jantung. Efek kronis konsumsi bahan pangan yang mengandung oksalat adalah terjadinya endapan kristal kalsium oksalat dalam ginjal dan membentuk batu ginjal (Bradbury and Holloway, 1988). Dosis yang mampu menyebabkan pengaruh yang fatal adalah antara 10 dan 15 gram (Noor, 1992).

2.5 Metode Ekstraksi Glukomanan

Salah satu metode yang digunakan dalam ekstraksi glukomanan yaitu cara kering. Bahan baku yang digunakan yaitu tepung iles-iles dari hasil penggilingan keripik iles-iles kemudian dilakukan pemisahan antara ampas dan kristal oksalat dengan cara pemisahan melalui aliran angin. Kristal oksalat akan terbawa oleh angin karena merupakan fraksi ringan, sedangkan glukomanan akan tetap karena merupakan fase berat (Syaefullah, 1990).

Teknik untuk memisahkan glukomanan dari tepung konjak memiliki berbagai macam cara. Teknik pemisahan antara lain tepung konjak yang direbus dengan air, tepung porang diberi larutan Fehling untuk mengubah mannan menjadi kompleks dengan tembaga, dan yang terbaru dengan cara mendekomposisikan lagi menjadi mannan setelah purifikasi. Cara lain yaitu

tepung konjak diekstrak dengan air, pengotor akan hilang dengan presipitasi etanol, hasil dari presipitasi didiamkan beberapa saat dan kemudian keringkan untuk mendapatkan konjak manan murni (Sugiyama *et al.*, 1972). Beberapa teknik pemurnian dapat dilakukan untuk meningkatkan kemurnian tepung konjak. Diantaranya adalah dengan penambahan bahan kimia seperti larutan Fehling, pengendapan dengan alkohol, pengendapan dengan garam logam (flokulan), ataupun pelarutan dalam air (Ohashi *et al.*, 2000).

Ekstraksi glukomanan secara fisik (pemanasan) yaitu penghilangan senyawa oksalat yang terdapat dalam umbi-umbian dengan cara perebusan dengan api yang besar sampai kulitnya dapat dikelupas (Hettterscheid, 1996). Menurut Ohtsuki (1968) glukomanan diperoleh dari umbi iles-iles dengan cara mekanis atau kimia. Cara mekanis yang dilakukan yang dilakukan BBIHP (2001), adalah dengan cara menggilingnya menggunakan *multimill* yang hasilnya kemudian diayak dengan ayakan bertingkat.

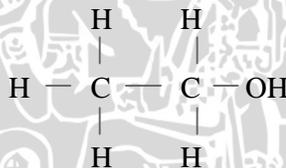
BBIHP (2001) menambahkan cara lain ekstraksi glukomanan yaitu menggunakan pemisahan sistem *blower*, dimana kecepatan angin yang digunakan adalah 3,75 m/detik. Cara kimia dilakukan dengan melarutkan tepung iles-iles ditambahkan dengan air yang dipanaskan sekitar 45°C yang kemudian ditambahkan etanol dan dipisahkan endapan yang dihasilkannya. Endapan kemudian dikeringkan pada suhu 35°C.

Faktor-faktor yang menentukan hasil ekstraksi adalah jangka waktu sampel kontak dengan cairan pengekstraksi (waktu ekstraksi), perbandingan antara sampel terhadap cairan pengekstraksi, ukuran bahan dan suhu ekstraksi. Perbandingan pelarut dengan bahan berpengaruh terhadap efisiensi ekstraksi.

Jumlah pelarut yang berlebihan tidak akan mengekstrak lebih banyak, namun dalam jumlah tertentu pelarut dapat bekerja optimal (Susanto, 1999).

2.5.1 Etanol

Etanol yang juga disebut *grain alcohol* dan kadang untuk minuman yang mengandung alkohol, hal ini disebabkan karena memang etanol yang digunakan sebagai bahan dasar pada minuman tersebut, bukan metanol, atau grup alkohol lainnya, begitu juga dengan alkohol yang digunakan dalam dunia farmasi. Alkohol (atau alkanol) adalah istilah yang umum untuk senyawa organik apa pun yang memiliki gugus hidroksil (-OH) yang terikat pada atom karbon, yang ia sendiri terikat pada atom hidrogen dan/atau atom karbon lain (Anonymous, 2009^o). Gambar struktur kimia etanol tersaji pada Gambar 6.



Gambar 6. Struktur Etanol (Anonymous, 2009^o)

Pemurnian konjak mannan dapat dilakukan dengan cara mencuci tepung yang mengandung konjak mannan dengan alkohol. Konjak mannan dapat dimurnikan dengan cara mengkondisikan tepung konjak menjadi sol konjak kemudian diendapkan dengan alkohol (Ohstuki *et al.*, 1968). Ekstraksi glukomanan dengan alkohol memberikan keuntungan dimana senyawa karotenoid yang bercampur dengan glukomanan dapat dipisahkan. Senyawa karotenoid akan larut dalam alkohol dan dipisahkan dari glukomanan (Boutin, 1992).

Etanol merupakan senyawa yang larut dalam air dan dapat melarutkan senyawa-senyawa lainnya seperti karbohidrat, lemak, dan resin (Ramadhan dan

Phaza, 2010). Perendaman dengan etanol dapat melarutkan senyawa-senyawa pengotor dalam tepung porang dan dihasilkan tepung porang dengan kadar glukomannan tinggi.

Tepung porang mengandung glukomannan, abu yang umumnya disebut “*tachiko*”, pati serta protein. Glukomannan dan abu harus dipisahkan dalam memproduksi tepung porang, namun memisahkan abu dengan glukomannan cukup sulit dengan metode hembusan udara. Proses pemurnian lebih lanjut yaitu dengan menambahkan pelarut yang bersifat *water miscible*. Abu sebenarnya dapat dipisahkan dengan cara penambahan medium air, namun air akan membuat glukomannan mengembang dan abu semakin susah untuk dipisahkan. Penggunaan pelarut yang bersifat *water miscible* mengakibatkan glukomannan tidak akan mengembang dan abu akan lebih mudah untuk dipisahkan (Sugiyama *et al.*, 1972).

2.5.2 Air

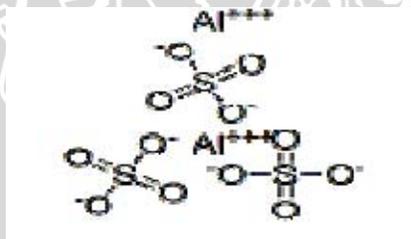
Air merupakan kandungan penting dalam suatu bahan makanan. Air dapat berupa komponen intra sel dan atau ekstra sel dalam sayuran dan produk hewani sebagai medium pendispersi atau pelarut dalam berbagai produk, sebagai fase terdispersi dalam mentega dan margarin, dan sebagai komponen tambahan dalam makanan lain (Demann, 1997). Air juga dapat berfungsi untuk menghilangkan senyawa oksalat, namun senyawa oksalat yang dapat dihilangkan oleh air hanyalah senyawa oksalat yang berbentuk garam netral dengan logam alkali (Na, K), yakni sekitar 5-25% (Noor, 1992).

Metode produksi polisakarida konjak mannan atau glukomannan meliputi prinsip dari kandungan tepung konjak. Tepung konjak yang belum murni

dihilangkan senyawa yang tidak larut dalam air dengan cara menyaring sol tepung konjak ataupun dengan perlakuan dialysis, sehingga diperoleh hasil berupa filtrat yang kemudian dikeringkan dengan *freeze drying*. Produk yang dihasilkan sangat keras untuk digiling dan memiliki kelarutan yang rendah dalam air (Sugiyama *et al.*, 1972).

2.5.3 Alumunium Sulfat

Alumunium sulfat ($\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$) merupakan bahan kimia yang digunakan oleh industri sebagai agen penggumpal atau flokulan dalam proses pemurnian air minum dan limbah cair serta digunakan dalam industri kertas (Anonymous, 2009^d). Alumunium sulfat memiliki kemampuan untuk menggumpalkan kotoran lebih baik dibandingkan dengan dikalsium fosfat, kalsium fosfat dan magnesium fosfat (Ohashi *et al.*, 2000). Struktur Alumunium sulfat tersaji pada Gambar 7.



Gambar 7. Struktur Molekul Almunium Sulfat (Anonymous, 2009^d)

Aluminium sulfat berfungsi mengendapkan pengotor, karena pengotor sebagian besar dapat dihilangkan melalui pengendapan. Partikel-partikel yang berdiameter sangat kecil memerlukan waktu lama untuk mengendap karena harus lebih dahulu menggumpal menjadi partikel yang lebih besar agar mudah mengendap. Kotoran yang terkandung di dalam air merupakan sol hidrofob, dapat dikoaagulasi dengan elektrolit. Sol hidrofob mempunyai sifat listrik, dengan penambahan ion-ion yang mempunyai muatan berlawanan akan menimbulkan

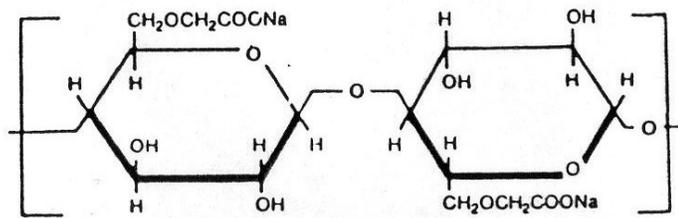
destabilisasi partikel koloid. Lapisan difusi akan mengecil dan memungkinkan bekerjanya gaya tarik menarik antara partikel koloid dengan ion-ion dari elektrolit yang muatannya berlawanan. Muatan ini diharapkan dapat dinetralkan, sehingga terjadi penggumpalan dan akhirnya mengendap. Flokulan merupakan suatu bahan yang dibutuhkan untuk mendekatkan jarak antar partikel agar membentuk agregat yang cukup besar sehingga mengendap lebih cepat. Kecepatan pengendapan biasanya diperbesar dengan aluminium sulfat (Linggawati, 2002).

2.5.4 Bahan Pengisi

Bahan pengisi merupakan bahan yang digunakan untuk memberi tambahan total padatan pada suatu bahan. Warsiki (1993) menyatakan penambahan bahan pengisi sebagai bahan pembantu untuk meningkatkan jumlah total padatan, memperbesar volume, mempercepat proses pengeringan, mempercepat kelarutan, melapisi *flavor* dan mencegah kerusakan akibat panas. Master (1979) menambahkan bahan pengisi berguna untuk mempercepat proses pengeringan, dan mencegah kerusakan akibat panas. Bahan pengisi yang digunakan pada penelitian ini antara lain CMC, karagenan, gum arab, maltodekstrin, alginat, dan *xanthan* gum.

2.5.4.1 CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*)

Carboxymethyl cellulose (CMC) atau gum selulosa adalah selulosa yang grup HO_2CCH_2 dengan ikatan linier (1→4) β -D-glukopiranosida merupakan punggung dari selulosa. Penggunaan umum sebagai garam sodium, sodium karboksil selulosa (Malkki, 1993). Gambar struktur kimia dari CMC tersaji pada Gambar 8.



Gambar 8. Struktur Molekul CMC (Malkki, 1993)

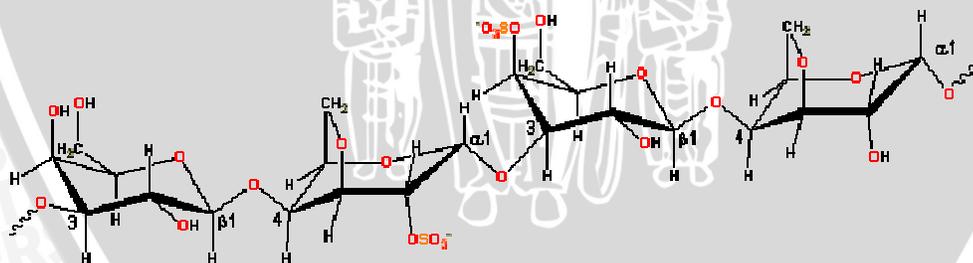
Aplikasi CMC dalam pangan digunakan sebagai *viscosity modifier* atau pengental, dan stabilisator emulsi pada beberapa produk termasuk es krim sebagai zat tambahan pangan dengan nomor E466. Aplikasi CMC industri makanan antara pada makanan hewan, produk bakeri, saus, makanan ringan, makanan instan, minuman, *dessert*, campuran untuk konyaku. CMC juga dapat diaplikasikan pada industry non pangan antara lain untuk pasta gigi, *laxative* (obat pencahar), pil diet, detergen, tekstil, dan produk kertas. CMC digunakan karena viskositasnya yang tinggi, tidak beracun dan *non-allergenic*. Guna menghasilkan campuran yang baik diperlukan gabungan antara CMC dan garam (sodium klorida dan sodium glikolat). Jenis cairan yang dihasilkan dengan penambahan CMC yaitu bersifat pseudoplastis, dengan penambahan 1% CMC akan memberkan derajat viskositas sebesar 20-4000 m.Pas (Friebe and Moritz, 1994).

Pelarut yang biasa digunakan untuk CMC hanya air baik panas maupun dingin. CMC merupakan polimer linear anionik mempunyai larutan yang bersifat non newtonian atau pseudoplastis, dan sebagian besar besar bersifat *thixotropik* untuk DS dibawah 1,0. Nilai pH tidak berpengaruh banyak terhadap viskositas larutan CMC. Oleh karena itu CMC sebaiknya tidak digunakan pada produk dengan pH yang sangat tinggi, nilai pH diatas 10 dapat sedikit menurunkan viskositas. CMC bersifat kompatibel dengan berbagai jenis bahan pangan seperti

protein, gula, pati, dan kebanyakan polimer non anionik yang larut air (Estiasih, 2006).

2.5.4.2 Karagenan

Karagenan adalah senyawa yang diekstraksi dari rumput laut dari Famili *Rhodophyceae* seperti *Euchema spinosum* dan *Euchema cottonii* yang terdiri dari rantai poliglukan bersulfat dengan massa molekuler (BM) kurang lebih di atas 100.000 kilo Dalton serta bersifat hidrokoloid. Tiga tipe utama karagenan yang digunakan dalam industri makanan adalah ι-karagenan, κ-karagenan (*E. cottonii*), dan λ-karagenan (*E. spinosum*). Aplikasinya tipe λ-karagenan jika bertujuan menghasilkan viskositas. Tipe ι-karagenan dan κ-karagenan digunakan sebagai gelling agen, pencampuran garam kalsium dan potassium. (Zhang and Rochas, 1990). Struktur molekular dari karagenan yaitu sulfat D-galaktopiranos, unit dari (1→3) β-D-galaktosa dan (1→4) -3,6 anhidro- α-D-galaktosa disertai dengan adanya piruvat (Roesen, 1992). Gambar struktur kimia karagenan tersaji pada Gambar 9.

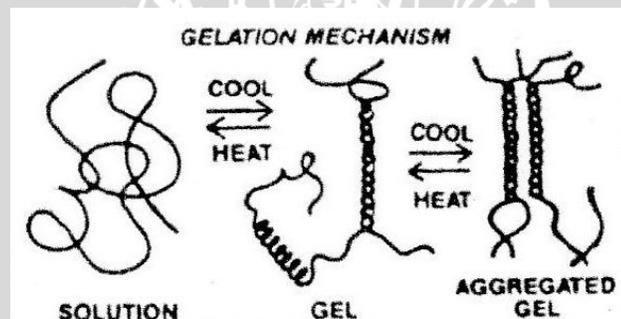


Gambar 9. Struktur Molekul Karagenan (Anonymous, 2009^e)

Karagenan diperoleh melalui ekstraksi dari rumput laut yang dilarutkan dalam air atau larutan basa kemudian diendapkan menggunakan alkohol atau KCl. Alkohol yang digunakan terbatas pada metanol, etanol, dan isopropanol. Karagenan juga dapat diperoleh melalui cara *freeze-thawing*. Karagenan terdiri

dari galaktosa linier dengan perubahan derajat sulfitasi (antara 15%-40%). Jenis karagenan dibedakan dari komposisi dan konformasinya yang membuat perbedaan fungsi dan reologi dari jenis karagenan tersebut (Velde, 2008).

Mekanisme pembentukan gel pada karagenan berhubungan dengan kemampuannya membentuk *double helix* yang dipengaruhi oleh jumlah dan posisi gugus sulfat. Kekuatan gel lebih sensitif pada keberadaan 6 grup sulfat dari pada 2 atau 4 grup sulfat. Sulfat yang terikat pada atom C-2 dari unit ikatan 1-3 seperti yang terdapat pada lambda tidak dapat membentuk *double helix* sehingga lambda tidak dapat membentuk gel (FAO, 1995). Mekanisme pembentukan gel karagenan tersaji pada Gambar 10.



Gambar 10. Mekanisme pembentukan gel karagenan (FAO, 2008)

Campuran antara konjak glukomanan dan karagenan disebut jeli konyaku, biasa digunakan untuk pembuatan makanan penutup berupa jeli karena struktur kenyal yang dihasilkan. Kohyama *et al.* (1993) mengamati reologi campuran antara konjak manan dan karagenan didapatkan hasil yaitu dengan perubahan kecil terbentuk modulus elastik, daya putus dari campuran gel meningkat dengan meningkatnya kadar konjak manan. Hasil dari campuran ini terbentuk zona persimpangan yang lemah yang berkontribusi pada elastisitas tetapi tidak begitu stabil terhadap panas.

Karagenan dapat digunakan pada makanan hingga konsentrasi 1500mg/kg (FAO, 1995). Aplikasi karagenan secara luas digunakan sebagai bahan fungsional dalam produk makanan, yaitu sebagai bahan penstabil, pengental dan *gelling agent* (Nishizawa, 2002). Karagenan diaplikasikan khususnya pada produk makanan beku, cokelat, susu, keju, *whipped cream*, produk instan, yogurt, jeli, makanan hewan, dan saus. Karagenan juga digunakan untuk kosmetik, diaplikasikan pada industri pertambangan, dan pada formulasi *pharmaceutica* (Velde, 2008).

2.5.4.3 Gum Arab

Gum arab dihasilkan dari getah bermacam-macam pohon *Acacia sp.* di Sudan dan Senegal. Gum arab pada dasarnya merupakan serangkaian satuan-satuan D-galaktosa, L-arabinosa, asam D-galakturonat dan L-ramnosa. Berat molekulnya antara 250.000-1.000.000. Gum arab jauh lebih mudah larut dalam air dibanding hidrokoloid lainnya. Olahan pangan yang banyak mengandung gula dengan penggunaan gum arab digunakan untuk mendorong pembentukan emulsi lemak yang mantap dan mencegah kristalisasi gula (Tranggono dkk.,1991).

Gum dimurnikan melalui proses pengendapan dengan menggunakan etanol dan diikuti proses elektrodialisis (Stephen and Churms, 1995). Imeson (1999) menambahkan bahwa gum arab stabil dalam larutan asam. pH alami gum dari *Acacia Senegal* ini berkisar 3,9-4,9 yang berasal dari residu asam glukoronik. Emulsifikasi dari gum arab berhubungan dengan kandungan nitrogennya (protein). Gambar dari gum arab tersaji pada Gambar 11.



Gambar 11. Gum arab (Williams *et al.*, 2000)

Gum arab tidak ada struktur kimianya karena merupakan polisakarida yang dihasilkan dari produk getah (resin) hasil penyadapan getah pada batang tumbuhan *legume* / polong-polongan (*Acacia senegal*). Gum arab di dalam air tidak menunjukkan reaksi kimia baru, tapi hanya membentuk gel atau suspensi kental yang umumnya banyak dipakai dalam industri makanan dan kimia lainnya. Gum digunakan sebagai campuran minuman untuk mengurangi tekanan permukaan (surface tension) air dan stabilizer (Williams *et al.*, 2000).

