

Cetakan 2

PEDOMAN UMUM

PENGOLAHAN HASIL PERKEBUNAN (G U L A)



**KEMENTERIAN PERTANIAN
DIREKTORAT JENDERAL PENGOLAHAN
DAN PEMASARAN HASIL PERTANIAN**

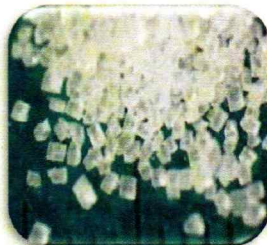
Cetakan 2

PEDOMAN UMUM

PENGOLAHAN HASIL PERKEBUNAN (G U L A)

664.
Din
P.

Y, 80p. 111-75m



KEMENTERIAN PERTANIAN
DIREKTORAT JENDERAL PENGOLAHAN
DAN PEMASARAN HASIL PERTANIAN

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Tuhan Yang Maha Esa, karena atas rahmat dan hidayahnya Pedoman Teknis Pengembangan Pengolahan Hasil Perkebunan Gula ini telah diselesaikan.

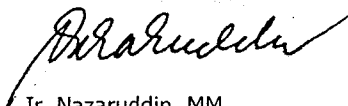
Salah satu basis pendukung keberhasilan pengembangan komoditi perkebunan khususnya komoditi Gula adalah pemanfaatan teknologi pengolahan yang bercirikan efisiensi tinggi dan menghasilkan produk olahan yang berdaya saing. Salah satu masalah petani/perkebunan rakyat yang pada umumnya belum dapat diatasi adalah masalah pengolahan sehingga menimbulkan kerugian berupa penyusutan dan kerusakan mutu yang dialami selama pengolahan. Produk hasil olahan perkebunan saat ini dituntut untuk memenuhi daya saing dan posisi tawar yang tinggi.

Oleh karena itu tantangan ini perlu disikapi terutama bagi negara-negara berkembang seperti Indonesia yang produksinya di ekspor ke negara maju. Kondisi seperti ini merupakan peluang untuk meningkatkan daya saing produk perkebunan. Pengembangan agroindustri pengolahan hasil perkebunan Gula memiliki prospek yang sangat menjanjikan. Industri pengolahan tersebut tidak harus dalam skala besar, tetapi dapat dilakukan dengan mengembangkan industri skala kecil atau skala rumah tangga dengan memberdayakan kelompok tani (gapoktan) pengolah. Untuk itu dibutuhkan dukungan teknologi pengolahan yang tepat guna.

Pedoman ini diharapkan menjadi bahan acuan dalam upaya pengembangan agroindustri gula sesuai dengan produk yang akan dihasilkan yang pada gilirannya dapat dilakukan usaha yang efisien dan menghasilkan produk bermutu sesuai dengan permintaan pasar.

Kami menyadari bahwa pedoman ini masih jauh dari kesempurnaan, oleh karena itu kritik dan saran membangun dari pembaca dan semua pihak sangat diharapkan untuk penyempurnaannya di masa mendatang. Semoga pedoman ini bermanfaat bagi semua pihak yang membutuhkan.

Jakarta, Oktober 2011
Direktur Pengolahan Hasil Pertanian



Ir. Nazaruddin, MM
NIP. 19590504. 198503. 1.001

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
DAFTAR ISI	ii
DAFTAR TABEL	iv
DAFTAR GAMBAR	v
I. PENDAHULUAN	
1.1 LATAR BELAKANG	1
1.2 TUJUAN	3
II. GULA MERAH	
2.1 BAHAN BAKU	
2.1.1 TEBU	6
2.1.2 TANAMAN PALMA	
1) AREN	7
2) KELAPA	7
3) SIWALAN/LONTAR	7
2.2 PENANGANAN NIRA	
2.2.1 SIFAT FISIK DAN KIMIA	8
2.2.2 PROSES EKSTRAKSI / PENYADAPAN NIRA	
1) EKSTRAKSI TEBU	9
2) PENYADAPAN NIRA PALMA	12
2.2.3 PROSES PENANGANAN DAN PENGAWETAN	
1) PENANGANAN NIRA	17
2) PENGAWETAN NIRA	18
2.3 PENGOLAHAN GULA MERAH	
2.3.1 GULA MERAH CETAK	19
2.3.2 GULA SEMUT (<i>BROWN SUGAR</i>)	
1) PEMBUATAN GULA SEMUT DARI GULA MERAH CETAK	32

2) PEMBUATAN GULA SEMUT DARI NIRA	32
2.4 PENGEMASAN DAN PENYIMPANAN	
2.4.1 PENGEMASAN	37
2.4.2 PENYIMPANAN	40
2.5 STANDARDISASI MUTU	41
 III. GULA KRISTAL PUTIH	
3.1 PENANGANAN BAHAN BAKU	
3.1.1 MUTU BAHAN BAKU	45
3.1.2 PENENTUAN MASA PANEN	46
3.1.3 SISTEM TEBANG ANGKUT	47
3.2 PENENTUAN RENDEMEN TEBU	
3.2.1 CARA MENENTUKAN RENDEMEN	51
3.2.2 KETENTUAN RENDEMEN DAN BAGI HASIL	53
3.3 PENGOLAHAN GULA KRISTAL PUTIH	54
3.4 SPESIFIKASI MUTU	65
 IV PENGOLAHAN HASIL SAMPING	
4.1 AMPAS TEBU	68
4.2 TETES TEBU	71
4.3 PUCUK TEBU	71
 IV. PETA POTENSI PRODUKSI GULA	72
V. FORMULASI PERHITUNGAN BIAYA USAHA	75
 DAFTAR PUSTAKA	77
TIM PENYUSUN	78

DAFTAR TABEL

Tabel. 1	Sifat Kimia dan Tingkat Produksi Nira Tanaman Palma	9
Tabel. 2	Tabel Spesifikasi Persyaratan Mutu Gula Merah Tebu sesuai SNI 01-6237-2000	41
Tabel. 3	Tabel Spesifikasi Persyaratan Gula Merah Palma sesuai SNI 01-3743-1995	42
Tabel. 4	Syarat Mutu Gula Kistal Mentah sesuai SNI 3140.1 : 2008	66
Tabel. 5	Syarat Mutu Gula Kristal Putih sesuai dengan SNI 01-3140-2001	67
Tabel. 6	Luas Areal dan Produksi Tebu Rakyat di Indonesia Tahun 2008	72
Tabel. 7	Penyebaran Dana Tugas Pembantuan Komoditi Gula Tahun 2006-2011	72
Tabel. 8	Taksasi Produksi Maret 2010 (MTT 2009/2010)	73
Tabel. 9	Pabrik Gula mini dengan kapasitas giling 50 TCD dan Perkiraan Harga	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar. 1	Prinsip kerja mesin penggiling tebu sederhana	10
Gambar. 2	Mesin Penggiling Tebu	10
Gambar. 3	Contoh Mesin Penggiling Tebu Rakyat	12
Gambar. 4	Pengikatan Mayang	13
Gambar. 5	Proses Penyadapan Nira dari Tanaman Palma	15
Gambar. 6	Alat Pengaman Ujung Sadapan (APUS)	16
Gambar. 7	Diagram Alir Proses Pengolahan Gula Merah Cetak	19
Gambar. 8	Desain Tungku Pemasakan Gula Merah	21
Gambar. 9	Tungku Dengan Evaporator	24
Gambar. 10	Tungku Pemasakan Nira dari Drum Bekas	26
Gambar. 11	Evaporator untuk Mengolah Nira di Kanada/AS	27
Gambar. 12	Tahap Pendidihan dan Pematangan	29
Gambar. 13	Tahap Pengentalan	30
Gambar. 14	Cetakan tradisional dari bambu atau batok kelapa	31
Gambar. 15	Cetakan yang terbuat dari aluminium	31
Gambar. 16	Diagram Alir Proses Pembuatan Gula Semut dari Nira	33
Gambar. 17	Proses Pembuatan Gula Semut dari Pemanasan Nira	35
Gambar. 18	Molen dalam Proses Pembuatan Gula Semut	36
Gambar. 19	Kemasan Tradisional untuk Gula Merah Cetak	38
Gambar. 20	Kemasan Plastik Gula Merah Cetak	39
Gambar. 21	Kemasan Modern untuk Gula Semut	39
Gambar. 22	Kemasan Karung untuk Gula Semut	40
Gambar. 23	Sistem Angkut Tebu Ikat	49
Gambar. 24	Stasiun Gilingan	56
Gambar. 25	Stasiun Pemurnian skala kecil	60
Gambar. 26	Stasiun Penguapan skala kecil	61
Gambar. 27	Stasiun Masakan skala kecil	63
Gambar. 28	Skema Proses DRK	65
Gambar. 29	Pengolahan hasil samping tebu	68

I. PENDAHULUAN

1.1 LATAR BELAKANG

Industri gula merupakan salah satu sektor industri yang merupakan sumber penghidupan dan penyedia lapangan pekerjaan bagi lebih dari setengah juta petani di pedesaan. Kebijakan swasembada gula dianggap tepat dalam mengantisipasi kemungkinan liberalisasi perdagangan gula di masa depan. Swasembada gula merupakan salah satu sasaran pembangunan sub sektor pertanian (perkebunan) yang segera harus dicapai.

Pencapaian swasembada gula yang mampu memiliki daya saing dengan gula impor membutuhkan beberapa faktor antara lain peningkatan bidang pertanian, pengolahan serta teknologi pendukungnya secara signifikan. Mengingat prospek pengembangan industri gula cukup cerah dalam masa-masa mendatang terutama pasar dalam negeri yang masih terbuka lebar, maka kebijakan pemerintah untuk merevitalisasi industri gula menuju swasembada merupakan pilihan yang tepat dalam mengurangi resiko tersebut. Namun demikian bukan swasembada seperti pada masa lalu, tetapi swasembada yang memperhatikan daya saing/efisiensi dan kesejahteraan petani/produsen. Untuk mewujudkan hal tersebut memang tidak mudah. Pemerintah akan berusaha untuk secara bersama menciptakan iklim yang kondusif bagi pengembangan investasi dibidang industri gula. Penciptaan iklim yang kondusif bagi pengembangan investasi merupakan syarat mutlak yang harus dipenuhi dalam mempercepat tercapainya program swasembada gula.

Swasembada gula selain diupayakan melalui pengembangan dari tebu sebagai bahan bakunya juga dikembangkan melalui sumber bahan baku lain dari tanaman palma (kelapa, aren, siwalan). Pabrik Gula (PG) mempergunakan bahan baku tebu sedangkan industri gula rakyat berbahan baku tebu dan bunga pohon palma (aren, siwalan, kelapa). Gula merah dari tanaman palma telah mampu menyerap tenaga kerja petani dalam jumlah yang cukup besar. Hal ini dimungkinkan karena tanaman palma seperti kelapa, aren dan siwalan cukup tersedia tanpa melalui budi daya dan dapat tumbuh tersebar hampir diseluruh Indonesia. Gula palma

sendiri, dikonsumsi sebagai bahan makanan dan industri. Industri yang selama ini banyak menggunakan gula merah antara lain untuk pembuatan kecap. Potensi tanaman palma yang cukup besar merupakan potensi ekonomi yang dapat memberikan kontribusi dalam pembangunan. Hal ini dapat dilakukan dengan upaya memberdayakan masyarakat dengan sentuhan industrialisasi di pedesaan. Sebagai contoh pengembangan aren di Kabupaten Tomohon, Sulawesi Utara telah menyerap tenaga kerja lebih dari 2.000 orang dengan kenaikan pendapat yang cukup berarti. Menyadari potensi tersebut, untuk itu di beberapa daerah sumber aren akan dibangun industri pengolahan aren terpadu.

Permasalahan umum yang terjadi dalam industri pengolahan gula rakyat adalah : (1) mutu gula yang masih rendah, serta tidak adanya keseragaman mutu produk, (2) kapasitas produksi yang masih sangat terbatas karena penggunaan teknologi yang terbatas pula, (3) produsen gula tidak memahami tentang GMP yaitu tentang bagaimana cara proses produksi yang benar, baik dan aman dikonsumsi, serta mereka belum menggunakan peralatan produksi yang menjamin keamanan pangan.

Seperti dikemukakan di atas, terdapat 4 komoditi utama perkebunan yang merupakan bahan baku utama pembuatan gula merah yaitu tebu, aren, siwalan/lontar dan kelapa. Pengembangan keempat komoditi bahan baku gula tersebut harus didukung dengan perbaikan penanganan pasca panen serta teknologi pengolahan yang lebih baik.

Sementara itu, peningkatan produksi gula kristal putih disebabkan oleh perluasan areal tanaman tebu, bukan disebabkan oleh peningkatan produktivitas. Untuk meningkatkan produksi gula nasional dapat dilakukan melalui upaya perbaikan produktivitas dan efisiensi dengan sasaran kemandirian dan peningkatan daya saing industri gula nasional dengan prioritas utama pemenuhan kebutuhan gula di dalam negeri.

Kecenderungan ini hendaknya dapat menstimulir peningkatan produksi gula nasional melalui upaya perbaikan produktivitas dan efisiensi dengan sasaran kemandirian dan peningkatan daya saing industri gula nasional dengan prioritas utama pemenuhan kebutuhan di dalam negeri.

Faktor-faktor yang menyebabkan rendahnya efisiensi pabrik gula adalah : (1) pabrik yang sudah tua, (2) hari giling yang belum optimal, (3) kapasitas giling yang kurang dari 2.000 ton tebu per hari dan (4) jam berhenti giling yang tinggi. Sedangkan, menurut Sekretariat Dewan Gula Indonesia (2001), kendala utama yang dihadapi pabrik gula saat ini adalah : (1) rendahnya kualitas bahan baku, (2) rendahnya kapasitas sebagian pabrik serta rendahnya efisiensi pabrik (tingginya jam berhenti) dan (3) tingginya biaya produksi.

Sementara itu sebagian besar Pabrik Gula di pulau Jawa tergantung kepada petani tebu sebagai sumber bahan bakunya. Ketergantungan bahan baku tebu Pabrik Gula dari petani menyebabkan berbagai masalah dan hanya dapat diselesaikan dengan adanya kemitraan antara petani tebu dan Pabrik Gula. Masalah yang sering muncul dari petani tebu adalah : (1) umur tanaman tebu, (2) sistem ratoon yang telah terlalu lama, (3) tidak adanya pengembangan varietas unggul baru, dan (4) perawatan tanaman yang tidak baik. Hal tersebut di atas menyebabkan mutu tebu yang dihasilkan mengecewakan yang mengakibatkan jatuhnya rendemen kristal gula yang dihasilkan.

Saat ini, sedang diupayakan berbagai cara untuk meningkatkan produktivitas gula tebu di Indonesia, yaitu dengan meregulasi perhitungan rendemen tebu, memperbaiki sistem tebang angkut tebu serta meningkatkan efisiensi dan nilai mutu produk gula kristal dengan melakukan proses pengolahan karbonatasi dibandingkan sulfitasi.

1.2. TUJUAN

Tujuan Pedoman Teknis pengembangan agroindustri pengolahan hasil perkebunan gula adalah :

1. Sebagai acuan dalam pengembangan agroindustri pengolahan hasil perkebunan dalam mengolah gula sehingga diperoleh produk yang berkualitas dan meningkatnya efisiensi pengolahan.
2. Peningkatan produktivitas usaha, dan nilai tambah usaha pengolahan gula.



GULA MERAH





II. GULA MERAH

2.1 BAHAN BAKU

Sumber pemanis alami yang diolah menjadi gula merah umumnya diperoleh dari tanaman tebu, dan kelompok tanaman palma (aren, kelapa, siwalan/lontar). Masing-masing komoditi membutuhkan penanganan tertentu. Penanganan bahan baku yang benar merupakan tahap awal yang harus dilakukan untuk meningkatkan mutu produk secara keseluruhan dan daya saingnya.

2.1.1 TEBU

Tebu yang dipilih sebagai bahan baku adalah tebu varitas tertentu yang memiliki umur paling optimum. Umur optimum tebu sekitar 10-12 bulan, karena pada umur tersebut tanaman tebu mengandung kadar sukrosa paling tinggi. Setelah melewati umur tersebut, kadar sukrosanya akan menurun kembali sehingga rendemennya rendah.

Tinggi rendahnya pendapatan petani dari proses pengolahan gula sangat tergantung pada rendemen atau jumlah gula per satuan berat tebunya, karena pada dasarnya transaksi jual beli tebu didasarkan pada berat tebunya. Untuk mengatasi permasalahan tersebut salah satu caranya adalah dengan pengembangan teknologi pasca panen tebu serta teknologi pengolahan tebu menjadi gula yang lebih efisien serta bermutu baik.

Untuk mempertahankan rendemen tebu tetap tinggi setelah mengalami proses pemanenan, sampai siap di pabrik penggilingan, dibutuhkan penanganan pasca panen yang baik. Rendemen tebu akan berkurang atau bahkan hilang apabila penanganan pasca panennya terlambat. Oleh sebab itu, diusahakan agar tanaman tebu ditebang saat posisi rendemennya optimal, dapat dilihat dari kemasakan tebu, yakni tidak terlalu tua ataupun terlalu muda. Setelah penebangan tebu selesai, harus segera diangkut ke tempat penggilingan gula. Tebu yang terlalu lama ditimbun di kebun, kadar gula yang terkandung di dalamnya akan berkurang akibat penguapan, apalagi apabila dilakukan penyimpanan yang tidak sesuai. Setelah tebu sampai di

tempat pengolahan, harus segera digiling, waktu menunggu diantara 24 - 30 jam (ambang batas) agar rendemen optimal.

2.1.2 TANAMAN PALMA

1. Aren

Untuk mendapatkan nira aren dengan rendemen yang tinggi, maka harus dilakukan proses penyadapan yang baik dan tepat waktu. Pohon aren akan mencapai tingkat kematangan pada umur 6-12 tahun. Kondisi penyadapan terbaik pada saat umur 8 sampai 9 tahun, hal ini ditandai dengan keluarnya mayang (bunga) dan yang disadap hanya bunga jantan, sedangkan bunga betina dibiarkan menghasilkan buah.

2. Kelapa

Tanaman kelapa menghasilkan nira yang dapat diambil dari bunga kelapa. Pohon kelapa mulai dapat disadap setelah berumur 6-8 tahun, dan masih dapat disadap sampai mencapai umur 50 tahun tergantung pada kesuburan tanah dan perawatan pohonnya. Setiap satu tangkai bunga kelapa dapat disadap selama 1-1,5 bulan.

3. Siwalan/Lontar

Siwalan (*Borassus flabellifer* L.), dikenal dengan nama lontar atau tal adalah sejenis palma yang tumbuh di Asia Selatan dan Asia Tenggara. Di Indonesia, siwalan terutama tumbuh di sebelah timur pulau Jawa, Madura, Bali, Nusa Tenggara Barat dan Nusa Tenggara Timur. Siwalan merupakan salah satu tanaman palma yang umumnya diambil niranya untuk dijadikan minuman atau gula merah.

Sebatang pohon lontar produktif yang terpelihara dengan baik, dapat menghasilkan 3-5 liter air nira sehari, dipanen 2 kali, pagi dan sore. Jumlah nira sangat ditentukan oleh jumlah mayang yang disadap. Sebatang lontar dengan lima mayang mampu menghasilkan 6,7 liter nira sehari atau 47 liter seminggu. Diakhir masa penyadapan sebatang pohon lontar dengan satu mayang masih dapat menghasilkan nira 2,25 liter perhari atau 15 liter seminggu. Gula lontar memiliki

citarasa yang berbeda jika dibandingkan dengan gula tebu, gula aren atau gula kelapa dengan rasa legit dan sedikit masam. Untuk menghasilkan 1 kg gula lontar, dibutuhkan air nira sebanyak 6-7 liter dengan waktu olah 3-4 jam.

