

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Ganyong

1. Tanaman Ganyong

Menurut Kay (1973), tanaman ganyong berasal dari Amerika Selatan. Tanaman ganyong sering disebut *Queensland arrowroot*. Tanaman ini pertama kali diperkenalkan oleh ahli pemulia tanaman sekitar tahun 1570. Daerah penyebaran tanaman ganyong meluas di negara-negara beriklim tropis, seperti Australia, India, Indonesia, dan Afrika.

Tanaman ganyong termasuk jenis umbi-umbian yang berumpun dan mempunyai nama daerah ganyong, senitra, ganyal, dan lain-lain (Sastrapradja dkk., 1977). Menurut Heyne (1987), kedudukan tanaman ganyong diklasifikasikan sebagai berikut :

Divisi	: Spermatophyta
Sub Divisi	: Angiospermae
Kelas	: Monocotyledoneae
Ordo	: Zingiberales
Famili	: Cannaceae
Genus	: <i>Canna</i>
Spesies	: <i>Canna edulis</i> Ker.

Sastrapradja dkk. (1987) melaporkan bahwa tanaman ganyong tergolong tanaman herba dengan tinggi antara 0,9 - 1,8 meter. Panjang batangnya bisa mencapai 3 meter. Panjang batang dalam hal ini diukur mulai dari ujung tanaman sampai ujung

rimpang (rhizoma) atau yang sering disebut umbi. Daunnya lebar dengan bentuk elips memanjang dan warna bunganya merah oranye.

2. Penanaman ganyong

Ganyong dapat tumbuh pada ketinggian 0 - 2550 m di atas permukaan laut. Tanaman ganyong dapat tumbuh pada hampir semua tipe tanah kecuali pada tanah liat berpasir yang kaya humus (Sastrapradja dkk., 1977).

Perbanyakan tanaman dapat dilakukan dengan rimpangnya yang telah mencapai ukuran normal dan mengandung 1-2 tunas sehat. Umbinya dapat dipanen pada umur 6-10 bulan. Apabila akan diambil patinya, umbi ganyong dipanen pada waktu berumur 15-18 bulan dan harus diolah seketika (Sastrapradja dkk., 1977).

3. Manfaat ganyong

Bagian tanaman ganyong yang utama dimanfaatkan adalah umbinya, yaitu dibuat tepung. Tepung ganyong baik sekali untuk makanan bayi dan orang sakit karena tepungnya mudah dicerna. Umbi ganyong juga dapat dikukus atau direbus. Pati ganyong telah dikenal sebagai bahan dasar untuk berbagai macam kue-kue dan jenis makanan yang banyak dikenal seperti cendol, kue kering, sohun, dan lain-lainnya (Murdijati dkk., 1982). Kegunaan yang lain merupakan kegunaan sampingan, misalnya pucuk daun dan tangkai daun tanaman ganyong yang muda dimanfaatkan untuk makanan ternak. Tanaman ganyong juga banyak dimanfaatkan sebagai tanaman hias karena daun dan bunganya cukup indah (Sastrapradja dkk., 1977).

4. Komposisi kimia umbi ganyong

Sastrapradja dkk. (1977) melaporkan bahwa umbi ganyong terdiri dari 22,6% pati dan 75% air, seperti tercantum dalam Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kimia umbi ganyong (*Canna edulis* Ker.)

Komponen	Kandungan (%)
Air	75,0
Protein	1,0
Lemak	0,1
Pati	22,6
Kalsium	21,0
Fosfor	70,0
Besi	20,0

Sumber: Sastrapradja dkk. (1977)

5. Pembuatan tepung ganyong

Seperti halnya pembuatan tepung dari bahan pati lainnya, pembuatan tepung ganyong dapat dilakukan dalam skala kecil (tradisional) maupun dalam skala besar (pabrik).

