II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Buah Manggis

Manggis tergolong famili *Guttiferae*, diduga hybrid allotetraploid dari G. *hombroniana* dan G. *malaccensis*. Pohon manggis termasuk pohon dioecious dengan tinggi 6-25 meter, tegak lurus dengan percabangan simetri membentuk tajuk pyramid. Semua bagian tanaman mengeluarkan latex kuning jika saluran latex rusak (Rukmana, 2003).

Daun manggis tunggal, berpasangan di sisi ranting, helai daun berbentuk oblong atau elips dengan ukuran 15-25 cm x 7-13 cm. Permukaan atas daun berwarna hijau tua, bagian bawah hijau kekuningan. Bunga tunggal atau berpasangan dengan tangkai bunga pendek dan gemuk dengan diameter 5.5 cm; sepal 4, tersusun 2 pasang, petal 4 tebal dan *fleshy*. Benang sari jumlahnya banyak, panjang 0.5 cm tersusun dalam 2 seri; ovary melekat di dasar bunga, hampir bulat dengan 4-8 ruang. Stigma menonjol dan tebal melekat dan terbentuk dengan jumlah yang sama dengan jumlah ruang dalam ovary (Rukmana, 2003).

Buah berbentuk bulat atau agak pipih, berat bervariasi 75-150 g, diameter 3.5-8 cm. Perikarp atau kulit buah halus dengan tebal 4-8 mm, keras, berwarna ungu. Kulit membungkus daging buah terdiri dari 4-8 segmen, dengan beberapa diantaranya mengandung biji (2-3 biji). Biji berbentuk pipih berwarna ungu gelap

atau coklat (Rukmana, 2003). Buah dipanen ketika telah berwarna ungu muda sampai ungu tua dengan tangkai buah masih melekat. Indeks panen didasarkan pada perkembangan intensitas warna ungu pada pericarp. Umumnya buah yang dipanen dengan perkembangan warna yang kurang akan mempunyai lateks yang banyak pada tangkai buah dan mempunyai aroma yang kurang baik dibandingkan stadia ungu penuh. Jumlah lateks akan berkurang seiring dengan kematangan buah, padatan terlarut meningkat dan keasaman konstan (Nakasone dan Paul, 1998). Menurut Sosrodiharjo *dalam* Yaacob dan Tindall (1995) perkembangan fisik maksimum 103 hari dari pembungaan, sedangkan Verheij (1992) menyatakan bahwa buah masak terjadi pada periode 6-12 minggu. Apresiasi yang beragam memungkinkan petani panen pada umur buah bervariasi tergantung tujuan pemasarannya.

Getah yang berwarna kuning atau *gamboge* sering dijumpai pada permukaan kulit buah maupun dalam daging buah. Getah yang berwarna kuning merupakan eksudat resin yang banyak terdapat pada berbagai tanaman yang termasuk famili *Guttiferae* dan eksudat ini berasal dari saluran resin yang rusak (Asano *et al.*, 1996; Pankasemsuk *et al.*,1996). Apabila saluran resin rusak maka getah mengucur dari saluran getah dan menembus ke dalam segmen buah yang akan menyebabkan daging buah menjadi bening dan rasanya pahit. *Gamboge* juga bisa dijumpai pada kulit buah dengan bentuk bintik kuning pada kulit manggis. Buah yang terserang getah kuning digolongkan buah yang tidak layak jual. Kerusakan saluran resin pada kulit buah dapat disebabkan faktor lingkungan misalnya angin

dan hujan berlebihan, penanganan yang tidak hati-hati yang menyebabkan kerusakan kulit buah, dan juga serangan hama (Yaacob dan Tindall, 1995).

B. Aktivitas Antioksidan

Antioksidan merupakan senyawa yang dapat menunda atau mencegah terjadinya reaksi oksidasi radikal bebas dalam oksidasi lipid dalam konsentrasi yang lebih rendah dari substrat yang dapat dioksidasi. Antioksidan bereaksi dengan radikal bebas sehingga mengurangi kapasitas radikal bebas untuk menimbulkan kerusakan. Dalam bahan pangan, antioksidan banyak terdapat dalam sayur dan buah-buahan seperti jeruk, apel, kol merah, bit, manggis dan sebagainya. Antioksidan alami yang terdapat dalam bahan pangan tersebut anatara lain adalah vitamin C, vitamin E, antosianin, klorofil dan senyawa flavonoid.