Lontar akan mulai berbunga dan berbuah pada umur 12-20 tahun, biasanya pada musim kemarau. Untuk menyadap nira, tangkai bunga disayat tipis melintang, lalu diletakkan bumbung pada ujung sayatan untuk menampung cairan nira yang menetes. Sebelumnya, bumbung harus dibersihkan dengan air panas, dibubuhi kapur halus (enjet) dan dipasang laru (semacam serambut) untuk menyaring tetesan nira.

2.2 PENANGANAN NIRA

2.2.1 SIFAT FISIK DAN KIMIA NIRA

Nira merupakan bahan baku gula yang diperoleh dari ekstraksi tebu atau dari penyadapan tangkai bunga tanaman aren serta kelapa. Secara ilmiah, nira adalah suatu jenis cairan atau ekstrak yang berasal dari tanaman, yang mengandung gula relatif tinggi. Nira memiliki rasa manis, berbau harum dan tidak berwarna. Adanya bahan-bahan dari berbagai jenis gula seperti sukrosa, fruktosa, glukosa dan maltosa menyebabkan rasa manis pada nira.

Secara umum, komposisi kimia nira terdiri dari karbohidrat, protein, lemak, air dan pati. Komposisi ini dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain varietas tanaman, umur tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah, pemupukan, pengairan dan iklim. Nira memiliki kadar gula yang berbeda-beda. Dalam pengolahan nira menjadi gula yang diperhitungkan adalah kadar sukrosanya. Kadar sukrosa akan mengalami penurunan selama proses penyimpanan dan distribusi disebabkan terjadinya hidrolisa sukrosa menjadi fruktosa dan glukosa. Pada tabel 2 dijelaskan sifat kimia dari nira tanaman palma.

Tabel 1. Sifat Kimia dan Tingkat Produksi Nira Tanaman Palma

SIFAT KIMIA DAN TINGKAT PRODUKSI NIRA TANAMAN KELAPA, AREN DAN LONTAR				
1	Total Padatan	(%)	15.2 - 19.7	-
2	Sukrosa	(%)	12.03 - 14.85	13.9 - 14.9
3	Kadar Air	(%)	88.4	-
4	Karbohidrat	(%)	14.35	11.28
5	Protein	(%)	0.1 2)	0.2
6	Lemak	(%)	0.17 2)	0.02
7	Aba	(%)	0.66 2)	0.04
8	Asam Askorbat	g/100 ml	16.0 - 30.0	-
9	Produksi Nira	ltr/pohon/ hari	0.6 - 1.2 1)	8.0 - 30.0
			2 - 3.5 2)	1.95 - 4.54

Sumber : KSU Sukajaya (2005).

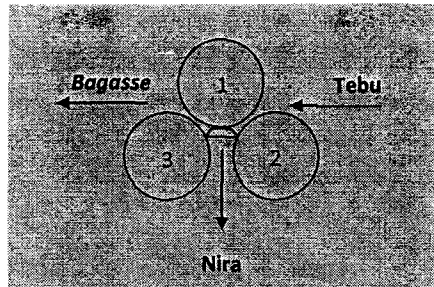
Keterangan : 1) Kelapa Dalam; 2) Kelapa Hibrida

2.2.2 PROSES EKSTRAKSI/PENYADAPAN NIRA

1. Ekstraksi Nira Tebu

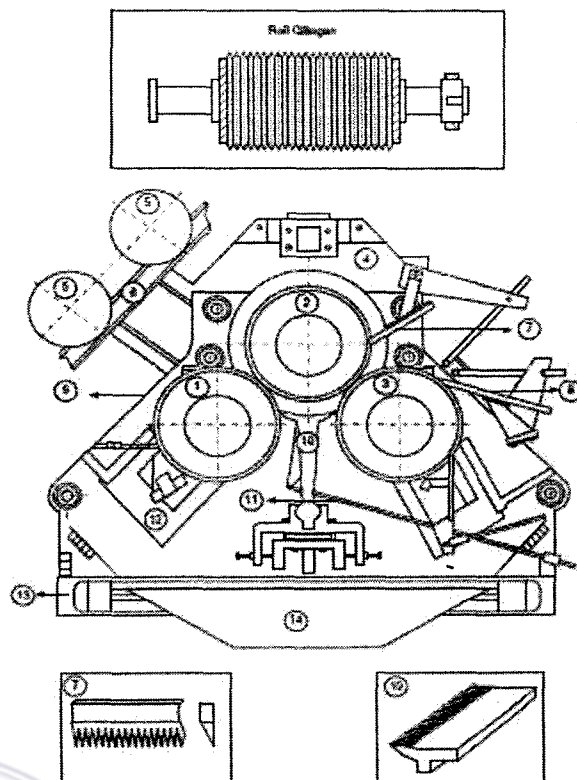
Nira tebu diperoleh dengan menggiling batang tebu yang telah matang panen. Hasil ekstraksi batang tebu akan diperoleh nira 50-65% dari batang tebu apabila proses penggilingannya sempurna serta rendemen yang masih tinggi.

- Proses ekstraksi tebu menjadi nira ini menggunakan mesin giling yang berfungsi untuk pemerah nira yang terkandung didalam tebu sebanyak mungkin. Mesin giling tebu memiliki 3 atau 5 buah gilingan. Rol-rol gilingan dibuat beralur agar penekanan atau pemerahan berjalan dengan baik.
- **Agar nira yang dihasilkan memiliki kualitas yang baik, maka sebaiknya rol terbuat dari *stainless steel* dan setelah dilakukan ekstraksi selalu dibersihkan menggunakan air.**
- Adanya alur pada rol gilingan juga menyebabkan gilingan tidak mudah slip walaupun ampas yang digiling tebal.



Gambar 1. Prinsip kerja mesin penggiling tebu sederhana

Saat ini, telah banyak digunakan mesin penggiling tebu dengan kemampuan yang lebih kompleks untuk memerah nira secara lebih efektif. Unit gilingan jenis ini masing-masing terdiri dari 5 roll, yaitu 3 roll gilingan dan 2 rol Pressure feeder (rol pengumpan paksa). Namun, secara prinsip, cara kerja mesin ini sama seperti mesin giling tebu pada umumnya.



Gambar 2. Mesin Penggiling Tebu

Keterangan :

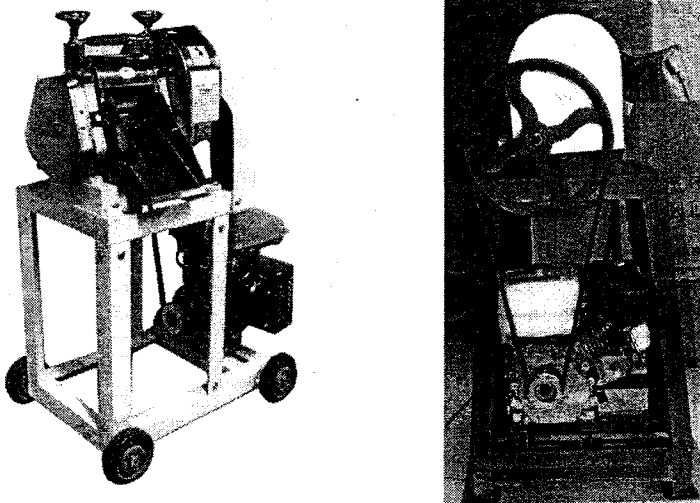
1. Rol Depan ; Sebagai landasan tekanan roll atas pada pemerahan pertama.
2. Rol Atas ; Sebagai penekan cacahan tebu
3. Rol Belakang ; Sebagai landasan tekanan roll atas pada pemerahan kedua
4. Kap Atas ; Sebagai penahan roll atas
5. Pressure feeder Roll ; Sebagai pengatur dan pengumpan tebu yang masuk ke gilingan
6. Corong / chute ; Sebagai saluran masuk cacahan tebu dari roll pengumpan menuju roll gilingan
7. Scrapper Atas ; Sebagai pembersih sisir ampas yang terselip pada alur roll atas
8. Scrapper Bawah ; Sebagai pembersih sisir ampas yang terselip pada alur roll atas
9. Kap Samping ; Sebagai penahan rol muka atau roll belakang
10. Ampas Plat ; Sebagai penahan ampas diantara roll muka dan roll belakang agar tidak
11. Ampas Balk ; Sebagai tuas tempat pengaturan posisi ampas plat
12. Bantalan Rol ; Sebagai metal yang merupakan tumpuan as roll.
13. Standart ; Merupakan pondasi dari gilingan.
14. Bak Penampung Nira ; Tempat untuk menampung nira hasil perahan roll

Cara Kerja :

Tebu yang telah dicacah masuk melalui *pressure feeder* dan ditekan menuju bukaan roll depan. Cacahan tebu yang sudah masuk celah roll depan mendapat tekanan yang disebabkan roll gilingan atas dan roll gilingan depan. Tekanan ini menyebabkan terjadinya pemerahan sehingga nira tebu keluar. Ampas hasil perahan pertama dilewatkan ampas plat dan masuk ke pemerahan kedua yang diakibatkan penekanan antara roll gilingan atas dengan roll gilingan belakang. Dari bukaan belakang, ampas tebu keluar supaya tidak terbawa roll atas dan roll belakang maka dipasang skrapper plat yang berfungsi untuk membersihkan ampas tebu. Nira jatuh ke dalam bak penampung nira dan ampasnya jatuh ke dasar *intermediate carrier* (IC) yang membawanya ke unit gilingan selanjutnya sampai pada gilingan akhir.

Nira mentah dari hasil ekstraksi tebu mengandung sekitar 15% gula dan serat residu, dinamakan **bagasse**, yang mengandung 1 hingga 2% gula, sekitar 50% air serta pasir dan batu-batu kecil dari lahan yang terhitung sebagai "abu". 1 kg tebu

mengandung 12 hingga 14% serat dimana untuk setiap 50% air mengandung sekitar 25 hingga 30 ton *bagasse* untuk tiap 100 ton tebu atau 10 ton gula.



Gambar 3. Contoh Mesin Penggiling Tebu Rakyat

2. Penyadapan Nira dari Tanaman Palma (Aren, Kelapa, Siwalan/Lontar)

Dari setiap pohon aren, dapat disadap nira dari 3 - 12 tangkai bunga pertahun. Hasil niranya mencapai 300-400 liter per musim tangkai bunga (3 - 4 bulan) atau 900 – 1600 liter nira per tahun. Dalam satu hari dapat dilakukan penyadapan 2-3 kali menghasilkan 3 – 10 liter nira per pohon. Waktu penyadapan aren dilakukan apabila tangkai mayang tersebut telah timbul tongkolnya (kelopak) antara 7-15 hari.

Bahan baku utama gula kelapa adalah nira kelapa yang diambil dari tangkai bunga. Pohon kelapa mulai dapat disadap setelah berumur 5 – 8 tahun apabila telah keluar calon bunga atau "sintung" dan masih dapat disadap sampai mencapai umur 50 tahun, tergantung pada kesuburan tanah dan perawatan pohonnya. Sintung yang telah masak akan melenting tangkainya apabila diguncangkan. Setiap satu tangkai bunga dapat disadap selama 1 sampai 1,5 bulan.

Berbeda dengan sadapan dari bunga/mayang kelapa (manggar) yang mengeluarkan nira lebih banyak pada musim penghujan, sadapan bunga siwalan mengeluarkan nira lontar banyak pada musim kemarau. Nira pada musim kemarau

bisa mencapai 1 liter untuk tiap tangkai bunga dibandingkan $\frac{1}{4}$ sampai $\frac{1}{2}$ liter yang dihasilkan pada musim penghujan. Satu siwalan besar bisa mempunyai 5-6 bunga jantan yang bisa disadap.

Penanganan mayang atau bunga kelapa serta nira yang baik selama di pohon palma merupakan salah satu langkah yang mutlak perlu diperhatikan untuk memperoleh gula merah (gula jawa) yang berkelas super.

Penanganan mayang dan nira pada saat di pohon kelapa untuk memperoleh gula kelapa yang terbaik meliputi 3 tahap yang antara lain :

a. Tahap pemilihan mayang yang akan di sadap niranya :

- (1) Pilihlah pohon yang dalam satu tangkai mempunyai buah lebih dari 5 buah, karena ini pertanda bahwa pohon tersebut mempunyai produktifitas nira/buah kelapa yang baik.
- (2) Dalam memilih mayang kita ambil mayang yang belum mekar karena jika belum mekar maka mayang belum terkontaminasi elemen - elemen dari luar khususnya serangga atau hama lainnya kemudian mayang diikat menjadi satu agar memudahkan dalam pengumpulan nira.

b. Teknik pengirisan mayang

- (1) Sebelum diiris mayang yang tegak diarahkan ke bawah untuk memperlancar proses keluarnya nira dengan bantuan gaya gravitasi bumi, sehingga nira yang keluar menjadi maksimal
- (2) Mayang diikat untuk memudahkan memudahkan pengirisan



(a) Mayang yang belum diikat



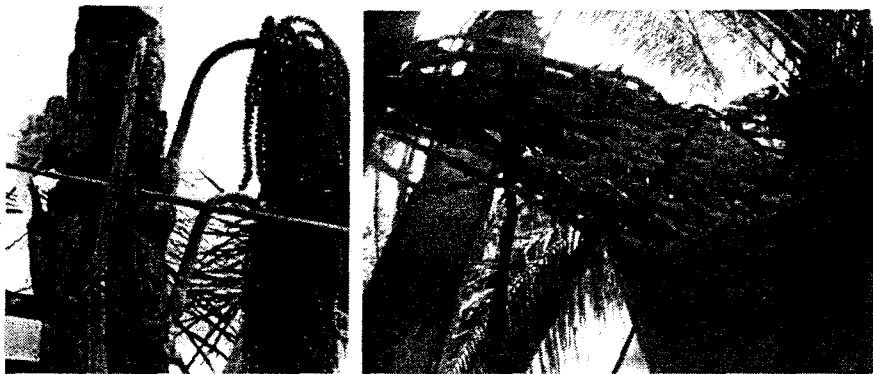
(b) Mayang yang telah diikat

Gambar 4. Pengikatan Mayang

- (3) Setelah di ikat dan sebelum diiris mayang yang ada dipukul - pukul secara perlahan dari pangkal ke ujung mayang dengan kayu untuk memancing keluarnya nira.
- (4) Pemotongan ujung mayang dilakukan sehari sesudahnya dengan arah pemotongan yang membujur.
- (5) Pengirisan mayang bisa dilakukan 1 atau 2 kali tergantung dari kebiasaan masing – masing
- (6) Pengirisan dilakukan dengan alat iris yang khusus (tidak boleh digunakan untuk keperluan lain) untuk sterilisasi dari nira itu sendiri
- (7) Jika mayang diiris pada pagi hari baiknya mayang diiris sekitar 4 - 5 cm dengan menghadap ke bawah.
- (8) Biasanya untuk hari pertama hasil sadapan kurang maksimal, nira mulai mengucur deras pada hari kedua setelah pengirisan pertama.

c. Proses penyadapan nira dari mayang

- (1) Persiapan bumbung (tempat penampung) yang bersih. Pembersihan bumbung dapat dilakukan setelah proses pengambilan nira selesai dilakukan dengan pengasapan yang bertujuan agar bakteri dan mikroorganisme yang dapat merusak nira tidak berkembang biak.
- (2) Penambahan pengawet alami (daun sirih, buah manggis, kayu nangka) sebagai bahan yang direkomendasikan atau dapat juga digunakan air kapur.
- (3) Disediakan pisau yang tajam dan tidak berkarat sebagai alat untuk menyadap.
- (4) Penyadapan/penderesan dilakukan dengan menyayat ujung bunga/mayang tanaman palma yang telah diikat, dengan sayatan yang sangat tipis ($\pm 0,5$ cm) untuk memaksimalkan produksi nira
- (5) Pengumpulan nira, umumnya dilakukan 2 kali sehari yaitu saat pagi dan sore.
- (6) Pemasakan nira sebaiknya segera dilakukan. Apabila ingin disimpan, maksimum penyimpanan adalah ± 3 jam (dengan proses pemasakan sampai mendidih) dan ± 8 jam dengan pengawet (menggunakan kapur atau Na Metabisulfit) agar mutu nira tetap baik.

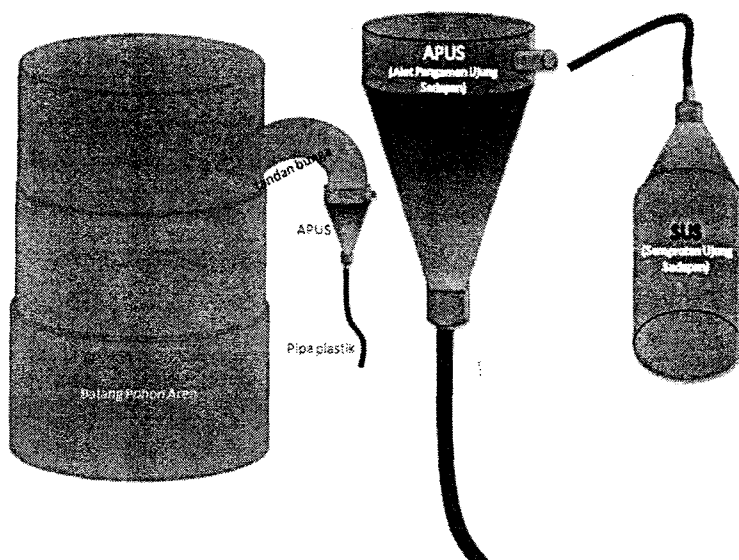
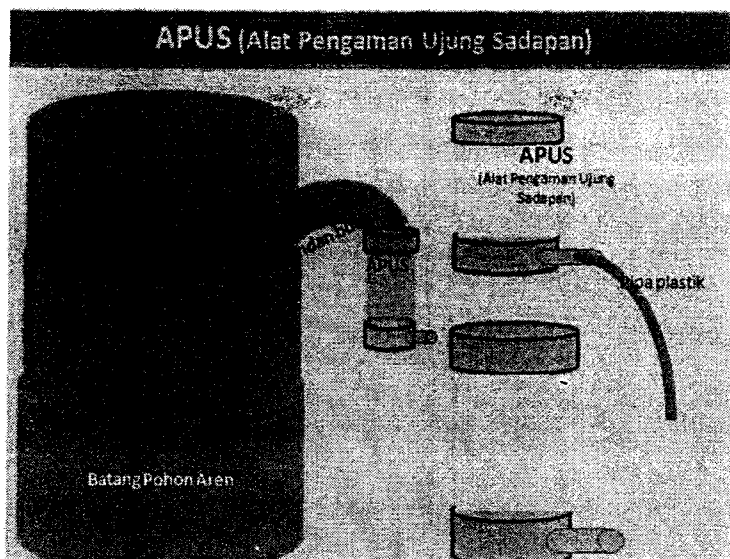


Gambar 5. Proses Penyadapan Nira dari Tanaman Palma

Lama masa sadap setiap tandan bunga tanaman palma ini dipengaruhi oleh beberapa hal sebagai berikut :

1. Panjang tandan bunga atau bidang sadap. Semakin besar maka semakin lama tandan bunga bisa disadap. Misalnya, kalau panjang tandan 60 cm dan ketebalan irisan setiap hari rata-rata 0,4 cm, maka lama penyadapannya adalah $60 \text{ cm} : 0,4 \text{ cm/hari} = 150 \text{ hari}$. Namun kalau pengirisan rata-rata 0,6 cm per hari maka lama sadapnya menjadi 100 hari.
2. Kemudahan tandan untuk mengeluarkan nira saat diiris, ini berpengaruh pada tebal tipisnya irisan sadap. Semakin mudah diiris artinya diiris sedikit saja sudah bisa mengalirkan nira lagi.
3. Keahlian mengiris dari para penyadap.
4. Ketajaman dari pisau dan kebersihan pisau.
5. Kontaminasi pada ujung sadapan ditandai adanya lendir yang akan mengakibatkan buntunya ujung sadapan sehingga produksi nira turun.
6. Oksidasi pada permukaan pelukaan pada ujung sadapan sehingga membuat pori-pori seolah mengering dan menutup sehingga air nira tidak mengalir lagi.

