

SKRIPSI

**PENGARUH KONSENTRASI ENZIM DAN SUBSTRAT
TERHADAP LIKUIFIKASI PATI UBI JALAR PUTIH SECARA
ENZIMATIS**



Oleh :

APRIADI MONDE

4510 044 004

**PROGRAM STUDI TEKNIK KIMIA
JURUSAN TEKNIK INDUSTRI FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS BOSOWA 45 MAKASSAR
TAHUN 2015**

HALAMAN PENGESAHAN

Berdasarkan Surat Keputusan Dekan Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar Nomor: SK. A. 107/SK/FT./U- 45/VII/2015 tanggal 07 Juli 2015 tentang Panitia dan Penguji Tugas Akhir Mahasiswa, maka:

Pada hari/Tanggal : Rabu, 12 Agustus 2015
Tugas Akhir Atas Nama : Apriadi Monde
Stambuk : 45 10 044 004
Judul Skripsi : *Pengaruh Konsentrasi Enzim dan Substrat Terhadap Likuifikasi Pati Ubi Jalar Putih Secara Enzimatis*

Telah diterima dan disahkan oleh Panitia Ujian Skripsi Sarjana Negara Fakultas Teknik Universitas "45" Makassar. Setelah dipertahankan di depan Penguji Skripsi Sarjana Negara untuk memenuhi salah satu syarat guna memperoleh gelar sarjana, Jenjang Strata Satu (S-1) pada Fakultas Teknik Jurusan Teknik Industri (Program Studi Teknik Kimia) Universitas "45" Makassar.

TIM PENGUJI

Ketua : Ir.A.Zulfikar Syaiful,MT

(.....)

Sekretaris : M. Tang, ST.,M.P.Kim

(.....)

Anggota : 1. Hermawati, S.Si.,M.Eng

(.....)

2. Dr. Hamsinah, ST.,M.Si

(.....)

3. Ridwan,ST.,MSi

(.....)

Disahkan
Dekan Fakultas Teknik
Universitas "45" Makassar

Dr. Ir. H. Agus Salim, M.Si

Mengetahui,
Ketua Jurusan Teknik Industri
Universitas "45" Makassar

M. Tang, ST.,M.P.Kim

LEMBARAN PENGESAHAN

Mahasiswa Fakultas Teknik, Jurusan Teknik Industri, Program Studi Teknik Kimia Universitas Bosowa 45 Makassar Yang Tersebut Di Bawah Ini :

Nama : Apriadi Monde
Nomor stambuk : 4510 044 004
Judul penelitian : Pengaruh Konsentrasi Enzim dan Substrat Terhadap Likuifikasi Pati Ubi Jalar Putih Secara Enzimatis

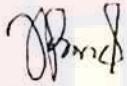
Telah diperiksa dan dinyatakan memenuhi syarat untuk mengikuti ujian hasil penelitian.

Disetujui pada tanggal 8.Juni 2015

PEMBIMBING I


Ir.A.Zulfikar Syaiful, MT
NIDN: 09 1802 6903

PEMBIMBING II


Hermawati, S.Si., M.eng
NIDN : 19710724 200501 2 003

PEMBIMBING III

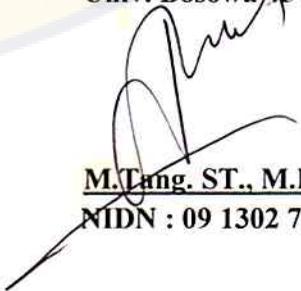

M.Tang. ST., M.P.kim
NIDN: 09 1302 7503

MENGETAHUI

Dekan Fakultas Teknik
Univ. Bosowa 45 Makassar


Dr.Ir. H Agus Salim, M.si
NIDN : 09 1708 7103

Ketua Prodi Teknik Kimia
Univ. Bosowa 45 Makassar


M.Tang. ST., M.P.kim
NIDN : 09 1302 7503



KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan ke hadirat Tuhan Yang Maha Esa, atas segala kasih dan karunia-Nya yang senantiasa dilimpahkan kepada kami, sehingga dapat menyelesaikan tugas akhir ini dengan baik

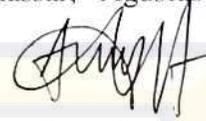
Banyak kendala yang penulis hadapi dalam penelitian ini, namun berkat dukungan dan bantuan dari berbagai pihak, akhirnya penulis dapat melewati kendala-kendala tersebut. Oleh karena itu, dengan selesainya tugas akhir ini, penulis menghaturkan banyak terima kasih dan penghargaan yang setinggi-tingginya kepada:

1. Kedua orang tua dan keluarga kami yang tercinta, yang telah memberikan bantuan moril dan material serta doa yang tulus
2. Bapak Ir.A.Zulfikar Syaiful.,MT, Bapak M. Tang, ST., Pkim, Ibu Hermawati, S.Si., M.eng, selaku dosen pembimbing dalam pembuatan tugas akhir
3. M. Tang, ST., Pkim, selaku ketua jurusan teknik kimia Fakultas Teknik Universitas 45 Bosowa
4. Segenap Staf dosen, administrasi, analis, dan seluruh mahasiswa Teknik yang telah membantu dalam penulisan tugas akhir ini.

Penulis menyadari bahwa laporan tugas akhir ini masih sangat jauh dari kesempurnaan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran guna mencapai hasil yang maksimal. Besar harapan penulis kiranya karya ini dapat bermanfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Besar harapan semoga Tuhan Yang Maha Esah Mencurahkan berkat, dan kasih karunia-Nya kepada kita semua sehingga apa yang telah dipaparkan penulis dalam tugas akhir ini, dapat bermamfaat bagi kita semua. Amin.

Makassar, Agustus 2015



Penulis



DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
KATA PENGANTAR	iii
ABSTRAK	iv
DAFTAR ISI.....	v
BAB 1 PENDAHULUAN	
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Perumusan Masalah	3
1.3. Tujuan Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	
2.1. Ubi Jalar	4
2.2. Kandungan Gizi pada Ubi Jalar	5
2.3. Sifat Kimia Molekul Pati	5
2.4. Likuifikasi Pati	8
2.5. Maltodekstrin	10
2.6. Enzim Alfa Amilase	12
2.7. Hidrolisis Pati.....	15
2.8. Dekstrosa Ekuifalen	17
2.9 Cara kerja dan Keuntungan Spektrometer UV-Vis.....	17
BAB III METODE PENELITIAN	
3.1. Bahan dan alat yang digunakan	19
3.2. Prosedur Penelitian	20
3.2.1. Tahap Persiapan Sampel	20

3.2.2. Penentuan Pemakaian Konsentrasi Enzim yang Optimal	20
3.2.3. Penentuan Pemakaian Konsentrasi Substrat yang Optimal	21

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1. Penentuan Pemakaian Konsentrasi Enzim yang Optimal	24
4.1.1. Gula pereduksi	24
4.1.2. Dekstrosa equivalen	25
4.1.3. Kadar Pati Sisa	26
4.1.4. Visikositas Hidrolisat	27
4.2. Penentuan Pemakaian Konsentrasi Substrat yang Optimal	28
4.2.1. Gula pereduksi	28
4.2.2. Dekstrosa equivalen	29
4.2.3. Kadar Pati Sisa	30
4.2.4. Visikositas Hidrolisat	31

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN

a. Kesimpulan	32
b. Saran.....	32

DAFTAR PUSTAKA	33
-----------------------------	----

LAMPIRAN	34
-----------------------	----



ABSTRACT

Tahap likuifikasi adalah proses hidrolisa pati menjadi maltodekstrin dengan menggunakan enzim α -amilase. Produk hasil hidrolisis pati adalah maltodekstrin dapat digunakan dalam berbagai industry pangan maupun non pangan umumnya dikarakterisasi berdasarkan tingkat derajat hidrolisisnya dan dinyatakan dengan nilai DE (Dekstrosa Equivalen) yang kurang dari 20 %. Pada penelitian ini, dipilih metode modifikasi pati menjadi maltodekstrin menggunakan enzim alfa amilase, karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis menggunakan asam. Proses hidrolisis pati secara enzimatik dapat dilakukan pada suhu tinggi dan mudah dalam pengontrolan proses hidrolisisnya.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi enzim dan substrat terhadap likuifikasi pati ubi jalar putih secara enzimatik parameter yang diukur adalah: gula pereduksi metode DNS, nilai dekstrosa equivalen (DE), kadar pati sisa secara spektrofotometer (metode Iod), dan viskositas hidrolisat. Dari hasil penelitian didapatkan: Analisa gula pereduksi pada likuifikasi pengaruh konsentrasi enzim (124,83 g/L), dekstrose equivalen (38,01%), kadar pati sisa (0,10%), viskositas hidrolisat (2,76 cp) dan pengaruh konsentrasi substrat terhadap likuifikasi didapatkan nilai analisa gula pereduksi (106,60 g/L), dekstrose equivalen (37,90%), Kadar pati sisa (40%) dan viskositas hidrolisat (1,41%).

Kata kunci : ubi jalar,pati, maltodekstrin, likuifikasi,dekstrosa equifalen, enzim dan sustrat



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Ubi jalar atau ketela rambat (*Ipomoea batatas* L.) adalah sejenis tanaman budidaya. Bagian yang dimanfaatkan adalah akarnya yang membentuk umbi dengan kadar gizi (karbohidrat) yang tinggi. Ubi jalar dapat dibudidayakan melalui stolon/batang rambatnya. cara menanamnya cukup mudah, dengan mencangkul lahan yang mau ditanami sehingga stolon/batang rambat ubi jalar mudah dimasukkan dalam tanah, pemeliharaannya cukup mudah ubi jalar akan tumbuh baik bila lahan terkena matahari langsung, pemeliharaan dari gulma untuk menghindari persaingan unsur hara disekitar tanaman.