Tabel 8. Karakteristik kimia gum arab berdasar basis kering

Komponen	Nilai (%)
Galaktosa	36,2 ± 2,3
Arabinosa	30,5 ± 3,5
Rhamnosa	13,0 ± 1,1
Asam glukoronik	19,5 ± 0,2
Protein	2,24 ± 0,15

Sumber : Glicksman *and* Farks (1974)

Gum arab adalah heteropolisakarida kompleks yang banyak struktur cabangnya, dengan rantai utama D-galaktopiranosa yang bergabung dengan rantai b-D-glikosida (1→3). Rantai samping memiliki berbagai variasi struktur yaitu terdiri dari D-galaktopiranosa, L-rhamnosa, L-arabinofuranosa, dan asam D-galacturonat yang terhubung pada rantai utama b-(1 → 6) (Bemiller & Whistler, 1996). Karakteristik kimia gum arab berdasar basis kering dapat dilihat pada Tabel 8.

Hui (1992) menambahkan bahwa gum arab merupakan bahan pengental emulsi yang efektif karena kemampuannya melindungi koloid dan sering digunakan pada pembuatan roti. Gum arab memiliki keunikan karena kelarutannya yang tinggi dan viskositasnya rendah. Imeson (1992) menambahkan keunikan dari gum arab karena dengan konsentrasi gum arab yang tinggi pun dapat digunakan untuk larutan karena viskositasnya yang tidak terlalu tinggi, dengan kata lain penggunaan konsentrasi gum arab yang tinggi dapat digunakan dalam segala produk makanan.

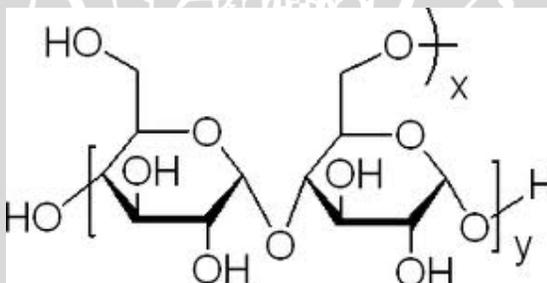
Gum arab dapat meningkatkan stabilitas dengan meningkatkan viskositas. Jenis pengental ini juga tahan panas pada proses yang menggunakan panas namun lebih baik jika panasnya dikontrol untuk mempersingkat waktu pemanasan, mengingat gum arab dapat terdegradasi secara perlahan-lahan dan kekurangan efisiensi emulsifikasi dan viskositas. Alinkolis (1989) menyatakan gum arab dapat digunakan untuk pengikatan flavor, bahan pengental, pembentuk lapisan tipis dan pemantap emulsi. Gum arab akan membentuk larutan yang tidak begitu kental dan tidak membentuk gel pada kepekatan yang biasa digunakan (paling tinggi 50%). Viskositas akan meningkat sebanding dengan peningkatan konsentrasi (Tranggono dkk., 1991). Gum arab mempunyai gugus arabinogalactan protein (AGP) dan glikoprotein (GP) yang berperan sebagai pengemulsi dan pengental (Gaonkar, 1995).

2.5.4.4 Maltodekstrin

Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk hidrolisis pati yang mengandung unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4

glikosidik dengan DE kurang dari 20. Rumus umum maltodekstrin adalah $[(C_6H_{10}O_5)_nH_2O]$ (Kennedy *et al.*, 1995).

Maltodekstrin dikelompokkan sebagai karbohidrat kompleks, tapi berperan sebagai karbohidrat sederhana didalam tubuh. Maltodekstrin tidak menyediakan energi yang bertahan lama seperti pada karbohidrat kompleks lainnya. Maltodektrin adalah tiruan dari rantai panjang karbohidrat, juga dikenal sebagai polisakarida. Maltodekstrin dibuat ketika asam atau enzim diaplikasikan pada pati jagung, pati lalu dipecah menjadi rantai pendek molekul dekstrosa (glukosa). Sifat-sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain mengalami dispersi cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi maupun membentuk film, membentuk sifat higroskopis yang rendah, mampu membentuk struktur, sifat *browning* yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat kuat (Anonymous, 2008^d). Struktur kimia dari maltodekstrin tersaji pada Gambar 12.



Gambar 12. Struktur Maltodekstrin (Anonymous, 2008^d)

Kennedy *et al.*, (1995) melaporkan aplikasi maltodekstrin pada produk pangan antara lain pada produk rotian, misalnya *cake*, *muffin*, dan biskuit, digunakan sebagai pengganti gula atau lemak. Maltodekstrin pada makanan beku memiliki kemampuan mengikat air (*water holding capacity*) dan berat molekul rendah sehingga dapat mempertahankan produk beku. Makanan rendah kalori

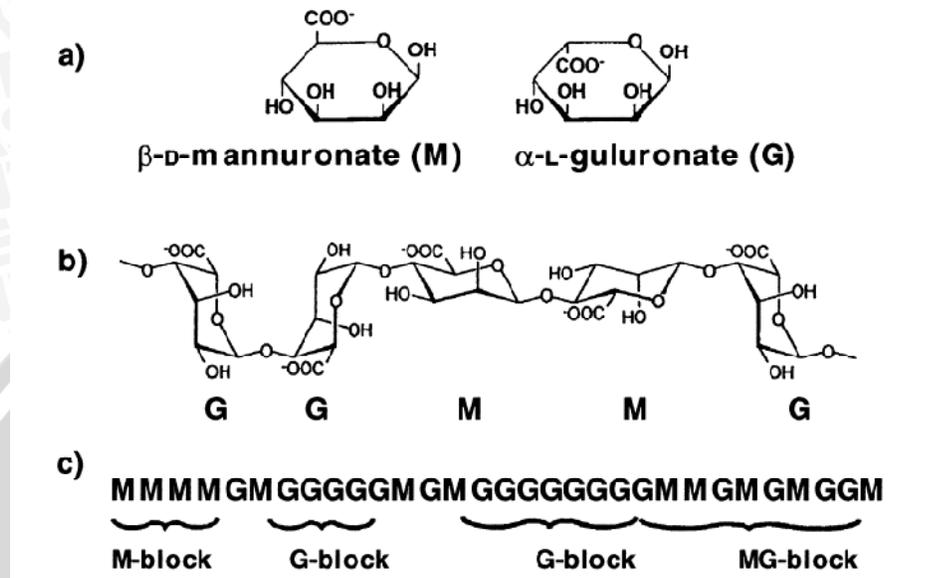
menambahkan maltodekstrin dalam jumlah besar tetapi tidak meningkatkan kemanisan produk seperti gula.

Mutu maltodekstrin di Indonesia ditetapkan oleh Dewan Standarisasi Nasional. Standar mutu maltodekstrin sama dengan standar mutu dekstrin pada umumnya, kecuali untuk DE maltodekstrin berkisar 19-20. Maltodekstrin terdiri dari beberapa unit b-D-glukosa yang terhubung dengan rantai glikosida (1,4) yang biasa dikualifikasikan berdasarkan dekstrosa ekuivalen (DE). Hidrolisis sempurna, pati seluruhnya dikonversi menjadi dekstrosa, derajat konversi tersebut dinyatakan dengan *dextrose equivalent* (DE). DE dari maltodekstrin ditentukan dari pengurangan kapasitas dan berbanding terbalik dalam kaitannya pada rerata berat molekularnya (Bemiller and Whisler, 1996). Maltodekstrin biasa digunakan pada material yang sulit untuk dikeringkan seperti jus buah, pemanis, *flavor* (Reineccius, 1991), dan juga dapat menurunkan kelengketan dan penggumpalan pada saat penyimpanan, dan juga meningkatkan kestabilan dari produk (Bhandari *et al.*, 1993).

2.5.4.5 Alginat

Alginat adalah kelompok polisakarida, diekstrak dari ganggang coklat, kebanyakan alginat diekstrak dari jenis *Laminaria hyperborea*, *Macrocystis pyrifera*, dan *Ascophyllum nodosum* yang merupakan rumput laut raksasa yang ditemukan di laut pada kedalaman 15 m sampai 1,6 km di permukaan, juga terdapat pada dalam laut pada kedalaman 7,5-25 m. Alginat berada di dinding sel dan ruang interseuler. Alginat bercampur dengan garam kalsium/sodium/potassium yang juga disebut asam alginik. Struktur molekul dari

alginat memberi kekuatan dan fleksibilitas yang diperlukan alga untuk tumbuh di laut (Lebrun *et al*, 1994). Struktur kimia dari alginat tersaji pada Gambar 13.



Keterangan : Struktur karakteristik alginat

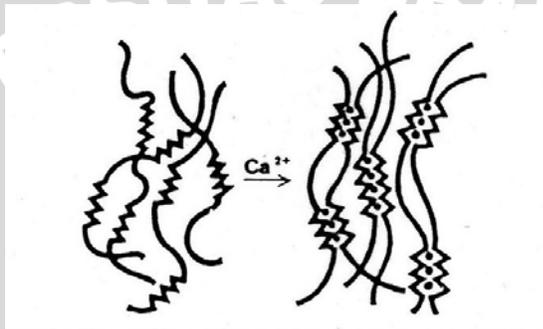
- a). Monomer alginat
- b). Konformasi rantai monomer
- c). Distribusi monomer

Gambar 13. Struktur Alginat (Draget *et al.*, 2005)

Monomer yang tersusun pada alginat yaitu β -D-manuronat dan α -D-guluronat Alginat membentuk gel dengan kation divalen. Pada produk pangan, kalsium sesuai digunakan karena tidak toksik. Alginat larut pada air dan eter, sedikit larut pada etanol, lambat larut pada larutan sodium fosfat, sodium karbonat, dan substansi yang terdapat ion kalsium (Lebrun *et al*, 1994).

Aplikasi dari alginat yaitu sifat koloid, membentuk gel, dan hidrofilik menyebabkan senyawa ini banyak digunakan sebagai emulsifier, pengental, dan *stabilizer* dalam industri. Sifat hidrofilik alginat dimanfaatkan untuk mengikat air dalam proses pembekuan makanan. Makanan yang dibekukan, polimer ini mempertahankan jaringan makanan. Polimer ini dapat digunakan sebagai emulsi

lemak dalam pembuatan saus dan mengenyalkan, menjaga tekstur, serta menghasilkan rasa yang enak dalam pembuatan puding. Alginat juga dimanfaatkan dalam dunia kosmetik karena sifatnya yang dapat mengikat air dan mudah menembus jaringan. Hal ini menyebabkan polimer ini terikat sempurna pada jaringan kulit dan mempertahankan kelembaban (hidrofilik) dan elastisitas kulit (Draget *et al.*, 2005). Mekanisme pembentukan gel pad alginat tersaji pada Gambar 14.



Gambar 14. Mekanisme gelatinisasi alginat (Onsøyen, 1992)

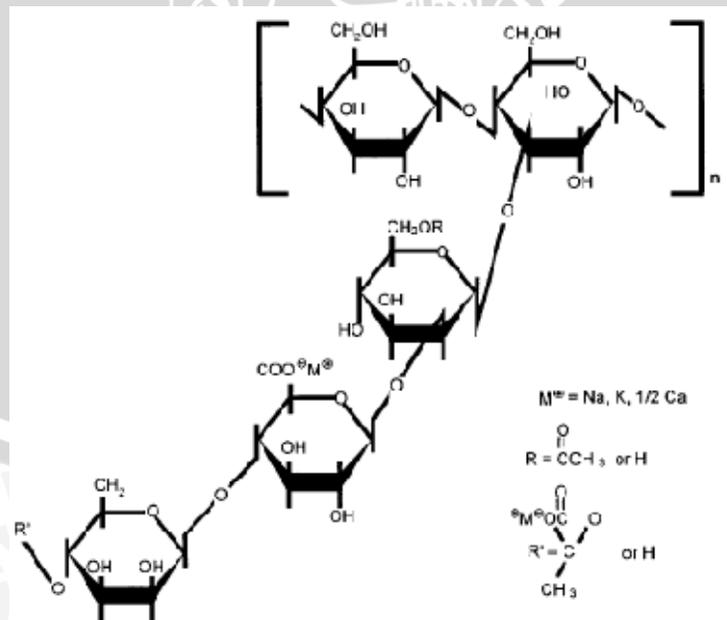
Aplikasi lain alginat dalam industri di atas, salah satu aplikasi alginat yang dimanfaatkan adalah teknik imobilisasi dengan alginat dalam fermentasi gula oleh *yeast*. Kelebihan teknik imobilisasi adalah penggunaan kembali biokatalis, produktivitas yang tinggi, dan pengurangan kontaminasi. Penelitian yang telah dilakukan, alginat merupakan matriks imobilisasi yang paling baik karena efisien, mudah digunakan, dapat dimodifikasi, dan tidak bersifat toksik (Draget *et al.*, 2005).

Penelitian umum alginat digunakan sebagai suatu media, di mana sel *yeast* dari ragi akan diimobilisasikan dalam butiran-butiran alginat itu. Butiran-butiran tersebut akan ditempatkan dalam larutan gula (sukrosa) untuk melihat proses fermentasi *yeast* sebagai salah satu metabolismenya dengan menghasilkan CO₂ yang mengakibatkan butiran-butiran tersebut melambung ke atas untuk

melepaskan gas. Gas CO₂ yang telah dilepaskan maka butiran tersebut akan terjatuh kembali ke dasar botol dan akan naik lagi ketika proses fermentasi terjadi lagi (Onsøyen, 1992).

2.6.4.6 Xanthan Gum

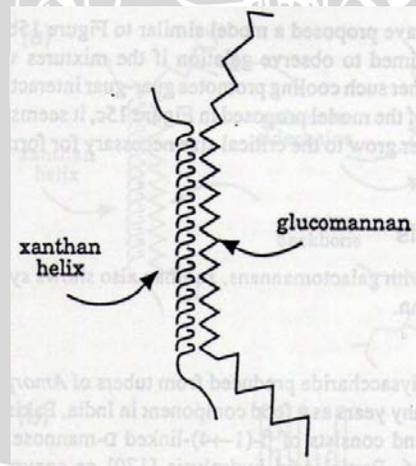
Xanthan gum adalah polisakarida mikrobial dengan cabang trisakarida disetiap glukosa dari rantai selulosa. Setiap rantai berisi satu kelompok karboksilat dan kelompok piruvat yang bermacam-macam (Paradossi, 2002). *Xanthan* gum diproduksi melalui proses bioteknologi. Polimernya diproduksi oleh bakteri *Xanthomonas campestris*, yang dikelompokkan dibawah nama B-1459 (Jeanes *et al.*, 1961). *Xanthan* gum dapat menggantikan fungsi dari gum yang berasal dari alam. *Xanthan* gum adalah mikrobial polisakarida yang tersusun dari rantai 1-4 β-D-glukosa (seperti selulosa), dengan sisi rantai berisi dua manosa dan satu asam glukoronat. Rumus molekul *xanthan* gum (C₃₅H₄₉O₂₉). Gambar struktur kimia *xanthan* gum tersaji pada Gambar 15.



Gambar 15. Struktur *Xanthan* Gum (Monsanto, 2006)

Xanthan dapat digunakan dalam industri pangan, industri kosmetika, industri farmasi serta industri lainnya. Penggunaan gum *xanthan* pada produk pangan sangat luas, antara lain untuk industri bakeri. Kemampuan gum *xanthan* untuk berikatan kompleks dengan pati dapat menurunkan retrogradasi sehingga meningkatkan masa simpan produk bakeri dan adonan yang disimpan beku (Winarno, 1990).

Campuran dari *xanthan* dan glukomanan menampilkan gel *thermo-reversible*. Kekuatan gel maksimal didapat dari percampuran 1:1 dari *xanthan*:glukomanan. Gel lebur pada suhu 60-63°C, suhu lebur ditentukan dari rasio gum dan total konsentrasi polimer. Kekuatan gel meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi polimer, namun dengan peningkatan konsentrasi garam menurunkan kekuatan gel. Interaksi spesifik terukur dari antara helix *xanthan* dan rantai glukomanan (Williams *et al*, 1992). Contoh model skematik untuk ikatan *xanthan* gum dan glukomanan tersaji pada Gambar 16.



Gambar 16. Ikatan *xanthan* dan glukomanan (Millane *and* Wang, 1992)

Formasi gel elastik yang kuat didapat dari campuran konformasi antara *xanthan* dan glukomanan. Pencampuran keduanya membantu interaksi antara

struktur dari glukomanan dan denaturasi rantai utama xanthan. Struktur glukomanan yang kompleks membuat interaksi antara keduanya sulit untuk diprediksi (Williams *et al*, 1992).

Xanthan menampilkan gel yang lemah pada konsentrasi lebih tinggi dari 1% memberikan sifat viskoelastis *non-Newtonian*. Pencampuran jenis polisakarida seperti galaktomanan atau glukomanan dengan *xanthan* akan menghasilkan efek gabungan gelatinisasi dari kedua bahan yang cenderung lebih tinggi, diduga penambahan ini karena interaksi dari pendistribusian dari rantai glukosa dan manosa pada glukomanan (Paradossi, 2002). Shatwell *et al.* (1991) melaporkan terjadi interaksi signifikan antara campuran glukomanan dan *xanthan*, yang menampilkan gel kuat yang *thermoreversible*. Dhami (1996) menambahkan interaksi kuat antara glukomanan dan *xanthan* sebagai komponen dominan, tetapi sensitive terhadap kekuatan ionic pada medium cair.

Xanthan gum ini memiliki banyak kelebihan dengan jenis gum lainnya, yaitu memiliki viskositas tinggi pada konsentrasi gum yang rendah, memiliki viskositas yang relatif stabil pada pengaruh pH, suhu dan garam. Gum *xanthan* merupakan polisakarida eksoseluler yang dihasilkan terutama oleh bakteri *Xanthomonas campestris*. *Xanthan* Gum merupakan salah satu bahan tambahan makanan yang dapat digunakan sebagai pemantap emulsi, pemantap koloid, peningkat cita rasa, bahan pengisi, pengontrol viskositas (Winarno, 1994).

III. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Hasil Pertanian, Laboratorium Mutu Hasil Pertanian, Laboratorium Pengolahan Hasil Pertanian, serta Laboratorium Sentral Ilmu Hayati Universitas Brawijaya Malang. Penelitian dilakukan mulai bulan Juli-Desember 2010.

3.2 Bahan dan Alat

3.2.1 Bahan

Tepung porang yang digunakan dalam proses pengekstrakan secara kimiawi diperoleh dari umbi porang diperoleh dari Desa Sumber Bendo Kecamatan Saradan Kabupaten Madiun, dengan karakteristik fisik yaitu berat umbi $3(\pm 0,2)$ Kg, diameter umbi 19-25 cm, dan umur umbi ± 3 tahun.

Bahan kimia untuk analisa diperoleh dari CV. Panadia, Brataco dan Lab. Biokimia dan Nutrisi Hasil Pertanian. Bahan kimia dengan kemurnian teknis antara lain alkohol 96%, aquades dan kertas saring. Bahan kimia dengan kemurnian pro analisa (p.a) antara lain Tablet Kjeldahl, NaOH 40%, asam borat, indikator pp, HCl 0.1 N, NaOH 45%, asam borat, indikator *metil red*, HCl pekat, isopropil alkohol, CaCl₂, NH₄OH (1:4), alkohol 95%, HCl 25%, H₂SO₄ pekat, Asam Dinito Salisilat (DNS), garam Rosell, glukosa anhidrat, KMnO₄.

3.2.2 Alat

Alat yang digunakan dalam proses pemurnian dan pengeringan glukomanan tepung porang meliputi *glassware*, timbangan analitik (Mettler denver

AA 200), termometer, plat pemanas (Labinco), blender kering (National), spatula, pisau, ayakan (80 dan 60 mesh), panci.

