

SKRIPSI

**MODIFIKASI TEPUNG SAGU MENJADI MALTODEKSTRIN
MENGUNAKAN ENZIM α -AMYLASE**



**Diajukan untuk memenuhi salah satu tugas akhir
guna memperoleh gelar Sarjana Teknik**

Oleh:

Achmad Chafid

NIM L2C006002

Galuh Kusumawardhani

NIM L2C006053

JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK

UNIVERSITAS DIPONEGORO

SEMARANG

2010

HALAMAN PENGESAHAN

Nama/NIM : 1. Achmad Chafid / NIM L2C006002
2. Galuh Kusumawardhani / NIM L2C006053

Judul Penelitian : Modifikasi Tepung Sagu Menjadi Maltodekstrin Menggunakan Enzim α -Amylase

Dosen Pembimbing : Ir. Kristinah Haryani, MT

Semarang, Mei 2010

Menyetujui

Dosen Pembimbing,

Ir. Kristinah Haryani, MT

NIP. 196402141991022002

RINGKASAN

Pati digunakan secara luas dalam industri pangan. Penggunaan pati alami (*native*) menyebabkan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan retrogradasi, sineresis, kestabilan rendah, dan ketahanan pasta yang rendah terhadap pH dan perubahan suhu. Hal tersebut menjadi alasan dilakukan modifikasi pati secara fisik, kimia, dan enzimatik atau kombinasi dari cara-cara tersebut. Selain memperbaiki sifat dan karakteristiknya, modifikasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah pati, dalam hal ini pati sagu, sehingga harga jualnya lebih tinggi. Di pasaran, tepung sagu biasa dihargai Rp 5.000,- per kilogram. Namun setelah tepung sagu dimodifikasi menjadi maltodekstrin, harga jualnya bisa meningkat hingga Rp 12.000,- per kilogram. Dalam penelitian ini akan dikaji kondisi operasi yang relatif baik dalam pembuatan maltodekstrin dari tepung sagu dengan menggunakan bantuan enzim α -amylase.

Pertama buat larutan pati dengan konsentrasi 20% pada larutan CaCl_2 200 ppm. Lalu sambil diaduk ditambahkan enzim α -amylase dengan konsentrasi tertentu, kemudian dipanaskan pada suhu dan waktu yang ditentukan. Setelah pemanasan campuran didinginkan hingga suhu 30-40° C dan atur pH antara 3,7-3,9. Kemudian campuran dipanaskan dengan air mendidih pada waterbath untuk menghentikan aktivitas enzim. Hasil yang didapat dikeringkan dalam oven pada suhu 50° C, lalu hasil dikerik dan diayak dengan ayakan mesh. Analisa yang dilakukan adalah analisa nilai DE dengan metode volumetric Lane-Eynon.

Setelah analisa diketahui DE (*Dextrose Equivalent*) terendah didapat pada kondisi suhu 80°C, konsentrasi enzim 0,09%, selama 60 menit, yaitu 4,69. Sedangkan DE tertinggi didapat pada kondisi suhu 90°C, konsentrasi enzim 0,09%, selama 120 menit, yaitu 10,23.

Kemudian dapat disimpulkan bahwa semakin lama waktu hidrolisa semakin tinggi nilai DEnya. Semakin besar konsentrasi enzim yang digunakan semakin tinggi nilai DEnya. Semakin tinggi suhu hidrolisa semakin tinggi nilai DEnya.

SUMMARY

Starch is widely used in food industry. Native usage cause some problems related to retrogradation, syneresis, low stability, and low paste resistance due to pH and temperatures changing. That was the reason why starch modification is done by physical, chemical, enzymatic treatment, or combination between those. Apart from fixing the properties and characteristic, this modification is also intended to increase the added value of sago flour so it will rise the selling price. Sago flour is used to sell Rp 5.000/kg. But after it's modified become maltodextrin, the selling price become Rp 12.000/kg. This research study the most effective operating conditions in production of maltodextrin from sago flour using α -amylase.

First, make a known starch solution in 200 ppm of CaCl_2 solution. While it is stirred, add the α -amylase enzyme then heated in a specify temperature and period of time. Then it is cooled in cold water, adjust to pH 3,7-3,9 and heated in a boiling water bath for 10 min to inactivate the enzyme. Samples is dried in the oven in temperatures 50°C and screened in mash screener. Samples are analyzed to determine its' DE value use the volumetric Lane-Eynon method.

After analysis known lowest DE got at condition of temperature 80°C , concentration of enzyme 0,09%, during 60 minutes, that is 4,69. While highest DE gotten at condition of temperature 90°C , concentration of enzyme 0,09%, during 120 minutes, that is 10,23.

Then inferential that longer excelsior hydrolysis time assessed its DE. Ever greater concentration of enzyme applied by its DE value excelsior. The DE value excelsior hydrolysis temperature excelsior.

KATA PENGANTAR

Segala puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT karena rahmat dan hidayah yang telah diberikan kepada penulis sehingga penulisan skripsi ini dapat diselesaikan dengan baik.

Pada kesempatan ini, penulis ingin menyampaikan rasa terima kasih dan penghargaan setulus-tulusnya kepada Ibu Ir. Kristinah Haryani, M.T. selaku dosen pembimbing yang telah membimbing penulis hingga terselesaikannya tulisan ini.

Ucapan terima kasih yang sama pula penulis sampaikan kepada :

1. Ketua Jurusan dan staf dosen Teknik Kimia UNDIP
2. Bapak Ir. Abdullah, MS, PhD dan Bapak Dr. NatTechn. Siswo Sumardiono, ST, MT selaku dosen wali
3. Semua staf laboratorium yang telah membantu
4. Rekan dan sahabat Teknik Kimia UNDIP angkatan '06
5. Keluarga dan saudara terkasih atas doa dan motivasinya

Akhir kata, penulis menyadari tulisan ini masih jauh dari sempurna sehingga segala saran dan kritik yang membangun sangat diharapkan demi kesempurnaan tulisan ini.

Semarang, Mei 2010

Penulis

DAFTAR ISI

Halaman	
Judul.....	i
Halaman Pengesahan.....	ii
Ringkasan.....	iii
Summary.....	iv
Kata Pengantar.....	v
Daftar Isi.....	vi
Daftar Tabel.....	ix
Daftar Gambar.....	x
BAB I. Pendahuluan.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan.....	3
1.4 Manfaat.....	3
BAB II. Tinjauan Pustaka.....	4
2.1 Sagu.....	4
2.1.1 Klasifikasi.....	4
2.1.2 Morfologi Sagu.....	7
2.1.3 Kandungan Gizi.....	8
2.2 Pati.....	9
2.3 Enzim α -Amylase.....	11

2.4 Maltodekstrin.....	12
2.4.1 Sifat Maltodekstrin.....	12
2.4.2 Dextrose Equivalent.....	13
2.4.3 Aplikasi Maltodekstrin.....	14
2.5 Reaksi Enzimatis.....	15
2.6 Hidrolisis.....	16
2.6.1 Hidrolisis Pati.....	16
2.6.2 Hidrolisis Enzimatis Parsial Pati Sagu.....	17
BAB III. Metodologi Penelitian.....	20
3.1 Penetapan Variabel.....	20
3.2 Bahan dan Alat.....	21
3.2.1 Bahan.....	21
3.2.2 Alat.....	22
3.3 Rancangan Penelitian.....	22
3.4 Rangkaian Alat.....	23
3.5 Tata Cara.....	24
3.5.1 Blok Diagram Penelitian.....	24
3.5.2 Cara Kerja.....	25
BAB IV. Hasil dan Pembahasan.....	28
4.1 Hasil.....	28
4.2 Pembahasan.....	30
4.2.1 Pengaruh waktu hidrolisa terhadap hasil.....	30
4.2.2 Pengaruh konsentrasi enzim terhadap hasil.....	33
4.2.3 Pengaruh suhu terhadap hasil.....	36

BAB V. Kesimpulan dan Saran

5.1 Kesimpulan.....	40
5.2 Saran.....	40
Daftar Pustaka.....	41
Lampiran.....	xi

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1. Kandungan Gizi per 100 gram Sagu Kering setara dengan 355 kalori.....	9
Tabel 2.2. Spesifikasi Maltodekstrin.....	13
Tabel 2.3. Perbandingan Hidrolisis Asam dan Hidrolisis Enzimatis.....	18
Tabel 3.1. Spesifikasi Tepung Sagu.....	21
Tabel 4.1. Pengaruh Suhu, Waktu, dan Konsentrasi Enzim terhadap <i>Dextrose</i> <i>Equivalent</i> (DE).....	28

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. <i>Metroxylon rumphii</i> M.....	5
Gambar 2.2. Rantai Amilosa.....	10
Gambar 2.3. Rantai Amilopektin.....	11
Gambar 3.1. Rangkaian Alat Hidrolisis.....	23
Gambar 3.2. Rangkaian Alat Analisa.....	23
Gambar 4.1. Grafik pengaruh waktu hidrolisa terhadap harga DE pada suhu 80°C.....	30
Gambar 4.2. Grafik pengaruh waktu hidrolisa terhadap harga DE pada suhu 85°C.....	31
Gambar 4.3. Grafik pengaruh waktu hidrolisa terhadap harga DE pada suhu 90°C.....	32
Gambar 4.4. Grafik pengaruh konsentrasi enzim terhadap harga DE pada suhu 80°C.....	33
Gambar 4.5. Grafik pengaruh konsentrasi enzim terhadap harga DE pada suhu 85°C.....	34
Gambar 4.6. Grafik pengaruh konsentrasi enzim terhadap harga DE pada suhu 90°C.....	35
Gambar 4.7. Grafik pengaruh suhu terhadap harga DE pada waktu hidrolisa 60 menit.....	36
Gambar 4.8. Grafik pengaruh suhu terhadap harga DE pada waktu hidrolisa 60 menit.....	37
Gambar 4.9. Grafik pengaruh suhu terhadap harga DE pada waktu hidrolisa 60 menit.....	38

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Sagu merupakan tanaman yang asalnya asli dari Indonesia. Diyakini bahwa pusat asal sagu adalah sekitar Danau Sentani, Kabupaten Jayapura, Papua (Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, 2008). Di tempat tersebut dijumpai keragaman plasma nutfah sagu yang paling tinggi. Areal sagu di Indonesia merupakan areal sagu terbesar di dunia, yaitu sekitar 1,128 juta ha atau 51,3% dari 2,201 juta ha areal sagu dunia, namun pemanfaatan sagu di Indonesia masih jauh tertinggal dibandingkan Malaysia dan Thailand yang masing – masing hanya memiliki areal sagu seluas 1,5% dan 0,2% (Christine Jose, 2003).

Batang sagu ditebang saat kandungan patinya paling tinggi, yaitu menjelang tanaman sagu berbunga. Setelah pohon ditebang, empulur batang diolah untuk mendapatkan tepung sagu. Tepung sagu dapat digunakan sebagai bahan baku dalam pembuatan makanan seperti roti, mie, industri kerupuk, kue kering, dan sirup berfruktosa tinggi. Dengan kemajuan teknologi pangan, sagu dapat dibuat menjadi *instant artificial rice* siap santap yang dapat bersaing dengan beras alami. Berbagai macam formulasi dapat dikembangkan untuk meningkatkan cita rasa, dan penampilan produk.