Pembuatan tepung ganyong dalam skala kecil dilakukan dengan cara umbi yang telah dipotong dari tanaman, dibersihkan dari akar dan kotoran yang melekat pada umbi tersebut. Selanjutnya, umbi ganyong dikupas dan dicuci sampai bersih. Umbi yang telah bersih dihancurkan dengan cara diparut atau ditumbuk. Pamarutan dapat dilakukan dengan parut biasa atau parut mesin. Hasil parutan dicampur dengan sejumlah air bersih lalu diaduk sambil diremas-remas. Air untuk keperluan ini sebaiknya berjumlah tiga kali lipat berat bahan. Campuran ini kemudian disaring dengan kain saring halus untuk memisahkan serat-seratnya. Hasil pemerasan tersebut dibiarkan selama satu malam atau kurang lebih 12 jam agar patinya mengendap. Pati

dikatakan telah mengendap apabila air larutan menjadi jernih, kemudian airnya dibuang. Gumpalan pati yang dihasilkan selanjutnya dikumpulkan pada nampan kayu dan dijemur di panas matahari sampai kering. Setelah dijemur kira-kira 6-10 jam, diperoleh pati kering yang berbentuk bongkah yang tidak seragam. Selanjutnya dilakukan penepungan dengan alat penumbuk berupa lumpang batu sehingga diperoleh tepung yang halus (Murdijati dkk., 1982).

Pembuatan tepung ganyong dalam skala besar dilakukan dengan cara umbi dicuci dalam bak khusus, kemudian dibersihkan dari kotoran yang melekat. Setelah kotoran dihilangkan, selanjutnya umbi dicuci kembali. Umbi dipotong kecil-kecil dan dilewatkan melalui seri pamarut sehingga diperoleh bubur pati. Ampas pati yang tertinggal dicuci dengan semprotan air, dan proses pembuburan serta pencucian diulangi lagi sampai dua atau tiga kali. Suspensi pati kemudian disaring melalui suatu seri saringan dengan ukuran lubang saringan yang berangsur-angsur menurun. Pati yang diperoleh dari mesin ini selanjutnya dibiarkan mengendap dalam tangki pengendap. Kemudian dilakukan proses pengeringan pada suhu rendah (55-60°C) selama 2-3 jam. Hasil yang diperoleh adalah tepung ganyong yang halus dan berwarna putih (Murdijati dkk., 1982).

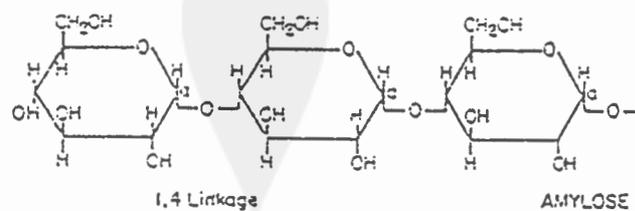
B. Pati

Pati adalah salah satu substansi yang paling banyak terdapat di alam sebagai cadangan karbohidrat pada tanaman. Pati dibentuk pada bagian tanaman yang berwarna hijau melalui proses fotosintesis. Pati terdapat pada hampir semua bagian tanaman tingkat tinggi dalam bentuk granula-granula yang tidak larut (Whistler *et al.*, 1984).

Granula-granula pati merupakan bagian terkecil yang menyusun pati. Granula pati dari berbagai sumber botani menunjukkan bermacam bentuk dan ukuran. Ukuran dari granula pati berpengaruh terhadap besarnya suhu gelatinisasi, yaitu semakin kecil ukuran granula pati maka semakin turun suhu terjadinya gelatinisasi (Meyer, 1960; Kerr, 1950). Granula pati dibentuk oleh dua macam molekul, yaitu amilosa dan amilopektin dan antara kedua molekul tersebut dihubungkan dengan ikatan glikosida (Miller dan Burns, 1970).

