PENENTUAN LAMA REAKSI LIKUIFIKASI DAN DERAJAT HIDROLISIS SUBSTRAT SAGU UNTUK MENGHASILKAN GUM XANTHAN YANG OPTIMAL

OLEH

RASMIWATI
G611 01 037

Tgl. 9-6-06
Asal Fak-Botanica
Par ICsatu/45
H
No. 605/9-6-06

FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006

PENENTUAN LAMA REAKSI LIKUIFIKASI DAN DERAJAT HIDROLISIS SUBSTRAT SAGU UNTUK MENGHASILKAN GUM XANTHAN YANG OPTIMAL

OLEH

RASMIWATI
G 611 01 037

SKRIPSI
Sebagai Salah Satu Syarat
Untuk Memperoleh Gelar Sarjana Teknologi Pertanian
Pada Jurusan Teknologi Pertanian

FAKULTAS PERTANIAN DAN KEHUTANAN
UNIVERSITAS HASANUDDIN
MAKASSAR
2006

Judul : PENENTUAN LAMA REAKSI LIKUIFIKASI DAN DERAJAT HIDROLISIS SUBSTRAT SAGU UNTUK MENGHASILKAN GUM XANTHAN YANG OPTIMAL

Nama : RASMIWATI

Stambuk : G 611 01 037

Program Studi : TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN

Disetujui :

1. Tim Pembimbing

Dr. Ir. Amran Laga, MS
Pembimbing I

Dr.Ir.Marthina Ngantung,M.App Sc
Pembimbing II

2. Ketua Jurusan
Teknologi Pertanian

Dr. Ir. Abu Bakar Tawali
Nip. 131 803 214

3. Ketua Panitia Ujian Sarjana
Jurusan Teknologi Pertanian

Ir. Jumriah Iangkong, MS
Nip.131683028

Tanggal Lulus : 2006

Rasmiwati (G. 61101037). Penentuan Lama Reaksi Likuifikasi Dan Derajat Hidrolisis Substrat Sagu Untuk Menghasilkan Gum Xanthan Yang Optimal. Di Bawah Bimbingan Amran Laga dan Marthina Ngantung

Ringkasan

Gum xanthan adalah polisakarida yang dihasilkan oleh bakteri *Xantomonas campestris*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan lama reaksi likuifikasi sagu untuk mendapatkan hidrolisat pada tingkat derajat hidrolisis 5 %, 10%,15%, 20% dan untuk mengetahui produksi gum xanthan yang optimal dengan penggunaan hidrolisat sagu pada tingkat derajat hidrolisis 5 %, 10%,15%, 20%. Likuifikasi dilakukan selama 360 menit dengan pengambilan contoh setiap 30 menit. Produksi gum xantan dilakukan dengan menggunakan hidrolisat pada tingkat derajat hidrolisis adalah 5, 10, 15, 20 (%). Parameter yang diamati adalah penetuan kadar gula pereduksi, gum xanthan dan viskositas. Hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah derajat hidrolisis yang optimal dalam pembentukan gum xanthan yaitu derajat hidrolisis 15 % dengan kadar gula pereduksi 25,892 gr/L, gum xanthan 2,68 gr/L dan viskositas 5.600 cps.

Rasmiwati (G. 611 01 037). Determining Of Liquification Reaction Time and Degree of hydrolysis Sago Substract to Produce Optimum Gum Xanthan. Under Supervising from Amran Laga and Marthina Ngantung

Abstract

Xanthan Gum is heteropolysaccharide produced fermentation by bacterium *Xanthomonas campestris*. The aims of this research was to knew reaction time of sago liquification to got hydrolisate degree 5, 10, 15 and 20 (%) and to knew optimum production of xanthan gum with hydrolysate sago 5 % - 20 % degree of hydrolysate. Liquification done was 360 minutes with sampling every 30 minutes and application of hydrolisate degree were (5,10,15,20) b/b. The parameters werwe identified sugar pereduction, Xanthan gumand xanthan gum. The result showed that optimum degree of hydrolisate in xanthan gum was 15 hydrolisate degree with sugar pereduction 25,892 g/L, xanthan gum 2,68 and viscosity 5600 cps.

KATA PENGANTAR

Syukur alhamdulillah penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Esa dengan Limpahan Rahmat dan Karunia-Nya yang telah memberikan kekuatan, kesehatan serta keteguhan hati sehingga bisa menyelesaikan skripsi ini dengan segala keterbatasan penulis.

Penulis sadar dalam penyelesaian skripsi ini tak terlepas dari hambatan dan rintangan. Namun semuanya dapat teratasi berkat bimbingan, dorongan, arahan dari berbagai pihak. Pada kesempatan ini penulis ingin menghanturkan terima kasih yang tak terhingga kepada pihak-pihak yang telah memberikan bantuan khusnya kepada :

1. Amran Laga, Dr. Ir. MS dan Marthina Ngantung, Dr. Ir. M. AppSc selaku pembimbing dalam penelitian dan penyusunan laporan akhir.
2. Staf dosen dan karyawan Jurusan Teknologi Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Ir. Hj. Nurhayati selaku Laboran Kimia Analisis dan Pengawasan dan Mutu dan Bapak Ir. Abdul Muis selaku laboran Mikrobiologi dan Bioteknologi Pangan.

Penulis mengharapkan semoga penyusunan skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi kita semua, amin.

Makassar, Juni 2006

Penulis

DAFTAR RIWAYAT HIDUP



Nama Lengkap Rasmiwati, nama panggilan Ira, lahir di Bengo(Kab.Bone), pada tanggal 10 November 1983. Alamat Jl. Angkasa I Lr.2 No.8 Makassar dan Jl.Poros Makassar-Bone, Kab. Bone. Lahir dari pasangan Andi Mappaseling dan Hj.Andi Maryam. Anak ke empat dari enam bersaudara (Umi, Eppy, Aba, Mail and Kiki). Hobby nonton, dengerin musik and jalan bareng ana TTB sambil shooping.

Awal pendidikan dimulai dari SDN 146 Bengo Kab.Bone pada tahun 1989-1990, SMPN 2 Bengo Kab.Bone pada tahun 1995-1996, SMUN 12 Makassar 1998-1999 dan terakhir melanjutkan kuliah di Universitas Hasanuddin pada tahun 2001-2002 mengambil Program studi Teknologi Hasil Pertanian, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian dan Kehutanan. Pernah mangambil kursus bahasa Inggris. Pengalaman akademik yaitu menjadi asisten dari mata kuliah Evaluasi Gizi Pengolahan, Teknologi Fermentasi dan Teknologi Hasil Laut.

Special thanx to

- The beneficent and the merciful, He's Allah, He's the one, Allah is he on Whom all depend, and none is like Him. I know They will leave me but You'll never make me alone, You always beside me wherever I go whatever I do, thank you for all your kindness, You always give the best for me, only the best!!

- My Lovely Family, my father and my mother, my brother and sisters (de mail, umi, eppi and aba <thanx for the money>, and kiki), my grandmom thanks doanya, sepupuq(chelenk <thanx for computerx, enal and saddam, ju (thanks dah ngantar), om and tantequ smua(thanks for the money).

- Pa Amran, thanks for everything, maaf pa kl selama ini saya menyusahkan bapa, terima kasih atas kesabaran bapa menghadapi kami yang sangat ongol ini, maaf pa kl selama ini selalu mendesak2 bapa periksa laporan qt2, maaf pa kl selama ini kami bermanja2 sama bapa dan banyak maunya,maaf pa kl malam2 qm slalu mengganggu bapa. Bu marthina(trima kasih atas sgala bantuannya), bety (maaf kl qt selalu ceritai), Om Ali (thanks slalu jemput aq) and all wanny Family (thanks for everything), pa muis (kpn kt jalan malam2 dilab lg), bu ati(tambah cantiq aja), ka yuli(thanks komputerx).

- Anak2 TTB terima kasih atas bantuan dan kebersamaannya selama ini kalian adalah saudara-saudaraku yang penuh dengan cinta. lili coa(say trima kasih sdh menemani kemane2, kpn qt shopping lgi?!, wanny monica (my soulmate...thanx for everything, kita mami ini jomblo, kpn kte cuci mata lagi), Dhika (kasi kenal dulu tunangannmu jangan kaya glenn/dewi Sandra saja !!!), Lina (jgn cengeng lagi, always happy,jgn selingkuh nanti kena rahasia ilahi, kpn mkn pisang janda lagi), Nadya coa Ambon(sabar ya!! Kan tinggal 3 bulan lagi, kpn kite gossip brg di KM), jenk ani (thanx kokurx),(Kiki <kapan qta jalan bareng lgi?>, Yaya STP (tambah feminism aja), Andri STP (kl dah jd bu guru jangan galak2!), veron(waw syalala....),Yubi STP, Mittho STP, Yuyun (semangat), (Anhar STP dan Evi STP), Imma/Model STP(thanks ilmu kalasix), tman seperjuangan di ujian meja (nani n sanchai, kpn kermhx agung), Ian (thanx say, kpn jln bareng lg), Cia (teman sekamarku,kpn kite keereng2 lg, thanks say), Arul kpn kite jln2

bareng lg, Reni, Niska, Aci, Bang rara☺, Isra, Sudie(kl ganti nama org yang baik dong), Haidir, Syarif (chayo), Burhanuddin STP, uchu STP(thanks for everything,kpn ngantar aq plg lg and kpn kte main joker lagi), dan teman-teman TIP 01 lainnya yang tidak bisa saya sebutkan satu persatu. Syane tman urus berkasq, Akbar acep(asisten pekomq), tman seposkoq(mail<kpn foto mesra lg>, budi<printkan dulue foto wisudaq, sudi<thanks transletex, nia<cepet nyusul, ktemu jako yg dari mesirand blajar masak ya...>,anti <cepet2 mako nyusul>, eka<mami yang plg baik>, adri<se tunggu undangan mami, pintar maqi masak>dan teman-teman TP 01 lainnya yang tidak bisa saya sebutkan one by one. Kakak2 senior ka Burdah, ka Inna, ka lilies, ka Doni (salamnya coa..), pangka and ahyar(gayyana ji), the juniors cia(thanks dah jadi penyanggaku!), Linda (thanx bukux),darma<jaga papaku nah>, uni <semangat>, awi & anto <thanks dah belikanka aquades, emmi(ratu jagung), eet(chayo), k inna and acep(thanks ngeprintx).

Thanx atas semua bantuannya dan thanx sudah memberi warna dalam kehidupan saya. Love you Guys and All the best for you!!!

Forgiveness and Tolerance Increase The Honour and Respect of Their Owners.Be Forgiving so that God Will Cherish you

By Ira Aulia

DAFTAR ISI

Halaman

DAFTAR TABEL..... ix

DAFTAR GAMBAR..... x

DAFTAR LAMPIRAN..... xi

I. PENDAHULUAN

A. Latar Belakang..... 1

B. Perumusan Masalah 2

C. Tujuan dan Kegunaan..... 2

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sagu..... 3

2.2 Likuifikasi Menggunakan Enzim α-Amilase..... 4

2.3 *Xanthomonas campestris*..... 7

2.4 Gum Xantan..... 10

2.4.1 Sifat Fisiko Kimia Gum Xantan..... 12

2.4.2 Produksi Gum Xantan..... 13

2.4.3 Proses Fermentasi..... 14

III. Metode Penelitian

3.1 Waktu dan Tempat..... 21

3.2 Bahan dan Alat..... 21

Halaman

3.3. Perlakuan dan Rancangan Percobaan 22

3.4 Pengamatan 23

3.5 Prosedur Percobaan 25

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan 29

4.2 Penelitian Lanjutan (Utama) 33

4.2.1 Kadar Gula Pereduksi 33

4.2.2 Gum Xantan 35

4.2.3 Viskositas 36

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan 39

5.2 Saran 39

DAFTAR PUSTAKA 40

LAMPIRAN 43

DAFTAR TABEL

No.	Judul	Halaman
1.	Sifat Pati Sagu dan beberapa Jenis Pati Lainnya.....	3

DAFTAR GAMBAR

No.	Judul	Halaman
1.	Rumus Bangun Gum Xanthan	11
2.	Diagram Alir Persiapan Substrat untuk Produksi Gum Xanthan	27
3	Diagram Alir Penentuan Produksi Gum Xanthan yang Optimal dari Masing-Masing Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu	28
4.	Hubungan Suhu Reaksi Likuifikasi Terhadap Kadar Gula Pereduksi (GP) dan Derajat Hidrolisis (DH) Hidrolisat Sagu	29
5.	Hubungan Lama Reaksi Likuifikasi Terhadap Kadar Gula Pereduksi (GP) dan Derajat Hidrolisis (DH) Hidrolisat Sagu	30
6.	Hubungan Suhu Reaksi Likuifikasi Terhadap Kadar Pati Sisa Hidrolisat Sagu	31
7.	Hubungan Lama reaksi Likuifikasi Terhadap Kadar Pati Sisa Hidrolisat Sagu	31
8.	Hubungan Suhu Reaksi Likuifikasi Terhadap Viskosiatas Hidrolisat Sagu	32
9.	Hubungan Lama Reaksi Likuifikasi Terhadap Viskositas Hidrolisat Sagu	33
10.	Hubungan Derajat Hidrolisis Terhadap Kadar Gula Pereduksi (GP) yang Dihasilkan dalam Produksi Gum Xantan.....	34
11.	Hubungan Derajat Hidrolisis Terhadap Gum Xanthan	35
12.	Hubungan Derajat Hidrolisis Terhadap Viskositas	36