Alat yang digunakan untuk analisa meliputi *glassware*, tanur pengabuan (Ney M-525 Series II), cawan porselen, *color reader* (Minolta CR-100), oven vakum, destilator (Buchi K-314), viskosimeter (Rion), labu Kjeldahl, lemari asam, pipet tetes, pipet volume, bola hisap (Merienfiel), plat pemanas, oven listrik (Memmert), *sentrifuse* (Hermle), *Waterbath* (Memmert), labu ukur 10 ml, tabung reaksi, lemari asam, pipet tetes, pipet volume, bola hisap (Merienfiel).

3.3 Rancangan Percobaan

Penelitian ini disusun dengan menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu jenis bahan pengisi. Setiap perlakuan dilakukan 2 kali ulangan sehingga diperoleh 12 satuan percobaan.

Faktor : Jenis Bahan Pengisi (P)

- P1 : CMC 1,5%
- P2 : Karagenan 1,5%
- P3 : Gum Arab 1,5%
- P4 : Maltodekstrin 1,5%
- P5 : Alginat 1,5%
- P6 : *Xanthan* Gum 1,5%

Data yang diperoleh akan ditentukan perlakuan terbaik dengan metode *Multiple attribute* (Zeleny, 1982). Data perlakuan terbaik kemudian dibandingkan dengan tepung glukomanan kontrol (tepung glukomanan tanpa bahan pengisi) dan tepung glukomanan komersil.

3.4 Pelaksanaan Penelitian

3.4.1 Penelitian Pendahuluan

Penelitian pendahuluan dilakukan untuk mengetahui persen berat bahan pengisi yang ditambahkan pada hasil glukomanan yang telah diekstrak dari tepung porang dengan kisaran 0,5%, 1%, 1,5%, 2% (berdasarkan Warsiki, 1993). Hasil

terbaik yang didapatkan yaitu dengan penambahan 1,5%, karena dengan penambahan 1,5% terlihat glukomanan kering hasil pengeringan dapat diperkecil ukurannya. Percobaan pendahuluan untuk mengetahui bahan pengisi yang sesuai untuk tepung glukomanan yang terdiri dari CMC, karagenan, gum arab, maltodekstrin, alginat, dan *xanthan* gum. Hasilnya semua bahan pengisi sesuai digunakan untuk bahan pengisi dilihat dari hasil glukomanan yang dikeringkan dan mudah untuk diperkecil ukurannya. Penelitian pendahuluan juga dilakukan untuk mengetahui lama pengeringan dari glukomanan yaitu berkisar antara 4,5,6,7 jam (berdasarkan Wicaksono dkk., 2005). Hasil terbaik pada pengeringan 6 jam dilihat dari hasil bahan yang dikeringkan mudah dipatahkan, menunjukkan bahan kering seluruhnya.

3.4.2 Analisa Bahan Baku

1. Analisa rendemen (Sudarmadji, 1984) (Lampiran 1.1).
2. Analisa kadar glukomanan (Professional Standart of People Republic of China, 2002) (Lampiran 1.2)
3. Derajat warna putih (Koswara, 2009) (Lampiran 1.3)
4. Viskositas (Contrell *and* Konvack, 1980) (Lampiran 1.4)
5. Kadar air (AOAC, 1984 dalam Sudarmadji dkk., 1984) (Lampiran 1.5)
6. Kadar oksalat metode volumetri (Lampiran 1.6)

3.4.3 Prosedur Proses Pembuatan Tepung Porang

1. Umbi porang disortasi dengan spesifikasi berdasarkan berat umbi $3(\pm 0,2)$ Kg, diameter umbi 19-25 cm, dan umur umbi ± 3 tahun kemudian dibersihkan
2. Pengirisan umbi porang setebal $\pm 0,8$ cm berbentuk *chip* dengan alat pasrah
3. Chip dikeringkan pada pengering *blower* dengan suhu 70°C selama 12-15 jam
4. Chip ditumbuk selama 7 jam dengan alat penumbuk hingga berbentuk tepung porang kasar, kecepatan tumbukan 64 tumbukan/menit

5. Tepung porang kasar kemudian diayak bertingkat dengan 30 mesh, kemudian 80 mesh (diambil tepung yang tertinggal pada 80 mesh)
6. Didapatkan tepung porang

3.4.4 Prosedur Proses Pengekstrakan Glukomanan

1. Tepung porang sebanyak 40 gr dan 0,5% $\text{Al}_2(\text{SO}_4)_3$ dicampur dengan 4L aquades pada suhu 85°C
2. Diaduk selama 1 jam pada suhu 85°C dipertahankan
3. Larutan tepung porang lalu disentrifuse dengan kecepatan 1800 rpm selama 1 jam.
4. Filtrasi dengan cara mengambil filtrat secara manual yaitu menuang filtrat yang bebas dari pengotornya yang terletak dibawah
5. Filtrat ditambahkan etanol 80% dengan perbandingan 1:1 (v/v)
6. Diaduk perlahan dan sesekali saja saat terbentuk endapan berwarna putih
7. Lalu didiamkan semalam pada suhu ruang
8. Pengambilan endapan berwarna putih yang mengambang pada *beaker glass* yang dikenal sebagai ekstrak glukomanan

3.4.5 Prosedur Proses Pembuatan Tepung Glukomanan

1. Hasil ekstrak glukomanan dikurangi cairannya dengan meletakkan di kertas saring kemudian ditimbang awal.
2. Ditambahkan bahan pengisi CMC, Karagenan, Gum arab, Maltodekstrin, Alginat, *Xanthan Gum* (masing-masing dengan konsentrasi 1,5 % berdasarkan berat hasil ekstrak glukomanan) selama 1 menit
3. Campuran glukomanan dan bahan pengisi ditata pada loyang
4. Dikeringkan pada *vacuum drying* dengan suhu 60°C selama 6 jam
5. Glukomanan kering lalu dihancurkan dengan *blender* selama 1 menit.
6. Didapatkan tepung glukomanan

3.4.6 Pengamatan

Pengamatan dilakukan pada tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi. Parameter mutu yang diamati meliputi: Analisa Rendemen

(Sudarmadji, dkk. 1984) (Lampiran 1.1); Analisa Kadar glukomanan (*Professional Standart of People Republic of China*, 2002) (Lampiran 1.2); Derajat warna putih (Koswara, 2009) (Lampiran 1.3); Viskositas (Contrell and Konvack, 1980) (Lampiran 1.4); Kadar air (AOAC, 1984 dalam Sudarmadji, dkk., 1984) (Lampiran 1.5); Kadar oksalat Metode Volumetri (Ukpabi dan Ejidoh, 1989 dalam Iwuoha, 1994) (Lampiran 1.6); Analisa Kemampuan Pembentukan *Gel* (Modifikasi Apriyantono, dkk, 1989) (Lampiran 1.7)

3.5 Analisis Data

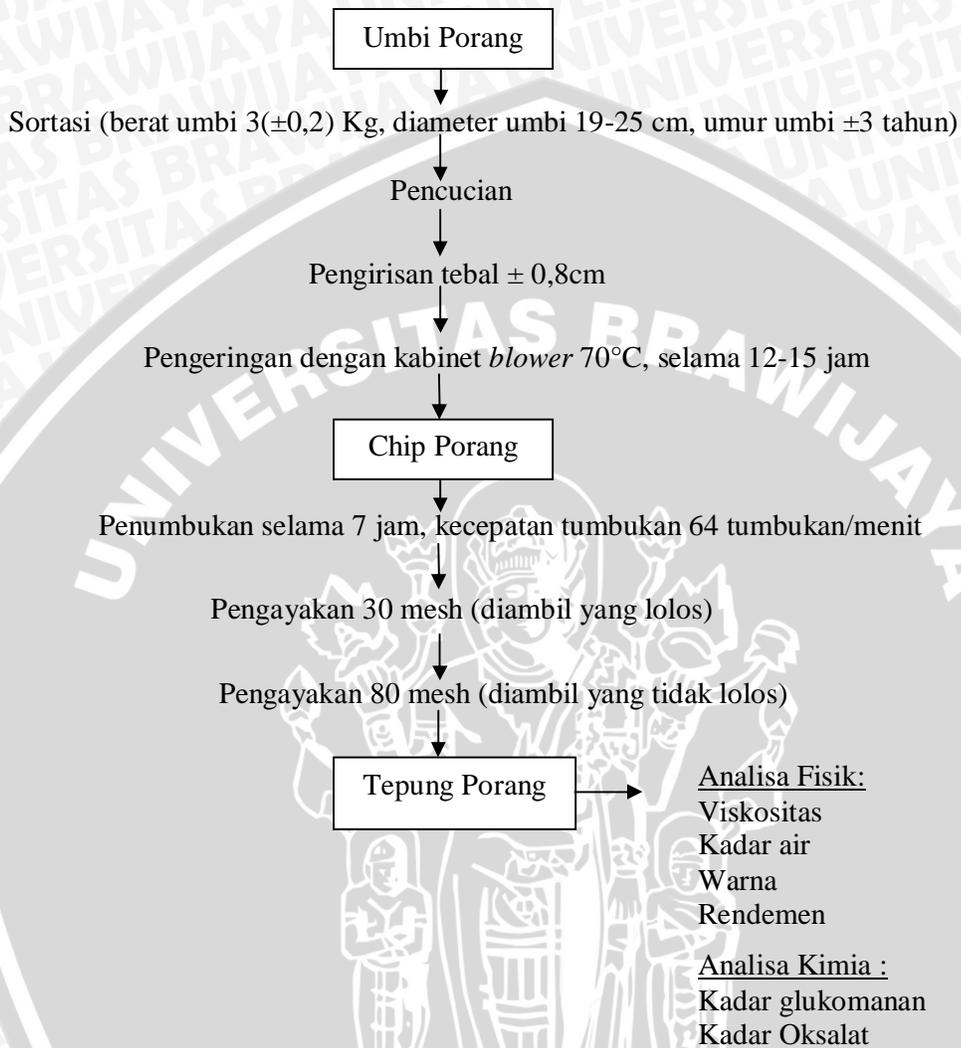
Data hasil pengamatan dianalisa dengan analisis ragam (ANOVA). Apabila dari hasil uji terdapat perbedaan nyata maka dilanjutkan dengan BNT atau DMRT dengan taraf 5% atau 1 % untuk melihat perbedaan antar perlakuan. Pengamatan perlakuan terbaik terhadap proses pemurnian tepung porang secara kimiawi menggunakan metode *Multiple attribute* (Zeleny, 1982).

3.6 Analisa Perlakuan Terbaik

Hasil perlakuan terbaik tepung glukomanan akan dibandingkan dengan tepung glukomanan komersil, dan tepung glukomanan kontrol (tanpa perlakuan), maka dilakukan analisa : Analisa Rendemen (Sudarmadji, dkk. 1984); Analisa Kadar glukomanan (*Professional Standart of People Republic of China*, 2002); Derajat warna putih (Koswara, 2009); Viskositas (Contrell and Konvack, 1980); Kadar air (AOAC, 1984 dalam Sudarmadji, dkk., 1984); Kadar oksalat Metode Volumetri Kadar oksalat Metode Volumetri (Ukpabi dan Ejidoh, 1989 dalam Iwuoha, 1994); Analisa pembentukan gel (Apriyantono dkk., 1989)

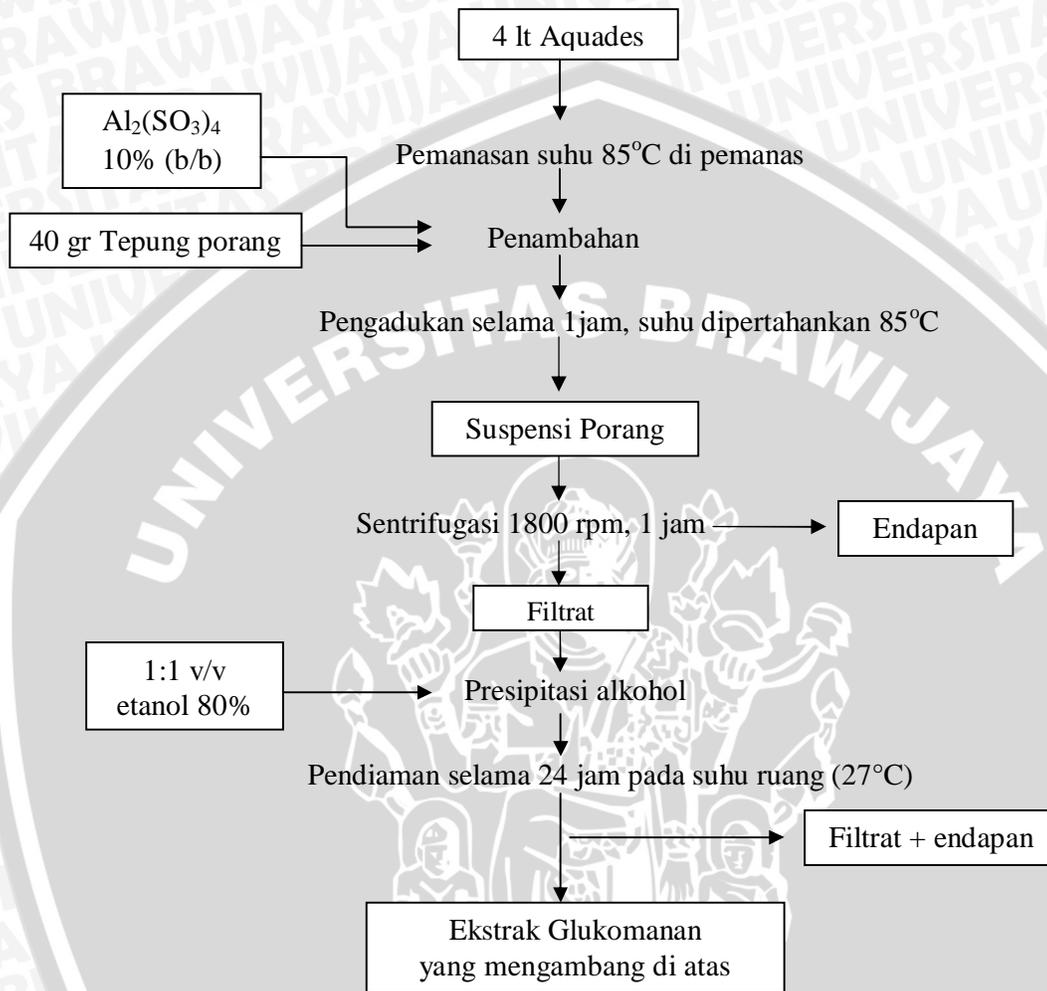
3.7 Diagram Alir

3.7.1 Diagram Alir Pembuatan Tepung Porang



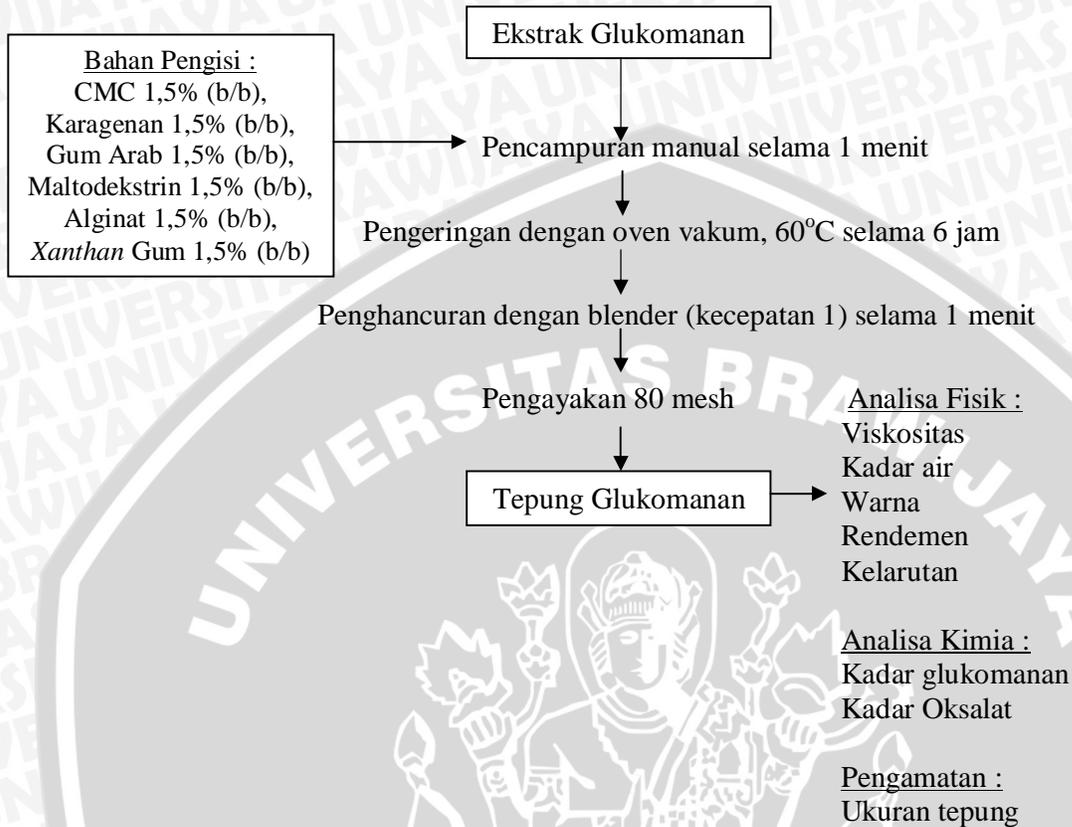
Gambar 15. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Porang
(Modifikasi Suhirman dkk., 2002)

3.7.2 Diagram Alir Pengekstrakan Glukomanan



Gambar 16. Diagram Alir Proses Pengekstrakan Glukomanan (Modifikasi dari US Patent Ohashi *et al.*, 2000)

3.7.2 Diagram Alir Pembuatan Tepung Glukomanan



Gambar 16. Diagram Alir Proses Pembuatan Tepung Glukomanan (Modifikasi dari Warsiki, 1993)

IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakteristik Bahan Baku

Bahan baku awal yang digunakan pada penelitian penambahan bahan pengisi pada glukomanan yaitu tepung porang. Komposisi kimia dan fisik bahan baku tepung porang setelah dianalisa ditampilkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Karakteristik Kimia dan Fisik Bahan Baku

Parameter	Tepung Porang Kasar	
	Hasil Analisa (%)	Literatur ^a (%)
Derajat Warna Putih	49,49*	48,55*
Kadar Abu	3,49	5,52
Kadar Air	9,82	9,40
Kadar Glukomanan	64,77	37,27
Kadar Ca Oksalat	2,11	5,65
Kadar Lemak	1,69	0,074
Kadar Pati	2,90	21,83
Kadar Protein	2,70	4,58
Viskositas	4800**	3700**

Keterangan : ^a Kusumawardhani (2007)

* tanpa satuan, dimana nilai 100 diasumsikan sebagai warna putih

** dalam c.Ps

Tabel 6 menunjukkan parameter yang paling dominan pada tepung porang kasar adalah glukomanan. Said (1995) menyatakan kadar dan kekentalan glukomanan dari umbi *Amorphophallus oncophyllus* masing-masing antara 24,4-58,3% (basis kering). Terdapat perbedaan pada kadar glukomanan antara hasil analisa dengan literatur disebabkan oleh beberapa faktor, antara lain perbedaan bahan baku awal umbi porang yang meliputi ukuran umbi (berat dan diameter umbi), umur umbi, asal penanaman umbi, dan proses pengolahan dari umbi hingga menjadi tepung porang. Suhirman dkk (2002) menuliskan, faktor-faktor yang mempengaruhi tinggi rendahnya kadar glukomanan antara lain adanya perlakuan pendahuluan (bentuk pengirisan), umur panen, bagian-bagian yang

digiling, alat yang digunakan, kecepatan putaran alat penggiling dan ulangan waktu penggilingan.