Oleh karena itu upaya memperpanjang masa sadap setiap tandan ini sangat mutlak dalam mempengaruhi produktifitas nira dari setiap pohon palma.



Gambar 6. Alat Pengaman Ujung Sadapan (APUS)

Saat ini, telah ditemukan teknologi yang mengarah pada pengelolaan ujung sadapan tandan bunga palma penghasil nira, yaitu alat pengaman ujung sadapan yang disebut sebagai APUS. APUS ini paling tidak memiliki beberapa fungsi sebagai berikut :

1. Melindungi ujung sadapan dari kontaminasi hewan/ serangga/ angin/ udara kotor/ bakteri/ jamur/ air hujan/ air tetesan / air embun/ cahaya langsung.
2. Sebagai corong penghubung dengan selang (pipa plastik) penyalur nira pada jaringan pipanisasi nira yang kuat/ aman.
3. Memungkinkan untuk melakukan sterilisasi/ kebersihan ujung sadapan agar tidak mengalami kontaminasi dan penyumbatan aliran nira, yaitu dengan cara misalnya meneteskan anti bakteri/ disinfektan alami atau yang aman di ujung sadapan.
4. Berpotensi untuk lebih memperpanjang masa penyadapan setiap tandan bunga serta meminimalkan masa istirahat produksi nira.

2.2.3 PROSES PENANGANAN DAN PENGAWETAN NIRA

1. Penanganan Nira

Nira merupakan salah satu bahan pangan yang mudah rusak karena komposisi kimia di dalamnya yang mudah terdegradasi karena faktor lingkungan, misalnya karena terkontaminasi mikroba. Kerusakan nira ditandai dengan rasa nira menjadi asam, berbuih putih dan berlendir, yang terjadi akibat aktivitas fermentasi mikroorganisme terhadap kandungan sukrosa nira.

Kerusakan nira karena pembusukan akan menyebabkan kandungan sukrosa di dalamnya berubah menjadi gula invert yang tidak dapat menjadi padat setelah pengolahan, atau bahkan menjadi senyawa asam sehingga berasa masam. Untuk mencegah kerusakan nira, pisau dan tabung penampung (bumbung) harus dijaga kebersihannya dan ujung ditutup.

PROSES PENANGANAN NIRA YANG SESUAI DAN BENAR :

1. Selalu membersihkan tempat menampung nira sebelum digunakan, dan apabila memungkinkan diberikan larutan kapur sebagai bahan pengawet nira.
2. Waktu tunggu nira sebelum pengolahan sebaiknya disesuaikan dengan ambang batasnya:
 - a. Nira tebu : 30 jam ambang batas
 - b. Nira palma : 3 jam ambang batas (apabila tidak diberi pengawet)

2. Pengawetan Nira

Berikut ini akan dijelaskan beberapa cara pengawetan nira menggunakan beberapa bahan yang berbeda :

a) Pengawetan Nira Menggunakan Pengawet Alami

Laru, daun sirih, kulit buah manggis, kulit kayu pohon sulatri, kulit kayu pohon kosambi, atau kulit kayu pohon nangka yang sering digunakan untuk mengawetkan nira. Hal tersebut dapat dilakukan karena di dalam bahan-bahan tersebut mengandung komponen tannin yang aktif sebagai bahan antimikrobia. Sifat-sifat zat tannin yang penting sebagai bahan pengawet adalah sifat fungisida dan menghambat adsorpsi permukaan oleh khamir.

b) Pengawetan Nira Menggunakan Larutan Kapur

Banyaknya air kapur yang dimasukkan ke dalam bumbung dengan kapasitas penampungan nira ± 3 liter adalah sebanyak 2 – 3 sendok makan atau sebanyak 1.5 gram kapur kering per liter nira.

Dalam aplikasinya sebagai bahan pembersih, kandungan kapur tidak boleh terlalu tinggi, dimana ambang batasnya adalah 1000 ppm. Apabila kandungan kapur pada nira encer melebihi ambang batas tersebut akan mempengaruhi produk akhir, dan menyebabkan inkrustasi (pengkerakan) dalam wajan pemasakan (kerak) yang akan menghambat perpindahan panas sehingga konsumsi uap meningkat sehingga waktu pemasakan gula akan terlampau lama.

c) Pengawetan Nira Menggunakan Sulfit

Penambahan sulfit yang umum dilakukan sebagai pengawetan nira adalah sebanyak 25 ml (± 5 sendok makan) untuk setiap bumbung berkapasitas 2 – 3 liter, dimana akan menghasilkan nira yang baik dengan pH pada kisaran 6 – 7 yang dapat dipertahankan sampai 7 jam ambang batas sebelum dilakukan proses pengolahan selanjutnya.

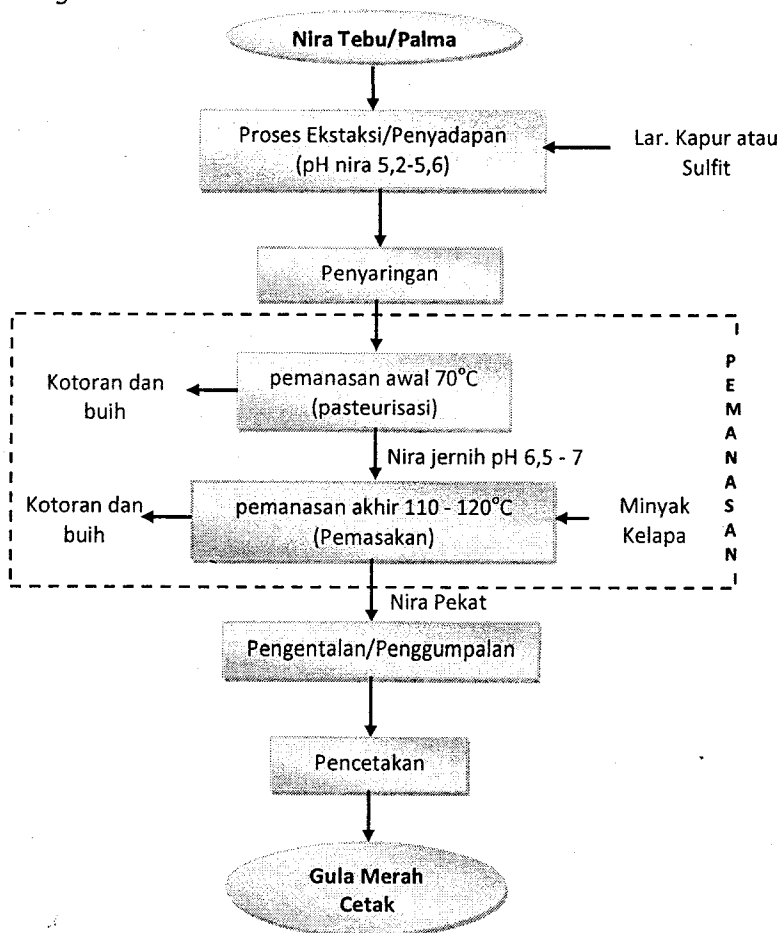
Selain sifat-sifatnya yang antimikrobia, penambahan zat sulfit pada nira juga digunakan untuk menghambat reaksi pencoklatan enzimatis dan non

enzimatis pada suhu tinggi, serta sebagai antioksidan dan sebagai pereduksi, sehingga produk akhir akan memiliki sifat fisik yang baik.

2.3 PENGOLAHAN GULA MERAH

2.3.1 GULA MERAH CETAK

Pada dasarnya proses pembuatan gula merah adalah proses penguapan nira dan pengkristalan, yang kecepatannya tergantung dari jumlah nira yang diolah dan diuapkan serta suhu pemanasannya. Di dalam gambar 8 dijelaskan diagram alir pengolahan gula merah cetak :



Gambar 7. Diagram Alir Proses Pengolahan Gula Merah Cetak

Tahap awal dari proses pembuatan gula merah adalah persiapan nira, pemanasan (pemasakan), pencetakan serta pengemasan, yang dijelaskan sebagai berikut :

1. Proses Persiapan Nira

Persiapan nira merupakan tahapan awal yang penting karena pada proses ini akan mempengaruhi kondisi produk olahan akhir yang dihasilkan. Nira yang telah diekstrak dari tebu ataupun telah disadap dari aren/kelapa dilakukan proses penyaringan menggunakan kain saring untuk memisahkan kotoran-kotoran yang dapat merusak mutu produk akhir, misalnya serangga, daun kering, dan kotoran-kotoran lainnya. Selain cara tradisional menggunakan kain saring biasa, sekarang banyak digunakan alat sederhana untuk menyaring tebu.

2. Proses Pemanasan Nira

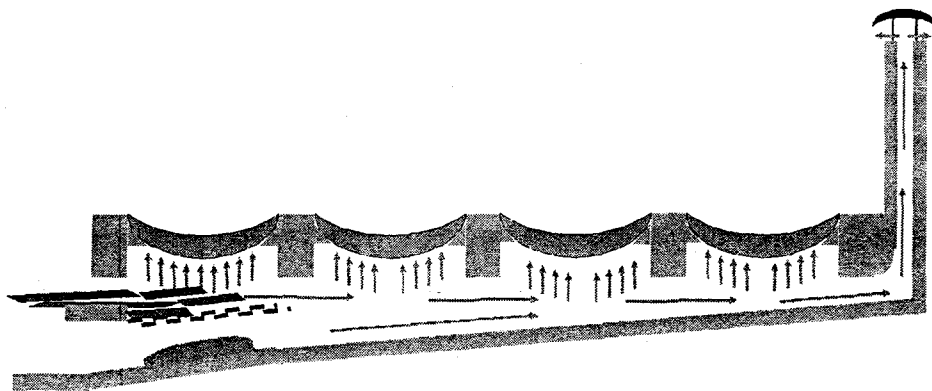
Nira yang telah disaring langsung dilanjutkan ke tahap proses pemasakan dan waktu tungguanya tidak boleh terlalu lama agar nira tidak mengalami kerusakan. Tahap pemanasan nira umumnya dilakukan selama 3 – 4 jam. Selama proses pendidihan, dilakukan pembersihan kembali pada nira dari kotoran yang merupakan bahan bukan gula berupa busa, yaitu hasil dari penggumpalan protein serta bahan-bahan bukan gula lainnya seperti Ca Asetat dan pektin.

Untuk proses pemanasan nira, beberapa peralatan baik yang tradisional maupun yang modern sudah dapat dipergunakan untuk memaksimalkan produktivitas dan mutu gula merah cetak. Beberapa alat pemanasan yang dapat digunakan antara lain :

a. Tungku Pemanasan Tradisional

Pada beberapa daerah tempat industri kecil pengolahan gula merah, misalnya Kabupaten Agam (Sumatera Barat), Kabupaten Kediri (Jawa Timur), dan Kabupaten Madiun (Jawa Timur) sudah terdapat desain tungku panjang yang terdiri dari beberapa wajan yang dapat menampung sekitar 60 – 70 liter nira per wajan yang akan menghasilkan 11 – 13 kg gula merah. Umumnya tungku masak dibuat miring agar uap panas lebih cepat merata serta agar lebih mudah mengalirkan nira dari wajan paling belakang ke wajan terdepan.

Tungku pemasakan umumnya dilengkapi oleh tempat memasukkan bahan bakar, tempat pengambilan abu dan cerobong pembuangan asap. Bahan bakar dari tungku ini biasanya digunakan kayu bakar ataupun ampas dari tebu yang telah selesai diekstrak niranya.



Gambar 8. Desain Tungku Pemasakan Gula Merah

Keterangan gambar :

1. Tungku ini terdiri dari 4 kual atau 4 wajan yang disusun rapat sehingga tidak ada celah atau lubang sehingga api atau panas tungku keluar.
2. Cerobong asap ada di bagian paling belakang tungku, dibuat meninggi dan bertutup di atas lubangnya namun masih ada celah bagi udara untuk keluar.
3. Di bagian depan tungku ada dua lubang, yang di bagian atas menjadi tempat masuknya bahan bakar yang dibuat dari susunan plat-plat besi baja atau besi beton supaya ada jalan bagi abu jika kayu sudah terbakar untuk turun ke bagian bawah. Lubang tungku bagian bawah digunakan untuk mengambil abu sisa pembakaran kayu, sehingga tidak menutupi perapian.

Tungku model ini sudah ada sejak dulu pada perajin-perajin gula kelapa di Kabupaten Banyuwangi, Blitar Jawa Timur. Dengan model semacam ini energi panas menjadi sangat efisien tidak terbuang, karena memang tidak ada celah api atau panas keluar dari tungku, kecuali energi panas itu sudah melewati kual-kual yang berderet-deret, baru terbuang melewati cerobong yang berada di belakang tungku. Semakin lama api menyala di tungku, maka ruang udara di cerobong juga akan semakin panas, sehingga berat jenis udara mengembang mengakibatkan daya hisap

yang semakin kuat agar udara (O_2) yang segar masuk lewat lubang dibagian depan tungku. Karena kencangnya daya hisap udara panas ini bahkan menimbulkan suara yang bergemuruh, sehingga tidak perlu lagi untuk mengipasi api. Mengipasi api hanya pada saat pertama kali tungku akan dinyalakan, setelah tungku panas tidak diperlukan lagi, bahkan perlu mengurangi daya hisap udara panas itu dengan sedikit menutup celah lubang dengan bahan bakar yang ada.

Pemasakan nira yang utama adalah pada kualii atau wajan yang pertama, karena panasnya langsung dari api bahan bakar, sedang kualii yang nomor dua dan seterusnya memanfaatkan panas yang berlebih dari per-apian pada kualii pertama. Kalau jumlah niranya masih banyak maka akan diisikan pada kualii-kualii selanjutnya, dengan harapan akan mendapat pemanasan yang lumayan sebelum mencapai pengadukan di kualii pertama. Pengadukan biasanya hanya dilakukan pada kualii yang pertama tapi adakalanya kalau cukup panas pengadukan juga dilakukan sampai kualii yang kedua.

Proses pembuatan gula dengan tungku model ini bisa menghemat waktu yang sangat banyak, apalagi kalau nira yang disadap cukup banyak. Setiap kualii bisa menampung 20-40 liter, disesuaikan dengan hasil nira harian terbesar dengan jumlah kualii yang harus dipasang dalam tungku itu.

Pemakaian kayu bakar, cukup hemat, karena tungku ini sangat fleksibel dengan hasil produksi nira dari kebun. Bahan bakar tungku ini tidak hanya kayu bakar, namun bisa juga menggunakan limbah gergajian kayu, sekam padi, limbah cangkang kelapa sawit, dan lain-lain.

b. Tungku dengan Evaporator

(1) Tangki Nira

Tangki nira dengan volume 590 liter berfungsi untuk menampung sementara nira yang baru disadap sambil menunggu diproses lebih lanjut. Nira dalam tangki disirkulasikan dan dipanaskan dalam economizer yang berada di dalam cerobong asap. Dengan demikian, nira dalam tangki akan menjadi panas selama proses penguapan nira pada evaporator. Setelah selesai pemasakan nira dalam evaporator dan gula siap dicetak, nira dalam tangkipun sudah siap diolah lebih lanjut dalam dengan kondisi sudah panas. Dengan demikian penguapan/pemasakan nira akan lebih cepat.

(2) Tungku

Tungku digunakan untuk sumber pemanasan dalam operasi pemasakan nira menjadi gula. Tungku yang dirancang, menggunakan bahan bakar biomasa seperti batu bara, tempurung kelapa atau kayu bakar dan lain-lain. Tungku dilengkapi dengan blower untuk mempercepat suplai oksigen sehingga pembakaran bahan bakar dapat berlangsung dengan lebih baik.

(3) Evaporator

Evaporator yang digunakan adalah tipe Open Pan Evaporator. Tangki evaporator diletakkan diatas tungku sehingga api pemanas kontak langsung dengan dasar tangki evaporator. Evaporator berfungsi untuk memanaskan dan mengeluarkan air dari nira yang akan dikentalkan. Evaporator dilengkapi dengan pengaduk dengan blade dari kayu. Blade kayu ditempatkan pada ujung pengaduk dengan kondisi yang dapat dinaik-turunkan sesuai dengan kebutuhan. Blade terbuat dari kayu jika perlu diganti petani dapat membuat sendiri di lokasi produksi.

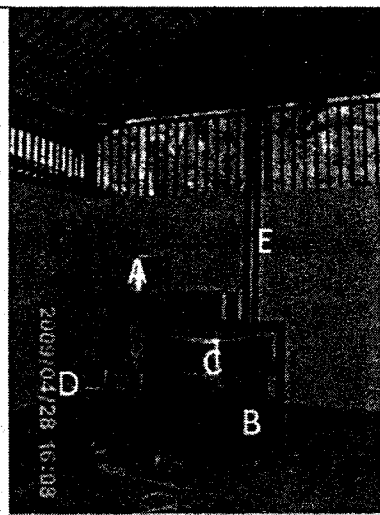
(4) Pompa Transfer

Pompa transfer digunakan untuk memindahkan bahan dari tempat satu ke tempat yang lainnya. Ada dua pompa transfer yang digunakan, yaitu : Pompa pertama adalah pompa transfer untuk memindahkan nira yang telah dievaporasi dalam keadaan setengah proses (setengah kental) dan akan disimpan sementara untuk diproses lagi pada kesempatan lain. Pompa ini adalah pompa gear, biasanya digunakan pada evaporator vakum untuk mengeluarkan produk gula hampir siap cetak. Pada evaporator tipe open pan evaporator pompa ini masih memungkinkan untuk digunakan sebagai pompa pengeluaran seperti itu, tetapi pada saat gula masih panas dan harus cepat. Setelah pemompaan selesai akhiri dengan memompa air panas, agar tidak terjadi kemacetan. Bila operasi pemompaan terlambat memungkinkan terjadi pemadatan dalam pompa dan pipa, sehingga pompa menjadi macet. Jika terjadi pemadatan dan kemacetan dalam pompa, bukalah sambungan pipa dan kemudian pompa dan pipa direndam dengan air panas, tunggu sampai melumer. Setelah itu baru dipasang lagi. Pompa kedua adalah pompa transfer nira digunakan untuk memindahkan nira dari tangki nira ke

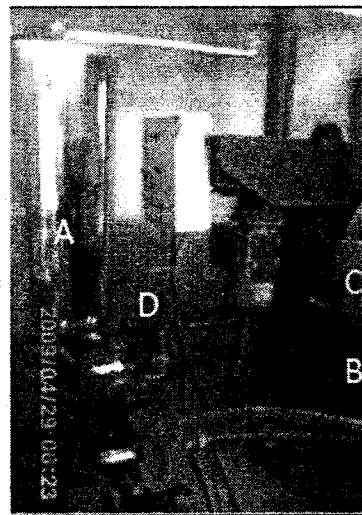
evaporator (sebagai peringinput evaporator). Selain itu, pompa ini berfungsi untuk memasukkan nira yang baru datang ke tangki nira. Pompa ini berfungsi juga untuk sirkulasi nira di tangki nira ke economizer dan kembali lagi ke tangki nira selama proses evaporasi di dalam evaporator berlangsung

(5) Ekonomizer

Ekonomizer adalah komponen alat yang digunakan untuk memanfaatkan gas buangan dalam cerobong yang masih panas untuk pemanasan nira. Ekonomizer adalah berupa alat pindah panas tipe tubular yang ditempatkan dalam cerobong asap. Selama operasi evaporasi dalam evaporator berlangsung, bahan baku nira dalam tangki disirkulasikan berulang-ulang dalam economizer dan nira dalam tangki menjadi panas. Dengan demikian, nira tidak akan menjadi asam walaupun pemasakan tertunda.