DAFTAR LAMPIRAN

No.	Judul	Halaman
1.	Hasil Absorbansi Pati Sisa.....	43
2.	Kurva Standar Pati Sisa.....	43
3.	Hasil Absorbansi Gula Reduksi.....	44
4.	Kurva Standar Gula Reduksi	44
5	Tabel Hasil Pengukuran Kadar Gula Pereduksi Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xantan.....	45
6.	Analisa Sidik Ragam Pengukuran Kadar Gula Pereduksi Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xantan.....	45
7.	Uji Lanjutan BNJ Pengukuran Kadar Gula Pereduksi Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xantan	45
8.	Tabel Hasil Pengukuran Kadar Gum Xanthan Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi.....	45
9.	Analisa Sidik Ragam Kadar Gum Xanthan Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xanthan	46
10.	Uji Lanjutan BNJ Analisa Kadar Gum Xanthan Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xanthan	46
11.	Tabel Hasil Tabel Hasil Pengukuran Kadar Gum Xanthan Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xanthan	46

No.	Judul	Halaman
12.	Analisa Sidik Ragam Tabel Hasil Pengukuran Viskositas Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xanthan	46
13.	Uji BNJ Pengukuran ViskositasTingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Pembentukan Gum Xanthan	47
14.	Hasil Analisa Kadar Gula Pereduksi Tingkat Derajat Hidrolisis ProduksiGum Xantan	47
15.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penentuan Lama Reaksi Likuifikasi Sagu Untuk Mendapatkan Derajat Hidrolisis 5 -20%	48
16.	Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penentuan Suhu Reaksi Likuifikasi Sagu Untuk Mendapatkan Derajat Hidrolisis 5 -20%	49
17.	Dokumentasi Hasil Penelitian	50

I. PENDAHULUAN

I.1 Latar Belakang

Gum xanthan merupakan polisakarida yang diproduksi secara fermentasi oleh bakteri *Xanthomonas campestris*. Gum xantanya tersusun oleh glukosa, mannose dan asam glukoronik, dimana mempunyai nilai ekonomi yang sangat mahal. Produksi gum xanthan di seluruh dunia berkisar 30.000 ton setiap tahunnya. Gum ini mempunyai sifat fisik, kimia yang unik sehingga banyak aplikasikan sebagai bahan tambahan di berbagai industri pangan, non pangan, farmasi dan kosmetika serta industri pengeboran minyak. Penggunaan gum xanthan sebagai penstabil, pengemulsi, pensuspensi dan pengental dimana mempunyai kelebihan dibanding gum atau polisakarida lain.

Penggunaan gum xanthan yang sangat besar pada industri yang memungkinkan permintaan akan meningkat sehingga dapat memberikan peluang usaha untuk dilakukan dalam skala "home industry". Gum xanthan dapat diproduksi dengan menggunakan bahan baku yang murah dengan pemamfaatan teknologi sehingga gum xanthan ini mudah diperoleh dengan harga yang murah. Tepung sagu merupakan salah satu substrat yang dapat dimamfaatkan sebagai bahan baku dalam memproduksi gum xanthan.

Sagu merupakan sumber karbohidrat yang baik yang dijadikan sebagai makanan pokok. Selain sebagai sumber karbohidrat, sagu dapat dimanfaatkan sebagai substrat dalam memproduksi gum xanthan karena hidrolisat sagu ini mengandung glukosa dan komponen oligosakarida.

I.2 Rumusan Masalah

Perumusan masalah dari penelitian ini adalah:

1. Belum diketahuinya lama waktu reaksi likuifikasi sagu yang diperlukan untuk mendapatkan hidrolisat pada tingkat derajat hidrolisis 5%, 10%, 15% dan 20%.
2. Belum diketahuinya berapa tingkat derajat hidrolisis sagu yang terbaik dalam produksi gum xanthan yang optimal.

I.3 Tujuan dan Kegunaan Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui lama reaksi liquifikasi sagu untuk mendapatkan hidrolisat pada tingkat derajat hidrolisis 5%, 10%, 15% dan 20%.
2. Untuk mengetahui produksi gum xanthan yang optimal dari masing-masing tingkat derajat hidrolisis sagu yang berbeda.

Kegunaan penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada pengolah bahan pangan, industri terkait dan peneliti selanjutnya.

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sagu (*Metroxylon sp*)

Sagu (*Metroxylon sp*) merupakan salah satu komoditi pangan yang dapat dimamfaatkan untuk campuran dalam pembuatan berbagai macam produk olahan pangan tradisional. Namun, perlu diperhatikan bahwa kandungan amilopektin yang cukup tinggi yang terkandung dalam pati sagu dapat memberikan sifat lengket dan tekstur yang keras pada produk olahannya (Djaafar dkk., 2000).

Pada Tabel 1 akan disajikan bentuk granula, ukuran, kandungan amilosa dan amilopektin serta suhu gelatinisasi dari beberapa pati (Anonim, 1985).

Tabel 1. Sifat Pati Sagu dan beberapa Jenis Pati Lainnya

Jenis Pati	Bentuk Granuala	Ukuran Granula (micron)	Kandungan amilosa/ amilopektin	Kisaran Suhu Gelatinisasi (°C)
Tapioka	Oval	5-35	17/83	52-64
Sagu	Elips agak terpotong	20-60	27/73	60-72
Beras	Poligonal	3-8	17/83	61-78
Jagung	Poligonal	5-25	26/74	62-74
Kentang	Bundar	15-100	24/76	56-69

Tepung sagu dapat dimamfaatkan sebagai bahan makanan dan sebagai bahan mentah atau bahan pembantu dalam suatu industri. Sagu dapat diolah menjadi berbagai jenis makanan lain seperti roti, mie

ataupun kerupuk. Dalam bentuk glukosa dan fruktosa digunakan dalam industri minuman dan makanan dan untuk industri tekstil, kertas dan bahan pembuat perekat dalam industri kayu lapis (Flanch, 1977).

2.2 Likuifikasi Menggunakan Enzim α-Amilase

Proses likuifikasi adalah proses pencairan gel pati dengan menggunakan enzim α–amilase yang menghidrolisis pati menjadi molekul-molekul yang lebih kecil dari oligosakarida. Menurut Sa'id (1987), untuk proses likuifikasi dibuat larutan pati 30 sampai 40 % (atas dasar bahan kering) dalam air dengan pH 6,0 – 6,5. Kemudian dalam suspensi ditambahkan enzim Termamyl 60 L dengan perbandingan 1 – 1,5 kg untuk setiap ton pati, atau dapat digunakan BAN 120 L dalam perbandingan 0,5 – 1,5 kg untuk setiap ton pati.

Likuifikasi adalah proses pemindahan panas dengan menggunakan bakteri α–amilase termostabil yang mempunyai kemampuan untuk menahan reaksi pada temperature tinggi yang dibutuhkan untuk gelatinisasi pati dengan cepat dan sempurna. Menurut Reed (1993), bahwa faktor – faktor yang mempengaruhi stabilitas α–amilase dalam likuifikasi sebagai berikut:

1. Jumlah Padatan Pati

   Persentasi padatan pati pada umumnya sekitar 30 – 40 %. Pada konsentrasi padatan yang tinggi, diperoleh kandungan air yang tidak cukup untuk mencapai gelatinisasi pati yang sempurna.

2. pH

   pH pati biasanya dikontrol pada 5,8 – 6,5. Pada pH yang tinggi pembentukan oleh produk ditingkatkan. Sedangkan bila pH diturunkan dibawah pH optimum, maka enzim menjadi tidak aktif.

3. Kalcium

   Kalcium ditambahkan dalam bentuk klorida atau oxida sebagai kofaktor enzim untuk menambah stabilitas panas α–amilase. Pada umumnya, jumlah kalsium sekitar 100 – 200 ppm (berat kering pati).

4. Suhu/Waktu

   Lama reaksi dan suhu diseimbangkan untuk memberikan kondisi yang optimum untuk aktivitas enzim dan kecepatan gelatinisasi pati.

Enzim adalah protein yang berfungsi sebagai katalis (senyawa yang mempercepat proses reaksi tanpa habis bereaksi) dalam suatu reaksi kimia. Enzim bekerja dengan cara menempel pada permukaan molekul zat zat yang bereaksi untuk kemudian mempercepat proses reaksi. Enzim bekerja secara spesifik, dalam artian setiap jenis enzim hanya dapat bekerja pada satu jenis senyawa atau reaksi kimia. Hal ini disebabkan karena struktur kimia tiap-tiap enzim berbeda dan bersifat tetap. Sebagai contoh, enzim alpha amilase hanya dapat digunakan pada proses perombakan pati menjadi glukosa. Kerja enzim dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya adalah suhu, pH, kofaktor dan inhibitor. Tiap-tiap enzim memiliki suhu dan pH (tingkat

keasaman) yang berbeda-beda yang disebabkan karena strukturnya yang juga berbeda. Diluar suhu atau pH yang sesuai, enzim tidak dapat bekerja secara optimal atau strukturnya akan mengalami kerusakan (Anonim, 2006).

Enzim α – amilase mengandung suatu kalsium metallo-enzim yang memiliki satu sampai sepuluh atom kalsium per molekul enzim. Kekuatan ikatannya dengan protein enzim tergantung pada sumber enzim. Kalsium ini dibutuhkan oleh α – amilase dalam mengkatalisis substrat (White and Kennedy, 1988).

Hidrolisis pati oleh enzim α – amilase akan menghasilkan molekul-molekul yang kecil seperti maltosa, glukosa dan oligomerik dekstrin. Terbentuknya molekul dekstrin disebabkan karena masih adanya ikatan α-(1,6)yang tidak dapat dipecah oleh enzim ini (Wiratakusumah *et al*., 1984).

Menurut Tjokroadikoesoemo (1986), enzim α – amilase dapat diisolasi dari bakteri dan fungi. Enzim α – amilase yang diisolasi dari bakteri *Bacillus subtilis* amat stabil pada suhu tinggi. Bergantung pada pemamfaatannya suhu optimum untuk enzim ini adalah suhu antara 70 – 90 °C. Pada suhu rendah, enzim ini cukup stabil meskipun pada pH dibawah 6. Pada suhu 70 °C enzim ini dengan cepat kehilangan aktivitasnya jika pH dibawah 6, dan cukup stabil dalam kisaran pH antara 6 – 10. Enzim α – amilase dari bakteri *Bacillus subtilis*

menghidrolisis pati dengan hasil utama maltoheksosa, maltopentosa dan sedikit gula (4–5%), sedangkan α–amilase dari bakteri *Bacillus licheniformis* menghasilkan maltotriosa, maltopentosa dan glukosa yang tinggi, yaitu 8 – 10%.

Pengukuran aktivitas α–amilase ditentukan dengan mengukur hasil degradasi pati, yaitu dari penurunan kadar pati menjadi bahan yang terlarut. Pengukuran aktivitas α–amilase dapat juga dilakukan dengan pengukuran viskositas dan jumlah pereduksi yang terbentuk (Winarno, 1989).

Aktivitas enzim amilase terhadap sifat substrat berturut-turut adalah penurunan kekentalan, kenaikan grup-grup direduksi, perubahan sifat pengikat substrat terhadap yodium dan merupakan rotasi optik. Aktivitas amilase digambarkan sebagai likuifikasi, sakarifikasi dan pembentukan dekstrin (Boyer, 1980).

2.4 *Xanthomonas campestris*

Bakteri golongan *Xanthomonas* merupakan organisme yang menyerupai *Pseudomonas* (kecil, motil dan perusak gram negatif) dan merupakan mikroorganisme aerobic dan menghasilkan pigmen warna kuning dan secara khusus merupakan parasit pada tanaman. Koloni *Xanthomonas* banyak sekali menghasilkan lendir yang merupakan hasil polisakarida kompleks dari banyak gula (heteropolimer) (Anonim, 2004[b]).

Menurut Buchanan *et al.* (1975), bakteri tersebut tergolong dalam :

Divisi : Bacteria

Kelas : Schizomycetes

Ordo : Pseudomonadales

Famili : Pseudomonadaceae

Genus : *Xanthomonas*

Species : *X. campestris*

Gum xanthan adalah kapsul yang berbentuk lendir dari *Xanthomonas campestris.* Lendir yang dihasilkan oleh mikroba dan dikeluarkan mengelilingi sel berfungsi untuk melindungi mikroba dari partikel tanah, dehidrasi dan melindungi mikroba dari serangan bakteriofage (bakteri virus). Gum ini juga berfungsi untuk melekatkan sel bakteri pada permukaan tumbuhan yang diserangnya ("host plant surface"). Gum ini berfungsi sebagai pelindung sel mikroba, sifatnya stabil dan hidrofilik (Gliksman, 1982).

Bakteri *Xanthomonas campestris* merupakan bakteri yang bersifat pathogen dan khusus ditemukan pada tanaman kubis-kubisan. Gejala yang ditimbulkannya adalah busuk hitam pada jaringan vascular tanaman yang diserang. Penyakit busuk hitam pada daun kubis terdapat diseluruh dunia dan akan menimbulkan kerugian besar (Semangun, 1989).

