

## Pemanfaatan Tepung Biji Durian Menjadi Glukosa Cair Melalui Proses Hidrolisa dengan Menggunakan Enzim $\alpha$ -Amilase

**Aida Shofiya Anwar (L2C007004) dan Laelia Afrisanthi (L2C007058)**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro (12pt)

Jln. Prof. Sudharto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

Pembimbing: Dr. Mohammad Djaeni, S.T., M.Eng.

### Abstrak

*Buah durian (*Durio zibethinus murr*) dengan julukan *The King of fruits* termasuk dalam famili *Bombacaceae*. Persentase berat bagian daging yaitu hanya 20-35%. Hal ini berarti kulit (60-75%) dan biji (5-15%) belum termanfaat secara maksimal. Kandungan nutrisi yang tinggi dalam biji durian, terutama kandungan karbohidrat, memungkinkan dimanfaatkannya biji durian sebagai bahan pangan alternatif pengganti sumber karbohidrat yang ada dalam bentuk tepung. Selanjutnya tepung bisa diproses lebih lanjut sebagai bahan baku produk-produk olahan pangan seperti glukosa cair. Pada penelitian ini dilakukan kajian kelayakan biji durian sebagai bahan baku untuk produk makanan, ditinjau dari aspek nutrisi, toksisitas, kinetika dan konversi maksimal. Tahap yang pertama dilakukan adalah dengan cara analisa bahan baku biji durian yang meliputi sifat fisik, sifat kimia (kadar karbohidrat 45,7% dan protein 2,548%), dan uji toksisitas (kadar HCN 0,00017% dan asam lemak siklopropena 0%). Karena kandungan karbohidratnya tinggi, biji durian dapat dimanfaatkan sebagai glukosa cair. Selanjutnya dilakukan persiapan biji durian dalam bentuk tepung untuk diolah lebih lanjut menjadi glukosa cair. Tahap yang kedua adalah melakukan pengolahan tepung biji durian menjadi glukosa cair dengan tinjauan aspek pengaruh kadar suspensi dan suhu terhadap kinetika reaksi dan rendemen dengan menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase. Pada penelitian ini suhu divariasasi 70°C, 80°C, 90°C dan kadar suspensi tepung durian 5%, 10%, 15% dengan kadar enzim dan kecepatan pengadukan dibuat tetap. Hasil yang terbaik menunjukkan kecepatan reaksi 0,0015 pada kadar suspensi 5% dan suhu 90°C dengan konversi glukosa 14,4% selama 2 jam. Untuk mencapai konversi glukosa 90% dibutuhkan waktu selama 25,58 jam.*

**Kata kunci:** *biji durian; glukosa cair; hidrolisa enzimatis;  $\alpha$ -amilase; waktu liquifikasi; konsentrasi susupensi pati*

### Abstract

*Durian (*Durio zibethinus murr*) usually called "The King of fruits", is belong to *Bombacaceae* family. The part that usually consumed is its flesh. Weight percentage of flesh part is fairly low, about 20-35%. That means skin (60-75%) and seed (5-15%) is not maximally exploited yet. High nutrition content of durian seed, especially carbohydrates, enables durian seed's to be use, as alternative carbohydrate source in form of flour. Thus, this flour can be processed further as other product ingredient such as liquid glucose. This research is studying about properness of durian seed as food, considering nutrition, toxicity, kinetic and conversion aspect . First step is analyzing durian seed including physical properties (weight density, color, water content, dust content), chemical properties (carbohydrate content, protein content, and fat content), and also toxicity analysis (HCN content, and siklopropene fatty acid). After that, milling durian seed into powder to produce liquid glucose. Second step is processing durian seed powder become liquid glucose. Third step is technical analysis durian seed's for food to get healthy food and have feasibility value of liquid glucose in any production capacity. Prepare glucose liquid of durian seed and enzyme, namely  $\alpha$ -amylase. In this case, there are two variabls including temperature and percent of powder suspension, which are varied 70°C, 80°C, 90°C and 5%, 10%, 15%. Research showed the highest reaction rate was 0,0015 at 5% of powder*

*suspension, 90°C with glucose conversion 14,4% for 2 hours. To reach 90% of glucose conversion, need 25,58 hours.*

**Key Words:** *durian seeds; liquid glucose; enzymatic hydrolysis;  $\alpha$ -amilase; liquification time; starch suspended concentration*

## PENDAHULUAN

Durian (*Durio zibethinus murr*) adalah salah satu buah yang sangat populer di Indonesia. Buah dengan julukan *The King of fruits* ini termasuk dalam famili *Bombacaceae* dan banyak ditemukan di daerah tropis. Tiap pohon durian dapat menghasilkan 80 sampai 100 buah, bahkan hingga 200 buah terutama pada pohon yang tua. Tiap rongga buah terdapat 2 sampai 6 biji atau lebih. Produksi durian di Indonesia cukup melimpah. Badan Pusat Statistik Republik Indonesia (2009), menunjukkan bahwa produksi durian rata-rata meningkat setiap tahun. Seiring dengan meningkatnya luas daerah panen durian yaitu dari 24.031 ha pada tahun 1999 menjadi 53.770 ha pada tahun 2003, maka terjadi peningkatan produksi durian di Indonesia dari 17.405 ton pada tahun 1999 menjadi 741.831 ton pada tahun 2003 (Wahyono, 2009).