Ubi jalar memiliki banyak manfaat dan kandungan gizi seperti karbohidrat yang bisa menjadi sumber energi, Karbohidrat merupakan kandungan utama dari ubi jalar. Selain itu, ubi jalar juga mengandung vitamin, mineral, fitokimia (antioksidan) dan serat (pektin, selulosa, hemiselulosa) (Ukom et al., 2009). Ubi jalar memiliki kandungan pati yang tinggi, pati memegang peranan penting dalam industri pengolahan pangan secara luas juga dipergunakan dalam industri seperti kertas, lem, tekstil, permen, glukosa, dekstrosa, sirup fruktosa, dan lain-ain.

Perlunya pengembangan paket teknologi konversi pati lokal seperti pati ubi jalar menjadi produk maltodekstrin dan gula dekstrosa, mengingat kebutuhan dari tahun ke tahun semakin meningkat, sementara produk modifikasi pati seperti maltodekstrin dan gula dekstrosa dan lainnya masih

mengandalkan produk impor. Sedangkan bahan baku yang digunakan untuk memproduksi produk tersebut merupakan produk ekspor kita.

Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk modifikasi pati yang mengandung unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE kurang dari 20. Maltodekstrin diperoleh dari proses likuifikasi pati dengan penambahan asam maupun enzim dan pada pembuatan maltodekstrin menggunakan enzim α -amilase (*Bacillus licheniformis*) yang tahan terhadap suhu tinggi dan bekerja pada pH optimum 6,0-6,5.

Likuifikasi pati ubi jalar dengan menggunakan Enzim α -amilase bakteri (*B. subtilis*, *B. licheniformis*). Pati dapat dipecah menjadi unit-unit yang lebih kecil, yaitu dengan memotong ikatan glikosidiknya. α -Amilase (1,4- α -glukan-glukanohidrolase) adalah enzim ekstraseluler yang spesifik menghidrolisis ikatan α -1,4 glikosidik secara acak pada bagian dalam molekul (endoenzim) polisakarida, baik pada amilosa maupun pada amilopektin (Crueger dan Crueger, 1984).

Molekul awal yang disebut substrat akan dipercepat perubahannya menjadi molekul lain yang disebut produk. Jenis produk yang akan dihasilkan bergantung pada suatu kondisi/zat, yang disebut promoter. Enzim bekerja dengan cara bereaksi dengan molekul substrat untuk menghasilkan senyawa intermediat melalui suatu reaksi kimia organik yang membutuhkan energi aktivasi lebih rendah, sehingga percepatan reaksi kimia terjadi karena reaksi kimia dengan energi aktivasi lebih tinggi membutuhkan waktu lebih lama.

Namun, kondisi proses yang tepat pada tahap likuifikasi menggunakan enzim α -amylase belum diketahui. Oleh sebab itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui kondisi proses yang paling baik untuk kerja enzim α -amylase pada proses likuifikasi patih ubi jalar putih, kondisi proses ini akan menentukan konsentrasi enzim dan substrat. Pada penelitian ini, dipilih metode modifikasi pati menjadi maltodekstrin menggunakan enzim α -amilase, karena memiliki keunggulan dibandingkan dengan hidrolisis menggunakan asam. Proses hidrolisis dapat dilakukan pada suhu tinggi dan mudah dalam pengontrolan proses hidrolisisnya.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang di kemukakan di atas, masalah yang hendak diselidiki dalam penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh konsentrasi enzim terhadap likuifikasi patih ubi jalar putih ?
2. Bagaimana pengaruh konsentrasi substrat terhadap likuifikasi patih ubi jalar putih secara enzimatis ?

1.3 Tujuan Penelitian

1. Mendapatkan konsentrasi enzim yang optimal untuk likuifikasi pati ubi jalar.
2. Menentukan konsentrasi substrat yang optimal untuk menghasilkan dekstrin yang maksimal.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ubi Jalar

Tanaman ubi jalar (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) mempunyai daya adaptasi lingkungan yang luas, dapat tumbuh di daerah tropis maupun subtropis pada ketinggian 0 sampai 3000 m di atas permukaan laut dan pada berbagai kondisi tanah (Rahayuningsih dkk., 2000). Ubi jalar adalah jenis tanaman yang mempunyai daya tumbuh yang tinggi (97-100 %) dan mempunyai daya tahan dari serangan hama. Ubi jalar memiliki empat varietas (klon) yang berbeda warna daging umbinya, yaitu Sukeh (putih), Sari (krem), Pakhong (kuning muda) dan Ayamurasaki (ungu tua) (Rahayuningsih dkk. 2000).

Ubi jalar dapat dipanen dua sampai tiga kali setahun dengan produktifitas yang cukup tinggi yakni rata-rata 25,30 ton/hektar (Limbongan dan Soplanit, 2007). Tepung dan kadar pati ubi jalar tergantung dari varietas serta usia selama panen. Pemanenan 120 hari dianggap optimal untuk mendapatkan hasil pati yang tinggi. Kadar pati turun signifikan ketika panen tertunda melebihi 150 hari (Ukom *et al.*, 2009).

Karbohidrat merupakan kandungan utama dari ubi jalar. Selain itu, ubi jalar juga mengandung vitamin, mineral, fitokimia (antioksidan) dan serat (pektin, selulosa, hemiselulosa), selain itu beberapa kultivar juga mengandung karatenoid yang tinggi (Ukom *et al.*, 2009). Kadar pati di dalam ubi jalar segar sekitar 20%. Pati ubi jalar berbentuk bulat sampai oval, dengan diameter 3 – 40 μm dengan kandungan fraksi amilosa sekitar 15 – 25% (Ukom *et al.*, 2009).



Pengolahan ubi jalar menjadi tepung, warna daging mempengaruhi tepung ubi jalar yang dihasilkan. Secara umum, ubi jalar dengan warna daging putih atau kekuningan putih lebih disukai daripada daging yang dengan warna oranye. Perendaman irisan umbi di dalam air selama 20 jam dengan penggunaan 0,5-1 persen natrium bisulfit menghasilkan warna tepung yang cerah (Rahayuningsih dkk. 2000).

2.2. Kandungan Gizi Pada Ubi Jalar dan Manfaatnya

Kandungan Gizi Pada Ubi Jalar dan Manfaatnya - Ubi jalar termasuk salah satu jenis tanaman yang populer di Asia dan Afrika. Pohon ubi jalar sekilas menyerupai pohon kangkung namun tumbuh di tanah kering yang juga memiliki bunga namun akarnya membentuk umbi sehingga disebut ubi jalar. Berbagai jenis makanan bisa dibuat dengan ubi jalar salah satu yang populer adalah keripik ubi jalar.

Ubi jalar memiliki banyak manfaat dan kandungan gizi seperti karbohidrat yang bisa menjadi sumber energi, vitamin A (beta karoten), vitamin C, vitamin B1 dan B2. Kandungan betakaroten (vitamin A) pada ubi jalar termasuk cukup tinggi dibandingkan dengan bahan makanan lainnya, vitamin A sangat baik untuk kesehatan retina mata.

2.3 Sifat Kimia Molekul Pati

Molekul pati mempunyai dua ujung berbeda, yakni ujung non-pereduksi dengan gugus OH bebas yang terikat pada atom karbon nomor empat dan ujung pereduksi dengan gugus OH bebas anomerik. Gugus hidroksil dari polimer berantai lurus atau bagian lurus dari struktur berbentuk cabang yang terletak

sejajar akan berasosiasi melalui ikatan hidrogen yang mendorong pembentukan kristal pati (Swinkels, 1985).

Pada daerah dimana rantai-rantai polimer tersusun secara teratur di dalam molekul pati dinyatakan sebagai daerah kristal. Diantara daerah daerah teratur tersebut, terdapat susunan rantai-rantai polimer tidak teratur yang disebut sebagai daerah amorf. Daerah kristal dapat terjadi jika rantai-rantai polimer mampu saling mendekati sampai jarak sedemikian dekat, sehingga menyebabkan gaya tarik menarik yang kuat antar rantai molekul. Rantai-rantai lurus dapat saling mendekati dengan jarak yang lebih pendek dibandingkan dengan rantai bercabang dalam polimer yang sama (Cowd dan Stark, 1991 dan Fennema, 1996).

Daerah amorf terdiri dari komponen amilosa dan senyawa lain yang terdapat diantara kristal, seperti senyawa kompleks fosfolipid-amilosa dan fosfolipid. Pada daerah kristal terjadi integrasi antara rantai cabang amilopektin dengan rantai lurus dari molekul amilosa (Biliaderis, 1992). Pati merupakan suatu polimer yang tersusun oleh dua komponen utama, yakni amilosa dan amilopektin. Kedua komponen penyusun tersebut jumlahnya bervariasi berdasarkan sumbernya (Tabel 1). Misalnya ubi jalar, jagung, kentang dan tapioka mengandung amilopektin masing-masing sebesar 67,8-82,5, 72, 79 dan 83 % (b/b) dan kandungan amilosa sebesar 28, 21 dan 17 % (b/b) (Swinkels, 1985).

Tabel 1. Kandungan Amilosa dan Amilopektin dari Berbagai Sumber Pati

Sumber Pati	Amilosa (% b/b)	Amilopektin (% b/b)
Jagung	28	72
Kentang	21	79
Gandum	28	72
Tapioka	17	83
Jagung lilin	0	100
Sorgum	28	72
Beras	17	83
Sagu	17	83
Ubi jalar	17,5 – 32,2	67,8 – 82,5

Sumber : Swinkle (1985) dan Doremus *et al.*, (1985)

Komponen dominan yang terdapat dalam granula yang berperan dalam menentukan sifat fisik dan kimia setiap jenis pati adalah amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan polimer yang tersusun dari monomer glukosa, antara satu unit glukosa dengan glukosa lainnya dihubungkan oleh ikatan α -1,4 dengan membentuk rantai lurus (Whisler dan Daniel, 1985). Derajat polimerisasi amilosa yakni antara 500-5000 (Doelle *et al.*, 1992). Banyaknya gugus hidroksil yang terdapat dalam senyawa polimer glukosa menyebabkan polimer tersebut bersifat hidrofilik, oleh karena itu molekul amilosa cenderung membentuk susunan paralel satu sama lain melalui ikatan hidrogen dan dengan gaya *van der Waals* (Aurand dan Woods, 1973).