Xanthomonas campestris adalah bakteri gram negatif, aerob berbentuk batang (0,4 – 0,7 x 0,7 – 1,8 Um), berflagella tunggal dengan suhu optimal pertumbuhan 28 ° C (Schaad, 1988). Bakteri ini merupakan chemoorganotroph. Warna (pigmentasi) koloni *Xanthomonas campestris* bersifat unik yaitu kuning, licin, mengkilat, konveks dan mukoid (berlendir). Pigmen ini mengandung xantomonadin. Bakteri ini dapat menghasilkan gum xantan bila ditumbuhkan pada medium dengan substrat utama glukosa. *Xanthomonas campestris* menyerang tanaman kubis dengan bentuk luka yang unik yaitu berbentuk V dari arah stomata daun. Warna luka ini coklat kekuningan (Ramirez *et al.*, 1988).

Menurut Cadmus *et al.* (1976), jika *Xanthomonas campestris* ditumbuhkan pada medium YMA (Yeast Malt Agar), besarnya koloni bervariasi. Koloni yang besar dengan garis tengah 4 – 5 mm berwarna kuning terang dan mukoid yaitu penghasil gum yang tinggi. Kekentalan gum xanthan yang dihasilkan sekitar 7000 cps. Xanthan seperti ini dapat dicapai pada masa inkubasi 24 jam pada suhu 28 °C. Koloni yang berukuran sedang dengan garis tengah 2 mm, mukoid dan berwarna kuning gelap biasanya menghasilkan gum xantan dengan kekentalan yang rendah sekitar 4000 cps. Koloni yang kecil dengan garis tengah 1 mm kuning gelap, biasanya tidak menghasilkan polisakarida (Kidby *et al.*, 1977).

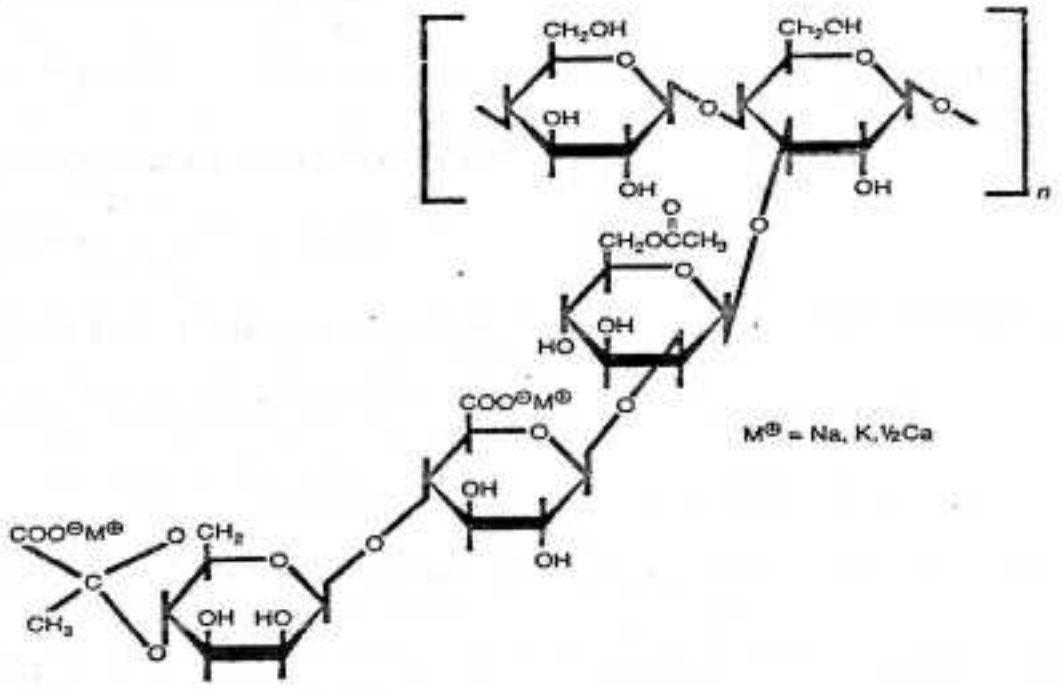
2.3 Gum Xanthan

Gum xanthan merupakan sekresi berlendir yang dihasilkan oleh beberapa galur *Xanthomonas*, tersusun dari polisakarida dengan rantai glukosa dan mempunyai percabangan samping dari molekul-molekul mannose dan asam uronat, berat molekulnya sekitar 1 M. Gum ini biasanya digunakan sebagai aditif makanan (E 415) karena sifat hidrokoloidnya, stabilitas kimianya dan sifat kimia-fisikanya yang tidak tergantung pada pH (Anonim, 2002).

Gum xanthan digunakan secara luas dalam berbagai industri baik pangan maupun non pangan. Gum ini digunakan sebagai pengental, penstabil, pengemulsi dan pensuspensi. Industri yang menggunakan gum xanthan adalah industri pangan (makanan dan minuman seperti ice creem, mayonise), industri non pangan (seperti tekstil, keramik, cat, tinta dan kertas), industri petrokimia (seperti obat-obatan dan kosmetika), bidang agrokimia (pensuspensi herbisida, fungisida dan pestisida) dan industri pengeboran minyak (Anonim, 1998).

Rantai utama gum xantan dibangun oleh unit β-D-glukosa dengan ikatan β-1,4-glikosida. Struktur kimia dari rantai utama xantan identik dengan struktur kimia selulosa. Sedangkan rantai cabang disusun oleh asam glukoronat yang terletak diantara dua unit mannose, yaitu α-D-manosa dan β-D-manosa. Ketiga unit gula pada rantai

cabang ini berikatan pada posisi ketiga dengan setiap residu glukosa yang lain pada rantai utama. Pada rantai cabang unit β-D-glukoronat. Sebaliknya asam β-D-glukoronat juga berikatan secara glikosidik pada posisi kedua dari α-D-manosa. Asam piruvat yang menyususn gum xantan berikatan secara ketat pada posisi ke empat dan ke enam pada β-D-manosa, sedangkan asam asetat berikatan dengan α-D-manosa pada posisi ke enam (Pettit, 1979). Rumus bangun dari gum xantan dapat dlihat pada gambar 1 .



Gambar 1. Rumus Bangun Gum Xantan (Anonim, 2004[b])

2.3.1 Sifat Fisiko Kimia Gum Xantan

Rangkaian gum xanthan hamper sama dengan sellulosa, tetapi rantai samping trisakarida dari mannose dan asam glukoronat membuat molekul menjadi kaku dan membuat lilitan di bagian kanan. Struktur molekul dari xanthan memberikan hal-hal unuk dibandingkan dengan polimer yang lain yang dikemukakan Anonim (2004[b]) yaitu:

a. Menghasilkan kekentalan tinggi pada konsentrasi yang rendah
b. Thixotropy yang baik dan bersifat pseudoplastik
c. Tahan terhadap asam, alkalin dan garam, tahan terhadap oksidan dan degradasi enzimatik
d. Ketika berada dalam sistem yang sama sangat baik untuk menghubungkan dengan asam, alkalin, garam, agen reduksi, surfaktan, biosida, pengental alami dan buatan
e. Memiliki kemampuan dispersi dan kemampuan mengemulsi yang baik sehingga banyak digunakan dalam industri.

Produk gum xantan berupa tepung berwarna krem dapat larut dalam air dingin maupun panas. Pada umumnya gum xantan itu tidak dapat larut dalam pelarut organic seperti metanol, etanol, isopropanol dan aseton. Pada konsentrasi alkohol tinggi gum xantan akan mengalami prespitasi dan gelatinisasi (Gonzales *et al.*, 1989).

2.3.2 Produksi Gum Xantan

Gum xantan diproduksi melalui proses fermentasi biakan terendam dalam kondisi aerobik dengan substrat utama dalah glukosa. Banyak faktor yang berpengaruh terhadap produksi gum xantan, diantaranya proses hulu yang berkaitan erat dengan potensi genetik mikroba. Potensi genetik bakteri sebagai penghasil gum xantan ini sangat ditentukan oleh proses isolasi dan seleksi yang dilakukan (Lobas *et al.*, 1991).

Proses dan kondisi pemeliharaan dan penyimpanan kultur yang telah mempunyai potensi genetik tinggi sebagai penghasil gum xantan sangat menentukan kestabilannya. Untuk mempertahankan kestabilannya, sebaiknya kultur dipelihara dan disimpan dalam medium yang sesuai. Selain itu peremajaan sebaiknya dilakukan setiap dua minggu sekali. Saat ini medium yang cocok untuk pemeliharaan dan penyimpanan adalah media YMA (Cadmus *et al.*, 1978).

Proses dan kondisi propagasi sel inokulum akan menentukan karakter dari inokulum yang berpengaruh terhadap produksi gum xantan. Hang dan Yang (1990) melaporkan, bahwa suhu merupakan faktor penting, karena suhu optimum untuk pertumbuhan sel dan untuk produksi gum xantan berbeda. Suhu optimum untuk pertumbuhan sel adalah antara 24 – 27 °C, sedangkan suhu optimalnya adalah 28 °C (McNelly dan Kang, 1973) dan 31 – 33 °C (Thorne *et al.*, 1985).

Tahapan propagasi yang baik menurut Thorne *et al.*, (1985), adalah peremajaan sel dalam medium YMB ("Yeast Malt Broth") dan produksi sel dalam medium CPM ("Cell Production Medium"). Lama inkubasi pada medium YMB dan CPM Menurut Doelle (1991) yang optimum berturut-turut adalah 12 jam dan 24-36 jam. Sedangkan menurut laporan PAU-Bioteknologi-IPB (1990) lama inkubasi kultur dalam medium YMB dan CPM adalah sama yaitu 24 jam.

2.3.3 Proses Fermentasi

1. Faktor Fisik Kondisi Proses Fermentasi

Proses fermentasi merupakan tahapan yang penting dalam produksi gum xantan. Proses fermentasi dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor. Faktor fisik kondisi proses fermentasi yang berpengaruh antara lain pH, suhu, aerasi dan agitasi. Selama proses fermentasi, pH berangsur-angsur menurun karena terbentuknya asam-asam organik pada molekul gum xantan (Souw dan Demain, 2004).

Kisaran pH 6,0 – 7,5 merupakan kisaran pH yang optimum, pH dibawah titik kritis yaitu 5,00 maka produksi gum xantan akan menurun secara drastis atau terhenti sama sekali. Oleh karena itu selama fermentasi dibutuhkan penambahan basa agar pH medium berada pada kisaran 6,0 – 7,5. Menurut Morain dan Rogovin (1971), bahwa kontrol pH selama proses fermentasi sangat dibutuhkan bila glukosa

awal lebih dari 2 persen. Pada medium fermentasi dengan kandungan glukosa awal 2 %, dalam waktu 48 jam pH medium akan menurun hanya sampai pH 6,0 dan hampir seluruh glukosa terkonversi. Tetapi bila kandungan glukosa awal 5 %, setelah 48 jam pH medium akan menurun dibawah 5,0 dan kekentalan cairan fermentasi 5500 cps, sedangkan glukosa sisa 3 persen.

Suhu optimum yang diperlukan untuk *Xanthomonas campestris* adalah 28 °C. Fermentasi dibawah suhu 25 °C dan diatas 40 °C tidak akan menghasilkan xantan yang diharapkan. Fermentasi gum xantan dapat dilakukan pada suhu 27-31 °C, sedangkan suhu optimalnya adalah 28 °C (Morain dan Rogovin, 1971). Sedangkan Hang dan Yang (1990), melaporkan bahwa, gum xantan diproduksi pada kisaran suhu 31-33 °C.

Menurut Kennedy dan Bradshaw (1984), peningkatan viskositas cairan fermentasi menyebabkan terbatasnya pemindahan oksigen yang dapat mempengaruhi mutu dan perolehan xantan. Silman dan Rogovin (1970), menyatakan bahwa fermentasi yang dilakukan selama 96 – 100 jam menyebabkan kadar glukosa atau substrat sumber karbon mendekati nol. Pembentukan polisakarida selama fermentasi dan terekstraksinya ke medium menyebabkan peningkatan viskositas larutan fermentasi (Hang dan Yang, 1990).

2. Komposisi Medium

Bakteri *Xanthomonas campestris* membutuhkan sumber karbon, sumber nitrogen dan nutrisi lain termasuk kalium, posfor, magnesium, besi, garam kalsium untuk memproduksi gum xantan (Souw dan Domain, 2004). Konsentrasi glukosa selama proses fermentasi merupakan faktor yang penting dalam produksi gum xantan, karena konsentrasi glukosa merupakan "driving force" untuk transfer glukosa dari medium ke sel. Konsentrasi glukosa 1- 5 % akan menghasilkan gum xantan dengan hasil yang terbaik. Medium yang mengandung 4 % glukosa atau sukrosa merupakan tingkat karbohidrat awal yang optimum untuk digunakan (Kennedy dan Bradshaw, 1984).

