

II. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Nira

Nira adalah cairan manis yang diperoleh dari air batang atau getah tandan bunga tanaman seperti tebu, bit, sorgum, mapel, siwalan, bunga dahlia dan tanaman dari keluarga palma seperti aren, kelapa, nipah, sagu, kurma dan sebagainya. Nira aren merupakan salah satu sumber bahan pangan dalam pembuatan gula. Pohon aren memiliki nilai ekonomi mulai dari bagian-bagian fisik pohon maupun dari hasil-hasil produksinya dan hampir semua bagian dari pohon ini dapat dimanfaatkan. Pada umumnya pohon ini tumbuh secara liar (tidak ditanam orang). Ketersediaan sumberdaya juga merata di seluruh Indonesia seperti Sulawesi Selatan yang memiliki potensi aren yang cukup besar. Secara tradisional, masyarakat mengolah nira aren menjadi gula batu (gula merah) atau gula semut yang berupa kristal. Selain itu, gula aren mempunyai beberapa kelebihan seperti harganya yang jauh lebih tinggi dan aromanya yang lebih harum (Baharuddin, dkk., 2007).

2.2 Gula Aren

Aren atau enau (*Arrenga pinnata* Merr) merupakan salah satu keluarga palma yang memiliki potensi nilai ekonomi yang tinggi dan dapat tumbuh subur di

wilayah tropis seperti Indonesia. Tanaman aren dapat tumbuh pada segala macam kondisi tanah, baik tanah berkapur, berlembung maupun berpasir. Namun pohon aren tidak tahan pada tanah yang kadar asamnya terlalu tinggi. Tanaman aren dapat tumbuh dan berproduksi secara optimal pada tanah yang memiliki ketinggian di atas 1.200 meter di atas permukaan laut dengan suhu udara rata-rata 25 °C. Pohon aren memiliki potensi ekonomi yang tinggi karena hampir semua bagiannya dapat memberikan keuntungan finansial. Namun dari semua produk aren, nira aren yang berasal dari lengan bunga jantan sebagai bahan untuk produksi gula aren adalah yang paling besar nilai ekonomisnya. Masyarakat Indonesia sudah mengenal gula aren sebagai salah satu pemanis makanan dan minuman yang bisa menjadi substitusi gula pasir (gula tebu). Gula aren diperoleh dari proses penyadapan nira aren yang kemudian dikurangi kadar airnya hingga menjadi padat. Gula cetak dan gula semut merupakan produk yang dibuat dari gula aren. Gula cetak diperoleh dengan memasak nira aren hingga menjadi kental seperti gulali kemudian mencetaknya dalam cetakan berbentuk setengah lingkaran. Sedangkan gula semut pada proses pemasakannya membutuhkan waktu lebih panjang yaitu hingga gula aren mengkristal, kemudian dikeringkan (dijemur atau dioven) hingga kadar airnya mencapai 3%. Gula aren kristal ini memiliki beberapa keunggulan yaitu daya tahan yang lebih lama, lebih higienis dan praktis dalam penggunaannya (Bank Indonesia, 2008)

2.3 Gula Kelapa

Gula merah biasanya diasosiasikan dengan segala jenis gula yang dibuat dari nira yaitu cairan yang dikeluarkan dari bunga pohon dari keluarga palmae, seperti

kelapa, aren, dan siwalan. Gula kelapa adalah gula yang dihasilkan dari penguapan nira pohon kelapa. Gula kelapa atau dalam perdagangan disebut gula jawa, gula merah atau gula nira, biasanya dijual dalam bentuk setengah mangkok atau setengah elip. Bentuk demikian ini dihasilkan dari cetakan yang digunakan berupa setengah tempurung kelapa dan cetakan bambu, sehingga bentuknya bulat silindris (Purwaningsih, 2009).

Gula kelapa atau gula merah adalah gula yang dibuat dari nira kelapa yang telah diolah. Sedangkan gula putih adalah gula yang dibuat dari tebu. Gula kelapa memiliki ciri khusus baik rasa, aroma dan bentuknya yang sangat berbeda dengan gula putih (Heri dan Lukman, 2007).