Tepung sagu juga dapat menunjang berbagai macam industri, baik industri kecil, menengah, maupun industri berteknologi tinggi . Misalnya, tepung sagu dapat digunakan sebagai bahan utama maupun bahan tambahan untuk industri pangan. Tepung sagu yang telah dimodifikasi menjadi maltodekstrin dapat memberikan lebih banyak manfaat dalam industri pangan, bahkan farmasi. Manfaat yang dimaksud antara lain pada produksi

makanan beku, roti, bahan minuman prebiotik, bahan penyalut lapis tipis (*film coating*) tablet, dan lain sebagainya.

Karena itu pula, harga jual maltodekstrin cukup mahal. Di pasaran, tepung sagu biasa dihargai Rp 5.000,- per kilogram. Namun setelah tepung sagu dimodifikasi menjadi maltodekstrin, harga jualnya bisa meningkat hingga Rp 12.000,- per kilogram.

Maltodekstrin biasanya dibuat dari tepung ketela, jagung, kentang, atau dari beras. Namun dibandingkan dengan tanaman-tanaman tersebut, keunggulan utama tanaman sagu adalah produktivitasnya yang tinggi. Produksi sagu yang dikelola dengan baik dapat mencapai 25 ton pati kering/ ha/tahun (Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia, 2008).

1.2 Perumusan Masalah

Pati digunakan secara luas dalam industri pangan. Penggunaan pati alami (*native*) menyebabkan beberapa permasalahan yang berhubungan dengan retrogradasi, sineresis, kestabilan rendah, dan ketahanan pasta yang rendah terhadap pH dan perubahan suhu. Hal tersebut menjadi alasan dilakukan modifikasi pati secara fisik, kimia, dan enzimatis atau kombinasi dari cara-cara tersebut. Selain memperbaiki sifat dan karakteristiknya, modifikasi ini juga bertujuan untuk meningkatkan nilai tambah pati, dalam hal ini pati sagu, sehingga harga jualnya lebih tinggi. Salah satu produk modifikasi pati tersebut adalah maltodekstrin.

Dalam penelitian ini akan dikaji variabel-variabel yang berpengaruh serta dicari kondisi yang relatif baik dalam pembuatan maltodekstrin dari tepung sagu dengan menggunakan bantuan enzim α -amylase.

1.3 Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji pengaruh suhu dan waktu hidrolisis serta konsentrasi katalis terhadap produk maltodektrin yang dihasilkan dari tepung sagu dengan bantuan enzim α -amylase.

1.4 Manfaat

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberi informasi atau data awal bagi mereka yang membutuhkan untuk menindak lanjuti hasil penelitian dalam skala yang lebih besar.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Sagu

Sagu mempunyai peranan sosial, ekonomi, dan budaya yang cukup penting di Propinsi Papua karena sagu merupakan bahan makanan pokok bagi masyarakat di sana terutama yang bermukim di daerah pesisir. Areal sagu di Indonesia merupakan areal sagu terbesar di dunia, yaitu sekitar 1,128 juta ha, yang tersebar pada beberapa daerah, seperti daerah Salawati, Teminabuan, Bintuni, Mimika, Merauke, Wasior, Serui, Waropen, Membramo, Sarmi, dan Sentani.

2.1.1 Klasifikasi

Sagu termasuk tumbuhan monokotil dari famili *Palmae Jussieu*, sub famili *Calamoideae*, genus *Metroxylon*, dan ordo *Spadiciflorae*. Nama *Metroxylon* berasal dari bahasa Yunani yang terdiri dari kata “metra” dan “xylon”. Metra berarti isi batang atau empulur dan xylon berarti xylem (Haryanto dan Pangloli, 1992).

Di Indonesia, masyarakat mengenal dua jenis penghasil tepung sagu utama, yaitu dari jenis *Metroxylon* dan jenis *Arenga* (sagu aren). Sagu aren tumbuh pada lahan relatif kering (banyak ditemukan di Jawa, Sumatera dan Kalimantan) dan kandungan tepungnya relatif lebih sedikit dibandingkan dengan sagu *Metroxylon*.

Sagu *Metroxylon* biasanya dibagi dalam dua golongan, yaitu hanya berbunga atau berbuah sekali (hapaxanthic) dan yang berbunga atau berbuah lebih dari satu kali (pleoanthic).

Golongan pertama memiliki kandungan tepung yang relatif lebih banyak, yang terdiri atas lima jenis atau species, yaitu *Metroxylon rumphii* Martius (sagu tuni), *Metroxylon sagus* Rottbol (sagu molat), *Metroxylon sylvester* Martius (sagu ihur), *Metroxylon longispinum* Martius (sagu makanaru), dan *Metroxylon micracanthum* Martius (sagu rotan).

Golongan kedua banyak tumbuh di daratan-daratan yang relatif lebih tinggi, tetapi kandungan tepungnya rendah. Golongan tanaman sagu tersebut terdiri dari species *Metroxylon filarae* dan *Metroxylon elatum*.

Golongan hapaxanthic merupakan golongan sagu yang memiliki arti ekonomis penting karena mengandung karbohidrat lebih banyak dibanding dengan pleonanthic (Dina Lena Yosina Krey, 1998).



Gambar 2.1 *Metroxylon rumphii* M.

Spesies yang berkembang di Propinsi Papua adalah *Metroxylon rumphii* Martius. Spesies ini masih terbagi ke dalam banyak jenis atau tipe berdasarkan

ciri morfologi dan telah dikenal oleh masyarakat Papua dengan menggunakan penamaan lokal. Telah diidentifikasi 20 jenis sagu di Sentani, dan 60 jenis sagu di Jayapura, Manokwari, Sorong, dan Merauke (M. Zain Kanro et al, 1998).

Tanaman sagu mempunyai banyak manfaat. Hampir semua bagian tanaman sagu mempunyai manfaat tersendiri. Batangnya dapat dimanfaatkan sebagai tiang atau balok jembatan atau bahkan dapat dibuat tepung. Tepung tersebut digunakan sebagai bahan makanan pokok di Papua yang disebut papeda. Di samping itu, sagu juga dapat diolah menjadi kue dan bahan baku untuk pembuatan spirtus atau alkohol. Daunnya digunakan sebagai atap rumah, pelepahnya untuk dinding rumah, dan ampasnya dapat dimanfaatkan sebagai pulp untuk pembuatan kertas atau pakan ternak. Buah sagu yang belum dewasa dapat langsung dimakan. Buah dan daunnya dipergunakan dalam upacara keagamaan setempat.

Sebelum dimanfaatkan, sagu terlebih dulu diubah dalam bentuk tepungnya. Tepung sagu dibuat dari empulur batang sagu. Pohon sagu yang telah dirubuhkan dipotong hingga tersisa batang saja. Batang dikuliti untuk mendapatkan empulur yang mengandung tepung. Empulur yang dihasilkan diparut menggunakan pangkur, yaitu silinder kayu berpaku, gir sepeda roda belakang, pegas, dan rantai atau tali yang berfungsi sebagai *belt*. Kemudian parutan tersebut diperas dengan alat pres untuk mengeluarkan pati dari empulur. Setelah pemerasan selesai, dilakukan penyaringan untuk membuang serat-serat kasar dari empulur. Hasil saringan diendapkan untuk memisahkan tepung sagu dari air. Langkah selanjutnya adalah pengeringan, pengepakan, dan penyimpanan atau distribusi ke konsumen.

2.1.2 Morfologi Sagu

Batang sagu merupakan bagian yang terpenting karena merupakan gudang penyimpanan tepung. Ukuran batang sagu berbeda-beda tergantung dari jenis, umur, dan lingkungan atau habitat tumbuhnya. Pada umur 3-11 tahun tinggi batang bebas daun sekitar 3-16 m, bahkan dapat mencapai 20 m. Sagu memiliki batang tertinggi pada umur panen, yaitu 14 tahun ke atas.

Pada rumpun sagu rata-rata terdapat 1-8 batang, pada setiap pangkal batang tumbuh 5-7 batang anakan. Pada kondisi liar, rumpun sagu ini akan melebar dengan jumlah anakan yang banyak, dalam berbagai tingkat pertumbuhan anakan tersebut sedikit sekali yang tumbuh menjadi pohon dewasa .

Batang sagu berbentuk silinder berdiameter sekitar 50 cm bahkan dapat mencapai 80-90 cm. Umumnya, diameter batang bagian bawah agak lebih besar daripada bagian atas. Batang bagian bawah umumnya juga mengandung pati yang lebih tinggi dari pada bagian atas (Haryanto dan Pangloli, 1992). Batang sagu terdiri dari lapisan kulit bagian luar yang keras dan bagian dalam berupa empulur yang mengandung serat-serat dan tepung. Tebal kulit luar yang keras sekitar 3-5 cm. Pohon sagu yang masih muda, kulitnya lebih tipis dibandingkan dengan sagu dewasa.

Daun juga merupakan bagian sagu yang punya peranan penting, karena merupakan dapur pembentukan tepung dalam proses fotosintesis. Daun sagu berbentuk memanjang, agak lebar, berinduk tulang daun di tengah yang menyerupai daun kelapa. Sagu yang tumbuh pada tanah liat dengan penyinaran yang baik, pada umur dewasa memiliki 18 tangkai daun yang panjangnya sekitar 5-7 m. Dalam setiap tangkai terdapat sekitar 50 pasang daun yang panjangnya

bervariasi antara 60-180 cm dan lebarnya sekitar 5 cm (Dina Lena Yosina Krey, 1998). Daun sagu muda umumnya berwarna hijau muda yang berangsur-angsur berubah menjadi hijau tua, kemudian berubah lagi menjadi coklat kemerah-merahan apabila sudah tua atau matang.

Bunga sagu merupakan bunga majemuk yang keluar dari ujung atau puncak batang sagu, berwarna merah kecokelatan seperti warna karat. Sagu berbunga dan berbuah pada umur sekitar 10-15 tahun tergantung pada kondisi tanah, tinggi tempat, dan varietas. Bunga sagu bercabang banyak seperti tanduk rusa yang terdiri dari cabang-cabang primer, sekunder, dan tersier. Pada cabang tersier terdapat sepasang bunga jantan dan bunga betina. Munculnya bunga menandakan bahwa sagu telah mendekati akhir daur pertumbuhan.

Buah sagu berbentuk bulat menyerupai buah salak dan mengandung biji fertile. Waktu antara bunga mulai muncul sampai fase pembentukan buah diduga berlangsung sekitar dua tahun. Pohon sagu mengandung tepung maksimum pada fase antara waktu setelah berbunga dan sebelum buah berbentuk sempurna (Haryanto dan Pangloli, 1992).

Sagu berakar serabut dengan jumlah yang besar, sehingga sagu dapat menyesuaikan diri pada lahan yang air tanahnya aerobik.