1. Amilosa

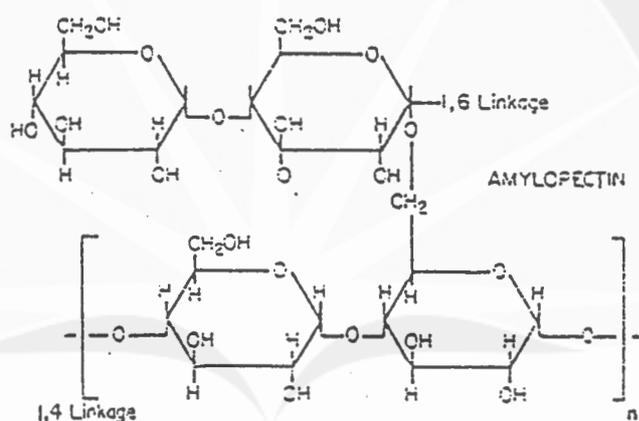
Amilosa merupakan polimer linier yang tersusun atas homoglukan D-glukosa dengan ikatan α -1,4 dari struktur cincin piranosa. Berat molekul amilosa sebesar 300.000 dalton. Amilosa akan membentuk kompleks dengan iodine sehingga menghasilkan warna biru. Sifat amilosa yang lain adalah mudah larut dalam air dan lebih mudah larut dalam butanol karena amilosa lebih mudah bersenyawa dengan alkohol organik dan juga dengan asam lemak (Reed, 1975). Ukuran molekul amilosa bervariasi tergantung dari sumbernya, sehingga suhu gelatinisasi dan derajat polimerisasi air berbeda (Whistler *et al.*, 1984). Gambar struktur amilosa dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Struktur molekul amilosa (Whistler *et al.*, 1984)

2. Amilopektin

Amilopektin merupakan polimer non linier yang mempunyai ikatan α -1,4 pada rantai lurus, serta ikatan α -1,6 pada titik percabangan. Berat molekul amilopektin berkisar antara 1 - 10 juta dalton. Amilopektin dengan iod akan membentuk kompleks berwarna merah. Perbedaan lain dengan amilosa, amilopektin sukar larut dalam air, dan tidak akan membentuk kompleks dengan alkohol atau asam lemak (Reed, 1975; Whistler *et al.*, 1984). Gambar struktur amilopektin dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Struktur molekul amilopektin (Whistler *et al.*, 1984)

C. Sirup glukosa

1. Penggunaan sirup glukosa

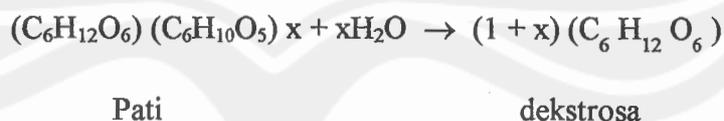
Keterbatasan penggunaan gula kristal atau gula merah sebagai pelengkap bumbu dapur, mendorong usaha untuk mengembangkan gula dalam bentuk cair yaitu sirup. Salah satu jenis pemanis yang banyak digunakan dalam industri minuman adalah sirup glukosa.

Menurut Jacobs (1951), dilihat dari segi penggunaannya, sirup glukosa lebih praktis karena sirup glukosa langsung dapat larut. Sirup glukosa juga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan alkohol dalam industri fermentasi, untuk pembuatan jely dan selai, serta untuk pembuatan obat dalam industri farmasi (Lutony, 1993).

2. Pembuatan sirup glukosa secara kimiawi

Sebelum dikenal enzim, sirup glukosa dibuat secara kimiawi menggunakan asam sebagai zat penghidrolisisnya. Oekerman (1978) melaporkan bahwa asam yang digunakan termasuk asam-asam kuat seperti asam klorida, asam oksalat, dan asam fosfat. Lebih lanjut Kerr (1950) menyatakan bahwa asam klorida adalah asam yang paling sering digunakan karena aktivitasnya tinggi, mudah menguap, dan dapat menghasilkan produk yang berwarna lebih terang.

Menurut Matz (1970) dan Kerr (1950), hidrolisis pati dengan asam terbagi menjadi 2 tahap. Reaksi pertama merupakan reaksi hidrolisis pati menjadi dekstrosa, seperti dalam reaksi pada Gambar 3.



Gambar 3. Reaksi hidrolisis pati menjadi dekstrosa (Kerr, 1950)

Kecepatan reaksi hidrolisis pati akan meningkat dengan kenaikan temperatur dan kenaikan konsentrasi asam. Reaksi kedua merupakan reaksi dari dekstrosa menjadi gentibiosa yang berlangsung dalam dua arah (reaksi bolak-balik), sehingga gentibiosa dapat terhidrolisis lagi dalam dekstrosa, seperti dalam reaksi pada Gambar 4.

dengan memanaskan pati yang telah dicampur larutan asam selama waktu tertentu. Lebih lanjut Kerr (1950) melaporkan bahwa kondisi optimal untuk hidrolisis secara kimiawi dengan konsentrasi larutan pati sebesar 20 % dalam 0,1 N HCl, yang dipanaskan selama 45 menit pada suhu 143⁰C.

