

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Umbi Talas

Talas banyak dibudidayakan di Indonesia karena talas dapat tumbuh di daerah yang beriklim tropis dan tidak terlalu memerlukan pengairan. Tanaman ini juga dapat dijadikan sebagai tanaman sela dan dapat tumbuh sepanjang tahun di daerah dataran rendah sampai dataran tinggi. Di Indonesia dijumpai hampir di seluruh kepulauan dan tersebar dari tepi pantai sampai ke pegunungan dengan ketinggian 1000 meter di atas permukaan laut. Talas berbentuk silinder atau lonjong sampai agak bulat. Kulit umbi talas berwarna kemerahan, bertekstur kasar, dan terdapat berkas-berkas pertumbuhan akar (Onwueme, 1994). Adapun jenis talas sebagai berikut:

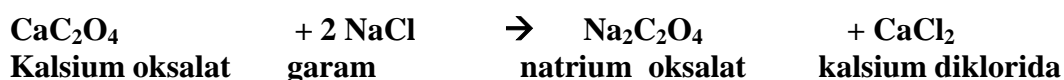
1. Talas Bogor (*Colocasia esculenta L.*), jenis ini berbentuk hati dengan pelepah daunnya tertancap agak ketengah.
2. Talas Belitung (*Xanthosoma sagitifolium*), mempunyai umbi batang maupun batang palsu yang sebenarnya tangkai daun. Umbinya digunakan sebagai bahan makanan, digoreng dan direbus.
3. Talas Padang (*Colocasia gigantean*), pohon lebih besar biasa tingginya 2 meter dan tangkai daunnya lebih kasar. Umbi induknya cukup besar tetapi tidak dapat dimakan.

Penggunaan talas yang baik untuk mengolahan industri makanan yaitu talas Belitung dan Bogor, akan tetapi talas Bogor dapat menimbulkan rasa gatal saat dimakan (Deptan, 2009).

Ada dua jenis talas, yaitu talas yang tidak gatal dan talas yang gatal. Talas yang tidak gatal misalnya talas bote, garbu, lumbu dan jenis talas yang gatal misalnya yang disebut sente. Cara pengolahannya yaitu talas dikupas, dicuci bersih karena biasanya berlendir, dan dicuci dengan air garam agar lendir mudah hilang (Siregar, 2011).

Asam oksalat merupakan senyawa kimia yang memiliki rumus $H_2C_2O_4$

dengan nama sistematis asam etanadioat. Untuk menghilangkan rasa gatal yang disebabkan kalsium oksalat pada umbi talas dapat dilakukan dengan cara perendaman NaCl. Penghilangan kadar oksalat terjadi karena reaksi antara natrium klorida (NaCl) dan kalsium oksalat (CaC_2O_4). NaCl akan terionisasi di dalam air menjadi ion Na^+ dan Cl^- yang akan berikatan dengan kalsium oksalat membentuk natrium oksalat dan endapan kalsium diklorida yang larut dalam air dengan reaksi sebagai berikut:



(Sumber: Siregar, 2011)

2.2 Komposisi kimia Umbi Talas

Menurut Danimihardja (1978) dalam Richana (2012), komposisi kimia bagian – bagian umbi talas tidak sama. Kandungan pati pada bagian ujung umbi lebih rendah dibandingkan bagian pangkalnya, sedangkan kandungan non pati lebih banyak terdapat pada kulitnya. Kandungan protein pada tanaman talas terutama banyak terdapat di bagian daunnya. Komposisi Umbi Talas dapat dinyatakan pada Tabel 2.1 berikut ini.