2.1.3 Kandungan Gizi

Tepung sagu kaya dengan karbohidrat namun sangat miskin gizi lainnya. Protein, vitamin, dan mineral yang terdapat dalam tepung sagu sangat sedikit. Kandungan gizinya secara lengkap dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 2.1 Kandungan Gizi tiap 100 gram Sagu Kering setara dengan 355 kalori

Kandungan gizi	Jumlah
Karbohidrat (pati)	94 gram
Protein	0,2 gram
Lemak	Dalam jumlah kecil
Serat	0,5 gram
Kalsium	10 mg
Besi	1,2 mg
Karoten	Dalam jumlah kecil
Tiamin	Dalam jumlah kecil
Asam askorbat	Dalam jumlah kecil

Sumber: M. Flach dan F. Rumawas, eds, 1996

Pati sagu memiliki karakteristik yang berbeda dengan jenis pati-pati yang lain. Beberapa karakteristik penting dari pati sagu antara lain :

Bentuk granula	: elips
Ukuran granula	: 20-60 μ
Kandungan amilosa/amilopektin	: 27/73 %
Range suhu gelatinasi	: 60-72 °C
Enthalpy gelatinasi	: 15-17 J/g

2.2 Pati

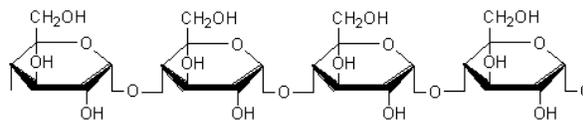
Istilah “pati” sering dicampuradukkan dengan “tepung” dan “kanji”. Sebenarnya pati adalah penyusun utama tepung. Tepung bisa saja tidak hanya mengandung pati, karena tercampur atau sengaja dicampur dengan protein, vitamin, pengawet, dan

sebagainya. Pati ada banyak jenisnya, tergantung dari bahan apa pati itu dibuat. Ada yang berasal dari ketela, beras, jagung, kentang, gandum, sagu, dan lainnya.

Kerancuan penyebutan pati dengan kanji tampaknya terjadi karena penerjemahan. Kata *to starch* dari bahasa Inggris memang berarti menganji atau member kanji dalam bahasa Indonesia karena yang digunakan memang tepung kanji.

Pati (*starch*) adalah karbohidrat kompleks yang mengandung dua macam polimer, yaitu amilosa dan amilopektin, dalam komposisi yang berbeda-beda.

Amilosa merupakan polisakarida, yaitu polimer yang tersusun dari glukosa sebagai monomernya. Setiap monomer terhubung dengan ikatan $-(1,4)$ glycosidic. Amilosa adalah polimer yang tidak bercabang. Dalam masakan, amilosa memberi efek keras bagi tepung atau pati.

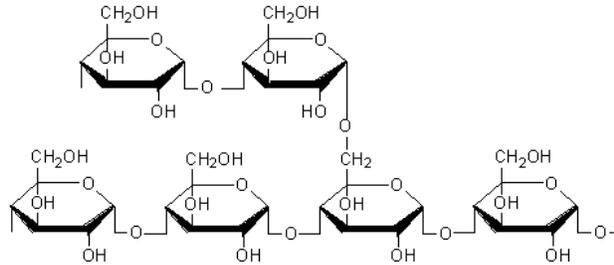


Gambar 2.2 Rantai Amilosa

Amilopektin merupakan polisakarida yang tersusun dari monomer α -glukosa. Amilopektin merupakan molekul raksasa dan mudah ditemukan karena menjadi satu dari dua senyawa penyusun pati, bersama-sama dengan amilosa. Walaupun tersusun dari monomer yang sama, amilopektin berbeda dengan amilosa, yang terlihat dari karakteristik fisiknya.

Secara struktural amilopektin terbentuk dari rantai glukosa yang terikat dengan ikatan $-(1,6)$ glycosidic, hal ini sama dengan yang terdapat pada amilosa. Namun demikian, pada amilopektin terbentuk cabang-cabang (sekitar tiap 20 mata rantai

glukosa) dengan ikatan $-(1,4)$ glycosidic. Selain itu, berbeda dengan amilosa, amilopektin tidak akan larut dalam air.



Gambar 2.3 Rantai Amilopektin

2.3 Enzim α -Amylase

Amylase adalah enzim yang dapat mengubah pati menjadi gula. Enzim ini dapat dihasilkan di dalam tubuh manusia, yaitu pada kelenjar ludah dan pankreas. Tumbuhan dan beberapa jenis bakteri juga dapat memproduksi enzim amylase. Enzim ini diklasifikasikan menjadi tiga, yaitu :

- a. α -Amylase
- b. β -Amylase
- c. γ -Amylase

Nama lain α -amylase adalah 1,4- α -D-glucan glucanohydrolase atau biasa juga disebut glycogenase. α -amylase termasuk dalam *calcium metalloenzymes*, sehingga enzim ini tidak akan bisa berfungsi jika keberadaan kalsium tidak dipenuhi.

α -Amylase adalah jenis enzim amylase terbesar yang terkandung dalam tubuh manusia dan mamalia yang lain. Selain itu, α -amylase juga dapat ditemukan pada tumbuhan (*barley*), jamur (*ascomycetes* dan *basidiomycetes*), dan bakteri (*Bacillus*).

Enzim α -amylase umumnya diisolasi dari *Bacillus amyloquefaciens*, *Bacillus licheniformis*, *Bacillus subtilis*, *Aspergillus oryzae*, dan *A. Niger*.

Yang digunakan dalam eksperimen ini adalah enzim dari bakteri *Bacillus subtilis*. Enzim ini memiliki aktivitas tinggi, sehingga dosis enzim yang digunakan sekitar 0,01% volume. Sementara itu pH optimum yang disarankan adalah 6-7 dengan suhu optimum 95°C-110°C.

2.4 Maltodekstrin

Maltodekstrin didefinisikan sebagai suatu produk hidrolisis pati parsial yang dibuat dengan penambahan asam atau enzim, yang mengandung unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan $-(1,4)$ glycosidic. Maltodekstrin merupakan campuran dari glukosa, maltosa, oligosakarida, dan dekstrin. Rumus umum maltodekstrin adalah $[(C_6H_{10}O_5)_nH_2O]$ (Yongki Kastanya Luthana, 2008).

2.4.1 Sifat Maltodekstrin

Maltodekstrin pada dasarnya merupakan senyawa hasil hidrolisis pati yang tidak sempurna atau disebut hidrolisis parsial, yang terdiri dari campuran gula-gula dalam bentuk sederhana (mono- dan disakarida) dalam jumlah kecil, oligosakarida dengan rantai pendek dalam jumlah relatif tinggi serta sejumlah kecil oligosakarida berantai panjang.

Tabel 2.2 Spesifikasi Maltodekstrin

Kriteria	Spesifikasi
Kenampakan	Bubuk putih agak kekuningan
Bau	Bau seperti malt- dekstrin
Rasa	Kurang manis, hambar
Kadar air	6%
DE (<i>Dextrose Equivalent</i>)	≤ 20
pH	4,5-6,5
<i>Sulfated ash</i>	0,6% (maksimum)
<i>Total Plate Count (TPC)</i>	1500/g

Sumber: P. H. Blancard dan F. R. Katz, 1995

2.4.2 Dextrose Equivalent

Pada hidrolisis sempurna, pati seluruhnya dikonversi menjadi dektrosa, derajat konversi tersebut dinyatakan dengan *Dextrose Equivalent* (DE), dari larutan tersebut diberi indeks 100.

Dextrose Equivalent (DE) adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen. DE berhubungan dengan Derajat Polimerisasi (DP) (Lynn A. Kuntz, 1997). DP menyatakan jumlah unit monomer dalam satu molekul.

$$DE = \frac{100}{DP}$$

Unit monomer dalam pati adalah glukosa, sehingga dengan demikian maltose memiliki DP 2 dan DE 50.

Secara komersial penggunaan pati dipengaruhi oleh nilai DE. Semakin besar DE berarti semakin besar juga persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi. Harga DE mempengaruhi karakteristik maltodekstrin (Lynn A. Kuntz, 1997).

Jika harga DE tinggi maka harga *hygroscopicity*, *plasticity*, *sweeteness*, *solubility*, dan *osmolality* juga tinggi. Selain itu pati akan lebih mudah mengalami proses *browning*. Namun jika harga DE turun, yang akan meningkat adalah berat molekul, *viscosity*, *cohesiveness*, dan *film-forming properties*. Selain itu, harga DE yang rendah mengakibatkan pembentukan kristal gula yang besar dapat dicegah.

2.4.3 Aplikasi Maltodekstrin

Aplikasi maltodekstrin pada produk pangan antara lain pada:

- a. Makanan beku, maltodekstrin memiliki kemampuan mengikat air (*water holding capacity*) dan berat molekul rendah sehingga dapat mempertahankan produk tetap dalam keadaan beku.
- b. Makanan rendah kalori, penambahan maltodekstrin dalam jumlah besar tidak meningkatkan kemanisan produk seperti gula.
- c. Produk rerotian, misalnya *cake*, *muffin*, dan biskuit, digunakan sebagai pengganti gula atau lemak.
- d. Minuman prebiotik, maltodekstrin merupakan salah satu komponen prebiotik (makanan bakteri Probiotik yang menguntungkan) sehingga sangat baik bagi tubuh yaitu dapat melancarkan saluran pencernaan.
- e. Sebagai bahan penyalut lapis tipis (*film coating*) tablet (Effionora Anwar, 2002).

2.5 Reaksi Enzimatis

Enzim adalah katalisator organik (biokatalisator) yang dihasilkan oleh sel. Enzim berfungsi seperti katalisator anorganik, yaitu untuk mempercepat reaksi kimia tanpa mempengaruhi keseimbangan reaksi. Enzim meningkatkan kecepatan reaksi dengan cara menurunkan energi aktivasi. Energi aktivasi adalah energi yang diperlukan untuk mengaktifkan suatu reaktan sehingga dapat bereaksi untuk membentuk senyawa lain.

Hal ini dapat dilihat dari persamaan Arrhenius berikut ini (O. Levenspiel, 1972) :

$$k = Ae^{-E/RT}$$

Keterangan:

k : konstanta kecepatan reaksi

A : faktor tumbukan

E : energi aktivasi (cal/grmol)

T : suhu (K)

R : tetapan gas ideal (cal/grmol.K)

Berdasarkan persamaan tersebut dapat dilihat bahwa penurunan energi aktivasi akan mengakibatkan harga konstanta kecepatan reaksi meningkat.

Setelah reaksi berlangsung, enzim tidak mengalami perubahan jumlah karena enzim tidak ikut bereaksi. Sehingga jumlah enzim sebelum dan sesudah reaksi adalah tetap. Begitu pula dengan strukturnya. Enzim mempunyai selektivitas dan spesifitas yang tinggi terhadap reaktan yang direaksikan dan jenis reaksi yang dikatalisasi.



