

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Singkong merupakan salah satu varietas umbi-umbian yang tidak asing bagi penduduk Indonesia, hal ini dikarenakan keberadaannya dapat disejajarkan dengan beras dan jagung yang merupakan bahan pokok sebagian besar masyarakat Indonesia. Masyarakat Indonesia biasa mengolah singkong menjadi berbagai makanan olahan seperti tiwul, utri, kerupuk, tape dan gethuk. Disamping itu, singkong juga dapat diolah menjadi tepung tapioka atau pati, yang nantinya dapat dimanfaatkan pada berbagai industri pangan dan industri kimia lainnya (Trubus, 2009).

Pati alami (belum dimodifikasi) mempunyai beberapa kekurangan pada karakteristiknya yaitu membutuhkan waktu yang lama dalam pemasakan (sehingga membutuhkan energi tinggi), pasta yang terbentuk keras dan tidak bening, selain itu sifatnya terlalu lengket dan tidak tahan perlakuan dengan asam. Dengan berbagai kekurangan tadi, maka dikembangkan berbagai modifikasi terhadap tepung tapioka yang diharapkan dapat memenuhi kebutuhan pasar (industri) baik dalam skala nasional maupun internasional (ekspor). Industri pengguna pati menginginkan pati yang mempunyai kekentalan yang stabil baik pada suhu tinggi maupun rendah, mempunyai ketahanan baik terhadap perlakuan mekanis, dan daya pengentalannya tahan pada kondisi asam dan suhu tinggi. Sifat-sifat penting lainnya yang diinginkan ada pada pati termodifikasi diantaranya adalah kecerahannya lebih tinggi (pati lebih putih), kekentalan lebih tinggi, gel yang terbentuk lebih jernih, tekstur gel yang dibentuk lebih lembek, kekuatan regang rendah, granula pati lebih mudah pecah, waktu dan suhu gelatinisasi yang lebih rendah, serta waktu dan suhu granula pati untuk pecah lebih rendah (Ebookpangan, 2006).

Berbagai proses kimia yang dapat diterapkan pada modifikasi pati diantaranya oksidasi, hidrolisa, *cross-linking* atau *cross bonding* dan substitusi (Fleche, 1985). Maltodekstrin merupakan salah satu produk hasil hidrolisa pati dengan menggunakan asam maupun enzim, yang terdiri dari campuran glukosa, maltosa, oligosakarida, dan dekstrin (Demam, 1993). Lloyd dan Nelson, 1984 dan Kennedy et al, 1995 dalam ebookpangan menyatakan bahwa produk hasil hidrolisis enzimatis pati mempunyai karakteristik yaitu tidak higroskopis, meningkatkan viskositas produk, membentuk matrik hidrogel, mempunyai daya rekat, dan ada yang dapat larut dalam air seperti laktosa.

Karakteristik maltodekstrin yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh karakteristik tepung yang digunakan dan proses yang dipilih. Maltodekstrin dapat diproduksi dengan tiga macam proses, yaitu secara enzimatik, basah dan proses kering (Ebookpangan, 2006). Pada penelitian yang dilakukan oleh O.S. Azeez (2005) dengan judul produksi dekstrin dari tepung tapioka, variabel proses yang digunakan yaitu waktu hidrolisa, temperatur hidrolisa, dan konsentrasi katalis. Respon yang diuji adalah *relative solubility*. Sedangkan penelitian dilakukan oleh Hiroki Takata, Takhesi Takata, Hiroyasu Nakamura, et al (1997) dengan judul *Production and some properties of a dextrin with narrow size distribution by cyclization reaction of branching enzim*, variabel yang digunakan dalam penelitian tersebut adalah konsentrasi amilopektin, jenis amilopektin dan waktu hidrolisa. Respon berupa nilai *dextrose equivalent* dan *relative solubility* di uji dengan *gel permeation chromatography*.

1.2 Perumusan Masalah

Masalah utama yang menjadi tujuan dalam penelitian ini adalah peningkatan mutu tepung tapioka sehingga dapat meningkatkan nilai ekonomis dari tepung tapioka itu sendiri. Peningkatan mutu tepung tapioka dapat dilakukan dengan cara modifikasi tepung tapioka menggunakan proses hidrolisa parsial secara enzimatik. Maka dalam penelitian ini dilakukan pengamatan terhadap berbagai variabel proses yang berpengaruh dalam proses hidrolisa parsial pati singkong secara enzimatik dalam pembuatan maltodekstrin.

1.3 Tujuan Penelitian

1. Menerapkan proses hidrolisa parsial secara enzimatik pada modifikasi tepung tapioka sehingga dapat meningkatkan kualitas tepung tapioka.
2. Mengkaji berbagai variabel yang berpengaruh dalam proses operasi hidrolisa parsial pati singkong secara enzimatik dalam pembuatan maltodekstrin.
3. Mengamati perubahan sifat-sifat fisika maupun kimia dari maltodekstrin yang dihasilkan.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Singkong

Singkong yang juga dikenal sebagai ketela pohon atau ubi kayu, dalam bahasa Inggris bernama *cassava*, adalah pohon dari keluarga *Euphorbiaceae* dan merupakan tanaman tahunan dari negara tropis dan subtropis (Wikipedia Indonesia).



Gambar 2.1 Ketela Pohon

Ketela pohon (*Manihot Utilisima*) mempunyai kemampuan untuk membentuk gel melalui proses pemanasan (90°C atau lebih) sebagai akibat pecahnya struktur amilosa dan amilopektin. Dengan terbentuknya gel ini, ketela mampu menjebak udara dan air bebas. Pemecahan ikatan amilosa dan amilopektin akan menyebabkan terjadinya perubahan lebih lanjut seperti peningkatan molekul air sehingga terjadi penggelembungan molekul, pelelehan kristal, dan terjadi peningkatan viskositas (M.J. Deman, 1993).

2.2 Proses Pembuatan Tepung Tapioka

Tepung tapioka berbentuk butiran pati yang banyak terdapat dalam sel umbi singkong. Skema proses pembuatan tepung tapioka disajikan pada Gambar 2. Adapun urutan pengerjaan proses pembuatannya adalah sebagai berikut:

1. Pengupasan dan pencucian

Singkong terlebih dahulu dikupas kulitnya. Setelah singkong dikupas kemudian dicuci untuk menghilangkan lendir di bawah kulit. Pencucian dilakukan dalam bak permanen dan pencucian yang baik adalah air selalu mengalir terus menerus, dengan demikian air selalu diganti.

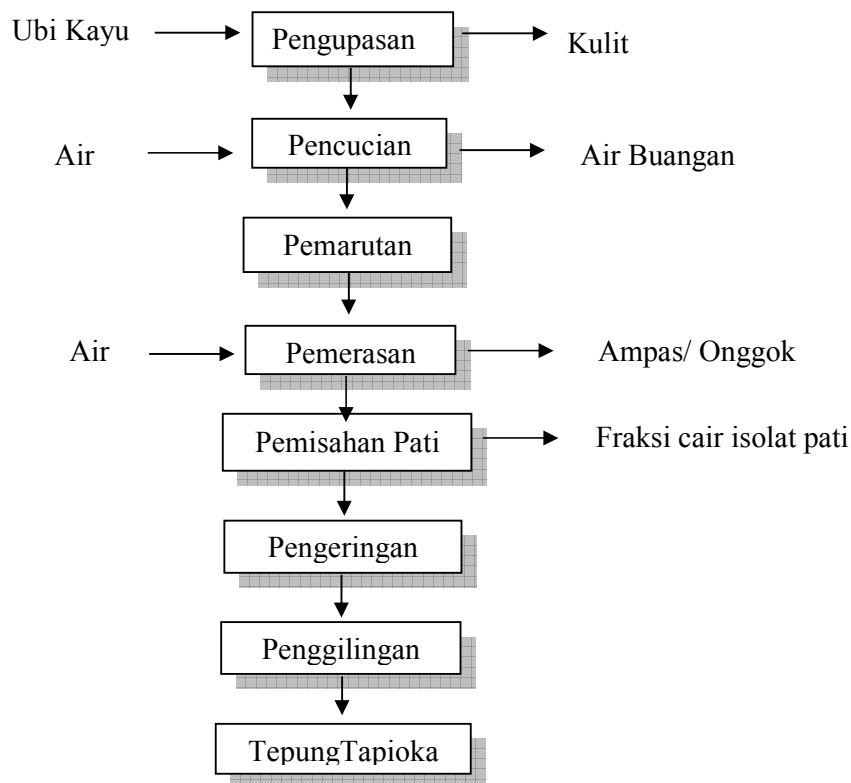
2. Pamarutan

Selesai pencucian, singkong dimasukkan dalam mesin pamarut untuk diparut menjadi bubur. Mesin parut terus menerus dicuci dengan air. Air ini mengalirkan bubur ke dalam

satu bak dan disinilah bubur dikocok. Dari bak bubur singkong dimasukkan ke alat yang terbuat dari anyaman kawat halus.

3. Pemerasan dan penyaringan

Pemerasan dan penyaringan dilakukan dengan mesin (saringan getar). Alat penyaring ini terbuat dari anyaman kawat halus atau selapis tembaga tipis yang berlubang kecil-kecil. Bubur dimasukkan dalam alat dan pengairan terus berlangsung. Air dari penyaringan ditapis dengan kain tipis yang dibawahnya disediakan wadah untuk menampung aliran air tersebut. Di atas saringan ampas tertahan, sementara air yang mengandung pati ditampung dalam wadah pengendapan.



Gambar 2.2 Skema proses pembuatan tepung tapioka

4. Pengendapan

Pengendapan dimaksudkan untuk memisahkan pati murni dari bagian lain seperti ampas dan unsur-unsur lainnya. Pada pengendapan ini akan terdapat butiran pati termasuk protein, lemak, dan komponen lain yang stabil dan kompleks. Jadi akan sulit memisahkan butiran pati dengan komponen lainnya. Bahkan ini terdapat berbagai senyawa sehingga dapat menimbulkan bau yang khas. Senyawa alkohol dan asam organik merupakan komponen yang mempunyai bau khas. Butiran pati yang akan

diperoleh berukuran sekitar 4-24 mikron (1 mikron sama dengan 0,001 mm). Sifat kekentalan (*viskositas*) cairan tapioka tidak jauh berbeda dengan air biasa. Butiran pati yang berbentuk bulat dan mempunyai berat jenis 1,5 dan butiran ini harus cepat diendapkan. Kecepatan endapan sangat ditentukan oleh besarnya butiran pati, keasaman air rendaman, kandungan protein yang ikut, ditambah zat koloidal lainnya. Pengendapan butiran (*granula*) umumnya berlangsung selama 24 jam dan akan menghasilkan tebal endapan sekitar 30 cm.

5. Pengeringan

Pengeringan disini dimaksudkan untuk menguapkan kandungan air sehingga diperoleh tepung tapioka yang kering. Untuk itu endapan pati harus segera dikeringkan. Pengeringan bisa menggunakan sinar matahari, atau pengeringan buatan. Pengeringan buatan yang sering digunakan adalah *batch drier*, *oven drier*, *cabinet drier*, dan *drum drier*. Endapan pati yang terbentuk semi cair ini mempunyai kandungan air sekitar 40 % dan dengan pengeringan langsung akan bisa turun sampai 17%. Dalam pengeringan harus diperhatikan faktor suhu terutama yang menggunakan panas buatan. Suhu jangan melebihi 70 - 80 °C. Gumpalan-gumpalan pati setelah keluar dari pengeringan langsung dihancurkan guna mendapatkan tepung yang diinginkan. Penghancuran dapat melalui rol atau disintegrator. Hasil dari penghancuran ini masih berupa tepung kasar. Untuk memperoleh tepung yang halus maka perlu disaring atau diayak.

Tabel 2.1 Komposisi Singkong dan Tepung Tapioka

Kandungan	Unit/100gram	
	Singkong	Tepung Tapioka
Kalori (Kal)	146	363
Protein (gr)	1,2	1,1
Lemak (gr)	0,3	0,5
Karbohidrat (gr)	34,7	88,2
Zat kapur (mg)	33	84
Phospor (mg)	40	125
Zat besi	0,7	1,0
Vit A (S.I)	0	0
Thiamine (mg)	20	0,4
Vit C (mg)	38	0
Air (gr)	62,50	10 - 13

(Pinus Lingga dkk, 1992)

2.3 Starch (pati)

Starch (pati) atau amilum adalah karbohidrat kompleks yang tidak larut dalam air, berwujud bubuk putih, tawar dan tidak berbau. Pati merupakan bahan utama yang dihasilkan oleh tumbuhan untuk menyimpan kelebihan glukosa (sebagai produk fotosintesis) dalam jangka panjang. Sumber pati utama di Indonesia adalah beras disamping itu dijumpai beberapa sumber pati lainnya yaitu : jagung, kentang, tapioka, sagu, gandum, dan lain-lain. Hewan dan manusia juga menjadikan pati sebagai sumber energi yang penting (Wikipedia Indonesia).

Menurut Wikipedia Indonesia, pati tersusun dari dua macam karbohidrat, amilosa dan amilopektin, dalam komposisi yang berbeda-beda. Amilosa memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Amilosa memberikan warna ungu pekat pada tes iodin sedangkan amilopektin tidak bereaksi. Pati digunakan sebagai bahan yang digunakan untuk memekatkan makanan cair seperti sup dan sebagainya. Dalam industri, pati dipakai sebagai komponen perekat, campuran kertas dan tekstil, dan pada industri kosmetika. Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula. Bentuk dan ukuran granula merupakan karakteristik setiap jenis pati, karena itu digunakan untuk identifikasi (Hill dan Kelley, 1942). Selain ukuran granula karakteristik lain adalah bentuk, keseragaman granula, lokasi hilum, serta permukaan granulanya (Hodge dan Osman, 1976).

Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak (Bank dan Greenwood, 1975). Umumnya pati mengandung 15 – 30% amilosa, 70 – 85% amilopektin dan 5 – 10% material antara. Struktur dan jenis material antara tiap sumber pati berbeda tergantung sifat-sifat botani sumber pati tersebut. Secara umum dapat dikatakan bahwa pati biji-bijian mengandung bahan antara yang lebih besar dibandingkan pati batang dan pati umbi (Greenwood, 1975).

Sifat *birefringence* dari granula pati adalah sifat merefleksikan cahaya terpolarisasi sehingga di bawah mikroskop terlihat hitam-putih. Pada waktu granula mulai pecah sifat *birefringence* ini akan hilang. Kisaran suhu yang menyebabkan 90% butir pati dalam air panas membengkak sedemikian rupa sehingga tidak kembali ke bentuk normalnya disebut “*Birefringence End Point Temperature*” atau disingkat BEPT (Winarno, 1984).

Secara mikroskopik terlihat bahwa granula pati dibentuk oleh molekul-molekul yang membentuk lapisan tipis yang tersusun terpusat. Granula pati bervariasi dalam bentuk dan

ukuran, ada yang berbentuk bulat, oval, atau bentuk tak beraturan demikian juga ukurannya, mulai kurang dari 1 mikron sampai 150 mikron ini tergantung sumber patinya (Tabel 2).

Tabel 2.2 Karakteristik Granula Pati

Sumber	Diameter	
	Kisaran (μm)	Rata-rata (μm)
Jagung	21 – 96	15
Kentang	15 – 100	33
Ubi jalar	15 – 55	25 – 50
Tapioka	6 – 36	20
Gandum	2 – 38	20 – 22
Beras	3 – 9	5

(Ebookpangan, 2006)

Sifat-sifat pati sangat tergantung dari sumber pati itu sendiri. Beberapa sifat dari pati singkong (tapioka), jagung, kentang, gandum yaitu :

Tabel 2.3 Sifat Granula Beberapa Jenis Pati

Pati	Tipe	Diameter	Bentuk
Jagung	Biji-bijian	15 μm	Melingkar, poligonal
Kentang	Umbi-umbian	33 μm	Oval, bulat
Gandum	Biji-bijian	15 μm	Melingkar, lentikuler
Tapioka	Umbi-umbian	33 μm	Oval, kerucut potong

Beynum dan Roels (1985)

Tabel 2.4 Karakteristik Gelatinisasi Beberapa Jenis Pati

Pati	Suhu gelatinisasi	Suhu pemastan	“Peak” viskositas	Daya pembengkakan
	Koffer ($^{\circ}\text{C}$)	Brabender ($^{\circ}\text{C}$)	Brabender (BU)	pada 95 $^{\circ}\text{C}$ (BU)
Jagung	62-67-72	75-80	700	24
Kentang	58-63-68	60-65	3000	1153
Gandum	58-61-64	80-85	200	21
Tapioka	59-64-69	65-70	1200	71

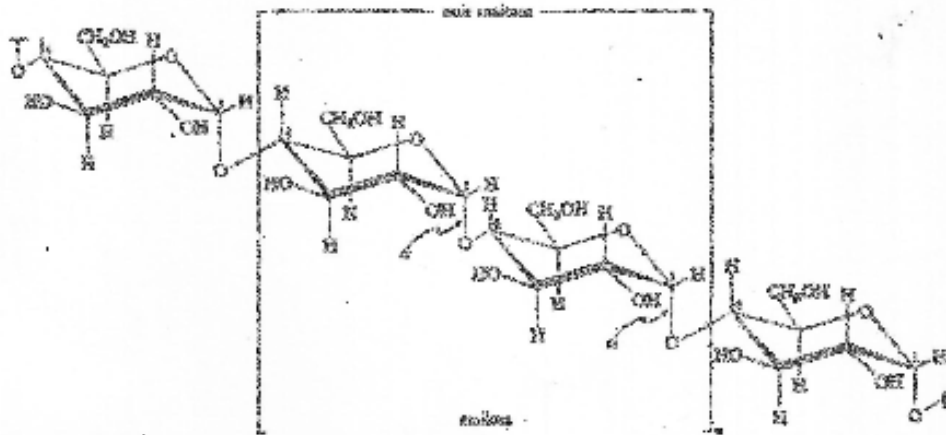
(Beynum dan Roels,1985)

Bentuk butiran pati secara fisik berupa semikristalin yang terdiri dari unit kristal dan unit amorf (Bank dan Greenwood, 1975). Unit kristal lebih tahan terhadap perlakuan asam kuat dan enzim. Bagian amorf dapat menyerap air dingin sampai 30% tanpa merusak struktur pati secara keseluruhan (Hodge dan Osman, 1976). Sampai saat ini diduga bahwa amilopektin merupakan komponen yang bertanggung jawab terhadap sifat-sifat kristal dari granula pati (Bank, 1973).