Amilosa mampu membentuk struktur kristal karena adanya interaksi molekuler yang kuat. Kristalisasi muncul dengan adanya pembentukan *sperulite*. Hal ini terjadi bila larutan pekat amilosa didinginkan perlahan-lahan. Kristalisasi sering pula dilihat sebagai retrogradasi, proses yang menyebabkan molekul pati menjadi tidak larut dalam air yang bersifat tidak dapat balik karena terjadinya pembentukan ikatan intermolekuler yang kuat (Klucinec *et al.*, 1999).

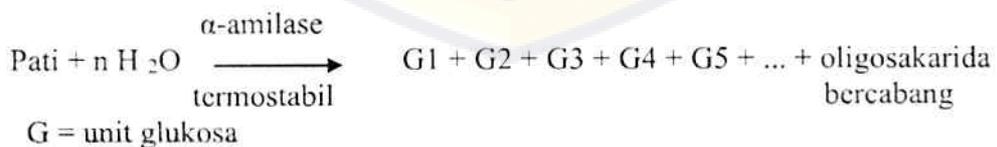
Amilopektin sama halnya dengan amilosa merupakan polimer yang tersusun dari unit glukosa dengan struktur bercabang. Rantai dasarnya adalah konformasi antara glukosa dengan ikatan α -1.4 dengan titik percabangan pada ikatan α -1.6 dan rata-rata panjang setiap rantai cabang sekitar 20-25 unit glukosa (Pomeranz, 1985). Pola percabangan amilopektin spesifik untuk setiap jenis pati (Pomeranz, 1985). Amilopektin mempunyai viskositas intrinsik tinggi, sesuai dengan bobot molekulnya yang tinggi dan strukturnya yang bercabang. Bobot molekul amilopektin dapat mencapai hingga 10^9 g/mol (Doelle *et al.*, 1992).

2.4. Likuifikasi Pati dengan α -Amilase

Enzim α -amilase bakteri (*B. subtilis*, *B. licheniformis*) biasanya digunakan pada proses likuifikasi pati. Pati dapat dipecah menjadi unit-unit yang lebih kecil, yaitu dengan memotong ikatan glikosidiknya. α -Amilase (1,4- α -glukan-glukanohidrolase) adalah enzim ekstraseluler yang spesifik menghidrolisis ikatan α -1,4 glikosidik secara acak pada bagian dalam molekul (endoenzim) polisakarida, baik pada amilosa maupun pada amilopektin.

Aktivitas enzim tersebut tidak terhambat oleh ikatan α -1,6 glikosidik, walaupun tidak dapat memutuskan ikatan α -1,6 tersebut (Crueger dan Crueger, 1984). Mekanisme pemotongan ikatan α -1,4 pada molekul amilosa oleh α -amilase dilakukan dalam 2 tahap, yaitu: (1) amilosa didegradasi menjadi maltose dan maltotriosa, proses tersebut terjadi secara acak dan cepat yang diikuti dengan penurunan viskositas pati pati secara drastis, dan (2) maltotriosa didegradasi menjadi maltosandan glukosa, dimana prosesnya berlangsung sangat lambat dan tidak terjadi secara acak.

Likuifikasi pati adalah proses perubahan suspensi granula pati menjadi larutan dengan viskositas yang rendah (Laga dan Langkong, 2006). Likuifikasi dengan α -amilase menyebabkan komponen amilosa terhidrolisis menjadi produk glukosa, maltosa, maltotriosa, maltotetraosa, maltopentaosa dan maltoheksosa. Pemecahan maltoheptosa menghasilkan maltoheksosa dan glukosa, sedangkan maltooktaosa menjadi maltoheksosa dan maltosa. Likuifikasi dengan α -amilase tidak dapat memutuskan ikatan α -1,4 glikosidik yang berdekatan dengan ikatan α -1,6 glikosidik pada pati dan glikogen (Yamamoto, 1988). Likuifikasi pati menggunakan α -amilase yang diperoleh dari bakteri termostabil menghasilkan komponen produk yang bervariasi (Laga, 2008), seperti pada hasil reaksi berikut:



2.5 Maltodekstrin

Maltodekstrin atau dekstrin sebagai salah satu produk pati termodifikasi dapat digunakan dalam berbagai bidang industri pangan dan non-pangan. Secara umum pati alami atau pati termodifikasi mempunyai sifat-sifat fungsional yang sangat luas dan berbeda antara satu jenis pati dengan pati lainnya. Menurut Yuan *et al.*, (1993) bahwa pati yang telah mengalami modifikasi struktur molekul aslinya dapat digunakan untuk berbagai keperluan.

Tabel 2. Distribusi Gula Dalam Hidrolisat Pati Jagung pada Proses Likuifikasi Secara Enzimatis

Derajat Polimerasi (unit Glukosa)	Karbohidrat (% b/b)		
	DE 10	DE 15	DE 20
1	0,3	0,7	1,4
2	3,4	5,5	7,6
3	4,3	6,9	9,4
4	3,5	5,2	6,9
5	3,6	5,5	7,4
6	7,0	10,6	14,3
>6	77,9	65,6	53,0

Sumber : Lloyd dan Nelson (1984)

Dalam bidang pangan antara lain digunakan sebagai bahan pengisi, pengental dan penstabil. Salah satu sifat yang penting dari dekstrin dan berbeda dengan pati alami adalah kemampuan larut dalam air dingin, dengan sifat yang demikian dekstrin banyak digunakan dalam industri makanan, misalnya sebagai *carrier* (pembawa) dalam pembuatan serbuk (*powder*) berbagai bahan yang akan dibuat minuman, seperti pada pembuatan *instant tea* (Somaatmadja *et al.*,

1983). Dekstrin juga banyak digunakan sebagai bahan pengisi dan pembawa aroma. Selain itu dengan sifat yang mudah larut dapat juga digunakan sebagai bahan campuran makanan bayi, sebagai sumber karbohidrat yang tidak kembang dan mudah dicerna oleh bayi (Smith, 1982). Pemanfaatan maltodekstrin antara lain sebagai bahan pengisi pada produk-produk tepung, pengganti lemak dan gula. Selain itu maltodekstrin dapat ditambahkan pada minuman olahraga sebagai sumber energi.

Pada bidang non-pangan dekstrin digunakan pada industri perekat, industri farmasi, industri tekstil dan industri kertas. Pada industri perekat diformulasikan untuk membuat berbagai bahan perekat, seperti perekat untuk label-label, perangkai dan benda-benda pos lainnya. Dalam industri farmasi, dekstrin digunakan sebagai bahan baku pembuat tablet untuk dijadikan media pembawa (*carrier*) obat. Pemakaian pada industri tekstil adalah pada tahap proses kain mori, dimana bila hendak dicetak harus dihilangkan kanjinya. Syarat mutu dekstrin baik untuk kebutuhan pangan maupun untuk non-pangan seperti yang terlihat pada Tabel 3.

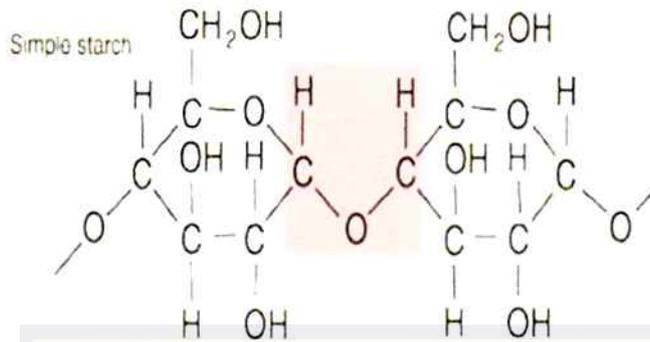
Tabel 3. Variabel dan Nilai Standar Mutu Dekstrin Pangan dan Non Pangan

No.	Variabel Mutu	Syarat Mutu Dekstrin untuk Pangan	Syarat Mutu Dekstrin untuk Non Pangan
1.	Warna (visual)	Putih sampai kekuning-kuningan	Putih sampai kekuning-kuningan
2.	Warna dalam larutan lugol	Ungu sampai kecoklatan	Ungu sampai kecoklatan
3.	Kadar air (% b/b)	Maks. 11	Maks. 11
4.	Kadar abu (% b/b)	Maks. 0,5	Maks. 0,5
5.	Serat kasar (% b/b)	Maks. 0,6	-
6.	Bagian yang larut dalam air dingin (%)	Min. 97	Min. 80
7.	Kekentalan ($^{\circ}$ E)	3 – 4	3 – 4
8.	Dekstrosa (%)	Maks. 5	Maks. 7
9.	Derajat asam (ml NaOH 0,1 N/100 g)	Maks. 5	Maks. 6
10.	Kehalusan 80 mesh (% b/b)	Min. 90 (lolos)	-

Sumber : Dewan Standardisasi Nasional (DSN), SNI 01-2593 (1992) dan SNI 06-1451 (1989)

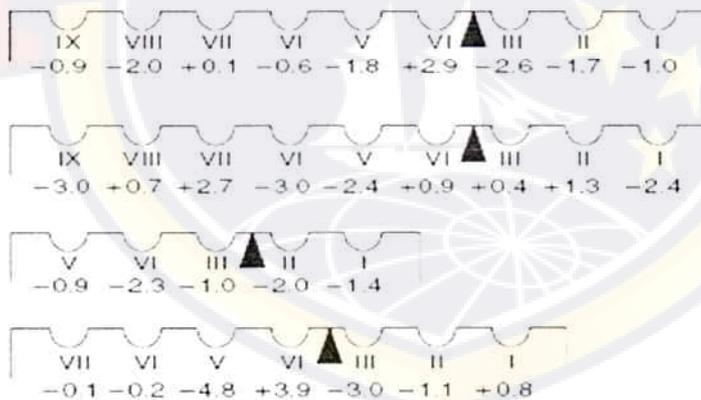
2.6 Enzim α -amilase

Enzim α -amilase, atau yang biasa disebut juga 1,4- α -D-glucan glucanohydrolase (karena hanya memotong pada ikatan α 1,4 pada ikatan glikosida), biasa juga disebut pancreatic alpha-amilase adalah salah satu enzim yang berperan dalam proses degradasi pati, sejenis makromolekul karbohidrat. Struktur molekuler dari enzim ini adalah α -1,4-glukanohidrolase. Bersama dengan enzim pendegradasi pati lain, pululanase, α -amilase termasuk ke dalam golongan enzim kelas 13 glikosil hidrolase. Alpha-amilase ini memiliki beberapa sisi aktif yang dapat mengikat 4 hingga 10 molekul substrat sekaligus sehingga proses hidrolisisnya lebih cepat.