Reaksi hidrolisis dapat dihentikan dengan proses netralisasi, dengan cara memberikan larutan NaOH 0,1 N atau dengan menggunakan abu soda (Matz, 1970). Pemilihan bahan-bahan tersebut dilakukan dengan alasan tidak mempengaruhi hasil hidrolisis, rasa, dan tidak berbahaya (Oekerman, 1978).

Proses penjernihan dilakukan dengan pemberian arang aktif, resin penukar ion atau aluminium silikat (Matz, 1970). Penjernihan ini perlu dilakukan apabila produk akhir yang diperoleh terlihat keruh, sehingga perlu dilakukan proses pemisahan kotoran.

b. Faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan sirup glukosa secara kimiawi

Menurut Radley (1954), faktor-faktor yang mempengaruhi pembuatan sirup glukosa secara kimiawi adalah jenis sumber penghasil pati, komposisi pati, konsentrasi pati, konsentrasi asam, suhu, dan waktu hidrolisis. Lebih lanjut Matz (1970) menyatakan bahwa kecepatan hidrolisis pati dalam pembuatan sirup glukosa akan meningkat oleh kenaikan konsentrasi asam dan kenaikan suhu tetapi akan menurun pada konsentrasi pati yang tinggi.

3. Pembuatan sirup glukosa secara enzimatis

Setelah dikenal enzim, orang mulai menggunakan enzim-enzim penghidrolisis pati untuk membuat sirup glukosa. Penggunaan enzim dinilai dapat meningkatkan

kualitas produk karena sirup hasil hidrolisis pati secara kimiawi masih mengandung kotoran dan memungkinkan terjadinya reaksi samping yang tidak diinginkan.

Menurut Dixon dan Webb (1979), enzim berperan sebagai katalisator organik pada suatu reaksi kimia. Enzim yang dapat menghidrolisis pati adalah enzim amilase. Lebih lanjut Palmer (1991) melaporkan bahwa amilase dapat diisolasi dari berbagai sumber seperti tumbuhan, hewan, dan mikrobia.

a. Enzim amilase

Winarno (1995) menyatakan bahwa amilase dapat dibedakan menjadi 3, yaitu :

- 1) α -amilase yang menghidrolisis pati secara acak dari dalam substrat, sehingga disebut endoamilase;
- 2) β -amilase yang menghidrolisis tiap dua unit pati dari ujung akhir gugus non reduksi substrat, sehingga disebut eksoamilase; dan
- 3) glukoamilase yang menghidrolisis setiap satu unit pati dari ujung akhir gugus non reduksi substrat, sehingga juga disebut eksoamilase.

Dalam pembuatan sirup glukosa, enzim amilase yang sering digunakan adalah α -amilase dan glukoamilase, sedangkan dalam penelitian ini yang digunakan adalah α -amilase sehingga penjelasan lebih rinci hanya ditujukan pada jenis enzim tersebut.

Menurut Reed (1975) dan Meyer (1960), α -amilase (α -1,4-glukan-4- glukan hidrolase, EC 3.2.1.1) dinamakan *liquifying* atau *dextrogenic amylase* karena aktivitasnya pada pati. Enzim ini terdapat dalam jaringan mamalia, tanaman, dan mikroorganisme. Berat molekul α -amilase sekitar 50 kDa (Schwimmer, 1981).

Reed (1975) berpendapat bahwa α -amilase mampu memecah rantai lurus ikatan α -1,4 glikosida pada amilosa dan amilopektin secara acak dari dalam rantai. Akibat hidrolisis oleh enzim ini maka pati dipecah menjadi glukosa, maltosa, maltotriosa, dan dekstrin dengan rantai 6-10 unit. Oleh karena sifat pemecahannya dimulai dari tengah maka enzim ini digolongkan dalam endoenzim.

Lebih lanjut Winarno (1995) melaporkan bahwa pemecahan amilosa oleh α -amilase terjadi dua tahap yaitu tahap degradasi secara sempurna dan cepat sehingga dihasilkan maltosa dan maltotriosa yang terjadi secara acak. Pemecahan tahap pertama ditandai dengan penurunan viskositas yang cepat dan hilangnya kemampuan pewarnaan iod terhadap amilosa. Tahap kedua yaitu degradasi lambat terhadap senyawa oligosakarida sehingga dihasilkan glukosa dan maltosa. Hasil akhir hidrolisis amilosa oleh α -amilase ialah glukosa dan maltosa.