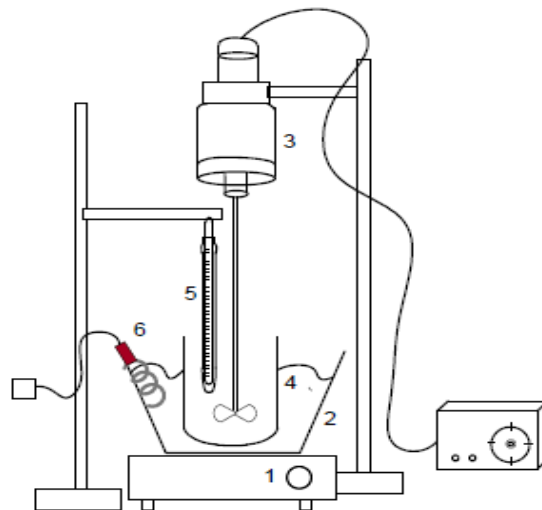
Selama ini, bagian buah durian yang lebih umum dikonsumsi adalah bagian salut buah atau dagingnya. Persentase berat bagian ini termasuk rendah yaitu hanya 20-35%. Hal ini berarti kulit (60-75%) dan biji (5-15%) belum dimanfaatkan secara maksimal (Wahyono, 2009). Umumnya kulit dan biji menjadi limbah yang hanya sebagian kecil dimanfaatkan sebagai pakan ternak, malahan sebagian besar dibuang begitu saja. Biji durian mentah tidak dapat dimakan karena mengandung asam lemak siklopropena yang beracun. Setiap 100 g biji durian yang dimasak mengandung 51,1 g air, 46,2 g karbohidrat, 2,5 g protein dan 0,2 g lemak. Kadar karbohidratnya ini lebih tinggi dibanding singkong 34,7% ataupun ubi jalar 27,9%. Kandungan karbohidrat yang tinggi ini memungkinkan dimanfaatkannya biji durian sebagai bahan pengganti sumber karbohidrat yang ada dalam bentuk tepung. Selanjutnya tepung ini bisa diproses lebih lanjut sebagai bahan baku produk-produk olahan pangan seperti sirup glukosa. Untuk mengetahui kelayakan biji durian sebagai bahan pangan perlu dilakukan suatu kajian dari aspek nutrisi dan toksisitas biji durian sebagai bahan pangan, dan mengetahui pengaruh suhu dan kadar suspensi tepung biji durian terhadap waktu reaksi hidrolisa, besar konstanta kecepatan reaksi, dan konversi tepung biji durian menjadi glukosa.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat Penelitian

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah tepung biji durian ukuran 80 mesh. Biji durian didapatkan dari penjual buah durian di daerah Gunung Pati, Semarang. Semua reagen yang digunakan untuk analisa merupakan reagen untuk standar analisa pembuatan glukosa cair.

Rangkaian alat pembuatan glukosa cair adalah sebagai berikut :



Gambar III.2. Rangkaian Alat Pembuatan Glukosa Cair

Keterangan gambar :

1. Kompur Listrik
2. *Waterbath*
3. Pengaduk motor
4. *Beakerglass*
5. Termometer
6. *Heater*

### Prosedur Penelitian

Tahap pertama adalah tahap persiapan dimana tepung biji durian ukuran 80 mesh dilakukan karakterisasi meliputi uji kadar karbohidrat, protein, lemak, air, abu HCN, dan asam lemak siklopropena. Tahap kedua adalah tahap pembuatan glukosa cair. Untuk membuat glukosa cair, ada empat tahap yang harus dilalui. Keempat tahap

tersebut adalah tahap liquifikasi, sakarifikasi, pemurnian, dan pemekatan. Tahap liquifikasi dimulai dengan pembuatan suspensi pati (5%, 10%, dan 15%) dalam 300 ml aquadest yang kemudian diatur pH nya antara 5,2-5,6 menggunakan HCl. Ke dalam suspensi tersebut, ditambahkan enzim  $\alpha$ -amilase sebanyak 0,5 kg/ton. Suspensi tersebut kemudian dipanaskan pada suhu (70<sup>0</sup>C, 80<sup>0</sup>C, dan 90<sup>0</sup>C) selama 2 jam dan selama proses ini berlangsung, dilakukan pengadukan dengan kecepatan tetap yakni 500 rpm. Setiap 15 menit dilakukan uji hasil *Dextrose Equivalent* (DE) dengan metode volumetrik (Woodman, 1941), densitas menggunakan picnometer, dan viskositas dengan metode Leach menggunakan viskosimeter Ostwald. Tahap selanjutnya adalah proses sakarifikasi dimana pati yang telah menjadi dekstrin didinginkan hingga 60°C. Kemudian dekstrin diatur pH nya antara 4,0-4,5 setelah itu proses sakarifikasi dilakukan dengan menjaga suhu dekstrin tetap 60°C selama 24 jam dengan menggunakan waterbath shaker. Setelah proses sakarifikasi selesai, dilakukan proses purifikasi dengan menambahkan karbon aktif sebanyak 0,5% dari bobot pati, kemudian larutan sirup dipanaskan pada suhu 80°C selama 10 menit. Sirup glukosa lalu disaring menggunakan penyaring vakum. Tahap terakhir adalah tahap pemekatan untuk mendapatkan sirup glukosa dengan kekentalan sesuai keinginan. Pemekatan dilakukan dengan pemanasan.

Respon yang diamati dalam penelitian ini adalah nilai *dextrose equivalent* (DE), viskositas, densitas dari dekstrin yang dihasilkan, nilai konversi tepung biji durian menjadi glukosa, dan konstanta kecepatan reaksi. Data yang diperoleh dianalisa dengan metode grafik. Dengan metode grafik dapat diketahui kondisi yang paling baik dari parameter-parameter dalam penelitian.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Analisa Nutrisi Bahan Baku

Biji durian mengandung banyak nutrisi yang penting bagi tubuh manusia. Nutrisi-nutrisi tersebut antara lain seperti pada tabel 1 berikut :