Gambar 1. ikatan α 1,4 glikosida yang diputus oleh Enzim alfa amilase

Alfa-amilase pada umumnya aktif bekerja pada kisaran suhu 25°C hingga 95°C. Penambahan ion kalsium dan klorida dapat meningkatkan aktivitas kerja dan menjaga kestabilan enzim ini. Alfa-amilase akan memotong ikatan glikosidik α -1,4 (Gambar 1) pada molekul pati (karbohidrat) sehingga terbentuk molekul-molekul karbohidrat yang lebih pendek. Hasil dari pemotongan enzim ini antara lain maltosa, maltotriosa, dan glukosa.



Gambar 2. Representatif lokasi pemutusan yang dilakukan secara acak oleh enzim alfa amilase (segitiga hitam adalah lokasi untuk memotong)

Kerja enzim ini bersifat endo enzim yaitu memotong ikatan α 1,4 glikosida pada amilosa ataupun amilopektin dari dalam dan memotong secara

acak (Gambar 2), enzim ini juga bekerja pada pati yang telah tergelatinisasi. Pada hidrolisis pati mentah enzim ini dihasilkan oleh *Saccaromyces cereviciae* (Raw starch digesting amilase). Alfa amilase biasa juga disebut sebagai liquifying enzim, karena enzim alfa amilase bekerja pada proses likuifikasi yg memecah pati menjadi rantai yg lebih pendek. Enzim alpha-amilase merupakan enzim yang banyak digunakan pada berbagai macam makanan, minuman, detergen, industri pemrosesan dan industri tekstil. Enzim ini terdapat di dalam misalnya pada: Bisa dalam bentuk tepung malt, gandum yang berkecambah; berasal dari bakteri bacillus *Bacillus subtilis*; Disintesa kapang *Rhizopus oligosporus* dan *Rhizopus oryzae*; Bisa berasal dari cacing tanah; Pakai cendawan *Aspergillus sp*; Bisa berasal dari pancreas sapi dan babi; dan banyak terdapat di air ludah dan pencernaan manusia.

Enzim α -amilase yang diisolasi dari *bacillus subtilis* sangat stabil pada suhu tinggi. Tergantung kepada pemanfaatannya, suhu optimum untuk enzim ini adalah 70-90°C. pada suhu rendah, enzim ini masih cukup stabil meskipun pada pH dibawah 6. Walaupun demikian enzim ini tidak dapat dihadapkan pada pH dibawah 5. Pada suhu 70°C enzim ini dengan cepat kehilangan aktivitasnya jika pH dibawah 6. Namun pada suhu tersebut enzim ini cukup stabil dalam kisaran antara 6-10. Kondisi optimum untuk proses hidrolisis pati dalam industri adalah pH 6-6,5. Likuifikasi tahap pertama dengan jet cooker dilakukan pada suhu 105°C. dan tahap berikutnya pada 95°C selama 15-30 menit didalam tangki khusus. Bakteri lain yang menghasilkan α -amilase yaitu *Bacillus licheniformis*. pH optimum untuk enzim ini sekitar 6 pada suhu 60°C. jika suhu ditingkatkan pH optimum juga meningkat sekitar 7. Jika α -amilase yang



diperoleh dari *B. subtilis* menghidrolisis pati dengan hasil utama maltoheksosa, maltopentosa dan sedikit glukosa (4-5%), maka α -amilase yang dihasilkan oleh *B. licheniformis* menghasilkan maltosa, maltoriosa, dan maltopentosa, glukosa yang dihasilkan agak lebih tinggi yaitu 8-10%.

Enzim α -amilase yang diperoleh dari fungi banyak dihasilkan dari *Aspergillus oryzae*. Di dalam hidrolisis, enzim ini mula-mula berkelakuan seperti maltenzyme atau enzim dari bakteri. Namun pada tahap berikutnya, lebih banyak maltosa dan maltoriosa yang terbentuk. Sedikit atau banyak α -amilase dari fungi ini berkelakuan seperti gabungan antara α dan β amilase dari malt. Meskipun enzim ini diperdagangkan dalam bentuk serbuk, namun enzim ini sangat mudah larut dalam air. Suhu optimumnya yaitu pada suhu 50°C pada saat pelarutan, meskipun aktivitas enzim meningkat pada suhu 55°C, namun aktivitas tersebut cepat menurun, demikian juga stabilitasnya. Untuk reaksi dalam waktu pendek, pH optimum adalah sekitar 4,7.

2.7 Hidrolisis pati

Hidrolisis pati merupakan proses pemecahan molekul amilum menjadi komponen sederhana penyusunnya seperti dekstrin, maltotriosa, maltosa dan glukosa. Proses hidrolisis dapat dilakukan secara enzimatis dan asam. Hidrolisis secara enzimatis lebih menguntungkan dibandingkan dengan hidrolisis asam, karena enzim akan memutus ikatan glikosida secara spesifik, kerusakan warna dapat diminimalkan dan tidak menyisakan residu. Produk hasil hidrolisis pati umumnya dikarakterisasi berdasarkan tingkat derajat hidrolisisnya dan dinyatakan dengan nilai DE (Dekstrosa Equivalen) yang menunjukkan prosentase dekstrosa murni dalam total padatan substrat yang dihidrolisis.

Hidrolisis pati menjadi sirup glukosa melalui tiga tahapan, yaitu gelatinisasi, likuifikasi, dan sakarifikasi. Gelatinisasi merupakan proses awalan sebelum likuifikasi. Gelatinisasi adalah proses pembengkakan granula pati akibat pemanasan yang memutus ikatan hidrogen pada ikatan glikosida pati. Pembengkakan granula tersebut bersifat irreversible atau tidak bisa kembali lagi ke bentuk semula.

Likuifikasi yang dilakukan tanpa gelatinisasi terlebih dahulu akan membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan substrat yang telah mengalami gelatinisasi. Likuifikasi merupakan proses hidrolisis pati menjadi molekul-molekul yang lebih kecil seperti maltosa, glukosa, dan dekstrin dengan menggunakan enzim α -amilase.

Aktivitas enzim α -amilase menentukan cepat lambatnya proses likuifikasi. Enzim ini akan bekerja lebih cepat jika menggunakan substrat yang berbentuk gel atau yang sebelumnya telah digelatinisasi. Likuifikasi dapat dilakukan pada suhu 105°C , pH 6 selama 5 menit atau pada suhu $95\text{-}97^{\circ}\text{C}$, pH 6 selama 1-3 jam dengan menggunakan α -amilase termostabil. Enzim α -amilase ini memecah ikatan α -(1,4) glikosidik secara acak pada bagian dalam substrat dan menghasilkan gula reduksi dan dekstrin dengan rantai glukosa jumlah kecil.

2.8 Dextrose Equivalent (DE)

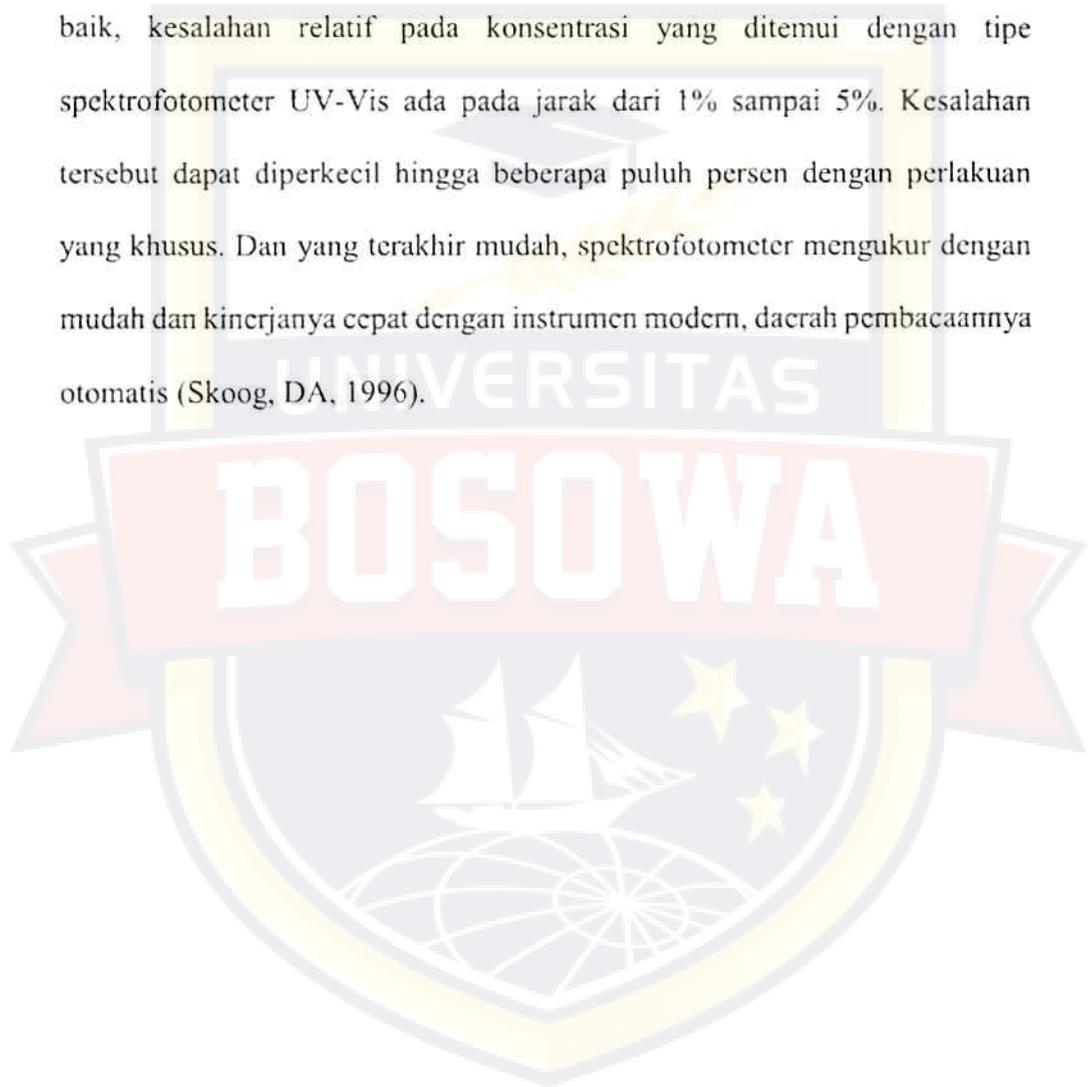
Dextrose Equivalent (DE) adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi dari pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen. DE berhubungan dengan Derajat Polimerisasi (DP). DP menyatakan jumlah unit monomer dalam suatu molekul. Unit monomer dalam pati adalah glukosa sehingga maltose memiliki DP 2 dan DE 50 (Wurzburg, 1989). Secara komersial, penggunaan pati termodifikasi dipengaruhi oleh nilai DE. Semakin besar nilai DE berarti semakin besar juga persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi.