Tabel 2.1. Komposisi Kimia Dalam 100 gram Umbi Talas

Komposisi	Jumlah (%)
Kadar air	10,20
Protein	12,25
Lemak	0,50
Abu	4,15
Serat kasar	0,75
Karbohidrat total	72,15
Pati	67,42
• Amilosa	2,25
• Amilopektin	65,17

Sumber : Syamsir, (2012)

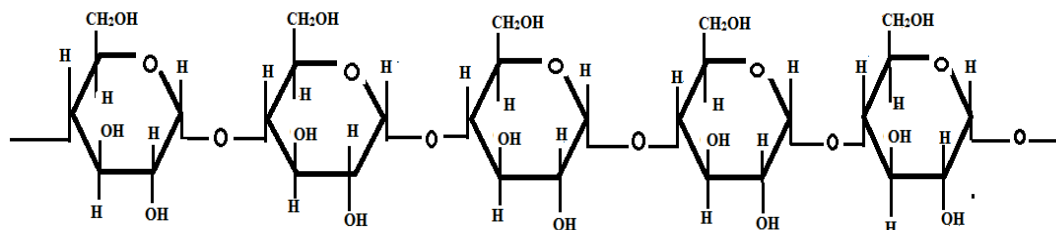
2.3 Pati

Pati merupakan homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik. Sifat pada pati tergantung panjang rantai karbonnya, serta lurus atau bercabang rantai

molekulnya. Pati terdiri dari dua fraksi yang dapat dipisahkan dengan air panas, fraksi terlarut disebut amilosa dan fraksi tidak terlarut disebut amilopektin (Hee-Joung An, 2005). Dalam bentuk aslinya secara alami pati merupakan butiran-butiran kecil yang sering disebut granula. Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti, protein dan lemak Umumnya pati mengandung 15–30% amilosa, 70–85% amilopektin dan 5–10% material antara.

Amilosa

Amilosa merupakan bagian polimer dengan ikatan α -(1,4) dari unit glukosa dan pada setiap rantai terdapat 500-2000 unit D-glukosa, membentuk rantai lurus yang umumnya dikatakan sebagai linier dari pati (Hee-Joung An, 2005). Amilosa dalam suatu larutan adalah kecenderungan membentuk koil yang sangat panjang dan fleksibel yang selalu bergerak melingkar. Struktur ini mendasari terjadinya interaksi iodamilosa membentuk warna biru. Struktur rantai amilosa cenderung membentuk rantai yang linear seperti terlihat pada Gambar 2.1.



Gambar.2.1. Struktur Amilosa

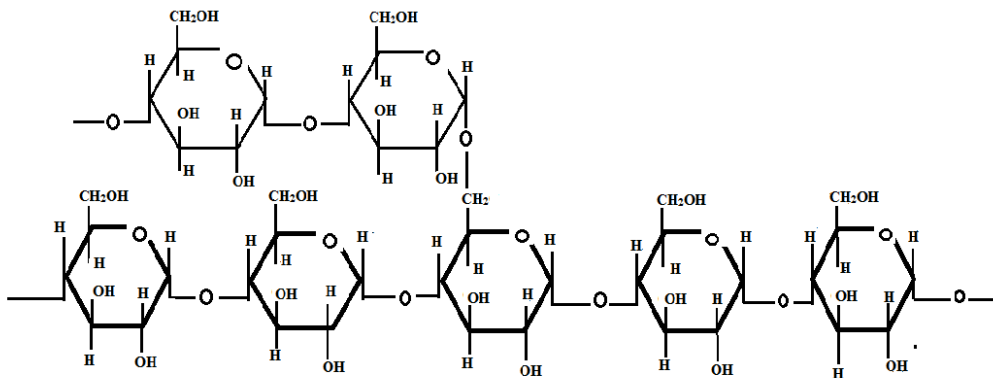
(Sumber : He Joung An, 2005)

Amilopektin

Sedangkan amilopektin adalah polimer berantai cabang dengan ikatan α -(1,4)-glikosidik dan ikatan α -(1,6)-glikosidik di tempat percabangannya. Setiap cabang terdiri atas 25 - 30 unit D-glukosa . Selain perbedaan struktur, panjang rantai polimer, dan jenis ikatannya, amilosa dan amilopektin mempunyai perbedaan dalam hal penerimaan terhadap iodin. Amilosa akan membentuk kompleks berwarna biru sedangkan amilopektin membentuk kompleks berwarna

ungu-coklat bila ditambah dengan iodine (Hee-Joung An, 2005).