Tabel 1. Hasil uji bahan baku tepung durian

<b>Karakterisasi Bahan Baku</b>			
No.	Macam Analisa	Kadar dalam % berat basah	
1.	Karbohidrat	45,7 %	
2.	Protein	2,548 %	
3.	Lemak	0,6 %	
4.	Abu	96,46 %	
<b>Kandungan Toksisitas Bahan Baku</b>			
No.	Macam Analisa	Kadar dalam % berat basah	
1.	HCN	0,00017 %	
2.	Asam Lemak Siklopropena	-	
<b>Jenis Asam Lemak Lain yang Terkandung dalam Biji Durian (hasil data dari UGM)</b>			
No.	Macam Analisa	Sebelum proses (%)	Setelah Proses (%)
1.	Asam Miristat	4,307	0,8080
2.	Asam Palmitat	26,6109	25,1875
3.	Asam Palmitoleat	1,3471	1,0678
4.	Asam Stearat	14,1032	14,7258
5.	Asam Oleat	25,6143	13,2424
6.	Asam Linoleat	11,5938	25,20921
7.	Asam Linolenat	4,7605	8,0894

#### a. Karbohidrat

Biji durian memiliki kandungan karbohidrat sebanyak 45,7%. Karbohidrat sangat diperlukan oleh tubuh manusia karena berfungsi sebagai sumber energi, melindungi protein agar tidak terbakar sebagai penghasil energi, Membantu metabolisme lemak dan protein, dengan demikian dapat mencegah terjadinya ketosis dan pemecahan protein yang berlebihan, di dalam hepar berfungsi untuk detoksifikasi zat-zat toksik tertentu, serta Beberapa golongan karbohidrat yang tidak dapat dicerna, mengandung *dietary fiber* yang berguna untuk pencernaan, seperti selulosa, pektin, dan lignin.

#### b. Protein

Biji durian mengandung protein sebanyak 2,548 %. Di dalam tubuh manusia, protein berguna sebagai zat pembangun, pengganti sel-sel yang rusak, zat pengemulsi, penghasil energi, buffer untuk mempertahankan tubuh, serta berguna untuk pembentukan enzim.

c. Lemak

Biji durian memiliki kandungan lemak yang relatif kecil yaitu sebesar 0,6%. Lemak sangat dibutuhkan oleh tubuh manusia karena lemak merupakan sumber energi, pembawa vitamin yang larut dalam lemak, serta sebagai sumber asam-asam lemak essensial (Sakidja, 1989).

d. Asam-asam lemak

Di dalam biji durian terdapat beberapa jenis asam lemak essensial yang sangat berguna bagi tubuh manusia. Asam-asam lemak essensial tersebut adalah asam miristat (4,307%), asam palmitat (26,6109%), asam palmitoleat (1,3471%), asam stearat (14,1032%), asam oleat (25,6143%), asam linoleat (11,5938%), asam linolenat (4,7605%). Di dalam tubuh manusia, asam lemak essensial berfungsi sebagai suplemen diet (asam palmitoleat), suplemen otak, penghasil omega 3 dan omega 6 (asam linolenat), sumber tenaga (asam palmitat), dan sebagai pelarut obat-obatan (asam oleat).

e. Kandungan Toksik bahan baku

Biji durian mengandung senyawa yang beracun bagi tubuh manusia. Senyawa-senyawa beracun itu adalah HCN dan asam lemak siklopropana. Biji durian mengandung HCN sebanyak 0,00017 %. Jumlah ini masih jauh di bawah batas yang diijinkan sehingga masih dianggap layak untuk dikonsumsi. Bahaya HCN pada kesehatan terutama pada sistem pernapasan, di mana oksigen dalam darah terikat oleh senyawa HCN dan terganggunya sistem pernapasan (sulit bernapas). Tergantung jumlah yang dikonsumsi, HCN dapat menyebabkan kematian jika pada dosis 0,5-3,5 mg HCN/kg berat badan (Winarno, 1997). Pengaruh lain yang disebabkan oleh keracunan HCN, kepala pusing, muntah-muntah, dan mata berkunang-kunang.

HCN bersifat mudah menguap di udara, terutama pada suhu di atas 25°C. HCN juga mudah larut dalam air. Oleh karena itu, perendaman sangat diperlukan untuk mengurangi racun HCN. Proses penjemuran pada sinar matahari dapat menguraikan HCN 80%. Pengupasan kulit perlu dilakukan karena justru dalam kulit ini terdapat HCN dengan konsentrasi mencapai 15 kali lebih besar dari konsentrasi HCN di dalam daging umbinya. HCN juga dapat hilang oleh proses pemanasan atau perebusan tanpa ditutup. Standar yang ditetapkan oleh FAO, umbi-umbian dengan kadar 50 mg/kg ke bawah masih aman untuk di konsumsi.

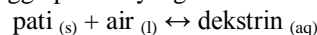
Biji durian muda mengandung asam lemak siklopropana yang beracun. Asam lemak siklopropanoat adalah asam lemak yang mempunyai gugus siklis yaitu gugus siklopropana. Dalam uji kadar asam lemak siklopropana yang diujikan di PAU UGM, diketahui bahwa keberadaan asam lemak siklopropana tidak terdeteksi. Dikarenakan jumlahnya sangat kecil maka yang ditemukan adalah asam lemak jenis lain yang cenderung dominan. Umumnya konsentrasi asam siklopropana >10 ppm dalam makanan akan berbahaya bagi konsumen.

Mekanisme yang terjadi adalah dalam tubuh asam tersebut bersifat sebagai penenang, selain itu asam ini juga mempengaruhi mekanisme tubuh. Akibatnya keberadaan senyawa ini akan sulit memecah lemak yang ada sehingga timbunan lemak dalam tubuh meningkat. Hal negatif lainnya adalah menyebabkan tubuh menjadi kurus, nafsu makan berkurang, dan jika rangsum pakan ternak mengandung senyawa ini produksifitasnya menurun.