Keterangan:

E : enzim

S : substrat (reaktan)

ES : ikatan sementara enzim dan substrat

P : produk

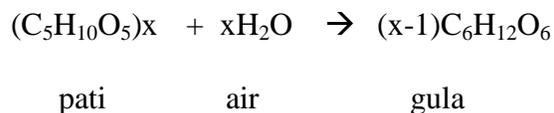
Saat reaksi enzimatik berlangsung, terjadi ikatan sementara antara enzim dan substratnya (reaktan). Ikatan sementara ini bersifat labil dan hanya untuk waktu yang singkat saja. Selanjutnya ikatan enzim-substrat tersebut akan pecah menjadi enzim dan produk. Enzim yang terlepas kembali setelah reaksi dapat berfungsi lagi sebagai biokatalisator untuk reaksi yang sama.

2.6 Hidrolisis

Hidrolisis merupakan reaksi pengikatan gugus hidroksil (-OH) oleh suatu senyawa. Gugus -OH dapat diperoleh dari senyawa air. Hidrolisis dapat digolongkan menjadi hidrolisis murni, hidrolisis katalis asam, hidrolisis katalis basa, hidrolisis gabungan alkali dan air, dan hidrolisis katalis enzim.

2.6.1 Hidrolisis Pati

Hidrolisis pati terjadi antar suatu reaktan pati dengan reaktan air. Reaksi hidrolisis pati bertujuan untuk memotong suatu ikatan polimer sakarida dalam pati dengan bantuan suatu senyawa tertentu sebagai katalis, dalam hal ini adalah enzim α -amylase. Hidrolisis bisa jadi merupakan reaksi yang reversible. Namun jika kondisi operasinya di atur, reaksi hidrolisis bisa berlangsung secara Irreversibel.



Suhu dan waktu hidrolisis serta konsentrasi katalis adalah beberapa variabel yang berpengaruh dalam reaksi hidrolisis. Makin tinggi suhu makin cepat jalannya reaksi makin tinggi harga DEnya (V. K. Griffin dan J. R. Brooks, 1989). Namun

harus diperhatikan jika katalisator yang dipakai adalah enzim, karena enzim sensitif terhadap suhu tinggi. Jika suhu terlalu tinggi aktifitas enzim akan menurun bahkan enzim dapat rusak.

Perbedaan waktu hidrolisis akan menyebabkan jumlah pati yang termodifikasi juga berbeda. Makin lama waktu hidrolisis makin besar persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi. Hal ini dapat dilihat dari harga DE yang semakin tinggi (V. K. Griffin dan J. R. Brooks, 1989).

Konsentrasi katalis juga dapat berpengaruh pada harga DE dari produk yang dihasilkan. Makin tinggi konsentrasi katalis, dalam hal ini adalah enzim, makin banyak gula pereduksi yang terbentuk. Hal ini berarti harga DE akan semakin tinggi. Meskipun demikian, penentuan konsentrasi katalis memiliki batas optimum. Jika melebihi batas tersebut, hidrolisis akan terhambat.

2.6.2 Hidrolisis Enzimatis Parsial Pati Sagu

Berbagai cara hidrolisis pati telah dikembangkan diantaranya yaitu hidrolisis asam, hidrolisis enzim, dan kombinasi asam dan enzim.

Hidrolisis pati menggunakan asam memiliki proses yang lebih sederhana, namun memerlukan persyaratan peralatan yang rumit (tahan panas, tekanan tinggi). Berbeda dengan hidrolisis enzimatis, selain kondisi proses yang tidak ekstrim, pemakaian enzim dapat menghasilkan rendemen dan mutu larutan glukosa yang lebih tinggi dibandingkan hidrolisis secara asam. Pada hidrolisis secara enzimatis, ikatan pati dipotong sesuai dengan jenis enzim yang digunakan. Sedangkan apabila menggunakan asam, pemotongan dilakukan secara acak.

Hidrolisis enzimatis memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis asam, seperti diperlihatkan dalam Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Perbandingan Hidrolisis Asam dan Hidrolisis Enzimatis

Variabel Pembanding	Hidrolisis Asam	Hidrolisis Enzimatis
Kondisi hidrolisis yang 'lunak' (mild)	Tidak	Ya
Hasil hidrolisis tinggi	Tidak	Ya
Penghambatan produk selama hidrolisis	Tidak	Ya
Pembentukan produk samping yang menghambat	Ya	Tidak
Katalis yang murah	Ya	Tidak
Waktu hidrolisis yang murah	Ya	Tidak

Sumber: K. Karimi, G. Emtiazi, dan M. Taherzadeh, 2006

Ikatan glycosidic pada pati dapat diputus dengan melakukan hidrolisis, sehingga menghasilkan monosakarida-monosakarida. Banyak enzim yang dapat dipergunakan untuk mempercepat reaksi hidrolisis. Jenis enzim yang dipakai bergantung pada produk akhir yang diinginkan.

Enzim invertase dipakai untuk menghidrolisis sukrosa menjadi gula invert. Lactase dibutuhkan dalam hidrolisis digestif laktosa pada susu. Hidrolisis selulosa menjadi glukosa, yang biasa disebut sakarifikasi, memakai cellulose sebagai katalisnya. Sementara untuk menghasilkan maltodekstrin dipakai enzim α -amylase.

Pada proses hidrolisis pati, terdapat tiga tahapan dalam mengkonversi pati yaitu tahap gelatinisasi, likuifikasi dan sakarifikasi (Shi et al, 2000). Tahap gelatinisasi merupakan tahap pembentukan suspensi kental dari granula pati, tahap likuifikasi yaitu hidrolisis pati parsial yang ditandai dengan menurunnya viskositas,

sedangkan sakarifikasi merupakan proses lebih lanjut dari hidrolisis untuk menghasilkan glukosa.

Maltodekstrin merupakan produk hidrolisis parsial, sehingga proses hidrolisisnya berhenti hanya sampai likuifikasi.

Pada tahap likuifikasi terjadi pemecahan ikatan α -1,4 glycosidic oleh enzim α -amylase pada bagian dalam rantai polisakarida secara acak sehingga dihasilkan glukosa, maltosa, maltodekstrin dan α -limit dekstrin. Enzim α -amylase merupakan enzim yang menghidrolisis secara khas melalui bagian dalam dengan memproduksi oligosakarida dari konfigurasi alfa yang memutus ikatan α -(1,4) glycosidic pada amilosa, amilopektin, dan glikogen. Ikatan α -(1,6) glycosidic tidak dapat diputus oleh α -amylase, tetapi dapat dibuat menjadi cabang-cabang yang lebih pendek (V. K. Griffin dan J. R. Brooks, 1989).

BAB III
METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Penetapan Variabel

1. Variabel Tetap

Konsentrasi CaCl₂ : 200 ppm

pH : 7

Konsentrasi tepung sagu : 0,10 gr/ml

2. Variabel Berubah

Suhu operasi : 80, 85, 90°C

Waktu : 60, 90, 120 menit

Enzim : 0,05, 0,07, 0,09% volume

3.2 Bahan dan alat

3.2.1 Bahan

- Tepung sagu, yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari Toko Miskasari, Pasar Johar, Semarang

Tabel 3.1 Spesifikasi Tepung Sagu

Kandungan Gizi	Kadar (%)
Karbohidrat	78,68
Protein	0,24
Lemak	0,39
Air	10,89
Abu	9,8

- Aquadest, yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari Laboratorium TK 1 Tekim Undip Semarang
- Enzim alpha-amylase, yang digunakan didapat dari Bapak Dr. Nyoman Widiasta, ST, MT, dosen Tekim Undip Semarang
- CaCl_2 anhidrat, yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari Toko Indrasari Semarang
- HCl 0,1 N, yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari Toko Indrasari Semarang
- NaOH 0,1 N, yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari Toko Indrasari Semarang
- Larutan Fehling A dan Fehling B, yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari Toko Indrasari Semarang

- Glukosa anhidrat, yang digunakan dalam penelitian ini dibeli dari Laboratorium DTK 1 Tekim Undip Semarang

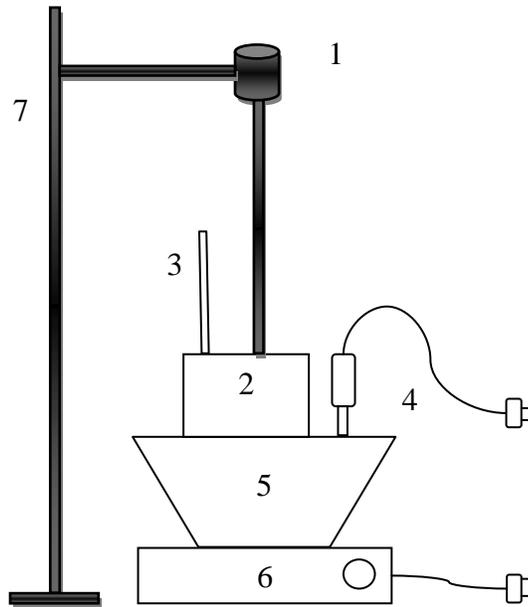
3.2.2 Alat

- Beaker glass
- Neraca
- Labu takar
- Buret
- Gelas ukur
- Statif dan klem
- Pipet
- Pengaduk motor
- Pengaduk
- Kompor
- Termometer
- Waterbath
- pH meter
- Oven
- Ayakan mesh

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian pembuatan maltodekstrin dari tepung sagu menggunakan enzim alpha-amilase adalah untuk mengkaji pengaruh suhu dan waktu hidrolisis serta konsentrasi enzim pada maltodekstrin yang dihasilkan.