2.9 Cara kerja dan Keuntungan Spektrofotometer UV-Vis

Cara kerja spektrofotometer secara singkat adalah sebagai berikut. Tempatkan larutan pembanding, misalnya blangko dalam sel pertama sedangkan larutan yang akan dianalisis pada sel kedua. Kemudian pilih foto sel yang cocok 200nm-650nm (650nm-1100nm) agar daerah λ yang diperlukan dapat terliputi. Dengan ruang foto sel dalam keadaan tertutup "nol" galvanometer didapat dengan menggunakan tombol *dark-current*. Pilih h yang diinginkan, buka fotosel dan lewatkan berkas cahaya pada blangko dan "nol" galvanometer didapat dengan memutar tombol sensitivitas. Dengan menggunakan tombol transmitansi, kemudian atur besarnya pada 100%. Lewatkan berkas cahaya pada larutan sampel yang akan dianalisis. Skala absorbansi menunjukkan absorbansi larutan sampel.

Keuntungan dari spektrofotometer adalah yang pertama penggunaannya luas, dapat digunakan untuk senyawa anorganik, organik dan biokimia yang diabsorpsi di daerah ultra lembayung atau daerah tampak. Kedua

sensitivitasnya tinggi, batas deteksi untuk mengabsorpsi pada jarak 10^{-4} sampai 10^{-5} M. Jarak ini dapat diperpanjang menjadi 10^{-6} sampai 10^{-7} M dengan prosedur modifikasi yang pasti. Ketiga selektivitasnya sedang sampai tinggi, jika panjang gelombang dapat ditemukan dimana analit mengabsorpsi sendiri, persiapan pemisahan menjadi tidak perlu. Keempat, ketelitiannya baik, kesalahan relatif pada konsentrasi yang ditemui dengan tipe spektrofotometer UV-Vis ada pada jarak dari 1% sampai 5%. Kesalahan tersebut dapat diperkecil hingga beberapa puluh persen dengan perlakuan yang khusus. Dan yang terakhir mudah, spektrofotometer mengukur dengan mudah dan kinerjanya cepat dengan instrumen modern, daerah pembacaannya otomatis (Skoog, DA, 1996).



BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat yang Digunakan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah :

- ubi jalar
- dan enzim α -amilase (Termamyl 120 KNU/g)

Bahan kimia utama yang digunakan antara lain adalah :

- Pb-asetat
- CaCl_2
- CaCO_3
- PbO
- asam dinitrosalisilat (DNS)
- NaOH
- NaK-tartrat
- Fenol
- dan Na-metabisulfit

Alat-alat yang digunakan untuk ekstraksi pati ubi jalar meliputi :

- pisau,
- mesin pamarut
- dan peralatan ekstraksi.

Sedangkan peralatan di laboratorium untuk pembuatan maltodekstrin dan sirop gula dekstroza (glukosa):

- hot plate stirer
- shaker inkubator

- evaporator
- oven
- spektrofotometer UV - VIS
- pH meter
- mikropipet
- kuvet
- sentrifugasi
- erlemeyer
- dan peralatan gelas lainnya.

3.2 Prosedur Penelitian

3.2.1 Tahap Persiapan Sampel

Penelitian dimulai dengan mengupas dan membersihkan ubi jalar lalu diparut. Hasil parutan diperas, ampasnya ditambah air untuk diperas ulang. kemudian di lakukan ekstraksi hasil ekstrak dibiarkan selama 60 menit untuk pengendapan . Setelah pengendapan, cairan dibuang lalu ditambahkan air untuk pencucian lalu diendapkan kembali. Pencucian tersebut dilakukan sebanyak dua kali. Pati hasil endapan kemudian dikeringkan pada suhu 45 – 50 °C selama 12 jam. Setelah kering pati dihaluskan dan diayak dengan ayakan 150 – 200 mesh kemudian pati kering dianalisis kadar airnya.

3.2.2 Penentuan Pemakaian Konsentrasi Enzim yang Optimal

Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan konsentrasi enzim yang optimal untuk melakukan likuififikasi pati ubi jalar. Kondisi reaksi pada penelitian ini mengacu pada kondisi terbaik yang diperoleh pada tahap sebelumnya.

Suspensi pati ubi jalar dibuat dengan tingkat kesamaan 6,0 dan penambahan ion kalsium sebanyak 12 ppm. Kemudian ditambahkan enzim α -amilase masing-masing dengan taraf konsentrasi: (1) 0,1, (2) 0,15, dan (3) 0,2 (% b/b). Selanjutnya diinkubasi pada suhu dan lama reaksi terbaik yang diperoleh pada penelitian tahap sebelumnya.

Parameter yang diukur adalah :

- (1) gula pereduksi metode DNS,
- (2) nilai dekstrosa equivalen (DE),
- (3) kadar pati sisa secara spektrofotometer (metode Iod), dan
- (4) viskositas hidrolisat.

Data yang diperoleh diolah dengan rancangan acak lengkap. Percobaan dilakukan dengan ulangan sebanyak dua kali. Hasil terbaik yang diperoleh dari pengaruh konsentrasi enzim digunakan sebagai acuan untuk proses produksi dekstrin pada penelitian lebih lanjut.

3.2.3 Penentuan Pemakaian Konsentrasi Substrat yang Optimal

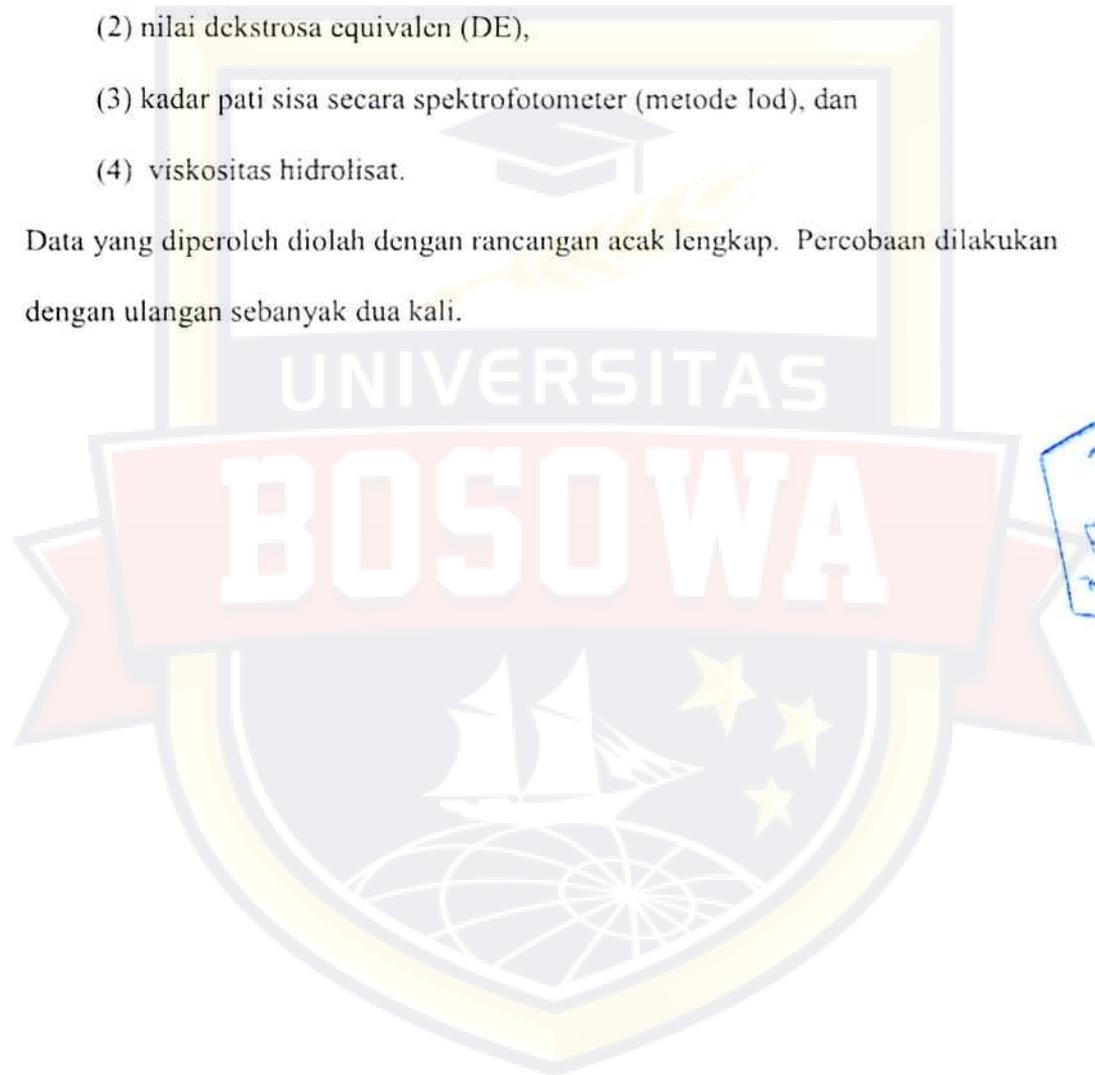
Penelitian ini bertujuan untuk mendapatkan pemakaian konsentrasi substrat yang optimal untuk menghasilkan dekstrin yang maksimal. Pada penelitian tahap ini dilakukan variasi konsentrasi pati ubi jalar yang terdiri dari : (1) 30, (2) 35, dan (3) 40 (% b/v). Pati ubi jalar disuspensikan dalam air dengan konsentrasi sesuai perlakuan, lalu keasaman suspensi diatur pada pH 6,0 dan penambahan ion kalsium sebanyak 12 ppm. Jumlah enzim α -amilase yang digunakan sesuai dengan hasil terbaik yang diperoleh pada tahap sebelumnya. Suspensi pati ubi jalar tersebut

diinkubasi pada suhu dan lama reaksi terbaik yang diperoleh pada tahap sebelumnya.