- A. Tangki nira
- B. Tungku
- C. Evaporator
- D. Pompa transfer I
- E. Ekonomizer



- A. Tangki nira
- B. Tungku
- C. Evaporator
- D. Pompa transfer II
- E. Ekonomizer

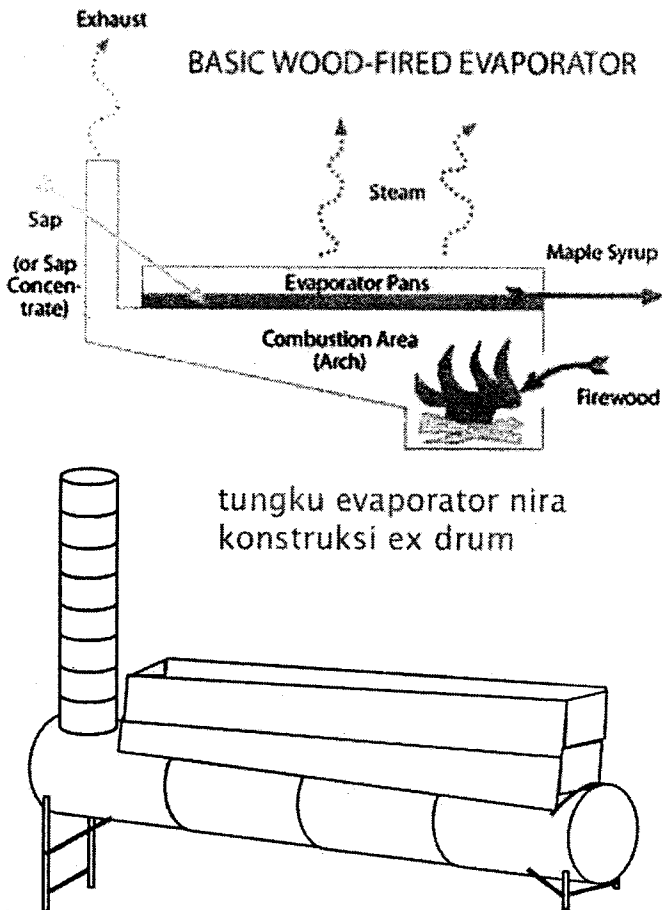
Gambar 9. Tungku dengan evaporator

Untuk mengoperasikan alat ini ikuti langkah-langkah berikut ini :

- (1) Pada kondisi awal, semua katup dalam kondisi tertutup.
- (2) Hidupkan listrik dengan menaikkan togel MCB atau menekan tombol Power di box control.
- (3) Pertama-tama masukkan nira ke dalam tangki dengan cara menumpahkan langsung ke dalam tangki atau dengan menggunakan pompa. Untuk memasukkan nira dengan pompa, gunakan selang dan sambungkan dengan ujung pipa input (dibawah/samping tangki). Lalu buka katup pemasukan dan katup sirkulasi lalu hidupkan pompa dengan cara menekan tombol pompa transfer/sirkulasi.
- (4) Lakukan sirkulasi nira dengan menutup katup input dan membuka katup bawah tangki.
- (5) Isi evaporator dengan nira dengan cara membuka katup pengumpan sampai volume yang diharapkan. Tangki nira agar dipertahankan masih terdapat nira, jika tidak ada nira lagi, tangki dapat diisi dengan air dan selama pemasakan pompa sirkulasi terus dijalankan.
- (6) Nyalakan pengaduk dengan cara menekan tombol pada bok control.
- (7) Nyalakan tungku dengan cara buka tutup atas pengumpan bahan bakar, lalu bakar biomasa secara manual terlebih dahulu, hingga menyala dan terjadi bara api.
- (8) Tutup bagian atas pengumpan bahan bakar dan tempatkan bahan bakar biomasa di atasnya.
- (9) Buka pintu depan tungku, lalu dorong bahan bakar dan bara api ke bagian dalam tungku. Tutup pintu depan tungku dan hidupkan blower.
- (10) Untuk menambah bahan bakar, pertama matikan blower, lalu buka kembali pintu bagian atas hingga bahan bakar yang berada diatas dan sudah panas turun dan masuk ke dalam tungku.
- (11) Ulangi point 9 dan 10 sampai operasi evaporasi/pemasakan nira selesai.
- (12) Setelah evaporasi selesai sesuai dengan tanda-tandanya, tuangkan bahan gula ke dalam cetakan dan biarkan sampai mengeras lalu keluarkan dari cetakan.

- (13) Gula yang sudah tercetāk, dimasukkan ke dalam plastik dan rekatkan ujung plastik dengan pengepres *plastic foot press*.
- (14) Selanjutnya gula dalam plastik siap dijual.
- (15) Untuk mengosongkan evaporator dari bahan yang terutama masih bentuk cair, gunakan pompa transfer pertama dengan cara masukkan pipa fleksibel ke dalam evaporator hingga terendam, lalu hidupkan pompa dengan cara menekan tombol pompa transfer pada bok control.
- (16) Selanjutnya tampung bahan yang dipompa pada pipa pengeluaran pompa.

c. Tungku Pemasakan Nira dari Drum Bekas

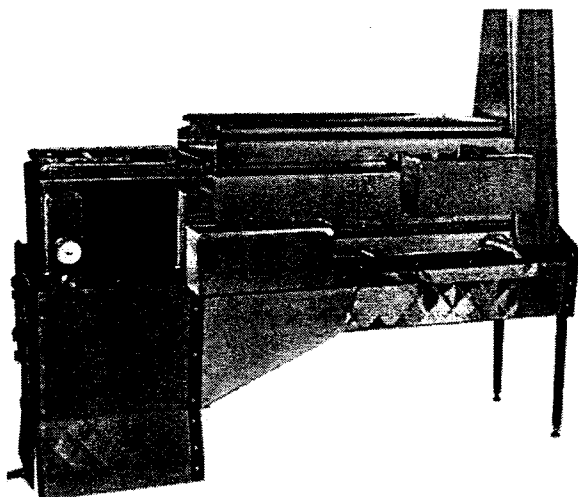


Gambar 10. Tungku Pemasakan Nira dari Drum bekas

Tungku pemasakan nira ini mengambil prototipe dari mesin pemanasan nira yang sudah lebih canggih, namun dapat dibuat sederhana menggunakan drum bekas yang bersih sehingga dapat menekan modal.

Alat ini dapat disebut sebagai Tungku Evaporator untuk memasak nira menjadi Gula Merah. Tempat pembakaran terbuat dari Drum Bekas, sedang "Pan Evaporator" sebaiknya terbuat dari bahan yang tidak mudah berkarat atau stainless steel atau aluminium yang cukup tebal. Dengan 4 buah drum ukuran sekitar 200 liter panjang alat sekitar 360 cm, panjang 'pan evaporator' sekitar 300 cm, tinggi sekitar 30 cm, maka volume nira yang bisa dimasak sekitar 200 liter sekali masak. Teknologi ini bisa diterapkan untuk memasak nira aren agar lebih menghemat bahan bakar, hasil olah yang lebih berkualitas & beragam serta pekerjaan menjadi lebih ringan dan efisien.

Berikut ini pada gambar dapat dilihat tungku evaporator yang berasal dari Kanada/amerika Serikat dengan cara kerja yang sama.



Gambar 11. Contoh Evaporator untuk mengolah Nira di Kanada/Amerika Serikat

Evaporator untuk mengolah nira Pohon Maple menjadi Sirup Maple (Maple Syrup) seperti ini harganya antara US\$ 3000 sampai US\$ 5000 atau sekitar Rp 30 juta sampai Rp 50 juta itu harga di Kanada dan Amerika. Kalau dikirim ke Indonesia harganya bisa mencapai dua kali lipat.

Proses pemasakan nira ini, dapat dibagi lagi menjadi beberapa tahapan proses yang terjadi di dalamnya, yaitu :

a. Pemanasan Awal 70° C

Tahap pendidihan terjadi ketika beberapa menit air nira mulai dipanaskan. Nira akan mendidih dan menimbulkan buih berwarna kuning sampai coklat yang makin lama akan makin naik. Pada tahapan ini, dilakukan pembuangan kotoran-kotoran pada nira (berbentuk buih-buih) yang belum terbang pada proses penyaringan. Pembuangan kotoran ini bertujuan untuk mendapatkan gula merah yang memiliki sifat visual lebih baik (lebih cerah warnanya).

b. Pemanasan Akhir 110 – 120 ° C

Hal-hal yang penting dilakukan selama tahap pemasakan nira adalah :

1. Api yang digunakan haruslah stabil, karena besaran api akan mempengaruhi hasil akhir gula merah.
2. Pemasakan dilakukan sampai suhu nira optimal untuk proses pemanasan nira yaitu 110°C sampai 120°C. Apabila suhu terlalu tinggi, gula yang dihasilkan akan menjadi gosong karena terbentuk karamel.
3. Untuk menjaga buih nira ini tidak meluap dari wadah pemasakan (wajan), maka biasanya di tambahkan, minyak kelapa/minyak kemiri, yang berfungsi sebagai penurun tegangan permukaan antara buih dan cairan nira sehingga peluapan dan buih dapat dicegah.
4. Selama tahap pematangan, hal yang penting dilakukan adalah pengadukan. Selain untuk mempercepat penguapan air dari nira, pengadukan akan memberi peluang untuk pembentukan kristal gula yang kompak dan warna yang seragam dari gula yang dihasilkan. Pengadukan secara terus menerus selama pemanasan juga mengurangi buih yang terbentuk dan untuk meratakan penerimaan panas pada seluruh bagian nira.
5. Pemanasan nira dihentikan jika nira sudah mulai pekat dan berwarna kecoklatan. Untuk mengukur kematangan pekatan nira dapat dilakukan dengan cara meneteskan pekatan nira ke air dingin. Apabila nira memadat dan dapat mengeras berarti nira tersebut telah matang. Uji kematangan nira juga dapat dilakukan dengan cara mengangkat cairan gula dengan menggunakan sodet.

Apabila terdapat benang-benang gula yang jika dipegang mudah putus, maka pekatan nira harus segera diangkat dari tungku.

Kecukupan pemanasan ini sangat mempengaruhi mutu gula merah yang dihasilkan. Gula akan berwarna coklat gelap dan agak keras apabila pemanasan yang dilakukan terlalu lama, sedangkan apabila waktu pemanasan terlalu cepat, maka akan menghasilkan gula merah yang terlalu lembek dan mudah meleleh.



Gambar 12. Tahap Pendidihan dan Pematangan

3. Tahap Pengentalan

- a. Apabila tahap pemanasan akhir telah selesai, maka wajan diangkat dari tungku untuk segera memulai tahap pengentalan dengan cara pengadukan.
- b. Pada tahap pengentalan, nira pekat yang telah dimasak diaduk merata sehingga menghasilkan gula merah yang kering, tidak lengket, serta berwarna kekuningan.
- c. Selain itu, agar dapat membuat gula yang tidak lembek, nira kental digosok cepat dan kuat sedikit demi sedikit cairan kental tersebut pada pinggiran wajan yang kemudian disatukan kembali dan diaduk-aduk sampai seluruh cairan semakin bertambah kental.
- d. Tempat pengentalan biasanya digunakan wajan yang sama dengan wajan pemasakan. Pengadukan cepat dilakukan selama ± 10 menit dengan

menggunakan pengaduk yang terbuat dari kayu/bambu. Pengadukan yang terus menerus akan menyebabkan gula-pekats menjadi lebih padat dan siap di cetak.



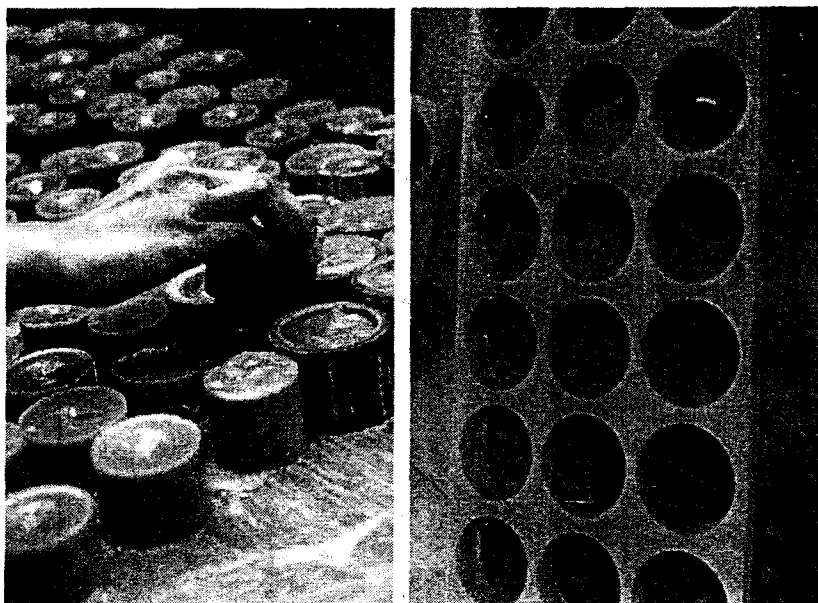
Gambar 13 . Tahap Pengentalan

4. Proses Pencetakan

Tahapan proses pencetakan gula merah, antara lain sebagai berikut :

- a. Bersihkan cetakan menggunakan air panas sebelum digunakan.
- b. Cetakan bagian dalam dibasahi dengan sedikit air agar mudah melepaskan cetakan dengan gula merah saat sudah mengeras.
- c. Larutan gula kental dituang saat masih panas ke dalam cetakan.
- d. Kemudian didiamkan 5 – 15 menit untuk proses pendinginan dan pengerasan gula merah.
- e. Gula merah yang telah dingin dan keras kemudian dilepaskan dari cetakan dan disusun di atas alas plastik/daun untuk menghilangkan panas dari dalam gula merah.

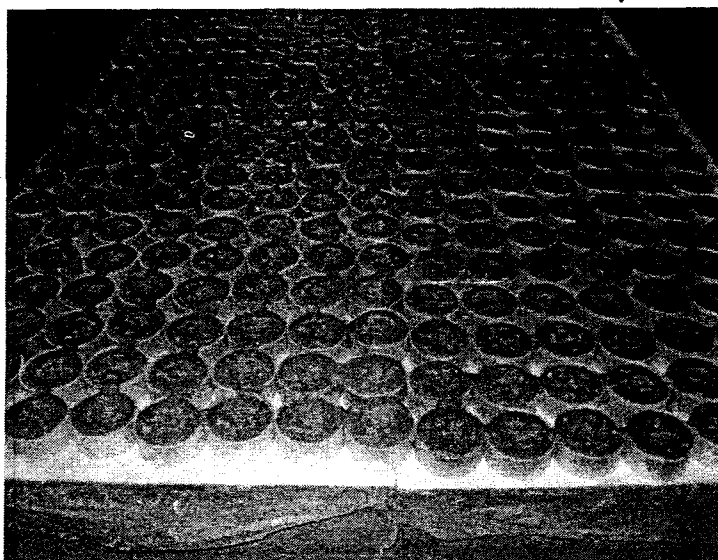
Proses pencetakan gula merah biasanya dilakukan dengan alat cetak yang berbeda-beda. Syarat utama cetakan yang digunakan haruslah bersih dan higienis. Dalam hal ini, cetakan yang terbuat dari aluminium atau pipa plastik lebih mudah dibersihkan dibandingkan cetakan dari bambu atau tempurung kelapa.



(a)

(b)

Gambar 14. (a) Gula yang dicetak dengan cetakan tradisional ;
(b) Cetakan kayu (tradisional)



Gambar 15 . Gula yang dicetak dengan wadah aluminium

2.3.2 GULA SEMUT (*BROWN SUGAR*)

Gula semut adalah bentuk diversifikasi dari gula merah dalam bentuk kristal kecil atau menyerupai tepung, memiliki daya simpan yang lebih lama karena tingkat kekeringannya yang tinggi sehingga penggunaannya menjadi lebih praktis. Gula semut memiliki nilai jual dan peluang ekspor cukup tinggi. Penggunaan gula semut adalah sebagai pemanis untuk berbagai makanan dan minuman antara lain kecap manis, bandrek dan es krim.

Mutu nira yang akan diolah menjadi gula semut umumnya harus lebih baik dibandingkan nira yang biasa diolah sebagai gula merah cetak biasa. Nira yang telah terfermentasi dengan pH kurang dari 6 tidak dapat diolah menjadi gula semut karena proses kristalisasinya menjadi sulit, tetapi masih dapat diolah menjadi gula cetak.

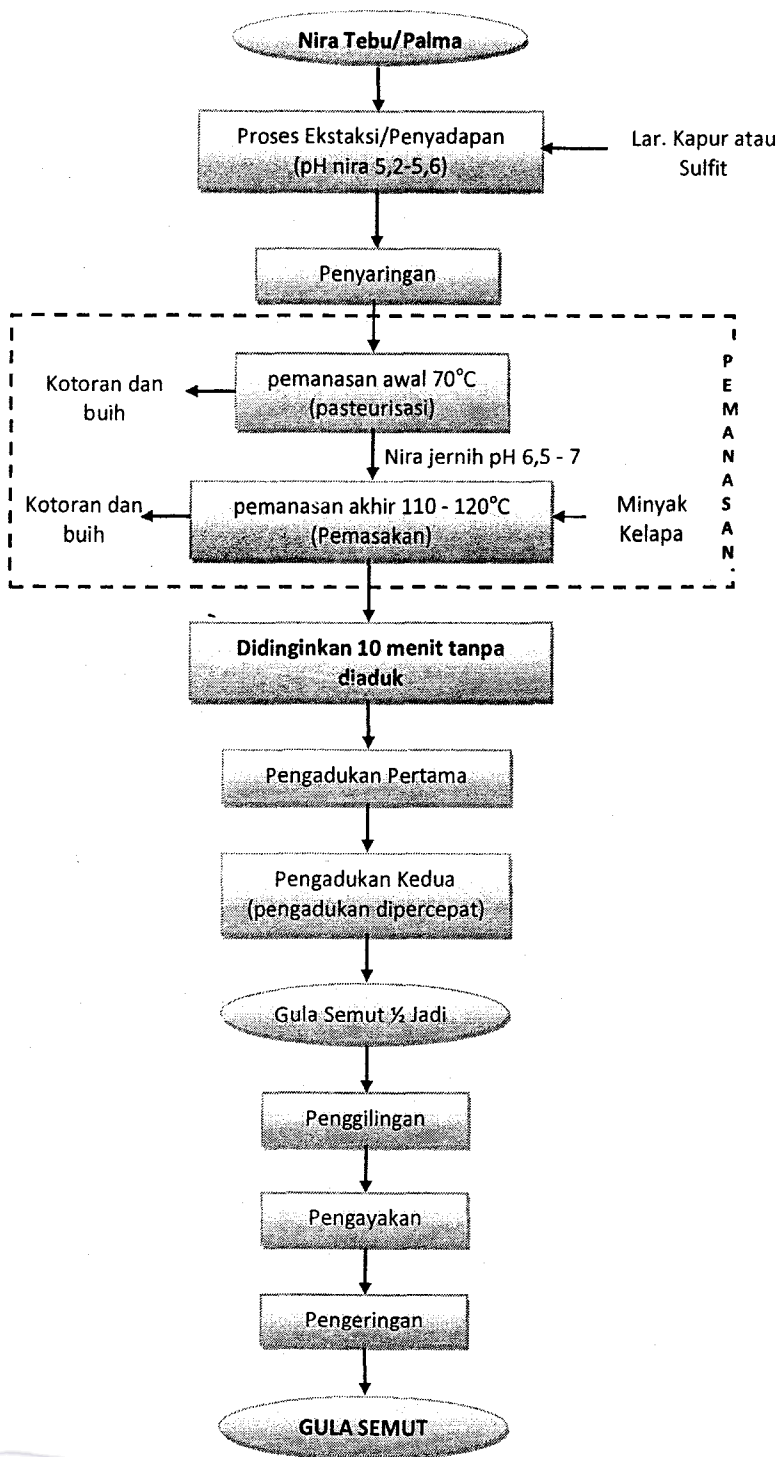
Cara pengolahan yang umum dilakukan untuk membuat gula semut adalah pembuatan gula semut dari nira dan pembuatan gula semut dari gula merah cetak.