Antioksidan alami pada umumnya berbentuk cairan pekat dan sensitif terhadap pemanasan (DeMan, 1997). Radikal bebas adalah molekul yang sangat reaktif karena memiliki elektron tidak berpasangan pada orbital luarnya sehingga dapat bereaksi dengan molekul sel tubuh dengan cara mengikat elektron sel tersebut, dan mengakibatkan reaksi berantai yang menghasilkan radikal bebas baru (Ketaren, 1986).

Antioksidan bereaksi dengan radikal bebas dengan cara mengurangi konsentrasi oksigen, mencegah pembentukan singlet oksigen yang reaktif, mencegah inisiasi rantai pertama dengan menangkap radikal primer seperti radikal hidroksil, mengikat katalis ion logam, mendekomposisi produk-produk primer radikal

menjadi senyawa non-radikal, dan memutus rantai hidroperoksida. Antioksidan berdasarkan mekanisme kerjanya dikelompokan menjadi :

1. Antioksidan Primer yaitu antioksidan yang bereaksi dengan radikal lipid berenergi tinggi untuk menghasilkan produk yang memiliki kestabilan termodinamis lebih baik. Antioksidan golongan fenol seperti Isoflavon termasuk dalam antioksidan yang memiliki mekanisme ini.
2. Antioksidan sekunder yang juga dikenal dengan antioksidan pencegah (*Preventive* Antioxidant) yang dapat memperlambat reaksi inisiasi dengan cara memutus rantai *(chain-breaking antioxidant)* hidroperoksida. Contoh antioksidan ini yaitu dilauril thiodipropionate dan asam thiodipropionic. Antioksidan golongan ini adalah antioksidan yang berikatan dengan gugus thiol.

   Mekanisme kerja antioksidan senyawa fenolik adalah sebagai berikut :

Radikal Lipida		antioksidan				radikal antioksidan
$ROO\cdot$	+	AH	→	ROOH	+	$A\cdot$
$RO\cdot$	+	AH	→	ROH	+	$A\cdot$
$R\cdot$	+	AH	→	RH	+	$A\cdot$
$OH\cdot$	+	AH	→	H_2O	+	$A\cdot$

Senyawa antioksidan (AH) dapat memberikan atom hidrogen secara cepat ke radikal lipida (ROO , RO , R , OH) dan mengubahnya menjadi bentuk yang lebih stabil. Sementara turunan radikal antioksidan (A) yang dihasilkan lebih stabil dibandingkan radikal lipida karena akan terjadi delokalisasi perbaikan elektron dari ikatan rangkap pada cincin benzen sebagai indikasi oleh ikatan isomer valensi. Peningkatan jumlah gugus hidroksil (alkil hidrogen pada struktur

kimianya) pada posisi para atau ortho seperti pada genistein dapat meningkatkan aktivitas antioksidan isoflavon. Reaksi radikal bebas dengan komponen sel baik komponen struktural (molekul penyusun membran) maupun komponen fungsional yaitu enzim dan DNA dapat merusak sel melalui oksidasi lemak tidak jenuh dan protein sel. Kerusakan lebih lanjut pada organel sel dapat mencapai kerusakan DNA dan membran sel. Berdasarkan mekanisme tersebut, radikal bebas tentunya akan turut mempengaruhi akan timbulnya berbagai jenis penyakit degeneratif seperti aterosklerosis (pengendapan lemak yang mengeras dalam pembuluh darah arteri). Antioksidan digolongkan menjadi tiga berdasarkan prinsip kerja dalam mencegah proses oksidasi yaitu :

1. Antioksida gugus fenol dan amin aromatic yang bereaksi dengan radikal bebas dari system membentuk produk substrat non radikal dan radikal antioksidan
2. Antioksidan yang dapat menghilangkan molekul-moleku hidroperoksida dan substrat tetapi tanpa melibatkan radikal bebas
3. Antioksidan yang dapat menginaktifkan logam untuk mempercepat reaksi oksidasi

C. Antosianin

Antosianin adalah glikosida antosianidin, yang merupakan garam polihidroksiflavilium (2-arilbenzopirilium). Sebagian besar antosianin berasal dari 3,5,7-trihidroksiflavilium klorida dan bagian gula biasanya terikat pada gugus hidroksil pada atom karbon ketiga. Telaah akhir-akhir ini menunjukkan bahwa

beberapa antosianin mengandung komponen tambahan seperti asam organik dan logam (Fe, Al, Mg).