Kualitas standar mutu dari tepung porang berdasarkan yang diinginkan memiliki kadar glukomanan yang tinggi, rendah komponen pengotor (kadar oksalat, protein, pati, lemak, abu, dan komponen lainnya), memiliki warna tepung yang cerah, dan viskositas yang tinggi (Johnson, 2005; Peiying *et al.*, 2002). Berdasarkan standart mutu tersebut menunjukkan bahwa bahan baku tepung porang yang digunakan pada penelitian ini memiliki kualitas yang lebih baik dibandingkan dengan bahan baku tepung porang pada literatur pembandingan.

4.2 Penambahan Bahan Pengisi Pada Glukomanan dari Umbi Porang

Glukomanan pada awalnya berbentuk gumpalan berwarna putih dengan tekstur menyerupai kapas basah, saat dikeringkan glukomanan berubah menjadi gel semipadat transparan kemudian menjadi plastik setelah kering. Glukomanan yang berbentuk plastik tersebut sulit dihancurkan sehingga didapatkan hasil tepung glukomanan dengan ukuran partikel yang besar. Penambahan bahan pengisi pada glukomanan hasil ekstrak dari tepung porang dilakukan sebagai upaya menambah total padatan pada ekstrak glukomanan sehingga saat kering glukomanan tidak berbentuk plastik melainkan berbentuk lempengan glukomanan kering. Glukomanan dalam bentuk lempeng akan mempermudah proses penghancuran lembaran glukomanan kering menjadi tepung glukomanan.

Pendekatan dari penambahan bahan pengisi pada glukomanan didasarkan dari penelitian Warsiki (1993), yaitu melakukan penambahan bahan pengisi sebagai bahan pembantu pada minuman serbuk instan untuk meningkatkan jumlah

total padatan, memperbesar volume, mempercepat proses pengeringan, mempercepat kelarutan, melapisi *flavor* dan mencegah kerusakan akibat panas.

Mekanisme penambahan bahan pengisi pada glukomanan ini yaitu bahan pengisi berfungsi memberi tambahan padatan pada ekstrak glukomanan sehingga glukomanan setelah pengeringan tidak berbentuk plastik melainkan lembaran padat glukomanan yang kemudian mudah untuk diperkecil ukurannya. Penambahan berbagai jenis bahan pengisi selain mempermudah penepungan juga mengamati adanya perubahan sifat kimia dan fisik yang terjadi akibat penggabungan berbagai jenis bahan pengisi dengan glukomanan.

4.3 Karakteristik Fisik Dan Kimia Tepung Glukomanan dengan Penambahan Bahan Pengisi

4.3.1 Kadar Glukomanan

Kisaran rerata kadar glukomanan pada tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi yaitu 82,87-86,73% (Lampiran 2). Perlakuan penambahan bahan pengisi memberikan pengaruh nyata ($\alpha = 0.05$) terhadap kadar tepung glukomanan dilihat dari data analisa ragam (Lampiran 2). Nilai rata-rata kadar glukomanan akibat dari penambahan jenis bahan pengisi yang berbeda ditampilkan pada Tabel 7.

Tabel 7 menunjukkan kadar glukomanan tidak berbeda nyata pada perlakuan tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi gum arab, karagenan, CMC, alginat, dan maltodekstrin. Namun berbeda nyata dengan glukomanan dengan penambahan *xanthan*. Kadar glukomanan dengan penambahan *xanthan* (86,73%) lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan lain. Warsiki (1993) menyatakan bahan pengisi yang ditambahkan pada pembuatan tepung akan menyebabkan semakin tinggi kadar gula pereduksi pada tepung, ini

disebabkan selama pemanasan terjadi proses peruraian bahan pengisi menjadi monosakarida-monosakarida. Gula-gula sederhana ini yang diduga besar terdiri dari glukosa yang menyebabkan meningkatnya gula pereduksi yang dikandung tepung glukomanan.

Tabel 7. Rerata Kadar Glukomanan Tepung Glukomanan Akibat Penambahan Perbedaan Jenis Bahan Pengisi

Glukomanan + Jenis Bahan Pengisi	Kadar Glukomanan (%)
CMC	85,00 ab
Karagenan	84,65 ab
Gum Arab	82,87 a
Maltodekstrin	85,79 ab
Alginat	85,11 ab
Xanthan Gum	86,73 b
BNT 5%	1,84

Keterangan:

* Masing-masing jenis bahan pengisi ditambahkan sebesar 1,5% dari berat glukomanan basah dan setiap data merupakan rata-rata 2 kali ulangan

* Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata pada BNT 5% (1,84)

Tingginya kadar glukomanan pada tepung glukomanan dengan penambahan *xanthan* diduga karena *xanthan* memiliki gula pereduksi yang lebih tinggi, karena struktur molekul glukomanan dan *xanthan* memiliki suatu persamaan karena tersusun dari manosa dan glukosa. Becker *et al.* (1998) menyebutkan bahwa hidrolisis *xanthan* secara sempurna akan menghasilkan D-glukosa, D-manosa, dan residu asam D-glukuronat dalam rasio molar 2:2:1 dan proporsi bervariasi dari *O*-asetil dan residu piruvat.

Tingginya kadar glukomanan pada tepung glukomanan berbahan pengisi *xanthan* diduga karena sinergisme gabungan dari keduanya. Paradossi *et al.* (2002) melaporkan bahwa interaksi yang kuat pada gabungan *xanthan* dan glukomanan terjadi distribusi glukomanan pada rantai (1→4) D-manosa dan D-glukosa pada glukomanan, namun tidak dapat dijelaskan secara terperinci karena

struktur dari glukomanan yang selalu berubah-ubah posisi struktur antara manosa dan glukosa.

Kadar glukomanan terendah didapat dari pencampuran glukomanan dengan gum arab. Hal ini diduga pada hasil hidrolisis gum arab tidak semua tergolong sebagai gula pereduksi sehingga analisa glukomanan yang berdasarkan jumlah gula pereduksi yang terukur cenderung lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lain. Bemiller & Whistler (1996) melaporkan hasil hidrolisis dari gum arab terdiri dari D-galaktopiranos, L-rhamnos, L-arabinofuranos, dan asam D-galakturonat.

Kadar glukomanan pada CMC, karagenan, maltodekstrin, dan alginat memiliki kisaran kadar glukomanan yang tidak terlalu berbeda jauh. Hal ini dikarenakan dari keempat jenis bahan pengisi tersebut diduga memiliki gula pereduksi yang tidak jauh berbeda jumlahnya. Struktur molekul pada CMC menurut Malkki (1993) yaitu grup HO_2CCH_2 dengan ikatan linier (1→4) β -D-galaktopiranos. Monomer yang tersusun pada alginat yaitu β -D-manuronat dan α -D-guluronat (Draget *et al.*, 2005). Struktur molekular dari karagenan yaitu sulfat D-galaktopiranos, unit dari (1→3) β -D-galaktosa dan (1→4) -3,6 anhidro- α -D-galaktosa disertai dengan adanya piruvat (Roesen, 1992). Nebesny (1990) menambahkan bahwa maltodekstrin adalah pati yang dihidrolisis diturunkan menjadi molekul yang lebih sederhana menjadi monosakarida dekstrosa (D-glukosa).

Penambahan bahan pengisi diduga meningkatkan gula pereduksi dari tepung glukomanan, sehingga kadar glukomanan yang teruji lebih tinggi jika dibandingkan dengan tepung glukomanan kontrol (79,96). Analisa pengukuran

kadar glukomanan menggunakan analisa DNS yang mengukur gula pereduksi pada bahan untuk mengukur kadar glukomanan.

Tingginya kadar glukomanan pada hampir semua perlakuan juga dipengaruhi oleh bahan baku tepung glukomanan yaitu ekstrak glukomanan atau gum porang. Kandungan glukomanan pada ekstrak glukomanan akan meningkat setelah proses pengekstrakan atau pemurnian glukomanan karena sudah murni dan bebas dari pengotor yang menutupi glukomanan. Hal ini ditunjang dengan pernyataan Chan *and* Albert (2008), setelah melalui tahapan ekstraksi pemurnian dengan alkohol, didapatkan rendemen gum konjak dimana kandungan poliglukomanannya tinggi mencapai 80%, dan senyawa yang tidak diinginkan dapat berkurang termasuk sulfur dioksida.

Professional Standart of People Republic of China (2002) yang merupakan dasar penentuan kadar glukomanan menyatakan prinsip dari analisa glukomanan DNS, hidrolisis asam pada glukomanan akan menghasilkan 2 jenis gula reduksi D-manosa dan G-glukosa, gula reduksi tersebut akan diturunkan menjadi komponen amino yang berwarna merah kecoklatan ketika direbus dengan 3,5-asam dinitrosalisilat pada medium alkali, sehingga banyaknya gula pereduksi yang dihasilkan berkorelasi positif dengan kekuatan warna glukomanan yang dapat ditentukan dengan spektrofotometri.

4.3.2 Viskositas

Rerata viskositas tepung glukomanan akibat penambahan bahan pengisi berkisar antara 650-2500 c.Ps. Analisis ragam (Lampiran 3) menunjukkan bahwa bahan pengisi yang ditambahkan pada glukomanan memberikan pengaruh sangat

nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap viskositas tepung glukomanan. Data disajikan dalam Tabel 8.

Tabel 8. Rerata Viskositas Tepung Glukomanan Akibat Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi

Glukomanan+Jenis Bahan Pengisi	Viskositas (c.Ps)
CMC	2300,00 d
Karagenan	1650,00 cd
Gum Arab	1500,00 ab
Maltodekstrin	650,00 a
Alginate	1050,00 ab
Xanthan Gum	2500,00 d
BNT 1%	513,21

Keterangan:

- * Masing-masing jenis bahan pengisi ditambahkan sebesar 1,5% dari berat glukomanan basah dan setiap data merupakan rata-rata 2 kali ulangan
- * Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata pada BNT 1% (513,21)

Tabel 8 menunjukkan viskositas tertinggi adalah tepung glukomanan dengan bahan pengisi *xanthan* gum dan CMC. Viskositas pada tepung glukomanan dengan penambahan *xanthan* memiliki tingkat viskositas yang tinggi (2500 c.Ps). Hal ini diduga karena terjadi sinergisme dan *xanthan* gum memberi tambahan viskositas pada campuran antara kedua bahan. Shatwell *et al.* (1991) melaporkan terlihat interaksi signifikan antara *xanthan* dan glukomanan dilihat dari jaringan kuat gel *thermoreversible* yang terbentuk, selain itu sinergisme dari glukomanan dan *xanthan* sangat baik karena baik keduanya memiliki struktur manosa yang saling bergabung sebagai pendukung *gelling agent*. Monsanto (2006) melaporkan bahwa *xanthan* memiliki viskositas yang tinggi pada tingkat *shear* rendah (pada stabilitas suspensi), viskositas tinggi pada konsentrasi yang rendah, elatisitas modulus tinggi, jenis reologi pseudoplastik.

Viskositas pada tepung glukomanan dengan penambahan CMC juga memiliki viskositas tinggi. Hal ini dikarenakan CMC memiliki sifat untuk

menghasilkan viskositas yang cukup tinggi. Friebe *and* Moritz (1994) menyatakan bahwa CMC memiliki DS (derajat substitusi) berkisar 0,4-1,5 yang merupakan grup OH yang mampu berikatan dengan air, sehingga menghasilkan viskositas dan jenis cairan yang dihasilkan dengan penambahan CMC yaitu bersifat pseudoplastis, penambahan 1% CMC akan memberikan derajat viskositas sebesar 20-4000 m.Pas.

Viskositas dari tepung porang dengan penambahan karagenan, gum arab dan alginat pada tepung glukomanan memiliki derajat viskositas yang tidak jauh berbeda (Tabel 8). Hal ini dikarenakan sifat viskositas dari ketiga bahan pengisi yang berbeda. Williams *et al.* (1992) melaporkan bahwa walaupun gum arab memiliki banyak rantai cabang namun strukturnya padat, larutan yang mengandung kurang dari 10% gum arab memiliki viskositas yang rendah dan karakternya *Newtonian*.

Pembentukan viskositas dari karagenan dan alginat memiliki syarat tertentu untuk menghasilkan viskositas tinggi yaitu perlu penambahan garam tertentu, sehingga hasil viskositas pada tepung glukomanan kurang optimal karena tidak ada penambahan garam pada kedua bahan pengisi. Glickman (1983) menyatakan bahwa pembentukan gel pada karagenan disebabkan oleh adanya formasi struktur heliks ganda dari polimer karagenan dan adanya ion sulfat (garam kalium) akan mempengaruhi proses pembentukan *gel*.

Sebagaimana pula dengan alginat menurut Draget *et al.*, (2005), larutan alginat cenderung sangat kental namun untuk menghasilkan konformasi viskositas yang tinggi tergantung dari kekuatan ionik pada larutan dengan cara penambahan ion kalsium (garam CaCO_3). Bentuk dari bubuk alginat sendiri juga

mempengaruhi karena memiliki ukuran lebih besar dibandingkan bahan pengisi lain. Ukuran butir alginat yang besar (± 80 mesh) mempengaruhi kehomogenan saat proses pencampuran, dan juga mempengaruhi pada saat kontak dengan air guna memerangkap air untuk meningkatkan viskositas karena dengan bentuk butiran alginat yang besar maka luas permukaannya yang kecil untuk kontak dengan air.

Maltodekstrin memiliki viskositas paling rendah karena maltodekstrin merupakan bahan pengisi yang berbasis gula yang dihasilkan dari hidrolisis pati. Nebesny (1990) menyatakan bahwa maltodekstrin adalah pati yang dihidrolisis diturunkan menjadi molekul yang lebih sederhana menjadi monosakarida dekstrosa (D-glukosa) yang merupakan dalam aplikasinya sebagai pembentuk tekstur tergantung dari hidrolisatnya.

Viskositas lebih tinggi didapatkan dari glukomanan dengan penambahan bahan pengisi bila dibandingkan dengan tepung glukomanan kontrol (100 c.Ps) yang relatif mendekati aliran *Newtonian*. Penambahan bahan pengisi memperbaiki hasil akhir pengeringan glukomanan yang sebelumnya berbentuk plastik dan susah dihancurkan menjadi bentuk lempengan yang mudah dihancurkan menjadi tepung glukomanan. Bentuk tepung yang lebih kecil maka memperluas luas permukaan sehingga tingkat penyerapan air menjadi lebih besar. Grosch (1987) menyatakan ukuran partikel yang semakin kecil menyebabkan luas permukaan semakin meningkat sehingga penyerapan air semakin besar dan menyebabkan peningkatan viskositas. Viskositas lebih tinggi juga diduga akibat terbentuknya sinergisme antara glukomanan dan bahan pengisi.

4.3.3 Pembentukan Gel

Rerata pembentukan gel tepung glukomanan akibat penambahan bahan pengisi berkisar antara 56,66-84,93%. Analisis ragam (Lampiran 4) menunjukkan bahwa sinergisme antara glukomanan dan bahan pengisinya memberikan pengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap pembentukan gel tepung glukomanan.

Data disajikan dalam Tabel 9.

Tabel 9. Rerata Pembentukan Gel Tepung Glukomanan Akibat Penambahan Perbedaan Jenis Bahan Pengisi

Glukomanan+ Jenis Bahan Pengisi	Pembentukan Gel
CMC	84,93 de
Karagenan	73,73 cd
Gum Arab	71,47 bc
Maltodekstrin	56,66 a
Alginat	67,92 ab
Xanthan Gum	83,61 de
BNT 1%	13,51

Keterangan:

- * Masing-masing jenis bahan pengisi ditambahkan sebesar 1,5% dari berat glukomanan basah dan setiap data merupakan rata-rata 2 kali ulangan
- * Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata pada BNT 1% (13,51)

Tabel 9 menunjukkan bahwa pembentukan gel tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi maltodekstrin, alginat, gum arab, dan karagenan tidak berbeda nyata nyata, namun berbeda nyata dengan tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi CMC dan *xanthan*. Pembentukan gel berkaitan erat dengan kadar glukomanan dan viskositas. Sugiyama *et al.*(1972) melaporkan glukomanan dalam air memiliki kemampuan mengembang membentuk gel hingga mencapai 138-200% sehingga menghasilkan kekentalan yang tinggi. Tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi CMC dan *xanthan* mampu membentuk gel lebih besar karena dari kedua bahan pengisi tersebut memiliki kadar glukomanan (Tabel 7) dan derajat viskositas (Tabel 8) yang tinggi.

Penggabungan glukomanan dengan bahan pengisi yang bersifat hidrokoloid (CMC, karagenan, gum arab, alginat, *xanthan* gum) semakin meningkatkan kemampuan pembentukan gel. Pembentukan gel terukur besar karena gabungan glukomanan dengan bahan pengisi yang bersifat sinergis. Chan and Albert (2008) menyatakan gum konjak dapat digunakan secara langsung ataupun dapat dikombinasikan dengan *xanthan* gum, karagenan dan agen pengental yang lain dalam produk pangan. Selain itu bahan pengisi yang bersifat hidrokoloid ini juga memiliki kemampuan membentuk gel. Glicksman (1982) menyatakan hidrokoloid memiliki kegunaan dan arti penting berdasarkan sifat fungsional yang dimiliki, beberapa hidrokoloid dapat membentuk gel dengan variasi yang sangat luas, baik dalam cara gelasi, stabilitas dan kualitas gel, sifat organoleptik maupun sifat lainnya.

Pengembangan gel dari tepung glukomanan dengan maltodekstrin terukur lebih kecil (56,66) dibandingkan dengan tepung glukomanan dengan penambahan pengisi lain (CMC, karagenan, gum arab, alginat, *xanthan* gum) yang bersifat hidrokoloid. Hal ini dikarenakan maltodekstrin dikenal sebagai bahan pengisi yang berbasis gula sederhana (D-glukosa), sehingga berpengaruh sedikit pada pembentukan gel. Nebesny (1990) menyatakan bahwa maltodekstrin adalah pati yang dihidrolisis diturunkan menjadi molekul yang lebih sederhana menjadi monosakarida dekstrosa (D-glukosa) yang merupakan dalam aplikasinya sebagai pembentuk tekstur tergantung dari hidrolisatnya.

Tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi memiliki ukuran tepung yang jauh lebih kecil (± 80 mesh) daripada tepung glukomanan kontrol (± 40 mesh). Ukuran yang kecil mengindikasikan luas permukaan tepung

glukomanan dengan penambahan bahan pengisi lebih besar sehingga kontak glukomanan dengan air jadi lebih optimal. Grosch (1987) menyatakan ukuran partikel yang semakin kecil menyebabkan luas permukaan semakin meningkat sehingga penyerapan air semakin besar dan menyebabkan peningkatan viskositas.

4.3.4 Kadar Kalsium Oksalat

Hasil pengamatan menunjukkan bahwa rerata kalsium oksalat pada tepung glukomanan hasil ekstraksi yang diberi penambahan bahan pengisi berkisar antara 0,19-6,65% (Lampiran 5). Perlakuan bahan pengisi yang ditambahkan pada tepung glukomanan memberikan pengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap kadar oksalat yang dapat dilihat dari analisa ragam (Lampiran 5). Data disajikan dalam Tabel 10.

Tabel 10. Rerata Kadar Oksalat Tepung Glukomanan Akibat Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi

Glukomanan+Jenis Bahan Pengisi	Kadar Ca Oksalat (%)
CMC	3,15 b
Karagenan	0,63 ab
Gum Arab	0,54 a
Maltodekstrin	0,19 a
Alginat	0,19 a
Xanthan Gum	5,12 c
BNT 1%	0,80

Keterangan:

- * Masing-masing jenis bahan pengisi ditambahkan sebesar 1,5% dari berat glukomanan basah dan setiap data merupakan rata-rata 2 kali ulangan
- * Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata pada BNT 1% (0,80)

Tabel 10 menunjukkan kadar kalsium oksalat yang tidak berbeda nyata pada tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi alginat, gum arab, maltodekstrin, dan karagenan. Namun berbeda nyata dengan tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi CMC dan xanthan gum.