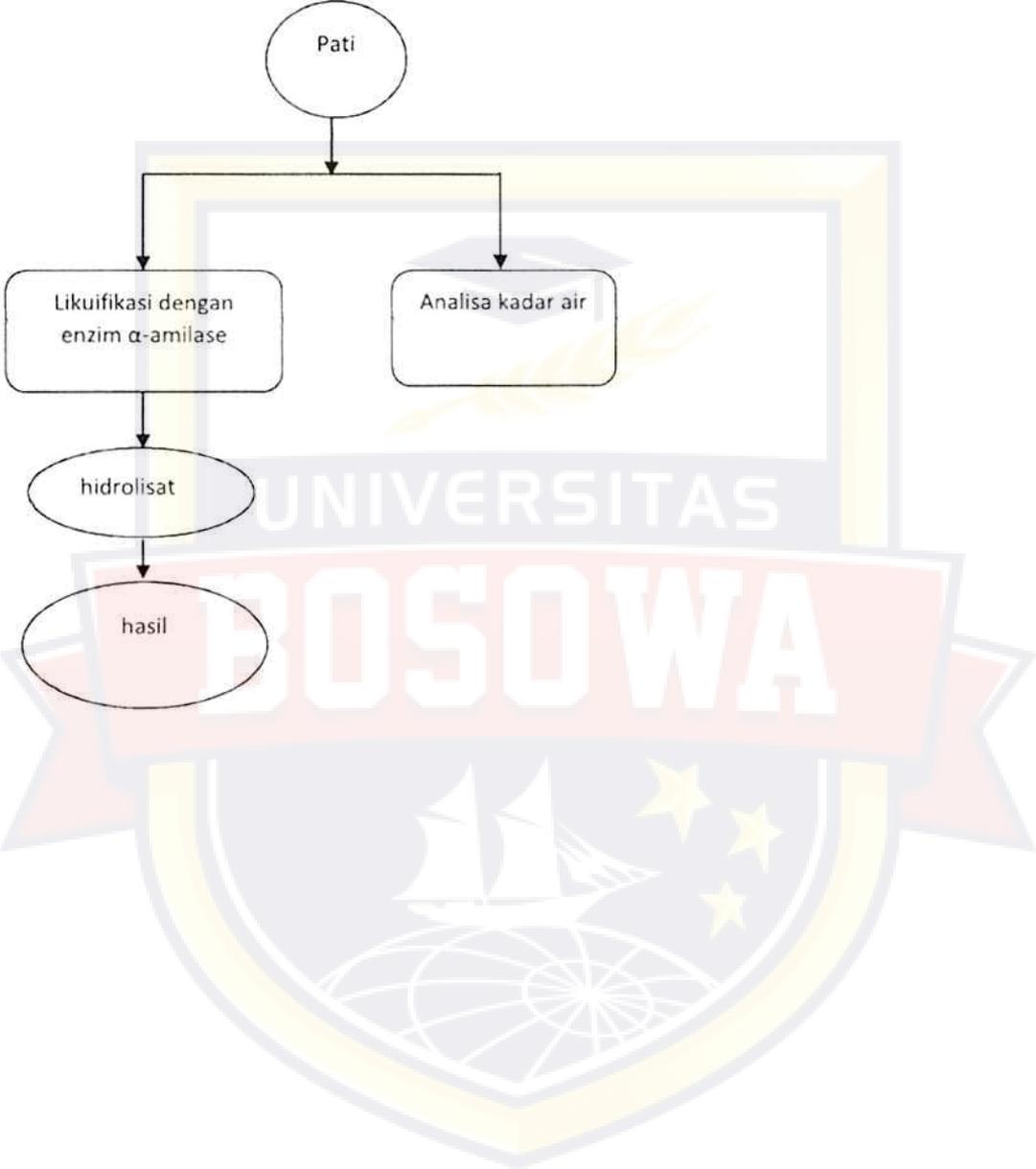
Parameter yang diukur adalah :

- (1) gula pereduksi metode DNS,
- (2) nilai dekstrosa equivalen (DE),
- (3) kadar pati sisa secara spektrofotometer (metode Iod), dan
- (4) viskositas hidrolisat.

Data yang diperoleh diolah dengan rancangan acak lengkap. Percobaan dilakukan dengan ulangan sebanyak dua kali.



Gambar 3. Diagram Alir Metodologi Penelitian:



BAB IV

HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Penentuan Pemakaian Konsentrasi Enzim yang Optimal

Pada penelitian ini dilakukan variasi konsentrasi enzim α -amilase masing-masing dengan taraf konsentrasi: (1) 0,1, (2) 0,15, dan (3) 0,2 (% b/b). Selanjutnya diinkubasi pada suhu 75-80°C dan suhu optimum yang diperoleh 60°C pada penelitian tahap sebelumnya.

4.1.1 Gula Pereduksi Metode DNS

Analisis gula pereduksi dari hidrolisat diperoleh dari penelitian ini pada pengaruh konsentrasi enzim terhadap likuifikasi dapat dilihat pada gambar 4.



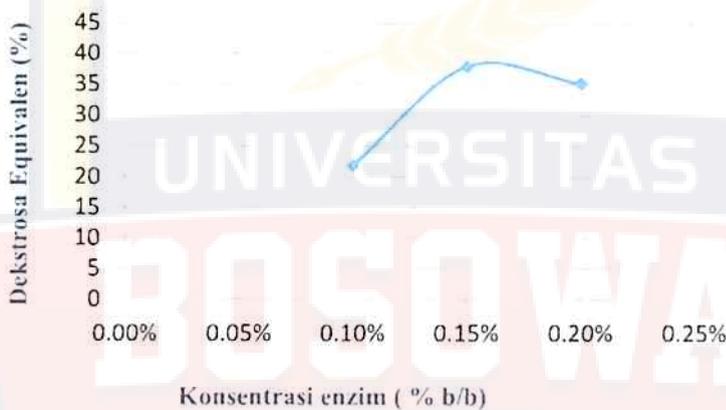
Gambar 4. Grafik Perubahan Gula Pereduksi Pada Pengaruh Konsentrasi Enzim Terhadap Likuifikasi

Dari gambar 4 didapatkan bahwa nilai konsentrasi gula pereduksi kecenderungannya meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi enzim α -amilase. Pada konsentrasi 0,15 % didapatkan nilai optimum 141,90 g/L. Setelah konsentrasi 0,15 % nilai konsentrasi gula pereduksi kecenderungan mengalami penurunan. Hal ini memungkinkan karena gula pereduksi yang terbentuk

dipengaruhi oleh konsentrasi substrat yang tetap sedangkan penambahan konsentrasi enzim akan menjadi inhibitor.

4.1.2 Nilai Dekstrosa Equivalen (DE)

Tingkat konversi pati menjadi komponen-komponen glukosa, maltose, dan dekstrin, dihitung sebagai dekstrosa equivalen (DE) adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen



Gambar 5. Grafik Perubahan Dekstrosa Equivalen Pada Pengaruh Konsentrasi enzim Terhadap likuifikasi.

Hasil penelitian nilai dekstrosa equivalen pada pengaruh konsentrasi enzim terhadap likuifikasi dapat dilihat pada gambar 5. Dari gambar 5 didapatkan bahwa nilai dekstrosa equivalen kecenderungannya mengalami peningkatan dan pada konsentrasi 0,15 % didapatkan nilai optimum 38,01 %. Besarnya nilai dekstrosa equivalen berbanding lurus dengan gula pereduksi dan berbanding terbalik dengan total padatan sehingga dari grafik terlihat peningkatan DE tidak terlalu besar. Total padatan yang tinggi jika konsentrasi enzim juga tinggi.

Pada konsentrasi enzim 0,20 %, DE mengalami penurunan karena kelebihan enzim yang diberikan tidak terkonversi menjadi gula pereduksi karena

substrat yang digunakan tetap. Semakin besar nilai DE berarti semakin besar juga persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi begitupula sebaliknya. Menurut Lynn (1997), bahwa banyaknya hidrolisis ikatan glukosida dari pati biasanya dijelaskan dengan dekstrosa ekuivalen (DE). Nilai dekstrose ekuivalen (DE) adalah kemanisan relatif gula, oligosakarida, atau berbanding dengan campuran dekstrose, baik dinyatakan sebagai peratusan. Semakin kecil kadar gula reduksi semakin kecil nilai DE.

4.1.3 Kadar Pati Sisa Secara Spektrometer (metode iod)

Hasil pengukuran kadar pati sisa setelah reaksi berlangsung menunjukkan semakin rendah konsentrasi enzim yang digunakan, semakin tinggi pula kadar pati sisa yang diperoleh (Gambar 6). Kadar pati sisa tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi substrat 0,10% b/v (0,58 g/L), sedangkan kadar pati sisa terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi substrat 0,20% b/v (0,36 g/L).