Antosianin tergolong pigmen yang disebut flavonoid yang pada umumnya larut dalam air. Warna pigmen antosianin merah, biru, violet, dan biasanya dijumpai pada bunga, buah-buahan, dan sayur-sayuran. Dalam tanaman terdapat dalam bentuk glikosida yaitu membentuk ester dengan monosakarida (glukosa, galaktosa, ramnosa, dan kadang-kadang pentosa). Sewaktu pemanasan dalam asam mineral pekat, antosianin pecah menjadi antosianin dan gula. Konsentrasi pigmen juga sangat berperan dalam menentukan warna. Pada konsentrasi yang encer antosianin berwarna biru, sebaliknya pada konsentrasi pekat berwarna merah, dan konsentrasi biasa berwarna ungu. Dalam pengolahan sayur-sayuran adanya antosianin dan keasaman larutan banyak menentukan warna produk tersebut (Winarno, 2002).

Menurut Winarno (2002) antosianin tergolong pigmen disebut flavonoid yang pada umumnya larut dalam air. Sewaktu pemanasan dalam asam mineral pekat, antosianin pecah menjadi antosianin dan gula. Konsentrasi pigmen juga sangat berperan dalam menentukan warna, berkurangnya kadar antosianin disebabkan proses steam (pemanasan dengan uap air), akibat kerusakan secara enzimatis dan perlakuan pemanasan. Degradasi antosianin selama proses akibat enzim sangat terbatas dan retensinya tergantung pada proses dan bahan bakunya, penurunan warna antosianin disebabkan oleh berbagai bahan kimia dan sistem enzimatik. Antosianin sangat sensitif terhadap penurunan intensitas warnanya oleh berbagai agen, karena defisiensi elektron.

D. Putih Telur

Putih telur atau albumen tersusun oleh lapisan encer luar, lapisan kental luar, lapisan encer dalam dan lapisan kalaza atau lapisan kental dalam. Air merupakan komponen utama albumen. Kandungan padatan dalam putih telur berkisar antara 13% (Stadelman dan Cotterill, 1977).

1. Daya Stabilitas Buih

Buih merupakan dispersi koloid dari suatu fase gas yang terdispersi dalam fase cair (Stadelman dan Cotterill, 1977). Pembentukan buih dari bagian putih telur dilakukan dengan pengocokan. Pengocokan dapat menggunakan tenaga tangan atau dengan bantuan mesin pengocok telur (Sirait, 1986). Saat putih telur dikocok, gelembung udara terperangkap dalam cairan albumen dan membentuk buih. Buih yang terbentuk dari pengocokan putih telur merupakan komponen yang penting dalam pembuatan berbagai produk makanan seperti *cake*. Daya dan kestabilan buih yang tinggi akan berperan penting dalam pembentukan film yang stabil untuk mengikat gas dalam pembuatan *angel food cake* (Winarno dan Koswara, 2002). Dalam proses pembuatan *cake*, udara dalam gelembung buih akan memuai ketika dipanaskan dan putih telur yang menyelubunginya meregang kemudian membentuk struktur pori pada cake. Daya buih yang tinggi memiliki ukuran buih yang besar sehingga saat dipanggang ukuran remah *cake* yang dihasilkan juga besar.

Buih yang baik adalah yang memiliki kemampuan dan kestabilan buih yang baik. Stadelman dan Cotterill (1977) menyatakan bahwa daya buih merupakan ukuran

kemampuan putih telur dalam membentuk buih jika dikocok dan biasanya dinyatakan dalam presentase terhadap putih telur. Berdasarkan pernyataan tersebut, maka daya buih dapat dinyatakan dengan rumus:

$$\text{Daya Buih} = \frac{\text{volume buih (ml)}}{\text{Volume putih telur (ml)}} \times 100\%$$

Dasar pembentukan buih yang stabil adalah cairan dengan kekuatan regangan atau elastisitas tinggi. Kestabilan buih putih telur dapat diukur berdasarkan banyaknya air yang terlepas dari buih dalam waktu tertentu dan biasanya dinyatakan dalam bobot, volume atau derajat pencairan (Stadelman dan Cotterill, 1977).

Menurut Stadelman dan Cotterill (1977), faktor-faktor yang mempengaruhi daya dan kestabilan buih putih telur antara lain lama pengocokan, pH, suhu, serta penambahan bahan kimia atau bahan tambahan lainnya. Volume buih putih telur akan meningkat seiring lamanya waktu pengocokkan namun setelah lama pengocokan 6 menit, tidak ada lagi kenaikan volume buih. Kestabilan buih tertinggi didapat setelah lama pengocokkan 2 menit, sehingga untuk mendapatkan kestabilan buih yang diinginkan, putih telur sebaiknya tidak dikocok hingga mencapai volume maksimum.