Pemeriksaan dengan *polarizing microscope* memperlihatkan bahwa pati dengan amilopektin tinggi tetap memperlihatkan pola *birefringen*-nya seperti pati normal, sementara pati dengan kandungan amilosa yang tidak tinggi dan tidak memperlihatkan pola seperti dari normal (Ebookpangan, 2006).

2.4 Amilosa

Menurut Wikipedia Indonesia, amilosa merupakan polisakarida, polimer yang tersusun dari glukosa sebagai monomernya. Tiap-tiap monomer terhubung dengan ikatan 1,4-glikosidik. Amilosa merupakan polimer tidak bercabang yang bersama-sama dengan amilopektin menjadi komponen penyusun pati. Dalam masakan, amilosa memberi efek keras bagi pati atau tepung.



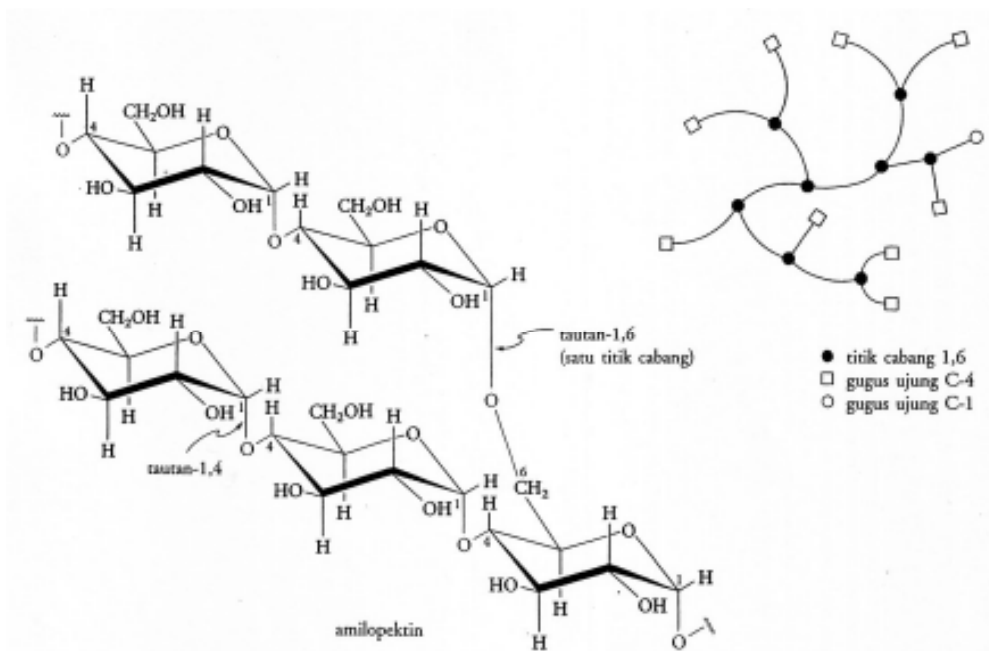
Gambar 2.3 Rumus bangun amilosa

2.5 Amilopektin

Menurut Wikipedia Indonesia, 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 1,4-glikosidik, sama dengan amilosa. Namun demikian, pada amilopektin terbentuk cabang-cabang (sekitar tiap 20 mata rantai glukosa) dengan ikatan 1,6-glikosidik. Amilopektin tidak larut dalam air.

Dalam produk makanan amilopektin bersifat merangsang terjadinya proses mekar (*puffing*) dimana produk makan yang berasal dari pati yang kandungan amilopektinnya tinggi akan bersifat ringan, porus, garing dan renyah. Kebalikannya pati dengan kandungan amilosa tinggi, cenderung menghasilkan produk yang keras, pejal, karena proses mekarnya terjadi secara terbatas.



Gambar 2.4 Rumus bangun amilopektin

2.6 Modifikasi Pati

Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia (asetilasi, esterifikasi, sterifikasi atau oksidasi) atau dengan mengganggu struktur asalnya (Fleche, 1985). Sedangkan menurut Glicksman (1969) dalam ebookpangan, pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan untuk menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat lainnya. Perlakuan ini dapat mencakup penggunaan panas, asam, alkali, zat pengoksidasi atau bahan kimia lainnya yang akan menghasilkan gugus kimia baru dan atau perubahan bentuk, ukuran serta struktur molekul pati.

Beberapa metode yang dapat memodifikasi pati antara lain modifikasi dengan pemuliaan tanaman, konversi dengan *hidrolisis*, *cross linking*, *derivatisasi* secara kimia, merubah menjadi *sirup* dan gula dan perubahan sifat-sifat fisik (Furia, 1968) dalam penelitian Murwani. Modifikasi dengan konversi dimaksudkan untuk mengurangi viskositas dari pati mentah hingga dapat dimasak dan digunakan pada konsentrasi yang lebih tinggi, pati akan lebih mudah larut dalam air dingin dan memperbaiki sifat kecenderungan pati untuk membentuk gel atau pasta (Furia, 1968) dalam penelitian Murwani.

Pati yang telah termodifikasi akan mengalami perubahan sifat yang dapat disesuaikan untuk keperluan-keperluan tertentu. Sifat-sifat yang diinginkan adalah pati yang memiliki viskositas yang stabil pada suhu tinggi dan rendah, daya tahan terhadap *shering* mekanis yang baik serta daya pengental yang tahan terhadap kondisi asam dan suhu sterilisasi (Wirakartakusuma, et al., 1989).

Teknik modifikasi dapat dibagi dalam tiga tipe yaitu modifikasi sifat rheologi, modifikasi dengan stabilisasi, dan modifikasi spesifik. Termasuk dalam modifikasi sifat rheologi adalah depolimerisasi dan ikatan silang. Proses depolimerisasi akan menurunkan viskositas dan karena itu dapat digunakan pada tingkat total padatan yang lebih tinggi. Cara yang dapat dilakukan meliputi dekstrinasi, konversi asam, dan konversi basa dan oksidasi. Penelitian Murwani (1989) memperlihatkan bahwa modifikasi asam dan oksidan dapat menurunkan viskositas pati jagung. Sifat pati termodifikasi yang dihasilkan dipengaruhi oleh pH, suhu inkubasi dan konsentrasi pati yang digunakan selama proses modifikasi. Sedangkan teknik ikatan silang akan membentuk jembatan antara rantai molekul sehingga didapatkan jaringan makro molekul yang kaku. Cara ini akan merubah sifat rheologi dari pati dan sifat resistensinya terhadap asam.

Pemakaian produk-produk modifikasi pati dalam industri adalah sebagai berikut (Tjokroadikoesoemo, 1986) dalam ebookpangan;

1. *Starch Acetate* digunakan dalam pembuatan saus kental, salad cream, dan mayonaise.
2. *Thin boiling starch* terutama digunakan dalam pembuatan *gypsum wallboard* dan juga digunakan *gumdrop candies* serta *sizing* tekstil.
3. Pati teroksidasi, pemakaian terbesarnya adalah pada pabrik kertas kualitas tinggi.
4. Pati ikatan silang dimana pati ini memiliki banyak kegunaannya, dalam industri kertas pati ini dicampur dalam pulp sehingga kertas yang dihasilkan lebih kuat. Sebagian pati ini digunakan dalam pembuatan makanan instan, misalnya puding dan sebagai kontrol terhadap viskositas lumpur pemboran. Pati ikatan silang, digunakan dalam bahan pangan

sebagai *pei filing* pengalengan sop, *gravy*, saus kegunaannya dalam penyiapan pangan lain seperti untuk pembuatan makanan bayi dan *salad dressing*. Penggunaan di luar pangan sangat beraneka ragam termasuk di dalamnya memberi sifat kedap air pada kotak-kotak kardus, *sizing* tekstil dan kertas.

5. Turunan-turunan pati, seperti pati kationik dalam pabrik kertas dipergunakan untuk aditif dan sebagai emulsifier pati hidroksi alkil banyak digunakan untuk *surface sizing* pada kertas dan untuk *paper coating* dan beberapa penggunaan lainnya.

Prinsip dasar untuk memperoleh produk pati termodifikasi (ebookpangan, 2006) yaitu:

1. *Starch Acetate* diperoleh dengan cara menyusupkan gugus karboksil ke rantai *starch*, sehingga dihasilkan *starch* termodifikasi dengan viskositas, *swelling power*, dan *solubility* yang tinggi.
2. *Thin Boilling Starch*, diperoleh dengan cara mengasamkan suspensi pati pada pH tertentu dan memanaskannya pada suhu tertentu sampai diperoleh derajat konversi atau modifikasi yang diinginkan. Kemudian dilakukan penetralan, penyaringan, pencucian dan pengeringan. Pengaruh dari pH dan suhu sehingga menyebabkan sebagian pati terhidrolisis menjadi dekstrin maka dihasilkan pati dengan viskositas yang rendah.
3. Pati teroksidasi, diperoleh dengan cara mengoksidasi pati dengan senyawa-senyawa pengoksidasi (oksidan) dengan bantuan katalis yang umumnya adalah logam berat atau garam dari logam berat yang dilakukan pada pH tertentu, suhu dan waktu reaksi yang sesuai.
4. *Pregelatinized Starch*, pati ini diperoleh dengan cara memasak pati pada suhu pemasakan, kemudian mengeringkannya dengan menggunakan rol-rol (*drum drying*) yang dipanaskan dengan cara melewatkannya pada proses ini terjadi kerusakan granula tetapi amilosa dan amilopektinnya tidak terdegradasi seperti yang diperlihatkan oleh tidak adanya materi dengan berat molekul yang rendah dari hasil analisa kromatografi gelfermiase. Pregelatinisa pati mempunyai sifat umum yaitu terdispersi dalam air dingin. Parameter pengeringan seperti rol dan gap antar rol dapat mempengaruhi sifat dan karakteristik dari pati yang diperoleh seperti, produk yang halus dan lembut memberikan viskositas yang tinggi dari dispersi tetapi cenderung menyerap air terlalu cepat menyebabkan produk menjadi lembek, hal ini dapat dicegah dengan pemberian *hydrofobik agent* pada partikel. Bentuk dan karakteristik densitas mempengaruhi karena terbentuknya lapisan yang tebal dan padat serta mempunyai tingkat absorpsi air yang rendah, viskositas pasta panas yang tinggi dan viskositas pasta dingin yang rendah.

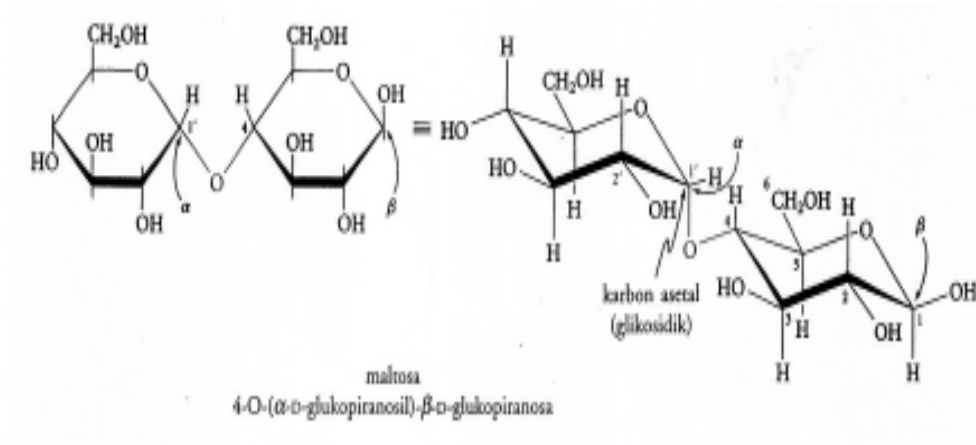
5. Pati ikatan silang (*cross-linking*) dimana pati ini diperoleh dengan cara perlakuan kimia yaitu dengan penambahan *cross-linking agent* yang dapat menyebabkan terbentuknya ikatan-ikatan (jembatan) baru antar molekul di dalam pati itu sendiri atau diantara molekul pati yang satu dengan molekul pati yang lain.
6. Dekstrin, dibuat dari pati melalui proses enzimatik atau proses asam yang disertai perlakuan pemanasan. Sifat-sifat yang penting dari dekstrin ialah viskositas menurun, kelarutan dalam air dingin meningkat dan kadar gula menurun.
7. Turunan pati, pati termodifikasi ini dibuat dengan mereaksikan pati dengan pereaksi monofungsional untuk memasukkan gugus-gugus pengganti pada gugus hidroksil. Kegunaan proses ini adalah untuk menstabilkan amilosa dan amilopektin, untuk memperoleh sifat-sifat fungsional yang spesifik. Dengan memasukkan gugus (asetat, hidroksipropil, dan sebagainya) ke dalam molekul, maka sifat-sifat pati akan berubah.
8. Siklodekstrin (CD), merupakan produk pati modifikasi yang berbentuk siklis (*ring*) yang mengandung 6 – 12 unit glukosa. CD α , β dan γ masing-masing mengandung 6, 7, dan 8 unit glukosa. CD dibuat dari pati dengan bantuan enzim *cyclomaltodextrin glucanotransferase* (CG Tase). CD dapat pula dimodifikasi secara kimia sehingga kelarutannya meningkat dalam air atau depolimerasi menjadi copolimer yang tidak larut. CD mempunyai sifat yang menarik yaitu dapat melindungi molekul-molekul lain dalam *ring*nya, oleh karena itu CD dapat melindungi emulsi dan bahan-bahan yang sensitif terhadap cahaya, oksigen dan panas. Aplikasi CD dalam pangan, melindungi bahan *flavouring* dan *flavour*. Rempah-rempah supaya tidak menguap, menutup rasa pahit pada jus buah-buahan, meningkatkan stabilitas emulsi minyak (melindungi minyak dari oksidasi), meningkatkan kemampuan berbusa dari putih telur, mengontrol dan menutupi warna produk, mencegah pengendapan dalam minuman ringan dan buah-buahan dalam kaleng dan banyak lagi pemakaian lainnya.

2.7 Hidrolisis Enzim

Pati dapat dipecah menjadi unit-unit yang lebih kecil yaitu dengan memotong ikatan-ikatan glikosidiknya. Salah satu enzim yang dapat memotong ikatan tersebut adalah enzim α -amilase. Enzim α -amilase (α - 1,4 glukanhidrolase atau EC 3.2.1.1) terdapat pada tanaman, jaringan mamalia, jaringan mikroba. α -amilase murni dapat diperoleh dari berbagai sumber, misalnya dari *malt (barley)*, air berbagai sumber, misalnya dari *malt (barley)*, air liur manusia

dan pankreas. Dapat juga diisolasi dari *Aspergillus oryzae* dan *Bacillus subtilis* dan *c Bacillus licheformis* (Reilly, 1985).

α - amilase adalah endo enzim yang kerjanya memutus ikatan α - 1,4 secara acak di bagian dalam molekul baik pada amilosa maupun pada amilopektin. Sifat dan mekanisme kerja enzim α - amilase tergantung pada sumbernya. Umumnya α - amilase memotong ikatan di bagian tengah rantai sehingga menurunkan kemampuan pati mengikat zat warna iodium. Hidrolisis dengan α - amilase menyebabkan amilosa terurai menjadi maltosa dan maltotriosa. Pada tahap selanjutnya maltotriosa terurai kembali menjadi maltosa dan glukosa (Walker dan Whelan dalam Fogarty, 1983).



Gambar 2.5 Rumus bangun maltosa

Cara kerja enzim α - amilase terjadi melalui dua tahap, yaitu : pertama, degradasi amilosa menjadi maltosa dan maltotriosa yang terjadi secara acak. Degradasi ini terjadi sangat cepat dan diikuti dengan menurunnya viskositas yang cepat pula. Kedua, relatif sangat lambat yaitu pembentukan glukosa dan maltosa sebagai hasil akhir dan caranya tidak acak. Keduanya merupakan kerja enzim α - amilase pada molekul amilosa saja (Winarno, 1983).