Kadar kalsium oksalat yang tinggi pada tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi CMC dan *xanthan* gum diduga disebabkan oleh derajat viskositas dari tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi yang mempengaruhi analisa oksalat metode volumetri. Viskositas diduga memperlambat laju reaksi untuk mencapai titik akhir titrasi yang berdekatan dengan titik ekuivalen. Tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi CMC dan *xanthan* gum memiliki viskositas yang tinggi dibandingkan perlakuan lain (Tabel 8).

Kadar kalsium oksalat pada tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi alginat, gum arab, maltodekstrin, dan karagenan memiliki kadar yang relatif rendah. Hal ini juga diduga dikarenakan pengaruh dari viskositas dari keempat perlakuan (Tabel 8) yang relatif sedang derajat viskositasnya (tidak setinggi dengan perlakuan CMC dan *xanthan*) mempengaruhi laju reaksi pada reaksi redoks untuk mencapai titik ekuivalen menjadi lebih awal sehingga besar kadar kalsium oksalat yang terukur pun lebih rendah.

Suspensi yang viscous diduga memperlambat laju reaksi redoks untuk mencapai titik akhir titrasi yang mendekati titik ekuivalen, sehingga berakibat jumlah titer lebih besar untuk mencapai titik akhir titrasi yang ditandai dengan indikator perubahan warna larutan baku. Hasil titrasi KMnO_4 menjadi lebih banyak jumlahnya untuk menetralkan reaksi redoks yang diindikasikan semakin banyak jumlah titrasi maka semakin banyak pula asam oksalat. Anonymous (2010) menyatakan laju reaksi tergantung dari kepolaran pelarut, viskositas, jumlah donor elektron, dan sebagainya. Penambahan suatu elektrolit dapat

memperlambat atau mempercepat suatu laju reaksi (pengaruh garam), dan demikian pula adanya buffer.

Pengujian kadar oksalat lebih lanjut pada bahan baku awal glukomanan maupun bahan pengisi dilakukan. Hasil keduanya didapatkan sama-sama mengandung kadar oksalat yang sedikit yaitu sebesar 0,01% sehingga diduga tingginya kadar oksalat yang terdeteksi bukan berasal dari kedua bahan tersebut. Kadar oksalat pada glukomanan sedikit bahkan tidak ada sama sekali karena hilang saat proses pengekstrakan glukomanan dengan cara presipitasi dengan etanol. Sugiyama *et al.* (1972) melaporkan bahwa pengotor dengan berat molekul ringan dan garam inorganik hilang bersama air, sedangkan komponen yang tidak larut air akan hilang saat presipitasi alkohol, filtrasi, sentrifugasi, dan metode konvensional lainnya sehingga dengan perlakuan tersebut komponen pengotor yang larut air dan garam inorganik yang mengkontaminasi konjak mannan akan hilang dan berkurang hampir semuanya. Diduga penggunaan analisa oksalat metode volumetri kurang sesuai diterapkan untuk menganalisa kadar oksalat untuk tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi.

4.3.5 Derajat Warna Putih

Rerata derajat warna putih akibat perlakuan penambahan bahan pengisi pada ekstrak glukomanan berkisar antara 43,54 - 45,64 (Lampiran 6). Analisis ragam (Lampiran 6) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan bahan pengisi memberikan pengaruh tidak nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap derajat warna pada tepung glukomanan. Data disajikan dalam Tabel 11.

Tabel 11 menunjukkan bahwa derajat warna putih pada tepung glukomanan yang telah diberi perlakuan penambahan bahan pengisi paling cerah

adalah glukomanan dengan karagenan ($45,64 \pm 1,53$), walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya. Tepung glukomanan dengan penambahan karagenan lebih putih diduga karena karagenan sebagai bahan pengisi yang melindungi ekstrak glukomanan dari panas lebih baik dari perlakuan lain.

Tabel 11. Rerata Derajat Warna Putih (W) Tepung Glukomanan Akibat Penambahan Perbedaan Jenis Bahan Pengisi

Glukomanan +Jenis Bahan Pengisi	Derajat Warna Putih
CMC	$44,32 \pm 1,34$
Karagenan	$45,64 \pm 1,53$
Gum Arab	$43,67 \pm 0,03$
Maltodekstrin	$43,54 \pm 0,16$
Alginat	$43,77 \pm 0,13$
Xanthan gum	$44,65 \pm 0,33$

Keterangan:

- * Masing-masing jenis bahan pengisi ditambahkan sebesar 1,5% dari berat glukomanan basah dan setiap data merupakan rata-rata 2 kali ulangan
- * Nilai 100 diasumsikan sebagai warna putih \pm standar deviasi

Tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi CMC, gum arab, alginat, dan *xanthan* gum juga memiliki kisaran derajat putih yang tidak jauh berbeda. Bahan pengisi melapisi ekstrak glukomanan sehingga bahan tidak terkena panas secara langsung yang mencegahnya dari perbuahan warna menjadi lebih gelap. Desrosier (1998) menambahkan pada umumnya bahan pangan yang dikeringkan dengan waktu yang lama akan mengalami perubahan warna menjadi lebih gelap.

Derajat warna putih pada tepung glukomanan dengan maltodekstrin lebih rendah dibandingkan dengan perlakuan lain ($43,54 \pm 0,16$), hal ini dikarenakan maltodekstrin lebih mempercepat proses pengeringan dibandingkan jenis pengisi lain yang tergolong hidrokoloid. Penambahan maltodekstrin mempercepat pengeringan sehingga glukomanan cepat kering dalam waktu yang relatif singkat daripada dengan perlakuan lain, proses pengeringan yang berlangsung lama

membuat glukomanan dengan tambahan maltodekstrin menjadi terlalu kering dan berubah ke warna yang lebih gelap. Pengeringan dalam oven menghasilkan warna maltodekstrin lebih gelap karena proses pengeringan berlangsung lama (Anwar dkk., 2004).

Tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi memiliki derajat warna lebih cerah (Tabel 11) dibandingkan dengan tepung glukomanan kontrol (41,54). Hal ini dikarenakan bahan pengisi memberi lapisan perlindungan pada glukomanan yang mencegahnya terpapar panas secara langsung sehingga perubahan warna gelap dapat dikurangi. Hal ini dijelaskan oleh Master (1979), bahwa bahan pengisi berguna untuk mempercepat proses pengeringan, dan mencegah kerusakan akibat panas.

4.3.6 Kadar Air

Rerata kadar air tepung glukomanan akibat penambahan bahan pengisi berkisar antara 6,17-8,74 %. Analisis ragam (Lampiran 7) menunjukkan bahwa perlakuan penambahan bahan pengisi terhadap glukomanan memberikan pengaruh sangat nyata ($\alpha = 0,01$) terhadap kadar air tepung glukomanan. Data disajikan dalam Tabel 12.

Tabel 12 menunjukkan bahwa kadar air tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi maltodekstrin, alginat, gum arab, karagenan, dan *xanthan* tidak berbeda nyata nyata ($\alpha = 0,01$), namun berbeda nyata ($\alpha = 0,01$) dibandingkan dengan tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi CMC. Kadar air paling rendah yaitu pada perlakuan maltodekstrin. Maltodekstrin dikenal sebagai bahan pengisi memiliki kadar air yang rendah. Menurut Whistler (1984), sifat-sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain mengalami dispersi

cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi, membentuk sifat higroskopis yang rendah.

Tabel 12. Rerata Kadar Air Tepung Glukomanan Akibat Penambahan Perbedaan Jenis Bahan Pengisi

Glukomanan+Jenis Bahan Pengisi	Kadar Air (%)
CMC	8,74 b
Karagenan	6,62 a
Gum Arab	6,48 a
Maltodekstrin	6,17 a
Alginat	6,35 a
Xanthan Gum	7,09 ab
BNT 1%	1,41

Keterangan:

- * Masing-masing jenis bahan pengisi ditambahkan sebesar 1,5% dari berat glukomanan basah dan setiap data merupakan rata-rata 2 kali ulangan
- * Angka yang didampingi notasi berbeda menunjukkan berbeda nyata pada BNT 1% (1,41)

Kadar air tertinggi yaitu pada tepung glukomanan dengan penambahan CMC. Hal ini diduga karena struktur CMC yang cenderung menarik air disekitarnya pada saat proses pembuatan tepung glukomanan. Rinaudo (1993) menjelaskan bahwa struktur seperti pipa, CMC mengumpulkan molekul air disekitarnya, hal ini berorientasi pada grup karboksilat anioniknya yang sebagian melindungi dari kation yang ditambahkan setelahnya.

Tinggi rendahnya kadar air pada bahan antara lain dipengaruhi oleh proses pengeringan dan penyimpanan bahan. Suhu yang digunakan untuk mengeringkan glukomanan yaitu 60°C selama 6 jam secara vakum, dianggap efektif untuk mengurangi kadar air bahan karena kadar air yang terukur rata-rata tidak melebihi 10%. Berdasarkan spesifikasi glukomanan yang diterbitkan (Far-east, 2009) melaporkan bahwa kadar air konjak glukomannan maksimal 10%. Proses pengeringan dengan vakum lebih optimal, karena mampu mempercepat proses difusi air dari dalam bahan menuju permukaan bahan sebelum permukaannya

mengering. Penambahan bahan pengisi pada glukomanan juga mempersingkat waktu pengeringan, sesuai dengan Master (1979) yang melaporkan bahwa bahan pengisi berguna untuk mempercepat proses pengeringan, dan mencegah kerusakan akibat panas.

4.3.7 Rendemen

Hasil rerata rendemen tepung glukomanan akibat penambahan bahan pengisi berkisar antara 16,11-18,04%. Analisis ragam (Lampiran 8) menunjukkan bahwa interaksi antara glukomanan dengan bahan pengisi tidak memberikan pengaruh yang nyata ($\alpha = 0,05$) terhadap rendemen tepung glukomanan. Data disajikan dalam Tabel 13.

Tabel 13. Rerata Rendemen Tepung Glukomanan Akibat Penambahan Perbedaan Jenis Bahan Pengisi

Glukomanan+Jenis Bahan Pengisi	Rendemen (%)
CMC	16,22 ± 0,25
Karagenan	16,45 ± 0,19
Gum Arab	17,80 ± 1,56
Maltodekstrin	17,73 ± 0,10
Alginat	18,04 ± 0,40
<i>Xanthan gum</i>	16,11 ± 0,06

Keterangan:

- * Masing-masing jenis bahan pengisi ditambahkan sebesar 1,5% dari berat glukomanan basah
- * Setiap data merupakan rata-rata 2 kali ulangan ± standar deviasi

Rendemen dihitung dari berat awal tepung porang yang kemudian diproses menghasilkan berat akhir tepung glukomanan. Rendemen tepung glukomanan yang cenderung paling rendah adalah glukomanan dengan bahan pengisi *xanthan* (16,11 ± 0,06), walaupun tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya (Tabel 13). Penambahan bahan pengisi tidak berpengaruh nyata pada rendemen karena bahan pengisi yang ditambahkan jumlahnya tidak terlalu banyak yaitu 1,5% dari berat ekstrak glukomanan.

Hasil data rendemen tepung glukomanan (Tabel 13) tergolong rendah karena tepung glukomanan sendiri adalah hasil produk akhir yang telah mengalami banyak proses dan perubahan bentuk. Bahan baku awal tepung porang yang kering, tepung porang kemudian diekstrak untuk didapatkan glukomanan basah sebagai bahan baku pembuatan tepung glukomanan, setelah pengeringan didapatkan tepung glukomanan kering. Rendemen tepung glukomanan dipengaruhi oleh jumlah ekstrak glukomanan hasil dari presipitasi etanol, dimana pada proses tersebut hasil ekstrak yang didapat tidak selalu sama, dan juga diduga masih ada glukomanan yang belum terekstrak total. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengekstrakan kurang sempurna karena masih ada gumpalan glukomanan yang masih menempel dalam suspensi tepung porang, sehingga menimbulkan pengaruh tidak nyata terhadap rendemen akhir.

Ekstrak glukomanan yang diambil setelah presipitasi etanol hanya pada bagian fraksi yang melayang saja, karena diduga merupakan sol glukomanan murni. Sugiyama *et al.* (1972) melaporkan bahwa pada proses pengekstrakan glukomanan yang diambil hanya fraksi terapung yaitu gumpalan putih yang melayang yang disebut mannan murni, suspensi terendap tidak diambil karena mengandung komponen pengotor yang terlarut pada suspensi walaupun memungkinkan didalamnya masih terdapat glukomanan yang belum terekstrak sempurna.

4.4 Pemilihan Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik pada penambahan bahan pengisi pada tepung glukomanan menggunakan metode *Multiple Attribute* (Zeleny, 1984) yang didasarkan pada parameter kadar glukomanan, kadar oksalat, viskositas, derajat

warna putih dan kadar air. Tepung glukomanan yang diharapkan adalah tepung glukomanan dengan kadar glukomanan tertinggi, kadar oksalat terendah, viskositas terbesar, derajat warna putih tertinggi, dan kadar air terendah. Berdasarkan hasil perhitungan (Lampiran 9) diketahui bahwa perlakuan terbaik terdapat pada tepung glukomanan penambahan bahan pengisi alginat yang kemudian akan dibandingkan dengan tepung glukomanan kontrol dan komersial. Data disajikan dalam Tabel 14.

Tabel 14. Perbandingan Karakteristik Kimia dan Fisik Tepung Glukomanan Kontrol, Tepung Glukomanan Perlakuan Terbaik, dan Tepung Glukomanan Komersial

Parameter	Jenis Tepung Glukomanan		
	Kontrol (%)	Perlakuan Terbaik (%)	Komersial (%)
Kadar Glukomanan	79,96	85,11	92,51
Kadar Kalsium Oksalat	0,01	0,19	0,08
Derajat Warna Putih	41,54*	43,77*	62,86*
Viskositas	100**	1050**	11000**
Kadar Air	7,68	6,35	8,25

Keterangan : * tanpa satuan, dimana nilai 100 diasumsikan sebagai warna putih
 ** dalam c.Ps dengan konsentrasi larutan 1%
 ***dalam detik

Hasil analisa perlakuan terbaik menunjukkan bahwa terjadi perubahan setelah tepung diberi perlakuan. Nilai parameter yang mengalami kenaikan adalah kadar glukomanan, viskositas, derajat warna putih, kadar kalsium oksalat, dan kadar air. Parameter peningkatan memang merupakan hasil yang diharapkan dalam penelitian ini, kecuali pada kenaikan kadar Ca-oksalat pada bahan. Penambahan bahan pengisi pada glukomanan dapat memperbaiki kualitas tepung glukomanan karena kelarutannya semakin tinggi. Tepung glukomanan dengan penambahan bahan pengisi alginat memiliki daya larut tinggi karena selain ukuran tepung yang lebih kecil sehingga proses hidrasi lebih cepat, juga karena konformasi struktur dari alginat (β -D-manuronat dan α -D-guluronat) memberikan

alginate volume hidrodinamik yang besar sehingga meningkatkan kemampuannya untuk memerangkap air.

Kadar Glukomanan tepung porang hasil penelitian terbaik (85,11%) lebih tinggi daripada tepung porang kontrol (79,96%). Penambahan bahan pengisi diduga menambah kandungan gula pereduksi dari tepung glukomanan sehingga saat berinteraksi dengan reagen DNS gula pereduksi yang terukur sebagai kadar glukomanan. Warsiki (1993) menyatakan semakin tinggi konsentrasi bahan pengisi yang ditambahkan akan menyebabkan semakin tinggi kadar gula pereduksi pada tepung. Selama pemanasan terjadi proses peruraian bahan pengisi menjadi monosakarida-monosakarida yang diduga besar terdiri dari glukosa yang menyebabkan meningkatnya gula pereduksi yang dikandung tepung. Kadar glukomanan meningkatkan juga diduga karena kelarutan dari tepung glukomanan.

Kualitas dari tepung komersil jauh lebih tinggi daripada tepung perlakuan terbaik. Hal ini dikarenakan tepung komersil memiliki ukuran tepung yang dikategorikan *fine powder* sehingga kelarutannya lebih tinggi yang mendukung tereksposnya glukomanan saat dianalisa lebih tinggi sehingga kadar yang terukur tinggi, selain itu tepung glukomanan berasal dari hasil ekstraksi glukomanan murni sehingga kandungan glukomanannya sangat tinggi (92.51%).

Viskositas tepung porang mengalami peningkatan selama proses pencucian dimana hasil analisa terbaik (Tabel 14). Hal ini diduga karena sinergisme dari glukomanan dengan alginat sebagai bahan pengisi, meningkatnya viskositas pada tepung juga diduga karena kelarutan dari tepung yang tinggi sehingga glukomanan dapat merangkap air lebih banyak maka viskositas yang terbentuk pun lebih tinggi. Juga dapat dihubungkan dengan kadar glukomanan

yang tinggi. Long *and* Yoshimura (2003) menyebutkan semakin tinggi kadar glukomanan pada tepung, maka viskositasnya juga semakin tinggi.

Fenomena yang sama juga terjadi pada hasil analisa viskositas tepung glukomanan komersil (11000 c.Ps) yang memiliki nilai lebih tinggi dari pada tepung porang hasil perlakuan terbaik (1050 c.Ps). Tingginya nilai viskositas dari tepung komersil disebabkan tingginya kadar glukomanan tepung komersil. Tepung glukomanan komersil didapat dari mengekstrak tepung porang dengan teknologi yang lebih canggih yang belum diketahui sehingga menghasilkan tepung glukomanan dengan sifat fisik kimia yang baik.

Derajat viskositas dari tepung glukomanan kontrol (100 c.Ps) yang tergolong rendah, hal diduga karena rusaknya komponen dari glukomanan akibat proses pengekstrakan dan pengeringan yang kurang sesuai. Sugiyama *et al.* (1927) melaporkan bahwa glukomanan yang diekstrak dari tepung konjak dengan air dan presipitasi etanol kemudian konjak mannan kering, tetapi konjak mannan yang menggunakan metode sulit membentuk gel konjak. Hal ini kemungkinan dikarenakan akibat denaturasi sebelum proses yang diamati dari amilosa dalam larutan alkali.

Kadar kalsium oksalat pada tepung porang hasil perlakuan terbaik (0.19% setara dengan 19 mg/ 100 gram) lebih tinggi dibandingkan tepung porang kontrol (0,01% setara dengan 0,01 mg/100 gram). Hal ini disebabkan karena viskositas gabungan antara tepung glukomanan dengan bahan pengisi alginat menghasilkan viskositas yang dapat menghambat laju reaksi redoks untuk mencapai titik ekuivalen. Anonymous (2010) menyatakan laju reaksi tergantung dari kepolaran pelarut, viskositas, jumlah donor elektron, dan sebagainya. Penambahan suatu

elektrolit dapat memperlambat atau mempercepat suatu laju reaksi (pengaruh garam), dan demikian pula adanya buffer. Metode analisa yang digunakan untuk mengukur kadar kalsium oksalat dianggap kurang sesuai untuk tepung glukomanan dengan penamabahan pengisi. Glukomanan dengan bahan pengisi memiliki sinergisme terhadap viskositas yang dapat memperlambat mencapai titik ekuivalen reaksi redoks saat titrasi, sehingga didapat jumlah titrasi yang lebih banyak untuk mencapai titik keseimbangan. Banyak jumlah titrasi maka disamakan dengan banyak asam oksalat yang terkandung pada bahan.