Amilopektin mempunyai ikatan α -(1,4) pada rantai lurusnya, serta ikatan β -(1,6) pada titik percabangannya. Struktur rantai amilopektin cenderung membentuk rantai yang bercabang seperti terlihat pada Gambar 2.2. Ikatan percabangan tersebut berjumlah sekitar 4–5 % dari seluruh ikatan yang ada pada amilopektin (Ann-Charlotte Eliasson, 2004). Biasanya amilopektin mengandung 1000 atau lebih unit molekul glukosa untuk setiap rantai.



Gambar.2.2. Struktur Amilopektin

(Sumber : He Joung An, 2005)

2.4 Modifikasi Pati

Pati termodifikasi adalah pati yang gugus hidroksilnya telah diubah lewat suatu reaksi kimia atau dengan mengganggu struktur asalnya. Pati diberi perlakuan tertentu dengan tujuan menghasilkan sifat yang lebih baik untuk memperbaiki sifat sebelumnya atau untuk merubah beberapa sifat sebelumnya atau sifat lainnya. Pati dapat dimodifikasi melalui beberapa cara sebagai berikut :

- *Thin Boiling Starch (TBS)*/Hidrolisis Asam, 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. Pati termodifikasi asam menunjukkan sifat-sifat yang berbeda, seperti penurunan viskositas, pengurangan pembengkakan granula

selama gelatinisasi, peningkatan kelarutan dalam air panas di bawah suhu gelatinisasi, suhu gelatinisasi lebih rendah, dan penurunan tekanan osmotik (penurunan berat molekul).

- *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. Penurunan viskositas pati karena proses oksidasi akan menyebabkan produk lebih mudah dioksidasi lagi menjadi turunannya.
- *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. Pregelatinisasi pati mempunyai sifat umum yaitu terdispersi dalam air dingin.
- *Pati ikatan silang (cross-linking)*, Metode *cross-linking* bertujuan menghasilkan pati yang tahan tekanan mekanis, tahan asam dan mencegah penurunan viskositas pati selama pemasakan, 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.
- *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.
- *Siklodekstrin (CD)*, merupakan produk pati modifikasi yang berbentuk siklis (ring) yang mengandung 6 – 12 unit glukosa. CD alpha, betha, dan gamma masing-masing mengandung 6, 7, dan 8 unit glukosa. CD dibuat dari pati dengan bantuan enzim cyclomaltodextrin glucanotransferase (CGTase). CD dapat pula dimodifikasi secara kimia sehingga kelarutannya meningkat dalam air atau depolimerasi menjadi copolimer yang tidak larut.

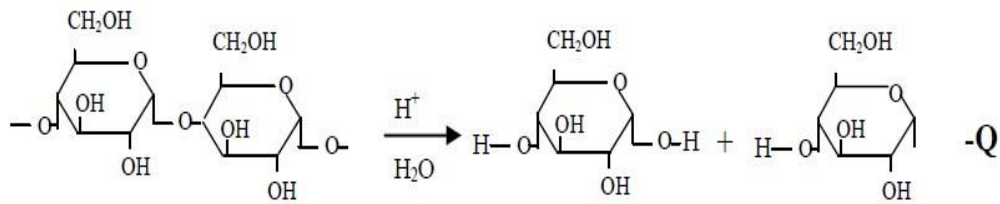
CD mempunyai sifat yang menarik yaitu dapat melindungi molekul-molekul lain dalam ringnya, oleh karena itu CD dapat melindungi emulsi dan bahan-bahan yang sensitive terhadap cahaya, oksigen, dan panas.