Kerja α - amilase pada amilopektin akan menghasilkan glukosa, maltosa dan berbagai jenis α - limit dekstrin, yaitu oligosakarida yang terdiri dari empat atau lebih residu gula yang semuanya mengandung ikatan α - 1,6 (Winarno, 1983). Aktivitas optimal dari enzim dipengaruhi oleh berbagai faktor. Faktor-faktor penting yang berpengaruh di antaranya adalah pH dan suhu. Kisaran pH optimum untuk enzim α - amilase berkisar antara 4,5 – 6,5 dan dengan kisaran suhu optimum 40 – 60 °C (ebookpangan, 2006). Enzim yang dihasilkan oleh kapang *Aspergillus oryzae* mempunyai aktivitas optimum pada pH 5,5 dan suhu 37 – 40 °C (Ebookpangan, 2006).

Enzim α - amilase merupakan enzim yang digolongkan sebagai enzim hidrolase. Jenis ikatan polimer pada amilosa lebih mudah dipotong oleh enzim α - amilase daripada jenis ikatan polimer yang amilopektin. Kerja enzim α - amilase dalam menghidrolisis pati adalah dengan memotong ikatan α - amilase - 1,4, tapi tidak memotong α - 1,6 (ebookpangan, 2006)). Laju hidrolisis akan meningkat bila tingkat polimerisasi menurun, dan laju hidrolisis akan lebih cepat pada rantai lurus. Hidrolisis amilosa lebih cepat dibanding hidrolisis terhadap amilopektin (Ebookpangan, 2006).

Enzim α - amilase tidak mengandung koenzim, tapi merupakan kalsium metalo enzim dengan sekurang-kurangnya mengandung satu atau Ca per molekul enzim (ebookpangan, 2006). Kulp (1975) dalam ebookpangan menyatakan adanya ion⁺⁺ sangat mempengaruhi aktivitas α - amilase. Ion Ca yang terikat dengan menggunakan zat pengkelat. Ion logam kalsium berfungsi mengkatalis aktifitas α - amilase, sehingga tahap terhadap perubahan suhu, pH, perlakuan urea atau adanya protease seperti pepsin, tripsin, substilin dan papain. Menurut Whitaker (1972) dalam ebookpangan, ion Ca tidak bekerja langsung dalam pembentukan kompleks enzim-substrat, tetapi mempertahankan molekul enzim tetap aktifitas dan stabilitas maksimum.

Modifikasi pati dengan menggunakan enzim α -amilase ukuran granula merupakan faktor penting dalam hidrolisis karenan perbedaan luas permukaan, Valkel dan Hope (1963) dalam ebookpangan memperlihatkan absorpsi amilase oleh granula pati sebanding dengan luas permukaan dan α -amilase yang dapat mendegradasi granula sehingga dapat dihidrolisis. Mc. Laren (1963) memperlihatkan bahwa kecepatan hidrolisis sebanding dengan luas permukaan granula yang kontak dengan pelarut, jadi pada beberapa konsentrasi pati dan pada tingkat konsentrasi enzim, kecepatan hidrolisis sebanding dengan luas permukaan.

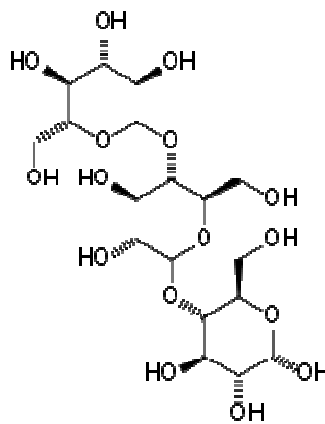
Hubungan antara komposisi dan sifat dari pati telah diteliti dengan menggunakan sampel yang dipisah-pisahkan menurut ukuran butiran pati. Kandungan amilosa dari tiap fraksi berbanding terbalik dengan diameter granula. Dalam hal ini terlihat bahwa makin luas permukaan granula makin tinggi prosentase hidrolisis yang dihasilkan. Berarti kecepatan hidrolisis oleh α -amilase berhubungan dengan ukuran dari butiran, karena adanya interaksi antara luas permukaan dengan absorpsi enzim. Kecepatan hidrolisis menurun dengan meningkatnya kadar amilosa. Kandungan amilosa tertinggi ditemukan pada butiran yang paling kecil permukaannya daripada yang mempunyai permukaan yang luas. Hubungan antara temperatur, entalpi gel dengan penurunan ukuran granula terhadap gelatinisasi belum dapat dipastikan (Gluskey, et al., 1980) dalam ebookpangan.

Pada pati yang mempunyai kadar amilosa tinggi, granulanya tahan terhadap α -amilase (Gallant, et al., 1972 dan Sandstedt, et al., 1962) dalam ebookpangan, suhu gelatinisasi yang tinggi. Wolf, et al. (1977) memperlihatkan beberapa struktur pati beramilosa tinggi tidak berubah setelah dimasak atau setelah dicerna oleh tikus atau manusia, hal ini menunjukkan bahwa pati dengan amilosa tinggi mempunyai ketahanan terhadap panas dan enzim yang tinggi.

2.8 Dekstrin

Dekstrin merupakan salah satu produk hasil hidrolisa pati berwarna putih hingga kuning (SII, 1985), hidrolisis pati dapat dilakukan oleh asam atau enzim. Pati akan mengalami proses pemutusan rantai oleh enzim atau asam selama pemanasan menjadi molekul-molekul yang lebih kecil. Ada beberapa tingkatan dalam reaksi hidrolisis tersebut, yaitu molekul pati mula-mula pecah menjadi unit rantai glukosa yang lebih pendek (6 – 10 molekul) yang disebut dekstrin. Dekstrin kemudian pecah menjadi maltosa yang selanjutnya dipecah lagi menjadi unit terkecil glukosa (Somaatmadja, 1970) dalam ebookpangan.

Dekstrin adalah karbohidrat yang dibentuk selama hidrolisis pati menjadi gula oleh panas, asam atau enzim (SNI, 1989). Nama lain dekstrin adalah *artificial gum*, *starch gum*, *tapioca*, *vegetable gum*. Dekstrin mempunyai rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan memiliki struktur serta karakteristik intermediate antara pati dan dextrosa.



Gambar 2.6 Rumus bangun dekstrin

Dekstrin merupakan hasil hidrolisis pati yang tidak sempurna. Proses ini juga melibatkan alkali dan oksidator. Pengurangan panjang rantai tersebut akan menyebabkan perubahan sifat dimana pati yang tidak mudah larut dalam air diubah menjadi dekstrin yang mudah larut. Dekstrin bersifat sangat larut dalam air panas atau dingin, dengan viskositas

yang relatif rendah. Sifat tersebut mempermudah penggunaan dekstrin apabila digunakan dalam konsentrasi yang cukup tinggi (Lineback dan Inlett, 1982) dalam ebookpangan.

Dekstrin putih dihasilkan dengan pemanasan suhu sedang (79-121°C), menggunakan katalis asam seperti HCl atau asam asetat dengan karakteristik produk berwarna putih hingga krem. Dekstrin kuning dihasilkan dengan pemanasan suhu tinggi (149-190° C) menggunakan katalis asam dengan karakteristik produk berwarna krem hingga kuning kecoklatan. Dekstrin kuning hasil pemanasan kering (tanpa air) seperti penyangraian dan pemanggangan akan menyebabkan dekstrin terpolimerasi membentuk senyawa coklat yang disebut pirodekstrin (Gaman dan Sherington, 1981) dalam ebookpangan.

Berdasarkan reaksi warnanya dengan yodium, dekstrin dapat diklasifikasikan atas amilodekstrin, eritrodekstrin dan akrodekstrin. Pada tahap awal hidrolisa, akan dihasilkan amilodekstrin yang masih memberikan warna biru bila direaksikan dengan yodium. Bila hidrolisa dilanjutkan akan dihasilkan eritrodekstrin yang akan memberikan warna merah kecoklatan bila direaksikan dengan yodium. Sedangkan pada tahap akhir hidrolisa, akan dihasilkan akrodekstrin yang tidak memberikan warna bila direaksikan dengan yodium (Ebookpangan, 2006).

2.9 Maltodekstrin

Maltodekstrin didefinisikan sebagai produk hidrolisis pati yang mengandung unit α -D-glukosa yang sebagian besar terikat melalui ikatan 1,4 glikosidik dengan DE kurang dari 20. Rumus umum maltodekstrin adalah $[(C_6H_{10}O_5)_nH_2O]$ (Anonim, 2008). Maltodekstrin merupakan campuran dari glukosa, maltosa, oliigosakarida, dan dekstrin (Deman, 1993).

Maltodekstrin biasanya dideskripsikan oleh DE (*Dextrose Equivalent*). Maltodekstrin dengan DE yang rendah bersifat non-higroskopis, sedangkan maltodekstrin dengan DE tinggi cenderung menyerap air (higroskopis) Maltodekstrin pada dasarnya merupakan senyawa hidrolisis pati yang tidak sempurna, 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. Nilai DE maltodekstrin berkisar antara 3 – 20 (Blancard, 1995).

Maltodekstrin merupakan produk dari modifikasi pati salah satunya singkong (tapioka). Maltodekstrin sangat banyak aplikasinya, seperti halnya pati maltodekstrin merupakan bahan pengental sekaligus dapat sebagai emulsifier. Kelebihan maltodekstrin adalah bahan tersebut dapat dengan mudah melarut pada air dingin. Aplikasinya penggunaan

maltodekstrin contohnya pada minuman susu bubuk, minuman berenergi (*energen*) dan minuman prebiotik (Anonim, 2008).

Aplikasi maltodekstrin pada produk pangan (Blancard, 1995) antara lain pada:

- Makanan beku, maltodekstrin memiliki kemampuan mengikat air (*water holding capacity*) dan berat molekul rendah sehingga dapat mempertahankan produk beku.
- Makanan rendah kalori, penambahan maltodekstrin dalam jumlah besar tidak meningkatkan kemanisan produk seperti gula.
- Produk rotian, misalnya *cake*, *muffin*, dan biskuit, digunakan sebagai pengganti gula atau lemak.

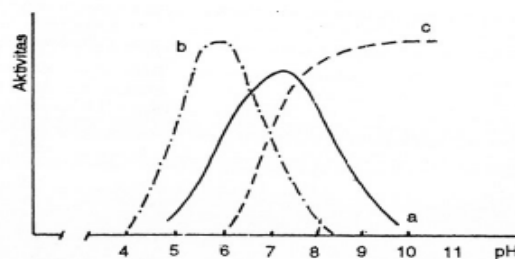
Sifat – sifat yang dimiliki maltodekstrin antara lain mengalami dispersi cepat, memiliki sifat daya larut yang tinggi maupun membentuk film, membentuk sifat higroskopis yang rendah, mampu membentuk *body*, sifat *browning* yang rendah, mampu menghambat kristalisasi dan memiliki daya ikat kuat. Maltodekstrin merupakan salah satu jenis bahan pengganti lemak berbasis karbohidrat yang dapat diaplikasikan pada produk *frozen dessert* seperti es krim, yang berfungsi membentuk padatan, meningkatkan viskositas, tekstur, dan kekentalan (Blancard, 1995).

2.10 Faktor – Faktor yang Berpengaruh terhadap Reaksi Enzimatis

Terdapat beberapa faktor yang berpengaruh terhadap aktivitas katalitik suatu enzim. Diantara faktor-faktor tersebut adalah pH, suhu, tenaga alir/ fluida (tenaga hidrodinamik, tekanan hidrostatik, dan tegangan antarmuka), pereaksi kimia, dan iradiasi (Djumali M. dan Ani S., 1994).

a. Pengaruh pH

Sebagian besar enzim sangat peka terhadap pH sehingga aktivitasnya tergantung pada perubahan pH. Pengaruh pH ini dapat terjadi dengan cara perubahan struktur protein, ionisasi protein, dan perubahan kemampuan pengikatnya serta pengaruh laju reaksi. Dalam analisa kinetik, hanya pengaruh terakhir yang dijadikan kajian.



Gambar 2.7 Kebergantungan aktivitas enzimatis terhadap pH

Kurva aktivitas (gambar 6) menyajikan secara umum suatu nilai pH optimum yang mempunyai bentuk 'lonceng' (a). Nilai pH optimum tergantung pada enzim dan ketergantungan ini dapat lebih atau kurang tajam (b). Untuk beberapa enzim, aktivitasnya tidak tergantung pada nilai pH tertentu. Daerah pH optimum beberapa enzim dapat dilihat pada tabel 5 di bawah ini.

Tabel 2.5 Daerah pH Optimum Beberapa Enzim

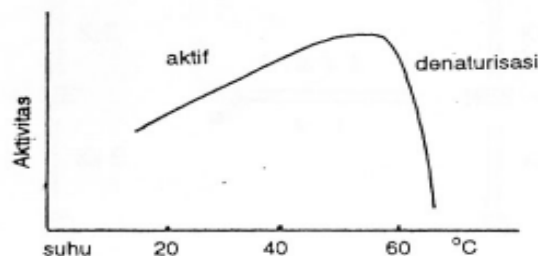
Enzim	pH Optimum
α -amilase	5,3 - 5,9
Glukoamilase	4,5 - 5
Gluko-oksidadase	5,5
Kolagenase	7,3 - 7,4
Lisosim	6,0 - 7,0
Fosfatase alkalis	9,0 - 10,0
Pepsin	sekitar 2

(Djumali M. dan Ani S. , 1994)

b. Pengaruh suhu

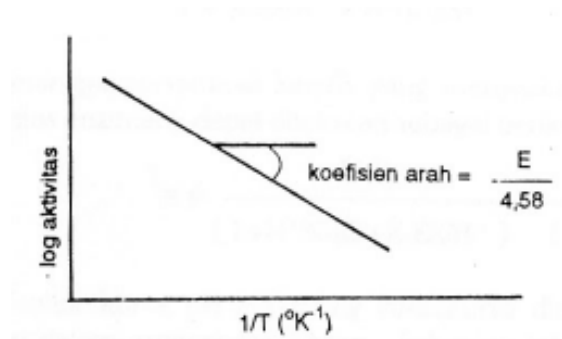
Pengaruh suhu terhadap enzim ternyata agak kompleks, misalnya suhu yang terlalu tinggi dapat mempercepat pemecahan atau perusakan enzim. Sebaliknya, semakin tinggi suhu (dalam batas tertentu) semakin aktif enzim tersebut. Bila suhu naik terus, laju kerusakan enzim akan melampaui reaksi katalisis enzim (F.G. Winarno, 1984).

Pada umumnya semakin tinggi suhu, semakin naik laju reaksi kimia, baik yang tidak dikatalisis maupun yang dikatalisis oleh enzim. Tetapi perlu diingat bahwa enzim adalah protein, jadi semakin tinggi suhu proses inaktivasi enzim juga meningkat. Keduanya mempengaruhi laju reaksi enzimatik secara keseluruhan (F.G. Winarno, 1984). Kecuali enzim termostabil yang dapat aktif pada suhu tinggi, seperti beberapa amilase (+/- 100°C untuk α -amilase *B. licheniformis*). Enzim ini digunakan dalam likuifikasi industri pati yang sebagian besar enzimnya tidak aktif pada suhu 55 - 60°C (Djumali M. dan Ani S. , 1994).



Gambar 2.8 Pengaruh suhu terhadap aktivitas enzimatik

Energi aktivitas dapat ditetapkan secara grafik dengan metode sederhana berdasarkan hukum Arrhenius. Pada praktiknya, aktivitas enzimatis diukur pada berbagai suhu, sebagai contoh antara 15°C dan 40°C. Kemudian dibuat log nilai yang diperoleh dengan fungsi terhadap 1/T atau T (suhu substrat dalam °K) seperti yang ditunjukkan pada gambar 8.



Gambar 2.9 Penyajian Arrhenius untuk aktivitas enzim

Untuk kebanyakan enzim nilai E antara 10 dan 15 kkal/mol.

$$k = A e^{-E/RT}$$

$$\ln k_t = \ln k_0 - E/T$$

dimana

T = suhu mutlak (K)

A = faktor frekuensi

E = energi aktivasi (kJ/mol K)

k = tetapan laju reaksi

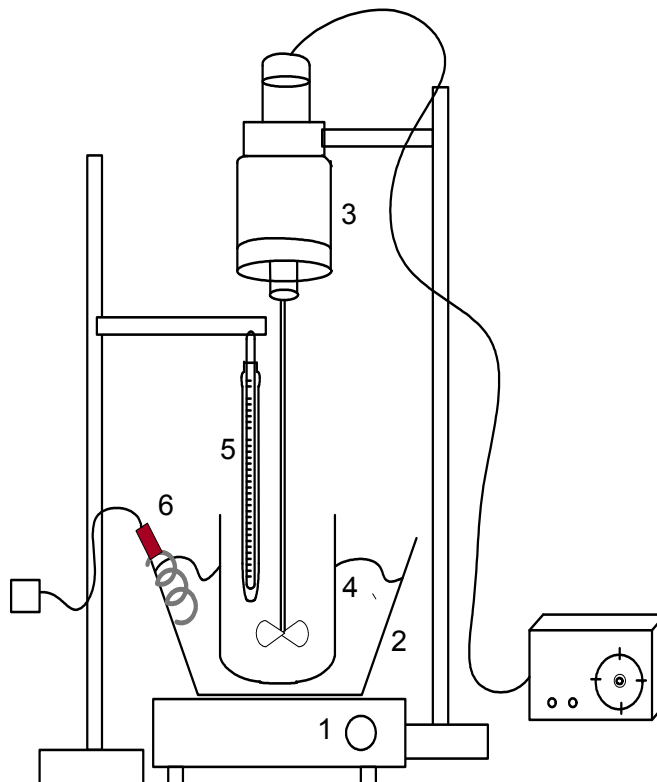
R = tetapan gas

BAB III METODOLOGI PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah tepung tapioka dengan merk “GUNUNG AGUNG” produksi PT. Sungai Budi Lampung, spesifikasi terteta pada table 6 (Lab.Kimia Analitik FMIPA UNDIP, 2009), enzim α -amilase (*Bacillus Licheniformis*). Bahan kimia yang digunakan adalah CaCl_2 , NaOH , HCl , dan aquadest. Pereaksi untuk analisis terdiri dari glukosa anhidrat, larutan fehling A dan fehling B, serta indikator methylen blue.