Menurut Stadelman dan Cotterill (1977) menyatakan bahwa volume dari putih telur yang dikocok akan meningkat seiring kenaikan nilai pH. Selanjutnya disebutkan bahwa putih telur dengan nilai pH di bawah 8 memerlukan waktu pengocokan yang lebih lama untuk memperoleh buih yang stabil. Pemanasan putih telur pada suhu di atas $50\ ^{0}$ C dapat menyebabkan penurunan kestabilan buih

dan volume buih putih telur yang dihasilkan juga akan menurun sekitar 30% lebih rendah dari umumnya.

2. Komposisi Protein Putih Telur yang Berperan Dalam Pembentukan Buih.

Menurut Winarno dan Koswara (2002) komposisi putih telur ayam dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Kandungan putih telur ayam

No	Komposisi	Jumlah (%)
1	Air	88,57
2	Protein	10,30
3	Lemak	0,03
4	Karbohidrat	0,65
5	Abu	0,55

Sumber : Winarno dan Koswara (2002)

Menurut Stadelman dan Cotterill (1977), protein putih telur yang berperan dalam pembentukan buih yaitu *ovomucin, globulin* serta *ovalbumin*. O*vomucin, globulin* serta *conalbumin* mempunyai kemampuan membuih yang tinggi, dan *lysozyme, ovomucoid* serta *ovalbumin* menunjukkan karakteristik membuih yang rendah.

Ovomucin merupakan glikoprotein, dicirikan oleh sifat kekentalan yang tinggi. Pada proses pembentukan buih, *ovomucin* berperan membentuk film dari materi tak terlarut dan menstabilkan buih (Stadelman dan Cotterill, 1977).

Ovalbumin adalah salah satu jenis protein dalam putih telur yang terbanyak (54% dari total protein putih telur) yang mempunyai kemampuan membentuk buih (Alleoni dan Antunes, 2004). Protein ini pada pembuatan kue akan menggumpal

saat dipanaskan dan akan mempengaruhi struktur dan tekstur kue yang dihasilkan. *Ovalbumin* tidak akan hilang akibat pengocokan dan jumlahnya tetap sama dengan kandungan telur segar (Stadelman dan Cotterill, 1977).

Globulin berperan dalam kekentalan putih telur dan mencegah mencairnya gelembung udara. *Globulin* mempunyai tegangan permukaan yang rendah sehingga membantu tahapan pembentukan buih. Tegangan permukaan yang rendah cenderung memperkecil ukuran gelembung dan meratakan tekstur buih. Kandungan *globulin* serta *ovomucin* yang rendah, membutuhkan waktu pengocokan yang lebih lama dalam pembentukan buih putih telur dan bila digunakan dalam pembuatan *cake* dapat menyebabkan pembentukan volume yang kurang baik (Stadelman dan Cotterill, 1977).

3. Pembentukan Buih

Buih dapat didefinisikan sebagai dua fase yang terdiri atas fase gas dalam fase cair. Buih merupakan dispersi koloid dari fase gas yang terdispersi di dalam fase cair atau fase padat. Daya buih merupakan ukuran kemampuan putih telur untuk membentuk buih jika dikocok dan biasanya dinyatakan dalam persen terhadap putih telur (Stadelman dan Cotterill, 1977).