Proses fermentasi gum xantan dengan menggunakan beberapa sumber karbon, diantaranya adalah pati, dekstrin, sarbosa, galaktosa, rhamnosa, manosa, selobiosa, laktosa, arabinosa dan ribosa. Produksi xantan tinggi bila digunakan 1 % sukrosa, 0,5 % fruktosa atau 0,5 % xilosa yang ditambahkan ke dalam 2 % glukosa. Penambahan fruktosa lebih besar dari 5 g/L akan menghambat pembentukan xantan, tanpa mempengaruhi pertumbuhan mikroba (Souw dan Demain, 2004).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Souw dan Demain (2004) menyimpulkan bahwa, sumber karbon yang terbaik untuk produksi gum xantan adalah sukrosa dengan konsentrasi 4% yang menghasilkan gum 7,5 mg per mg berat sel kering, sedangkan bila

digunakan glukosa 4 % gum xantan yang dihasilkan mencapai 5 mg per mg berat sel kering. Selanjutkan disebutkan, bahwa pertumbuhan mikroba dan produksi gum xantan akan terhambat bila konsentrasi glukosa 5 % atau lebih. Bila konsentrasi glukosa awal 4,5 % tidak terdapat fase "lage" pertumbuhan mikroba, dan setelah 24 jam pertumbuhan mikroba akan terhenti lalu pembentukan gum xantan akan menurun setelah 48 jam diinokulasi. Dengan konsentrasi glukosa awal 10 % pertumbuhan sel akan terhambat dan fase "lage" pertumbuhan menjadi panjang, produksi gum xantan akan dimulai setelah 36 jam dan terhenti setelah 96 jam diinokulasi. Sumber karbon yang dapat digunakan oleh *X.campestris* selain sukrosa dan glukosa adalah hidrolisat pati. Laporan PAU-Bioteknologi –IPB (1990), menyebutkan bahwa hidrolisat pati ubi jalar dapat digunakan sebagai substrat dalam pembuatan gum xantan. Didalam medium produksi, penggunaan yang optimum dari hidrolisat pati ubi jalar adalah 4 % setara dengan kandungan glukosa. Menurut Sukara dan Meliawati (1992), bahwa hidrolisat pati ubi kayu dapat digunakan sebagai sumber karbon dalam pembentukan gum xantan, karena hidrolisat ini mempunyai kandungan glukosa berkisar antara 32,18-33,85 %. Kandungan glukosa inidapat dicapai setelah dilikuifikasiselama 1 jam pada suhu 105 °C oleh enzim alfa amilase dan disakarifikasiselama 72 jam pada suhu 60 °C oleh enzim amiloglukosidase.

Nutrisi lain yang dibutuhkan *Xanthomonas campestris* untuk produksi gum xantan adalah nitrogen. Pada tahap pertumbuhan mikroba, jumlah produk yang dihasilkan dipengaruhi oleh jenis sumber nitrogen, tetapi pada saat pertumbuhan mikroba mencapai fase stasioner, produksi gum xantan tergantung pada konsentrasi nitrogen yang digunakan. Oleh karena itu konsentrasi nitrogen dalam medium produksi gum xantan merupakan faktor penting, apabila konsentrasinya melebihi konsentrasi optimal dari yang diperlukan, akan bersifat inhibitor. Tiga sumber nitrogen terbaik dalam pembuatan gum xantan berdasarkan analisis kekentalan, produk dan pertumbuhan sel dengan menggunakan sumber karbon 4 persen sukrosa dalah asam L-glutamat (15mM), natrium nitrat (15mM) dan ammonium nitrat (7,5mM) dengan produksi gum xantan sebesar 33 g/kg, 33 g/kg dan 30 g/kg (Souw dan Demain, 2004).

Selain sumber sumber karbon, nitrogen dan penambahan asam organik sebagai stimulator untuk produksi gum xantan, bakteri *X. campestris* membutuhkan garam kalium, posfor, magnesium, besi dan kalsium (Ochea *et al.*, 1992). Menurut Lee *et al.* (1989), produksi gum xantan berkurang pada medium yang mengandung besi. Hal ini terjadi karena besi ditemukan meningkatkan pertumbuhan sel sehingga pembentukan gum xantan menurun. Medium yang kaya akan besi mempunyai "turn over"nya 12 (setara dengan lama inkubasi 300 jam,

sedangkan yang miskin "turn over:nya 12 (setara dengan 120 jam). Disamping itu Lee *et al.*, (1989) melaporkan, bahwa magnesium berpengaruh pada produksi gum xantan. Pada medium yang kurang magnesium, maka pembentukan gum xantan akan sangat menurun. Ochoa *et al.*, (1992) mencoba merubah komposisi medium dengan nutrisi lain yaitu (sukrosa, kalsium, besi boron, seng dan asam sitrat). Hasil penelitiannya menunjukkan, bahwa nutrisi yang berpengaruh terhadap pertumbuhan *X. campestris* adalah nitrogen, posfor dan magnesium. Ketiga unsur ini berpengaruh terhadap biomassa. Sementara itu nitrogen, posfor dan sulfur berpengaruh terhadap produksi gum xantan. Selanjutnya disimpulkan, bahwa komposisi terbaik untuk pertumbuhan X. campestris dan produksi gum xantan adalah (g/l) ; asam sitrat 2,1, amonium nitrat 1,144, KH_2PO_4 2,866, $MgCl_2$ 0,507, Na_2SO_4 0,089, H_3BO_3 0,006, ZnO 0,006, $FeCl_3$. $6.H_20$ 0,0024 dan $CaCO_3$ 0,020. pH disesuaikan dengan menggunakan 0,13 mL HCl. Konsentrasi sukrosa awal yang digunakan adalah 20 g/l. Gum xantan yang diperoleh pada lama inkubasi 24 jam adalah 10 g/l.

Tahapan-tahapan prinsip proses pemanenan gum xantan secara komersial meliputi (1) deaktivasi dan pemisahan atau degradasi sel-sel *X. campestris*, (2) prespitasi polimer untuk memperoleh gum xantan dalam bentuk padatan, (3) pengurangan air, pengeringan dan penggilingan (Kennedy dan Bredshaw, 1984).

Proses isolasi biasanya diawali dengan pasteurisasi cairan fermentasi untuk membunuh sel-sel X. Campestris (Kennedy dan Bradshaw, 1984). Pasteurisasi cairan fermentasi pada suhu tinggi sering menyebabkan degradasi panas pada suhu 150°C. Kang dan Bernet (1977) *di dalam* Kennedy dan Bredshaw (1984), menyatakan, bahwa pasteurisasi cairan fermentasi pada suhu 98,9°C selama 3 menit mempertinggi kekentalan larutan.

Menurut studi Gonzales *et al.*, (1989), proses pengunduhan gum xantan yang dilakukan oleh dengan menggunakan etanol dan isopropanol. Selain itu penggunaan etanol memenuhi syarat dalam konsumsi pangan. Namun demikian PAU-Bioteknologi-IPB (1990) melaporkan, bahwa gum xantan yang diendapkan dengan isopropanol konsentrasi 80 persen mempunyai rendemen yang lebih tinggi.

III. METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Waktu dan tempat

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Januari sampai Mei 2006, di Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Pangan, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian dan Kehutanan, Universitas Hasanuddin, Makassar.

3.2 Bahan dan Alat

Bahan–bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah tepung sagu, bakteri *Xanthomonas campestris* yang diperoleh dari Institut Pertanian Bogor, enzim α–amylase, aluminium foil, aquades, soluble starch, larutan glukosa standar, asam sitrat, KH_2PO_4, $MgSO_4.7H_2O$, $(NH_4)_2SO_4$, H_3BO_3, ZnO, $FeCl_3.6H_2O$, $CaCO_3$, media YMA, media YMB, fenol, iod, KI, asam 3,5-dinitrosalisilat, larutan NaOH, NaK-Tartrat, kertas saring, karbon aktif, isopropanol, Na-Oksalat, Pb-Asetat dan Na-metabisulfit.

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah erlenmeyer 500 mL, shaker inkubator, timbangan analitik, penangas air, hot plate, thermometer, jarum ose, oven, spektrofotometer, magnetic stirrer, pipet volume 25 mL, pipet volume 1 mL, pipet digital, sentrifugasi, gelas piala 250 mL, tabung reaksi, autoclave AS 1020, labu takar 100 mL, pipet pump dan viskosimeter Brookfield.

3.3 Perlakuan dan Rancangan Percobaan

1. Perlakuan Percobaan

Penelitian ini dilaksanakan dalam dua tahap yaitu penelitian pendahuluan dan penelitian utama (Lanjutan).

3.3.1. Penelitian Pendahuluan

Penentuan lama reaksi liquifikasi sagu untuk mendapatkan hidrolisat pada tingkat derajat hidrolisis 5%,10%,15% dan 20%. Reaksi likuifikasi dilakukan selama 6 jam dengan pengambilan contoh setiap 30 menit. Derajat hidrolisis adalah jumlah pati yang terhidrolisis secara parsial oleh enzim atau reaksi kimia biasa menjadi gula sederhana dan oligosakarida dari substrat awal yang digunakan. Persamaan derajat hidrolisis adalah sebagai berikut :

$$DH = \frac{\sum \text{kadar gula pereduksi}}{\sum \text{berat kering substratsagu}} \times 100\ \%$$

3.3.2. Penelitian Lanjutan (Utama)

Produksi gum xanthan dilakukan dengan menggunakan hidrolisat sagu pada tingkat derajat hidrolisis yang berbeda:

DH = Derajat hidrolisis 5 %

DH = Derajat hidrolisis 10 %

DH = Derajat hidrolisis 15 %

DH = Derajat hidrolisis 20 %

2. Rancangan Percobaan

Pengolahan data dilakukan dengan metode eksperimen (rancangan acak lengkap) dimana penentuan lama reaksi likuifikasi dengan dua kali ulangan dan penentuan produksi gum xanthan dengan dua kali ulangan, kemudian data yang diperoleh disusun dan diolah dengan menggunakan teknis analisis sidik ragam, kemudian dilanjutkan dengan uji lanjutan BNJ.

3.4 Pengamatan

1. Penentuan Viskositas (Modifikasi Jane dan Chen)

   Pengukuran viskositas hidrolisat dilakukan dengan menggunakan viskosimeter Brookfield Lv. Sebanyak 30 mL/ hidrolisat atau pasta pati dimasukkan ke dalam tabung ditempatkan spindle rotasi yang sesuai. Pengukuran dilakukan dengan kecepatan 30 rpm.

2. Penentuan Kadar Gula Sisa (Apriyantono *dkk*, 1989)

   a. Pereaksi DNS

      Dilarutkan 10,6 gr asam 3,5-dinitrosalisilat dan 19,8 gr NaOH ke dalam 1416 mL air. Kemudian ditambahkan ke dalam larutan tersebut 306 gr NaK-Tartrat, 7,6 mL fenol (dicairkan pada suhu 50 °C) dan 8,3 Na-metabisulfit. Campur merata.

   b. Sebanyak 1 mL sample dimasukkan ke dalam tabung reaksi kemudian ditambahkan 3 mL pereaksi DNS. Ditempatkan dalam air mendidih selama 5 menit kemudian dibiarkan dingin sampai

suhu ruang. Diencerkan sample pada kisaran 20-80% T pada panjang gelombang 550 nm. Dibuat kurva standar dengan menggunakan larutan glukosa standar dengan kisaran 0,2-5 mg/mL.

3. Penentuan Kadar Pati Sisa (Laga, 2001)

Hidrolisat pati terdiri dari komponen gula sederhana dan molekul dibawah 12 unit glukosa tidak memberikan warna bila bereaksi dengan senyawa iod. Komponen pati akan memberikan warna ungu, merah-biru bila bereaksi dengan senyawa iod. Intensitas warna biru akan berbeda tergantung pada kadar pati dalam hidrolisat.

Dibuat kurva standar dengan menggunkan *soluble starch* pada kisaran 0,01 – 0,1 %. Dipipet masing-masing 1 mL ke dalam tabung reaksi, panaskan hingga mencapaisuhu 80 °C (pati menjadi larut). Setelah didinganken ditambahkan 0,1 ml larutan (0,2 gr Iod dan 2 g KI dalam 100 ml air), kemudian ditambahkan aquades masing-masing 3 ml. Selanjutnya diukur intensitas warnanya pada spektrofotometer dengan panjang gelombang 610 nm.

Penetapan contoh dilakukan dengan mangambil contoh 1 ml yang telah diencerkan, dipanaskan hingga suhu 80 °C (diatas titik gelatinisasi maksimum), dinginkan lalu ditambahkan dengan larutan iod 0,1 ml kemudian ditambahkan aquades 3 ml. Intensitas

warnanya diukur dengan spektrofotometer dengan panjang gelombang 610 ml nm. Data yang diperoleh diplot pada persamaan kurva standar.