### Pengaruh Waktu Liquefikasi Terhadap Nilai *Dextrose Equivalent* (DE)

*Dextrose Equivalent* (DE) menunjukkan besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen atau bisa dikatakan sebagai presentase gula pereduksi, dinyatakan sebagai dextrosa, yang terdapat di dalam produk hidrolisa karbohidrat (biasanya polisakarida pati). *Dextrose Equivalent* (DE) berhubungan dengan derajat polimerisasi (DP). DP menyatakan jumlah unit monomer dalam satu molekul. Unit monomer dalam pati adalah glukosa.  $DE = 100/DP$ , dengan DP adalah derajat polimerisasi hidrolisat. *Dextrose Equivalent* (DE) berbanding terbalik dengan berat molekul rerata (anonim, 2009). Untuk mengetahui harga DE, produk dekstrin yang dihasilkan di analisa dengan metode volumetrik (Woodman, 1941)

Umumnya reaksi kimia bersifat reversible. Jika salah satu reaktan dibuat berlebih, maka reaksi cenderung irreversible dan reaksi bergeser kekanan. Sehingga produk yang dihasilkan banyak. Dalam reaksi kimia:

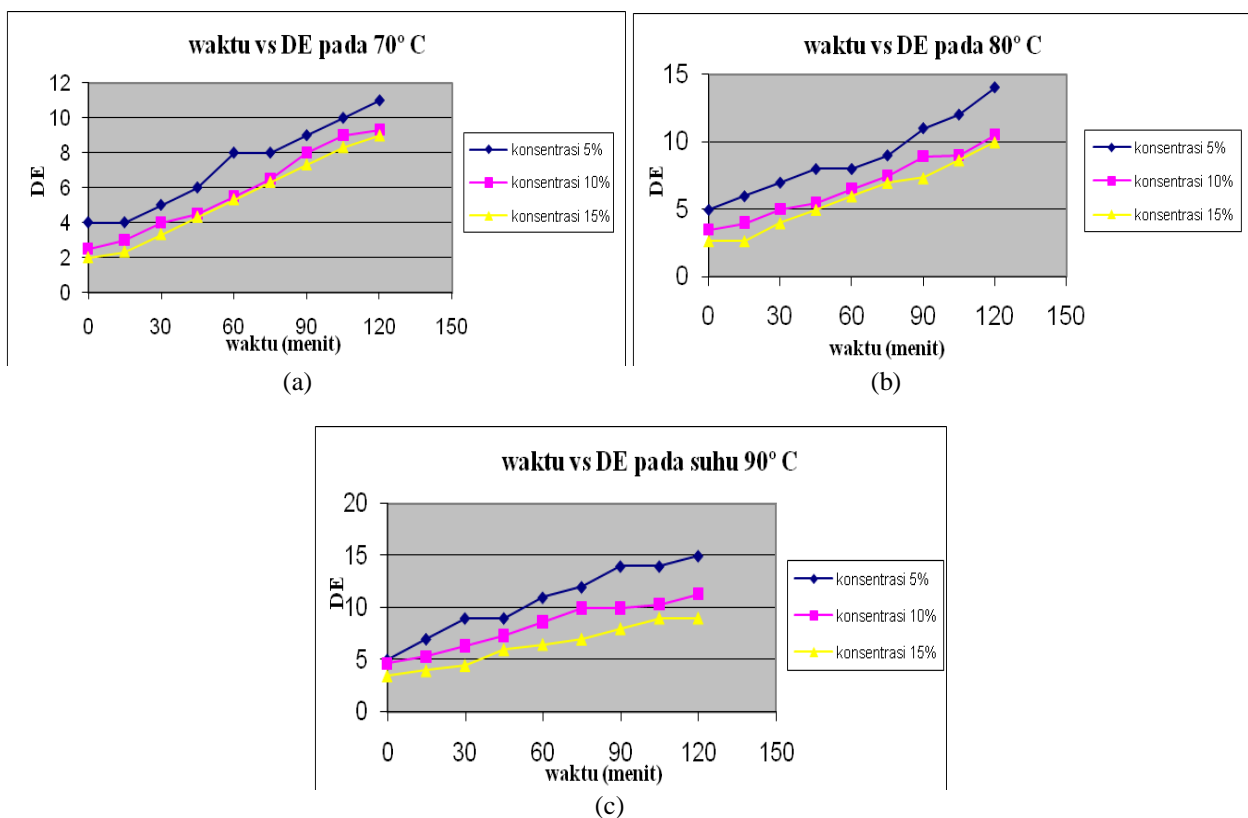


Dalam proses hidrolisa, konsentrasi dapat dinyatakan dalam mol reaktan. Konsentrasi pati rendah mengandung air dalam jumlah yang lebih banyak dari pada konsentrasi pati tinggi. Sehingga mol air lebih besar daripada mol pati, dan menggeser kesetimbangan kearah pembentukan produk. Dengan kata lain, produk dekstrin yang dihasilkan akan lebih banyak. Pada waktu yang sama, dekstrin yang dihasilkan meningkat. Semakin banyak dekstrin, *Dextrose Equivalent* (DE) produk dekstrin yang dihasilkan naik tiap satuan berat pati yang dihidrolisa. Faktor yang mempengaruhi nilai *Dextrose Equivalent* (DE) adalah lamanya hidrolisis, temperatur, jenis dan konsentrasi enzim yang digunakan. Konsentrasi pati yang encer akan mempermudah pengadukan dan kerja enzim (McPherson dan Seib, 1997).

Pada pembuatan dekstrin, digunakan enzim  $\alpha$ -amilase *B. Licheniformis* yang tahan terhadap suhu tinggi. Tiap kenaikan suhu 10°, enzim mengalami peningkatan aktivitas 50-100% (Worthington pub., 1972). Semakin tinggi suhu, aktivitas enzim mengalami peningkatan sehingga kecepatan pembentukan dekstrin lebih besar. Aktivitas

enzim dapat dinyatakan sebagai jumlah mol substrat yang diubah menjadi produk per satuan waktu tiap satuan mol enzim (Djumali, 1994). Untuk suhu dan dosis enzim yang sama, pada konsentrasi berapapun keaktifan enzim sama dan produk yang dihasilkan juga sama.