2.4 Gula Semut

Gula semut dibuat dari gula kelapa yang dapat dipadukan dengan empon-empon seperti kencur, jahe, maupun temu lawak. Gula semut memiliki berbagai manfaat kesehatan antara lain mencegah perut kembung, masuk angin, flu, batuk, maupun sebagai penghangat badan. Oleh karena gula semut saat ini banyak dicari orang, bahkan sudah ada pengusaha yang mengeksport sampai Australia maupun Eropa. Penggunaannya cukup praktis yaitu menuang 2 – 3 sendok makan gula semut jahe ke dalam gelas ukuran sedang, setelah itu ditambahkan air panas/dingin, kemudian diaduk hingga kristal larut kemudian siap untuk diminum. Gula semut juga dapat dibuat natural sehingga lebih praktis dalam penggunaan maupun penyimpanannya dan bisa sebagai pengganti gula pasir. Gula semut natural memiliki kadar air rendah yaitu sekitar 3%, sehingga dapat bertahan hingga 1

tahun. Gula semut natural dapat digunakan untuk minuman, masakan, pembuatan kue, bubur dan es. Gula semut telah banyak digunakan di restoran maupun hotel-hotel berbintang, yaitu sebagai gula merah (*brown sugar*) yang dikemas dalam kemasan yang praktis (Purwaningsih, 2009).

Gula kristal memiliki kelebihan dibandingkan dengan gula merah (cetak), kelebihanannya antara lain lebih mudah larut, daya simpan lebih lama, bentuknya lebih menarik, pengemasan dan pengangkutan lebih mudah, rasa dan aromanya lebih khas, dapat diperkaya dengan bahan lain seperti rempah-rempah, vitamin A dan iodium (Mustaufik dan Dwianti, 2007), serta harganya lebih mahal dari pada gula kelapa cetak biasa. Penggunaan gula kelapa kristal sama dengan gula pasir (tebu) yaitu dapat digunakan sebagai bumbu masak, pemanis minuman (sirup, susu, *soft drink*) dan sebagai pemanis makanan untuk industri seperti adonan roti, kue, kolak, dan lain-lain (Mustaufik dan Karseno, 2004).

Menurut Wijaya, dkk (2010), penambahan FCS (*fine crystal sucrose*) pada pembuatan gula semut nira nipah menggunakan perlakuan penambahan konsentrasi FCS (*fine crystal sucrose*) sebanyak 10% diperoleh hasil organoleptik perlakuan terbaik dari segi rasa 3,93 (menyukai), warna 3,87 (menyukai) dan aroma 3,87 (menyukai). Nilai kesukaan gula semut perlakuan terbaik ini berbeda nyata jika dibandingkan dengan nilai kesukaan produk kontrol yang ada di pasaran.

2.5 Proses Pembuatan Gula Kristal

Menurut Mustaufik dan Haryanti (2006), proses pembuatan gula kelapa kristal dapat dilakukan dengan dua cara yaitu gula kelapa kristal yang dibuat dari nira kelapa dan gula kelapa kristal yang dibuat dari gula kelapa cetak yang sudah jadi.

1. Proses pembuatan gula kelapa kristal dari nira kelapa

Nira yang digunakan harus bersih dan segar. Sebelum penyadapan, bumbung dicuci dengan air dingin kemudian dibilas dengan air panas lalu dikeringkan atau diasapi. Penambahan kapur sirih bertujuan untuk menjaga nira agar tidak mudah rusak atau tidak asam. Nira yang telah disadap diukur pH nya dan jika keasaman nira terlalu tinggi maka perlu ditambahkan kapur sirih agar nira tetap dalam keadaan netral yaitu pH 6,0 – 7,0. Apabila pH nira yang diinginkan telah tercapai, nira disaring dengan kain saring untuk menghindari pengendapan kapur atau kotoran di dalam nira.

Nira yang sudah bersih kemudian dipanaskan dengan suhu antara 110 – 120 °C hingga mendidih sambil diaduk. Pada saat nira mendidih, buih dan kotoran halus dihilangkan dengan menggunakan serok. Untuk menjaga agar buih di dalam wajan tidak meluap maka ditambahkan 1 sendok minyak makan kelapa atau santan untuk setiap 25 liter nira. Pada saat ini harus dihindari terjadinya pemasakan yang melewati titik *end point* yakni berkisar 110 °C.

End point merupakan suhu akhir pemasakan, dimana nira sudah mulai mengental dan meletup-letup. Akhir pemasakan juga dapat diketahui secara visual, yaitu nira yang dipanaskan akan menggumpal (memadat dan mengeras) dan tidak bercampur dengan air jika dituang ke dalam air dingin. Penentuan *end point* dapat dilakukan dengan cara memasukkan beberapa tetes masakan kedalam gelas yang berisi air. *End point* sudah tercapai apabila masakan tidak larut dalam air (mengendap). Selanjutnya nira kental dalam wajan segera diangkat dan didinginkan untuk proses solidifikasi (pemadatan). Langkah selanjutnya adalah granulasi/kristalisasi, setelah itu dilakukan pengayakan untuk mendapatkan butiran-butiran yang ukurannya seragam, baru kemudian dilakukan pengemasan.