1. PEMBUATAN GULA SEMUT DARI GULA MERAH CETAK

Pembuatan gula semut dari gula merah cetak ini dilakukan oleh beberapa pengrajin gula merah di Indonesia. Proses pengolahannya sangat mudah. Pertama-tama gula merah cetak diiris tipis-tipis untuk mempercepat pengeringan dan dijemur di bawah sinar matahari selama 2 – 3 hari. Setelah kering, irisan gula merah dihancurkan dan diayak untuk mendapatkan serbuk gula merah. Cara ini sangat tergantung pada kelembaban udara. Kelembaban udara yang tinggi dapat menyebabkan irisan gula meleleh demikian juga selama pejemurannya.

2. PEMBUATAN GULA SEMUT DARI NIRIA

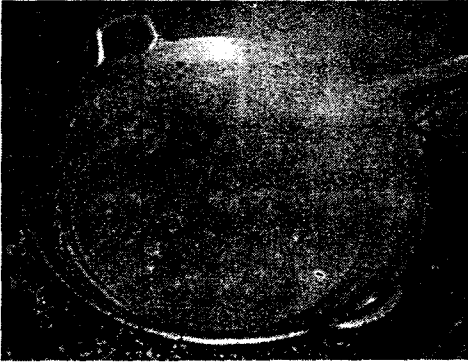
Proses produksi gula semut hampir sama dengan gula cetak, perbedaannya adalah pada gula semut proses pemasakan lebih lama dibandingkan pada gula cetak. Secara garis besar alur proses produksi gula semut dapat dilihat pada gambar 16 :



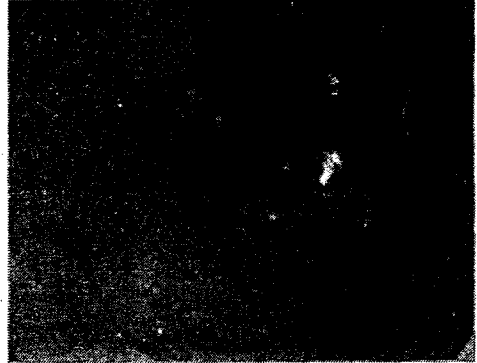
Gambar 16. Diagram Alir Proses Pembuatan Gula Semut dari Nira

Uraian diagram alir proses pembuatan gula semut dari nira sesuai gambar 16 :

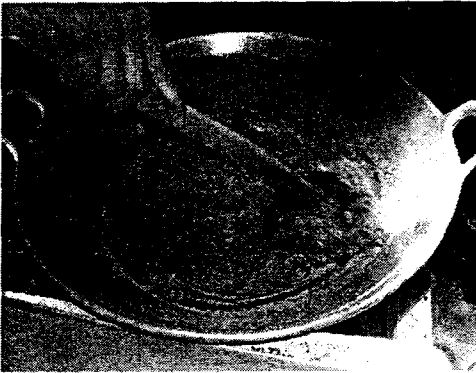
- Seperti saat mengolah gula merah cetak, nira aren yang dimasak berubah menjadi pekat, kemudian api dkecilkan. Setelah 10 menit, kuali diangkat dari tungku dan dilakukan pengadukan secara perlahan sampai terjadi pengkristalan.
- Setelah terjadi pengkristalan, pengadukan dipercepat hingga terbentuk serbuk kasar. Serbuk yang masih kasar inilah yang disebut dengan gula aren semut setengah jadi dengan kadar air masih di atas 5%. Gula semut setengah jadi dari pengrajin terlebih dahulu digiling dengan mesin penggiling untuk menghaluskan gula yang masih menggumpal.
- Gula aren semut diayak sesuai dengan ukuran yang diinginkan. Ukuran yang umum dipakai adalah 10 *mesh*, 15 *mesh* dan paling halus 20 *mesh* dengan kadar air di bawah 3%. Untuk memperoleh tiga tingkat kehalusan tersebut, gula yang sudah digiling diayak dengan ayakan dari ukuran yang paling besar terlebih dahulu, yaitu 10 *mesh*. Gula semut yang tidak lolos pada ayakan ini, yang disebut dengan gula *reject*. Gula *reject* tersebut kemudian dimasak kembali hingga meleleh dan mengental untuk dibentuk menjadi gula cetak.
- Gula semut hasil ayakan pertama, kemudian diayak kembali dengan ayakan ukuran yang lebih kecil, demikian seterusnya hingga ukuran ayakan yang terkecil. Jumlah produksi gula semut dengan tiga jenis kehalusan ini disesuaikan dengan permintaan pasar. Selanjutnya, gula semut dengan tiga ukuran ayakan tersebut, kemudian dijemur di bawah panas matahari hingga kadar airnya mencapai dibawah 3%. Jika tidak ada sinar matahari, proses pengeringan dapat dilakukan menggunakan alat pengering, misalnyanya oven pemanas. Gula semut yang sudah kering kemudian dikemas.



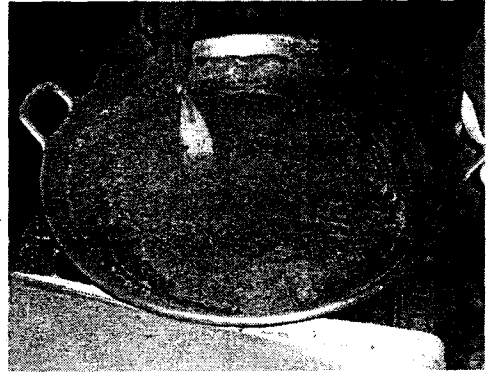
1. Nira Didihkan sampai 110°C



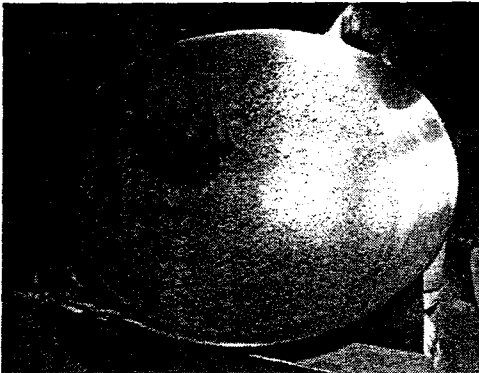
2. Nira didinginkan ± 10 menit



3. Pengadukan Pertama
(nira masih mengental)



4. Pengadukan Ke-2
(mulai terbentuk serbuk gula)



5. Pengadukan dipercepat



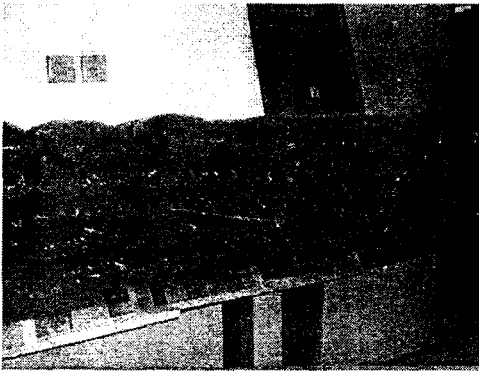
6. Pengayakan berdasarkan ukuran kehalusan



7. Gula Semut yang Telah disaring



8. Gula Semut berdasarkan Ukuran Mesh



9. Penyimpanan Gula Semut



10. Pengemasan Gula Semut

Gambar 17. Proses Pembuatan Gula Semut

Dalam skala produksi yang lebih besar (biasanya untuk ekspor), tidak memungkinkan apabila proses pengadukan menggunakan tenaga manual. Oleh sebab itu digunakan mesin pengaduk untuk membentuk kristal gula, yaitu mesin molen.



Gambar 18. Mesin Molen dalam Proses Pembuatan Gula Semut

2.4 PENGEMASAN DAN PENYIMPANAN GULA MERAH

2.4.1 PENGEMASAN

Secara umum pengemasan komoditas pertanian dan juga hasil-hasil olahannya berperan :

1. Untuk melindungi komoditas yang dikemas dari kemungkinan gangguan yang datang dari luar, baik berupa gaya mekanis (benturan, gesekan, himpitan) ataupun gangguan binatang.
2. Untuk mempertahankan komoditas yang dikemas, misalnya aroma, warna, citarasa, vitamin, dan kandungan kimia lainnya yang akan rusak jika terbuka tanpa kemasan yang baik.
3. Agar komoditas lebih ringkas dan rapi, sehingga memudahkan pemindahan, penumpukan dan pengangkutannya.
4. Menyatakan satu satuan (bungkus, kaleng, pak, peti, botol, kotak), sehingga memudahkan perhitungan dalam perdagangan.
5. Memberikan penampakan yang menarik bagi calon pembeli, sehingga dapat meningkatkan penjualan.

Pengemasan gula merah bertujuan untuk memperpanjang umur simpan gula karena sifat gula yang higroskopis (mudah menarik air) sehingga pengaruh suhu lingkungan dapat menyebabkan gula merah menjadi lebih lembek apabila tidak dikemas secara baik. Kemasan yang dapat digunakan adalah :

1. **Kemasan tradisional** (daun pisang kering, daun jati, daun waru)

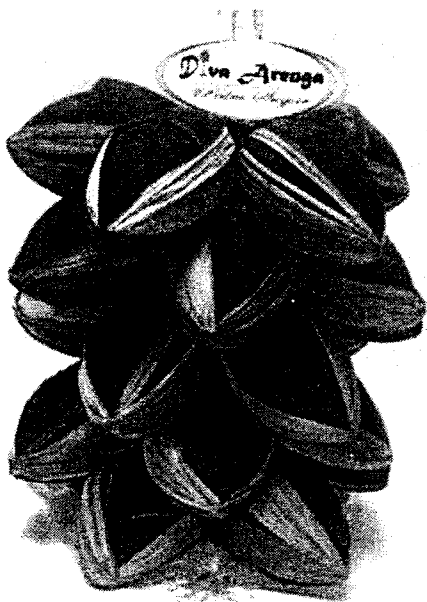
Kelebihan : Mampu mempertahankan tingkat kekerasan gula merah dengan baik karena sirkulasi udara yang lebih baik (bersifat higroskopis).

Kekurangan : Kemasan alami terkadang sulit memberikan penampakan yang lebih menarik bagi calon pembeli dan sulit untuk dilakukan pelabelan.

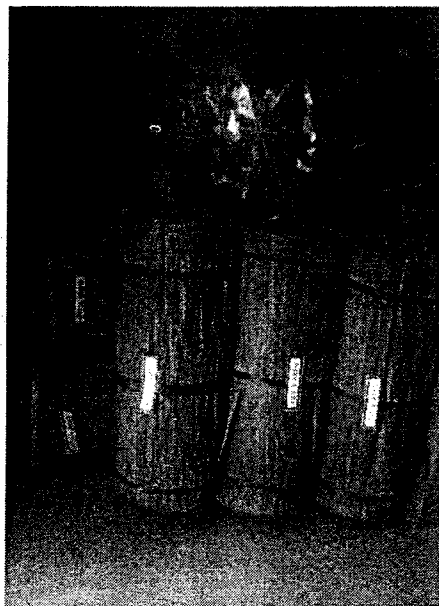
2. **Kemasan plastik.**

Kelebihan : Mudah dimodifikasi dan dilakukan pelabelan merk yang lebih menarik bagi pembeli.

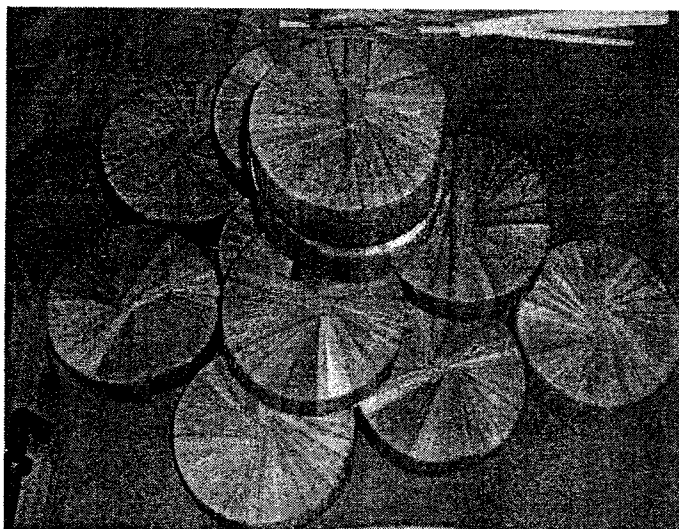
Kekurangan : Apabila tidak diberikan sirkulasi udara, maka gula merah cetak akan mudah lembek.



-Banten (pandeglang)-

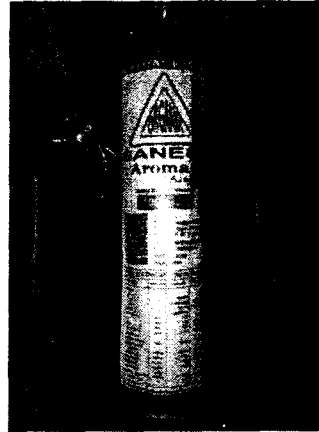
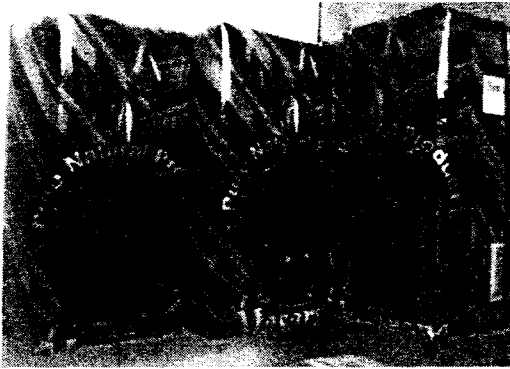


-Cilacap-



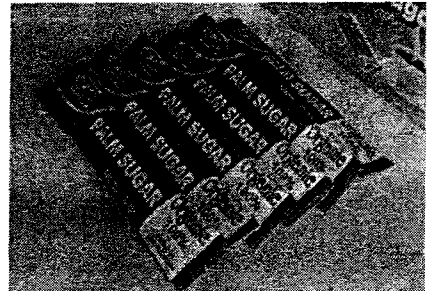
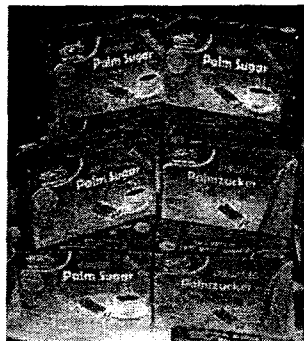
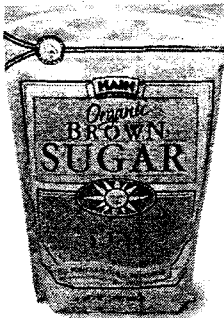
-Lampung Barat-

Gambar 19. Contoh Kemasan Tradisional untuk Gula Merah Cetak



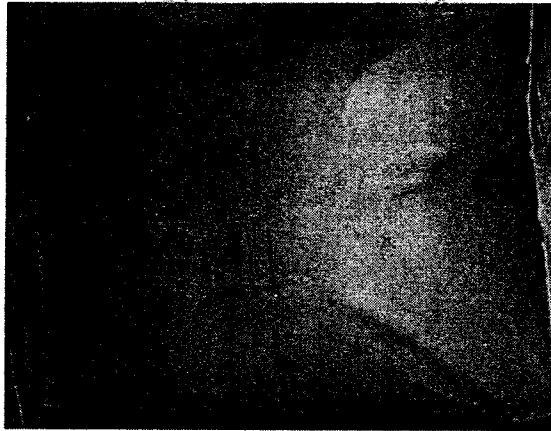
Gambar 20. Contoh Kemasan Plastik Gula Merah Cetak
(contoh dari daerah Purbalingga)

Produk gula semut (*brown sugar*) karena bentuknya berupa serbuk, maka kemasan untuk produk ini lebih bervariasi dengan pelabelan yang lebih menarik untuk menarik minat konsumen.



Gambar 21. Contoh Kemasan Modern untuk Gula Semut

Pengemasan gula semut dalam skala besar (misalnya untuk ekspor), digunakan karung dari kertas sebagai kemasan. Kertas merupakan bahan pengemas yang baik karena sifatnya yang fleksibel, kelemahannya adalah sifatnya yang sensitif terhadap air dan mudah dipengaruhi oleh kelembaban udara lingkungan.



Gambar 22. Contoh Kemasan Karung untuk Gula Semut

2.4.2 PENYIMPANAN

Agar gula merah tidak mengalami penurunan mutu selama proses penyimpanan, maka perlu dilakukan proses penyimpanan yang baik. Gula merah sebaiknya disimpan dalam suhu kamar. Hal-hal yang perlu diperhatikan dalam penyimpanan gula merah adalah :

1. Diletakkan dalam rak-rak yang tidak menempel pada dinding, lantai dan langit-langit berjarak minimal 15 cm dari dinding lantai dan 60 cm dari langit-langit, dengan tujuan :
 - Untuk sirkulasi udara agar udara segar dapat segera masuk keseluruhan ruangan
 - Terhindar dari gangguan hama atau tikus.
 - Lantai mudah dibersihkan
 - Mudah dilakukan pengawasan stok barang
2. Suhu ruang penyimpanan cukup sejuk, kering dengan ventilasi yang baik.
3. Ruang yang digunakan bersih, kering, lantai dan dinding tidak lembab.