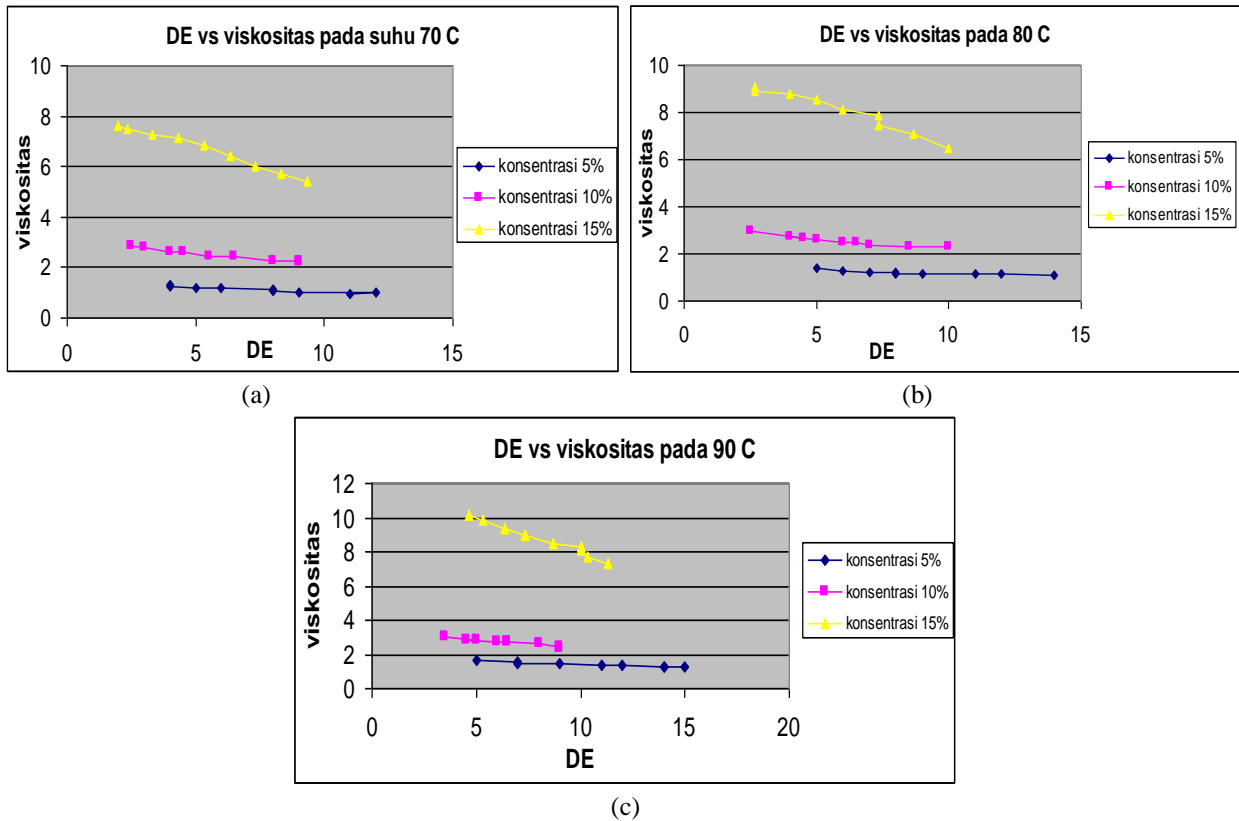
Pada konsentrasi pati rendah, waktu yang diperlukan untuk mencapai suhu liquifikasi lebih cepat dari pada konsentrasi pati tinggi. Sehingga pada waktu yang sama, dekstrin yang terbentuk pada konsentrasi pati rendah lebih banyak dari pada konsentrasi pati tinggi. Banyaknya dekstrin yang dihasilkan meningkatkan *Dextrose Equivalent* (DE) produk. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1 bahwa semakin lama waktu proses liquifikasi maka akan meningkatkan nilai *Dextrose Equivalent* (DE) dan semakin kecil konsentrasi pati, *Dextrose Equivalent* (DE) yang dihasilkan semakin tinggi. Hal tersebut menunjukkan hubungan *Dextrose Equivalent* (DE) dengan konsentrasi pati berbanding terbalik, tetapi searah dengan waktu. Bahwa semakin lama waktu yang diberikan, *Dextrose Equivalent* (DE) meningkat tetapi tidak berlaku untuk kenaikan konsentrasi patinya. Hal ini dikarenakan semakin lama pati terkonversi oleh enzim  $\alpha$ -amilase, semakin banyak pula nilai *Dextrose Equivalent* (DE) yang didapatkan (U.S Patent 4933279). Dengan konsentrasi pati lebih besar untuk terkonversi oleh enzim  $\alpha$ -amilase menjadi dekstrin membutuhkan waktu lama maka kenaikan konsentrasi pada waktu yang sama menyebabkan penurunan *Dextrose Equivalent* (DE) produk (Ozer et al., 2005)



Gambar 1. (a), (b), dan (c) Grafik Hubungan Antara Waktu Liquifikasi dengan *Dextrose Equivalent* (DE)