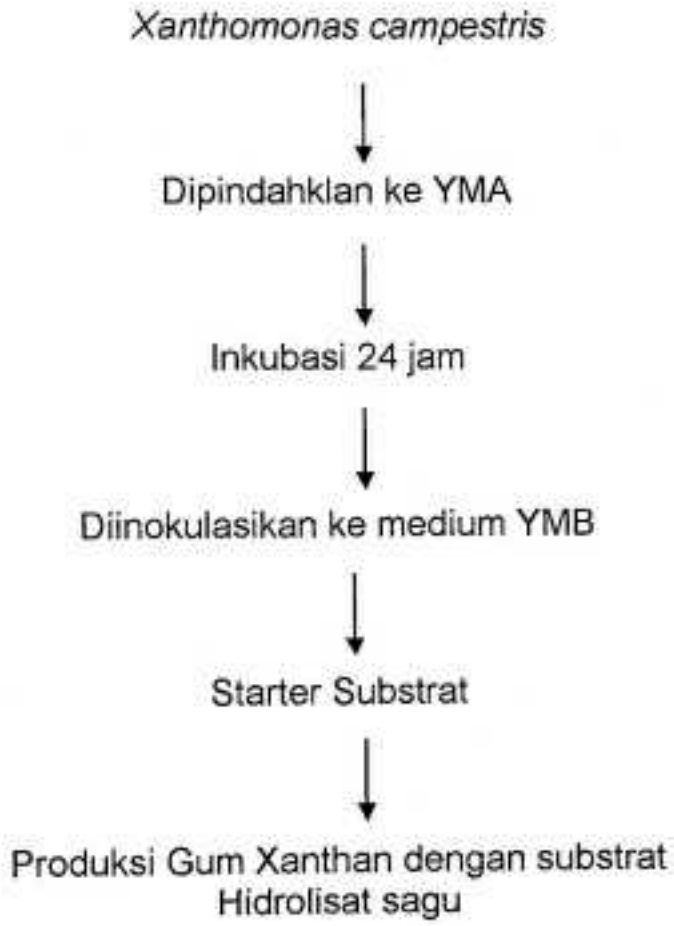
4. Gum Xanthan (Anonim, 2004)

   Sebanyak 10 mL cairan fermentasi dilarutkan dengan air destilasi 1:3 kemudian disentrifugasi selama 30 menit denagn kecepatan 4000rpm. Pengendapan dilakukan dengan penambahan larutan isopropanol sebanyak 2 kali volume. Endapan dipisahkan , dikeringkan dengan oven 30 – 60 °C selama 2 jam kemudian ditimbang.

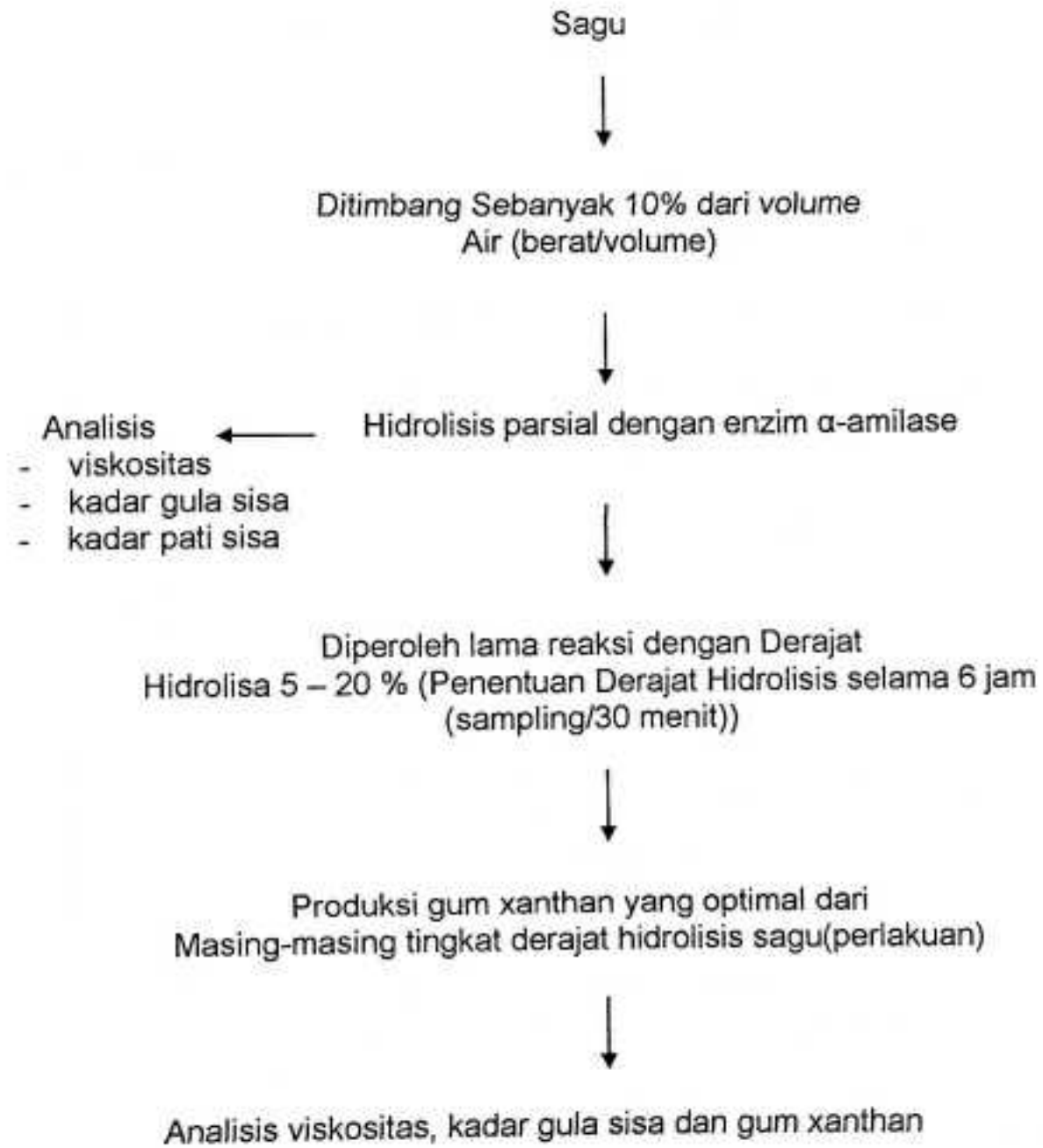
3.5 Prosedur Percobaan

1. *Xanthomonas campestris* dibiakkan pada media agar YMA, kemudian diinkubasi selama 24 jam.
2. Dipindahkan lagi ke 7 ml media YMB steril sebagai substrat yang digunakan untuk produksi gum xanthan dengan substrat hidrolisis sagu.
3. Sagu ditimbang sebanyak 20 % dari berat/volume, kemudian dilakukan hidrolisis parsial dengan enzim α-amilase selama 360 menit dengan sampling tiap 30 menit. Kemudian dilakukan analisis kadar pati sisa, gula pereduksi dan viskositas.
4. Dilakukan penentuan lama reaksi liquifikasi untuk menentukan derajat hidrolisa 5-20%.

5. Kemudian dilakukan produksi gum xanthan yang optimal dari hasil fermentasi yang terbaik pada beberapa tingkat derajat hidrolisa yang berbeda. Dilakukan analisis viskositas, biomassa, kadar gula sisa, kadar pati sisa dan gum xanthan.
6. Pengolahan data dilakukan dengan metode rancangan acak lengkap (RAL) dimana pada penentuan lama reaksi liquifikasi sagu dengan dua kali ulangan dan penentuan produksi gum xanthan yang optimal pada tingkat derajat hidrolisis dengan dua kali ulangan.



Gambar 2. Diagram Alir Persiapan Substrat untuk Produksi Gum Xanthan

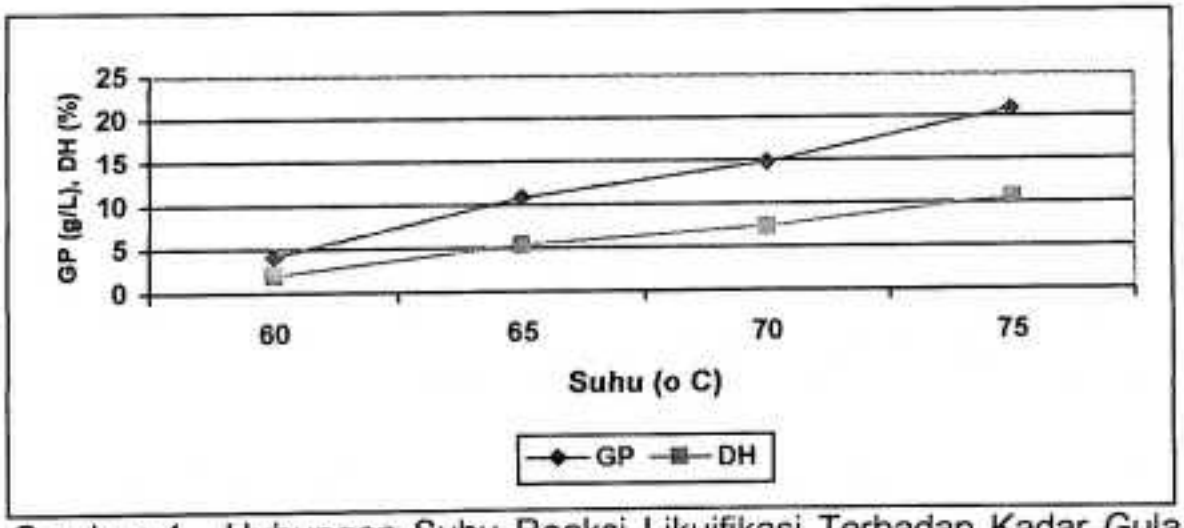


Gambar 3. Diagram Alir Penentuan Produksi Gum Xanthan yang Optimal dari Masing-Masing Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu

IV. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penelitian Pendahuluan

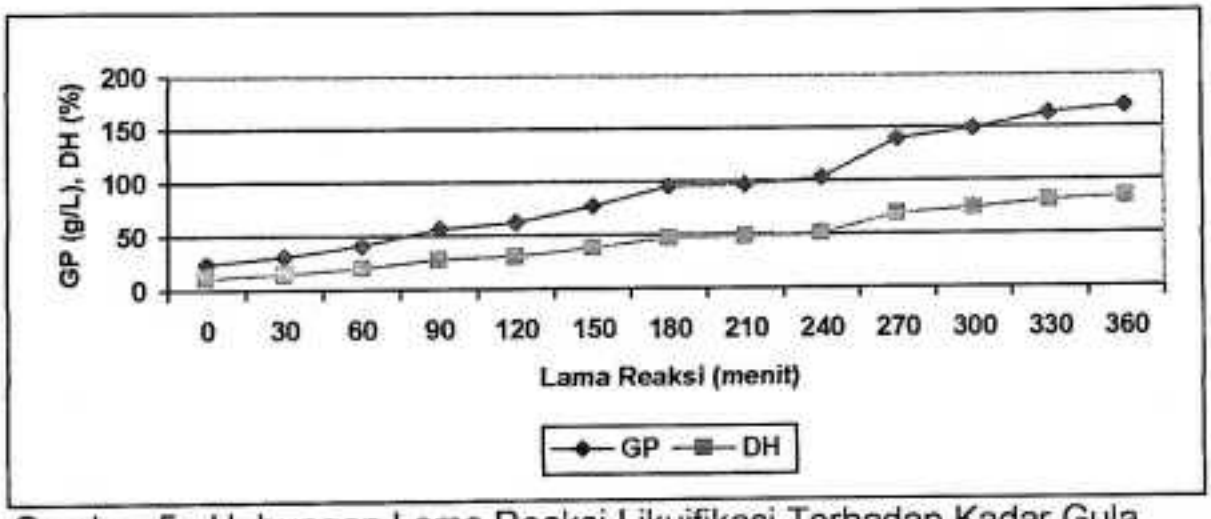
Penelitian pendahuluan ini dilaksanakan dengan tujuan menentukan lama reaksi likuifikasi sagu untuk memperoleh derajat hidrolisis substrat sagu 5 % sampai 20 % yang akan digunakan sebagai substrat dalam produksi gum xantan.



Gambar 4. Hubungan Suhu Reaksi Likuifikasi Terhadap Kadar Gula Pereduksi (GP) dan Derajat Hidrolisis (DH) Hidrolisat Sagu

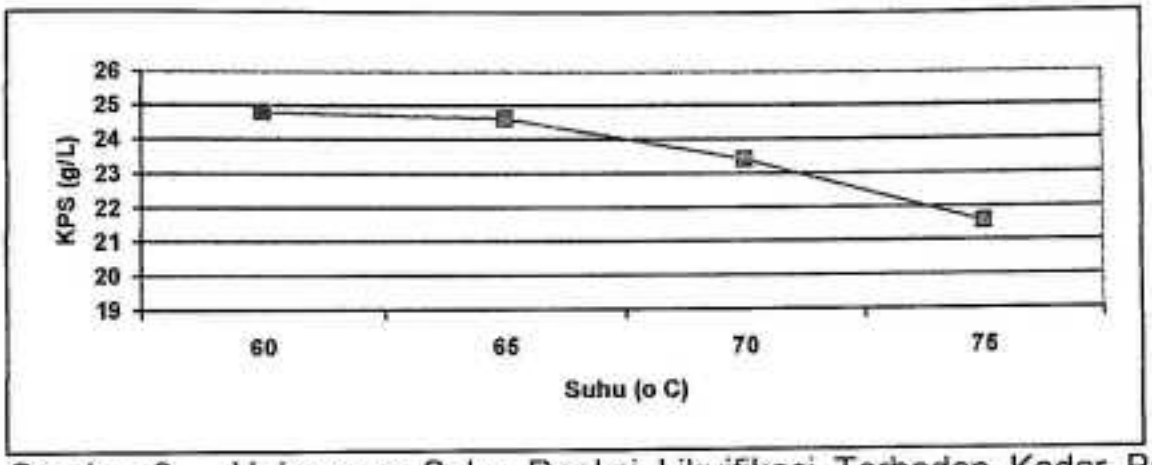
Hasil analisa kadar gula pereduksi yang dilakukan menunjukkan adanya peningkatan oleh suhu dan lama reaksi. Peningkatan kadar gula pereduksi substrat akibat adanya aktivitas enzim α-amilase yang semakin lama akan mempengaruhi sifat substrat. Kadar gula pereduksi yang diperoleh pada suhu 60 °C yaitu 4,243 g/L dan suhu 75 °C meningkat menjadi 20,974 g/L (Gambar 4). Hasil yang diperoleh pada

kontrol gula pereduksinya yaitu 24,815 g/L dan pada menit ke 360 yaitu 170,355 g/L (Gambar 5). Peningkatan kadar gula pereduksi substrat akan mempengaruhi derajat hidrolisa dimana semakin tinggi kadar gula pereduksi maka semakin tinggi pula derajat hidrolisisnya.