Alat utama yang digunakan adalah seperangkat peralatan hidrolisa yang terdiri dari kompor listrik, *waterbath* yang dilengkapi dengan *heater*, *beaker glass*, pengaduk motor, dan termometer. Sedangkan untuk hasil akhir yaitu produk maltodekstrin diperlukan peralatan berupa oven dan blender.



Keterangan gambar :

1. Kompor listrik
2. *Waterbath*
3. Pengaduk motor
4. *Beaker glass*
5. Termometer
6. *Heater*

Gambar 3.1 Rangkaian alat hidrolisa

3.2 Varabel Operasi

Proses hidrolisa tepung pati tapioka menjadi maltodekstrin menggunakan enzim α -amilase, agar kinerja dari enzim α -amilase ini optimal maka kondisi operasinya harus disesuaikan. Adapun pada penelitian ini variabel tetapnya meliputi : suhu operasi (87°C), kecepatan putaran pengaduk (skala 7 = 1080 rpm), kebutuhan CaCl_2 (40 ppm), dan konsentrasi enzim (0,5 - 0,6 kg/ton tepung kering). Sedangkan untuk variabel bebasnya yaitu pH (6 ; 7) menurut L.M Marchal et. al (1999), waktu operasi (60 ; 90 ; 120 menit), dan konsentrasi pati (12 ; 14 ; 16 ; 18% w/v).

3.3 Prosedur Penelitian

3.3.1 Pembuatan Maltodekstrin

Tepung tapioka dengan kadar air 12% terlebih dahulu ditimbang sesuai dengan kebutuhan proses, kemudian dilarutkan menggunakan aquadest dan diatur pHnya sesuai dengan kebutuhan proses menggunakan HCl ataupun NaOH. Setelah itu, baru ditambahkan CaCl_2 sebanyak 40 ppm dan enzim α -amilase sesuai dengan konsentrasi yang diinginkan. Pengadukan dilakukan pada suhu 87°C dengan kecepatan putar 1080 rpm selama waktu tertentu sesuai dengan variabel proses yang dikehendaki.

Setelah proses pengadukan berakhir maka dilakukan proses inaktivasi enzim dengan penambahan HCl hingga pHnya mencapai 3,7-3,9. Setelah selang waktu 30 menit larutan yang diperoleh dinetralkan menggunakan NaOH 0,1N sampai pH 7,0. Kemudian larutan tersebut dikeringkan dalam oven menggunakan loyang dengan bentuk lapisan tipis. Setelah kering, kemudian dikerik dan dihaluskan dengan blender dan diayak.

3.3.2 Analisa Dextrosa Equivalent (DE)

a. Pembuatan larutan fehling A

Copper sulfat ($\text{CuSO}_4 \cdot 5\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 34,6 gram dilarutkan dalam 500 ml aquadest.

b. Pembuatan larutan fehling B

Garam Rochelle ($\text{NaKC}_4\text{H}_4\text{O}_6 \cdot 4\text{H}_2\text{O}$) sebanyak 176 gram dan 50 gram NaOH dilarutkan dalam 500 ml aquadest. Setelah itu, diamkan larutan tersebut semalaman kemudian disaring.

c. Penentuan faktor fehling

Aquadest sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan larutan fehling A dan B masing – masing sebanyak 5 ml. Panaskan larutan tersebut hingga mendidih, lalu dititrasi dengan menggunakan 0,5 gram glukosa anhidrid yang dilarutkan

dalam 200 ml aquadest. Sebelum titrasi dilakukan, tetesi larutan tersebut dengan indikator methylen blue (MB) sebanyak 3 tetes. Hentikan titrasi setelah warna larutan berubah menjadi merah kecoklatan dan timbul endapan. Catat kebutuhan titran tersebut, kemudian faktor fehling dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Faktor fehling} = 100 \times \text{kebutuhan titran} \times \frac{q \text{ dekstrosa} / \text{ml}}{100}$$

d. Uji Dextrosa Equivalent (DE)

Aquadest sebanyak 50 ml dimasukkan ke dalam erlenmeyer, kemudian ditambahkan larutan fehling A dan B masing – masing sebanyak 5 ml. Panaskan larutan tersebut hingga mendidih, lalu dititrasi dengan menggunakan 10 gram maltodekstrin yang dilarutkan dalam 200 ml aquadest. Sebelum titrasi dilakukan, tetesi larutan tersebut dengan indikator methylen blue (MB) sebanyak 3 tetes. Hentikan titrasi setelah warna larutan berubah menjadi merah kecoklatan dan timbul endapan. Catat kebutuhan titran tersebut, kemudian besarnya Dextrosa Equivalent (DE) dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ DE} = \text{faktor fehling} \times \frac{100}{\frac{g}{ml} \text{ konsentrasi maltodekstrin} \times \text{kebutuhan titran}}$$

(Reff : United States Patents, no. 6054302)

3.3.3 Analisa Solubility

Maltodekstrin sebanyak 1 gram dilarutkan ke dalam aquadest 20 ml, kemudian dipanaskan dalam *waterbath* pada temperatur 60°C selama 30 menit dengan pengadukan kontinyu. Setelah itu, larutan dicentrifuge dengan kecepatan 3000 rpm selama 20 menit sehingga terpisah antara supernatant dengan pastanya. Pisahkan supernatan dari pastanya, ambil 10 ml supernatant untuk dikeringkan dalam oven menggunakan cawan porselen dengan suhu pemanasan sebesar 105°C selama semalaman. Setelah kering, timbang beratnya sampai didapat berat supernatan konstan. Catat berat tersebut, kemudian hitung solubility dengan menggunakan rumus :

$$\% \text{ solubility} = \frac{\text{berat endapan kering}}{\text{volume supernatant}} \times 100\%$$

(Reff : Kainuma et al, 1967)

3.3.4 Analisa Swelling Power

Maltodekstrin sebanyak 0,1 gram dilarutkan ke dalam aquadest 10 ml, kemudian dipanaskan dalam *waterbath* pada temperatur 60°C selama 30 menit dengan pengadukan kontinyu. Setelah itu, larutan dicentrifuge dengan kecepatan 2500 rpm selama 15 menit sehingga terpisah antara supernatant dengan pastanya. Pisahkan supernatant dari pastanya, timbang berat pasta. Catat berat tersebut, kemudian hitung swelling power dengan menggunakan rumus :

$$\text{swelling power} = \frac{\text{berat pasta}}{\text{berat sampel kering}}$$

(Reff : Leach etal, 1959)

3.3.5 Analisa Yield

Besarnya yield dari tiap – tiap variabel dapat ditentukan dengan membandingkan antara banyaknya maltodekstrin yang dihasilkan dengan tepung tapioka sebagai bahan bakunya. Besarnya yield dapat dihitung dengan menggunakan rumus :

$$\text{Yield} = \frac{\text{produk}}{\text{pereaktan}} \times 100\%$$

(Reff : Coulson & Richardson, 1983)

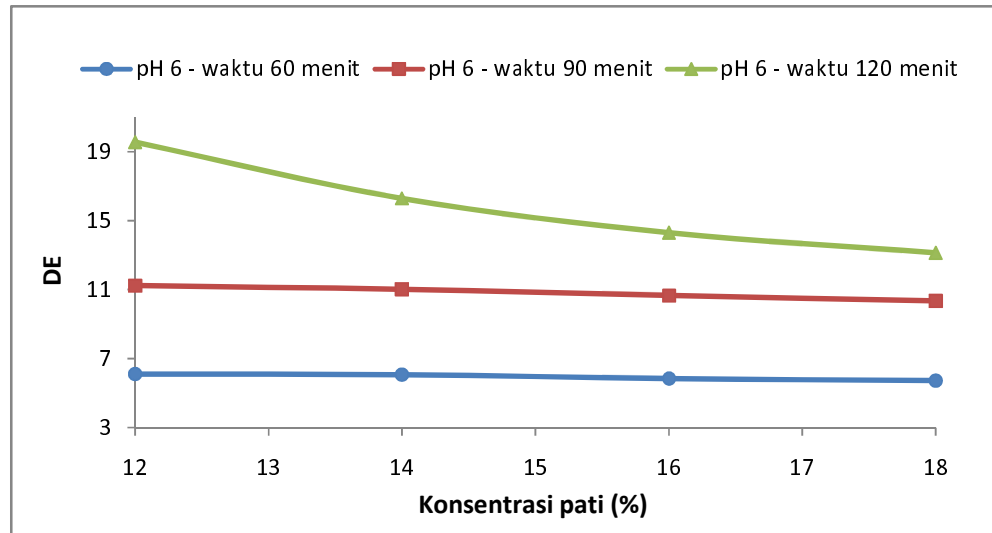
BAB 4

HASIL DAN PEMBAHASAN

Dalam penelitian kami, proses modifikasi yang digunakan adalah proses hidrolisa parsial dengan menggunakan enzim α -amilase. Selain enzim α -amilase mudah didapatkan, juga penggunaan enzim ini dalam rangka pengoptimalan hasil maltodekstrin dengan karakteristik yang sesuai kebutuhan pasar. Maltodekstrin yang dihasilkan berwarna putih, bau tidak enak atau apek, dan rasanya tawar.

Dalam penelitian yield didapatkan dengan perhitungan menurut Coulson & Richardson (2005), analisa dekstrosa ekuivalent menggunakan metode United States Patents, no. 6054302 (2000), analisa swelling power berdasarkan metode Leach (1959), dan % solubility menggunakan metode Kainuma (1967).

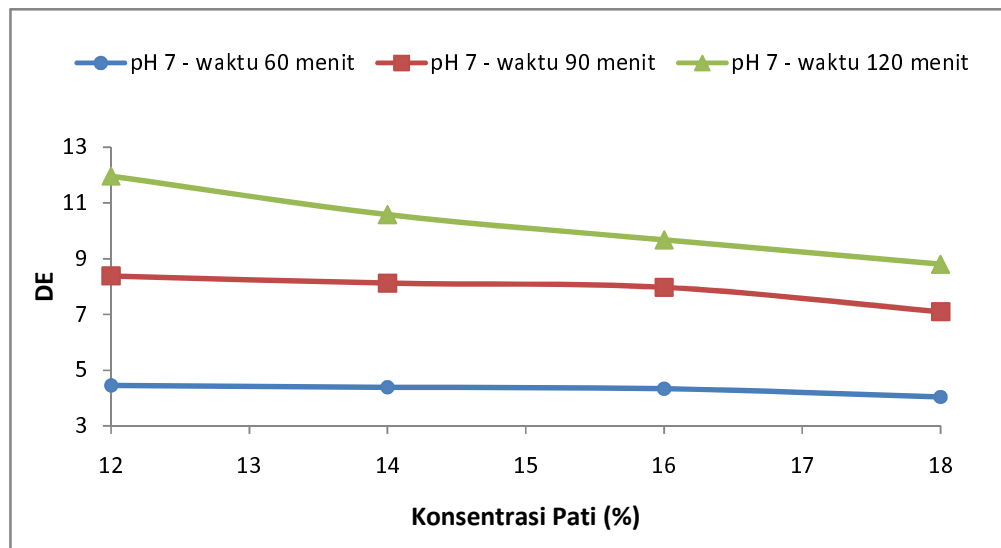
4.1 Pengaruh Konsentrasi Pati terhadap DE



Gambar 4.1 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap DE pada pH 6

Dari grafik diatas didapatkan hubungan konsentrasi pati dengan DE. Variabelnya adalah pada pH 6 dengan varian waktu dekstrinisasi. Pada konsentrasi pati 12% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit yaitu 19,56, sedangkan pada konsentrasi 14% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 16,3. Dan pada konsentrasi pati 16% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 14,3, sedangkan pada konsentrasi pati 18% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 13,13. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi pH 6 optimum DE yang didapatkan

dengan variabel konsentrasi pati 12% pada waktu 120 menit. Hal tersebut menunjukkan hubungan DE dengan konsentrasi pati berbanding terbalik tetapi searah dengan waktu dekstrinisasi. Bahwa semakin lama waktu dekstrinisasi DE meningkat tetapi tidak berlaku untuk kenaikan konsentrasi patinya. Hal ini dikarenakan semakin lama pati terkonversi oleh enzim semakin banyak pula nilai DE yang didapatkan (U.S Patent 4933279). Dengan konsentrasi pati lebih besar untuk terkonversi oleh enzim menjadi maltodekstrin membutuhkan waktu lama maka kenaikan konsentrasi pada waktu yang sama menyebabkan penurunan DE produk (Ozer et al., 2005).



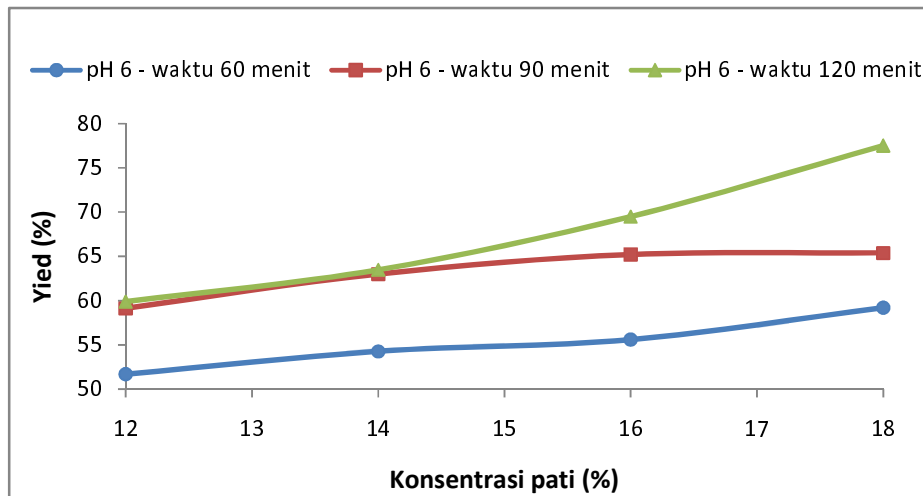
Gambar 4.2 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap DE pada pH 7

Dari grafik diatas didapatkan hubungan konsentrasi pati dengan DE. Variabelnya adalah pada pH 7 dengan varian waktu dekstrinisasi. Pada konsentrasi pati 12% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit yaitu 11,97, sedangkan pada konsentrasi 14% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 10,58. Dan pada konsentrasi pati 16% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 9,68, sedangkan pada konsentrasi pati 18% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 8,81. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi pH 7 optimum DE yang didapatkan dengan variabel konsentrasi pati 12% pada waktu 120 menit. Hal tersebut menunjukkan hubungan DE dengan konsentrasi pati berbanding terbalik tetapi searah dengan waktu dekstrinisasi. Bahwa semakin lama waktu dekstrinisasi DE meningkat tetapi tidak berlaku untuk kenaikan konsentrasi patinya. Hal ini dikarenakan semakin lama pati terkonversi oleh enzim semakin banyak pula nilai DE yang didapatkan (U.S Patent No. 4933279). Dengan konsentrasi pati lebih besar untuk terkonversi oleh enzim menjadi maltodekstrin

membutuhkan waktu lama maka kenaikan konsentrasi pada waktu yang sama menyebabkan penurunan DE produk (Ozer et al., 2005).