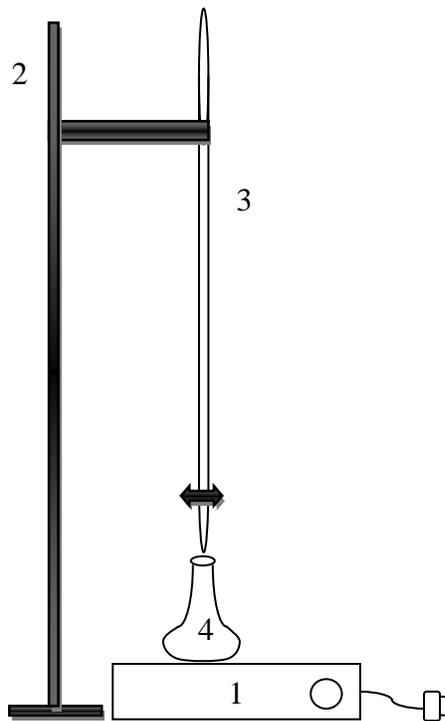
3.4 Rangkaian Alat



Keterangan :

1. Pengaduk motor
2. Beaker glass
3. Termometer
4. Heater
5. Waterbath
6. Kompor
7. Statif dan klem

Gambar 3.1 Rangkaian Alat Hidrolisis



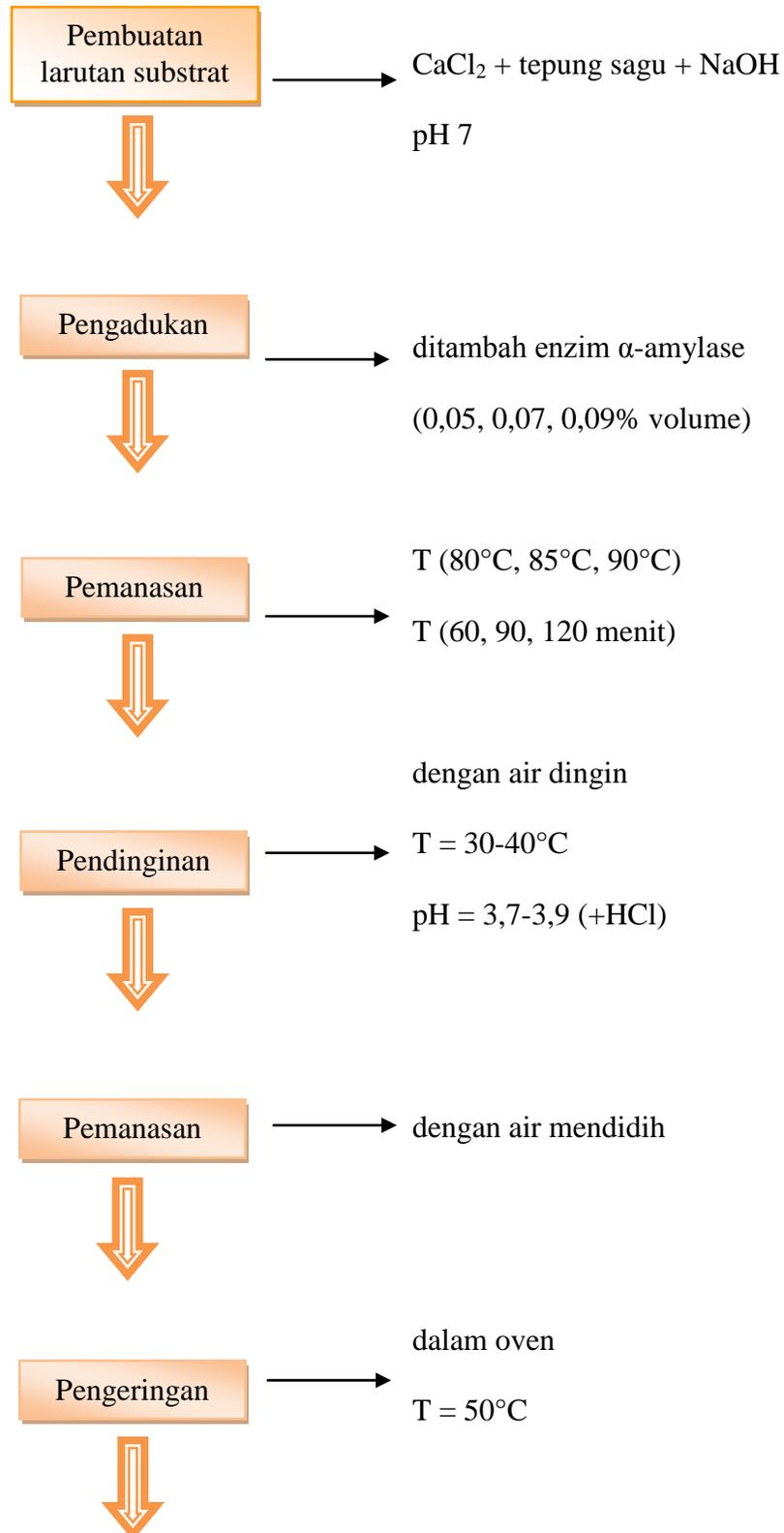
Keterangan :

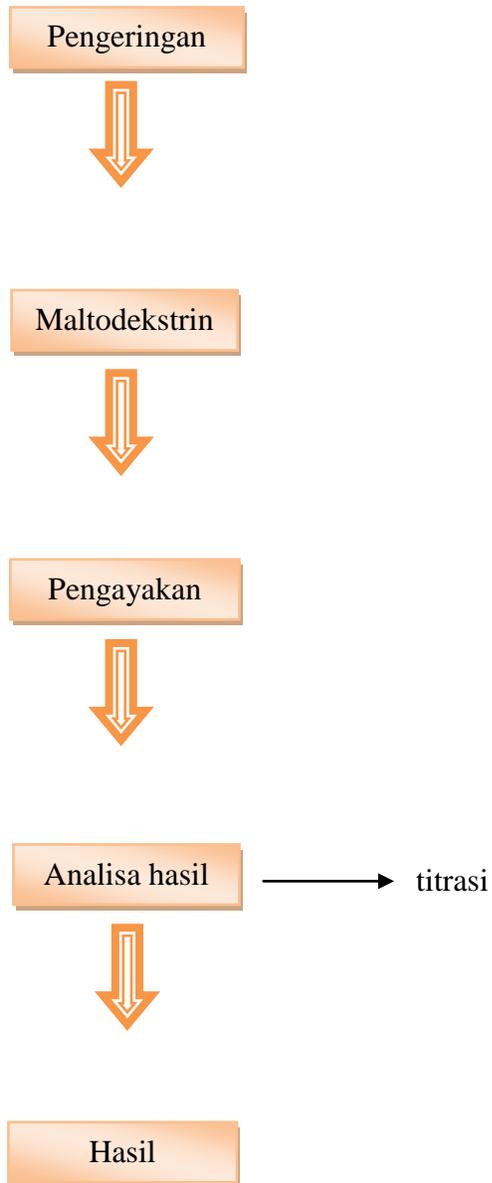
1. Kompor
2. Statif dan klem
3. Buret
4. Erlenmeyer

Gambar 3.2 Rangkaian Alat Analisa

3.5 Tata Cara

3.5.1 Blok Diagram Penelitian





3.5.2 Cara Kerja

1. Pembuatan maltodekstrin :

- a. Buat larutan CaCl_2 200 ppm dengan melarutkan CaCl_2 ke dalam aquadest.
- b. Larutkan tepung sagu ke dalam larutan CaCl_2 200 ppm dengan konsentrasi 0,10 gr/ml. Atur pH sesuai variabel dengan NaOH 0,1 N.

- c. Masukkan larutan pati dalam beaker glass di atas waterbath berisi air.
- d. Tambahkan enzim α -amylase sesuai variabel sambil diaduk.
- e. Campuran dipanaskan sampai suhu dan waktu tertentu sesuai variabel.
- f. Campuran didinginkan dengan air dingin sampai suhu 30-40°C. Atur pH sampai 3-4 dengan HCl 0,1 N lalu dipanaskan pada air mendidih untuk menghentikan aktivitas enzim.
- g. Hasil yang didapat dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C. Kemudian dikerik dan dihaluskan lalu diayak dengan ayakan mesh.
- h. Ulangi langkah-langkah di atas untuk variabel pH, suhu, dan waktu yang berbeda.

2. Analisa nilai DE (*Dextrose Equivalent*)

- Membuat larutan Fehling A dan B

- a. Fehling A

Larutkan 34,6 gr $\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$ dengan aquadest hingga volumenya 500 ml dengan labu takar.

- b. Fehling B

Larutkan 173 gr garam Rochelle ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) dan 50 gr NaOH dengan aquadest hingga volumenya 500 ml dengan labu takar.

- Mencari nilai *Fehling Factor*

- a. Larutkan 2,5 gr glukosa dengan aquadest sampai volume 1000 ml

- b. Ambil 15 ml larutan glukosa tadi ditambah larutan Fehling A dan B masing-masing 5 ml. Campuran dididihkan, kemudian dalam keadaan mendidih dititrasi dengan larutan glukosa sampai warna coklat kemerahan.

c. Catat kebutuhan titran lalu hitung Fehling Factor dengan cara :

$$FF = \frac{\text{kebutuhan titran (ml)} \times \text{berat glukosa (gr)}}{1000}$$

(Shi et al, 2000)

• Menentukan nilai DE

a. Buat larutan *starch* dengan konsentrasi 10 gr/200 ml dari hasil pembuatan maltodekstrin sebelumnya dengan basis *starch* kering.

Masukkan dalam buret.

b. Pada 50 ml aquadest ditambahkan masing-masing 5 ml larutan Fehling A dan B dan 15 ml larutan glukosa.

c. Didihkan larutan di atas. Saat mendidih, titrasi larutan dengan larutan *starch* sampai berwarna coklat kemerahan.

d. Catat kebutuhan titran lalu hitung nilai DE dengan cara :

$$DE = FF \times \frac{100}{\text{konsentrasi larutan starch (gr/ml)} \times \text{kebutuhan titran (ml)}}$$

(Shi et al, 2000)

BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

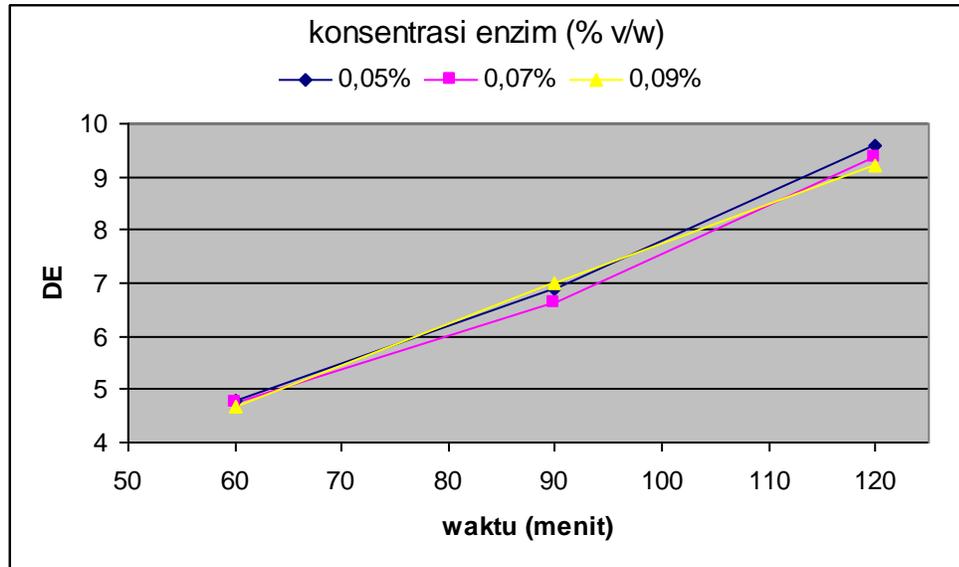
Tabel 4.1 Pengaruh Suhu, Waktu, dan Konsentrasi Enzim terhadap *Dextrose Equivalent (DE)*

Suhu (°C)	Konsentrasi Enzim (%)	Waktu (menit)	DE
80	0,05	60	4,79
		90	6,87
		120	9,57
	0,07	60	4,75
		90	6,64
		120	9,38
	0,09	60	4,69
		90	7,00
		120	9,23
85	0,05	60	4,71
		90	6,74
		120	9,14
	0,07	60	4,81
		90	6,95
		120	9,68
	0,09	60	4,89
		90	7,06
		120	9,73