### Pengaruh *Dextrose Equivalent* (DE) Terhadap Viskositas

Viskositas dari produk dekstrin yang dihasilkan dianalisa dengan metode Leach (1951). Metode Leach digunakan untuk mengukur viskositas produk dekstrin dari konsentrasi pati 5%, 10%, dan 15%. Proses hidrolisa terjadi pada tahap liquifikasi. Meskipun liquifikasi dilakukan pada suhu tetap (70°C, 80°C, dan 90°C), namun viskositas akan turun. Saat hidrolisa terjadi pemutusan ikatan senyawa karbon kompleks (polisakarida) menjadi monosakarida atau disakarida. Akibat pemutusan ikatan (degradasi atau depolimerisasi), viskositas akan menurun (Baks, T., 2007). Semakin banyak ikatan yang diputus, monosakarida atau disakarida dengan berat molekul rendah lebih banyak, sehingga viskositasnya turun. Seperti terlihat pada Gambar 2, semakin besar *Dextrose Equivalent* (DE), viskositas larutan akan semakin rendah. Hal ini menunjukkan bahwa semakin banyak polisakarida yang terdegradasi, monosakarida dan disakarida yang dihasilkan semakin banyak. Mono atau disakarida banyak mengindikasikan dekstrin yang terbentuk semakin banyak, sehingga *Dextrose Equivalent* (DE) produk dekstrin yang dihasilkan tinggi namun terjadi perubahan sifat dari viskositas tinggi menjadi viskositas rendah.



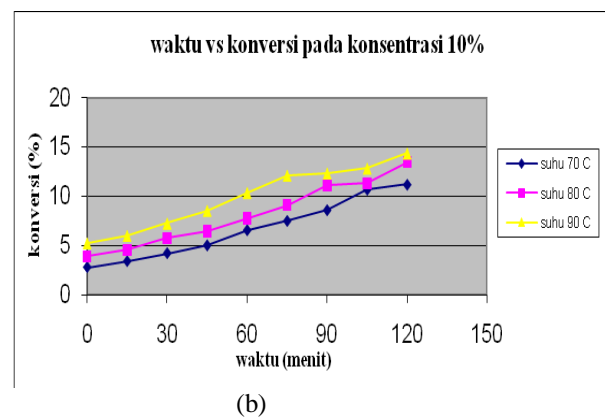
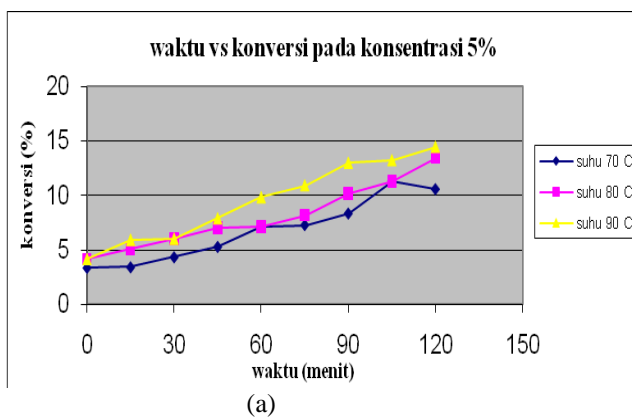
Gambar 2. (a), (b), (c) Grafik Hubungan Antara *Dextrose Equivalent* (DE) dengan Viskositas

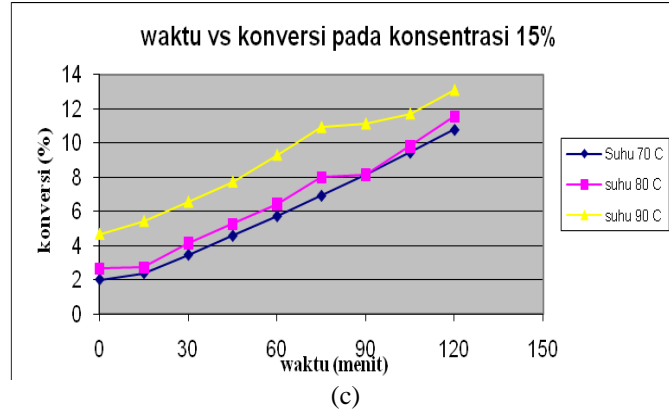
### Pengaruh Suhu Terhadap Konversi ( $X_a$ )

Dari hasil penelitian, didapatkan hasil bahwa semakin tinggi suhu maka konversi yang dihasilkan akan semakin tinggi pula. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius :

$$k = A \cdot e^{-E_a/R.T}$$

Dari persamaan Arrhenius, dapat diketahui bahwa suhu berbanding lurus dengan konstanta kecepatan reaksi sehingga dengan naiknya suhu maka reaksi akan semakin cepat. Demikian pula suhu berbanding lurus dengan konstanta Arrhenius yang mana semakin tinggi suhu suatu reaksi maka akan semakin tinggi pula intensitas terjadinya tumbukan antar partikel dalam larutan yang bereaksi. Dengan semakin besar intensitas tumbukan maka antar partikel akan menjadi aktif untuk terpicu bergabung dengan partikel yang lain membentuk senyawa baru sebagai hasil reaksi. Oleh karena  $E_a$  selalu berharga positif, rumus Arrhenius menunjukkan bahwa laju reaksi akan selalu meningkat dengan naiknya suhu reaksi. Bagi reaksi enzimatik, kenaikan suhu ini ada batasnya, yaitu pada saat temperatur denaturasi tercapai. Dari persamaan, semakin tinggi suhu, maka reaksi akan semakin cepat sehingga dengan waktu operasi yang sama, untuk suhu  $90^{\circ}\text{C}$  reaksi hidrolisa pati lebih cepat sehingga jumlah glukosa yang dihasilkan semakin banyak oleh karena itu konversi lebih besar dari pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  dan  $80^{\circ}\text{C}$ .