Dari kedua grafik diatas dapat kita bandingkan bahwa pada pH 6 dengan konsentrasi pati 12% pada waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan DE produk 19,56. Sedangkan pada pH 7 dengan konsentrasi pati 12% pada waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan DE produk 11,97 (U.S Patent No. 5,194,094). Hal ini menunjukkan penurunan DE pada kenaikan pH, yang berarti menunjukkan pada pelakuan pH 6 dibanding pH 7 lebih optimum didapatkan DE produk (U.S. Patent No. 3,912,590)

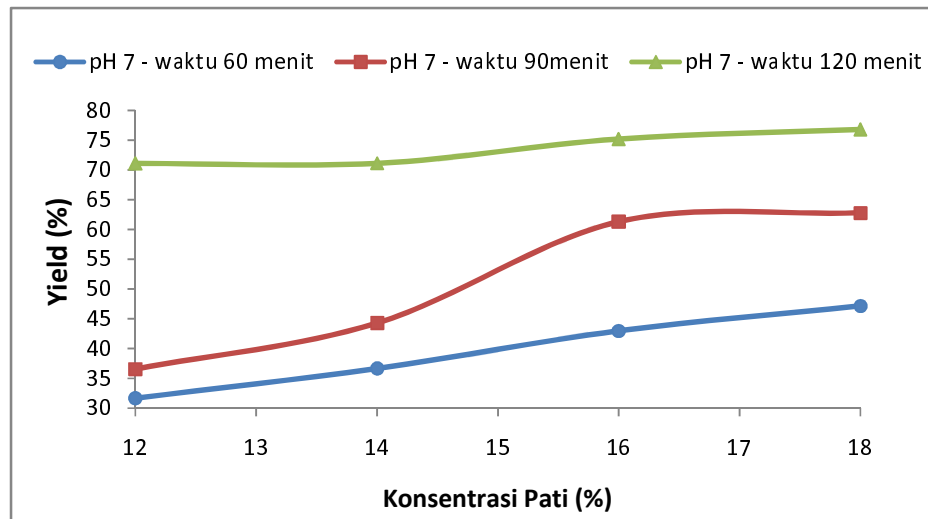
4.2 Pengaruh Konsentrasi Pati terhadap Yield



Gambar 4.3 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap yield pada pH 6

Dari grafik diatas didapatkan hubungan konsentrasi pati dengan yield produk. Variabelnya adalah pada pH 6 dengan varian waktu dekstrinisasi. Pada konsentrasi pati 12% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit yaitu 59,9%, sedangkan pada konsentrasi 14% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 63,5%. Dan pada konsentrasi pati 16% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 69,5%, sedangkan pada konsentrasi pati 18% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 77,49%. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi pH 6, optimum yield yang didapatkan dengan variabel konsentrasi pati 18% pada waktu 120 menit. Hal tersebut menunjukkan kenaikan konsentrasi diikuti kenaikan yield produk dan sebanding dengan waktu dekstrinisasi. Hubungan yield dengan konsentrasi pati berbanding searah tetapi juga tergantung dari waktu dekstrinisasi. Semakin lama waktu semakin besar pula yield produk yang didapatkan (U.S Patent No. 4933279), hal ini dikarenakan amilosa pada pati akan lebih

lama kontak (terpecah) dengan enzim. Dan semakin banyak konsentrasi pati yang digunakan maka semakin banyak pati yang terkonversi menjadi dekstrin (Sriroth et al., 1999).

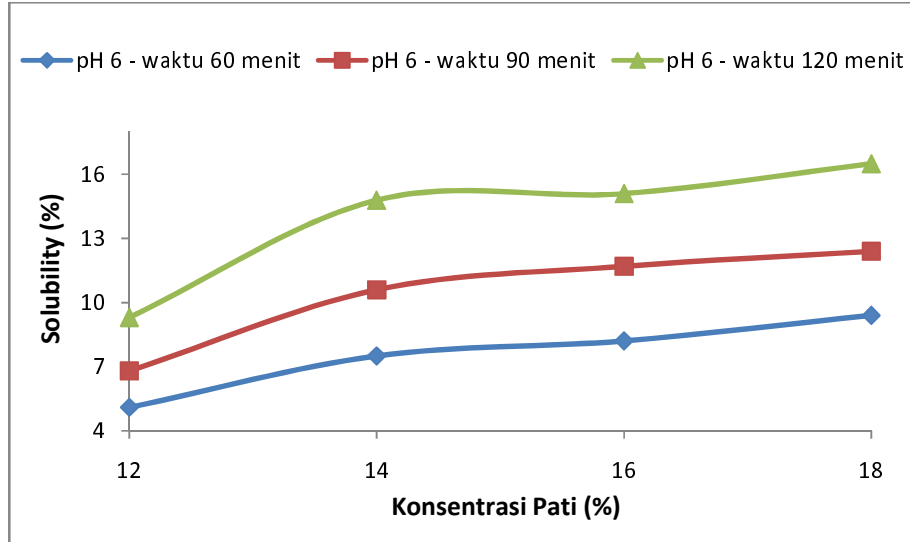


Gambar 4.4 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap yield pada pH 7

Dari grafik diatas didapatkan hubungan konsentrasi pati dengan yield produk. Variabelnya adalah pada pH 7 dengan varian waktu dekstrinisasi. Pada konsentrasi pati 12 % paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit yaitu 71,11%, sedangkan pada konsentrasi 14% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 71,12%. Dan pada konsentrasi pati 16% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 75,2%, sedangkan pada konsentrasi pati 18% paling optimum pada waktu dekstrinisasi 120 menit adalah 76,8%. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi pH 7 optimum yield yang didapatkan dengan variabel konsentrasi pati 18% pada waktu 120 menit. Hal tersebut menunjukkan kenaikan konsentrasi diikuti kenaikan yield produk dan sebanding dengan waktu dekstrinisasi. Hubungan yield dengan konsentrasi pati berbanding searah tetapi juga tergantung dari waktu dekstrinisasi. Semakin lama waktu semakin besar pula yield produk yang didapatkan (U.S Patent No. 4933279), hal ini dikarenakan amilosa pada pati akan lebih lama kontak (terpecah) dengan enzim. Dan semakin banyak konsentrasi pati yang digunakan maka semakin banyak pati yang terkonversi menjadi dekstrin (Sriroth et al., 1999).

Dari kedua garafik diatas menunjukkan penurunan yield pada kenaikan pH, yang berarti menunjukkan pada pelakuan pH 6 dibanding pH 7 lebih optimum didapatkan yield produk. Hal ini sesuai dengan U.S Patent No. 3,912,590 pada pembuatan dekstrin ini digunakan enzim α -amilase (*Baccilus Licheniformis*) bekerja pada pH optimum 6,0-6,5.

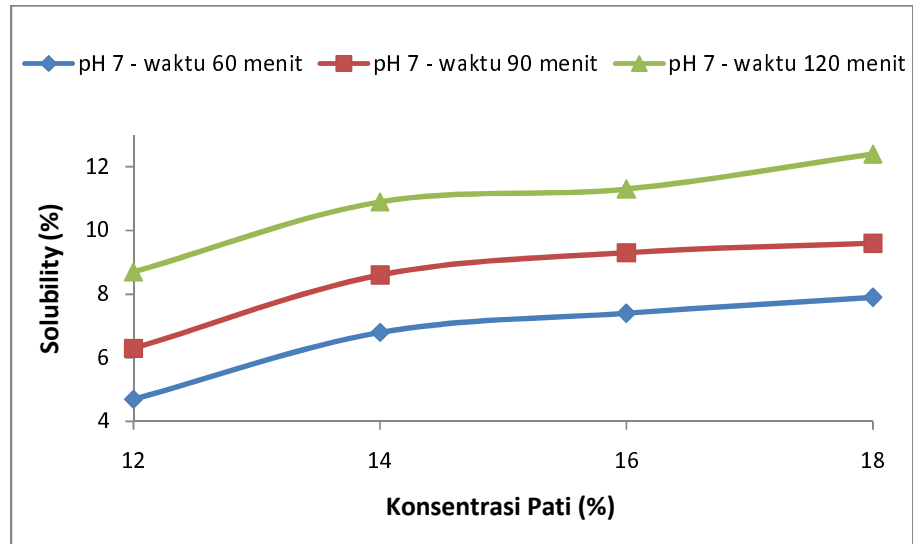
4.3 Pengaruh Konsentrasi Pati terhadap Solubility



Gambar 4.5 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap solubility pada pH 6

Dari grafik diatas didapatkan hubungan antara konsentrasi pati tapioka dengan kelarutan produk pada pH 6 dengan variabel waktu deksstrinisasi. Grafik diatas menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi pati berbanding lurus dengan kenaikan kelarutan produk terhadap waktu deksstrinisasi. Dari ketiga parameter waktu yang digunakan yaitu 60, 90, dan 120 menit didapatkan kondisi optimum pada waktu 120 menit untuk tiap – tiap konsentrasi pati tapioka yang digunakan. Pada konsentrasi pati 12%, didapatkan kelarutan optimum sebesar 9,3%, sedangkan pada konsentrasi pati 14% didapatkan kelarutan optimum sebesar 14,8%. Ketika konsentrasi pati 16% didapatkan kelarutan optimum sebesar 15,1%, begitu pula pada konsentrasi pati 18% didapatkan kelarutan paling tinggi dan paling optimum dibandingkan ketiga konsentrasi pati lainnya yakni sebesar 16,5%.

Dari keempat konsentrasi pati diatas maka kondisi paling optimum yaitu pada saat konsentrasi pati tapiokanya sebesar 18% dengan waktu hidrolisa selama 2 jam dengan kelarutan sebesar 16,5%.

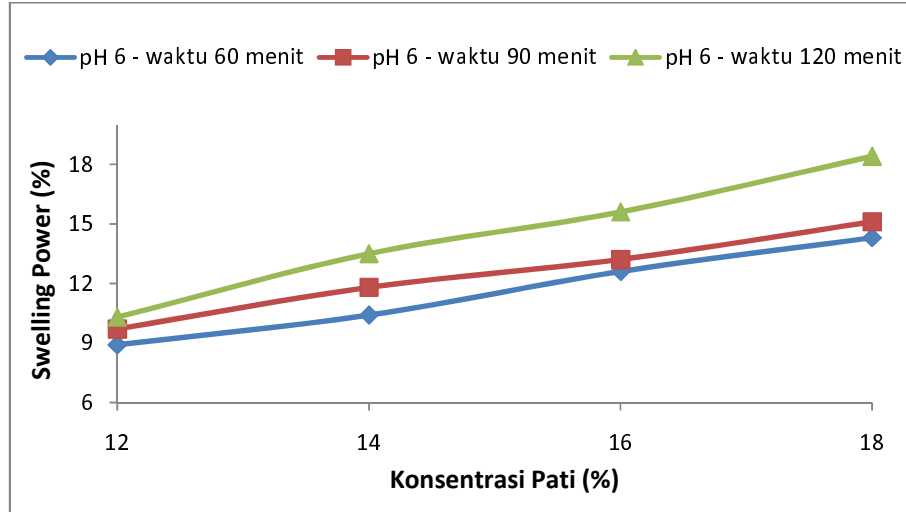


Gambar 4.6 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap solubility pada pH 7

Dari grafik diatas didapatkan hubungan antara konsentrasi pati tapioka dengan kelarutan produk pada pH 7 dengan variabel waktu dekstrinisasi. Grafik diatas menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi pati berbanding lurus dengan kenaikan kelarutan produk terhadap waktu dekstrinisasi. Dari ketiga parameter waktu yang digunakan yaitu 60, 90, dan 120 menit didapatkan kondisi optimum pada waktu 120 menit untuk tiap – tiap konsentrasi pati tapioka yang digunakan. Pada konsentrasi pati 12%, didapatkan kelarutan optimum sebesar 8,7%, sedangkan pada konsentrasi pati 14% didapatkan kelarutan optimum sebesar 10,9%. Ketika konsentrasi pati 16% didapatkan kelarutan optimum sebesar 11,3%, begitu pula pada konsentrasi pati 18% didapatkan kelarutan paling tinggi dan paling optimum dibandingkan ketiga konsentrasi pati lainnya yakni sebesar 12,4%.

Dari keempat konsentrasi pati diatas maka kondisi paling optimum yaitu pada saat konsentrasi pati tapiokanya sebesar 18% dengan waktu hidrolisa selama 2 jam dengan kelarutan sebesar 12,4%. Apabila kita bandingan antara kedua grafik diatas maka akan kita dapatkan kondisi optimum pada konsentrasi pati 18% dengan waktu dekstrinisasi selama 120 menit pada pH 6 sebesar 16,5%, sedangkan pada pH 7 sebesar 12,4%. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan besarnya kelarutan produk terhadap kenaikan pH, atau bisa dikatakan peningkatan kelarutan produk berbanding terbalik dengan pH dekstrinisasi tetapi berbanding lurus dengan konsentrasi pati dan waktu dekstrinisasi. Sehingga dapat ditarik kesimpulan bahwa kelarutan yang paling optimum terjadi pada pH dekstrinisasi 6 dibandingkan dengan pH 7 dengan menggunakan parameter atau variabel yang sama.

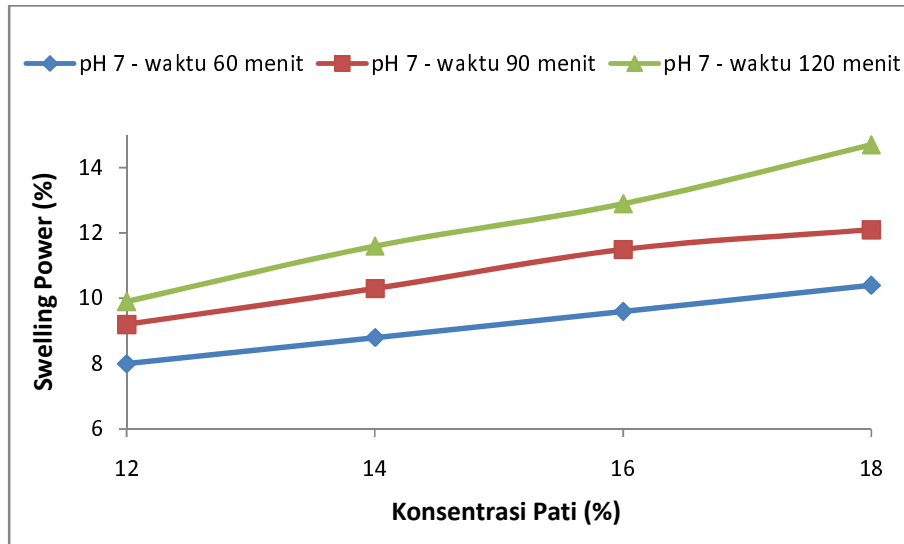
4.4 Pengaruh Konsentrasi Pati terhadap Swelling Power



Gambar 4.7 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap swelling power pada pH 6

Dari grafik diatas didapatkan hubungan antara konsentrasi pati tapioka dengan swelling power produk pada pH 6 dengan variabel waktu dekstrinisasi. Grafik diatas menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi pati berbanding lurus dengan kenaikan swelling power produk terhadap waktu dekstrinisasi. Dari ketiga parameter waktu yang digunakan yaitu 60, 90, dan 120 menit didapatkan kondisi optimum pada waktu 120 menit untuk tiap – tiap konsentrasi pati tapioka yang digunakan. Pada konsentrasi pati 12%, didapatkan swelling power optimum sebesar 10,3%, sedangkan pada konsentrasi pati 14% didapatkan swelling power optimum sebesar 13,5%. Ketika konsentrasi pati 16% didapatkan swelling power optimum sebesar 15,6%, begitu pula pada konsentrasi pati 18% didapatkan swelling power paling tinggi dan paling optimum dibandingkan ketiga konsentrasi pati lainnya yakni sebesar 18,4%.

Dari keempat konsentrasi pati diatas maka kondisi paling optimum yaitu pada saat konsentrasi pati tapiokanya sebesar 18% dengan waktu dekstrinisasi selama 120 menit (2 jam) dengan harga swelling power sebesar 18,4%.



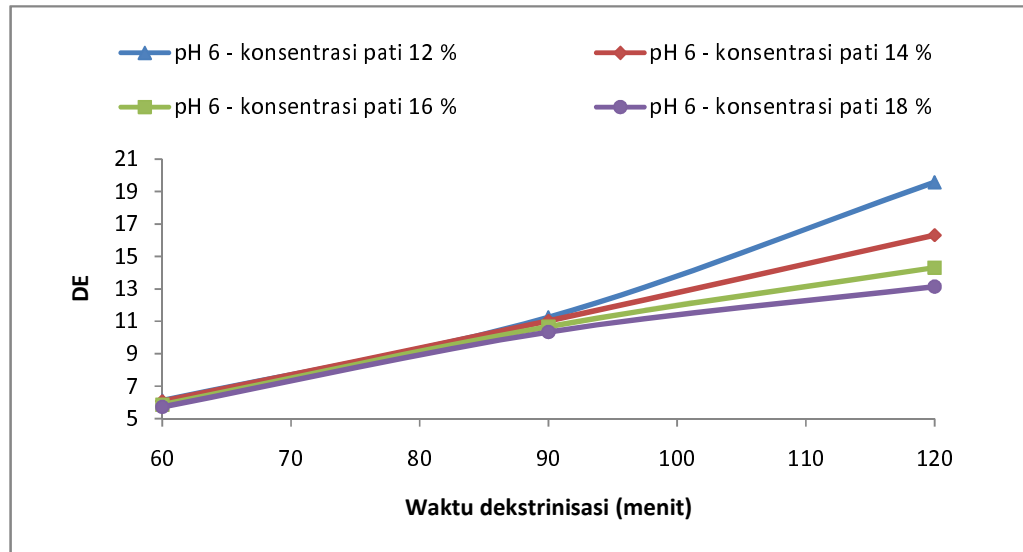
Gambar 4.8 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap swelling power pada pH 7

Dari grafik diatas didapatkan hubungan antara konsentrasi pati tapioka dengan swelling power produk pada pH 7 dengan variabel waktu dekstrinisasi. Grafik diatas menunjukkan bahwa kenaikan konsentrasi pati berbanding lurus dengan kenaikan swelling power produk terhadap waktu dekstrinisasi. Dari ketiga parameter waktu yang digunakan yaitu 60, 90, dan 120 menit didapatkan kondisi optimum pada waktu 120 menit untuk tiap – tiap konsentrasi pati tapioka yang digunakan. Pada konsentrasi pati 12%, didapatkan swelling power optimum sebesar 9,9%, sedangkan pada konsentrasi pati 14% didapatkan swelling power optimum sebesar 11,6%. Ketika konsentrasi pati 16% didapatkan swelling power optimum sebesar 12,9%, begitu pula pada konsentrasi pati 18% didapatkan swelling power paling tinggi dan paling optimum dibandingkan ketiga konsentrasi pati lainnya yakni sebesar 14,7%.