Gambar 6. Grafik Perubahan Pati Sisa Pada Pengaruh Konsentrasi enzim Terhadap likuifikasi.

Enzim dengan konsentrasi rendah menyebabkan konsentrasi substrat yang tetap semuanya berikatan dengan enzim, sehingga kecepatan maksimum dapat tercapai. Sebaliknya pada enzim konsentrasi tinggi, semua molekul substrat tidak

dapat membentuk ikatan kompleks dengan enzim, sehingga kecepatan reaksi menjadi lebih lama.

4.1.4 Visikositas Hidrolisat

Hasil pengukuran visikositas menunjukkan bahwa semakin rendah konsentrasi enzim menyebabkan visikositas juga semakin tinggi (Gambar 7). Visikositas tertinggi diperoleh pada penggunaan pati dengan konsentrasi 0,10% b/v (2,76 cP) dan terendah pada penggunaan pati konsentrasi 0.20% b/v (1.3 cP).



Gambar 7. Grafik Perubahan Visikositas Pada Pengaruh Konsentrasi enzim Terhadap likuifikasi.

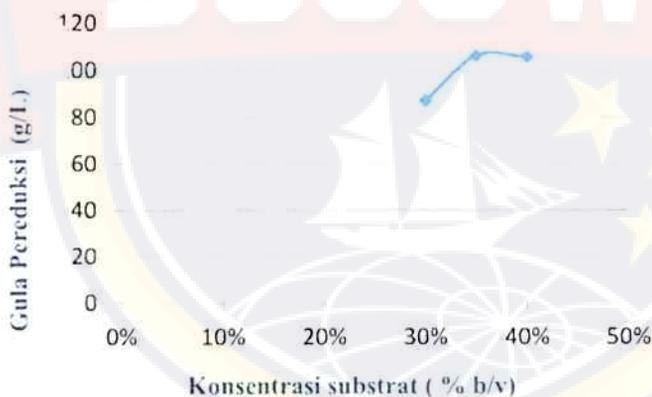
Peningkatan visikositas disebabkan karena banyaknya air yang terikat melalui ikatan H pada gugus hidroksil dari komponen amilosa dan amilopektin, sehingga pergerakan air menjadi berkurang. Peningkatan visikositas tersebut merupakan efek sinergis dari ukuran molekul, interaksi antara komponen amilosa dan amilopektin dan konsentrasi komponen tersebut (Jane dan Chen, 1992).

4.2 Penentuan Pemakaian Konsentrasi Substrat yang Optimal

Pada penelitian tahap ini dilakukan variasi konsentrasi pati ubi jalar yang terdiri dari : (1) 30, (2) 35, dan (3) 40 (% b/v). Waktu likuifikasi dan konsentrasi enzim yg optimal adalah 60 menit.

4.2.1 Gula pereduksi metode DNS

Hasil yang diperoleh dari penelitian ini terhadap gula pereduksi pada pengaruh konsentrasi substrat terhadap likuifikasi dapat dilihat pada gambar 8. Dari gambar 8 didapatkan bahwa nilai konsentrasi gula pereduksi kecenderungannya meningkat. Pada konsentrasi 35 % didapatkan nilai 106,60 g/L. Setelah konsentrasi 35 % nilai konsentrasi gula pereduksi kecenderungan mengalami penurunan. Hal ini memungkinkan karena gula pereduksi yang terbentuk dipengaruhi oleh total padatan sehingga proses kerja enzim tidak begitu baik.



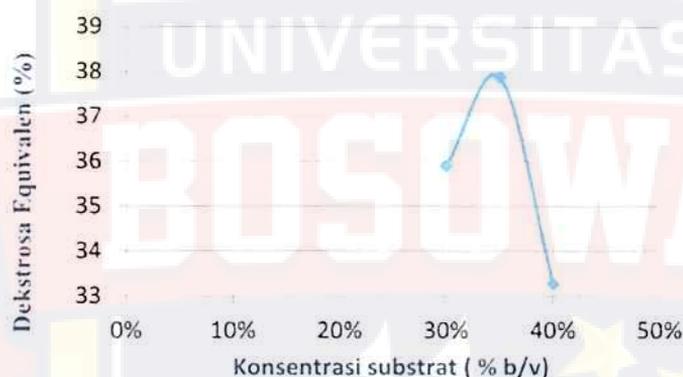
Gambar 8. Grafik Perubahan Gula Pereduksi Pada Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap likuifikasi.

Saat konsentarsi substrat naik maka konsentrasi glukosa akan semakin naik, namun jika substrat melebihi dari optimum maka konversinya menjadi turun. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan konsentrasi enzim yang tetap, maka penambahan konsentrasi substrat akan menaikkan kecepatan reaksi.

Akan tetapi pada batas konsentrasi tertentu, tidak terjadi kenaikan kecepatan reaksi walaupun konsentrasi substrat diperbesar. Keadaan ini telah diterangkan oleh Michaelis Menten dengan hipotesis mereka tentang terjadinya kompleks enzim substrat.

4.2.2 Nilai dekstrosa equivalen

Tingkat konversi pati menjadi komponen-komponen glukosa, maltose, dan dekstrin, dihitung sebagai dekstrosa equivalen (DE) adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen.



Gambar 9. Grafik Perubahan Dekstrosa Ekuivalen Pada Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap likuifikasi.

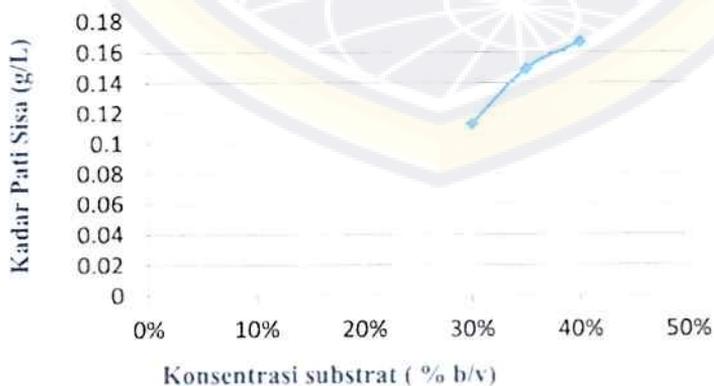
Hasil penelitian nilai dekstrosa equivalen pada pengaruh konsentrasi substrat terhadap likuifikasi dapat dilihat pada gambar 9. Dari gambar 9 didapatkan bahwa nilai dekstrosa equivalen kecenderungannya mengalami peningkatan dan pada konsentrasi 35 % didapatkan nilai optimum 37,90 %. Besarnya nilai dekstrosa equivalen berbanding lurus dengan gula pereduksi dan berbanding terbalik dengan total padatan sehingga dari grafik terlihat peningkatan DE tidak terlalu besar. Total padatan yang tinggi jika konsentrasi substrat juga tinggi. Pada konsentrasi substrat 40 %, DE mengalami penurunan karena kelebihan

substrat yang diberikan tidak terkonversi menjadi gula pereduksi karena enzim yang digunakan tetap. Aktivitas enzim akan menurun jika konsentrasi substrat melebihi konsentrasi optimumnya, karena kelebihan substrat dapat menjadi inhibitor bagi aktifitas enzim.

Semakin besar nilai DE berarti semakin besar juga persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi begitupula sebaliknya. Menurut Lynn (1997), bahwa banyaknya hidrolisis ikatan glukosida dari pati biasanya dijelaskan dengan dekstrosa ekuivalen (DE). Nilai dekstrose ekuivalen (DE) adalah kemanisan relatif gula, oligosakarida, atau berbanding dengan campuran dekstrose, baik dinyatakan sebagai peratusan. Semakin kecil kadar gula reduksi semakin kecil nilai DE.

4.2.3 Kadar Pati Sisa

Hasil pengukuran kadar pati sisa setelah reaksi berlangsung menunjukkan semakin tinggi konsentrasi substrat yang digunakan, semakin tinggi pula kadar pati sisa yang diperoleh (Gambar 10). Kadar pati sisa tertinggi diperoleh pada perlakuan konsentrasi substrat 40% b/v (0,17 g/L), sedangkan kadar pati sisa terendah diperoleh pada perlakuan konsentrasi substrat 30% b/v (0,12 g/L).



Gambar 10. Grafik Perubahan Kadar Pati Sisa Pada Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap likuifikasi.

Menurut Vasanthan dan Bhatta (1996) substrat dengan konsentrasi rendah menyebabkan enzim tidak semuanya berikatan dengan substrat, sehingga kecepatan maksimum tidak dapat tercapai. Sebaliknya pada substrat konsentrasi tinggi, semua molekul enzim dapat membentuk ikatan kompleks dengan substrat, sehingga kecepatan reaksi menjadi lebih lama.

4.2.4 Visikositas Hidrolisat

Hasil pengukuran visikositas menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi substrat menyebabkan visikositas juga semakin tinggi (Gambar 11). Visikositas tertinggi diperoleh pada penggunaan pati dengan konsentrasi 40% b/v (1,41 cP) dan terendah pada penggunaan pati konsentrasi 30% b/v (0,82 cP).



Gambar 11. Grafik Perubahan Visikositas Pada Pengaruh Konsentrasi Substrat Terhadap likuifikasi.

Secara umum peningkatan visikositas substrat disebabkan karena peningkatan kadar pati sisa. Peningkatan viskositas disebabkan karena banyaknya air yang terikat melalui ikatan H pada gugus hidroksil dari komponen amilosa dan amilopektin, sehingga pergerakan air menjadi berkurang. Peningkatan visikositas tersebut merupakan efek sinergis dari ukuran molekul, interaksi antara komponen amilosa dan amilopektin dan konsentrasi komponen tersebut (Jane dan Chen, 1992).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Dari penelitian didapatkan:

1. Konsentrasi enzim optimal likuifikasi pati ubi jalar putih adalah 0,15 % dengan gula pereduksi 124,83 g/L, DE 38,01 %, kadar pati sisa 0,10 % dan visikositas hidrolisat 2,76 Cp.
2. Konsentrasi substrat yang optimal likuifikasi pati ubi jalar putih adalah 35 % dengan gula pereduksi 106,60 ,DE 37,90 % , kadar pati sisa 40 % dan visikositas hidrolisat 1,41 Cp.