Gambar 3. (a), (b), dan (c) Grafik Hubungan Antara Waktu dengan Konversi Pada Berbagai Suhu Liquifikasi

**Pengaruh Kadar Suspensi Terhadap Konversi (Xa)**

Dari hasil penelitian, konversi (Xa) pada konsentrasi suspensi 5% lebih besar bila dibandingkan pada konsentrasi suspensi 10% dan 15%. Hal ini disebabkan pada konsentrasi suspensi 5%, molekul zat pereaksi mudah bergerak karena pada konsentrasi suspensi 5% lebih encer dibandingkan kadar pati 10% dan 15%, sehingga pada pati 5% tumbukannya semakin banyak, maka laju reaksi semakin besar. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius:

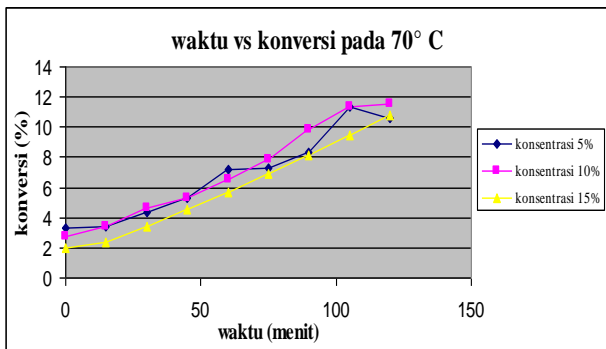
$$k = A \cdot e^{-Ea/R.T}$$

Karena laju reaksi semakin besar maka konstanta kecepatan reaksinya pun semakin besar pula, sehingga konversi (Xa) yang didapatkan juga akan naik. Hal ini sesuai dengan persamaan :

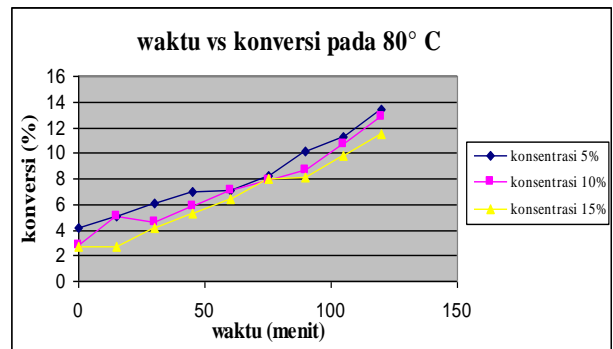
$$(1 - Xa) = e^{-k.t}$$

$$Xa = 1 - e^{-k.t}$$

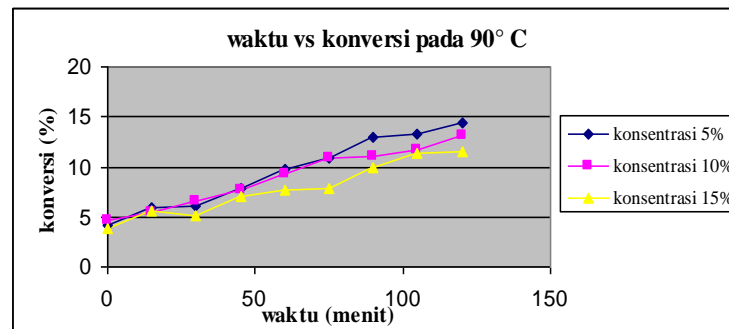
Dari persamaan tersebut dapat disimpulkan bahwa semakin besar konsentrasi suspensi pati, maka faktor tumbukannya akan semakin kecil sehingga harga konstanta kecepatan reaksinya pun juga akan kecil. Akibatnya konversi yang didapatkan akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya seperti terlihat pada Gambar 4.



(a)



(b)



(c)

Gambar 4. (a), (b), dan (c) Grafik Hubungan Antara Waktu Liquifikasi dengan Konversi Pada Berbagai Konsentrasi Pati

### Pengaruh Kadar Suspensi Terhadap Konstanta Kecepatan Reaksi ( $k$ )

Dari hasil penelitian diperoleh bahwa harga konstanta kecepatan reaksi ( $k$ ) pada kadar suspensi pati 5% dengan suhu  $90^{\circ}\text{C}$  lebih besar dibandingkan konsentrasi suspensi pati 5% pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$  dan  $80^{\circ}\text{C}$ , dan konsentrasi suspensi pati 10% pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$  dan  $90^{\circ}\text{C}$  serta konsentrasi suspensi pati 15% pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$ ,  $80^{\circ}\text{C}$  dan  $90^{\circ}\text{C}$ .

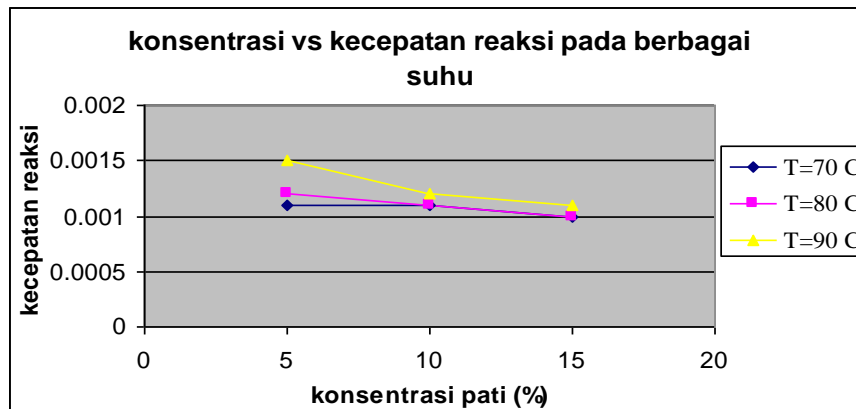
Tabel 2. Konstanta Kecepatan Reaksi Pada Berbagai Konsentrasi Pati

suhu	Konsentrasi suspensi pati		
	5%	10%	15%
$70^{\circ}\text{C}$	0,0011	0,0011	0,0010
$80^{\circ}\text{C}$	0,0012	0,0011	0,0010
$90^{\circ}\text{C}$	0,0015	0,0013	0,0012

Hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi suspensi, maka molekul-molekul zat pereaksi akan sulit bergerak, dikarenakan pada konsentrasi suspensi yang lebih besar larutannya akan semakin pekat, karena semakin pekat, maka ikatan molekul-molekulnya semakin erat sehingga molekul-molekul zat pereaksi akan sulit bergerak. Akibatnya proses hidrolisa selama liquifikasi akan terhambat dan harga konstanta kecepatan reaksi yang didapatkan semakin kecil. Hal ini sesuai dengan persamaan Arrhenius :

$$k = A \cdot e^{-E_a/R.T}$$

Dari persamaan Arrhenius di atas, semakin besar konsentrasi suspensi pati maka faktor tumbukan antar partikel zat pereaksi semakin kecil, sehingga harga konstanta kecepatan reaksinya pun juga akan semakin kecil pula.