2.5 Modifikasi Pati dengan Metode Hidrolisis Asam

Pati termodifikasi asam dibuat dengan menghidrolisis pati dengan asam dibawah suhu gelatinisasi, pada suhu sekitar 52°C. Reaksi dasar meliputi pemotongan ikatan α -1,4-glukosidik dari amilosa α -1,6-D-glukosidik dari amilopektin, sehingga ukuran molekul pati menjadi lebih rendah dan meningkatkan kecenderungan pasta untuk membentuk gel . Pati termodifikasi asam memiliki viskositas pasta panas lebih rendah, kecenderungan retrogradasi lebih besar, ratio viskositas pasta pati dingin dari pasta pati panas lebih rendah, granula yang mengembang selama gelatinisasi dalam air panas lebih rendah, peningkatan stabilitas dalam air hangat di bawah suhu gelatinisasi dan bilangan alkali lebih tinggi (Klanarong Sriroth, 2002).

Dalam metode hidrolisis asam ini konsentrasi asam, temperatur, konsentrasi pati dan waktu reaksi dapat bervariasi tergantung dari sifat pati yang diinginkan. Molekul amilosa mudah terpecah dibanding dengan molekul amylopektin sehingga saat hidrolisa asam berlangsung akan menurunkan gugus amylosa.

Dibandingkan dengan pati aslinya, pati termodifikasi asam menunjukkan sifat-sifat yang berbeda, seperti penurunan viskositas sehingga memungkinkan penggunaan pati dalam jumlah yang lebih besar, penurunan kemampuan pengikatan iodine, pengurangan pembengkakan granula selama gelatinisasi, penurunan viskositas intrinsic, peningkatan kelarutan dalam air panas di bawah suhu gelatinisasi, suhu gelatinisasi lebih rendah, penurunan tekanan osmotik (penurunan berat molekul), peningkatan rasio viskositas panas terhadap viskositas dingin dan peningkatan penyerapan NaOH (bilangan alkali lebih tinggi). Akan tetapi sama seperti pati alami, pati termodifikasi bersifat tidak larut dalam air dingin (Koswara, 2006).



Gambar.2.3. Reaksi Hidrolisis Pati dengan Asam

(Koswara, 2006)

Kadar dekstrin maksimum yang diperoleh adalah sebesar 55,3%. Kondisi ini diperoleh pada temperatur hidrolisis 120°C, waktu hidrolisis 10 menit, dan konsentrasi HCl 0,6 N. Kekuatan geser maksimum untuk perekat dari dekstrin biji durian dalam penelitian ini adalah sebesar 39,2 kg/cm². Hasil ini diperoleh pada kondisi 2 ml penambahan larutan formaldehid. Kekuatan geser perekat dekstrin tersebut lebih besar dari kekuatan geser perekat Nippon yang besarnya 38,4 kg/cm² (Lubis, 2012).

2.6 Syarat Pati Termodifikasi

Ada banyak syarat yang diperlukan dari material pati untuk mendukung peningkatan terhadap kualitas hasil kertas, tetapi yang terutama adalah sebagai berikut :

1. Daya rekat, Bahan untuk mengikat serat atau selulosa kayu agar lebih kuat dan kokoh.
2. Stabilitas dari viskositas, Untuk mendapatkan hasil pengkandungan yang merata, viskositas pati dalam larutan harus stabil terhadap beberapa faktor, yaitu : waktu pemanasan, temperatur pemanasan, dan laju penggumpalan.
3. Daya serap uap air, Kertas yang fleksibel memerlukan kandungan uap air yang cukup agar kertas tidak mudah putus akibat kurangnya kandungan uap air. Akan tetapi jika terlalu berlebih maka kertas menjadi lengket dan lapisan dari pati juga menurun serta kemampuan tenunnya.

2.7 Dekstrin

Dekstrin adalah zat yang dibentuk pada hidrolisa pati atau pencernaan parsial pati. Dextrin merupakan produk degradasi pati yang dapat dihasilkan dengan beberapa cara yaitu memperlakukan suspensi pati dalam air dengan asam atau enzim pada kondisi tertentu, atau degradasi/pirolisis pati dalam bentuk kering dengan menggunakan perlakuan panas atau kombinasi antara panas dan asam atau katalis lain. Dextrin mempunyai rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan memiliki struktur serta karakteristik *intermediate* antara pati dan *dextrose*.