90	0,05	60	4,93
		90	6,95
		120	9,28
	0,07	60	5,04
		90	7,11
		120	9,52
	0,09	60	5,17
		90	7,26
		120	10,23

4.2 Pembahasan

4.2.1 Pengaruh waktu hidrolisa terhadap hasil

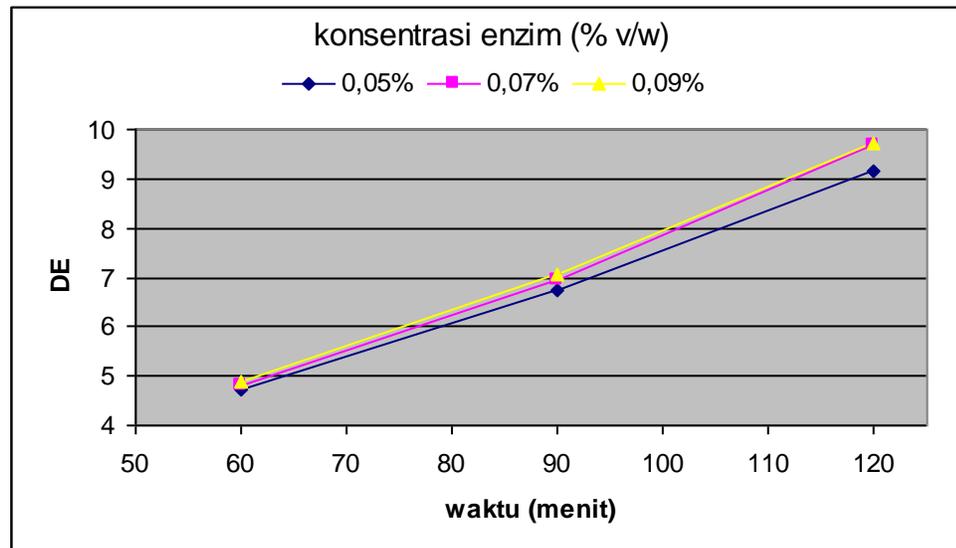


Gambar 4.1 Grafik pengaruh waktu hidrolisa terhadap harga DE pada suhu 80 °C

Dari grafik pengaruh waktu hidrolisa terhadap DE pada suhu hidrolisa 80°C didapat rentang DE yang berkisar antara 4,69 sampai 9,57. Pada penambahan konsentrasi katalis 0,05% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada waktu hidrolisa selama 120 menit yaitu sebesar 9,57. Pada penambahan konsentrasi katalis 0,07% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada waktu hidrolisa selama 120 menit yaitu sebesar 9,38. Sedangkan penambahan konsentrasi katalis 0,09% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada waktu hidrolisa selama 120 menit yaitu sebesar 9,23. Dari ketiga kondisi optimum tersebut didapatkan kondisi paling optimum yaitu pada saat penambahan konsentrasi katalis 0,05% dengan waktu hidrolisa selama 120 menit.

Menurut V. K. Griffins dan J. R. Brooks, terdapat kecenderungan yang sama yaitu seiring dengan bertambahnya waktu maka nilai DE juga akan semakin naik. Hal ini

mengikuti teori hidrolisa yang mengatakan bahwa semakin lama waktu hidrolisa maka semakin banyak pula bahan yang terhidrolisa (V. K. Griffin dan J. R. Brooks, 1989).

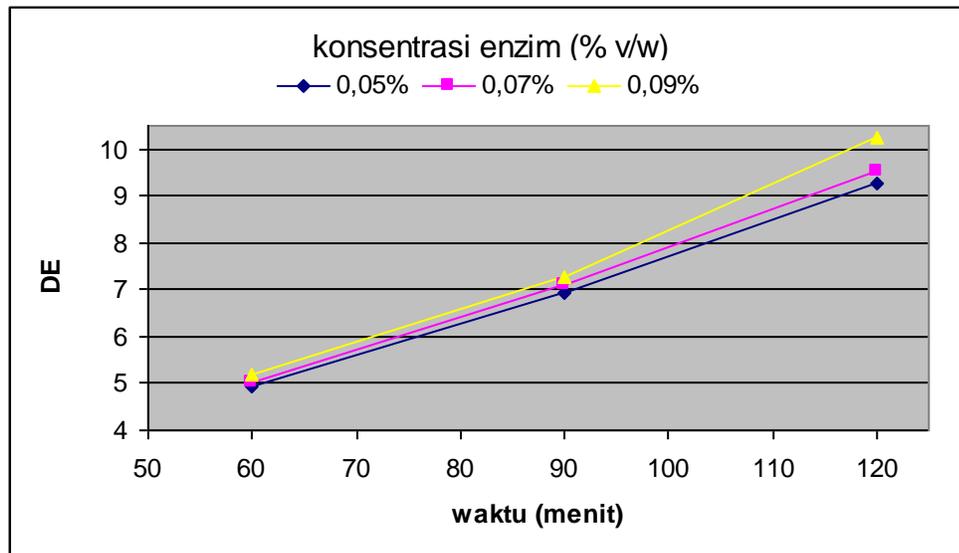


Gambar 4.2 Grafik pengaruh waktu hidrolisa terhadap harga DE pada suhu 85°C

Dari grafik pengaruh waktu hidrolisa terhadap DE pada suhu hidrolisa 85°C didapat rentang DE yang berkisar antara 4,71 sampai 9,73. Pada penambahan konsentrasi katalis 0,05% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada waktu hidrolisa selama 120 menit yaitu sebesar 9,14. Pada penambahan konsentrasi katalis 0,07% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada waktu hidrolisa selama 120 menit yaitu sebesar 9,68. Sedangkan penambahan konsentrasi katalis 0,09% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada waktu hidrolisa selama 120 menit yaitu sebesar 9,73. Dari ketiga kondisi optimum tersebut didapatkan kondisi paling optimum yaitu pada saat penambahan konsentrasi katalis 0,09% dengan waktu hidrolisa selama 120 menit.

Menurut V. K. Griffin dan J. R. Brooks, terdapat kecenderungan yang sama yaitu seiring dengan bertambahnya waktu maka nilai DE juga akan semakin naik. Hal ini

mengikuti teori hidrolisa yang mengatakan bahwa semakin lama waktu hidrolisa maka semakin banyak pula bahan yang terhidrolisa (V. K. Griffin dan J. R. Brooks, 1989).



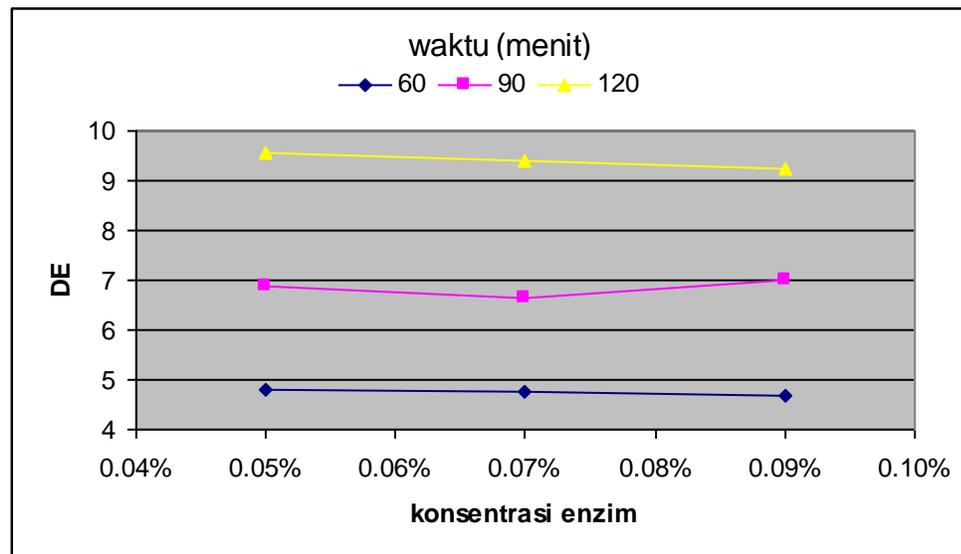
Gambar 4.3 Grafik pengaruh waktu hidrolisa terhadap harga DE pada suhu 90°C

Dari grafik pengaruh waktu hidrolisa terhadap DE pada suhu hidrolisa 90°C didapat rentang DE yang berkisar antara 4,93 sampai 10,23. Pada penambahan konsentrasi katalis 0,05% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada waktu hidrolisa selama 120 menit yaitu sebesar 9,28. Pada penambahan konsentrasi katalis 0,07% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada waktu hidrolisa selama 120 menit yaitu sebesar 9,52. Sedangkan penambahan konsentrasi katalis 0,09% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada waktu hidrolisa selama 120 menit yaitu sebesar 10,23. Dari ketiga kondisi optimum tersebut didapatkan kondisi paling optimum yaitu pada saat penambahan konsentrasi katalis 0,09% dengan waktu hidrolisa selama 120 menit.

Menurut V. K. Griffin dan J. R. Brooks, terdapat kecenderungan yang sama yaitu seiring dengan bertambahnya waktu maka nilai DE juga akan semakin naik. Hal ini

mengikuti teori hidrolisa yang mengatakan bahwa semakin lama waktu hidrolisa maka semakin banyak pula bahan yang terhidrolisa (V. K. Griffin dan J. R. Brooks, 1989).

4.2.2 Pengaruh konsentrasi enzim terhadap hasil

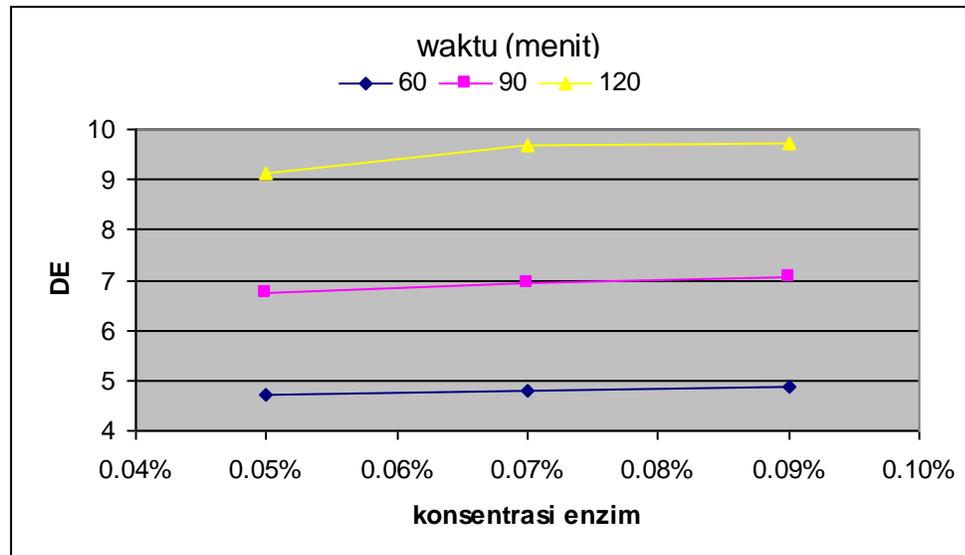


Gambar 4.4 Grafik pengaruh konsentrasi enzim terhadap harga DE pada suhu 80 °C

Dari grafik pengaruh penambahan jumlah katalis terhadap DE pada suhu 80 °C didapat rentang DE yang berkisar antara 4,69 sampai 9,57. Pada saat waktu hidrolisa 60 menit didapatkan DE dekstrin yang optimum pada saat konsentrasi enzim 0,05% yaitu sebesar 4,79. Pada saat waktu hidrolisa 90 menit didapatkan DE dekstrin yang optimum pada saat konsentrasi enzim 0,09% yaitu sebesar 7. Pada saat waktu hidrolisa 120 menit didapatkan DE dekstrin yang optimum pada saat konsentrasi enzim 0,05% yaitu sebesar 9,57.