B. Saran

Bagi peneliti selanjutnya diharapkan dapat melakukan penelitian dengan cara yang maksimal dengan memperhatikan setiap proses likuifikasi agar selalu memperhatikan suhu dan kecepatan pengaduk sehingga produk yang dihasilkan dapat dimanfaatkan lebih lanjut untuk industri.

Lampiran 1

PENGARUH KONSENTRASI ENZIM TERHADAP LIKUIFIKASI

Data Gula Pereduksi Likuifikasi Pertama

No.	sampel	abs	kons	fp	kons fp	C (g/L)
70	T70	0.136	81.6778	100	8167.78	8.16778
75	T75	0.133	81.0469	500	40523.45	40.52345
80	0	0.266	109.0168	500	54508.4	54.5084
4	15	0.389	134.8837	500	67441.85	67.44185
5	30	0.458	149.3944	500	74697.2	74.6972
6	45	0.483	154.6519	500	77325.95	77.32595
7	60	0.51	160.33	500	80165	80.165
8	75	0.566	172.1068	500	86053.4	86.0534
9	90	0.202	95.5576	1000	95557.6	95.5576
10	105	0.212	97.6606	1000	97660.6	97.6606
11	120	0.246	104.8108	1000	104810.8	104.8108
12	135	0.325	121.4245	1000	121424.5	121.4245
13	150	0.314	119.1112	1000	119111.2	119.1112
14	165	0.341	124.7893	1000	124789.3	124.7893
15	180	0.329	122.2657	1000	122265.7	122.2657
16	195	0.479	153.8107	1000	153810.7	153.8107



Data gula pereduksi Likuifikasi Kedua

No.	sampel	abs	kons	fp	kons. fp	C (g/L)
70	T70	0.191	93.2443	100	9324.43	9.32443
75	T75	0.622	183.8836	100	18388.36	18.38836
80	0	0.276	111.1198	500	55559.9	55.5599
4	15	0.279	111.7507	500	55875.35	55.87535
5	30	0.338	124.1584	500	62079.2	62.0792
6	45	0.375	131.9395	500	65969.75	65.96975
7	60	0.542	167.0596	500	83529.8	83.5298
8	75	0.6	179.257	500	89628.5	89.6285
9	90	0.15	84.622	1000	84622	84.622
10	105	0.222	99.7636	1000	99763.6	99.7636
11	120	0.248	105.2314	1000	105231.4	105.2314
12	135	0.23	101.446	1000	101446	101.446
13	150	0.289	113.8537	1000	113853.7	113.8537
14	165	0.391	135.3043	1000	135304.3	135.3043
15	180	0.248	105.2314	1000	105231.4	105.2314
16	195	0.389	134.8837	1000	134883.7	134.8837

Data Gula pereduksi

$$Y = 240,45 X + 83,713$$

sampel	A	C	fp	C.fp	g/L
I					
0.10%	0.323	161.3784	500	80689.18	80.68918
0.15%	0.69	249.6235	500	124811.8	124.8118
0.20%	0.675	246.0168	500	123008.4	123.0084
II					
0.10%	0.341	165.7065	500	82853.23	82.85323
0.15%	0.313	158.9739	1000	158973.9	158.9739
0.20%	0.235	140.2188	1000	140218.8	140.2188

Nilai DE

penentuan dekstrosa ekivalen likuif enzim

$$\begin{aligned} \text{berat pati} &= 35 \text{ gr} \\ \text{kadar air pati} &= 18.45\% \\ &= \frac{35 \text{ gr} \cdot 18.45\%}{100} = 6.4575 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{total padatan} &= 35 \text{ gr} - 6.4575 \text{ gr} = 28.5425 \\ \text{total air suspensi} &= 70 \text{ mL} + 6.4575 = 76.4575 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{persen padatan} &= \frac{28,5425}{76,4575} \times 100\% = 0.373311971 \\ &= 37.3312\% \\ &= 373.312 \end{aligned}$$

sampel	C (ppm)	C(g/L)	DE (%)	rata-rat DE
I				
0.10%	80689.18	80.68918	21.61440698	21.90425167
0.15%	124811.8	124.8118	33.43362924	38.00917195
0.20%	123008.4	123.0084	32.95055476	35.25564742
II				
0.10%	82853.23	82.85323	22.19409636	
0.15%	158973.9	158.9739	42.58471466	
0.20%	140218.8	140.2188	37.56074008	

Kadar Pati Sisa

$$y = 2063,2x - 51,839$$

sampel	A	C	fp	C.fp	C (g/L)
I					
0.10%	0.16	278.273	2	556.546	0.556546
0.15%	0.128	212.2506	2	424.5012	0.424501
0.20%	0.111	177.1762	2	354.3524	0.354352
II					
0.10%	0.169	296.8418	2	593.6836	0.593684
0.15%	0.164	286.5258	2	573.0516	0.573052
0.20%	0.112	179.2394	2	358.4788	0.358479

sampel	C rata-rata
0.10%	0.575115
0.15%	0.498776
0.20%	0.356416

Viskositas Hidrolisat

Sampel (%)	cp	fk	viskositas
I			
0.10%	53	5.30%	2.809
0.15%	40	4.00%	1.6
0.20%	34	3.40%	1.156
II			
0.10%	52	5.20%	2.704
0.15%	46	4.60%	2.116
0.20%	38	3.80%	1.444

Lampiran 2

PENGARUH KONSENTRASI SUBSTRAT TERHADAP LIKUIFIKASI

hasil gula likuifikasi berdasarkan substrat

$$Y = 240,45 X + 83,713$$

sampel	A	C	fp	C.fp	C (g/L)
I					
30%	0.152	120.2614	700	84182.98	84.18298
35%	0.103	108.4794	1000	108479.4	108.4794
40%	0.127	114.2502	1000	114250.2	114.2502
II					
30%	0.19	129.3985	700	90578.95	90.57895
35%	0.274	149.5963	700	104717.4	104.7174
40%	0.233	139.7379	700	97816.5	97.8165

sampel	C rata-rata
30%	87.38097
35%	106.5984
40%	106.0333

penentuan dekstroza ekivalen
likuifikasi substrat

$$\begin{aligned}
 \text{berat pati} &= 30\% \cdot 400 &= 120 \text{ gr} \\
 \text{kadar air pati} &= 18.45\% \\
 &= 120 \text{ gr} \cdot 18.45\% &= 22.14 \text{ gr} \\
 \text{total padatan} &= 120 \text{ gr} - 22.14 \text{ gr} &= 97.86 \text{ gr} \\
 \text{total air} & & \\
 \text{suspensi} &= 380 \text{ mL} + 22.14 &= 402.14 \\
 \text{persen} & & \\
 \text{padatan} &= \frac{97,86}{402,14} \times 100\% &= 0.243348088 \\
 & &= 24.3348\% \\
 & &= 243.348 \text{ g/L}
 \end{aligned}$$



$$\begin{aligned} \text{berat pati} &= 35\% \cdot 400 &= 140\text{gr} \\ \text{kadar air pati} &= 18.45\% \\ &= 140 \text{ gr} \cdot 18,45\% &= 25.83 \text{ gr} \\ \\ \text{total padatan} &= 140 \text{ gr} - 25,83 \text{ gr} &= 114.17 \text{ gr} \\ \text{total air} & & \\ \text{suspensi} &= 360 \text{ mL} + 25,83 &= 405.83 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{persen padatan} &= \frac{114,17}{405,83} \times 100\% &= 0.281324693 \\ & &= 28.1325\% \\ & &= 281.325 \text{ g/L} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{berat pati} &= 40\% \cdot 400 &= 160 \text{ gr} \\ \text{kadar air pati} &= 18.45\% \\ &= 160 \text{ gr} \cdot 18,45\% &= 29,52\text{gr} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{total padatan} &= 160 \text{ gr} - 29,52 \text{ gr} &= 130.48 \text{ gr} \\ \text{total air} & & \\ \text{suspensi} &= 340 \text{ mL} + 29,52 &= 409.52 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \text{persen padatan} &= \frac{130,48}{409,52} \times 100\% &= 0.318616917 \\ & &= 31.8617\% \\ & &= 318.617 \text{ g/L} \end{aligned}$$

sampel	C (ppm)	C(g/L)	total padatan (g/L)	DE (%)	rata-rat DE (%)
I					
30%	84182.98	84.18298	243.348	34.59366011	35.90782
35%	108479.4	108.4794	281.325	38.56015285	37.89154
40%	114250.2	114.2502	318.617	35.8581463	33.27924
II					
30%	90578.95	90.57895	243.348	37.22198251	
35%	104717.4	104.7174	281.325	37.22293077	
40%	97816.5	97.8165	318.617	30.70033771	

KADAR PATI SISA

hasil pati likuif terhadap substrat

$$y = 2063,2x - 51,839$$

sampel	A	C	C (g/L)
I			
30%	0.097	148.2914	0.1482914
35%	0.095	144.165	0.144165
40%	0.112	179.2394	0.1792394
II			
30%	0.063	78.1426	0.0781426
35%	0.1	154.481	0.154481
40%	0.1	154.481	0.154481

sampel	C rata-rata
30%	0.113217
35%	0.149323
40%	0.16686

VSIKOSITAS

Vsikosisas Likuifikasi Variabel Konsentrasi Substrat

Sampel (%)	cp	fk	viskositas
30%	26	2.60%	0.676
35%	32	3.20%	1.024
40%	37	3.70%	1.369
II			
30%	31	3.10%	0.961
35%	27	2.70%	0.729
40%	38	3.80%	1.444

Rata-rata	
0.8185	30%
0.8765	35%
1.4065	40%