Dekstrin adalah produk hidrolisa zat pati, berbentuk zat *amorf* berwarna putih sampai kekuning-kuningan. Dextrin merupakan produk degradasi pati sebagai hasil hidrolisis tidak sempurna pati dengan katalis asam atau enzim pada kondisi yang dikontrol. Dextrin umumnya berbentuk bubuk dan berwarna putih sampai kuning keputihan.

Berikut ini sifat-sifat dari dekstrin : (Durrant, 1959)

- Berbentuk serbuk/butiran
- Memiliki sifat amorf
- Berwarna putih kekuningan
- Larut dalam air, viscous dan memiliki daya rekat
- Bersifat optis aktif dextrorotatory, $(\alpha)^{20} = + 195$
- Memberikan warna merah-kecoklatan dengan larutan iodine

Pada prinsipnya membuat dekstrin adalah memotong rantai panjang pati dengan katalis asam atau enzim menjadi molekul-molekul yang berantai lebih pendek dengan jumlah unit glukosa dibawah sepuluh. Dalam proses ini molekul-molekul pati mula-mula pecah menjadi unit-unit rantai glukosa yang lebih pendek yang disebut dekstrin. Dekstrin ini dipecah menjadi glukosa, tetapi banyak sisa cabang pada amilopektin tertinggal dan disebut dekstrin.

Pembuatan dekstrin dapat dilakukan dengan tiga macam proses yaitu proses konversi basah dengan katalis asam, proses konversi basah dengan enzim serta proses konversi kering. Proses konversi basah dengan katalis asam dilakukan dengan cara memanaskan bubur pati dalam larutan asam secara perlahan-lahan,

sampai derajat konversi yang diinginkan tercapai. Kemudian yang dihasilkan dinetralisasi dan segera dikerinngkan pada rol panas atau *spary dryer*.

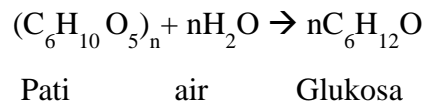
Proses konversi basah dengan enzim dilakukan dengan menggunakan enzim α -amilase pada larutan pati untuk menghidrolisis pati menjadi molekul-molekul pati dengan berat molekul yang lebih rendah. Di industri, pembuatan dekstrin dengan cara konversi basah dengan menggunakan enzim dilakukan dengan meningkatkan suhu secara perlahan-lahan serta dengan menambahkan enzim secara periodik dalam jumlah sedikit.

Sedangkan pembuatan dekstrin dengan cara konversi kering dapat dilakukan dengan memanaskan pati secara kering (menyangrai) pada suhu 70-130°C selama 3-30 menit (Kerr, 1997). Selama pemanasan biasanya ditambahkan pula sejumlah kecil katalis asam seperti HCl.

Berdasarkan cara pembuatannya, dekstrin dilompokkan menjadi dekstrin putih, kuning, dan British Gum (BG). Dekstrin putih dibuat dengan menggunakan suhu rendah, pH rendah serta waktu yang cepat menghasilkan produk konversi tanpa perubahan warna yang menyolok. Dekstrin kuning dibuat dengan menggunakan suhu tinggi, pH rendah serta waktu yang lama menghasilkan produk konversi tingkat tinggi. British Gum dibuat dengan menggunakan suhu tinggi, pH tinggi dan waktu mendekati 20 jam menghasilkan produk dengan warna yang lebih gelap dari pada dekstrin putih.