Gambar 5. Grafik Hubungan Antara Konsentrasi Suspensi Pati dengan Konstanta Kecepatan Reaksi Pada Berbagai Suhu

### Perkiraan Waktu Untuk Mencapai Konversi 90% dari Total Pati

Perkiraan waktu untuk mencapai konversi yang ditentukan dapat dihitung dengan menggunakan rumus di bawah :

$$-r_a = -\frac{dC_a}{dt} = k \cdot C_a$$

$$-\frac{dC_a}{C_a} = k \cdot dt$$

$$\int_{C_{a0}}^{C_a} -\frac{dC_a}{C_a} = k \cdot t$$

$$-\ln \frac{C_a}{C_{a0}} = k \cdot t$$

dimana  $C_a = C_{a0} (1-X_a)$  , maka :



$$-\ln \frac{Ca0 \cdot (1 - Xa)}{Ca0} = k \cdot t$$

$$-\ln(1 - Xa) = k \cdot t$$

Dari hasil perhitungan konstanta kecepatan reaksi didapat hasil bahwa nilai konstanta kecepatan reaksi tertinggi didapat dari variabel kadar suspensi 5% dan suhu 90°C yaitu sebesar 0,0015.

Untuk mencapai konversi 90%, maka

$$-\ln(1 - Xa) = k \cdot t$$

$$-\ln(1 - 0,9) = 0,0015 t$$

$$t = 1535 \text{ menit}$$

$$t = 25,58 \text{ jam}$$

## KESIMPULAN

Dilihat dari kandungan nutrisi yang lengkap dan toksisitas yang sangat kecil, tepung biji durian layak untuk dikonsumsi. Semakin lama waktu proses liquifikasi maka akan meningkatkan nilai *Dextrose Equivalent* (DE) dan semakin kecil konsentrasi pati, *Dextrose Equivalent* (DE) yang dihasilkan semakin tinggi. Semakin besar *Dextrose Equivalent* (DE), viskositas larutan akan semakin rendah akibat adanya pemutusan ikatan (degradasi atau depolimerisasi). Pada penelitian yang telah dilakukan, suhu berbanding lurus dengan konstanta kecepatan reaksi sehingga dengan naiknya suhu maka reaksi akan semakin cepat. Demikian pula suhu berbanding lurus dengan konstanta Arrhenius yang mana semakin tinggi suhu suatu reaksi maka akan semakin tinggi pula intensitas terjadinya tumbukan antar partikel dalam larutan yang bereaksi sehingga konversi akan lebih besar. Semakin besar konsentrasi suspensi pati, maka faktor tumbukan akan semakin kecil sehingga harga konstanta kecepatan reaksinya pun juga akan kecil. Akibatnya konversi yang didapatkan akan semakin kecil, begitu pula sebaliknya. Waktu yang dibutuhkan oleh variabel kadar suspensi 5% pada suhu 90°C untuk mencapai konversi 90% dari total pati yang ada sekitar 25,58 jam

## UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih disampaikan kepada dosen pembimbing Dr. Mohammad Djaeni, S.T., M.Eng atas bimbingan dan waktunya.

## DAFTAR NOTASI

k = konstanta kecepatan reaksi  
 A = faktor tumbukan  
 Ea= energi aktivasi  
 R = konstanta gas, J/(kgmol K)  
 T = suhu operasi, K

## DAFTAR PUSTAKA

- Afif, M., (2007), "Pembuatan Jenang Dengan Tepung Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*)", hal 1-43
- Anonim, (2004); "The Use of Enzymes in Starch Hydrolysis", The Faculty of Engineering, Science and Built Environment, London South Bank University
- Anonim, (2009), "Dextrin". [www.wikipedia.com/dextrin](http://www.wikipedia.com/dextrin)
- Anonim, (2009), "Pati (Polisakarida)", [www.wikipedia.com](http://www.wikipedia.com)
- Anonim, (2009), "Pengembangan Produk dan Teknologi Proses, Dekstrin dan Tahap-Tahap Pembentukan Dekstrin"
- Fatimah, S., (2008), "Prarancangan Pabrik Sirup Glukosa Dari Tepung Tapioka Dan Air Kapasitas 55.000 Ton/Tahun", UMS
- <http://andyafood.wordpress.com/2008/10/04/pembuatan-sirup-glukosa-dari-pati-ubi-jalar-ipomoea-batatas-dengan-metode-enzimatis/>
- <http://id.wikipedia.org/wiki/durian>, diakses 23 Januari 2010
- Rofaida, L. L., (2008), "Komparasi Uji Karbohidrat Pada Produk Olahan Makanan Dari Tepung Terigu Dan Tepung Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*)", Skripsi, UMS, hal 1-7

- Suryani, Ani dan Mangunwidjaja, Djumali, (1994), "Teknologi Bioproses, Penebar Swadaya, Jakarta, pp. 63
- Wahyono, (2009), "Karakteristik Edible Film Berbahan Dasar Kulit Dan Pati Biji Durian (*Durio Sp*) Untuk Pengemasan Buah Strawberry", Skripsi, UMS, hal 1-9
- Winarno, F.G., (1984 ), "Enzim Pangan", PT Gramedia, Jakarta, pp. 35-53.
- Woodman, (1941), "A. Food Analysis, 4<sup>th</sup> edition", Mc Graw-Hill Book Company Inc. New York.