Kadar ca-oksalat tepung glukomanan komersil (0.083% setara dengan 8,3 mg/100gram) jauh lebih rendah daripada tepung hasil perlakuan terbaik namun lebih tinggi bila dibandingkan dengan tepung glukomanan control (0,01%). Hal ini diduga pada glukomanan komersil memiliki komposisi bahan lain selain glukomanan yang tidak diketahui sehingga kadar viskositasnya terhitung sangat tinggi seiring dengan pertambahan kadar kalsium oksalatnya.

Kadar air dari ketiga jenis tepung glukomanan yaitu tepung glukomanan kontrol, perlakuan terbaik, dan komersil masih memenuhi spesifikasi karena tidak melebihi batas maksimal dari kadar air yang ditetapkan pada spesifikasi standar konjak glukomanan menurut Far-east (2009) bahwa kadar air konjak glukomanan maksimal 10%. Kadar air pada tepung glukomanan hasil perlakuan terbaik (6,35%) memiliki prosentase lebih rendah bila dibandingkan dengan kontrol (7,68) dan kadar air tepung glukomanan komersil (8,25%). Hal ini dikarenakan bahan pengisi pada tepung glukomanan berfungsi untuk mempercepat pengeringan sehingga kadar air pada bahan menjadi kecil karena air yang menguap keluar dari bahan pada saat pengeringan lebih optimal. Master (1979)

melaporkan bahwa bahan pengisi berguna untuk mempercepat proses pengeringan.

Derajat warna putih hasil analisa perlakuan terbaik (43,77) meningkat bila dibandingkan dengan kontrol (41,54) dan derajat warna putih tepung glukomanan komersil (62.86) lebih tinggi daripada derajat warna putih tepung hasil perlakuan terbaik. Bahan pengisi memberi lapisan perlindungan pada glukomanan yang mencegahnya terpapar panas secara langsung sehingga perubahan warna gelap dapat dikurangi. Hal ini dijelaskan oleh Master (1979), bahwa bahan pengisi mencegah kerusakan akibat panas. Berbeda dengan glukomanan tanpa bahan pengisi memiliki derajat warna lebih gelap dikarenakan glukomanan terpapar panas secara langsung sehingga panas kontak langsung dengan glukomanan yang membuatnya menjadi gelap. Derajat putih pada tepung glukomanan komersil jauh lebih baik diduga karena proses pengeringannya menggunakan metode pengolahan yang canggih misalnya *freeze drying*, *spray drying* sehingga tidak terlalu berdampak pada derajat warna hasil akhir produknya.

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Perlakuan penambahan bahan pengisi pada glukomanan dapat mempermudah pengecilan ukuran dari lembaran glukomanan kering menjadi bubuk glukomanan porang dengan ukuran lebih kecil yaitu 80-100 mesh.

Hasil perlakuan penambahan bahan pengisi pada bubuk glukomanan memberikan pengaruh nyata pada kadar glukomanan. Pengaruh sangat nyata terhadap kadar oksalat, kadar air, viskositas, dan pembentukan gel bubuk glukomanan. Pengaruh tidak nyata terhadap derajat warna putih dan rendemen.

Perlakuan bubuk glukomanan terbaik yaitu pada penambahan bahan pengisi alginat konsentrasi 1.5% dengan hasil analisa derajat warna putih 43.77, kadar kalsium oksalat 0.1868%, kadar glukomanan 85.11%, viskositas 1050 cPas, rendemen 18.04%, kadar air 8.84%.

5.2 Saran

Metode yang digunakan yaitu pengeringan, pengecilan ukuran glukomanan, dan metode analisa yang digunakan perlu dikaji ulang dalam penelitian lanjutannya. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk mengetahui metode pengeringan yang selain pengeringan vakum misalnya dengan *freeze drying*. Proses penghancuran yang lebih optimal dalam pembuatan bubuk glukomanan misalnya dengan dibuatnya mesin penumbuk untuk skala kecil. Metode baru untuk menganalisa yaitu kadar oksalat seperti menggunakan analisa oksalat metode spektrofotometri dan HPLC.

DAFTAR PUSTAKA

- Alinkolis, J. J. 1989. **Candy Technology**. The AVI Publishing Co. Westport-Connecticut.
- Aldera, M. 2010. **Ekstraksi Glukomanan dari Tepung Porang (Amorphophallus oncophyllus) dengan Metode Ultrasonik (Kajian Proporsi Tepung Porang dan Lama Ekstraksi)**. Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Anonymous. 2006^a. **Konjac and Its Used. Gum technology** <http://gumtech.com/properties.htm>. Tanggal akses 6 Januari 2010.
- Anonymous. 2006^b. **What are The Advantages of Using konjac flour rather than All Purpose Flour?** <http://www.konjacfoods.com/thickener.htm>. Tanggal akses 8 April 2010.
- Anonymous. 2007^a. **Porang kingdom**. <http://www.plantamor.com/index.php?plant=92>.
- Anonymous. 2008^a. **What is Konjac Flour**. http://www.konnyaku.com/e_data/konjac2.html. Tanggal akses 16 Februari 2010.
- Anonymous. 2008^b. **Maltodekstin**. <http://www.gleukos.com/downloads/pdf/Maltodextrin.pdf>. Tanggal akses 29 Oktober 2010.
- Anonymous. 2009^a. **Glukomanan**. <http://konjacchemical.htm>. Tanggal akses 29 Juni 2010.
- Anonymous. 2009^b. **Oksalat**. <http://www.wikipedia.com>. Tanggal akses 31 Maret 2010.
- Anonymous. 2009^c. **Alkohol**. <http://www.wikipedia.com>. Tanggal akses 29 Maret 31 Maret 2010.
- Anonymous. 2009^d. **Aluminium Sulfat**. <http://www.wikipedia.com>. Tanggal akses 31 Maret 2010.
- Anonymous. 2009^e. **Karaginan**. <http://www.wikipedia.com>. Tanggal akses 20 Agustus 2010.
- Anonymous, 2010. **Kinetika Kimia**. <http://usupress.usu.ac.id/files/KinetikaKimia> Tanggal akses 24 Desember 2010.
- Arifin, M. A. 2001. **Pengeringan Keripik Iles-Iles Secara Mekanik Untuk Meningkatkan Mutu Keripik Iles-Iles**. Tesis. Teknologi Pasca Panen. PPS. IPB. Bogor.

- Astuti, S. M. 2008. **Teknik Pengeringan Bawang Merah dengan Teknik Tekanan Vakum**. <http://www.pustaka-deptan.go.id/publikasi/bt13208k.pdf>
- Backer, A. and Brink, R.C.D.B. 1968. **Flora of java**. Vol III. Wolters Noodroff. Gronongen.
- BBIHP. 2001. **Glukomanan: Polimer Alami Asal Iles-iles**. Seminar Prospek Polimer Alami untuk Industri Pangan, Kosmetik dan Farmasi.
- Bemiller, J. N., and Whistler, R. L. 1996. **Carboyrates**. In O. R. Fenemma (Ed.), **Food chemistry** (3rd ed., pp. 157–224). New York: Marcel Dekker.
- Bhandari, B. R., Snoussi, A., Dumoulin, E. D., & Lebert, A. 1993. **Spray drying of concentrated fruit juices**. *Drying Technology*, 11(5), 1081–1092.
- Boelhasrin., Sudana dan Budiman, T. 1970. **Iles-iles dan penggunaannya dalam teknologi**. *Acta Pharmaceutica I* : 1-5.
- Boutin, R. F. 1992. **Confection : Ingredients and Product Characteristic**. *Encyclopedia of Food Science and Technology* (Eds Y.H. Hui). 4, p 456-471. John Willey & Sons Inc. Canada.
- Bradbury, O. H. and Holloway. 1988. **Chemistry of Tropical Root Crops: Significance for Nutrition and Agriculture In The Pacific**, Chemistry Department Australian Centre for International Agricultural Research, Canberra.
- Çalışkan, M. 1998. **The metabolism of Oxalic Acid**. Departement of Biology Mustafa Kemal University 31040 Hatay, Turkey.
- Chan and Albert. 2008. **The world of food science Konjac Part I: Cultivation To Commercialization Of Component**. New York.
- Demann, J. M. 1997. **Kimia Makanan**, Edisi 2, terjemahan oleh Kosasih Padmawinata, ITB, Bandung.
- Desroisier, N. W. 1998. **Teknologi Pengawetan Pangan**. UI Press. Jakarta.
- Dhami, R. 1996. **Interactions of Xanthan with Locust Bean Gum, Konjac mannan and Guar Gum**. In Dhami R. (Ed.). *Hydrodynamic studies on xanthan and xylan systems*. Ph.D. Thesis: University of Nottingham; UK [Chapter 8].
- Draget, K., Smidsrød, O. Skjåk-Bræk, G. 2005. **Alginate**, In : **Polysaccharides and Polymides in The Food Industry. Properties, Production, and Patent**. Edited by A. Steinbuchel and S. K. Rhee. Copyright Wiley-VCH Verlag GmbH & Co. KGaA, Weinheim ISBN ; 3-527-31345-1, pp : 2-26.

- Estiasih, T. 2006. **Teknologi dan Aplikasi Polisakarida dalam Pengolahan Pangan**. Penerbit akultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya, Malang.
- FAO. 1995. **Toxicological Evaluation of Some food Additives**. Food and Agriculture Organization, Rome, Italy In: Maga, O.A, and Tu, A.T. **Food Additive Toxicology**. Colorado State University. Marcell Dekker, Inc. New York
- Far-East Industries. 2009. **Konjac Gum Specification**. www.fareast-industries.com. Tanggal akses 29 Juni 2009.
- Friebe , A. and Moritz, W. 1994. **Influence of ElecrolYTE on Electrical-Properties of Thin Cellulose-Acetate Membranes**. J. Appl. Polym. Sci., 51(4), 625-34.
- Gadizza, C. 2009. **Pengaruh Pemurnian Secara Kimiawi Terhadap Karakteristik Fisik dan Kimia Tepung Porang (Amorphophallus oncophyllus) (Kajian Jenis Garam)**. Skripsi. FTP. Universitas Brawijaya. Malang.
- Gao, S and Nishinari K. 2003. **Effect of Degree of Acetylation on Gelation of Konjac Glucomannan**. **Biomacromolesules**, 5 (1), 175-185
Biomacromolecules, 5 (1), 175 -185.
- Gaonkar, A. G. 1995. **Ingredient Interactions Effects on Food Quality**. Marcell Dekker, Inc., New York.
- Glicksman, M. and Farks, H.E. 1974. **Gum Gelling System : Xanthan- Tara Dessert Gel**. US Patent No. 3,784,712.
- Grosch and Belitz. 1987. **Food Chemistry**. Springer Verslog. Berlin
- Hartanto, E. S. 1994. **Iles-iles tanaman langka yang laku dikespor**. Buletin Ekonomi 19 (5): 21-25.
- Hetterscheid, W. 1996. **Amorphallus : Introduction and Toxonomic Description**. **International Aroid Society**. <http://www.aroid.org/genera.amorphophallus/amintro.html>. tanggal akses 29 Maret 2010.
- Hui, Li., Bo, Chen., Shouzhuo, Yao. 1992. **Application of Ultrasonic Technique for Extracting Chlorogenic Acid from Eucommia ulmodies Oliv**. Journal of Hunan Normal University. Changsa, PR China.
- Imeson, A. 1999. **Thickening and Gelling Agent for Food**. Aspen Publisher Inc, New York.

Johnson, Andi. 2005. **Konjac - An Introduction**. <http://www.konjac.info/> .
Tanggal Akses 28 Maret 2010.

Kennedy, J.F., C.J. Knill and D.W. Taylor. 1995. **Maltodextrins**. In: **Handbook of Starch Hydrolysis Products and their Derivatives**, Kearsley, M.W. and S.Z. Dziedzic (Eds.). Blackie Academic and Professional, Glasgow, pp: 65-82.

Kohyama, K., Iida, H. and Nishinari, K. 1993. **A Mixed System Composed of Different Molecular Weights Konjac Glucomannan and Kappa Carrageenan: Large Deformation and Dynamic Viscoelastic Study**. Food Hydrocoll., 7, 213-226.

Kusumawardhani, P. A. E. 2007. **Karakteristik Fisik Kimia Tepung Porang (Amorphophallus oncophyllus) Hasil Fraksinasi dengan Metode Hembusan (Blower)**. Skripsi. FTP. Universitas Brawijaya. Malang.

Linggawati, A. dan Muhdarina. 2002. **Efektivitas Pati-Fosfat Dan Aluminium Sulfat Sebagai Flokulan dan Koagulan**. Jurusan Kimia, FMIPA. Universitas Riau.

Lebrun, L., Junter, G.G., Jouenne, T. 1994. **Alginate**. In : **Hydrocolloid Application**, Nussinovitch, A. Blackie Academic and Professional, Glasgow, pp : 19-39.

Long, Huang and Miki Yoshimura. 2003. **Rheological Properties of Konjac Glucomannan**. Foods Food Ingredients j. Japan. Vol 208. No.10.

Malkki , Y., Heinio, R. L., and Autio, K. 1993. **Influence of Oat Gum, Guar Gum, Gum, and Carboxymethyl Cellulose on The Perception of Sweetners and Flavor**, in **Food Hydrocolloids**, 6(6), 525-32.

Millane, R. P, and Wang, B. 1992. **Molecular Structures of Xanthan and Related Polysaccharides, in Gum and Stabilisers for The Food Industry**, edited by G.O. Phillips and P.A. Williams. IRL Press, Oxford., p. 541.

Masters, K. 1979. **Spray Drying Handbook**. John Wiley and Sons, New York.

Monsanto, S. G. 2006. **Xanthan Gum**. Kelco Biopolymers, Tadwort.

Murtinah, S. 1977. **Pembuatan Kripik dan Isolasi Glukomannan dari Umbi Iles-Iles**. Balai Penelitian Kimia. Semarang.

Nebesny, E. 1990. **Carbohydrate Compositions and Moleculer Structure of Dextrines in Enzymatic High Maltose Syrups**, *Starch/Staerke* 42:437.

- Nishizawa, M. 2002. **Thickening Stabilizer from Seaweed**. Shokuhin Eiseigaku Zasshi, 43: J-1-J-6.
- Noor, Z. 1992. **Senyawa Anti Gizi**, Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi, UGM, Yogyakarta.
- Ohashi, S., Shelso, G. J., Moirano. L. A., Drinkwater, L. W. 2000. **U.S Patent 2.144.5622,2000. Clarified Konjac Glucomannan with Alumunium Sulfat**. <http://www.patentstorm.com>. Tanggal akses 27 Mei 2010.
- Ohtsuki, T. 1968. **Studies on Reverse Carbohydrates of Flour Amorphophallus Species, with Special Reference to Mannan**. Botanical MagazineTokyo 81 : 119- 126.
- Onsøyen, E. 1992. **Alginates**, in **Thickening and Gelling Agents for Food**, ch.1 (ed. A. Imeson), Chapman & Hall, Glasgow, pp.1-25.
- Paradossi, G., Chiessi, E., Barbiroli ,A., Fessas , D. 2002. **Xanthan and Glucomannan Mixtures: Synergistic Interactions and Gelation**. Department of Chemical Sciences and Technologies, University of Rome "Tor Vergata", via della Ricerca, Italy.
- Peiying, L., Z. Shenglin, Z. Guohua , C. Yan, O. Huaxue, H. Mei, W. Zhongfeng, X. Wei, and P. Hongyi. 2002. **Professional Standart of The Peoeple' Republic of China for Konjac Flour**. NY/T : 494-2002
- Purwadaria, H. K. 2001. **Pengembangan Proses Fraksinasi untuk Meningkatkan Mutu Tepung Iles-iles (Konjac Flour) untuk Ekspor**. Laporan akhir tahun RUT VIII.1. Tahun Anggaran 2001. FATETA, IPB. Bogor.
- Putra, Matsusaka. K. D. 2009. **Pemurnian Glukomanan dari Tepung Porang (Amorphophallus oncophyllus) (Kajian Konsentrasi TCA)**. Skripsi. FTP. Universitas Brawijaya. Malang.
- Ramadhan A. E. dan H. A. Phaza. 2010. **Pengaruh Konsentrasi Etanol, Suhu, dan Jumlah Stage pada Ekstraksi Oleoresin jahe (Zingiber officinale Rosc.) Secara Batch**. Skripsi. Teknik Kimia. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Reineccius, G. A. 1991. **Carbohydrates for flavor encapsulation**. Food Technology, 46(3), 144–152.
- Rinaudo, M. 1993. **A New Approach to Characterising Carboxymethyl Celluloses by Sizr Exclusion Chromatography**, Carbohydr. Polym. 22(1):1.

- Roesen, J. 1992. **Rheological Characterization of Carrageenan Gels**, in **Gums and Stabilisers for The Food Industry**, edited by G.O. Phillips and P.A. Williams. IRL Press, Oxford., p. 121.
- Romli , H. 2002. **Hutan Lestari Berkat Tanaman Porang**. [http:// www.pikiran-rakyat.com/cetak/0702/22/0607.htm](http://www.pikiran-rakyat.com/cetak/0702/22/0607.htm). Tanggal akses 14 Mei 2006.
- Said, S. 1995. **Mutu Umbi Iles-iles Liar (Amorphophallus oncophylus) Jawa sebagai Bahan Baku Industri**. Warta AKAB. Balai Besar Litbang Industri Hasil Pertanian. No.6.
- Sengbusch, P. V. 2008. **Crystalline Inclusions**. www.biologie.uni-hamburg.de/b-online/e04/kristall.htm. Tanggal akses 2 Juni 2010.
- Shatwell, K. P., Sutherland, I. W., Ross-Murphy, S. B., & Dea, I. C. M. 1999. **Influence of The Acetyl Substituent on The Interaction of Xanthan with Plant Polysaccharides-III. Xanthan – Konjac mannan Systems**. Carbohydrate Polymers, 14, 131–147.
- Soedarsono dan Abdulmanaf. 1963. **Berbagai keterangan mengenai iles-iles**. PDIN. Jakarta: 20-35.
- Suhirman, S., Sri Yuliani, Eddi Imanuel dan M. Pandji Laksmanahardja. 2002. **Penelitian Pengolahan Lanjut dan Penganekaragaman Hasil Tanaman Iles-iles**. Puslitbangtri.
- Sugiyama, N., Shimara, S and Ando, T. 1972. **Studies on Mannan and Related Compounds I. The Purification of Konjac Mannan**. Bulletin Chem. Soc. Of Japan 45:561-563.
- Susanto, T. 1999. **Pengantar Pengolahan Hasil Pertanian**. Fakultas Pertanian. Universitas Brawijaya. Malang.
- Stephen, A. M. and S. C. Churms. 1995. **Food Polysaccarides and Their Applications**. Marcell Dekker, Inc, New York.
- Syaefullah, M. 1990. **Studi Karakteristik Glukomannan Dari Sumber Indegeneous Amorphophallus onchopillus Dengan Variasi Proses Pengeringan dan Dosis Perendaman**. Tesis. Fakultas Pascasarjana.
- Thomas, W. R. 1999. **Konjac Gum**. Dalam Alan Imeson. **Thickening and Gelling Agents for Food**, 2nd ed., pp. 167-79, Blackie Academic and Professional, London.
- Tranggono, S., Haryadi., Suparmo, A., Murdiati, S., Sudarmadji, K., Rahayu, S., Naruki., dan Astuti, M. 1991. **Bahan Tambahan Makanan (Food Additive)**. PAU Pangan dan Gizi UGM, Yogyakarta.