2. Proses pembuatan gula kelapa kristal dari gula kelapa cetak

Gula yang akan dibuat menjadi gula kelapa kristal harus bermutu baik. Gula kelapa tersebut dipotong-potong kemudian dilarutkan ke dalam air dengan perbandingan 2 : 1. Larutan gula kelapa yang diperoleh disaring sehingga dihasilkan larutan gula yang bersih. Larutan gula yang sudah bersih ditambah dengan gula pasir sebanyak 5 – 15%, kemudian dipanaskan pada suhu 110 °C sambil diaduk-aduk agar merata dan sampai pekat. Untuk mendapatkan rasa tertentu dapat ditambahkan bahan lain sesuai yang diinginkan, misalkan ditambah ekstrak jahe atau kencur dan santan. Pemberian dilakukan dengan cara memasukkan bahan ke dalam larutan gula pada saat pemasakan larutan gula tersebut mengeluarkan buih.

Pemanasan ditingkatkan hingga mencapai *end point*. Selanjutnya dilakukan dengan solidifikasi dan granulasi.

3. Granulasi atau kristalisasi

Kristalisasi atau pembentukan kristal dilakukan dengan pengadukan memutar menggunakan mesin/alat atau juga bisa menggunakan pengaduk kayu berbentuk garpu atau jangkar. Pengadukan dimulai dari bagian pinggir ke bagian tengah wajan. Setelah adonan berbentuk kristal maka pengadukan dipercepat. Apabila semuanya telah mengkristal secara homogen biarkan dulu selama beberapa menit supaya agak dingin. Kristal yang terbentuk kemudian disaring menggunakan ayakan dari *stainless steel* dengan ukuran yang telah disesuaikan.

2.6 Syarat Mutu Gula Palma

Mutu adalah gambaran atau karakteristik menyeluruh dari barang atau jasa yang menunjukkan kemampuannya dalam memuaskan kebutuhan yang ditentukan atau yang tersirat. Faktor yang mempengaruhi persepsi orang terhadap mutu adalah sesuai kebutuhan pemakai, harga produk, waktu penyerahan sesuai keinginan pelanggan, kehandalan, dan kemudahan pemeliharaan. Syarat mutu gula palma menurut Standar Nasional Indonesia (SNI 01-3743-1995) disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Syarat mutu gula palma

Kriteria Uji	Satuan	Persyaratan	
		Cetak	Butiran/Granula
Keadaan			
-Bentuk		Normal	Normal
-Rasa dan aroma		Normal, khas	Normal, khas
-Warna		Kuning kecoklatan sampai coklat	Kuning kecoklatan sampai coklat
Bagian yang tak larut dalam air	(%bb)	Maks. 1,0	Maks. 0,2
Air	(%bb)	Maks. 10,0	Maks. 3,0
Abu	(%bb)	Maks. 2,0	Maks. 2,0
Gula pereduksi	(%bb)	Maks. 10,0	Maks. 6,0
Jumlah gula sebagai sakarosa	(%bb)	Maks. 77	Maks. 90,0
Cemaran logam			
Seng (Zn)	(mg/kg)	Maks. 40,0	Maks. 40,0
Timbal (Pb)	(mg/kg)	Maks. 2,0	Maks. 2,0
Tembaga (Cu)	(mg/kg)	Maks. 10,0	Maks. 10,0
Raksa (Hg)	(mg/kg)	Maks. 0,03	Maks. 0,03
Timah (Sn)	(mg/kg)	Maks. 40,0	Maks. 40,0
Arsen	(mg/kg)	Maks. 1,0	Maks. 1,0

Sumber : Dewan Standar Nasional Indonesia (1995)