2.5 STANDARDISASI MUTU GULA MERAH

Tabel 2. Tabel Spesifikasi Persyaratan Mutu Gula Merah Tebu sesuai SNI 01-6237-2000

NO	JENIS UJI	SATUAN	PERSYARATAN	
			MUTU I	MUTU II
1.	Keadaan			
	a. Bau	-	Khas	khas
	b. Rasa	-	Khas	khas
	c. Warna	-	Coklat muda sampai tua	Coklat muda sampai tua
	d. Penampakan	-	Tidak berjamur	Tidak berjamur
2.	Bagian yang tidak larut dalam air b/b	%	Maks 1,0	Maks, 1,0
3.	Air, b/b	%	Maks 8,0	Maks 10,0
4.	Gula (dihitung sebagai sakarosa), b/b	%	Min 65	Min 60
5.	Gula Pereduksi (dihitung sebagai glukosa), b/b	%	Maks 11	Maks 14
6.	Bahan Tambahan Makanan Pengawet			
	a. Residu	mg/kg	Maks 20	Maks 20
	b. Benzoat	mg/kg	Maks 200	Maks 200
7.	Cemaran Logam			
	a. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 2,0	Maks 2,0
	b. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 2,0	Maks 2,0
	c. Seng (Zn)	mg/kg	Maks 40,0	Maks 40,0
	d. Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40,0	Maks 40,0
	e. Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0,03	Maks 0,03
8.	Cemaran Arsen	mg/kg	Maks 1,0	Maks 0,1

Tabel 3. Tabel Spesifikasi Persyaratan Gula Merah Palma sesuai SNI 01-3743-1995

NO	JENIS UJI	SATUAN	PERSYARATAN	
			MUTU I	MUTU II
1.	Keadaan			
	a. Bentuk	-	klas	klas
	b. Rasa dan aroma	-	klas	klas
	c. Warna	-	Kuning kecoklatan-coklat	Kuning kecoklatan-coklat
	d. Penampakan	-	Tidak berjamur	Tidak berjamur
2.	Bagian yang tidak larut dalam air b/b	%	Maks 1,0	Maks, 1,0
3.	Air, b/b	%	Maks 10,0	Maks 3,0
5.	Abu, b/b	%	Maks 2,0	Maks 2,0
6.	Gula (dihitung sebagai sakarosa), b/b	%	Min 77	Min 90
7.	Gula Pereduksi (dihitung sebagai glukosa), b/b	%	Maks 10	Maks 6
8.	Cemaran Logam			
	a. Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 2,0	Maks 2,0
	b. Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 10,0	Maks 10,0
	c. Seng (Zn)	mg/kg	Maks 40,0	Maks 40,0
	d. Timah (Sn)	mg/kg	Maks 40,0	Maks 40,0
	e. Raksa (Hg)	mg/kg	Maks 0,03	Maks 0,03
8.	Cemaran Arsen	mg/kg	Maks 1,0	Maks 1,0



GULA KRISTAL PUTIH





III. GULA KRISTAL PUTIH

3.1 PENANGANAN BAHAN BAKU

3.1.1 Mutu Bahan Baku

Standar mutu tebang layak giling sesuai standard Manis Bersih Segar (MBS) adalah sebagai berikut:

1. Manis dapat diperoleh/dideteksi dengan :
 - a. Memanen tebu pada umur minimal 10 bulan dan maksimal 14 bulan, apabila tebu sudah cukup tua dan cukup masak serta mengandung gula yang optimal. Jika dipanen dengan cara tebang pandes, maka sisa tunggak maksimal 5 cm dari permukaan tanah.
 - b. Melakukan analisis kemasakan tebu (analisis pendahuluan) setiap periode (15 hari), dan dilakukan minimal 3 kali analisis sebelum ditebang. Kemudian dihitung faktor kemasakannya

$$\text{Faktor kemasakan (FK)} = (\text{nn bawah} - \text{nn atas}) / \text{nn bawah}$$

Keterangan : FK = Faktor Kemasakan Tebu ; nn = Rendemen tebu

FK = 25 (%) atau masih dikisaran 25-30 dianggap tebu telah masak. Apabila FK masih lebih dari 30 dianggap tebu masih belum masak dan apabila FK mencapai kurang dari 25 dianggap tebu sudah mengalami masak lanjut.

- c. Nilai kadar brix tebu di lapangan mencapai lebih dari 18 brix dan HK (purity) lebih dari 85.
 - d. Melakukan Ratoon (panen ulang) maksimum 4 kali masa panen.
2. Bersih apabila tebu dengan kadar kotoran maksimal 5%, dan dapat dilakukan dengan cara hasil tebang tebu yang akan digiling harus bersih dari kotoran-kotoran berupa daun kering dan hijau, pucuk tebu, tebu muda/sogolan, tebu mati, tanah, akar dan rumput atau bahan lain non tebu.
3. Segar dapat diperoleh dengan cara hasil tebang tebu masih segar atau tidak layu/wayu maupun terbakar. Tebu harus segera digiling setelah ditebang. Waktu tunda sejak tebu ditebang sampai digiling tidak boleh lebih dari 48 jam atau

semakin cepat semakin baik agar gula tidak banyak yang rusak. Pengaturan giliran giling di meja tebu dengan sistem First In First Out (FIFO). Waktu tunda giling bisa terjadi karena angkutan tidak lancar, kerusakan pabrik atau sebab lainnya sehingga tebu tertunda giling. Apabila melebihi waktu tunda giling 48 jam maka terjadi kerusakan sukrosa yang cukup besar menjadi monosakarida maupun berubah menjadi dextran apabila terkontaminasi mikroorganisme *Leuconostoc sp.*

3.1.2 Penentuan Masa Panen

Panen tebu adalah kegiatan memungut seluruh batang tebu secara efisien dan dapat diolah menjadi gula dalam keadaan optimum (tebu layak giling). Cara pemanenan yang salah atau tidak sesuai dengan kriteria teknis pemanenan, akan menimbulkan kerugian cukup besar. Sebagai contoh, kesalahan dalam menentukan saat panen, atau teknis pola tebang yang tidak didasarkan pada kemasakan, sebaran lokasi dan pembatasan fron tebang akan berdampak pada hasil yang lebih sedikit maupun kualitas yang kurang baik. Kelancaran panen akan menghasilkan penyediaan bahan baku tebu di Pabrik secara berkesinambungan dan dalam jumlah sesuai dengan kapasitas giling, sehingga tebu dapat diolah dalam keadaan relatif segar.

Panen tebu dilakukan pada tingkat kemasakan optimum, yaitu pada umur 11-12 bulan saat tebu dalam kondisi kandungan gula tertinggi. Prinsip panen tebu adalah MBS (manis, bersih dan segar). Untuk mengetahui tingkat kemasakan tebu dilakukan analisis kemasakan tebu secara periodik (15 hari sekali) sejak dua atau tiga bulan sebelum mulai giling. Analisis yang dilakukan dengan cara menggiling contoh tebu digiling kecil di laboratorium.

Setelah dilakukan berbagai perhitungan akan menghasilkan data tentang tingkat kemasakan, rendemen, kemampuan peningkatan rendemen dan daya tahan tebu. Dengan menganalisis data tersebut dan memperhatikan faktor lingkungan dan kapasitas giling, dapat disusun jadwal panen berbagai kebun sesuai saat optimum kemasakannya. Penyusunan jadwal panen tersebut dimusyawarahkan dalam forum

musyawarah produksi gula (FMPG) karena petani pemilik tebu mempunyai hak ikut menetapkan saat panen miliknya.

3.1.3 Sistem Tebang Angkut

Tebang dan angkut tebu, merupakan proses menebang, memuat dan mengangkut tebu dari kebun ke meja tebu untuk siap digiling. Sistem tebang angkut termasuk di dalamnya pengaturan jadwal tebang, tebangan dan pengangkutan sampai di pabrik gula. Panen tebu dilakukan dengan menebang batang-batang tebu yang sehat (tebu layak giling), mengumpulkan dan mengangkut ke pabrik gula untuk digiling.

Penebangan dapat dilakukan secara manual maupun secara mekanis/tenaga mesin seperti alat tebang tebu PSAB 93-1. Penebangan tebu secara manual dilakukan dengan cara membongkar guludan tebu dan mencabut batang-batang tebu secara utuh untuk kemudian dibersihkan dari tanah, akar, pucuk, daun kering dan kotoran.

Teknis pola tebang harus didasarkan pada kriteria teknis yaitu kemasakan, sebaran lokasi dan pembatasan fron tebang, serta kadar kotoran tidak boleh lebih dari 5%. Untuk tanaman tebu yang akan dikepras, pangkal tebu disisakan di dalam tanah sebatas permukaan tanah asli agar dapat tumbuh tunas yang akan dipelihara lagi. Aturan tebang tebu antara lain sebagai berikut :

- (1) Tebu yang ditebang sudah masak, dimana kandungan gula maksimal sedangkan kandungan asam-asam organik dan gula reduksi minimal.
- (2) Pucuk batang tebu dipisahkan, bagian ini kaya dengan kandungan asam-asam amino dan miskin kandungan gula.
- (3) Ditebang hingga bagian pangkal batang
- (4) Tebu tunas dibuang karena tebu ini kaya kandungan asam-asam organik, gula reduksi dan asam amino dan miskin kandungan gula.
- (5) Bersih dari kotoran utamanya (daun tebu kering, tanah, dan lain-lain). Daun tebu kering mengandung silika yang memperlambat penguapan pada saat evaporasi dan timbulnya kerak dalam proses pengolahan gula serta mengurangi rendemen gula.

Teknis pola tebang harus didasarkan pada kriteria teknis yaitu kemasakan, sebaran lokasi dan pembatasan fron (wilayah) tebang yang memungkinkan kontrol kualitas tebang berjalan dengan baik, disesuaikan dengan kapasitas giling pabrik.

Faktor yang merupakan kendala teknis dalam kegiatan tebang angkut yang optimal adalah lokasi kebun tebu yang semakin terpencar jauh dari pabrik gula dengan kondisi jalan yang buruk, sehingga waktu tunggu antara tebang dan giling menjadi lama, umumnya melebihi 24 jam. Hal ini menyebabkan tingkat kadar gula dalam tebu berpotensi turun. Untuk itu haruslah diupayakan agar tebu yang dipanen segera sampai di pabrik dalam waktu kurang dari 24 jam. Kriteria keberhasilan pelaksanaan tebang dan angkut diukur dari kemampuan kontinuitas pasokan bahan baku sesuai kapasitas giling dan mutu tebang yang layak giling.

Mutu tebang sangat dipengaruhi oleh kesiapan prasarana, sarana angkutan, sumber daya tenaga tebang, kondisi lingkungan, kelancaran giling pabrik dan sistem pengupahan tenaga tebang dan angkutan.

Sarana pelaksanaan Tebang dan angkut antara lain:

- (1) Timbangan berupa jembatan timbang
- (2) Alat pemindah tebu dari truk ke lori / meja tebu
- (3) Alat tebang manual berupa : parang, golok maupun sabit khusus
- (4) Alat tebang mekanis
- (5) Alat muat manual oleh manusia, alat muat mekanis
- (6) Alat angkut berupa truk, lori dan trailler.

Sedangkan, prasarana tebang dan angkut harus dipersiapkan agar lalu lintas angkutan menuju Pabrik Gula dapat berjalan lancar. Untuk itu penyiapan jalan lori, jalan mobil dan jembatan yang akan dilalui untuk kelancaran lalu lintas angkutan tebu dari kebun ke Pabrik Gula harus betul-betul diatur sehingga kontinuitas pasokan tebu sesuai kapasitas giling, dengan sisa pagi maksimal 15 % dari kapasitas giling dengan mutu tebang layak giling sesuai standart Manis, Bersih dan Segar (MBS).

Cara tebang dan angkut tebu umumnya ada tiga sistem, yakni sistem tebu ikat, tebu urai, dan tebu potong. Tiga sistem tersebut dikembangkan karena terkait dengan bentuk wilayah kebun yang memanjang (± 85 km), dan upaya meminimalkan pemampatan tanah akibat penggunaan kendaraan angkutan tebu.

1. Tebu ikat (*Bundle Cane*)

Cara tebang angkut tebu ikat ini dilakukan dalam beberapa tahapan, yaitu :

- Pangkal batang tebu ditebang rata dengan permukaan tanah menggunakan golok, demikian juga pucuknya pada ruas terakhir.
- Lebih kurang 30 batang tebu diikat di sekitar bagian pangkal dan ujungnya dengan tali bambu atau kulit tebu.
- Tebu yang sudah terikat dimuat ke atas truk menggunakan tenaga manusia, kemudian diangkut ke pabrik.

Kontribusi sistim ini mencapai 55%-60% dari total pasokan tebu per hari (11.000-14.000 ton). Kecukupan tenaga dan sarana angkutan berperan penting dalam menjaga kontinuitas pasokan tebu ke pabrik. Pembayaran bagi para penebang didasarkan kepada bobot tebu yang sudah ditimbang di pabrik. Rata-rata setiap orang mampu menebang 2-3 ton per hari. Untuk truk dengan bak terbuka, muatan-nya dibongkar menggunakan *cane stacker*, sedangkan truk dengan bak kotak (*box truck*) dibongkar menggunakan *tipper*.



Gambar 23. Sistem Angkut Tebu Ikat

2. Tebu urai (*Loose Cane*)

Pangkal batang tebu ditebang rata dengan permukaan tanah menggunakan golok dan dipotong bagian pucuknya pada ruas terakhir, selanjutnya tanpa diikat

tebu ditumpuk sehingga membentuk onggokan sebesar cakupan mesin pemuat (*grab loader*). Pada kebun yang berjarak relatif dekat dengan pabrik, sarana angkutannya menggunakan trailer gandeng 1-2 yang ditarik traktor, sedang bagi kebun yang jaraknya jauh menggunakan truk berdaya besar (*head truck*) yang menarik trailer gandeng 4 yang dilengkapi dengan tali pengikat dari karet ban bekas. Sebelum dimuat ke dalam trailer besar, tebu dimuat dengan mesin pemuat di dalam petak ke dalam trailer kecil (*infield trailer*), trailer ini menggunakan ban lebar, untuk mengurangi pemampatan tanah. Selanjutnya di terminal muat (*transloading area*) tebu dipindahkan ke trailer besar dan panjang menggunakan mesin pemuat yang disebut *grapple excavator*.

3. Tebu potong (*Chopped Cane*)

Tebu dipotong-potong sepanjang ± 25 cm, menggunakan mesin potong (*sugarcane harvester*). Mesin bekerja di setiap petak mulai dari baris tanaman paling tepi, disampingnya diikuti *box truck* dan dipastikan bahwa potongan tebu yang keluar dari cerobong mesin potong jatuh tepat didalam bak truk. Pekerjaan ini dilakukan sampai ujung petak selanjutnya pindah ke baris tanaman berikutnya sampai bak truk penuh. Demikian seterusnya sampai dengan petak selesai. Sistem ini hanya dioperasikan manakala jumlah tenaga tebang menurun.

3.2 PENENTUAN RENDEMEN TEBU

Rendemen tebu adalah kadar kandungan gula didalam batang tebu yang dinyatakan dengan persen. Dalam sistem produksi gula, pembentukan gula terjadi di dalam proses metabolisme tanaman. Proses ini terjadi di kebun (*on farm*). Pabrik gula berfungsi sebagai alat ekstraksi untuk mengeluarkan nira dari batang tebu dan mengolahnya menjadi gula kristal. Pada proses pengolahan gula, rendemen yang dihasilkan dipengaruhi oleh mutu tebu dan efisiensi pengolahan.

3.2.1 Cara Menentukan Rendemen Tebu

Rendemen tebu sangat tergantung dari kandungan sukrosa yang merupakan bagian dari gula total dalam batang tebu. Bila rendemen tebu 10%, adalah dari 100 kg tebu yang digiling akan diperoleh gula sebanyak 10 kg. Kandungan gula dalam batang tebu dicerminkan oleh persen pol dalam nira tebu. Selain gula, dalam nira juga bukan gula atau padatan lain. Besarnya nilai padatan terlarut dicerminkan oleh nilai brix.

Ada 3 macam rendemen, yaitu : rendemen contoh, rendemen sementara, dan rendemen efektif.

1. Rendemen Contoh

Rendemen ini merupakan contoh yang dipakai untuk mengetahui apakah suatu kebun tebu sudah mencapai masak optimal atau belum, sehingga dapat diketahui saat tebang yang tepat dan kapan tanaman tebu mencapai tingkat rendemen yang memadai. Analisis pendahuluan ini biasanya menggunakan gilingan contoh (gilingan kecil).

$$\text{Rendemen} = \text{Nilai nira} \times \text{Faktor rendemen}$$

Keterangan :

- Nilai nira : Gambaran potensi gula didalam tebu.
Nilai nira : $\text{Pol nira} - 0,4 \times (\text{pol nira} - \text{brix nira})$
Faktor rendemen : Faktor pabrik yang diambil berdasarkan SK Mentan.

Faktor rendemen diperoleh dari hasil percobaan penggilingan di masing-masing pabrik gula. FR menurut SK Mentan tersebut adalah FR minimum. Apabila angka yang dicapai oleh PG besarnya kurang dari angka tersebut, maka PG wajib menggunakan angka tersebut dalam menghitung rendemen. Tetapi kalau angka yang dicapai melebihi FR minimum, maka PG wajib menggunakan angka yang diperoleh.

2. Rendemen Sementara

Perhitungan ini untuk menentukan bagi hasil gula yang sifatnya masih sementara untuk memenuhi ketentuan yang menginstruksikan agar penentuan bagi hasil gula dilakukan secepatnya.

Cara mendapatkan rendemen sementara ini adalah dengan mengambil nira perahan pertama tebu yang digiling untuk dianalisis di laboratorium untuk mengetahui berapa besar rendemen sementara tersebut.

$$\text{Rendemen Sementara} = \text{Faktor Rendemen} \times \text{Nilai Nira}$$

Nilai nira : $\text{Pol npp} - 0,4 \times (\text{pol npp} - \text{brix npp})$

Catatan : Npp merupakan nilai perahan pertama dari gilingan I pabrik.

3. Rendemen Efektif atau Rendemen Nyata

Angka rendemen yang digunakan untuk menghitung hasil di pabrik gula adalah ratio antara hasil gula kristal dengan bobot tebu yang digiling, disebut rendemen nyata. Perhitungan mudahnya adalah sebagai berikut:

$$\text{Rendemen nyata} = \frac{\text{Bobot kristal}}{\text{Bobot Tebu}} \times 100$$

Dari perhitungan ini berarti gula yang diperoleh adalah gula yang dihasilkan dalam bentuk kristal selama satu periode proses. Kenyataannya selama proses terjadi kehilangan gula yang tidak terhindarkan, sehingga angka rendemen nyata lebih rendah dibandingkan kandungan sukrosa teoritis dalam tebu.

Kehilangan dalam proses penggilingan sangat dipengaruhi oleh efisiensi pabrik gula. Kehilangan gula selama proses terjadi karena terbawa dalam bagasse (ampas), 'filter cake' (blotong) atau molases (tetes).

Dalam proses penggilingan sebagian gula akan terbawa dalam bagasse. Pada saat proses pemurnian nira kotor menjadi **nira** jernih dapat terjadi

kehilangan gula bersama dengan filter cake (blotong). Kehilangan gula lainnya terjadi pada saat pemisahan antara kristal gula dengan tetes.

Rendemen nyata yang akan diterima petani dapat dihitung setelah diperoleh hasil produksi gula kristal riel dari pabrik tersebut, sehingga angka rendemen sementara dapat dikoreksi.

$$\text{Rendemen nyata} = \text{angka koreksi} \times \text{Rendemen sementara}$$

Keterangan :

Angka koreksi= nilai koreksi diperoleh setelah diketahui jumlah Kristal dan jumlah tebu secara riel.

Hasil perhitungan rendemen nyata bisa lebih kecil, sama atau lebih besar daripada rendemen sementara.

Cara perhitungan rendemen sering dianggap sulit untuk melakukannya secara cepat dan mudah. Salah satu alternatif pengukuran rendemen secara cepat diusulkan penggunaan alat yang sederhana dan mudah diperoleh, yaitu *hand refractometer*. Namun alat ini hanya bisa mengukur brix (padatan terlarut termasuk gula dan bukan gula), sehingga cara ini kurang akurat dan masih memerlukan estimasi atau konversi berdasarkan pengalaman dan perhitungan yang beresiko merugikan salah satu pihak.

3.2.2 Ketentuan Rendemen Dan Bagi Hasil

Penentuan **rendemen** dilaksanakan 2 tahap, yakni :

1. Rendemen belum terkoreksi atau rendemen sementara.

Cara penentuannya seperti yang sudah diuraikan di atas, sedangkan pemberituannya kepada petani dilakukan sehari setelah tebu digiling.

2. Rendemen terkoreksi atau rendemen efektif (rendemen nyata)

Pemberituannya dilakukan 2 kali setiap bulan, tanggal 2 dan 17.