Pemecahan oleh α -amilase terhadap amilopektin dapat menghasilkan limit dekstrin, glukosa, dan maltosa. Hasil pemecahan amilopektin juga ditandai oleh penurunan viskositas larutan pati (Winarno, 1995).

Setiap molekul enzim α -amilase mengandung satu atom Ca^{2+} yang berperan sebagai penstabil dan membentuk keadaan yang optimal untuk aktivitasnya atau berperan sebagai kofaktor (Rahayu, 1991). pH optimum untuk aktivitas α -amilase berkisar antara 6,9 - 7,1 (Whittaker, 1972).

b. Tahapan proses pembuatan sirup glukosa secara enzimatis

Pembuatan sirup glukosa secara enzimatis terdiri dari 4 tahap, yaitu gelatinisasi, likuifikasi, sakarifikasi, dan *refining*.

Gelatinisasi merupakan peristiwa penggelembungan seluruh granula pati pada kisaran suhu 60-70 °C. Proses gelatinisasi dilakukan dengan pemanasan sampai terbentuk gel yang ditandai dengan kenaikan viskositas. Menurut Winarno (1995), penggelembungan pati terjadi apabila energi kinetik molekul-molekul air menjadi lebih kuat daripada daya tarik-menarik antar molekul pati dalam granula, sehingga air dapat masuk ke dalam butir-butir pati.

Gelatinisasi pati dipengaruhi oleh jenis pati, kandungan amilosa, ukuran granula pati, suhu, serta waktu. Suhu gelatinisasi tergantung pada konsentrasi pati. Semakin kental larutan, suhu tersebut semakin lambat dicapai. Kisaran suhu gelatinisasi berbeda-beda untuk tiap jenis pati. Lebih lanjut Winarno (1995) menyatakan bahwa pembentukan gel terjadi pada pH 4,0-7,0. Apabila pH terlalu tinggi, maka gel akan semakin cepat terbentuk tetapi cepat turun lagi, sedangkan apabila pH terlalu rendah, gel akan lambat terbentuk dan apabila pemanasan diteruskan maka viskositas akan turun kembali.

Tahap gelatinisasi merupakan tahap persiapan agar hidrolisis oleh enzim α -amilase dapat berjalan dengan baik. Menurut Kerr (1950), hal tersebut disebabkan karena proses gelatinisasi menyebabkan terputusnya ikatan hidrogen yang menghubungkan molekul-molekul pati.

Likuifikasi merupakan proses penurunan viskositas pasta pati (pati yang telah tergelatinisasi) menggunakan aktivitas enzim α -amilase pada suhu sekitar 50-80°C. Larutan pati yang digunakan untuk proses likuifikasi antara 30-40% dengan mengatur pH antara 6,0-6,5. Selama proses likuifikasi, agregat pati akan direduksi menjadi

molekul-molekul tunggal dan diikuti dengan pemecahan molekul menjadi dekstrin (Kerr, 1950).

Menurut Rahayu (1991), pembuatan sirup glukosa sering menggunakan α -amilase dari bakteri seperti *Bacillus amyloliquifaciens* karena mempunyai sifat tahan terhadap suhu yang tinggi. Enzim α -amilase yang dihasilkan oleh jamur dan sereal kurang stabil terhadap suhu tinggi.

Lebih lanjut Rahayu (1991) melaporkan bahwa hasil proses likuifikasi pati dengan DE 8-15. Nilai DE (*dextrose equivalent*) adalah nilai gula reduksi yang terbentuk dan dinyatakan dalam bentuk dekstrosa. Apabila hasil tersebut dikeringkan, maka diperoleh maltodekstrin dengan DE sebesar 10. Dalam industri makanan, maltodekstrin digunakan sebagai pengental dan pengering bahan yang bersifat higroskopis seperti malt, tetes atau ekstrak yeast.