2.7 Disc Mill

Brennan dkk (1990) dalam Sumariana (2012), *disc mill* merupakan suatu alat penepung yang berfungsi untuk menggiling bahan serelia menjadi tepung, namun lebih banyak digunakan untuk menepungkan bahan yang sedikit mengandung serat dan juga suatu alat penepung yang memperkecil bahan dengan tekanan dan gesekan antara dua piringan yang satu berputar dan yang lainnya tetap. *Disc mill* dapat dibagi menjadi tiga jenis, yaitu *single disc mill*, *double disc mill*, dan *buhr mill*. Pada *single disc mill*, bahan yang akan dihancurkan dilewatkan di antara dua

cakram. Cakram yang pertama berputar dan yang lain tetap pada tempatnya. Efek gesekan didapatkan karena adanya pergerakan salah satu cakram, selain itu bahan juga mengalami gesekan lekukan pada cakram dan dinding alat. Jarak cakram dapat diatur, disesuaikan dengan ukuran bahan dan produk yang diinginkan. Pada *double disc mill*, kedua cakram berputar berlawanan arah sehingga akan didapatkan efek gesekan terhadap bahan yang jauh lebih besar. Bagian-bagian *disc mill* terdiri dari corong pemasukan, lubang pemasukan, *screen filter*, *disc* penggiling dinamis, corong pengeluaran, motor, pengunci, dan *disc* penggiling statis. Prinsip kerja *disc mill* adalah berdasarkan gaya gesek dan gaya pukul. Bahan yang akan dihancurkan berada di antara dinding penutup dan cakram berputar. Bahan akan mengalami gaya gesek karena adanya lekukan-lekukan pada cakram dan dinding alat. Gaya pukul terbentuk karena ada logam-logam yang dipasang pada posisi yang bersesuaian.

Penggilingan dengan menggunakan *disc mill* diperoleh fraksi halus yang lebih besar dibandingkan dengan menggunakan *hammer mill*. Hal ini dikarenakan prinsip mesin *disc mill* adalah gaya geser (*shear force*) dimana bahan mengalami gesekan dengan cakram yang bersifat *abrasive* sehingga bubuk yang dihasilkan lebih halus. Sedangkan prinsip mesin *hammer mill* adalah gaya pukul dari palu-palu yang berputar dengan kecepatan tinggi sehingga bahan akan hancur menjadi partikel yang halus (Syah, dkk., 2013). Adanya perbedaan hasil gilingan yang diperoleh disebabkan dari ukuran saringan yang digunakan di dalam mesin, selain itu faktor yang berpengaruh terhadap hasil penggilingan yaitu kecepatan putaran mesin (rpm) (Rahmawati, 2010).

Menurut Rahmadian (2012), perbedaan hasil gilingan dipengaruhi oleh kecepatan putaran mesin (rpm). Semakin besar rpm maka mesin berputar semakin cepat atau semakin kecil rpm maka mesin berputar semakin lambat. Selain itu faktor yang menyebabkan keseragaman hasil gilingan yaitu karena adanya pukulan/tumbukan serta gesekan-gesekan dari palu-palu penghancur yang mengenai bahan intensitasnya tidak sama. Hal ini dikarenakan arah lintasan bahan tersebut bersifat acak sehingga jumlah pukulan yang diterima oleh bahan berbeda-beda yang berakibat pada hasil gilingan yang beragam.

Kecepatan putar sangat berpengaruh terhadap hasil penggilingan. Proses penggilingan juwawut menggunakan *disc mill* dengan kecepatan putar yang paling tinggi menghasilkan ukuran rata-rata partikel yang lebih kecil diantara kecepatan putar lainnya. Ukuran rata-rata partikel yang didapat pada kecepatan putar 5700 rpm dengan mesh 80 dan mesh 100 yaitu sebesar 0,016456937 dan 0,016468348 inchi (Sumariana, 2012).

Perry dan Green (1976) *dalam* Sutanto (2006) membagi alat pengecil ukuran bahan menjadi empat kelompok menurut gaya yang dikenakan terhadap bahan tersebut yaitu :

- 1) bila gaya yang bekerja di antara dua permukaan bahan disebut penggerusan;
- 2) bila gaya yang bekerja pada satu permukaan bahan disebut proses pemukulan;
- 3) bila gaya yang bekerja tidak pada permukaan bahan tetapi melalui aksi medium sekeliling;

- 4) bila gaya yang bekerja bukan dengan energi mekanik tetapi dengan aksi lain seperti kejutan panas dan elektrohidraulik.

Henderson dan Perry (1976) membagi alat-alat penggiling berdasarkan gaya yang bekerja terhadap bahan yaitu :

a. Penggilingan tipe palu (*hammer mill*)

Hammer mill adalah suatu alat yang digunakan untuk memperkecil ukuran berdasarkan gaya pukulan/impak. *Hammer mill* terdiri dari palu/pemukul yang berputar pada porosnya. Bahan yang akan digiling masuk ke dalam ruang pemukulan melalui corong pemasukan. Susunan palu yang terdapat pada porosnya akan bergerak bolak-balik memberikan pukulan pada bahan. Modulus kehalusan dan indeks keseragaman hasil penggilingan tergantung pada ukuran dari lubang saringan dan laju pengumpanan bahan. Kecepatan putar penepung dan bentuk dari pemukul juga mempengaruhi ukuran bahan yang dihasilkan. Kecepatan putar dari pemukul penepung palu adalah antara 1500 – 4000 rpm.