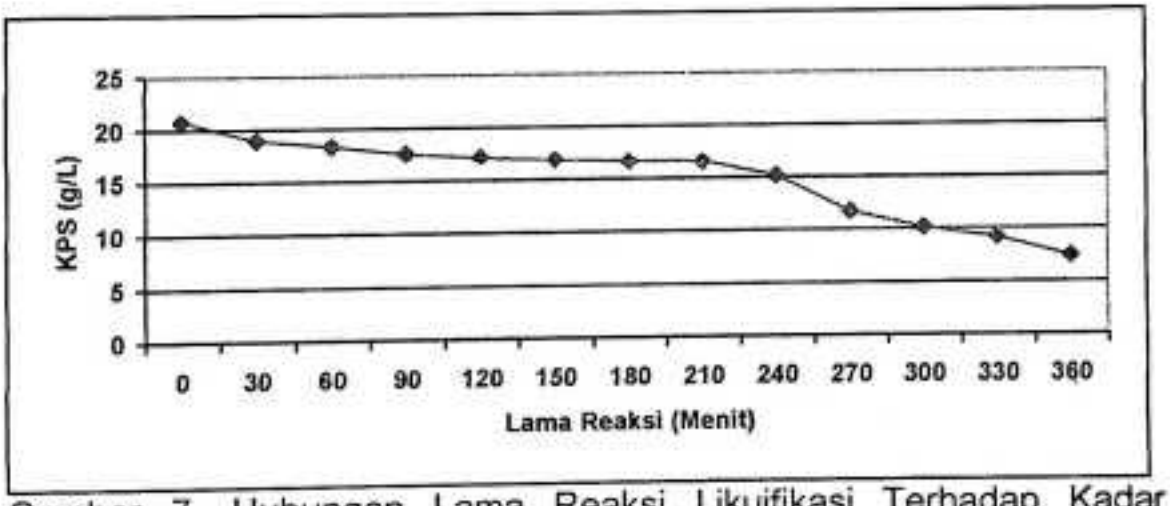


Gambar 5. Hubungan Lama Reaksi Likuifikasi Terhadap Kadar Gula Pereduksi (GP) dan Derajat Hidrolisis (DH) Hidrolisat Sagu

Hasil analisa kadar pati sisa menunjukkan penurunan pada variasi suhu dan lama reaksi. Penurunan kadar pati sisa akibat adanya aktivitas enzim α-amilase yang semakin lama akan mempengaruhi sifat substrat. Kadar pati sisa yang diperoleh pada kontrol adalah 20,778 g/L dan pada menit ke 360 adalah 7,419 g/L(Gambar 6 dan 7). Enzim sangat berperan besar terhadap kadar pati sisa. Hal ini sesuai dengan pendapat Boyer (1980), bahwa aktivitas enzim α-amilase terhadap sifat substrat berturut-turut adalah penurunan kekentalan, kenaikan grup-grup reduksi, perubahan sifat pengikat substrat terhadap yodium.



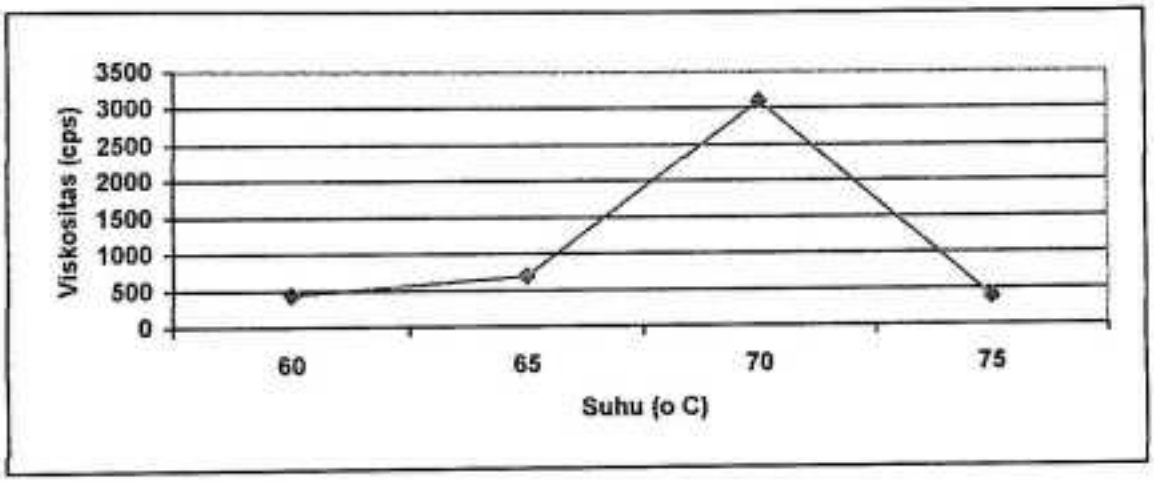
Gambar 6. Hubungan Suhu Reaksi Likuifikasi Terhadap Kadar Pati Sisa (KPS) Hidrolisat Sagu



Gambar 7. Hubungan Lama Reaksi Likuifikasi Terhadap Kadar Pati Sisa (KPS) Hidrolisat Sagu

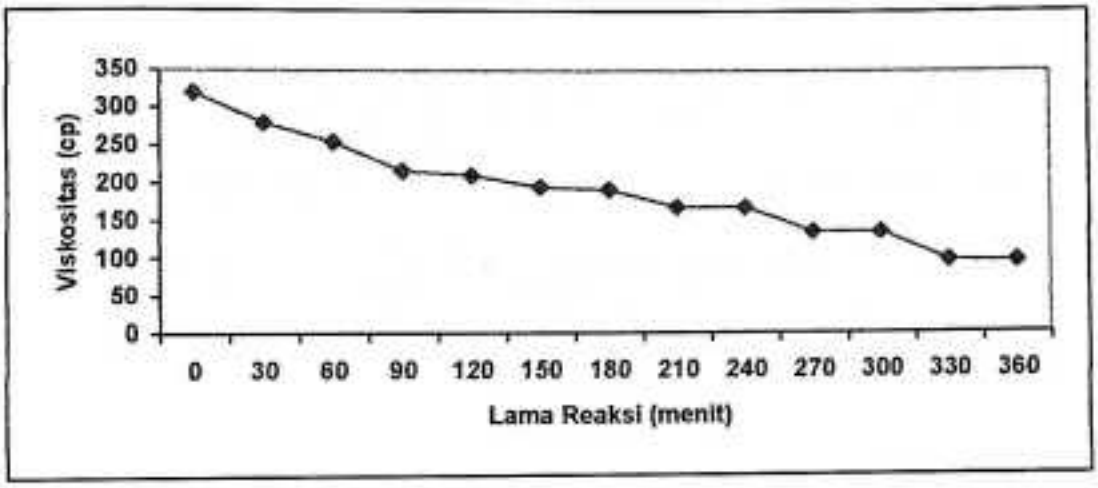
Berdasarkan penelitian pendahuluan yang dilakukan, hasil pengukuran viskositas substrat pada variasi suhu menunjukkan pada suhu 70 °C mempunyai viskositas tertinggi dengan nilai rata-rata yaitu 3000 cps dan pada suhu 75 °C mengalami penurunan dengan nilai rata-rata viskositas yaitu 390 cps seperti yang ditunjukkkan pada Gambar 8. Suhu 60 - 70 °C merupakan kisaran suhu gelatinisasi sagu

dimana terjadi pembengkakan granula pati yang menyebabkan kekentalan suspensi meningkat. Sedangkan penurunan viskositas pada suhu 75 °C akibat dari aktivitas enzim α-amilase.



Gambar 8. Hubungan Suhu Reaksi Likuifikasi Terhadap Viskositas Hidrolisat Sagu

Variasi lama reaksi likuifikasi terhadap viskositas substrat mengalami penurunan seperti yang ditunjukkkan pada Gambar 9. Viskositas suspensi pada kontrol diperoleh 320 cps dan pada menit ke 360 turun menjadi 96 cps. Penurunan viskositas suspensi akibat dari aktivitas enzim α-amilase yang digunakan sebagai agen pengenceran setelah proses gelatinisasi yang dapat menurunkan kekentalan (viskositas).



Gambar 9. Hubungan Lama Reaksi Likuifikasi Terhadap Viskositas Hidrolisat Sagu

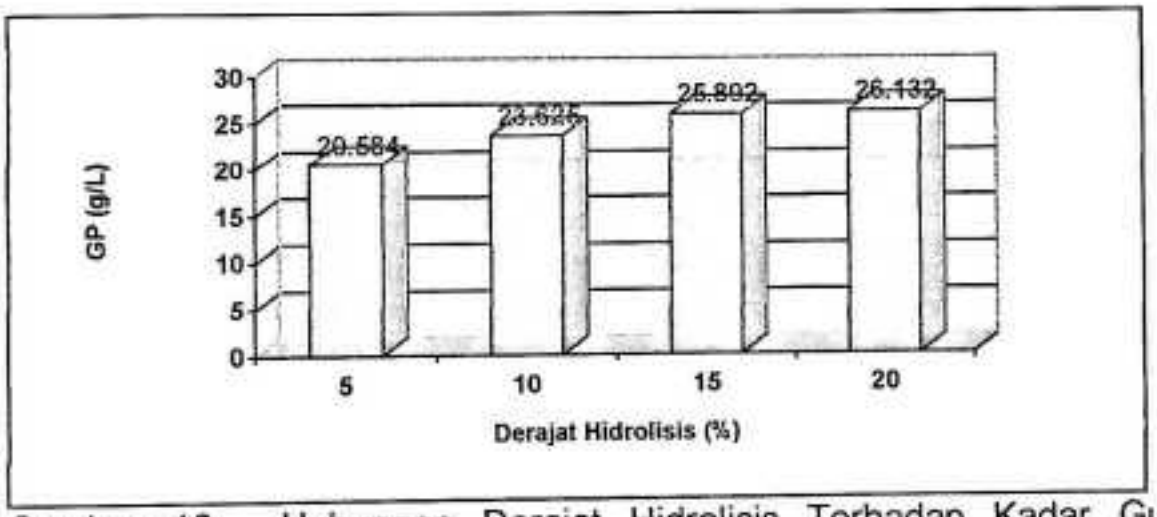
4.2 Penelitian Lanjutan (Utama)

Penelitian utama dimaksudkan untuk mengetahui derajat hidrolisis sagu yang paling optimal digunakan untuk menghasilkan gum xantan dengan menggunakan suhu dan lama reaksi pada penelitian pendahuluan. Hal ini dapat diketahui dengan melakukan analisa, yaitu kadar gula pereduksi, gum xantan dan viskositas.

4.2.1 Kadar Gula Pereduksi

Hasil pengukuran kadar gula pereduksi yang dihasilkan, menunjukkan kadar gula pereduksi tertinggi pada perlakuan derajat hidrolisis 20 %, dengan konsentrasi rata-rata 26,132 g/L dan yang terendah pada perlakuan derajat hidrolisis 5 % dengan konsentrasi rata-rata 20,584 g/L. Semakin tinggi derajat hidrolisis substrat yang digunakan maka semakin tinggi pula kadar gula pereduksinya, seperti

yang ditunjukkan pada gambar 10. Hasil analisa sidik ragam menunjukkan pengaruh yang sangat nyata pada taraf 5 % dan 1 % terhadap kadar gula pereduksi. Hasil uji lanjutan BNJ menunjukkan derajat hidrolisis 15 dan 20 % berbeda nyata terhadap perlakuan derajat hidrolisis 5 dan 10 %.