Dekstrin merupakan hasil reaksi hidrolisa tak sempurna dari pati dengan bantuan asam encer sebagai katalisator. Oleh karena itu dekstrin dikenal sebagai bentuk intermediate produk dari proses hidrolisis pati oleh asam atau enzim menjadi glukosa atau maltosa. Reaksi hidrolisa terjadi pada kisaran suhu 90°C dan 100°C (Groggins, 1958). Penggunaan katalisator dengan konsentrasi kecil lebih baik karena akan memudahkan pencampuran sehingga reaksi berjalan lebih sempurna. Tapi kalau reaksi hidrolisa sempurna dekstrin akan berubah menjadi glukosa oleh sebab itu reaksi harus dihentikan dengan menetralkan suasana asam dengan larutan natrium karbonat atau NaOH. Hidrolisa pati dapat dilakukan oleh asam atau enzim, jika pati dipanaskan dengan asam akan terurai menjadi molekul-molekul yang lebih kecil secara berurutan dan hasil akhirnya adalah glukosa.

Reaksi :



2.7.1 Faktor-faktor yang berpengaruh pada Dekstrinasi (Agra dkk, 1979)

a. Perbandingan Asam Dan Pati :

Pada proses dekstrinasi, HCl banyak dipakai karena dapat menghasilkan dekstrin berwarna putih serta asam ini sangat aktif dan mudah menguap. Oleh karena itu jumlah HCl yang dipakai relative sedikit sehingga tidak perlu penetralan pada akhir proses.

b. Normalitas Asam:

Jika normalitas asam sangat encer maka pencampuran dapat merata, tetapi panas yang diperlukan lebih banyak, sebab mula-mula panas tersebut dipakai untuk menguapkan air sampai keadaan patinya relative kering, kemudian terjadi proses dekstrinasi.

c. Suhu :

Pengaruh suhu terhadap kecepatan reaksi hidrolisa pati akan mengikuti persamaan Arrhenius makin tinggi suhu reaksi, maka kecepatan reaksi hidrolisis makin cepat dan warna hasilnya makin gelap. Begitu juga sebaiknya bila suhu reaksi rendah waktu yang diperlukan lebih lama dan hasil warnanya lebih terang.

d. Waktu :

Waktu yang diperlukan untuk proses dekstrinasi tergantung pada suhu reaksi, makin lama waktu yang diperlukan hasil berupa dekstrin bertambah banyak.

e. Kadar Suspensi Pati :

Pada penggunaan perbandingan pati dan air relative rendah kesetimbangan akan bergeser ke kanan dengan baik . Penggunaan air yang berlebih menyebabkan biaya penguapan air menjadi tinggi pada waktu pemekatan hasil.

2.7.2 Pemanfaatan Dextrin

Dalam industri pangan dekstrin digunakan untuk meningkatkan tekstur bahan pangan. Dekstrin memiliki kemampuan untuk membentuk lapisan, contohnya pelapisan kacang dan cokelat untuk mencegah migrasi minyak. Selain itu dekstrin juga berfungsi untuk meningkatkan kerenyahan pada kentang goreng dengan cara merendam kentang tersebut dalam larutan dekstrin. Dimana dekstrin akan melapisi permukaan dan mengurangi penetrasi minyak selama penggorengan.

Dalam industri kertas dekstrin berfungsi sebagai pelapis dan pembentuk permukaan kertas yang halus. Dekstrin mempunyai daya rekat baik, oleh karena itu pada industri bahan perekat dekstrin digunakan sebagai perekat pada amplop, perangko dan label. Selain sebagai bahan perekat, dekstrin juga digunakan sebagai zat pengemulsi, bahan campuran tinta pada percetakan, pengental zat warna pada industri tekstil, bahan pengental cat, bahan pembuatan korek api, dan untuk keperluan binatu. Dalam industri tekstil dekstrin digunakan sebagai pengganti pati. Penghilangan dekstrin dalam kain putih lebih mudah dilakukan jika dibandingkan dengan menggunakan pati.