Hal-hal yang perlu diketahui dalam kaitannya dengan **bagi hasil** adalah sbb:

1. Ketentuan bagi hasil TRI harus sesuai dengan **SK Menteri Pertanian No. 05/ SK/Mentan/Bimas/IV/1990.**

2. Petani juga mendapatkan tetes 1,5 kg untuk setiap kuintal tebu yang digiling dan dibayarkan dalam bentuk uang oleh Pabrik Gula pada waktu penyerahan gula bagian petani dengan harga Rp. 70,- setiap kg.
3. Hasil limbah/samping lainnya merupakan hak Pabrik Gula.
4. Pada umumnya daftar bagianN petani dirinci sebagai berikut :
 - a) Nama kelompok.
 - b) Nama-nama petani anggota kelompok.
 - c) Luas tanaman.
 - d) Macam/kategori tebu.
 - e) Hasil tebu petani/kelompok tani.
 - f) Rendemen hasil tebu seluruhnya dan bagian petani.
 - g) Hasil tetes bagian petani.
 - h) Hutang petani pada PG.
 - i) Jumlah nilai seluruh hasil yang diterima petani.
5. Daftar tersebut dibuat dan diisi oleh PG sebagai dasar pembuatan DO yang kemudian diserahkan ke KUD.
6. Disamping daftar di atas, PG juga membuat *Perhitungan Bagi Hasil Efektif (PBHE)* dengan ketentuan sbb:
 - a) 2 % dari hasil gula petani diberikan dalam bentuk natura dan dibebaskan dari pungutan pemerintah (cukai, gula, PPN, sewa gudang, dll)
 - b) 98 % gula petani dijual ke pemerintah dengan harga yang telah ditetapkan.
7. Bagian gula petani 98 % yang diberikan dalam bentuk uang tersebut diterimakan kepada petani paling lambat 10 hari setelah perhitungan bagi hasil.

3.3 PROSES PENGOLAHAN GULA KRISTAL

- Pembuatan gula kristal putih atau yang biasanya kita sebut gula pasir dilakukan dengan mengolah nira dari tebu.
- Dalam proses pembuatan gula membutuhkan sumber daya seperti bahan baku, energi, tenaga kerja, serta mesin dan peralatan yang terkoordinasi. Peran utama sumber daya mesin dan peralatan yaitu membantu proses produksi sebagai

salah satu faktor yang mempengaruhi produktivitas khususnya pada proses penggilingan di pabrik gula dalam mencapai target produksi.

- Proses penggilingan merupakan faktor terpenting dalam penentuan efisiensi proses produksi karena menunjukkan banyaknya nira dalam tebu yang terekstraksi untuk diproses lebih lanjut menjadi gula pasir.
- Kondisi proses penggilingan yang efisien ditunjukkan dengan makin banyak nira dan gula yang terekstraksi. Proses produksi sangat dipengaruhi oleh sumber daya mesin dan peralatan yang berperan dalam proses pengolahan.. Oleh karena itu keandalan mesin dan peralatan harus terjaga dengan baik, terutama mesin dan peralatan pada stasiun giling. Menurut Hajek (1988), faktor yang erat hubungannya dengan parameter keandalan adalah faktor pemeliharaan/perawatan, ketersediaan, dan keefektifan.
- Pabrik gula di Indonesia pada umumnya memproduksi gula kristal putih (GKP) menggunakan proses sulfitasi. Sebagian GKP yang diproduksi memenuhi standar gula dengan memenuhi standar SNI gula dengan warna icumsa kurang dari 300 iu, namun sebagian besar yang lain tidak memenuhi standar tersebut (kisaran icumsa 300 – 500 iu). Sebagian PG saat ini mencoba memperbaiki kualitas gulanya, karena telah memiliki *brand name*.
- Berkaitan dengan diberlakukannya SNI wajib kualitas gula yang berarti akan diberikan sanksi apabila kualitas gula produksi PG tidak memenuhi standar, salah satu upaya penting untuk menghadapinya adalah meningkatkan kualitas produk GKP dengan dua cara, yaitu menjaga proses produksi sesuai dengan SOP dan kedua dengan asupan teknologi.
- Semakin tingginya tuntutan konsumen terhadap kualitas gula GKP, PG wajib untuk meningkatkan kualitas sesuai dengan keinginan konsumen. Ada konsumen yang menyukai gula yang putih sekali tetapi ada juga konsumen yang tidak menyukai gula yang terlalu putih. Peningkatan kualitas dapat dilakukan baik dengan proses sulfitasi yang disempurnakan maupun dengan metode lain.
- Untuk peningkatan mutu gula yang signifikan (warna icumsa <100 iu) maka direkomendasikan teknologi proses defekasi-remelt-karbonatasi (DRK). Pada dasarnya proses DRK adalah sebagai berikut : gula hasil proses defekasi (GKM)

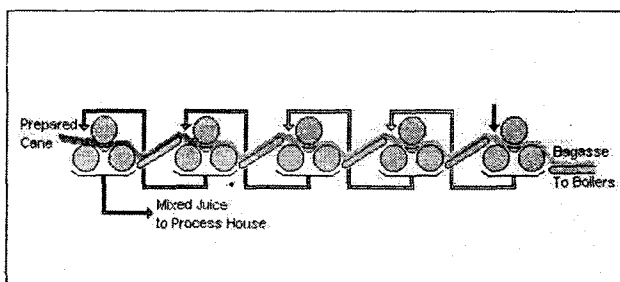
dilebur kembali dengan brix 65 – 70, yang kemudian dimurnikan dengan cara karbonatasi, selanjutnya ditapis menjadi *brown liquor* untuk dikristalkan. Produk dikristalkan dalam beberapa tingkat.

- Proses karbonatasi telah dilakukan oleh pabrik gula swasta di luar Jawa, merupakan proses yang direkomendasi untuk menghasilkan produk GKP yang memiliki mutu tinggi.
- Masalah utama untuk penggantian proses sulfitasi menjadi proses karbonatasi adalah biaya investasi peralatan yang cukup besar serta biaya operasional yang tinggi.

Berikut ini adalah proses pengolahan GKP di Indonesia menggunakan proses pemurnian karbonatasi :

1. PROSES EKSTRAKSI

- Ekstraksi tebu dilakukan secara mekanis dengan menggunakan rol-rol gilingan pada stasiun gilingan. Pada setiap unit gilingan terjadi pemisahan tebu dengan ampas. Biasanya di pabrik pengolahan gula kristal putih, pada stasiun gilingan ini terdapat 5 set gilingan yang masing-masing set terdiri dari 3 buah roll gilingan seperti ilustrasi di bawah ini. Stasiun gilingan berfungsi untuk memisahkan sebanyak mungkin nira yang terkandung di dalam tebu dan meminimalkan nira ampas.



Gambar 24. Stasiun Gilingan

- Salah satu kendala yang dihadapi dalam pengolahan gula adalah terjadinya kerusakan pada unit gilingan, sehingga bisa mengakibatkan penundaan giling

dan hal tersebut dapat mengurangi perolehan rendemen. Semakin optimal proses pemerahan maka rendemen yang diperoleh juga optimal.

- Salah satu usaha yang dilakukan untuk mengekstrak nira adalah dengan pemberian air imbibisi sebanyak 20 – 25% dengan suhu 60 – 75° C. Suhu air imbibisi harus diperhatikan karena apabila di atas 75°C maka zat lilin yang terkandung dalam kulit tebu akan ikut terlarut sehingga dapat menyebabkan slip pada rol gilingan, sehingga mesin pada stasiun giling tidak dapat bekerja dengan baik, selain itu, hal tersebut juga dapat merusak sukrosa. Sedangkan apabila suhu air imbibisi di bawah 60°C pembukaan sel-sel yang menyimpan sukrosa tidak akan optimal. Penambahan air imbibisi juga harus diperhatikan karena apabila lebih dari 25% maka beban pada stasiun penguapan (*evaporator*) akan semakin berat sehingga energi yang dibutuhkan akan semakin banyak.
- Nira dengan kandungan sukrosa yang banyak, memiliki tingkat kemanisan yang cukup tinggi dan bersifat asam. Hal tersebut memudahkan mikroorganisme tumbuh dan berkembang biak jika tidak dilakukan proses selanjutnya dengan tepat. Oleh sebab itu, nira yang telah digiling harus ditambahkan biosida di dalam bak penampung nira. Di dalam bak penampung tersebut, diberikan susu kapur dengan tujuan untuk menaikan pH nira menjadi 6,5 (pH awal nira = 5,5), sebagai pereaksi awal untuk proses penetralan dan menekan aktivitas bakteri. Kemudian, nira dari bak penampung disaring menggunakan alat penyaring dan dialirkan ke bak penampung nira mentah. Selain penambahan susu kapur, nira juga ditambahkan dengan asam fospat [H_3PO_4]. Penambahan H_3PO_4 dilakukan sebagai awal dari pemurnian.
- Proses sanitasi pada unit gilingan juga sangat penting mengingat nira sangat rentan akan kerusakan. Sanitasi dan pembersihan yang dilakukan pada unit gilingan biasanya dilakukan secara rutin pada saat gilingan berhenti.

2. PEMURNIAN (PURIFICATION) MENGGUNAKAN METODE KARBONATASI

Pemurnian gula dilakukan di stasiun pemurnian dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran atau bahan bukan gula sebanyak-banyaknya dan menentukan kualitas gula yang dihasilkan. Pengaturan pH, waktu dan suhu optimal dalam proses pemurnian akan menghasilkan nira yang jernih serta kerusakan sukrosa yang seminimal mungkin.

a. Pemanasan pertama

Pada tahap pertama, dilakukan pemanasan terhadap jus nira hasil ekstraksi. Tujuan pemanasan pada *juice heater* I ($\pm 75^{\circ}\text{C}$) adalah untuk menghambat pertumbuhan bakteri, mempersiapkan suhu reaksi yang optimal untuk menunjang kecepatan reaksi di defekator dan reaktor karbonatasi serta untuk menekan kehilangan sukrosa seminimal mungkin akibat adanya *inverse* inversi. Jika suhu lebih dari 75°C maka dapat terjadi pemecahan sukrosa menjadi gula reduksi yang tidak dapat dikristalkan.

b. Defekasi

Sebenarnya proses defekasi ini sendiri sudah dikenal sejak awal pendirian pabrik gula di Jawa. Proses ini diperkenalkan tahun 1880 yaitu dengan menambahkan kapur tohor berlebihan pada nira encer dan membuang sisa kapur secara mereaksikannya dengan asam karbonat dengan proses sebagai berikut :

- Nira dingin atau nira yang sudah dipanasi ditambahkan kapur tohor
- Aduk dan panaskan lagi sampai mencapai suhu $80 - 90^{\circ}\text{C}$.
- Asam karbonat ditambahkan ke nira yang sudah didefekasi ini sampai menurunkan pH nira dan kemudian disaring.

Tujuan proses defekasi I untuk mencapai titik isoelektris dari koloid-koloid sehingga mempermudah proses koagulasi koloid dengan endapan yang terbentuk, menaikkan pH nira secara bertahap karena sakarosa akan mengalami kerusakan apabila kenaikan pH terlalu tinggi secara drastis dan penyempurnaan proses disosiasi pembentukan ion Ca^{2+} dalam nira mentah

sehingga reaksi pembentukan calcium fosfat maupun calcium sulfat lebih sempurna.

Sedangkan tujuan defekasi II adalah membentuk pH tinggi untuk mempersiapkan nira pada proses reaksi sulfatasi, semakin tinggi pH maka pembentukan endapan akan semakin banyak sehingga menyempurnakan proses koagulasi bahan-bahan bukan gula. Jika pH tidak mencapai 9,5 maka tidak akan terbentuk endapan kalsium sulfat sehingga kadar kapur nira encer menjadi tinggi.

c. Karbonatasi

Pada karbonatasi, leburan dibubuhi kapur (Ca(OH)_2) kemudian dialiri gas CO_2 dalam bejana karbonatasi, termasuk endapan kalsium karbonat yang akan menyerap pengotor termasuk zat warna. Sumber gas CO_2 berasal dari gas/asap yang berasal dari cerobong kecil yang telah dimurnikan melalui scrubber. Proses karbonatasi dilakukan 2 tahap:

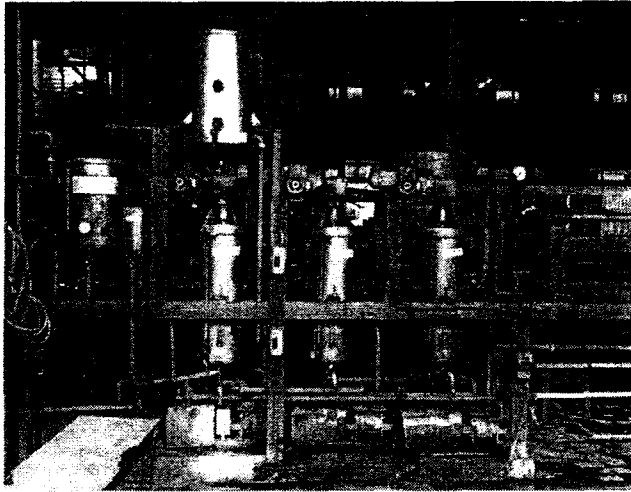
- (1) Dilakukan pembubuhan dengan kapur sebanyak 0,5 brix bersamaan dengan pengaliran CO_2 ekuivalen dengan penambahan jumlah kapur.
- (2) Pada karbonator akhir menyempurnakan reaksi dengan aliran CO_2 sampai pH turun di sekitar 8,5. Selanjutnya liquor ditapis pada penapis bertekanan (leaf filter) menghasilkan *filter liquor* dan *mud*

d. Filtrasi Raw Liquor

Liquor yang dihasilkan dari stasiun karbonatasi ditapis dengan *Pressure filter* 2 tahap. Untuk efektifitas penapisan digunakan *filter aid* 0,05% GKM, aplikasi dengan cara *precoating*. Hasil penapisan dinamai *filtered liquor* atau *brown sugar*.

Keberhasilan proses pemurnian tergantung pada tiga faktor penting yaitu temperatur, pH dan waktu tinggal. Perlu diingat bahwa sukrosa terhidrolisa dalam suasana asam dan membentuk karamel pada suhu tinggi. Sedangkan glukosa dan fruktosa terpecah pada suasana alkalis serta membentuk karamel pada suhu tinggi. Waktu tinggal erat hubungannya dengan homogenitas larutan, akan tetapi perlu diperhatikan optimal

prosesnya, sehingga dapat diperoleh pemurnian yang tinggi dengan kehilangan gula yang rendah.



Gambar 25. Contoh Stasiun Pemurnian Skala Kecil

3. PENGUAPAN (*EVAPORATION*)

Tujuan penguapan adalah untuk mengurangi kadar air yang terkandung di dalam nira sampai pada kekentalan nira tertentu sehingga diperoleh nira dengan kepekatan 60 - 64° Brix. Untuk itu dilakukan penguapan dalam satu unit tangki pemanasan awal (*preevaporator*) hingga mencapai titik didih nira (105°C) dan kemudian menggunakan beberapa unit evaporator vakum (4-6) unit yang disusun secara seri. Selama proses penguapan gula, pengawasan yang perlu dilakukan antara lain kehampaan badan penguapan, ketinggian badan pemanas, pengeluaran gas dan air embun.

Dalam sistem penguapan ini, tiap satuan badan pemanas dapat menguapkan air sebanyak jumlah badan penguapnya, sehingga 1 kg uap dapat menguapkan 5 kg air. Pada stasiun penguapan ini, mula-mula nira jernih dari stasiun pemurnian dipompa menuju *pre-evaporator* untuk pemanasan awal sehingga mengurangi beban penguapan bagi badan evaporator selanjutnya.

Setelah nira dikeluarkan dari *pre-evaporator* nira kemudian dialirkan menuju evaporator pertama. Kemudian selanjutnya menuju evaporator berikutnya sampai evaporator ke-5. Suhu yang digunakan untuk pemanasan nira ditiap evaporator terus menurun disertai dengan peningkatan kehampaan evaporator. Nira kental yang keluar dari badan evaporator masih berwarna gelap sehingga perlu dilakukan pemucatan pada proses pemurnian yang kedua atau karbonatasi II. Tahap ini bertujuan untuk mendapatkan warna gula yang putih dengan menggunakan belerang. Selain itu reaksi sulfitasi nira kental dapat membantu menurunkan viskositas nira agar proses pengkristalan dapat berjalan lancar. Nira yang semula memiliki pH 7 ditambahkan SO_2 agar pH nira mencapai 5,5 seperti pH awal nira.

Jus yang sudah jernih mungkin hanya mengandung 15% gula tetapi cairan (liquor) gula jenuh (yaitu cairan yang diperlukan dalam proses kristalisasi) memiliki kandungan gula hingga 80%. Evaporasi dalam 'evaporator majemuk' (multiple effect evaporator) yang dipanaskan dengan steam (uap) merupakan cara yang terbaik untuk bisa mendapatkan kondisi mendekati kejenuhan (saturasi).



Gambar 26. Contoh Stasiun Penguapan Skala Kecil

4. KRISTALISASI

Proses kristalisasi bertujuan untuk memekatkan nira kental, membentuk dan membesarkan kristal gula. Operasi yang terjadi pada stasiun masakan adalah kristalisasi yang artinya melakukan proses ekstraksi sukrosa dari nira.

Hal-hal yang harus diperhatikan dalam proses kristalisasi antara lain suhu, waktu dan keadaan larutan. Gula yang terkandung dalam nira kental tidak dapat di kristalisasi dengan sekali masak, karena itu proses kristalisasi dilakukan secara bertahap. Pada proses kristalisasi terdapat tiga tahap, yaitu :

- a. Tahap pemekatan nira, yaitu pemanasan nira sampai lewat jenuh. Keadaan lewat jenuh tersebut menyebabkan pembentukan suatu pola kristal sukrosa. Kristalisasi diusahakan terjadi pada suhu serendah mungkin, karena suhu tinggi dapat menyebabkan karamelisasi sukrosa. Untuk itu pan-pan masakan pada stasiun masakan dioperasikan dalam keadaan vakum.
- b. Tahap pembibitan, yaitu penambahan bibit kristal gula yang berfungsi sebagai inti kristal.
- c. Tahap pembesaran kristal, yaitu pembesaran inti kristal yang telah terbentuk dengan pelapisan molekul-molekul sukrosa pada inti kristal.

Proses kristalisasi dilakukan pada keadaan vakum agar tidak terjadi inversi dan tidak terjadi penguraian glukosa yang dapat berakibat terjadinya warna pada kristal gula dan mencegah terbentuknya kerak akibat pemanasan yang terus-menerus. Oleh sebab itu, tekanan vakum (minimal 60 cmHg) harus diperhatikan dalam proses masakan dan pan masak harus dijaga agar tidak berfluktuasi. Kenaikan suhu yang terlalu tinggi pada saat memasak gula dapat merusak sukrosa dalam nira kental.

Larutan gula yang keluar dari pan masakan masih dalam keadaan jenuh dan pada suhu yang relatif tinggi dan akan keluar melewati palung pendingin. Tujuan pendinginan adalah untuk mengusahakan agar proses kristalisasi terus berlanjut dengan semakin dinginnya masakan sehingga larutan lewat jenuh. Dalam suhu rendah tingkat kelarutan gula akan menurun sehingga proses kristalisasi akan terjadi. Agar molekul-molekul sukrosa dapat menempel pada bidang permukaan kristal yang telah ada, maka selama pendinginan terus

dilakukan pengadukan. Selain itu pengadukan juga berfungsi untuk mencegah terjadinya penggumpalan kristal.