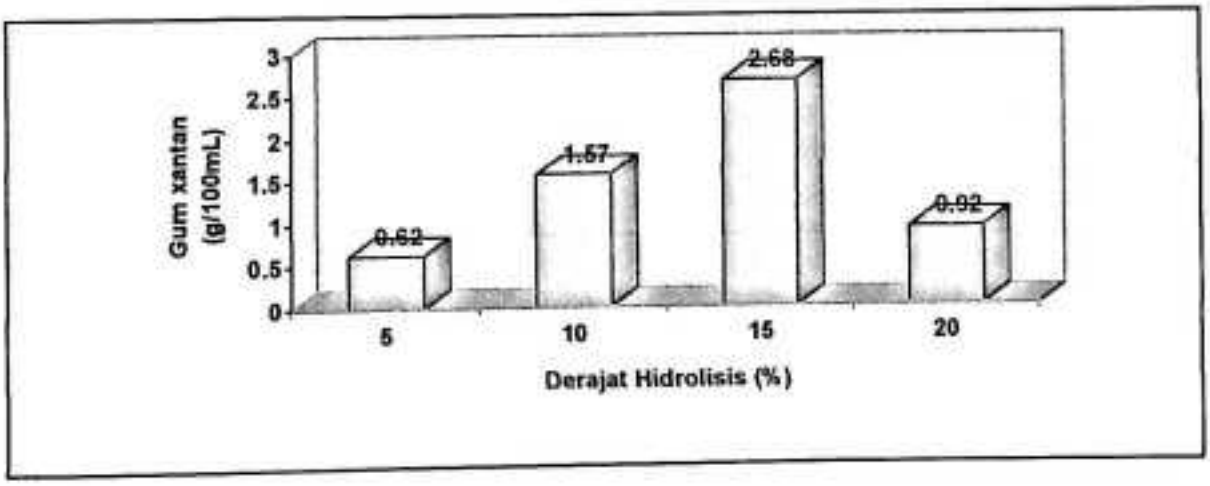
Gambar 10. Hubungan Derajat Hidrolisis Terhadap Kadar Gula Pereduksi (GP) Yang Dihasilkan dalam Produksi Gum Xantan

Jumlah gula pereduksi yang tinggi disebabkan isolat *Xanthomonas campestris* kurang mampu memanfaatkan glukosa sebagai sumber karbon dan energi utama selama proses fermentasi yang akan mempengaruhi jumlah gum xantan. Hal ini diduga jumlah kadar glukosa hidrolisat sagu dalam proses fermentasi terlalu tinggi. Hal ini sesuai pendapat Moraine dan Rogovin (1971), bahwa pada medium fermentasi dengan kandungan glukosa awal 5 %, setelah 2 hari glukosa tersisa masih sebesar 3 %.

Disamping itu, diakibatkan suplai oksigen yang kurang pada saat konsentrasi gum xantan yang tinggi dalam medium yang dicapai pada 72 jam masa inkubasi.

4.2.2 Gum Xantan

Hasil pengukuran gum xantan menunjukkan kadar gum xantan tertinggi terdapat pada perlakuan derajat hidrolisis 15 % dengan nilai rata-rata 2,68 g/100 mL dan yang terendah pada perlakuan derajat hidrolisis 5 % dengan nilai rata-rata 0,62 g/100 mL seperti yang ditunjukkan pada gambar 11.



Gambar 11. Hubungan Derajat Hidrolisis Terhadap Gum Xantan

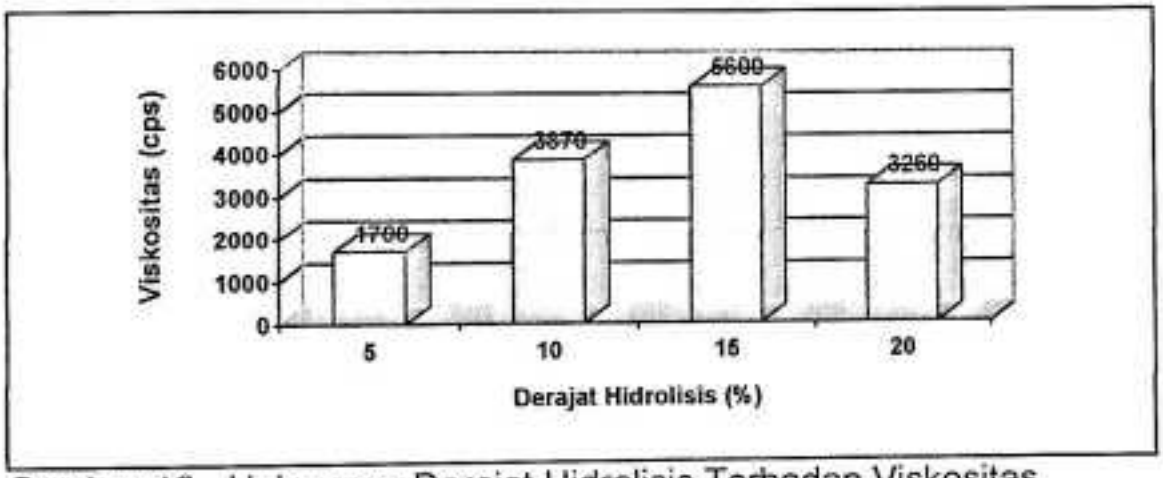
Hasil analisa sidik ragam menunjukkan pengaruh yang sangat nyata terhadap pada taraf 5% dan taraf 1 % terhadap kadar gum xantan. Sedangkan uji BNJ menunjukkan perlakuan derajat hidrolisis 15 % berbeda nyata dengan derajat hidrolisis 5, 10 dan 20 %.

Jumlah gum xantan pada derajat hidrolisis 5 % rendah disebabkan derajat hidrolisis 5 % jumlah glukosa yang tersedia sebagai sumber karbon dan energi bakteri *Xanthomonas campestris* tidak cukup dimanfaatkan selama proses fermentasi 72 jam, sehingga bakteri *Xanthomonas campestris* memanfaatkan gum xantan sebagai cadangan makanannya selama proses fermentasi. Sedangkan jumlah gum xantan pada derajat hidrolisis 20 % mengalami penurunan dengan nilai rata-rata 0,92 gr/100 mL. Hal ini disebabkan pertumbuhan mikroba dan produksi gum xantan terhambat bila konsentrasi glukosanya 5 % atau lebih. Ini sesuai pendapat Souw dan Domain (2004), bahwa pada medium fermentasi dengan kandungan glukosa awal 2 %, dalam waktu 24 jam hampir seluruh glukosa terkonversi menjadi gum xantan oleh bakteri *Xanthomonas campestris* dan pertumbuhan mikroba dan produksi gum xantan terhambat bila konsentrasi glukosanya 5 % atau lebih.

4.2.3 Viskositas

Hasil pengukuran viskositas medium menunjukkan perlakuan derajat hidrolisis 15 (%) memiliki viskositas tertinggi dengan nilai rata-rata yaitu 5600 cps dan perlakuan derajat hidrolisis 5 % memiliki viskositas terendah dengan nilai rata-rata yaitu 1700 cps (Gambar 12).

Analisa sidik ragam menunjukkan derajat hidrolisis 15 % berbeda nyata pada taraf 1 % dan 5 %. Hasil uji lanjutan BNJ menunjukkan derajat hidrolisa 15 berbeda nyata dengan perlakuan derajat hidrolisis 5 %.



Gambar 12. Hubungan Derajat Hidrolisis Terhadap Viskositas

Perolehan viskositas medium yang tinggi pada derajat hidrolisis 15 % disebabkan pembentukan polisakarida selama fermentasi dan terekstrasinya ke medium menyebabkan peningkatan viskositas larutan fermentasi. Semakin tinggi viskositas cairan fermentasi maka semakin tinggi jumlah gum xanthan yang terbentuk. Ini sesuai pendapat Hang dan Yang (1991), bahwa peningkatan viskositas larutan fermentasi disebabkan terbentuknya gum xanthan. Pasteurisasi cairan fermentasi dapat pula meningkatkan kekentalan. Selain itu, kekentalan cairan fermentasi disebabkan bobot molekul gum xanthan dan kandungan asam piruvatnya yang disebabkan oleh adanya efek sinergis asam

piruvat terhadap gum xantan, kemampuan *Xanthomonas campestris* untuk mempolimerisasikan unit-unit gum xantan yang telah disintesis. Ini sesuai pendapat Ramirez *et al.*(1988), kekentalan cairan fermentasi dipengaruhi beberapa faktor diantaranya kemampuan *Xanthomonas campestris* untuk mempolimerisasikan unit-unit gum xantan yang telah disintesis dan ini ditentukan oleh potensi genetik dari bakteri tersebut.

V. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Lama reaksi likuifikasi masing-masing derajat hidrolisis adalah derajat hidrolisis 5 % pada suhu 65 ° C, derajat hidrolisis 10 % pada suhu 75 °C, derajat hidrolisis 15 % pada menit ke 30 dan derajat hidrolisis 20 % pada menit ke 60.
2. Derajat hidrolisis yang optimal digunakan dalam pembentukan gum xantan adalah derajat hidrolisis 15 (%) dengan kadar gula reduksi 25,892 g/L, gum xantan sebesar 2,68 g/100 mL dan viskositas 5600 cps.

5.2 Saran

Sebaiknya dalam penelitian selanjutnya dilakukan penentuan kadar glukosa dan komponen oligosakarida substrat pada derajat hidrolisis 5%, 10%, 15% dan 20%.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, 1985. Komposisi Kandungan Tepung Sagu dan Beberapa Makanan. Direktorat Jenderal Pertanian Pangan Direktorat Penyuluhan Pangan, Jakarta.

Anonim, 1998. Xanthan Production By Solid State Fermentation. http://www.elsevier.com. PP 581-587(2 Februari 2005).

Anonim, 2002. Kamus Istilah Nutrisi dan Pangan. Laboratorium Kimia-Biokimia Pangan Jurusan Teknologi Pengolahan Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.

Anonim, 2004[a]. Xanthan Gum. http://www.fao.org (2 Februari 2005).

Anonim, 2004[b]. The Microbial World: Exopolysaccharides and Their Commercial Roles. http://www.iscn.to./isipage6.htm (2 Februari 2005).

Anonim, 2006. Enzim. http: //wikipedia.org.wiki.enzim (24 Maret 2005).

Apriyantono, Anton., Dedi Fardiaz, Ni Luh Puspitasari, Sedarnawati dan Slamet Budiyanto, 1998. Analisis Pangan. Departemen Pendidikan dan Kebudayaan Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi Pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Institut Pertanian Bogor.

Bradshaw I.J., 1984. *Production, Properties and Aplication of* Xanthan. Prog. Ind. Microbial 19: 319.

Buchanan, R.E., N.E. Gibbons, S.T. Cowan, J.G.Holt, C.Liston, R.G.Murrey, G.F. Nilven, A.W. Ravin and R.Y.Starier, 1975. Bergey's Manual of Determinative Bacteriology. Eighteen Edition Composed and at Waverly Press Inc. PP 200-244.

Cadmus, M.C., S.P Rogovin, K.A. Burton, J.E. Piisley, C.A. Knutson and A. Jeans. 1976. Colonial variations in Xanthomonas campestris NRRL-B-1459. Appl.and Environ. Microbiol. 33 : 840 – 845.

Djaafar, Titiek F., Rahayu S dan Rob-Mudjisihono, 2000. Teknologi Pengolahan Sagu. Kanisius, Yogyakarta.

Flanch, 1977 dalam Jusmawati , 1992. Pendugaan Berat Kering Tepung Sagu Pada Berbagai Posisi Batang dalam Pohon. Fakultas Pertanian dan Kehutanan Universitas Hasanuddin, Makassar.

Glicksman, M. 1982. Food Colloids. The AVI Publishing CO. INC, Boca Atobn Florida.

Gonzales, R., M.R. Johns, P.F.Greenfield and G.W. Pace. 1989. Xanthan Gum Precipitation Using Ethanol. Process Biochemistry. December Eds.

Harding, N.E., J.M. Clearly, D.K. Cabanas, I.G. Rosen and K.S. Kang. 1987. Genetic and physical analysis of a cluster of essential for xanthan gum biosynthesis in *Xanthomonas campestris*. Journal of Bacteriology 169 (6) : 2854 – 2861.

Hastuti, S. 1989. Pengaruh Konsentrasi dan Jenis Substrat Terhadap Produksi xantan dari Hisrolisat Pati Ubi Jalar (*Ipomeca batatas*) oleh Bakteri *Xanthomonas campestris*. Skripsi. Jurusan Teknologi Industri Pertanian. Fakultas Teknologi Pertanian-IPB.

Kidby, D.P., A. Sanford, A. Herman and M.C. Cadmus. 1977. Maitenance procedures for the curtailement of genetic instability : *X. campestris* NRRL-B-1459. Appl. Environm. Microbiol. Vol. 33 : 840-845.

Kovacks, P. and K.S. Kang. 1977. Xanthan Gum In H.D. Graham (ed) Food Colloids. The AVI Publishing Co., Inc. Wesrport, Conecticut.

Kranz, J., H.Schumutteres and W.Koch, 1977. Diseas Pest and Weeds in Tropical Crops. John Wiley and Sons, New York, Brisbane, Toronto. PP 64-68.

Lobas, D., H. Herbst, I.S. Such, A. Schumpe and W.D. Deckwer. 1991. Characterization of xathan quality. Poster. Presented at Hunburger Macromolecular Symposium, 25-27 Sept.1991.

Laga, Amran (2001). Produksi Siklodekstrin Menggunakan Substrat Tapioka Terlukuifikasi dengan Aseptor Minimal. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

Mannion, R.O., C.D.Melia, B. Launay, G. Cuvulier, S.E. Hill, S.E. Harding ang J.R. Mitchell. 1992. Xanthan/Locust Bean Gum Interaction at Room temperature. Carbohydrate Polymer 19 (1992): 91-97

Moraine, R.A. and Rogovin. 1971. Xanthan byopolimer production at increased concentration by pH control. Biotech. Bioeng Vol XIII:381-391.

Ochoa, F.G., V.E.Santos, and A.P. Fritsch. 1992. Nutritional study of *Xanthomonas campestris* in xanthan Gum Production by Factorial design of Experiment. Enzymes Microb. Technol. Vol 14 : 991-996.