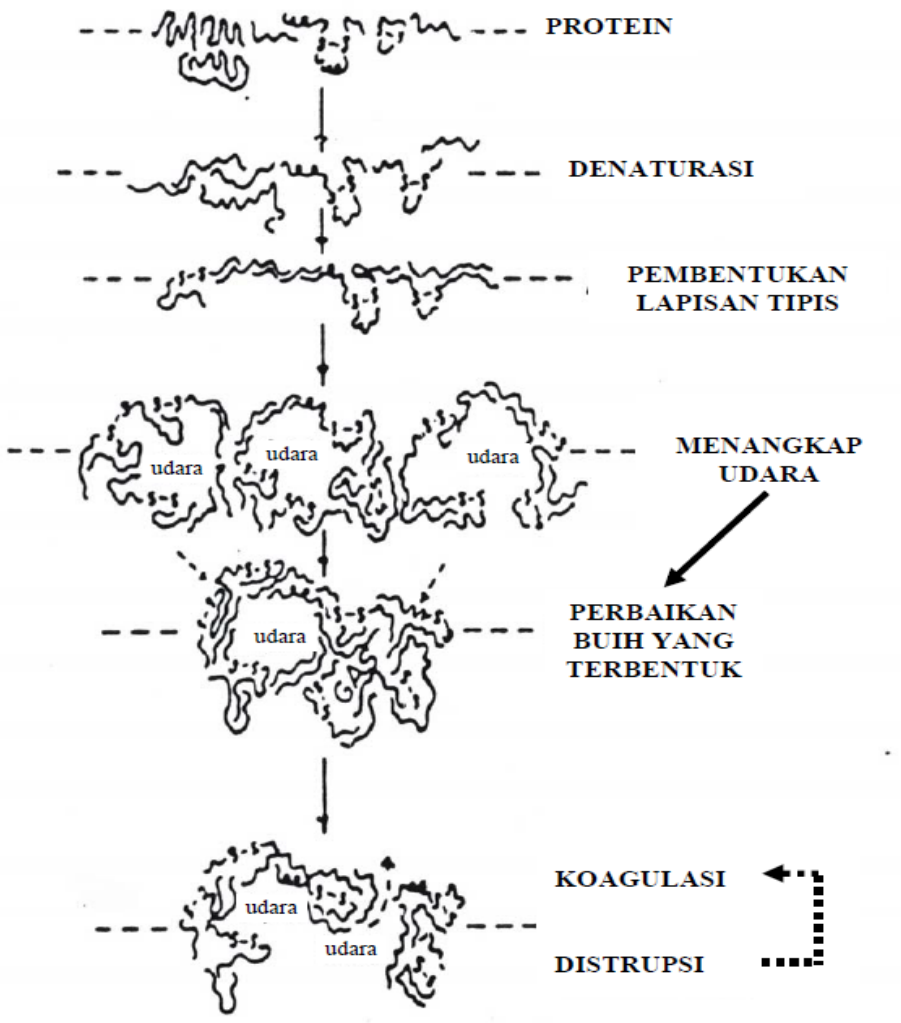
Perubahan putih telur menjadi buih disebabkan denaturasi protein, yaitu proses yang mengubah struktur molekul protein tanpa memutuskan ikatan kovalen. Pemekaran atau pengembangan molekul protein yang terdenaturasi akan membuka gugus reaktif yang ada pada rantai polipeptida (Belitz dan Grosch, 1999). Denaturasi protein dapat disebabkan bukan hanya karena panas tetapi juga

oleh pH ekstrim (terlalu asam atau terlalu basa), beberapa pelarut organik seperti alkohol atau aseton, zat terlarut tertentu seperti urea, detergen atau hanya dengan pengguncangan intensif (mekanik) larutan protein yang bersinggungan dengan udara sehingga terbentuk buih.

Mekanisme terbentuknya buih diawali dengan terbukanya ikatan-ikatan dalam molekul protein sehingga rantainya menjadi lebih panjang. Tahap selanjutnya adalah proses adsorpsi yaitu pembentukan *monolayer* atau film dari protein yang terdenaturasi. Udara ditangkap dan dikelilingi oleh film dan membentuk gelembung. Pembentukan lapisan monolayer kedua dilanjutkan di sekitar gelembung untuk mengganti bagian film yang terkoagulasi. Film protein dari gelembung yang berdekatan akan berhubungan dan mencegah keluarnya cairan. Terjadinya peningkatan kekuatan interaksi antara polipeptida akan menyebabkan agregasi (pengumpulan) protein dan melemahnya permukaan film dan diikuti dengan pecahnya gelembung buih (Chairungsriled *et.al*., 1996).

Perubahan tersebut menyebabkan hilangnya daya larut atau sifat koagulasi putih telur, dan absorpsi buih penting untuk kestabilan buih (Stadelman dan Cotterill, 1977). Semakin lama ikatan yang terbentuk tersebut akan semakin melemah dan tirisan akan keluar dari lamela yang terdapat diantara gelembung, pada akhirnya ini dapat menyebabkan rusaknya film buih. Volume buih yang tinggi diperoleh dari putih telur dengan elastisitas rendah, sebaliknya struktur buih yang stabil pada umumnya akan dihasilkan dari putih telur yang memiliki elastisitas yang tinggi. Jika putih telur terlalu banyak dikocok atau direnggangkan seluas mungkin akan menyebabkan hilangnya elastisitas (Stadelman dan Cotterill, 1977).

Kestabilan buih merupakan ukuran kemampuan struktur buih untuk bertahan kokoh atau tidak mencair selama waktu tertentu. Indikator kestabilan buih adalah besarnya tirisan buih selama waktu tertentu dan dinyatakan dalam bobot, volume atau derajat pencairan buih (Stadelman dan Cotterill, 1977). Tirisan buih terjadi karena ikatan antara udara dengan protein putih telur yang kurang kokoh, sehingga setelah didiamkan beberapa saat akan terbentuk tirisan buih. Mekanisme pembentukan buih dapat dilihat pada Gambar 2.