Seperti halnya yang terjadi pada pH dekstrinisasi 6, pada pH 7 juga terlihat bahwa semakin lama waktu proses maka swelling powernya juga semakin naik. Dengan harga optimum terjadi pada konsentrasi tepung pati tapioka sebesar 18% dengan kondisi proses pada waktu 120 menit. Apabila kita bandingkan antara kedua grafik diatas maka akan terlihat bahwa swelling power yang optimum dicapai pada pH 6 dengan harga swelling power sebesar 18,4%, sedangkan pada pH 7 hanya mencapai 14,7% pada kondisi proses dan variabel yang sama yakni pada konsentrasi pati tapioka sebesar 18%, dengan waktu proses selama 2 jam atau 120 menit. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan besarnya swelling power produk terhadap kenaikan pH, atau bisa dikatakan kenaikan swelling power produk berbanding terbalik dengan pH dekstrinisasi tetapi berbanding lurus dengan konsentrasi pati

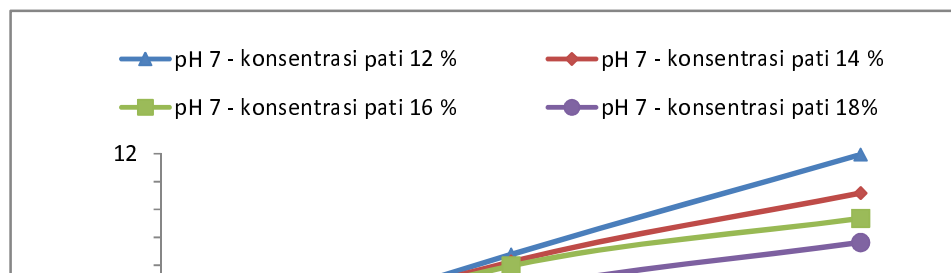
dan waktu dekstrinisasi. Hal ini menunjukkan bahwa swelling power yang paling optimum terjadi pada pH 6 dibandingkan dengan pH 7.

4.5 Pengaruh Waktu Dekstrinisasi terhadap DE



Gambar 4.9 Grafik pengaruh waktu dekstrinisasi terhadap DE pada pH 6

Dari grafik diatas didapatkan hubungan konsentrasi pati dengan DE. Variabelnya adalah pada pH 6 dengan varian waktu dekstrinisasi. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 12% paling optimum yaitu 19,56, sedangkan pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 14% paling optimum adalah 16,3. Dan pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 16% paling optimum adalah 14,3, sedangkan pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 18% paling optimum adalah 13,13. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi pH 6 optimum DE yang didapatkan dengan variabel konsentrasi pati 12% pada waktu 120 menit. Hal tersebut menunjukkan penurunan konsentrasi diikuti kenaikan DE produk dan berbanding terbalik dengan waktu dekstrinisasi. Bahwa semakin lama waktu dekstrinisasi DE meningkat tetapi tidak berlaku untuk kenaikan konsentrasinya. Hal ini dikarenakan semakin lama pati terkonversi oleh enzim semakin banyak pula nilai DE yang didapatkan (U.S Patent 4933279). Dengan konsentrasi pati lebih besar untuk terkonversi oleh enzim menjadi maltodekstrin membutuhkan waktu lama maka kenaikan konsentrasi pada waktu yang sama menyebabkan penurunan DE produk (Ozer et al., 2005).

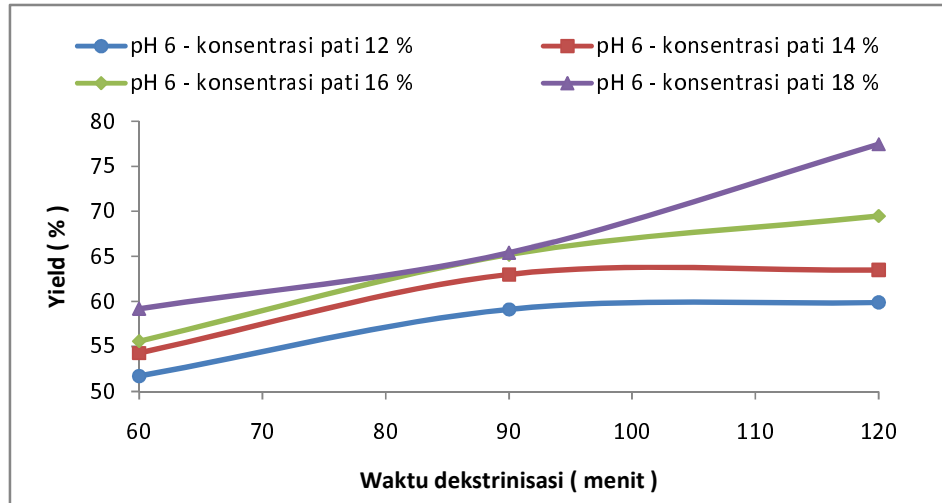


Gambar 4.10 Grafik pengaruh waktu dekstrinisasi terhadap DE pada pH 7

Dari grafik diatas didapatkan hubungan konsentrasi pati dengan DE. Variabelnya adalah pada pH 7 dengan varian waktu dekstrinisasi. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 12 % paling optimum yaitu 11,97, sedangkan pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 14 % paling optimum adalah 10,58. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 16 % paling optimum adalah 9,68, sedangkan pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 18 % paling optimum adalah 8,81. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi pH 7 optimum DE yang didapatkan dengan variabel konsentrasi pati 12 % pada waktu 120 menit. Hal tersebut menunjukkan penurunan konsentrasi diikuti kenaikan DE produk dan berbanding terbalik dengan waktu dekstrinisasi. Bahwa semakin lama waktu dekstrinisasi, DE meningkat tetapi tidak berlaku untuk kenaikan konsentrasi patinya. Hal ini dikarenakan semakin lama pati terkonversi oleh enzim semakin banyak pula nilai DE yang didapatkan (U.S Patent 4933279). Dengan konsentrasi pati lebih besar untuk terkonversi oleh enzim menjadi maltodekstrin membutuhkan waktu lama maka kenaikan konsentrasi pada waktu yang sama menyebabkan penurunan DE produk (Ozer et al., 2005).

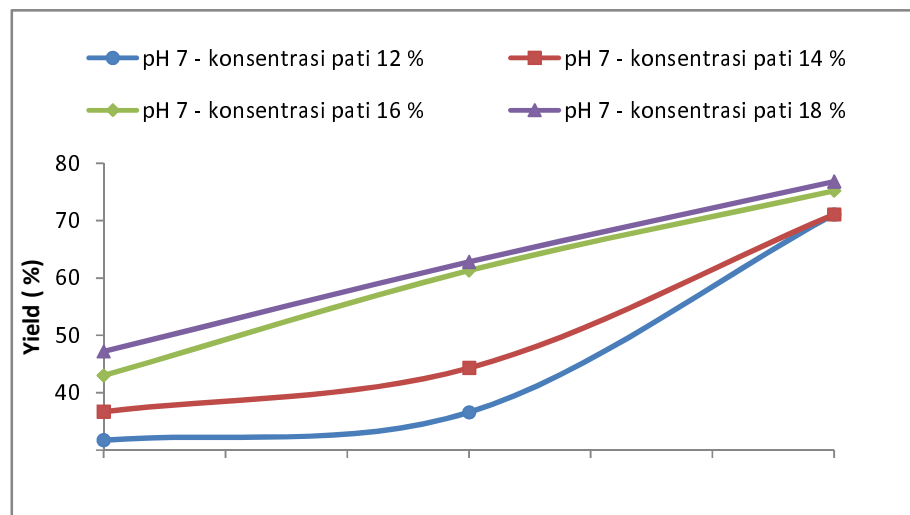
Dari kedua garafik diatas dapat kita bandingkan bahwa pada pH 6 dengan konsentrasi pati 12% pada waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan DE produk 19,56. Sedangkan pada pH 7 dengan konsentrasi pati 12% pada waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan DE produk 11,97 (U.S Patent No. 5,194,094). Hal ini menunjukkan penurunan DE pada kenaikan pH, yang berarti menunjukkan pada pelakuan pH 6 dibanding pH 7 lebih optimum didapatkan DE produk (U.S. Patent No. 3,912,590).

4.6 Pengaruh Waktu Dekstrinisasi terhadap Yield



Gambar 4.11 Grafik pengaruh waktu dekstrinisasi terhadap yield pada pH 6

Dari grafik diatas didapatkan hubungan dengan yield produk. Variabelnya adalah pada pH 6 dengan varian konsentrasi pati. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 12% paling optimum yaitu 59,9%, sedangkan pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 14% paling optimum adalah 63,5%. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 16 % paling optimum adalah 69,5%, sedangkan pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 12% paling optimum adalah 77,49%. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi pH 6 optimum yield yang didapatkan dengan variabel konsentrasi pati 18% pada waktu 120 menit. Hal ini menunjukkan kenaikan waktu dekstrinisasi diikuti kenaikan yield produk dan sebanding dengan konsentrasi pati. Hubungan yield dengan waktu dekstrinisasi berbanding searah tetapi juga tergantung dari konsentrasi pati. Semakin lama waktu semakin besar pula yield produk yang didapatkan, hal ini dikarenakan dekstrinisasi pati atau amilosa pada pati akan lebih lama kontak (terpecah) dengan enzim. Dan semakin banyak konsentrasi pati yang digunakan maka semakin banyak pati yang terkonversi menjadi dekstrin (Sriroth et al., 2002).

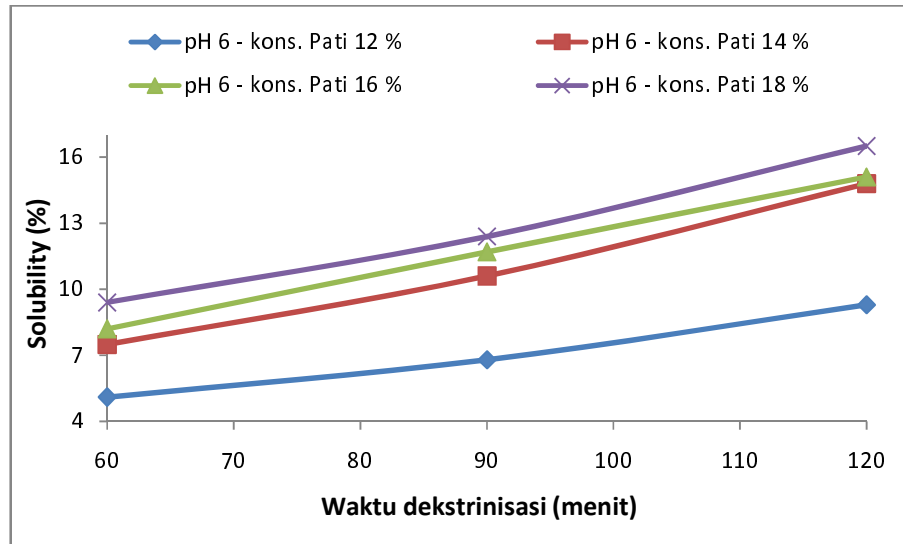


Gambar 4.12 Grafik pengaruh waktu dekstrinisasi terhadap yield pada pH 7

Dari grafik diatas didapatkan hubungan dengan yield produk. Variabelnya adalah pada pH 7 dengan varian konsentrasi pati. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 12% paling optimum yaitu 71,11%, sedangkan pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 14% paling optimum adalah 71,12%. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 16% paling optimum adalah 75,2%, sedangkan pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 18% paling optimum adalah 76,8%. Dari data – data tersebut menunjukkan pada dekstrinisasi pH 7 optimum yield yang didapatkan dengan variabel konsentrasi pati 18% pada waktu 120 menit. Hal ini menunjukkan kenaikan waktu dekstrinisasi diikuti kenaikan yield produk dan sebanding dengan konsentrasi pati. Hubungan yield dengan waktu dekstrinisasi berbanding searah tetapi juga tergantung dari konsentrasi pati. Semakin lama waktu semakin besar pula yield produk yang didapatkan, hal ini dikarenakan dekstrinisasi pati atau amilosa pada pati akan lebih lama kontak (terpecah) dengan enzim. Semakin banyak konsentrasi pati yang digunakan maka semakin banyak pati yang terkonversi menjadi dekstrin (Sriroth et al., 2002).

Dari kedua garafik diatas menunjukkan penurunan yield pada kenaikan pH, yang berarti menunjukkan pada pelakuan pH 6 dibanding pH 7 lebih optimum didapatkan yield produk. Hal ini sesuai dengan U.S Patent No. 3,912,590 pada pembuatan dekstrin ini digunakan enzim α -amilase (*Baccilus Licheniformis*) bekerja pada pH optimum 6,0-6,5.

4.7 Pengaruh Waktu Dekstrinisasi terhadap Solubility

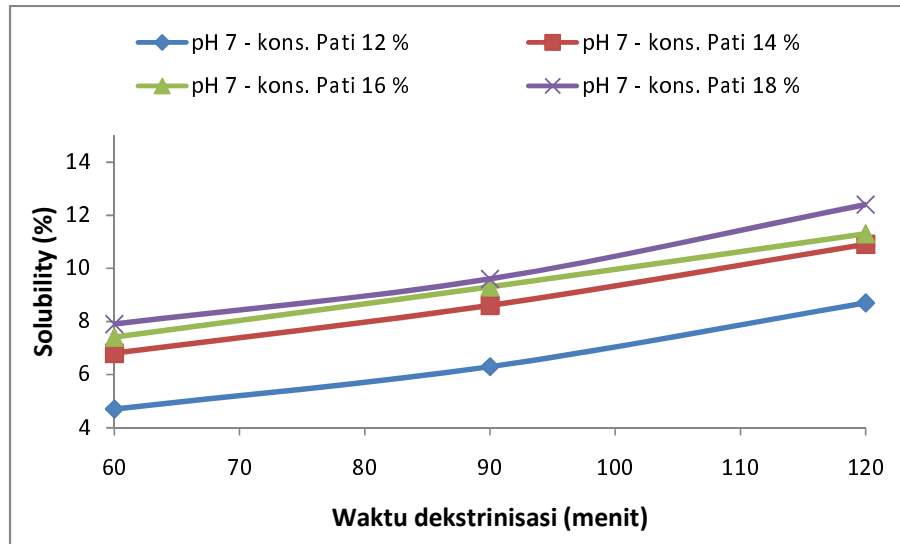


Gambar 4.13 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap solubility pada pH 6

Dari grafik diatas didapatkan hubungan antara waktu dekstrinisasi dengan kelarutan, pada pH 6 dengan varian konsentrasi pati. Grafik diatas menunjukkan kenaikan konsentrasi pati diikuti dengan peningkatan kelarutan produk dan berbanding lurus dengan waktu dekstrinisasi. Dari grafik diatas juga terlihat bahwa peningkatan kelarutan produk paling signifikan atau besar pada rentang waktu antara 90 menuju 120 menit. Bahwa semakin lama waktu dekstrinisasi dan semakin besar konsentrasi pati, maka kelarutan produk akan meningkat. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 12%, didapatkan kelarutan optimum sebesar 9,3%, sedangkan pada konsentrasi pati 14% dengan waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan kelarutan optimum sebesar 14,8%. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 16%, didapatkan kelarutan optimum sebesar 15,1%, sedangkan pada konsentrasi pati 18% dengan waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan kelarutan paling optimum yakni sebesar 16,5%.

Dari data – data tersebut menunjukkan pada pH dekstrinisasi 6, didapatkan kelarutan paling optimum dengan variabel konsentrasi pati 18% pada waktu 120 menit yaitu sebesar 16,5%. Dari teori hidrolisa total yang menyatakan bahwa semakin lama waktu hidrolisa maka bahan yang terhidrolisa (terbentuk glukosa) akan semakin banyak sehingga kelarutannya akan semakin besar. Berdasarkan data diatas maka terbukti bahwa semakin lama waktu hidrolisa maka semakin besar pula persentase kelarutannya (*solubility*), yaitu pada saat waktu hidrolisanya mencapai 2 jam. Hubungan antara waktu dekstrinisasi dengan konsentrasi pati dan kelarutan produk adalah berbanding lurus. Hal ini juga berkaitan dengan keberadaan senyawa amilopektin dalam pati yang bersifat tidak larut dalam air. Pada proses hidrolisa

semakin lama waktu prosesnya, semakin banyak pula senyawa amilopektin yang tereduksi sehingga maltomaltodekstrin yang dihasilkan semakin mudah larut dalam air. Hal ini menyebabkan kenaikan harga kelarutan (% *solubility*).