Pettitt, D.J. 1982. Xanthan Gum *di dalam* M.Glicksman (ed.) Food Hydrocolloids, vol.1, CRC Press Inc., Boca Raton, Florida.

Ramirez, M.E., L. FUcikovsky, F.G. Jimenez, R. Quintero and E. Galindo. 1988. Xanthan gum production by altered phato genecity variants of Xanthomonas *using differential and selective media.* In Laboratory Guide for Identification of Plant Phatogenis Bacteria. 2nd ED. APS Press. Minnesota. Hal : 81-94.

Reed, Gerald., 1993. Enzymes in Food Processing Third Edition. Edited By Tilak Nagodawithana. Akademic Press, Jakarta.

Semangun, H. 1990. Penyakit-penyakit Tanaman Hortikultura di Indonesia. Gadjah Mada University Pers.

Souw, P. And A.L. Demain, 2004. Nutrional Studies on xanthan production by Xanthomonas campestris NRRL-B-1459. Appl. Environm. Microbiol. 37 : 1186-1192.

Thorne, L., L. Tansey and T.J. Pllock. 1987. Clustering of Mutations Blocking Synthesis of Xanthan Gum By *X. campestris*. J. of Bacteriology 16 (8) : 3593-3600.

Tjokroadikoesoemo, P. Soebiyanto., 1986. HFS dan Industri Ubi Kayu Lainnya. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.

White, C.A dan J.F. Kennedy, 1988. The Carbohydrate directed Enzymes. Didalam J.F Kennedy (ed). Carbohydrate Chemistry. Oxford University Press, Oxford.

Winarno, F.G, 1986. Enzim Pangan. Gramedia, Jakarta.

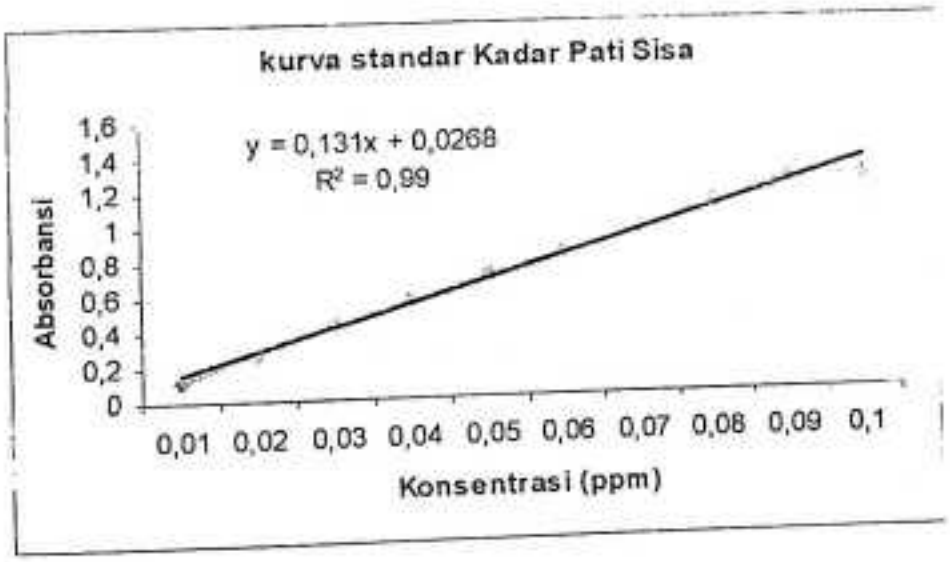
Wiratakusumah, M.A., S.Fardiaz., Meggy T., Deddy M., Betty S.L dan Anton A., 1984. Studi tentang Ekstraksi, Sifat Fisiko-Kimia Pati Sagu dan Pengkajian Enzim. Fateta, Bogor.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Hasil Absorbansi Pati Sisa

No	Konsentrasi Soluble Starch (ppm)	Absorbansi (y)
1	0,01	0,112
2	0,02	0,276
3	0,03	0.428
4	0,04	0.578
5	0,05	0,703
6	0,06	0,826
7	0,07	0,957
8	0,08	1,104
9	0,09	1,243
10	0,1	1,246

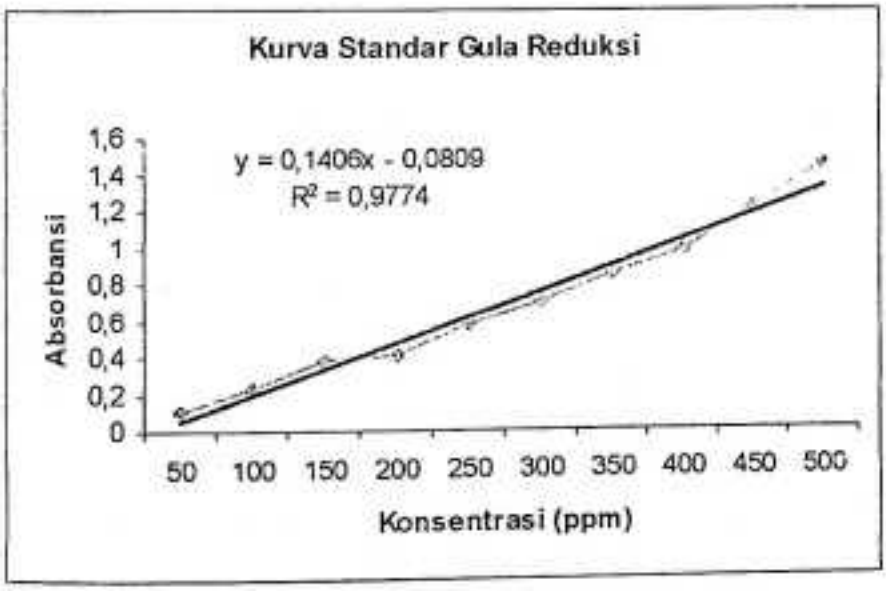
Lampiran 2. Kurva Standar Pati Sisa



Lampiran 3. Hasil Absorbansi Gula Pereduksi

No	Konsentrasi Glukosa (ppm)	Absorbansi (y)
1	50	0,115
2	100	0,241
3	150	0,382
4	200	0,419
5	250	0,576
6	300	0,698
7	350	0,852
8	400	0,984
9	450	1,215
10	500	1,443

Lampiran 4. Kurva Standar Gula Pereduksi



Lampiran 5 Tabel Hasil Pengukuran Kadar Gula Pereduksi Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xanthan

Perlakuan (DH)	Ulangan		Total	Rata-rata
	1	2		
5 %	20,638	20,531	41,169	20,584
10 %	23,732	23,518	47,25	23,625
15 %	25,865	25,919	51,784	25,892
20 %	26,079	26,185	52,264	26,132
Total			192,467	96,233

Lampiran 6. Tabel Hasil Analisa Sidik Ragam Terhadap Kadar Gula Pereduksi Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam ProduksiGum Xantan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	39,835	13,278	1457,3**	6,59	16,69
Galat	4	0,036	0,009			
Total	7	39,871				

** Sangat Berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%

Lampiran 7. Uji Lanjutan BNJ Kadar Gula Pereduksi Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xantan

Perlakuan (DH)	Rata-rata	BNJ 0,05 (0,3859)	BNJ 0,01 (0,6144)
5 %	20,584	a	a
10 %	23,625	a	b
15 %	25,892	c	c
20 %	26,132	c	c

Lampiran 8. Tabel Hasil Pengukuran Gum Xanthan Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xantan

Perlakuan (DH)	Ulangan		Total	Rata-rata
	1	2		
5 %	0,58	0,67	1,25	0,62
10 %	1,53	1,61	3,14	1,57
15 %	2,31	3,05	5,36	2,68
20 %	0,90	0,95	1,85	0,92
Total			11,16	5,79

Lampiran 9. Tabel Hasil Analisa Sidik Ragam Terhadap Gum Xantan Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xantan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	4,96	1,65	23,37**	6,59	16,69
Galat	4	0,28	0,07			
Total	7	5,24				

** Sangat Berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%

Lampiran 10. Uji Lanjutan BNJ Gum Xantan Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xantan

Perlakuan (DH)	Rata-rata	BNJ 0,05 (1,077)	BNJ 0,01 (1,715)
5 %	0,62	a	a
10 %	1,57	abc	abc
15 %	2,68	d	c
20 %	0,92	ab	ab

Lampiran 11. Tabel Hasil Pengukuran Viskositas Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xanthan

Perlakuan (DH)	Ulangan		Total	Rata-rata
	1	2		
5 %	1700	1700	3400	1700
10 %	3100	4640	7740	3870
15 %	4960	6240	11200	5600
20 %	2720	3800	6250	3260
Total			28860	14430

Lampiran 12. Tabel Hasil Analisa Sidik Ragam Terhadap Viskositas Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam roduksi Gum xantan

Sumber Keragaman	db	JK	KT	F hitung	F 5%	F 1%
Perlakuan	3	15596550	5198850	8,03*	6,59	16,69
Galat	4	2588200	647050			
Total	7	18184750				

* Berbeda nyata pada taraf 5% dan 1%

mpiran 13. Uji Lanjutan BNJ Viskositas Tingkat Derajat Hidrolisis Sagu dalam Produksi Gum Xantan

Perlakuan (DH)	Rata-rata	BNJ 0,05 (3276,24)	BNJ 0,01 (5215,83)
5 %	1700	a	a
10 %	3870	ab	a
15 %	5600	b	a
20 %	3260	ab	a

ampiran 14. Hasil Analisa Kadar Gula Pereduksi Tingkat Derajat Hidrolisis Produksi Gum Xantan

Perlakuan	Absorbansi		Total	Rata-Rata
(DH)	U1	U2		
5%	0.306	0.304	0.61	0.305
10%	0.364	0.36	0.724	0.362
15%	0.404	0.405	0.809	0.4045
20%	0.408	0.41	0.818	0.409
Total	1.482	1.479	2.961	1.4805

Lampiran 15. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penentuan Lama Reaksi Likuifikasi Sagu Untuk Mendapatkan Derajat Hidrolisis 5 -20%

Perlakuan	Viskositas				Gula Pereduksi (g/L)				Kadar Pati Sisa (g/L)			
Suhu Reaksi	U1	U2	Total	Rata-Rata	U1	U2	Total	Rata-Rata	U1	U2	Total	Rata-Rata
(o C)												
60	450	450	900	450	4.201	4.286	8.487	4.2435	24.76	24.851	49.611	24.8055
65	700	700	1400	700	10.794	11.007	21.801	10.9005	24.662	24.577	49.239	24.6195
70	3000	3000	6000	3000	14.861	14.932	29.793	14.8965	23.48	23.366	46.846	23.423
75	390	390	780	390	20.832	21.116	41.948	20.974	21.77	21.389	43.159	21.5795
Total	3040	3040	6080	3040	50.688	51.341	102.029	51.0145	94.672	94.183	188.855	94.4275

Lampiran 16. Rekapitulasi Hasil Perhitungan Penentuan Lama Reaksi Likuifikasi Sagu Untuk Mendapatkan Derajat Hidrolisis 5%-20%

Perlakuan	Viskositas				Gula Pereduksi (g/L)				Kadar Pati Sisa (g/L)			
Lama Reaksi	U1	U2	Total	Rata-Rata	U1	U2	Total	Rata-Rata	U1	U2	Total	Rata-Rata
(Menit)												
0	320	320	640	320	24,530	25,099	49,629	24,815	21,007	20,549	41,556	20,778
30	290	270	560	280	32,496	31,175	63,671	31,836	19,938	18,030	37,968	18,984
60	270	240	510	255	41,884	41,458	83,342	41,671	18,870	17,877	36,747	18,374
90	216	216	432	216	56,315	58,165	114,480	57,240	17,572	17,648	35,220	17,610
120	210	210	420	210	63,570	62,432	126,002	63,001	17,343	17,038	34,381	17,191
150	192	197	389	194.5	76,657	78,933	155,590	77,795	17,144	16,656	33,800	16,900
180	192	190	382	191	96,571	95,433	192,004	96,002	16,885	16,427	33,312	16,656
210	168	168	336	168	97,062	97,916	194,978	97,489	16,503	16,656	33,159	16,580
240	168	168	336	168	107,091	100,049	207,140	103,570	15,282	15,053	30,335	15,168
270	135	135	270	135	140,590	138,883	279,473	139,737	11,083	12,381	23,464	11,732
300	135	135	270	135	149,338	150,405	299,743	149,872	9,938	10,396	20,334	10,167
330	96	99	195	97.5	165,341	162,354	327,695	163,848	9,521	8,870	18,391	9,196
360	96	96	192	96	171,955	168,755	340,710	170,355	7,648	7,190	14,838	7,419
Total	2168	2124	4932	2466	1,223,400	1,211,057	2,434,457	1,217,229	198,734	194,771	393,505	196,753

Lampiran 17. Dokumentasi Hasil Penelitian



Gambar 1. Kultur Stok *Xanthomonas campestris* yang Diremajakan



Gambar 2. Bakteri *Xanthomonas campestris* Diinkubasi pada Media YMB



Gambar 3. Preparasi Bakteri untuk Dipindahkan dari YMB ke Medium Fermentasi



Gambar 4. Pembentukan Gum Xanthan dengan Medium Fermentasi



Gambar 5. Gum Xanthan yang Dihasilkan Setelah Pasteurisasi



Gambar 6. Gum Xanthan Setelah Disentrifugasi