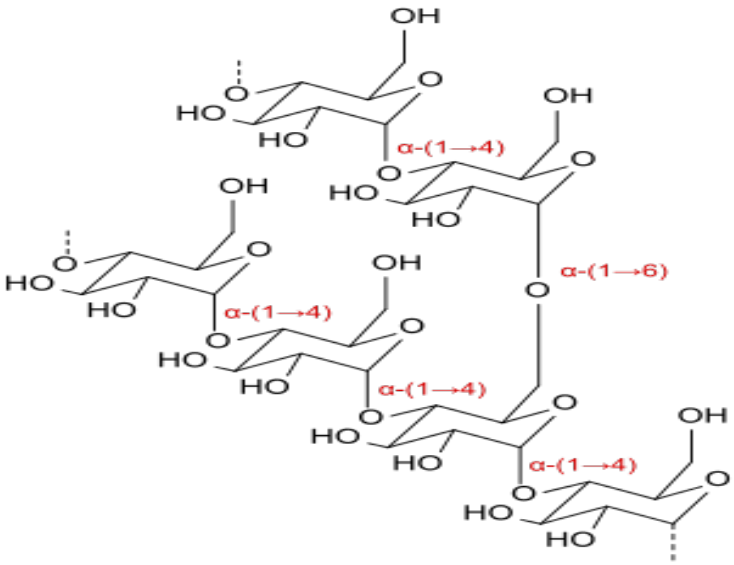


Gambar 1 : Mekanisme Pembentukan Buih
Sumber : Cherry and Mc. Waters (1981)

E. Desktrin

Telah dilakukan usaha pengembangan teknologi pembuatan dekstrin (pati termodifikasi) dari pati berasal dari umbi suweg dengan proses hidrolisa cara enzimatis. Dekstrin (dengan nama lain : Anylin) merupakan polimer D-glukosa yang merupakan hasil antara hidrolisis pati (Ruqoiyah, 2002). Dekstrin adalah produk hidrolisa zat pati, berbentuk zat amorf berwarna putih sampai kekuning-kuningan. Dekstrin merupakan produk degradasi pati sebagai hasil hidrolisis tidak sempurna pati dengan katalis asam atau enzim pada kondisi yang di kontrol. Dekstrin umumnya berbentuk bubuk dan berwarna putih sampai kuning keputihan (Anonimous, 2009).

Dekstrin 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. Dekstrin mempunyai rumus kimia $(C_6H_{10}O_5)_n$ dan memiliki struktur serta karakteristik *intermediate* antara pati dan dextrose seperti pada Gambar 3.



Gambar 2. Struktur Dekstrin (Anonimous, 2009).

Berdasarkan reaksi warnanya dengan iodium, 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 iodium. Sedangkan pada tahap akhir hidrolisa, akan dihasilkan akrodekstrin yang tidak memberikan warna bila direaksikan dengan iodium (Anonimous, 2009).

Dekstrin larut dalam air dingin dan larutannya bila direaksikan dengan alkohol atau Ca / BaOH akan menghasilkan endapan dekstrin yang bentuknya tidak beraturan. Dekstrin merupakan produk degradasi pati sebagai hasil hidrolisis tidak sempurna pati dengan katalis asam atau enzim pada kondisi yang di kontrol. Dekstrin umumnya berbentuk bubuk dan berwarna putih sampai kuning keputihan (Anonimous, 2009).

F. Pengeringan

Pengeringan mempunyai pengertian yaitu aplikasi pemanasan melalui kondisi yang teratur, sehingga dapat menghilangkan sebagian besar air dalam bahan makanan dengan cara diuapkan. Penghilangan air dalam bahan pangan dengan cara pengeringan mempunyai satuan operasi yang berbeda dengan dehidrasi. Dehidrasi akan menurunkan aktivitas air yang terkandung dalam bahan pangan dengan cara mengeluarkan air dalam jumlah lebih banyak, sehingga umur simpan bahan pangan menjadi lebih panjang atau lebih lama. Pengurangan air tersebut dapat menghambat tumbuhnya mikroba dan aktivitas enzim, namun tidak dapat melakukan inaktivasi. Hal ini dikarenakan suhu selama proses tidak mencukupi untuk melakukannya.

Pengeringan sering juga digunakan dalam pengawetan makanan, sehingga dapat variasi makanan menjadi bertambah dan membuat makanan lebih bergizi dan terasa enak. Proses pengeringan juga dapat digunakan untuk mengurangi berat dan besar suatu bahan pangan. Hal ini dapat mendatangkan keuntungan, karena proses pengemasan dan distribusi bahan pangan menjadi lebih mudah. Kerugian dari dilakukannya proses pengeringan adalah kualitas dan nilai gizi yang terdapat pada bahan pangan menjadi turun.