- Tye, R.J. 1991. **Konjac Flour: Properties and Applications**. Food Tech,45:82-92.
- Velde, de van Fred Ir. Dr., Ruiter De A Gerhard. Dr. 2008. **Polisacaride**. Wageningen Centre for Food Sciences and TNO Nutrition and Food Research Institute, Carbohydrate Technology Department, Netherlands. http://www.wiley-vch.de/books/biopoly/pdf_v06/bpol6009_245_250.pdf.
- Warsiki, E. 1993. **Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Bahan Pengisi Terhadap Desain Produk Tepung Instan Sari Buah Nenas (Ananas comosus (L) Merr)**. Skripsi. FTP. IPB. Bogor.
- Whistler, R. L and Paschall, E. F. 1984. **Starch: Chemistry and Technology**, 2th ed., Academic Press: N.Y., p. 1-718.
- Wicaksono, R., dan Thaheer. 2005. **Sintesis dan Karakterisasi Biodegradable Hydrogel dari Amorphophallus oncophyllus**. Tesis. Fakultas Agribisnis dan Teknologi Pangan, Universitas Djuanda, Bogor.
- Williams, P.A., Day, H. D., Phillips, G.O. 1992. **Mixed Gels Formed With Konjac Mannan and Xanthan Gum**. In **Gum and Stabilisers for The Food Industry**, edited by G.O. Phillips and P.A. Williams. IRL Press, Oxford., p. 161.
- Williams, P.A. and Phillips, G.O. 2000. **Gum Arabic**, in **Handbook of Hydrocolloids**, edited by G.O. Phillips and P.A. Williams. Cambridge (UK): Woodhead Publishing.
- Winarno, F. G. 1990. **Bahan Tambahan Makanan**. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- Winarno, F. G. 1994. **Kimia Pangan dan Gizi**. Gramedia Pustaka Utama Jakarta.
- Yuzammi. 2000. **A Taxonomic Revision of the Terrestrial and Aquatic Aroids (Araceae) in Java**. [Thesis]. Sidney: School of Biological Science, Faculty of Life Science, University of New South Wales.
- Zhang, J., and Rochas, C. 1990. **Interactions Between Agarose and, κ-karagenan in Aqueous Solutions**, dalam **Carbohydr. Polym.** 13:257.
- Zeleny, M. 1982. **Multiple Criteria Decision Making**. Mc Graw-Hill. New York.

Lampiran 1: Prosedur Analisa

1.1 Analisa Rendemen (Sudarmadji, 1984).

- ✓ Rendemen tepung merupakan perbandingan antara berat tepung yang telah dimurnikan dengan berat tepung kasar
- ✓ Rendemen = $\frac{\text{Berat akhir sampel}}{\text{Berat awal sampel}} \times 100\%$

1.2 Analisa Kadar glukomanan (*Professional Standart of People Republic of China, 2002*)

a. Kalibrasi kurva standart glukosa

Masukkan 0,4 ; 0,8 ; 1,2 ; 1,6 ; dan 2,0 ml larutan glukosa standart dan 2,0 ml aquades ke dalam 6 labu ukur 25 ml. Tambahkan aquades hingga volumenya 2 ml. tambahkan 1,5 ml 3,5 asam dinitrosalisilat (reagen) ke dalam larutan, homogenisasi dengan cara dikocok kemudian panaskan tabung dalam air mendidih selama 5 menit sebelum didinginkan. Tambahkan aquades sesuai dengan volume yang telah ditentukan (tanda batas) dan homogenisasi dengan cara dikocok/digojog. Ditera absorbansinya pada 550 nm. Gunakan aquades sebagai balnko dan set pada kondisi nol. Catat absorbansi larutan glukosa pada konsentrasi yang berbeda-beda. Plotkan kurva standart dengan kadar glukosa (mg) sebagai sumbu X dan absorbansi sebagai sumbu Y (regresi linear)

b. Penentuan glukomannan konjak

b.1. Preparasi ekstrak glukomannan konjak

Timbang 0,1900-1,2000 gram sampel dengan menggunakan kertas kering dan masukkan ke dalam labu ukur, yang berisi 50 ml buffer asam format-natrium hidroksida yang telah diagitasi menggunakan elektromagnetik (*magnetic stirrer*)

pada suhu 3°C selama 4 jam atau pada suhu ruang selama semalam. Kemudian larutkan larutan dengan buffer asam format-natrium hidroksida hingga volumenya 100 ml. Kemudian larutan yang telah diagitasi tersebut di sentrifugasi pada 4000 rpm selama 20 menit. Supernatant yang diperoleh merupakan ekstrak glukomannan.

b.2. Preparasi hidrolisat glukomannan konjak

Pipet 5,0 ml ekstrak glukomannan konjak dan masukkan ke dalam labu ukur 25 ml. (pipet dibilas beberapa kali hingga sampel yang menempel pada dinding pipet terlarut semua dan masuk ke dalam labu ukur). Tambahkan 2,5 ml asam sulfat (3 mol/L) ke dalam larutan, campurkan dengan cara dikocok kemudian hidrolisis dengan memasukkan ke dalam air mendidih selama 1,5 jam sebelum didinginkan. Tambahkan 2,5 ml natrium hidroksida (6 mol/L) dan campurkan dengan cara dikocok, dan lurutkan larutan tersebut dengan aquades hingga volumenya 25 mL.

b.3. Penentuan kadar glukomannan konjak

Pipet 2,0 ml masing-masing ekstrak glukomannan konjak dan hidrolisat glukomannan konjak yang telah disiapkan dan aquades ke dalam 3 labu ukur 25 ml, tambahkan 1,5 ml 3,5 asam dinitrosalisilat, kemudian panaskan dalam air mendidih selama 5 menit. Setelah didinginkan, tambahkan aquades hingga volumenya 25 ml. Tera warna tersebut pada 550 nm spektrofotometer. Aquades digunakan sebagai blanko dan diset nol. Catat absorbansi ekstrak dan hidrolisat. Kadar glukosa (mg) dihitung dengan memasukkan absorbansi ke dalam regresi linear kurva standart.

- c. Perhitungan hasil glukomannan pada tepung konjak (% berat kering)

$$= \frac{\varepsilon(5T-T_0) \times 50}{m \times (1-w) \times 1000} \times 100 \dots \dots (1)$$

keterangan :

ε = rasio antara berat molekul residu glukosa dan mannan pada glukomannan dengan berat molekul glukosa dan mannan yang dihasilkan setelah hidrolisis. ($\varepsilon=0,9$)

T : (mg) glukosa pada hidrolisat glukomanan yang diperoleh dari perhitungan kurva standart

To : (mg) glukosa pada ekstrak glukomanan yang diperoleh dari perhitungan kurva standart

M : massa sampel konjak (g)

W : kadar air sampel

1.3 Analisa Derajat Warna Putih (Koswara, 2009)

Pengukuran warna tepung mannan dilakukan dengan menggunakan alat *Color Reader*. Pada alat ini terukur nilai L, a dan b. Dari hasil pengukuran diperoleh nilai L, a dan b sehingga derajat putih dapat dihitung dengan rumus berikut:

$$W = 100 - (((100 - L)^2 + (a^2 + b^2))^{0.5})$$

Keterangan :

W = derajat putih, diasumsikan nilai 100 adalah yang paling sempurna

L = nilai yang ditunjukkan oleh kecerahan



a = nilai yang menunjukkan warna merah bila bertanda (+) dan warna hijau bila bertanda (-)

b = nilai yang menunjukkan warna kuning bila bertanda (+) dan warna biru bila bertanda (-)

1.4 Analisa Viskositas (Modifikasi Peiying *et al.*, 2002)

1. Alat yang digunakan adalah Brookfield Viscometer dengan menggunakan jarum spindle 1 pada suhu ruangan ($\pm 27^\circ\text{C}$).
2. Caranya: sampel dilarutkan dalam aquades dengan konsentrasi 1 % disiapkan.

Kemudian didiamkan selama $\pm 2,5-3$ jam pada suhu ruang, selanjutnya diukur viskositasnya.

1.5 Analisa Kadar Oksalat Metode Volumetri (Ukpabi dan Ejidoh, 1989 dalam Iwuoha, 1994)

1. Sampel ditimbang 2 gram, kemudian ditambahkan 190mL aquades dan 10 mL HCl 6M ke dalam *beaker glass*.
2. Larutan dipanaskan dengan waterbath suhu 100°C selama 1 jam, kemudian didinginkan.
3. Larutan diencerkan dengan aquades hingga volumenya 250mL, kemudian difiltrasi sehingga diperoleh filtrat.
4. Filtrat dibagi 2, masing-masing 125mL, kemudian ditambahkan 4 tetes indikator metil red.
5. Masing-masing filtrat ditambahkan dengan ammonium hidroksida (NH_4OH) hingga terjadi perubahan warna dari pink menjadi kuning.

Dilanjutkan dengan pemanasan hingga suhunya mencapai 90°C, kemudian didinginkan dan difiltrasi hingga diperoleh filtrat.

6. Filtrat dipanaskan kembali hingga suhunya 90°C, kemudian ditambahkan 10mL CaCl 5% sambil diaduk dengan magnetik stirrer selama 3 menit. Selanjutnya didiamkan pada suhu 5°C selama semalam.
7. Masing-masing filtrat disentrifuse 5000rpm selama 30 menit hingga supernatan dan endapannya terpisah. Kemudian endapannya dilarutkan dengan 10mL H₂SO₄ 20%, sehingga diperoleh 10mL filtrat.
8. Kedua bagian filtrat, masing-masing 10mL, dicampurkan dan diencerkan dengan aquades hingga volumenya 300mL.
9. Diambil 125mL filtrat yang telah diencerkan, kemudian dipanaskan hingga hampir mendidih.
10. Selanjutnya filtrat langsung dititrasi dalam keadaan panas dengan KMnO₄ 0,05M yang telah distandarisasi, hingga terbentuk warna pink yang tidak hilang setelah 30 detik.
11. Kadar kalsium oksalat (mg/100g) dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar oksalat (mg/100g)} = \frac{T \times (Vme) (Df) \times 10^5}{(ME) \times Mf}$$

Dimana :

T : Volume KMnO₄ yang digunakan untuk titrasi (mL)

Vme : Volume massa ekuivalen (1 cm³ KMnO₄ 0,05M setara dengan 0,0025 g asam oksalat anhidrat)

Df : faktor pengenceran (2,4 diperoleh dari volume filtrat 300mL dibagi dengan volume filtrat yang digunakan 125mL)

ME : Molar ekuivalen KMnO₄ (0,05)

Mf : Massa sampel (g)

1.6 Analisa Kadar Air (AOAC, 1984)

1. Sampel ditimbang sebanyak 2-5 gram pada cawan porselin yang telah diketahui beratnya.
2. Cawan tersebut dimasukkan ke dalam oven selama 3- 4 jam pada suhu 100-105 °C atau sampai beratnya menjadi konstan.
3. Sampel kemudian dikeluarkan dari oven dan dimasukkan ke dalam desikator dan segera ditimbang setelah mencapai suhu kamar.
4. Masukkan kembali bahan tersebut ke dalam oven sampai tercapai berat yang konstan (selisih antara penimbangan berturut-turut 0,2 gram)
5. Kehilangan berat tersebut dihitung sebagai presentase kadar air dan dihitung dengan rumus :

$$\text{Kadar Air} = \frac{\text{berat awal} - \text{berat akhir}}{\text{berat sampel}} \times 100\%$$

1.7 Analisa Kemampuan Pembentukan Gel (Modifikasi Apriyantono, dkk, 1989)

1. Oven Kertas saring suhu 105⁰C selama 3 menit, kemudian dinginkan dalam desikator dan timbang.
2. Timbang sampel sesuai formulasi dengan berat 2,055g, larutkan dalam 200 ml air dan aduk selama 10 menit (waktu kelarutan sempurna tepung glukomanan berdasarkan penelitian pendahuluan) dalam *beaker glass*.
3. Ukur volume gel yang terbentuk.
4. Saring larutan sampel dengan menggunakan kertas saring.
5. Keringkan kertas saring bersama residu pada oven 105⁰C selama 3 jam.
6. Dinginkan dalam desikator dan timbang.
7. Perhitungan:

$$G : K2 - K1$$

Kemampuan pembentukan gel : $\frac{G}{T}$

Keterangan: T

G : Berat gel yang terbentuk (g)

T : Berat Tepung awal (g)

K1 : Berat kertas saring sebelum digunakan (g)

K2 : Berat kertas saring sesudah digunakan (g)

1.8 Analisa Waktu Hidrasi (Modifikasi Peiying *et al.*, 2002)

1. Ditimbang 1 gram sampel, kemudian didispersikan ke dalam 100 ml aquades pada suhu 25oC
2. Dihitung waktu yang dibutuhkan sampel untuk terhidrasi sempurna.

1.9 Pemilihan Perlakuan Terbaik (Zeleny, 1982)

Untuk menentukan kombinasi perlakuan terbaik digunakan metode *Multiple attribute* dengan prosedur pembobotan sebagai berikut:

1. Ditentukan nilai ideal pada masing-masing parameter

Nilai ideal adalah nilai yang sesuai dengan pengharapan, yaitu maksimal atau minimal dari suatu parameter. Untuk parameter dengan rerata semakin tinggi semakin baik, maka nilai terendah sebagai nilai terjelek dan nilai tertinggi sebagai nilai terbaik. Sebaliknya untuk parameter dengan nilai terendah semakin baik, maka nilai tertinggi sebagai nilai terjelek dan nilai terendah sebagai nilai terbaik.

2. Dihitung derajat kerapatan (d^*i)

Derajat kerapatan dihitung berdasar nilai ideal untuk masing-masing parameter. Bila nilai ideal (d^*) min, maka:

$$d^*i = \frac{\text{Nilai kenyataan yang mendekati ideal}}{\text{Nilai ideal dari masing-masing alternatif}}$$

Bila nilai ideal (d^*i) maks, maka:

$$d^*i = \frac{\text{Nilai ideal dari masing-masing alternatif}}{\text{Nilai kenyataan yang mendekati ideal}}$$

3. Dihitung jarak kerapatan (L_p)

Dengan asumsi semua parameter penting, jarak kerapatan dihitung berdasarkan jumlah parameter = $1/\text{jumlah parameter}$

L_1 = menjumlah derajat kerapatan dari semua parameter pada masing-masing perlakuan. Hasil penjumlahan dikurangkan 1.

$$L_1 = (\lambda k) = 1 - \sum_{i=1}^n (\lambda i 1 \times d^{k_i})$$

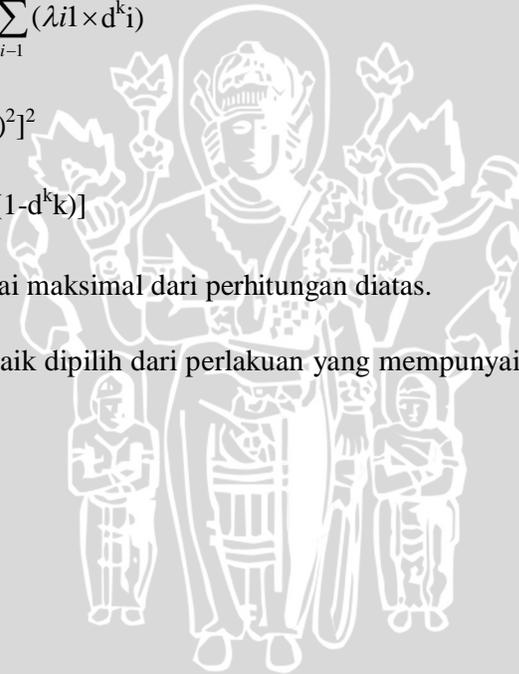
$$L_2 = [\lambda i^2 (1 - d^{k_i})^2]^2$$

$$L_\infty = \text{maks } [\lambda i (1 - d^{k_i})]$$

L_∞ dipilih nilai maksimal dari perhitungan diatas.

4. Perlakuan terbaik dipilih dari perlakuan yang mempunyai nilai L_1 , L_2 dan

L_∞ minimal



Lampiran 2. Data Hasil Analisa Kadar Glukomanan Akibat Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi

Tabel Data

No	Glukomanan + Bahan Pengisi	Ulangan		Total	Standar Deviasi	Rata-rata
		I	II			
1	CMC	85.855	84.140	169.995	1.21268813	84.998
2	Karagenan	84.914	84.388	169.302	0.37193817	84.651
3	Gum Arab	82.418	83.321	165.739	0.63851742	82.870
4	Maltodekstrin	85.125	86.448	171.573	0.93550	85.787
5	Alginat	85.300	84.909	170.209	0.27647875	85.105
6	Xanthan	86.270	87.188	173.458	0.64912403	86.729
Total		509.882	510.394	1020.276		
Rata-rata		84.980	85.066	170.046		

Tabel Analisa Ragam

FK 86746.92635

SK	DB	JK	KT	F-HIT	NOTASI	F-TABEL	
						0.05	0.01
Perlakuan	5	16.553214	3.3106428	5.860198217	*	4.39	8.75
Galat	6	3.389622	0.564937				
Total	11	19.942836					

Keterangan :
 tn = tidak berbeda nyata
 * = berbeda nyata pada $\alpha = 0.05$
 ** = berbeda sangat nyata pada $\alpha = 0.01$

Tabel Uji Lanjut BNT 5 %

	82.870	84.651	84.998	85.105	85.787	86.729	KTG	T 5%	BNT 5%
82.870	-	tn	*	*	*	*	0.564937	2.447	1.839221
84.651		-	tn	tn	tn	*			
84.998			-	tn	tn	tn			
85.105				-	tn	tn			
85.787					-	tn			
86.729						-			
Notasi BNT 5 %	a	ab	ab	ab	ab	b			

Lampiran 3. Data Hasil Analisa Viskositas Akibat Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi

Tabel Data

Glukomanan + Bahan Pengisi	Ulangan		Total	Standar Deviasi	Rata-rata
	I	II			
CMC	2200	2400	4600	141.4214	2300
Karagenan	1700	1600	3300	70.7107	1650
Gum Arab	1600	1400	3000	141.4214	1500
Maltodekstrin	800	500	1300	212.1320	650
Alginat	1100	1000	2100	70.7107	1050
Xanthan	2600	2400	5000	141.4214	2500
Total	10000	9300	19300		
Rata-rata	1667	1550	3217		

Tabel Analisa Ragam

FK 31040833.33

SK	DB	JK	KT	F-HIT	NOTASI	F-TABEL	
						0.05	0.01
Perlakuan	5	5034166.7	1006833.3	52.530435	**	4.39	8.75
Galat	6	115000	19166.667				
Total	11	5149166.7					

Keterangan :
 tn = tidak berbeda nyata
 * = berbeda nyata pada $\alpha = 0.05$
 *** = berbeda sangat nyata pada $\alpha = 0.01$

Tabel Uji Lanjut BNT 1 %

	650	1050	1500	1650	2300	2500	KTG	T 1%	BNT 1 %
650	-	tn	*	*	*	*	19166.67	3.707	513.2109
1050		-	tn	*	*	*			
1500			-	tn	*	*			
1650				-	*	*			
2300					-	tn			
2500						-			
Notasi BNT 1 %	a	ab	bc	cd	d	d			

Lampiran 4. Data Hasil Analisa Pembentukan Gel Akibat Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi

Tabel Data

No	Glukomanan + Bahan Pengisi	Ulangan		Total	Standar Deviasi	Rata-rata
		I	II			
1	CMC	88.442	81.416	169.858	4.968	84.929
2	Karagenan	73.750	73.704	147.454	0.032	73.727
3	Gum Arab	69.945	73.002	142.947	2.161	71.473
4	Maltodekstrin	57.116	56.199	113.315	0.649	56.658
5	Alginat	69.170	66.670	135.840	1.768	67.920
6	Xanthan	86.982	80.232	167.214	4.773	83.607
Total		445.407	431.223	876.629		
Rata-rata		74.234	71.870	146.105		