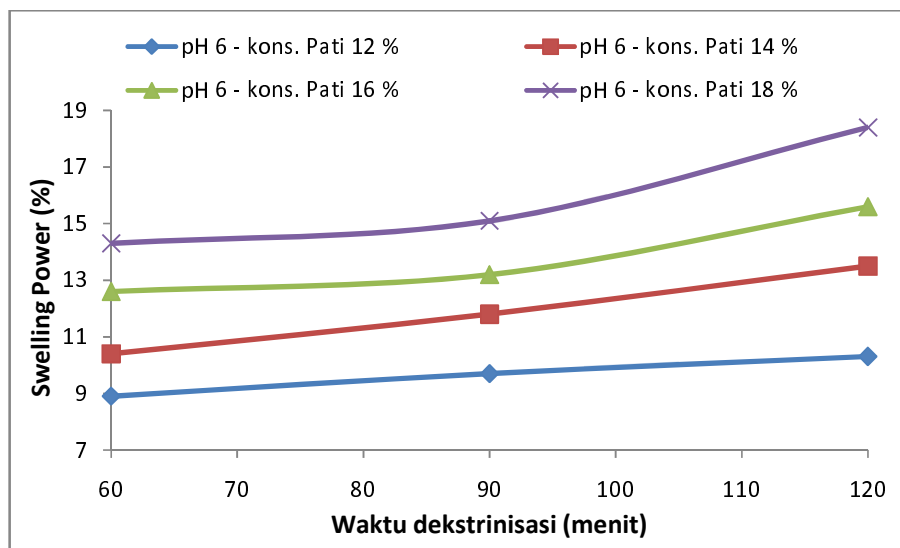


Gambar 4.14 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap solubility pada pH 7

Dari grafik diatas didapatkan hubungan antara waktu dekstrinisasi dengan kelarutan, pada pH 7 dengan varian konsentrasi pati. Grafik diatas menunjukkan kenaikan konsentrasi pati diikuti dengan peningkatan kelarutan produk dan berbanding lurus dengan waktu dekstrinisasi. Dari grafik diatas juga terlihat bahwa peningkatan kelarutan produk paling signifikan atau besar pada rentang waktu antara 90 ke 120 menit. Bahwa semakin lama waktu dekstrinisasi dan semakin besar konsentrasi pati, maka kelarutan produk akan meningkat. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 12%, didapatkan kelarutan optimum sebesar 8,7%, sedangkan pada konsentrasi pati 14% dengan waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan kelarutan optimum sebesar 10,9%. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 16%, didapatkan kelarutan optimum sebesar 11,3%, sedangkan pada konsentrasi pati 18% dengan waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan kelarutan paling optimum yakni sebesar 12,4%. Dari data – data tersebut menunjukkan pada pH dekstrinisasi 7, didapatkan kelarutan paling optimum dengan variabel konsentrasi pati 18% pada waktu 120 menit yaitu sebesar 12,4%. Hubungan antara waktu dekstrinisasi dengan konsentrasi pati dan kelarutan produk adalah berbanding lurus. Semakin lama waktu dekstrinisasi dan semakin besar konsentrasi pati maka kelarutan produk yang didapatkan juga semakin meningkat.

Dari kedua garafik diatas dapat kita bandingkan bahwa pada pH 6 dengan konsentrasi pati 18% pada waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan kelarutan produk sebesar 16,5 %, sedangkan pada pH 7 dengan konsentrasi pati 18% pada waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan kelarutan produk sebesar 12,4%. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan harga kelarutan produk seiring dengan peningkatan pH pada varian konsentrasi pati dan waktu dekstrinisasi yang sama, yang berarti menunjukkan pada pelakuan pH 6 didapatkan kelarutan produk yang lebih optimum dibandingkan pada pH 7.

4.8 Pengaruh Waktu Dekstrinisasi terhadap Swelling Power

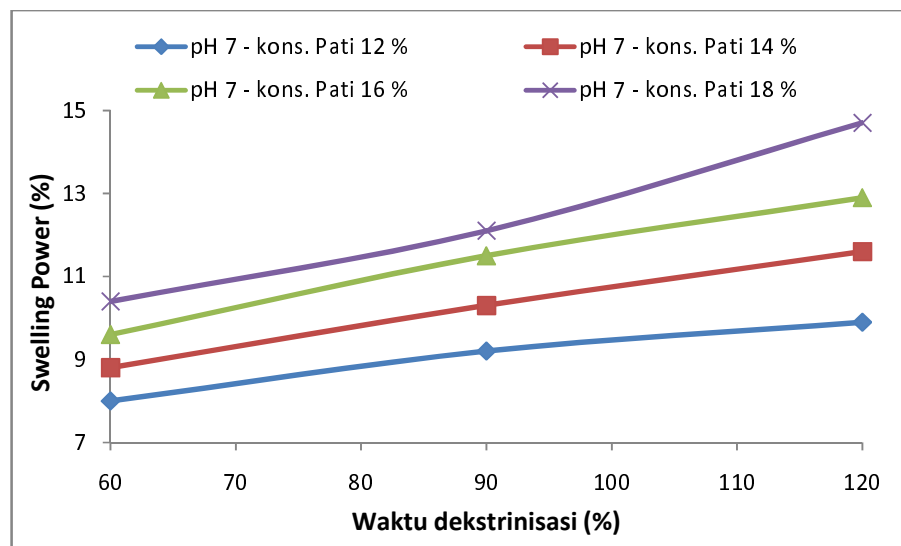


Gambar 4.15 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap swelling power pada pH 6

Dari grafik diatas didapatkan hubungan antara waktu dekstrinisasi dengan swelling power, pada pH 6 dengan varian konsentrasi pati. Grafik diatas menunjukkan kenaikan konsentrasi pati diikuti dengan peningkatan swelling produk dan berbanding lurus dengan waktu dekstrinisasi. Dari grafik diatas juga terlihat bahwa peningkatan swelling power produk paling signifikan atau besar pada rentang waktu antara 90 menuju 120 menit, sedangkan antara waktu 60 ke 90 menit peningkatan swelling masih ada, tetapi tidak terlalu banyak atau cenderung berjalan perlahan. Hal ini sangat jelas terlihat, terutama pada konsentrasi pati 18%. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 12%, didapatkan swelling power optimum sebesar 10,3%, sedangkan pada konsentrasi pati 14% dengan waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan swelling power optimum sebesar 13,5%. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 16%, didapatkan swelling power optimum sebesar 15,6%,

sedangkan pada konsentrasi pati 18% dengan waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan swelling power paling optimum yakni sebesar 18,4%.

Dari data – data tersebut menunjukkan pada pH dekstrinisasi 6, didapatkan swelling power paling optimum dengan variabel konsentrasi pati 18% pada waktu 120 menit yaitu sebesar 18,4%. Hubungan antara waktu dekstrinisasi dengan konsentrasi pati dan swelling power produk adalah berbanding lurus, semakin lama waktu proses maka swelling powernya juga semakin naik. Swelling power sangat dipengaruhi oleh keberadaan gugus amilosa sebagai salah satu komponen penyusun pati. Semakin lama waktu proses mengakibatkan semakin banyak amilosa yang tereduksi, sehingga penurunan jumlah amilosa tersebut menyebabkan kenaikan swelling power (Sasaki dan Matsuki, 1998).



Gambar 4.16 Grafik pengaruh konsentrasi pati terhadap swelling power pada pH 7

Dari grafik diatas didapatkan hubungan antara waktu dekstrinisasi dengan swelling power, pada pH 7 dengan varian konsentrasi pati. Grafik diatas menunjukkan kenaikan konsentrasi pati diikuti dengan peningkatan swelling produk dan berbanding lurus dengan waktu dekstrinisasi. Dari grafik diatas juga terlihat bahwa peningkatan swelling power produk paling signifikan atau besar pada rentang waktu antara 90 ke 120 menit. Bahwa semakin lama waktu dekstrinisasi dan semakin besar konsentrasi pati, maka swelling produk akan meningkat. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 12%, didapatkan swelling power optimum sebesar 9,9%, sedangkan pada konsentrasi pati 14% dengan waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan swelling power optimum sebesar 11,6%. Pada waktu dekstrinisasi 120 menit dengan konsentrasi pati 16%, didapatkan swelling power optimum sebesar 12,9%, sedangkan pada konsentrasi pati 18% dengan waktu dekstrinisasi 120 menit

didapatkan kelarutan paling optimum yakni sebesar 14,7%. Dari data – data tersebut menunjukkan pada pH dekstrinisasi 7, didapatkan swelling power paling optimum dengan variabel konsentrasi pati 18% pada waktu 120 menit yaitu sebesar 14,7%. Hubungan antara waktu dekstrinisasi dengan konsentrasi pati dan swelling power produk adalah berbanding lurus. Semakin lama waktu dekstrinisasi dan semakin besar konsentrasi pati maka swelling power produk yang didapatkan juga semakin besar.

Dari kedua grafik diatas dapat kita bandingkan bahwa pada pH 6 dengan konsentrasi pati 18% pada waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan swelling power produk sebesar 18,4%, sedangkan pada pH 7 dengan konsentrasi pati 18% pada waktu dekstrinisasi 120 menit didapatkan kelarutan produk sebesar 14,7%. Hal ini menunjukkan bahwa terjadi penurunan harga swelling power produk seiring dengan peningkatan pH pada varian konsentrasi pati dan waktu dekstrinisasi yang sama, yang berarti menunjukkan pada pelakuan pH 6 didapatkan harga swelling power produk yang lebih optimum dibandingkan pada pH 7.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

1. Harga Dekstrosa Ekuivalen (DE) dipengaruhi oleh beberapa variabel, diantaranya konsentrasi pati, waktu dekstrinisasi dan pH larutan. Semakin lama waktu dekstrinisasi maka semakin besar pula harga DE maltodekstrin yang dihasilkan. Akan tetapi hal ini berbanding terbalik dengan peningkatan konsentrasi pati dan pH larutan yang menghasilkan nilai DE yang semakin kecil.
2. DE maltodekstrin tertinggi yang dihasilkan sebesar 19,56, dengan variabel proses pada konsentrasi pati 12%, waktu dekstrinisasi 120 menit dan pH 6.
3. Persentase kelarutan (*solubility*) dan swelling power dipengaruhi interaksi antara konsentrasi pati, waktu dekstrinisasi dan pH larutan. Peningkatan presentase kelarutan maltodekstrin berbanding lurus dengan swelling power.

5.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut untuk menghasilkan maltodekstrin dengan harga DE yang tinggi pada konsentrasi pati yang besar, sehingga nantinya dapat diaplikasikan pada skala industri.
2. Proses pengeringan produk dengan menggunakan oven perlu diperhatikan secara seksama agar dihasilkan maltodekstrin dengan warna yang putih untuk meningkatkan harga jual maltodekstrin tersebut.

DAFTAR PUSTAKA

- Anonim, amilosa, <http://id.wikipedia.org/wiki/amilosa>, 2009.
- Anonim, amilopektin, <http://id.wikipedia.org/wiki/amilopektin>, 2009.
- Anonim, maltodekstrin, www.blogspot.com/maltodekstrin, 2009.
- Anonim, maltodekstrin, <http://yongkikastanyaluthana/maltodekstrin>, 2008.
- Anonim, pati (polisakarida), http://id.wikipedia.org/wiki/pati_polisakarida, 2009.
- Anonim, Pengembangan Produk dan Teknologi Proses, Dekstrin dan Tahap-Tahap Pembentukan Dekstrin, <http://wordpress.com/dekstrin>, 2008.
- Anonim, singkong, <http://www.trubus-online.co.id/majalah-pertanian/singkong>, 2009.
- Anonim, singkong, <http://id.wikipedia.org/wiki/singkong>, 2009.
- Anonim, teknologi modifikasi pati, http://ebookpangan.com//teknologi_modifikasi_pati, 2006.
- Ammeraal, et. al, 1993, *Fractionating Starch Hydrolysates*, American Maize-Products Co., Stamford, Conn. ,U.S Patent 5194094.
- Azeez, O.S., *Production of Dextrin from Cassava Starch*, Leonardo Journal of Science, ISSN 1583-0233, Juli-December, 2005, Issue 7, pp.9-16.
- Baks, T., Bruins ME, Master AM, Janssen Aem, and Boom RM., 2007, *Effect of Gelatinization and Hydrolysis Conditions on The Selectivity of Starch Hydrolysis with α -amylase from B. Licheniformis*.
- Bank, W dan C.T. Greenwood, 1975, *Starch Its Components*, Halsted Press, John Wiley and Sons, N.Y.
- Bechtel. W.G, 1950, *J. Colloid Sci.* 5, 260.
- Beynum, G.M.A. dan J.A. Roels, 1985, *Starch Conversion Technology*, Applied Science Publ., London.
- Blancard, P. H. and F. R.Katz, *Starch Hydrolysis in Food Polysaccharides and Their Application*, Marcell Dekker, Inc. New York, 1995.
- Carroll, J. O., R. Timothy Swanson, and C. P.Trackman, 1990, *Starch liquefaction with alpha amylase mixtures*, Novo, Industri A/s (Bagsvaerd, DK), U.S Patent 4933279
- Cluskey, J.E., C.A. Knutson dan G.E. Inglett, 1980, *Fractionation and characterization of dent corn and amylo maize starch granules*, *Staerke*, 32 : 105.

- Coulson and Richardson, 2005, *Chemical Engineering Design Vol.6 Fourth Edition*, Elsevier Butterworth-Heinemann Linacre House, Jordan Hill, Oxford U.K.
- Daramola, B. and J.O. Aina, *Effects of Alum on Pasting and Some Physicochemical Properties of Cassava (Manihot esculentum) Starch*, World Journal of Dairy & Food Sciences 2 (1): 18-22, Department of Food Technology, Fed. Polytechnic, Ado Ekiti, Nigeria, 2007.
- Daramola, B. and Osanyinlusi, S.A., *Investigation on modification of cassava starch using active components of ginger roots (Zingiber officinale Roscoe)*, Department of Food Science and Technology, Federal Polytechnic, P.M.B. 5351, Ado Ekiti, Ekiti State, Nigeria. African Journal of Biotechnology Vol. 5 (10), pp. 917-920, 2006. <http://www.academicjournals.org/AJB>.
- Demam, M.J., *Kimia Makanan*, ITB, Bandung, 1993, pp. 190-195.
- Djumali, M. dan Ani, S., *Teknologi Bio Proses*, Penebar Swadaya, Jakarta, 1994, pp. 59-61.
- Effionora Anwar, Joshita D., Arry Yanuar, dan Anton Bahtiar, *Pemanfaatan Maltodekstrin Pati Terigu Sebagai Eksi-pien Dalam Formula Sediaan Tablet dan Niosom*, Majalah Ilmu Kefarmasian, ISSN : 1693-9883, 2004, vol. I, no. 1, pp. 34-46.
- Elder, A.L. dan T.J. Schoch, 1959, *J. Cereal Sciences Today*, 4 : 202.
- Enie, A.B, 1989, *Teknologi Pengolahan Singkong*, Balai Besar Litbang Industri Hasil Pertanian Bogor, Departemen Perindustrian.
- Fennema, 1996, *Food Chemistry*, In R. Owen (eds.), *Carbohydrates* (pp 167- 196). New York: Marcel Dekker.
- Fleche, G, 1985, *Chemical modification and degradation of starch*, Di dalam G.M.A. Van Beynum dan J.A. Roels, ed, *Starch conversion technology*, Applied Science Publ., London.
- Gallant, D., C. Mercier dan A. Guilbot, 1972, *Electron microscopy of starch granules modified by bacterial α -amilase*, Cereal Chem, 49 : 354.

- Greenwood, C.T. dan D.N. Munro, 1979, *Carbohydrates*, Di dalam R.J. Priestley, ed. *Effects of Heat on Foodstuffs*, Applied Science Publ. Ltd., London.
- Harmon, R.E., S.K. Gupta dan J. Johnson, 1971, *Oxidation of starch by hydrogen peroxide in the presence of UV light, Part I*, *Die Starke* 24 : 8.
- Hill dan Kelley, 1942, *Organic Chemistry*, The Blakistan Co., Philadelphia, Toronto.
- Hiroki Takata, Takeshi Takaha, Hiroyasu Nakamura, et al, 1997, *Production and Some Properties of a Dextrin with a Narrow Size Distribution by The Cyclization Reaction of Branching Enzyme*, *Journal of Fermentation and Bioengineering*, , vol. 84, no. 2, pp. 119-123.
- Hodge, J.E. dan E.M. Osman, 1976, *Carbohydrates*, Di dalam Food Chemistry. D.R. Fennema, ed. Macel Dekker, Inc. New York dan Basel.
- Kainuma, K., T. Odat and S.Cuzuki, 1967. *Study of starch phosphates monoesters*. *J. Technol. Soc. Starch*, 14: 24-28.
- Kargi, Fikret and Shuler, Michael L., *Bioprocess Engineering Basic Concepts*, Prentice Hall, Engleood Cliffs, New Jersey.
- Leach, H.W., L.D. McCowan dan T.J. Schoch, 1959, *Cereal Chem*, 36 : 534.
- Lingga, Pinus, *Bertanam Ubi-Ubian*, Penebar Swadaya, Jakarta, 1992. pp. 5-7.
- Lintner, C.J, 1976, *J. Prakt. Chem*, Di dalam *Starch production technology*. J.A. Radley ed., Applied Science Publ., London.
- Marchal L. M, H. H Beeftink, and J. Tramper, *Towards a rational design of commercial maltodextrins*, Food and Bioprocess Engineering Group, Department of Food Technology and nutritional Sciences, Wageningen Univesity, Netherlands, 1999.
- McLaren, A.D, 1963, *Enzyme reation on structurally restricted systems IV The digestion of insoluble substrate by hidrolytic enzymes*, *Enzymologies*, 26 : 237.
- Muwarni, I.A, 1989, *Sifat Fisiko Kimia Pati Jagung Termodifikasi*, Skripsi, Fateta IPB. Bogor.