Pengeringan merupakan suatu cara untuk mengeluarkan atau menghilangkan sebagian besar air dari suatu bahan dengan menggunakan energy panas. Keuntungan pengeringan adalah bahan menjadi lebih tahan lama disimpan dan volume bahan menjadi lebih kecil sehingga mempermudah dan menghemat ruang

pengangkutan dan pengepakan. Di sisi lain, pengeringan menyebabkan sifat asli bahan mengalami perubahan, penurunan mutu dan memerlukan penanganan tambahan sebelum digunakan yaitu rehidrasi.

Pengeringan juga didefinisikan sebagai suatu proses pengeluaran air dari bahan sehingga tercipta kondisi dimana kapang, jamur, dan bakteri yang menyebabkan pembusukan tidak dapat tumbuh. Pengeringan adalah suatu proses pengeluaran kadar air untuk memperoleh kadar air yang aman untuk penyimpanan. Tujuan pengeringan adalah mengurangi kadar air bahan sampai batas perkembangan mikroorganisme dan kegiatan enzim yang dapat menyebabkan pembusukan terhambat atau terhenti.

Proses pengeringan yang umumnya digunakan pada bahan pangan ada dua cara, yaitu pengeringan dengan penjemuran dan pengeringan dengan alat pengering. Kelemahan dari penjemuran adalah waktu pengeringan lebih lama dan lebih mudah terkontaminasi oleh kotoran atau debu sehingga dapat mengurangi mutu akhir produk yang dikeringkan. Di sisi lain, pengeringan yang dilakukan menggunakan alat pengering biasanya lebih mahal, tetapi mempunyai kelebihan yaitu kondisi sanitasi lebih terkontrol sehingga kontaminasi dari debu, serangga, burung dan tikus dapat dihindari. Selain itu pula dehidrasi dapat memperbaiki kualitas produk yang dihasilkan.

Pemilihan jenis alat dan kondisi pengering yang akan digunakan tergantung dari jenis bahan yang dikeringkan, mutu hasil akhir yang dikeringkan dan pertimbangan ekonomi, misalnya untuk bahan yang berbentuk pasta atau pure

maka alat pengering yang sesuai adalah alat pengering drum, sedangkan untuk bahan yang berbentuk lempengan atau jenis bahan padatan dapat menggunakan pengering kabinet. Jenis alat pengering lainnya yang dapat digunakan untuk bahan pangan adalah pengeringan terowongan, pengering semprot, pengering fluidized bed, pengering beku dan lain-lain.

Efisiensi sistem dan alat pengeringan merupakan salah satu faktor yang perlu dipertimbangkan dalam aplikasi pengeringan dan optimasinya. Efisiensi operasi pengeringan dapat dinyatakan sebagai perbandingan panas yang secara teoritis diperlukan untuk menguapkan air dengan penggunaan panas yang sebenarnya di dalam alat pengering. Efisiensi tersebut berguna untuk mempelajari pendugaan atau konstruksi alat pengering dan studi perbandingan antar berbagai alat pengering yang digunakan untuk alternative.

Proses pengeringan pada bahan dimana udara panas dialirkan dapat dianggap sebagai salah satu proses adiabatik. Hal ini berarti panas yang diberikan untuk penguapan air dari bahan hanya disuplai oleh udara pengering secara konduksi atau radiasi tanpa tambahan energi dari luar.

Proses perpindahan panas terjadi karena suhu bahan lebih rendah dari suhu udara yang dialirkan disekeliling bahan. Panas yang diberikan ini akan menaikkan suhu bahan dan akan menyebabkan tekanan uap air di udara sehingga terjadi perpindahan uap air dari bahan ke udara. Peristiwa perpindahan uap air ke udara ini disebut peristiwa pindah massa.

Faktor-faktor yang mempengaruhi pengeringan ada dua golongan, yaitu ;

1. Faktor yang berhubungan dengan udara pengering (suhu, kecepatan volumetrik aliran udara pengering, dan kelembaban udara.
2. Faktor yang berhubungan dengan sifat bahan (ukuran bahan, kadar air awal, dan tekanan parsial dalam bahan)

Bahan pangan yang dihasilkan dari produk-produk pertanian pada umumnya mengandung kadar air tinggi. Kadar air tersebut apabila masih tersimpan dan tidak dihilangkan, maka akan dapat mempengaruhi kondisi fisik bahan pangan.