2.8 *Dextrose Equivalent (DE)*

Pada hidrolisis sempurna, pati seluruhnya dikonversi menjadi dekstrosa, derajat konversi tersebut dinyatakan dengan *Dextrose Equivalent (DE)*, dari larutan tersebut diberi indeks 100. *Dextrose Equivalent (DE)* adalah besaran yang menyatakan nilai total pereduksi pati atau produk modifikasi pati dalam satuan persen. Secara komersial penggunaan pati dipengaruhi oleh nilai DE. Semakin besar DE berarti semakin besar juga persentase pati yang berubah menjadi gula pereduksi. Harga DE mempengaruhi karakteristik dekstrin. Jika harga DE tinggi maka harga *hygroscopicity*, *plasticity*, *sweetness*, *solubility*, dan *osmolality* juga tinggi. Selain itu pati akan lebih mudah mengalami proses *browning*. Namun jika harga DE turun, yang akan meningkat adalah berat molekul, *viscosity*, *cohesiveness*, dan *film-forming properties*. *Dextrose Equivalent (DE)* berbanding terbalik dengan berat molekul rerata. Banyaknya dekstrin yang dihasilkan

meningkatkan *Dextrose Equivalent* (DE) produk. Faktor yang mempengaruhi nilai *Dextrose Equivalent* (DE) adalah lamanya hidrolisis, temperatur, jenis dan konsentrasi asam yang digunakan. (McPherson dan Seib, 1997). Menurut Dziedzic dan Kearsley (1995) nilai dextrose equivalent dalam satuan persen beberapa senyawa dari proses hidrolisis pati adalah :

- Pati = 0%
- Dekstrins = 1-13%
- Maltodekstrin = 3-20%
- Sirup glukosa = >20%
- Dextrosa (glukosa) = 100%

2.8 Perekat

Perekat yang terbuat dari tepung kebanyakan berasal tumbuh-tumbuhan seperti: jagung, kentang, singkong, sagu, gandum, beras, kedelai. Pada umumnya pengolahan tepung secara kimiawi memiliki unsur yang sama yaitu selulosa ($C_6H_{10}O_5$)_n. Menurut Cowd (1991), selulosa tidak larut dalam air dan pelarut lain. Sifat tepung tergantung juga pada bahan mentah. Sebagaimana dikemukakan oleh Tjokroadikoesoemo (1986), bahan mentah terutama mengandung protein, padi, serat, lemak, dan bahan pengotor (debu, dll). Bila tepung diproses secara hidrolisa, amilase mengubah sifat dirinya menjadi koloidal dan kemudian terbentuk pasta. Sifat ini disebut gelatinisasi, yang terbentuk karena perubahan suhu. Menurut Tano (1997), terbentuknya gelatin terhadap tiap bahan dasar berbeda-beda.

Menurut Hartomo dkk. (1984), keuntungan penggunaan perekat antara lain: perekat mampu menyambung berbagai jenis bahan yang berbeda ketebalannya. Perekat juga memudahkan penyambungan dan fabrikasi bentuk-bentuk rumit, saat cara lain sulit dilakukan. Perekat memungkinkan terjadinya produk akhir dengan penampilan memuaskan, permukaan bagus, tak ada rongga, tak ada bagian menonjol seperti sekrup, dan sebagainya.

Bentuk dan cara pakai perekat juga memungkinkan penerapannya pada alur proses produksi (on-line). Perekat juga mudah dan cepat dipakai, disamping dapat

sekaligus menyambungkan banyak komponen. Kekuatan perekat sering amat tinggi, biayanya ekonomis dibandingkan cara lain.

Mempergunakan perekat dapat memperingan berat barangnya (bukan sekrup atau belt), juga menyeragamkan distribusi stress pada segenap bagian benda yang disambungkan. Perekat memiliki sifat elongasi (pemanjangan) memadai, sehingga ia mampu menyerap stress, mendistribusikan, dan memindahkan stress tersebut secara merata-efektif. Sifat getaran dan keluwesannya baik.

Penggunaan perekat juga merugikan karena proses perekatannya terkadang rumit agar hasilnya baik, karena perlu persiapan permukaan yang hendak disambungkan. Kondisi suhu, tekanan, dan kelembabannya perlu optimal, waktu curing dapat lama (bahkan suhu tinggi), juga memerlukan berbagai alat dan assesori lain.