Dari ketiga kondisi optimum tersebut didapatkan kondisi paling optimum yaitu pada waktu hidrolisa 120 menit dengan konsentrasi enzim 0,05%. Menurut V. K. Griffin

dan J. R. Brooks, disebutkan bahwa konsentrasi enzim yang optimum adalah 0,05%-0,1% (v/w). Hal ini sesuai pada grafik di atas bahwa dengan perubahan konsentrasi enzim tidak diikuti dengan perubahan nilai DE yang signifikan (V. K. Griffin dan J. R. Brooks, 1989).

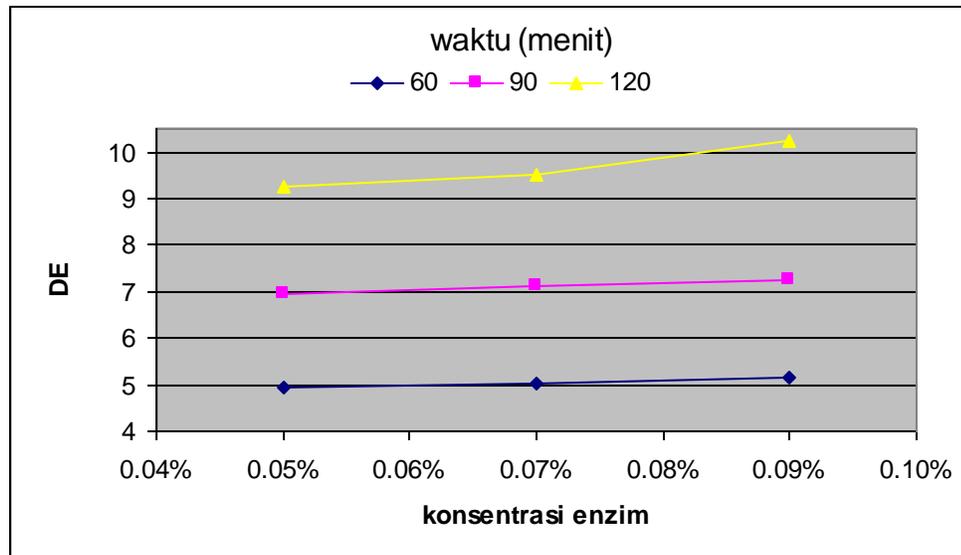


Gambar 4.5 Grafik pengaruh konsentrasi enzim terhadap harga DE pada suhu 85 °C

Dari grafik pengaruh penambahan jumlah katalis terhadap DE pada suhu 85 °C didapat rentang DE yang berkisar antara 4,71 sampai 9,73. Pada saat waktu hidrolisa 60 menit didapatkan DE dekstrin yang optimum pada saat konsentrasi enzim 0,09% yaitu sebesar 4,89. Pada saat waktu hidrolisa 90 menit didapatkan DE dekstrin yang optimum pada saat konsentrasi enzim 0,09% yaitu sebesar 7,06. Pada saat waktu hidrolisa 120 menit didapatkan DE dekstrin yang optimum pada saat konsentrasi enzim 0,09% yaitu sebesar 9,73.

Dari ketiga kondisi optimum tersebut didapatkan kondisi paling optimum yaitu pada waktu hidrolisa 120 menit dengan konsentrasi enzim 0,09%. Menurut V. K. Griffin

dan J. R. Brooks, disebutkan bahwa konsentrasi enzim yang optimum adalah 0,05%-0,1% (v/w). Hal ini sesuai pada grafik di atas bahwa dengan perubahan konsentrasi enzim tidak diikuti dengan perubahan nilai DE yang signifikan (V. K. Griffin dan J. R. Brooks, 1989).

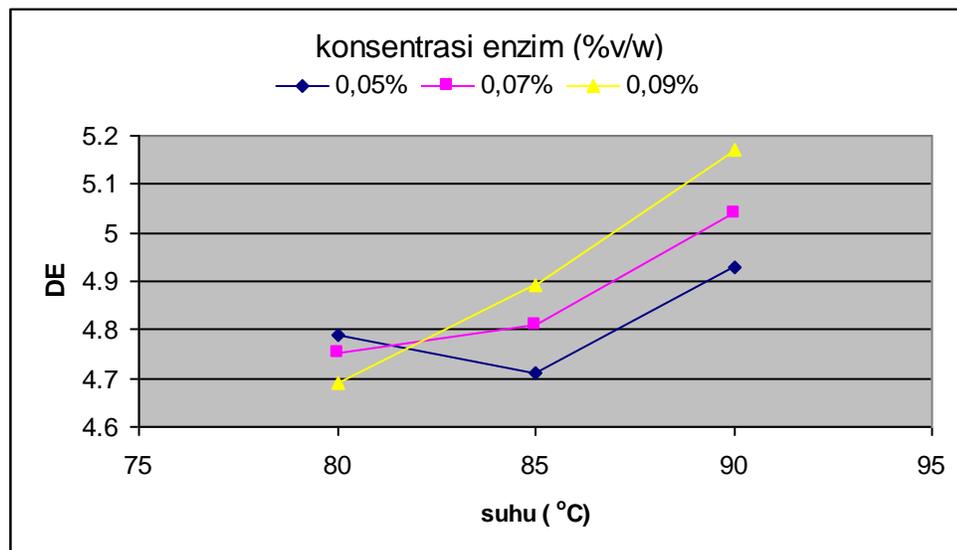


Gambar 4.6 Grafik pengaruh konsentrasi enzim terhadap harga DE pada suhu 90 °C

Dari grafik pengaruh penambahan jumlah katalis terhadap DE pada suhu hidrolisa 90 °C didapat rentang DE yang berkisar antara 4,93 sampai 10,23. Pada saat waktu hidrolisa 60 menit didapatkan DE dekstrin yang optimum pada saat konsentrasi enzim 0,09% yaitu sebesar 5,17. Pada saat waktu hidrolisa 90 menit didapatkan DE dekstrin yang optimum pada saat konsentrasi enzim 0,09% yaitu sebesar 7,26. Pada saat waktu hidrolisa 120 menit didapatkan DE dekstrin yang optimum pada saat konsentrasi enzim 0,09% yaitu sebesar 10,23.

Dari ketiga kondisi optimum tersebut didapatkan kondisi paling optimum yaitu pada waktu hidrolisa 120 menit dengan konsentrasi enzim 0,09%. Menurut V. K. Griffin dan J. R. Brooks, disebutkan bahwa konsentrasi enzim yang optimum adalah 0,05%-0,1% (v/w). Hal ini sesuai pada grafik di atas bahwa dengan perubahan konsentrasi enzim tidak diikuti dengan perubahan nilai DE yang signifikan (V. K. Griffin dan J. R. Brooks, 1989).

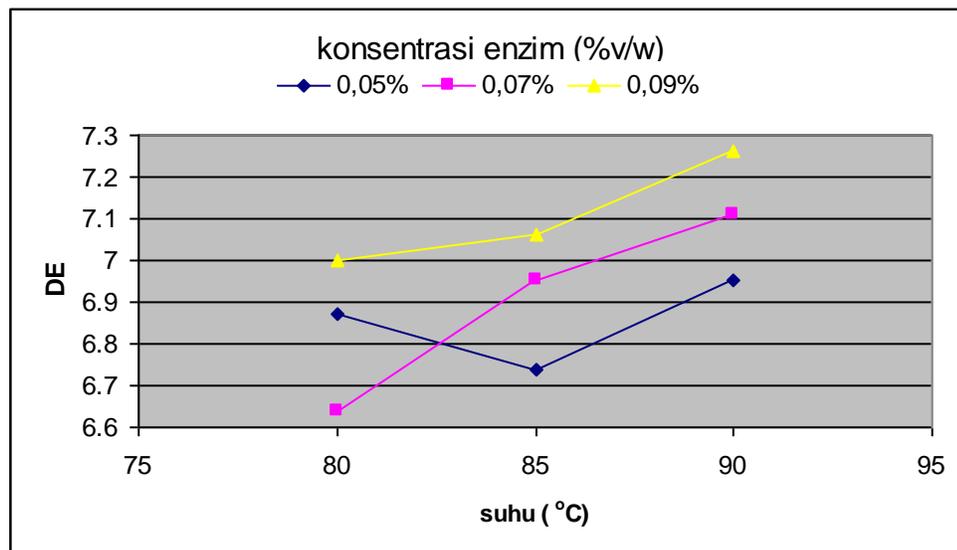
4.2.3 Pengaruh suhu terhadap hasil



Gambar 4.7 Grafik pengaruh suhu terhadap harga DE pada waktu hidrolisa 60 menit

Dari grafik pengaruh suhu terhadap DE pada waktu hidrolisa 60 menit didapatkan rentang DE berkisar antara 4,69 sampai 5,17. Pada saat konsentrasi enzim 0,05% didapatkan DE yang optimum pada suhu 90°C yaitu sebesar 4,93. Pada saat konsentrasi enzim 0,07% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada suhu 90°C yaitu sebesar 5,04. Pada saat konsentrasi enzim 0,09% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada suhu 90°C yaitu sebesar 5,17.