Beberapa keuntungan dalam menggunakan penggiling palu sebagai alat penepung antara lain adalah : 1) bentuk konstruksinya lebih sederhana, 2) dapat digunakan untuk menepungkan berbagai macam bahan, 3) tidak mudah rusak dengan adanya benda asing dalam ruang penepungan, 4) tidak mudah rusak bila dioperasikan dalam keadaan kosong, 5) keausan palu tidak mengurangi efisiensi alat. Sedangkan kerugian dalam menggunakan penggiling palu adalah : 1) kurang-mampuan untuk menghasilkan hasil gilingan yang seragam, dan 2) membutuhkan tenaga yang tinggi.

b. Penggilingan tipe bergerigi (*disc mill*)

Penepung bergerigi yang biasa dikenal dengan *attrition mill*, *plate* atau *disc mill* bekerja berdasarkan gaya tekan dan gesekan antara dua piringan yang satu berputar dan yang lainnya tetap. Laju pemasukan yang berlebihan akan memperkecil keefektifan dari alat dan akan menyebabkan panas yang berlebih. Umumnya kecepatan putar penggiling bergerigi adalah di bawah 1200 rpm.

Beberapa keuntungan bila menggunakan penggiling bergerigi adalah :

1) biaya pemasangan awal yang rendah, 2) hasil gilingan yang relatif seragam, 3) tenaga yang dibutuhkan lebih rendah. Sedangkan kerugian dalam menggunakan penggiling bergerigi adalah : 1) adanya benda-benda asing di dalam bahan yang digiling dapat menyebabkan kerusakan pada alat, dan 2) bila piringan beroperasi tanpa bahan yang digiling maka akan mempercepat kerusakan piringan.

2.8 Pengecilan Ukuran

Menurut Henderson dan Perry (1976), pengecilan ukuran dilakukan secara mekanis tanpa mengubah sifat kimia bahan. Pengecilan ukuran mencakup proses pemecahan dan penggilasan, pemotongan, dan penggilingan. Pengecilan ukuran secara umum digunakan untuk menunjukkan pada suatu operasi, pembagian atau pemecahan bahan secara mekanis menjadi bagian yang berukuran kecil (lebih kecil) tanpa diikuti perubahan sifat kimia. Pengecilan ukuran dilakukan untuk

menambah permukaan padatan sehingga pada saat penambahan bahan lain pencampuran dilakukan secara merata.

2.9 Pengayakan

Pengayakan dengan berbagai rancangan telah banyak digunakan dan dikembangkan secara luas pada proses pemisahan bahan-bahan pangan berdasarkan ukuran. Pengayakan merupakan proses pemisahan bahan berdasarkan ukuran kawat ayakan atau mesh. Bahan yang ukurannya lebih kecil dari diameter ayakan akan lolos, sedangkan bahan yang ukurannya lebih besar dari diameter ayakan akan tertahan. Salah satu cara yang dapat digunakan untuk menentukan keseragaman butiran-butiran hasil penggilingan adalah dengan menggunakan saringan *tyler*. Alat ini digunakan untuk mengukur kelembutan dimensi terkecil 0,0029 inchi. Kelembutan butiran-butiran dinyatakan dengan modulus kehalusan (*fineness modulus*) yang diberi batasan sebagai jumlah berat bagian yang tertahan pada tiap-tiap saringan yang digunakan dibagi 100. Pada analisis dengan cara ini, bahan dimasukkan di atas susunan sederetan saringan *tyler* yang dipasang dan digoyangkan dengan vibrator, dengan gerakan yang teratur dan waktu pengoperasiannya dapat diatur. Analisis saringan *tyler* penting dilakukan untuk menentukan pengaruh penggilingan terhadap perubahan distribusi (% berat). Selain itu juga berfungsi untuk menentukan pengaruh penggilingan terhadap ukuran partikel, indeks keseragaman, dan *fineness modulus* yang menunjukkan keseragaman hasil penggilingan atau penyebaran fraksi kasar, sedang, dan halus dalam bahan hasil penggilingan (Henderson dan Perry, 1976).