Pati dalam bentuk aslinya tidak mempunyai kemampuan mereduksi larutan tertentu seperti iodine, kalium ferisianida, dan alkali kuprisulfat. Aktivitas enzim glukoamilase pada pati dapat menghasilkan senyawa yang bersifat mereduksi. Apabila pemecahannya menghasilkan gula-gula sederhana, proses ini disebut sakarifikasi. Disamping mempunyai sifat dapat mereduksi, gula-gula tersebut juga dapat difermentasikan oleh yeast (Kerr, 1950). Enzim glukoamilase yang biasa digunakan untuk pembuatan sirup glukosa secara komersial adalah berasal dari *Aspergillus niger*, *Aspergillus oryzae*, dan *Rhizopus oryzae* (Rahayu, 1991).

Efisiensi sakarifikasi dapat ditingkatkan dengan penambahan *debranching enzyme* seperti isoamilase atau pullulanase yang digunakan bersama-sama dengan glukoamilase. *Debranching enzyme* ini mampu menghidrolisis ikatan cabang α -1,6

glikosida dalam residu amilopektin, sehingga glukosa yang dihasilkan lebih banyak (Rahayu, 1991).

Refining dilakukan untuk menghilangkan bahan-bahan yang tidak dikehendaki sehingga produk menjadi lebih jernih. Menurut Rochani (1981), proses *refining* dapat dilakukan dengan pemucatan menggunakan karbon aktif. Proses penjernihan lain dapat pula dilakukan dengan cara memanaskan hasil sakarifikasi pada suhu 80°C selama 20 menit, tetapi cara ini dapat menginaktifkan enzim (Kruger dan Lineback, 1987).

c. Faktor-faktor yang berpengaruh dalam pembuatan sirup glukosa secara enzimatis

Menurut Suwanto (1984), pembuatan sirup glukosa secara enzimatis dipengaruhi oleh aktivitas enzim. Adapun aktivitas enzim dipengaruhi oleh konsentrasi substrat, konsentrasi enzim, pH, temperatur, adanya aktivator dan inhibitor serta lama waktu hidrolisis.

Konsentrasi substrat merupakan salah satu faktor yang sangat berpengaruh terhadap kecepatan reaksi. Lehninger (1978) menyatakan bahwa kenaikan konsentrasi enzim, sampai batas tertentu akan menyebabkan kenaikan aktivitas enzim tetapi setelah mencapai konsentrasi tertentu, penambahan lebih lanjut tidak akan menaikkan kecepatan reaksi. Gejala tersebut didefinisikan sebagai kinetika penjumlahan.

Konsentrasi enzim akan mempengaruhi kecepatan reaksi tetapi tidak akan mempengaruhi konstanta keseimbangan reaksi. Enzim akan mengubah jalan reaksi antara, tetapi tidak mempengaruhi tempat awal serta keseimbangan akhir pereaksi dan produk (Dixon dan Webb, 1979).

Menurut Rahayu (1991), aktivitas enzim akan bervariasi secara linier dengan perubahan konsentrasi enzim. Hal ini juga dikuatkan oleh Dixon dan Webb (1979), bahwa laju reaksi akan meningkat secara linier dengan bertambahnya konsentrasi enzim.

Enzim sebagaimana protein lainnya akan mengalami denaturasi pada pH dan suhu yang ekstrim. pH dan suhu akan berpengaruh terhadap kecepatan reaksi, afinitas dan saturasi enzim dengan substrat dan juga berpengaruh terhadap kestabilan enzim (Pitcher, 1980).

Suatu enzim hanya aktif sebagai katalis dalam kisaran pH yang terbatas dan biasanya mempunyai pH optimum yang sangat tegas maka apabila dibuat kurva aktivitas enzim lawan pH biasanya diperoleh bentuk lonceng (Soeharsono dan Rahayu, 1977).

4. Pembuatan sirup glukosa secara kombinasi enzimatis-kimiawi

Menurut Rahayu (1991), beberapa industri sirup menggunakan gabungan antara hidrolisis asam dan diikuti oleh hidrolisis dengan enzim. Biasanya setelah mencapai DE sebesar 18 - 20 kemudian dilanjutkan dengan enzim.

D. Hipotesis

Normalitas asam dan waktu hidrolisis optimal pembuatan sirup glukosa secara kimiawi dan kombinasi enzimatis-kimiawi berbeda.