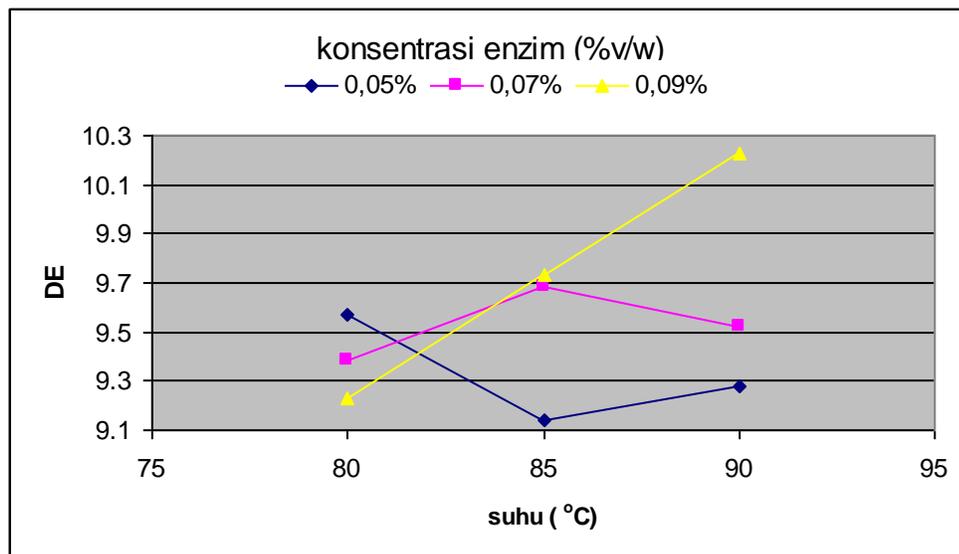
Dari ketiga kondisi optimum tersebut didapatkan kondisi paling optimum yaitu pada saat hidrolisa dengan konsentrasi enzim 0,09% dengan suhu hidrolisa 90 °C. Menurut Linar Z. Udin, disebutkan bahwa aktivitas amylase maksimum pada kisaran 60-80°C dan aktivitas enzim masih memberikan nilai 100% setelah pemanasan 80°C dengan adanya penambahan ion Ca²⁺. Hal ini kami terapkan pada penelitian kami karena proses hidrolisa harus mengalami likuifikasi dimana likuifikasi terjadi di atas suhu gelatinisasi tepung sagu yaitu 72 °C (Linar Z. Udin, 2001).



Gambar 4.8 Grafik pengaruh suhu terhadap harga DE pada waktu hidrolisa 90 menit

Dari grafik pengaruh suhu terhadap DE pada waktu hidrolisa 90 menit didapatkan rentang DE berkisar antara 6,64 sampai 7,26. Pada saat konsentrasi enzim 0,05% didapat DE yang optimum pada suhu 90°C yaitu sebesar 6,95. Pada saat konsentrasi enzim 0,07% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada suhu 90°C yaitu sebesar 7,11. Pada saat konsentrasi enzim 0,09% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada suhu 90°C yaitu sebesar 7,26.

Dari ketiga kondisi optimum tersebut didapatkan kondisi paling optimum yaitu pada saat konsentrasi enzim 0,09% dengan suhu hidrolisa 90⁰C. Menurut Linar Z. Udin, disebutkan bahwa aktivitas amylase maksimum pada kisaran 60-80⁰C dan aktivitas enzim masih memberikan nilai 100% setelah pemanasan 80⁰C dengan adanya penambahan ion Ca²⁺. Hal ini kami terapkan pada penelitian kami karena proses hidrolisa harus mengalami likuifikasi dimana likuifikasi terjadi di atas suhu gelatinisasi tepung sagu yaitu 72 °C (Linar Z. Udin, 2001).



Gambar 4.9 Grafik pengaruh suhu terhadap harga DE pada waktu hidrolisa 120 menit

Dari grafik pengaruh suhu terhadap DE pada waktu hidrolisa 120 menit didapatkan rentang DE berkisar antara 9,14 sampai 10,23. Pada saat konsentrasi enzim 0,05% didapatkan DE yang optimum pada suhu 80⁰C yaitu sebesar 9,57. Pada saat konsentrasi enzim 0,07% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada suhu 85⁰C yaitu sebesar 9,68. Pada saat konsentrasi enzim 0,09% didapatkan DE dekstrin yang optimum pada suhu 90⁰C yaitu sebesar 10,23.

Dari ketiga kondisi optimum tersebut didapatkan kondisi paling optimum yaitu pada konsentrasi enzim 0,09% dengan suhu hidrolisa 90⁰C. Menurut Linar Z. Udin, disebutkan bahwa aktivitas amylase maksimum pada kisaran 60-80⁰C dan aktivitas enzim masih memberikan nilai 100% setelah pemanasan 80⁰C dengan adanya penambahan ion Ca²⁺. Hal ini kami terapkan pada penelitian kami karena proses hidrolisa harus mengalami likuifikasi dimana likuifikasi terjadi di atas suhu gelatinisasi tepung sagu yaitu 72 °C. Akan tetapi pada konsentrasi enzim 0,05% dan 0,07% terlihat adanya penurunan nilai DE. Hal ini disebabkan karena proses likuifikasi terjadi pada waktu yang lama sehingga enzim mengalami denaturasi dan akan menurunkan aktivitasnya (Linar Z. Udin, 2001).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Semakin lama waktu hidrolisa semakin tinggi nilai *Dextrose Equivalentnya*.
2. Semakin besar konsentrasi enzim yang digunakan semakin tinggi nilai *Dextrose Equivalentnya*.
3. Semakin tinggi suhu hidrolisa semakin tinggi nilai *Dextrose Equivalentnya*.

5.2 Saran

1. Saat proses hidrolisis beaker glass sebaiknya ditutup agar dapat mencapai suhu operasi yang lebih tinggi dan untuk menghindari kehilangan air yang terlalu banyak.
2. Kecepatan pengadukan harus diperhatikan karena jika pengadukan terlalu lambat pati tidak akan bisa melewati tahap gelatinasi.
3. Pengamatan pada saat titrasi sebaiknya dilakukan dengan cermat agar volume titran yang didapatkan tepat.

DAFTAR PUSTAKA

- A. Kuntz, Lynn. 1997. Making the Most of Maltodextrins. www.foodproductdesign.com. 8/1/1997.
- Anwar, Effionora. 2002. Pemanfaatan Maltodekstrin dari Pati Singkong Sebagai Bahan Penyalut Tipis Tablet. Makara, Sains, vol 6, pp. 50.
- Balai Penelitian Bioteknologi Perkebunan Indonesia. 2008. Sagu Sebagai Sumber Energi Alternatif.
- Blancard, P. H. dan F. R. Katz. 1995. Starch Hydrolysis in Food Polysaccharides and Their Application. Marcell Dekker, Inc. New York.
- Flach, M. dan F. Rumawas, eds. 1996. Plant Resources of South-East Asia (PROSEA) No.9: Plants Yielding Non-Seed Carbohydrates. Leyden. Blackhuys.
- Griffin, V. K. dan J. R. Brooks. 1989. Production and Size Distribution of Rice Maltodextrins Hydrolyzed from Milled Rice Flour using Heat-Stable Alpha-Amylase. Journal Food Science, vol 54, pp. 190-191.
- Haryanto, B. dan P. Pangloli. 1992. Potensi dan Pemanfaatan Sagu. Kanisius. Yogyakarta.
- Jose, Christine. 2003. Potensi Tanaman Sagu dan Pemanfaatannya untuk Ketahanan Pangan Nasional. Universitas Riau, Pekanbaru.
- Kanro, M. Zain et al. 2003. Tanaman Sagu dan Pemanfaatannya di Propinsi Papua. Jurnal Litbang Pertanian, vol 22, pp. 121.
- Karimi, K., Emtiazi, G., dan Taherzadeh, M. 2006. Ethanol production from dilute-acid pretreated rice straw by simultaneous saccharification and fermentation with *Mucor indicus*, *Rhizopus oryzae*, and *Saccharomyces cerevisiae*. Journal of Enzyme and Microbial Technology, vol 40 , pp. 138-144.
- Kastanya Luthana, Yongki. 2008. Maltodekstrin. www.yongkikastanyaluthana.wordpress.com. 24/12/2008.
- Leach et al. 1975. Enzymatic Hydrolysis of Granular Starch. United State Patent No. 3,922,196.
- Lena Yosina Krey, Dina. 1998. Teknik Pembibitan dan Penanaman Sagu (*Metroxylon Spp*) secara Tradisional oleh Penduduk Asli Sentani di Kabupaten Dati II Jayapura. Universitas Cendrawasih, Manokwari.

- Levenspiel, Octave. 1972. Chemical Reaction Engineering, 2nd ed. John Wiley and Sons, Inc. Kanada.
- Morehouse et al. 1972. Hydrolysis of Starch. United State Patent No. 3,663,369.
- Schmidt, Lanny D. 1998. The Engineering of Chemical Reaction. Oxford University Press, Inc. New York.
- Shi et al. 2000. High Solids, Single Phase Process for Preparing Enzyme-Converted Starches. United State Patent No. 6,054,302.
- Udin, Z. L. 2001. Transformasi Gen α -Amylase Bacillus Stearothermophilus ke dalam Subtilis.

Lampiran 1

LAMPIRAN PERHITUNGAN

A. Perhitungan *Fehling Factor* (FF)

Berat glukosa = 2,5 gr

Volume aquadest = 1000 ml

Volume fehling A = 15 ml

Volume fehling B = 15 ml

Volume titran = 36 ml

$$\text{FF} = \frac{\text{kebutuhan titran (ml)} \times \text{berat glukosa (gr)}}{1000} = \frac{36 \text{ ml} \times 2,5 \text{ gr}}{1000}$$
$$= 0,09$$

B. Perhitungan *Dextrose Equivalent*

1. Data volume titran tiap variabel

Suhu (°C)	Konsentrasi Enzim (%)	Waktu (menit)	Volume Titran (ml)
80	0,05	60	37,6
		90	26,2
		120	18,8
	0,07	60	37,9
		90	27,1
		120	19,2
	0,09	60	38,4
		90	25,7
		120	19,5

85	0,05	60	38,2
		90	26,7
		120	19,7
	0,07	60	37,4
		90	25,9
		120	18,6
	0,09	60	36,8
		90	25,5
		120	18,5
90	0,05	60	36,5
		90	25,9
		120	19,4
	0,07	60	35,7
		90	25,3
		120	18,9
	0,09	60	34,8
		90	24,8
		120	17,6

2. Data harga DE (*Dextrose Equivalent*) tiap variabel

Konsentrasi starch = 10 gr / 200ml

Volume aquadest = 50 ml

Volume larutan glukosa = 15 ml

Volume fehling A = 15 ml

Volume fehling B = 15 ml

$$DE = FF \times \frac{100}{\text{konsentrasi larutan starch (gr/ml)} \times \text{kebutuhan titran (ml)}}$$

Suhu (°C)	Konsentrasi Enzim (%)	Waktu (menit)	DE
80	0,05	60	4,79
		90	6,87
		120	9,57
	0,07	60	4,75
		90	6,64
		120	9,38
	0,09	60	4,69
		90	7,00
		120	9,23
85	0,05	60	4,71
		90	6,74
		120	9,14
	0,07	60	4,81
		90	6,95
		120	9,68
	0,09	60	4,89
		90	7,06
		120	9,73
90	0,05	60	4,93
		90	6,95
		120	9,28
	0,07	60	5,04
		90	7,11
		120	9,52
	0,09	60	5,17
		90	7,26
		120	10,23

Lampiran 2

ANALISA PENDAHULUAN

Bahan : Tepung Sagu

Hasil Analisa :

Karbohidrat	78,68%
Protein	0,24%
Lemak	0,39%
Air	10,89%
Abu	9,8%

Keterangan : Hasil analisa didapat dari Laboratorium Kimia Fakultas MIPA Undip Semarang.