Metode pengeringan pangan maupun non-pangan yang umum dilakukan antara lain adalah pengeringan matahari (*Sun drying*), rumah kaca (*Greenhouse*), oven, iradiasi surya (*Solar Drying*), pengeringan beku (Freeze drying) dan yang berkembang saat ini pengeringan menggunakan sinar infra merah. Pangan dapat dikeringkan dengan beberapa cara yaitu menggunakan matahari, oven atau microwave. Pengeringan merupakan metode pengawetan yang membutuhkan energy dan biaya yang cukup tinggi, kecuali pengeringan matahari (*Sun Drying*).

G. *Foam Mat Drying*

Salah satu metode yang sering digunakan pada pembuatan produk pangan siap saji adalah metode *foam mat drying*. *Foam mat drying* (pengeringan busa) tergolong dalam *atmospheric drying*. Metode pengeringan busa digunakan untuk mengeringkan bahan berbentuk cair (Anonimous, 2001).

Foam menyangkut campuran cair dan gas. Pembentukan busa memerlukan bahan aktif permukaan dan penting dalam bebagai produk pangan (Tranggono, *et al*., 1990). Menurut Baniel, *et al.* (1997), *foam* (busa) dapat didefinisikan sebagai

suatu sistem yang terbentuk oleh dua fase, yaitu udara sebagai fase terdispersi dan air sebagai fase kontinyu. Salah satu metode yang telah digunakan untuk membentuk *foam* adalah dengan pengocokan dengan menggunakan *mixer*. *Foam mat drying* adalah cara pengeringan bahan berbentuk cair yang sebelumnya dijadikan foam terlebih dahulu dengan menambahkan zat pembuih (Desrosier, 1988).

Karim dan Wai (1997), melaporkan bahwa metode pengeringan busa diaplikasikan pada bahan pangan yang sensitif terhadap panas. Dalam proses pengeringan busa, bahan makanan yang berbentuk cair atau semi cair dikocok hingga berbentuk busa yang stabil dan selanjutnya dikeringkan dengan pemanasan. Setelah dilakukan pemanasan, bahan dihancurkan menjadi bentuk bubuk. Menurut Woodrof dan Luh (1975), makanan yang dikeringan dengan metode *foam mat drying* mempunyai struktur yang mudah menyerap air, sehingga makanan tersebut mudah untuk dilarutkan dalam air dingin. Keuntungan pengeringan menggunakan metode *foam mat drying* menurut Karim dan Wai (1997) dan Kumalaningsih (2005), antara lain :

1. Bentuk busa maka penyerapan air lebih mudah dalam proses pengocokan dan pencampuran sebelum dikeringkan.
2. Suhu pengeringan tidak terlalu tinggi sebab dengan adanya busa maka akan mempercepat proses penguapan air walaupun tanpa suhu yang terlalu tinggi, suhu yang digunakan sekitar 50ºC - 80ºC dan dapat menghasilkan kadar air hingga 3%, produk yang dikeringkan menggunakan busa pada suhu 71ºC dapat menghasilkan kadar air 2%.

3. Bubuk yang dihasilkan dengan metode *foam mat drying* mempunyai kualitas warna dan rasa yang bagus, sebab hal tersebut dipengaruhi oleh suhu penguapan yang tidak terlalu tinggi sehingga warna produk tidak rusak dan rasa tidak banyak yang terbuang.
4. Biaya pembuatan bubuk dengan menggunakan metode *foam mat drying* lebih murah dibandingkan dengan metode vakum atau *freeze drying* sebab tidak terlalu rumit dan cepat dalam proses pengeringan sehingga energi yang dibutuhkan untuk pengeringan lebih kecil dan waktunya lebih singkat.
5. Bubuk yang dihasilkan mempunyai densitas yang rendah (ringan), dengan banyak gelembung gas yang terkandung pada produk kering sehingga mudah dilarutkan dalam air.
6. *Foam mat drying* baik digunakan karena strukturnya mudah menyerap air, dan relatif stabil selama penyimpanan.

Keberhasilan teknik pengeringan busa sangat ditentukan oleh kecepatan pengeringan yang dapat dilakukan dengan cara pengaturan suhu dan konsentrasi bahan pengisi yang tepat. Suhu yang terlalu tinggi akan menyebabkan hilangnya senyawa-senyawa volatil atau yang mudah menguap seperti aroma dan mempercepat reaksi pencoklatan dalam bahan pangan, sedangkan suhu yang terlalu rendah akan menyebabkan proses pengeringan kurang efisien dan juga akan mendorong kerusakan selama proses (Kumalaningsih *et al*., 2005).

Pengeringan bahan pangan sampai kadar airnya dibawah 5% akan dapat mengawetkan rasa dan nutrisi serta dapat disimpan untuk jangka waktu yang

lama. Sedangkan karakteristik bahan pangan bubuk memiliki kadar air 2-4% (Kumalaningsih *et al*., 2005).