- Ozbek, Belma and Semra Yuceer, *Alfa-amilase inactivation during wheat starch hydrolysis process*, Yildiz Technical University Department of Chemical Engineering Istanbul Turkey, 2001.
- Ozer, D. , M. Saban Tanyildizi, and Murat Elibol, 2005, *Optimization of α -amylase production next term by Bacillus sp. using response surface methodology*, J. Process Biochemistry Science Direct Vol.40 pp.2291-2296.
- Perry, R. H. *Chemical Engineering Hand Book*, 3rd edition. Mc Graw Hill Book Cooperation. 1984.
- Radley, J.A, 1976, *Starch Production Technology*, Applied Science Publ., London.
- Sandstedt, R.M., D. Strahan, S. Ueda dan R.C. Abbott., 1962, *The digestion of high amylosa corn starch compered to that of other starch. The apparent effect of the ae genne on susceptibility ot amylase action*, Cereal Chem, 39: 123.
- Sasaki, T., and Matsuki, J. 1998. *Effect of wheat starch on structure on swelling power*. Cereal Chemistry, 75, 525 – 529.
- Schoch Y.J, 1964, *Swelling power and solubility of starch granules*, In R.L. Whistler, R.J. Smith and M.L. Wolfrom (eds.), *Methods in carbohydrates chemistry* Vol .IV, pp. 106-108, New York: Academic Press.
- Shopmeyer, H.H. dan G.E. Felton, 1943, Di dalam J. A. Radley, ed. *Starch Production Technology*, Applied Science Publ., London.
- Sriroth, K., et al, 1999, *Cassava starch granule structure–function properties: influence of time and conditions at harvest on four cultivars of cassava starch*, Carbohydrate Polymers 38: 161–170.
- Winarno, F.G., *Enzim Pangan*, PT Gramedia, Jakarta, 1984, pp. 35-53.
- Winarno, F.G, Fardiaz, S and Fardiaz, D., *Pengantar Teknologi Pangan*, PT Gramedia Pustaka Utama, Jakarta, 1984.
- Wirakartakusumah, M.A., Rizal Syarief, Dahrul Syah, 1989, *Pemanfaatan Teknologi Pangan Dalam Pengolahan Singkong*, Buletin Pusbangtepa, 7 : 18. IPB. Bogor.

Wolf, M.J., U. Khoo dan G.E. Inglett, 1977, *Partial digestibility of cooked amyloamized starch in humans and mice*, Die Starke 29 : 401.

Yong-Cheng Shi et. Al, 2000, *High Solids Single Phase Process for Preparing Enzyme-Converted Starches*, National Starch and Chemical Investment Holding Corporation, Wilmington, Del. , U.S Patent 6054302, pp.7.

LAMPIRAN A PROSEDUR PERCOBAAN

A.1 Membuat larutan pati 12% w/v

- a. Timbang 105,6 gram pati (kadar air $\pm 12\%$)

Kebutuhan tepung

$$\begin{aligned}\text{Tepung kering} &= 0,88 \times 120 \text{ gram} \\ &= 105,6 \text{ gram}\end{aligned}$$

- b. Larutkan dalam 769,4 ml air

Kebutuhan air

$$\begin{aligned}\text{Air total} &= \frac{100}{12} \times 105,6 \text{ gram} \\ &= 880 \text{ gram}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air awal} &= (880 - 105,6) \text{ gr} \\ &= 774,4 \text{ gram} \approx 774,4 \text{ ml}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{Kebutuhan air total} &= (774,4 - 5,3) \text{ ml} \\ &= 769,1 \text{ ml}\end{aligned}$$

- c. Aduk rata

- d. Lakukan langkah di atas untuk konsentrasi pati yang lain (14, 16, 18% w/v)

A.2 Menghitung kebutuhan enzim

Konsentrasi enzim : 0,5 - 0,6 kg/ton tepung kering, sehingga kebutuhan enzim dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Massa enzyme} = 0,5 \text{ gram} \times \frac{W_{\text{pati kering}}(\text{gram})}{1000 \text{ gram}}$$

$$\text{Volume enzyme} = \text{massa enzyme}(\text{gram}) \times \frac{1 \text{ ml}}{1,21 \text{ gram}}$$

Contoh perhitungan:

$$\text{Massa enzyme} = 0,5 \text{ gram} \times \frac{105,6 \text{ gram}}{1000 \text{ gram}} = 0,0528 \text{ gram}$$

$$\text{Volume enzyme} = 0,0528 \text{ gram} \times \frac{1 \text{ ml}}{1 \text{ gram}} \times 100 = 5,28 \text{ ml}$$

A.3 Menghitung kebutuhan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$

$\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$: 40 ppm, sehingga kebutuhan $\text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$ dapat dihitung dengan rumus:

$$\text{Kebutuhan } \text{CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 40 \text{ mgr} \times \frac{(W_{\text{air total}} + W_{\text{pati kering}})}{1000 \text{ gram}}$$

Contoh perhitungan:

$$\text{Kebutuhan CaCl}_2 \cdot 2\text{H}_2\text{O} = 40\text{m.gr} \times \frac{1120\text{ gram}}{1000\text{ gram}} = 0,0448\text{ gram}$$

Tabel A.1 Kebutuhan Berbagai Bahan dalam Prosedur Percobaan

No.	Konsentrasi Pati (w/v)	W _{Pati Kering} (gram)	V _{Air total} (ml)	V _{Enzim} (ml)	CaCl ₂ ·2H ₂ O (gram)
1.	12%	105,6	769,1	5,28	0,0448
2.	14%	121,8	742,1	6,01	0,0456
3.	16%	140,8	732,16	7,04	0,0464
4.	18%	158,4	713,7	7,92	0,0472

LAMPIRAN B HASIL PERCOBAAN DAN PERHITUNGAN

B.1 HASIL PERCOBAAN

1. Analisa Tepung Pati Tapioka (Bahan Baku)

a. Analisa Organoleptik

Warna / kenampakan : putih

Bau : tidak enak / apek

Rasa : tawar

b. Analisa AAS

Tabel B.1 Hasil Analisa AAS Tepung Pati Tapioka

Karbohidrat	Protein	Lemak	Air	Abu
(%)*	(%)*	(%)*	(%)*	(%)*
74,8	0,56	1,02	11,90	11,72

*) Sumber :Laboratorium Kimia Analitik FMIPA UNDIP, Th 2009

c. Analisa Swelling dan Solubility

Tabel B.2 Hasil Swelling Power dan Solubility Tepung Pati Tapioka

Solubility (%)*	Swelling Power (%)*
3,1	7,8

*) Sumber :Laboratorium Penelitian FT Teknik Kimia UNDIP, Th 2010

2. Analisa Organoleptik Tepung Maltodekstrin (Produk)

Warna / kenampakan : putih agak sedikit kecoklatan

Bau : tidak enak seperti pati

Rasa : tawar

3. Yield Produk

$$Yield = \frac{\text{produk}}{\text{pereaktan}} \times 100\%$$

3.1 Yield pada pH 6

Tabel B.3 Hasil Penelitian Yield Produk (Tepung Maltodekstrin) pada pH 6

Konsentrasi Pati (%)	Waktu (menit) pada pH 6								
	Produk (gram)*			Pereaktan (gram)*			Yield (%)*		
	60	90	120	60	90	120	60	90	120
12	54,60	62,46	63,25	105,6	105,6	105,6	51,7	59,15	59,9
14	66,14	76,76	77,34	121,8	121,8	121,8	54,3	63,02	63,5
16	78,28	91,80	97,86	140,8	140,8	140,8	55,6	65,2	69,5
18	93,54	103,33	122,43	158	158	158	59,2	65,4	77,49

*) Sumber :Laboratorium Penelitian FT Teknik Kimia UNDIP, Th 2010

3.2 Yield pada pH 7

Tabel B.4 Hasil Penelitian Yield Produk (Tepung Maltodekstrin) pada pH 7

Konsentrasi Pati (%)	Waktu (menit) pada pH 7								
	Produk (gram)			Pereaktan (gram)			Yield (%)		
	60	90	120	60	90	120	60	90	120
12	33,46	38,65	75,09	105,6	105,6	105,6	31,69	36,6	71,11
14	44,66	53,95	86,62	121,8	121,8	121,8	36,67	44,3	71,12
16	60,54	86,31	105,88	140,8	140,8	140,8	43	61,3	75,2
18	74,57	99,22	121,34	158	158	158	47,2	62,8	76,8

*) Sumber :Laboratorium Penelitian FT Teknik Kimia UNDIP, Th 2010

4. Dekstrosa Ekuivalen (DE)

$$\% \text{ DE} = \frac{\text{faktor fehling} \times 100}{(\text{g/ml konsentrasi maltodekstrin} \times \text{kebutuhan titran})}$$

$$\text{g/ml konsentrasi maltodekstrin} = 10/200$$

4.1 Dekstrosa Ekuivalen (DE) pada pH 6

Tabel B.5 Hasil Analisa DE (Dekstrosa Ekuivalen) pada pH 6

Konsentrasi Pati (%)	Waktu (menit) pada pH 6								
	Faktor fehling			Kebutuhan titran (ml)			% DE		
	60	90	120	60	90	120	60	90	120
12	0,0825	0,08375	0,088	27	14,9	9	6,111	11,24	19,56
14	0,0825	0,08375	0,088	27,2	15,2	10,8	6,069	11,02	16,3
16	0,0825	0,08375	0,088	28,2	15,7	12,3	5,85	10,67	14,3
18	0,0825	0,08375	0,088	28,8	16,2	13,4	5,727	10,34	13,13

*) Sumber :Laboratorium Penelitian FT Teknik Kimia UNDIP, Th 2010

4.2 Dekstrosa Ekuivalen (DE) pada pH 7

Tabel B.6 Hasil Analisa DE (Dekstrosa Ekuivalen) pada pH 7

Konsentrasi Pati (%)	Waktu (menit) pada pH 7								
	Faktor fehling			Kebutuhan titran (ml)			% DE		
	60	90	120	60	90	120	60	90	120
12	0,065	0,065	0,06825	29,2	15,5	11,4	4,452	8,387	11,97
14	0,065	0,065	0,06825	29,6	16	12,9	4,392	8,125	10,58
16	0,065	0,065	0,06825	30	16,3	14,1	4,333	7,975	9,68
18	0,065	0,065	0,06825	31,6	18,3	15,5	4,05	7,104	8,81

*) Sumber :Laboratorium Penelitian FT Teknik Kimia UNDIP, Th 2010

5. Solubility

$$\% \text{ solubility} = \frac{\text{berat endapan kering}}{\text{volume supernatant}} \times 100\%$$

5.1 Solubility pada pH 6

Tabel B.7 Hasil Analisa Solubility pada pH 6

Konsentrasi Pati (%)	Waktu (menit) pada pH 6								
	Berat endapan kering (gram)			Volume supernatant (ml)			% Solubility		
	60	90	120	60	90	120	60	90	120
12	0,51	0,68	0,93	10	10	10	5,1	6,8	9,3
14	0,75	1,06	1,48	10	10	10	7,5	10,6	14,8
16	0,82	1,07	1,51	10	10	10	8,2	11,7	15,1
18	0,94	1,24	1,65	10	10	10	9,4	12,4	16,5

*) Sumber :Laboratorium Penelitian FT Teknik Kimia UNDIP, Th 2010

5.2 Solubility pada pH 7

Tabel B.8 Hasil Analisa Solubility pada pH 7

Konsentrasi Pati (%)	Waktu (menit) pada pH 7								
	Berat endapan kering (gram)			Volume supernatant (ml)			% Solubility		
	60	90	120	60	90	120	60	90	120
12	0,47	0,63	0,87	10	10	10	4,7	6,3	8,7
14	0,68	0,86	1,09	10	10	10	6,8	8,6	10,9
16	0,74	0,93	1,13	10	10	10	7,4	9,3	11,3
18	0,79	0,96	1,24	10	10	10	7,9	9,6	12,4

*) Sumber :Laboratorium Penelitian FT Teknik Kimia UNDIP, Th 2010

6. Swelling Power

$$\text{swelling power} = \frac{\text{berat pasta}}{\text{berat sampel kering}}$$

6.1 Swelling power pada pH 6

Tabel B.9 Hasil Analisa Swelling Power pada pH 6

Konsentrasi Pati (%)	Waktu (menit) pada pH 6								
	Berat pasta (gram)			Berat sampel kering (gram)			Swelling Power		
	60	90	120	60	90	120	60	90	120
12	0,35	0,58	0,93	0,04	0,06	0,09	8,8	9,7	10,3
14	0,83	0,30	1,62	0,08	0,11	0,12	10,4	11,8	13,5
16	1,26	1,58	2,18	0,10	0,12	0,14	12,6	13,2	15,6
18	1,72	1,96	2,76	0,12	0,13	0,15	14,3	15,1	18,4

*) Sumber :Laboratorium Penelitian FT Teknik Kimia UNDIP, Th 2010

6.2 Swelling power pada pH 7

Tabel B.10 Hasil Analisa Swelling Power pada pH 7

Konsentrasi Pati (%)	Waktu (menit) pada pH 7								
	Berat pasta (gram)			Berat sampel kering (gram)			Swelling Power		
	60	90	120	60	90	120	60	90	120
12	0,24	0,46	0,59	0,03	0,05	0,06	8,0	9,2	9,9
14	0,35	0,62	0,93	0,04	0,06	0,08	8,8	10,3	11,6
16	0,67	0,92	1,29	0,07	0,08	0,10	9,6	11,5	12,9
18	0,94	1,33	1,76	0,09	0,11	0,12	10,4	12,1	14,7

*) Sumber :Laboratorium Penelitian FT Teknik Kimia UNDIP, Th 2010

B.2 HASIL PERHITUNGAN

1. Yield Produk

$$\text{Yield} = \frac{\text{produk}}{\text{pereaktan}} \times 100\%$$

Tabel B.11 Hasil Perhitungan Yield Produk (Tepung Maltodekstrin)

Konsentrasi Pati (%)	Yield (%)					
	Waktu (menit) pada pH 6			Waktu (menit) pada pH 7		
	60	90	120	60	90	120
12	51,7	59,15	59,9	31,69	36,6	71,11
14	54,3	63,02	63,5	36,67	44,3	71,12
16	55,6	65,2	69,5	43	61,3	75,2
18	59,2	65,4	77,49	47,2	62,8	76,8

2. Dekstrosa Ekuivalen (DE)

% DE = faktor fehling x 100/(g/ml konsentrasi maltodekstrin x kebutuhan titran)

Tabel B.12 Hasil Perhitungan DE (Dekstrosa Ekuivalen)

Konsentrasi Pati (%)	% DE					
	Waktu (menit) pada pH 6			Waktu (menit) pada pH 7		
	60	90	120	60	90	120
12	6,111	11,24	19,56	4,452	8,387	11,97
14	6,069	11,02	16,3	4,392	8,125	10,58
16	5,85	10,67	14,3	4,333	7,975	9,68
18	5,727	10,34	13,13	4,05	7,104	8,81

3. Solubility

$$\% \text{ solubility} = \frac{\text{berat endapan kering}}{\text{volume supernatant}} \times 100\%$$

Tabel B.13 Hasil Perhitungan Solubility

Konsentrasi Pati (%)	% Solubility					
	Waktu (menit) pada pH 6			Waktu (menit) pada pH 7		
	60	90	120	60	90	120
12	5,1	6,8	9,3	4,7	6,3	8,7
14	7,5	10,6	14,8	6,8	8,6	10,9
16	8,2	11,7	15,1	7,4	9,3	11,3
18	9,4	12,4	16,5	7,9	9,6	12,4

4. Swelling Power

$$\text{swelling power} = \frac{\text{berat pasta}}{\text{berat sampel kering}}$$

Tabel B.14 Hasil Perhitungan Swelling Power

Konsentrasi Pati (%)	Swelling Power(%)					
	Waktu (menit) pada pH 6			Waktu (menit) pada pH 7		
	60	90	120	60	90	120
12	8,9	9,7	10,3	8,0	9,2	9,9
14	10,4	11,8	13,5	8,8	10,3	11,6
16	12,6	13,2	15,6	9,6	11,5	12,9
18	14,3	15,1	18,4	10,4	12,1	14,7

LAMPIRAN C FOTO

a. Pembuatan Maltodekstrin



C.1 Bahan baku utama



C.2 Proses pengadukan



C.3 Maltodekstrin cair



C.4 Proses pengeringan



C.5 Produk maltodekstrin
kering

b. Analisa Produk

1). Analisa DE



C.6 Penimbangan produk



C.7 Aquadest



C.8 Pelarutan produk



C.9 Fehling A dan B



C.10 Pemanasan larutan



C.11 Titrasi larutan



C.12. Larutan menjadi coklat kemerahan dan terbentuk endapan

2). Analisa Solubility dan Swelling Power



C.13 Penimbangan produk



C.14 Pelarutan produk dalam aquadest



C.15 Pengadukan disertai pemanasan



C.16 Pengadukan dengan stirer



C.17. Cuvet



C.18. Cetrifuge