Tabel Analisa Ragam

FK 64039.91241

SK	DB	JK	KT	F-HIT	NOTASI	F-TABEL	
						0.05	0.01
Perlakuan	5	1101.078338	220.2156675	23.72805795	**	4.39	8.75
Galat	6	55.6848777	9.28081295				
Total	11	1156.763215					

Keterangan :
 tn = tidak berbeda nyata
 * = berbeda nyata pada $\alpha = 0.05$
 *** = berbeda sangat nyata pada $\alpha = 0.01$

Tabel Uji Lanjut BNT 1 %

	56.66	67.92	71.47	73.73	83.61	84.93	KTG	T 1%	BNT 1 %
56.66	-	tn	*	*	*	*	9.280813	3.707	11.29316
67.92		-	tn	tn	*	*			
71.47			-	tn	*	*			
73.73				-	tn	tn			
83.61					-	tn			
84.93						-			
Notasi BNT 1 %	a	ab	bc	cd	de	de			

Lampiran 5. Data Hasil Analisa Kadar Oksalat Akibat Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi

Tabel Data

Glukomanan + Bahan Pengisi	Ulangan		Total	Standar Deviasi	Rata-rata
	I	II			
CMC	3.362	2.928	6.290	0.306	3.145
Karagenan	0.731	0.538	1.269	0.137	0.634
Gum Arab	0.538	0.538	1.076	0.000	0.538
Maltodekstrin	0.134	0.239	0.373	0.074	0.187
Alginat	0.135	0.239	0.374	0.074	0.187
Xanthan	5.393	4.841	10.234	0.391	5.117
Total	10.293	9.322	19.615		
Rata-rata	1.715	1.554	3.269		

Tabel Analisa Ragam

FK 32.0623521

SK	DB	JK	KT	F-HIT	NOTASI	F-TABEL (5,6)	
						0.05	0.01
Perlakuan Galat	5	41.60931114	8.321862227	180.6819309	**	4.39	8.75
Total	6	0.27634846	0.046058077				
	11	41.8856596					

Keterangan :
 tn = tidak berbeda nyata
 * = berbeda nyata pada $\alpha = 0.05$
 ** = berbeda sangat nyata pada $\alpha = 0.01$

Tabel Uji Lanjut BNT 1 %

	0.187	0.187	0.538	0.635	3.145	5.117	KTG	t 1%	BNT 1 %
0.187	-	tn	tn	tn	*	*	0.046058	3.707	0.795565
0.187		-	tn	tn	*	*			
0.538			-	tn	*	*			
0.635				-	*	*			
3.145					-	*			
5.117						-			
Notasi BNT 1 %	a	a	a	ab	b	c			

Lampiran 6. Data Hasil Analisa Derajad Warna Putih Akibat Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi

Tabel Data

No	Glukomanan + Bahan Pengisi	Ulangan		Total	Standar Deviasi	Rata-rata
		I	II			
1	CMC	43.37	45.26	88.63	1.3364	44.315
2	Karagenan	46.72	44.56	91.28	1.5274	45.640
3	Gum Arab	43.65	43.69	87.34	0.0283	43.670
4	Maltodekstrin	43.66	43.43	87.09	0.1626	43.545
5	Alginat	43.68	43.86	87.54	0.1273	43.770
6	Xanthan	44.41	44.88	89.29	0.3323	44.645
Total		265.49	265.68	531.17		
Rata-rata		44.25	44.28	88.53		

Tabel Analisa Ragam

FK 23511.79741

SK	DB	JK	KT	F-HIT	NOTASI	F-TABEL	
						0.05	0.01
Perlakuan	5	6.309941667	1.261988333	1.7721444	tn	4.39	8.75
Galat	6	4.27275	0.712125				
Total	11	10.58269167					

Keterangan :
 tn = tidak berbeda nyata
 * = berbeda nyata pada $\alpha = 0.05$
 ** = berbeda sangat nyata pada $\alpha = 0.01$

Lampiran 7. Data Hasil Analisa Kadar Air Akibat Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi

Tabel Data

No	Glukomanan + Bahan Pengisi	Ulangan		Total	Standar Deviasi	Rata-rata
		I	II			
1	CMC	8.4017	9.0764	17.4781	0.477084945	8.74
2	Karagenan	6.9765	6.2584	13.2349	0.50777338	6.62
3	Gum Arab	6.2441	6.7116	12.9557	0.33057242	6.48
4	Maltodekstrin	5.9038	6.4434	12.3472	0.381554819	6.17
5	Alginat	6.2492	6.4563	12.7055	0.025243712	6.35
6	Xanthan	7.3191	6.8686	14.1877	0.318551605	7.09
Total		41.0944	41.8147	82.9091		
Rata-rata		6.849067	6.969117	13.81818		

Tabel Analisa Ragam

FK 572.8265719

SK	DB	JK	KT	F-HIT	NOTASI	F-TABEL	
						0.05	0.01
Perlakuan	5	9.0087428	1.8017486	12.523356	**	4.39	8.75
Galat	6	0.8632264	0.1438711				
Total	11	9.8719692					

Keterangan :
 tn = tidak berbeda nyata
 * = berbeda nyata pada $\alpha = 0.05$
 ** = berbeda sangat nyata pada $\alpha = 0.01$

Tabel Uji Lanjut BNT 1 %

	6.170	6.350	6.480	6.620	7.090	8.740	KTG	T 1%	BNT 1 %
6.170	-	tn	tn	tn	tn	*	0.143871	3.707	1.406078
6.350		-	tn	tn	tn	*			
6.480			-	tn	tn	*			
6.620				-	tn	*			
7.090					-	*			
8.740						-			
Notasi BNT 1 %	a	a	a	a	ab	b			

Lampiran 8. Data Hasil Analisa Rendemen Akibat Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi

Tabel Data

No	Glukomanan + Bahan Pengisi	Ulangan		Total	Standar Deviasi	Rata-rata
		I	II			
1	CMC	16.398	16.049	32.447	0.247	16.224
2	Karagenan	16.573	16.299	32.872	0.194	16.436
3	Gum Arab	18.907	16.698	35.605	1.562	17.803
4	Maltodekstrin	17.664	17.808	35.472	0.102	17.736
5	Alginat	18.323	17.761	36.084	0.397	18.042
6	Xanthan	16.069	16.149	32.218	0.057	16.109
Total		103.934	100.764	204.698		
Rata-rata		17.322	16.794	34.116		

Tabel Analisa Ragam

FK	3491.7726						
SK	DB	JK	KT	F-HIT	NOTASI	F-TABEL	
						0.05	0.01
Perlakuan Galat	5	7.932190667	1.58643813	3.51270857	tn	4.39	8.75
	6	2.709769	0.4516282				
Total	11	10.64195967					

Keterangan : tn = tidak berbeda nyata

* = berbeda nyata pada $\alpha = 0.05$

** = berbeda sangat nyata pada $\alpha = 0.01$

Lampiran 9. Data Hasil Analisa Perlakuan Terbaik Metode *Multiple Attribute* (Zeleny, 1984)

Nilai Alternatif

Parameter	P1 (C)	P2 (K)	P3 (G)	P4 (M)	P5 (A)	P6 (X)
Glukomanan	84.9980	84.6510	82.87	85.7870	85.1050	86.7290
Oksalat	3.1450	0.6350	0.5380	0.1866	0.1868	5.1170
Viskositas	2300	1650	1500	650	1050	2500
Derajat Putih	44.3150	45.6400	43.6700	43.5450	43.7700	44.6450
Kadar Air	8.7400	6.6200	6.4800	6.1700	6.3500	7.0900
dk Glukomanan	0.9800	0.9760	0.9555	0.9891	0.9813	1.0000
dk Oksalat	0.0594	0.2942	0.3472	1.0011	1.0000	0.0365
dk Viskositas	0.9200	0.6600	0.6000	0.2600	0.4200	1.0000
dk Derajat Putih	0.9710	1.0000	0.9568	0.9541	0.9590	0.9782
dk Kadar Air	0.7059	0.9320	0.9522	1.0000	0.9717	0.8702
λ	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000	0.2000
L1	0.2727	0.2276	0.2377	0.1591	0.1336	0.2230
L2	0.0728	0.0321	0.0335	0.0139	0.0061	0.0470
L Maksimal	0.3719	0.2690	0.2833	0.1249	0.0905	0.2776
Jumlah	0.7174	0.5287	0.5545	0.2979	0.2302	0.5476

Jarak Kerapatan Semua Parameter (L1)

Parameter	P1 (C)	P2 (K)	P3 (G)	P4 (M)	P5 (A)	P6 (X)
Glukomanan	0.1960	0.1952	0.1911	0.1978	0.1963	0.2000
Oksalat	0.0119	0.0588	0.0694	0.2002	0.2000	0.0073
Viskositas	0.1840	0.1320	0.1200	0.0520	0.0840	0.2000
Derajat Putih	0.1942	0.2000	0.1914	0.1908	0.1918	0.1956
Kadar Air	0.1412	0.1864	0.1904	0.2000	0.1943	0.1740
Jumlah	0.7273	0.7724	0.7623	0.8409	0.8664	0.7770
L1	0.2727	0.2276	0.2377	0.1591	0.1336	0.2230

Jarak Kerapatan Semua Parameter (L2)

Parameter	P1 (C)	P2 (K)	P3 (G)	P4 (M)	P5 (A)	P6 (X)
Glukomanan	0.0000	0.0000	0.0001	0.0000	0.0000	0.0000
Oksalat	0.0658	0.0258	0.0241	0.0000	0.0000	0.0462
Viskositas	0.0005	0.0060	0.0090	0.0139	0.0060	0.0000
Derajat Putih	0.0001	0.0000	0.0001	0.0001	0.0000	0.0000
Kadar Air	0.0064	0.0002	0.0001	0.0000	0.0000	0.0008
L2	0.0728	0.0321	0.0335	0.0139	0.0061	0.0470

Jarak Kerapatan Semua Parameter (L maksimal)

Parameter	P1 (C)	P2 (K)	P3 (G)	P4 (M)	P5 (A)	P6 (X)
Glukomanan	0.0054	0.1606	0.1552	-0.0002	0.0000	0.2149
Oksalat	0.2565	0.0774	0.0951	0.1177	0.0775	0.0000
Viskositas	0.0218	0.0000	0.0103	0.0073	0.0055	0.0049
Derajat Putih	0.0079	0.0155	0.0114	0.0000	0.0038	0.0289
Kadar Air	0.0802	0.0155	0.0114	0.0000	0.0038	0.0289
L Maksimal	0.3719	0.2690	0.2833	0.1249	0.0905	0.2776

Lampiran 10. Dokumentasi Penelitian

Pengekstrakan glukomanan



1. Proses Pemasakan



2. Sentrifugasi



3. Filtrat hasil Sentrifugasi



4. Presipitasi Etanol



5. Hasil Ekstraksi Glukomanan

Penambahan Bahan Pengisi dan Pengeringan



1. Glukomanan yang telah diperas



2. Pemipihan glukomanan dengan penambahan bahan pengisi sebelum pengeringan



3. Lembaran Glukomanan Kering



4. Glukomanan Setelah diblender

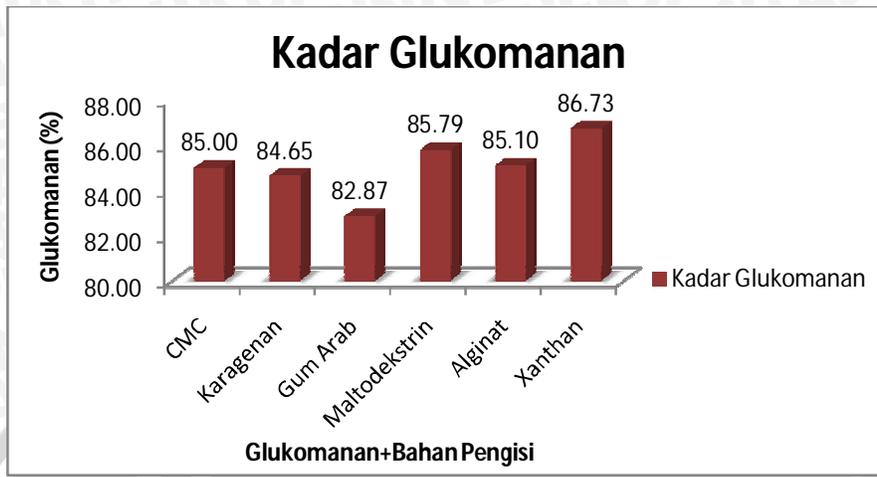
Gambar 17. Tepung Glukomanan Hasil Penambahan Bahan Pengisi

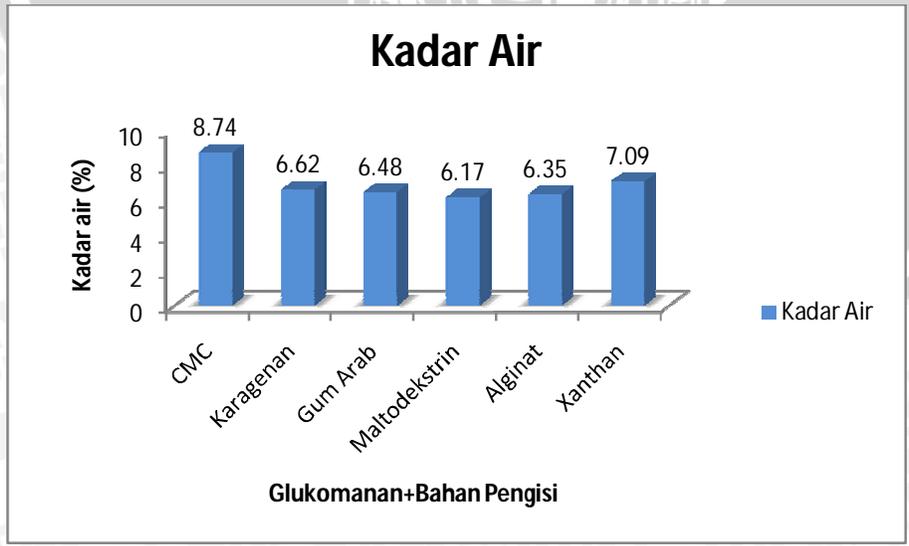
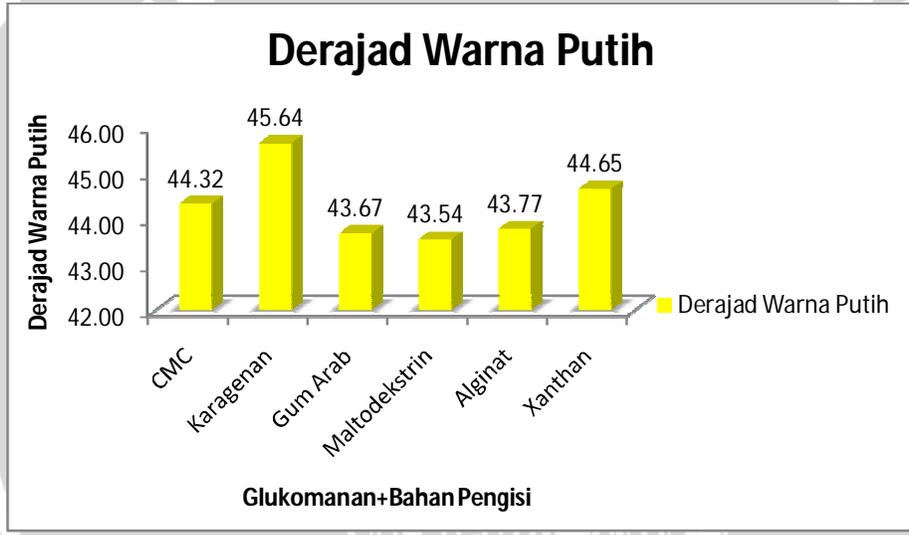
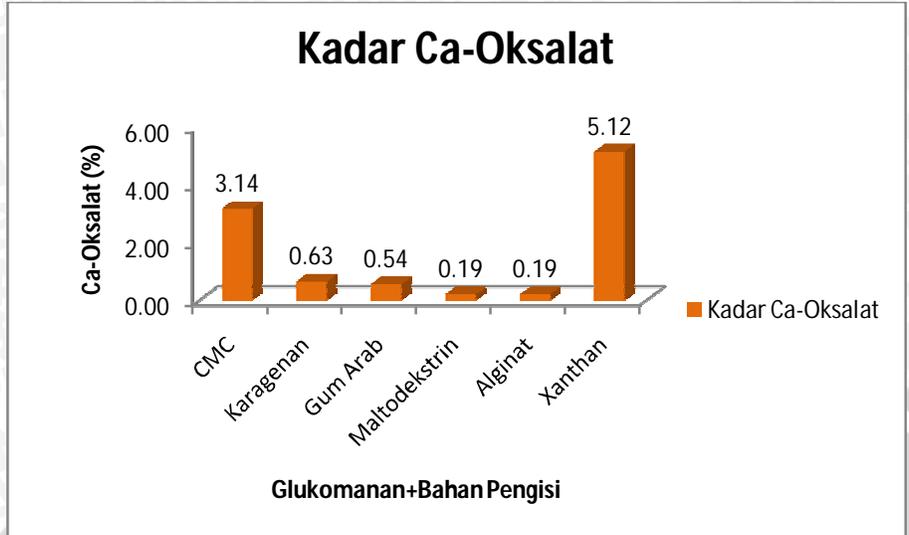


Gambar 18. Perbandingan antara Tepung Glukomanan Kasar (blanko) : Tepung Glukomanan Perlakuan Terbaik (P4) : Tepung Glukomanan Komersial



Lampiran 11. Data Grafik Hasil Analisa Tepung Glukomanan dengan Penambahan Berbagai Jenis Bahan Pengisi







Lembar Persembahan

Syukur Alhamdulillah saya panjatkan untuk Tuhanku Allah SWT karena diberi kesempatan dan rejeki untuk menyelesaikan pendidikan tingkat Sarjana ini. Selama kurang lebih 4,5 tahun belajar menekuni bidang teknologi pangan banyak kesan dan pesan yang ingin saya sampaikan, antara lain kepada :

1. Ibu ibu, ayah (alm) yang sudah pengertian, memberi supportnya yang luar biasa (finansial dan moral),
2. Mas Agus, mas Yanuar, mbak Anja , Aliya, Keluarga besar Soemedi (yang tidak bisa disebutkan satu per satu) yang telah mendukung sepak terjang saya
3. Untuk guru-guruku, Pak Simon pembimbing skripsi saya, dan segenap dosen-dosen ITP yang telah menyalurkan ilmu yang banyak sehingga saya menjadi orang sadar ilmu, insyaallah juga menjadi orang yang berpendidikan, terima kasih sekali, semoga jasa-jasa para guru dan dosen yang dibalas pahala yang besar dari Allah SWT
4. Buat teman-teman ITP pada umumnya, dan ITP angkatan 2006 (Struggling Community BANZAI!) pada khususnya, terima kasih semua, senang mengenal dan bergaul dengan kalian
5. Buat *close friends*-ku (Agatha, Elok, Ike, Indah, Ocka, Ruci, Rika, Zub2, Ninunhe, Ojaxkia, dll) terima kasih buat pertemanannya, maafkan jika ku iseng, *I just want to make u all happy, and see your smile.*
6. Khususnya buat Ruci dan Ocka yang telah sudi memberi tumpangan di kala senggang, ngasih minum, buatku semangat.

Sekali lagi terima kasih saya ucapkan dari hati yang terdalam, hanya Allah yang bisa membalas segala jasa, perbuatan baik dan pengalaman hidup yang telah dilalui bersama. Semoga kita semua diberi berkah, barokah dan kesuksesan yang kelak nanti akan menjadi kebanggaan bagi kita semua (Amin Ya Robb).

With Love

Sekar Widiastara