Proses pengkristalan harus dapat memenuhi persyaratan sebagai berikut :

1. Diperoleh gula yang seragam (*uniform*)
2. Tidak terdapat kristal palsu (*false grain*)
3. Besar kristal yang cukup yaitu Berat Jenis Butir (BJB) 0,95 – 1,1 mm
4. Persentasi kristal lebih besar dibandingkan larutan yang melapisi
5. Waktu proses, sependek mungkin, pengoperasian dan mengoperasikan alat yang sederhana.



Gambar 27. Contoh Stasiun Masakan Skala Kecil

5. PEMISAHAN KRISTAL GULA (*SENTRIFUGASI*)

Pemisahan kristal gula dilakukan di stasiun putaran untuk memisahkan kristal gula dari larutannya (*stroop*) dan masakannya (*masquite*) dengan gaya sentrifugal. Waktu yang umum digunakan untuk proses sentrifugasi adalah 3 – 5 menit tergantung dari kekentalan nira.

Larutan induk hasil pemisahan dengan sentrifugasi masih mengandung sejumlah gula sehingga biasanya kristalisasi diulang beberapa kali. Sayangnya, materi-materi non gula yang ada di dalamnya dapat menghambat kristalisasi. Hal ini terutama terjadi karena keberadaan gula-gula lain seperti glukosa dan

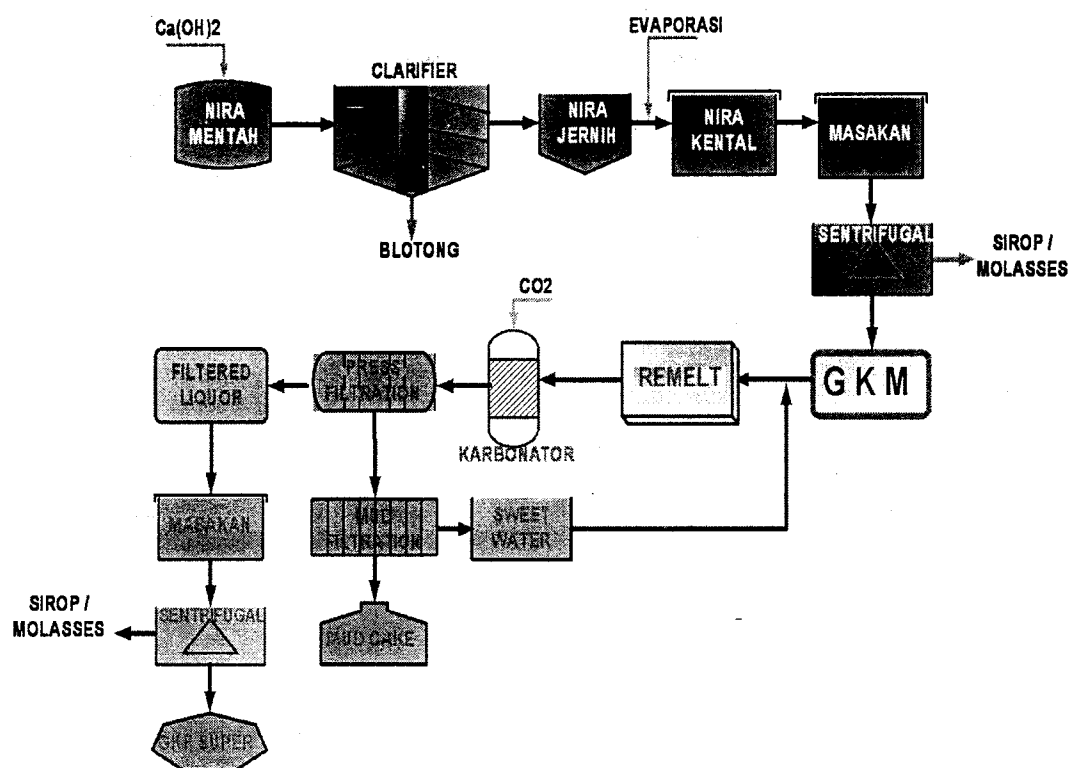
fruktosa yang merupakan hasil pecahan sukrosa. Oleh karena itu, tahapan-tahapan berikutnya menjadi semakin sulit, yang kemudian sampai pada suatu tahap dimana kristalisasi tidak mungkin lagi dilanjutkan.

Sebagai tambahan, karena gula dalam jus tidak dapat diekstrak semuanya, maka dihasilkan produk samping (*by product*) yang manis yang disebut molasses. Produk ini biasanya diolah lebih lanjut menjadi pakan ternak atau ke industri penyulingan untuk dibuat alkohol (etanol). Belakangan ini molases dari tebu di olah menjadi bahan energi alternatif dengan meningkatkan kandungan etanol sampai 99,5%.

6. PENYELESAIAN

Stasiun penyelesaian merupakan stasiun terakhir dalam proses pembuatan gula. Gula yang keluar dari puteran masih dalam keadaan basah dan panas, gula yang mengandung air akan lebih mudah rusak dibandingkan dengan gula yang kering. Untuk menjaga gula agar tidak mengalami kerusakan selama penyimpanan maka gula tersebut harus dikeringkan terlebih dahulu. Gula kristal yang baik mempunyai kadar air maksimal 0,1. Kenaikan kadar air gula dapat disebabkan oleh proses pengepakan dan penyimpanan gula yang kurang baik.

Pengeringan dilakukan dengan menghembuskan udara panas dapat dilakukan dengan cara alami melalui talang goyang. Pengeringan dengan menggunakan talang goyang membutuhkan ruangan yang lebih luas dibandingkan dengan cara pemanasan.



Gambar 28. Skema proses DRK (Defekasi Remelt Karbonatasi)

3.3 STANDARDISASI MUTU

Pada pabrik gula di Indonesia, penerapan mutu dilakukan bukan hanya pada produk akhirnya saja, melainkan juga hasil seluruh aliran prosesnya. Syarat mutu dimulai dari bahan baku tebu yaitu manis, bersih dan segar. Tebu yang manis adalah yang memiliki kandungan sukrosa tinggi. Tebu yang bersih adalah tebu yang bebas dari pengotor. Sedangkan tebu yang segar secara visual ditandai oleh bekas pemotongan yang masih basah, tidak keriput dan tidak berjamur.

Pengawasan mutu tebu pertama-tama dilakukan di lahan-lahan pertanian dengan analisa kemasakan (analisa pendahuluan) untuk menentukan tebu yang siap ditebang. Pengawasan mutu selanjutnya dilakukan di *emplacement* maupun di meja tebu. Kotoran yang dibawa oleh tebu dapat mengakibatkan kerugian yaitu meningkatnya kadar abu dan bahan-bahan terlarut dalam nira, penurunan

pemerahan nira mentah serta kehilangan gula dalam tetes dan ampas. Selain itu pucuk mempunyai rendemen yang rendah sehingga apabila terbawa pada proses pembuatan gula akan menurunkan rendemen.

Dalam pembuatan gula pasir, tebu akan diproses menjadi beberapa tahap. Tahap awal dimulai dari stasiun penggilingan. Agar tidak terjadi penyimpangan, maka pabrik gula di Indonesia memiliki beberapa analisa sebagai acuan mutu untuk setiap proses yang terjadi di stasiun pengolahan gula seperti tercantum pada tabel berikut ini.

Sample produk yang dihasilkan oleh pabrik gula biasanya akan di serahkan ke Pusat Penelitian Perkebunan Gula Indonesia (P3GI) untuk dianalisa. Berdasarkan mutu gula yang dikeluarkan oleh P3GI, produk gula akan diklasifikasikan menjadi mutu gula kristal putih I, II dan III sesuai dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) yang tertera pada tabel berikut.

Tabel 4. Syarat Mutu Gula Kistal Mentah sesuai SNI 3140.1 : 2008

NO	KRITERIA.UJI	SATUAN	PERSYARATAN
1.	Warna Larutan (ICUMSA)	IU	Min. 1200
2.	Susut Pengeringan (basis basah)	% fraksi massa	Maks 0,50
3.	Polarisasi (°Z, 20°C)	"Z"	Min 97,50
4.	Abu konduktivitas	% fraksi massa	Maks 0,40
5.	Kandungan gula tereduksi	% fraksi massa	Maks 0,40

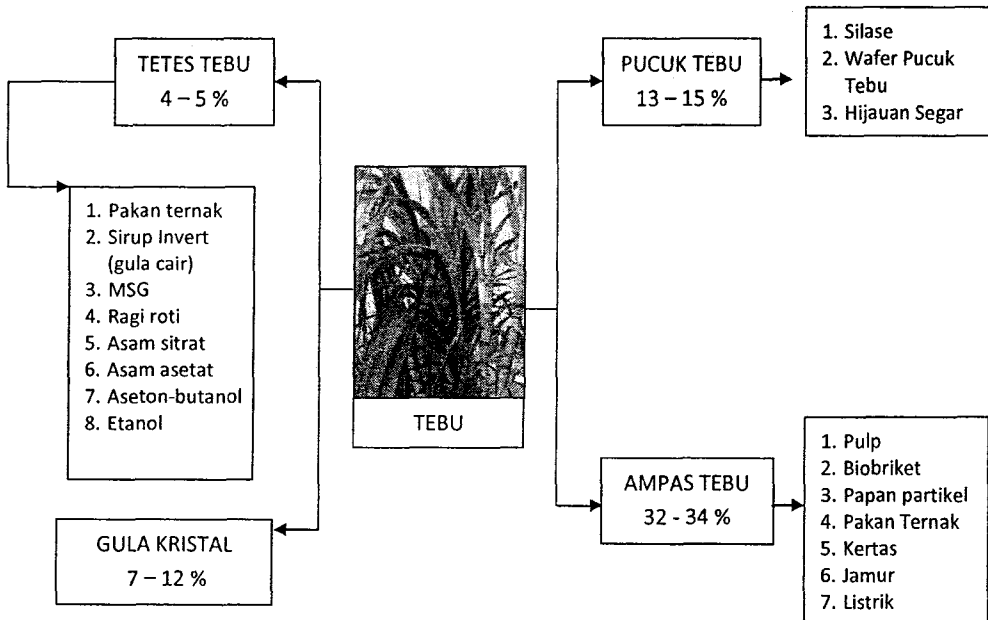
Tabel 5. Syarat Mutu Gula Kristal Putih sesuai dengan SNI 01-3140-2001

NO	KRITERIA UJI	SATUAN	PERSYARATAN		
			GKP 1	GKP 2	GKP 3
1.	Warna				
	1.1 Warna kristal	%	Min. 90	Min. 65	Min. 60
	1.2 Warna larutan (ICUMSA)	Iu	Maks. 250	Maks. 350	Maks. 450
2.	Besar jenis butir	Mm	0,8 – 1,2	0,8 – 1,2	0,8 – 1,2
3.	Susut pengeringan	% b/b	Maks. 0,10	Maks. 0,15	Maks. 0,20
4.	Polarisasi ($^{\circ}$ Z, 20 $^{\circ}$ C)	"Z"	Min. 99,6	Min. 99,5	Min. 99,4
5.	Gula pereduksi	% b/b	Maks. 0,10	Maks. 0,15	Maks. 0,20
6.	Abu	% b/b	Maks. 0,10	Maks. 0,15	Maks. 0,20
7.	Bahan asing tidak larut	Derajat	Maks. 5	Maks. 5	Maks. 5
8.	Bahan tambahan makanan :				
	Belarang dioksida (SO ₂)	Mg/kg	Maks. 30	Maks. 30	Maks. 30
9.	Cemaran logam :				
	9.1 Timbal (Pb)	Mg/kg	Maks. 2	Maks. 2	Maks. 2
	9.2 Tembaga (Cu)	Mg/kg	Maks. 2	Maks. 2	Maks. 2
10.	Arsen (As)	Mg/kg	Maks. 1	Maks. 1	Maks. 1

IV. PENGOLAHAN HASIL SAMPING

Sebagai salah satu komoditi penghasil gula, tebu berpotensi besar meningkatkan sumber pendapatan petani dimana produk olahan hasil samping tebu masih berpotensi untuk digali lebih jauh, baik sebagai produk substitusi impor maupun peluang ekspor.

Bahan baku produk hasil samping adalah sisa proses pengolahan tebu menjadi gula kristal, antara lain pucuk tebu, ampas tebu dan tetes tebu. Hasil samping proses tersebut pada saat ini dapat diolah lebih lanjut menjadi suatu produk baru yang memiliki nilai ekonomis yang lebih tinggi dibandingkan nilai asalnya.



Gambar 29. Pohon industri pengolahan hasil tebu

4.1 AMPAS TEBU

- Ampas tebu dapat diperoleh dari sisa ekstraksi nira dari tebu (saat penggilingan). Jumlah ampas yang dihasilkan sekitar 25- 32% berat tebu, namun biasanya ampas digunakan untuk bahan bakar boiler di pabrik gula.
- Dengan adanya kemajuan teknologi dan perkembangan kadar serat tebu, maka bisa diperoleh ampas tebu dengan jumlah yang lebih banyak. Jumlah ampas lebih (ampas surplus) tergantung kondisi peralatan dan efisiensi energy pabrik. Pada PG yang boros energy jumlah ampas tidak mencukupi untuk bahan bakar sehingga perlu suplesi bahan bakar lain dari luar pabrik. Konsumen pengguna ampas tebu sebagai bahan baku terutama di pulau Jawa antara lain pabrik kertas, pabrik jamur dan pabrik papan partikel. Selain itu, ampas tebu dapat diolah menjadi biobriket dan surfaktan.

1. Pengolahan Biobriket Dari Ampas Tebu

Pengolahan biobriket dari ampas tebu dapat dilakukan menurut proses berikut ini :

a. Pencampuran bahan baku

Batu bara, ampas tebu, jerami, bahan perekat dan batu kapur dicampur hingga rata dengan komposisi batu bara : *biomass* = 66,6%, 50% : 50% .

b. Pencetakan biobriket

Bahan baku yang telah tercampur rata dimasukkan ke dalam cetakan yang berbentuk silinder dengan diameter 1,5 cm dan tinggi 2,2 cm.

c. Pengepresan

Bahan baku dimasukkan ke dalam cetakan, kemudian dilakukan pengepresan dengan tekanan 100 kg/cm² dan didiamkan selama 10 menit. Setelah itu biobriket dikeluarkan dari cetakan dan dikeringkan di tempat yang tidak terkena sinar matahari secara langsung selama 3 hari.

2. Pengolahan Pakan Ternak Dari Ampas Tebu

Setiap 10 ton ampas tebu diperlukan 10 kg probiotik Starbio 10 kg pupuk Urea, 2 kg pupuk TSP atau SP36, 2 kg pupuk ZA. Seperti halnya pada jerami padi. Urea diperlukan untuk meningkatkan kadar protein ampas tebu. Starbio dengan kandungan mikrobanya diperlukan untuk mengurai lignin dan selulosa serat kasar sehingga memiliki pencernaan yang memenuhi syarat untuk ternak. Pupuk TSP atau SP36 sebagai sumber phosphor. Pupuk ZA sebagai sumber Sulfur. Nitrogen diperlukan untuk menstimulir mikroba pengurai pada starbio sehingga menjadi lebih aktif.

3. Pengolahan Bioetanol dari Ampas Tebu

a. Pretreatment

Pretreatment berfungsi untuk mendegradasi ampas menjadi komponen selulosa, lignin, dan hemiselulosa.

b. Sakarifikasi

Pada sakarifikasi, selulosa dihidrolisa menjadi gula (glukosa) yang akan menjadi bahan baku fermentasi

c. Fermentasi

Unit fermentasi berfungsi untuk mengubah nira jernih menjadi etanol, melalui aktivitas fermentasi ragi. Jumlah unit fermentasi biasanya terdiri dari beberapa unit (batch) atau sistem kontinyu tergantung kepada kondisi dan kapasitas pabrik. Beberapa nutrisi ditambahkan untuk optimalisasi proses. Etanol yang terbentuk dibawa ke dalam unit destilasi.

d. Destilasi

Unit destilasi berfungsi untuk memisahkan etanol dari cairan lain khususnya air. Unit ini juga terdiri dari beberapa kolom destilasi. Etanol yang dihasilkan biasanya memiliki kemurnian sekitar 95-96%. Proses pemurnian lebih lanjut akan menghasilkan etanol dengan tingkat kemurnian lebih tinggi (99%/ethanol anhydrous), yang biasanya digunakan sebagai campuran "unleaded gasoline" menjadi gasohol.

4.2 PENGOLAHAN TETES TEBU

Tetes tebu diperoleh dari proses pemisahan kristal di pabrik gula. Tetes masih mengandung gula cukup potensial untuk dimanfaatkan. Kadar gula total dalam tetes berkisar antara 50 – 65 %. Jumlah tetes yang dihasilkan berkisar 3 -4% dari berat tebu. Produk olahan dari tetes tebu antara lain adalah alkohol (bioetanol), sirup invert (gula cair), asam asetat, *Monosodium Glutamat* (MSG), ragi roti, asam sitrat dan beberapa produk derivat etanol lainnya.

4.3 PENGOLAHAN PUCUK TEBU

Pucuk tebu dapat diperoleh dari 5 – 6 helai daun tebu yang terhitung dari bagian atas tebu. Menurut hasil penelitian, dapat diperoleh pucuk tebu sekitar 15 % dari keseluruhan berat tebu. Di pulau Jawa sekitar 50% pucuk tebu diambil oleh petani sebagai pakan ternak sapi. Dengan kondisi tersebut (tahun 2000), diperkirakan potensi pucuk tebu yang digunakan sebagai bahan baku *wafer pucuk tebu* adalah 2.8 juta ton per tahun. *Wafer pucuk tebu* atau juga dikenal sebagai 'pucuk tebu kering' merupakan produk olahan pucuk tebu yang memiliki nilai tambah cukup baik. Produk ini dapat diekspor ke Jepang dan Korea dengan nilai berkisar antara US\$ 120 – 180 per ton produk (FOB). Produk ini memiliki pasar di Jepang sebagai pakan sapi untuk produksi daging.

V. PETA POTENSI PRODUKSI GULA

Produksi tebu yang akan diolah menjadi gula merah umumnya berasal dari tebu rakyat yang penanamannya tersebar di berbagai provinsi sentra produksi tebu rakyat, Penyebaran areal tebu dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 6. Luas Areal dan Produksi Tebu Rakyat di Indonesia Tahun 2008

NO.	PROVINSI	LUAS AREAL (HA)	PRODUKSI (TON)
1	Jawa Timur	144,367	856,066
2	Lampung	69,477	69,477
3	Jawa Tengah	52,054	259,471
4	Jawa Barat	10,457	58,369
5	Sumatera Utara	616	2,187
6	Sumatera Selatan	266	1,016
7	DI Yogyakarta	3,456	13,790

Dalam rangka mendukung pengembangan gula, Departemen Pertanian melalui Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian melakukan berbagai kegiatan, diantaranya melakukan fasilitasi unit pengolahan gula, pendampingan dan pengawalan pengembangan gula serta penyediaan pedoman pengolahan gula.

Adapun penyebaran Unit Pengolahan Gula Merah skala kecil yang berasal dari Ditjen Pengolahan dan Pemasaran Hasil Pertanian melalui bantuan dana Tugas Pembantuan yang ada sampai saat ini adalah sebagai berikut:

Tabel 7. Penyebaran Dana Tugas Pembantuan Komoditi Gula Tahun 2006-2011

KABUPATEN	KOMODITI	UPH	TAHUN
Kab Karo	Aren	mesin pengolahan gula semut	2008
Kab Kerinci	tebu	- Pengadaan alat pengolahan gula tebu	2006
Kab Belitung Timur	kelapa	- Pengadaan peralatan pengolahan kelapa terpadu	2006
		- Pengadaan peralatan pengolahan gula aren	
Kab Garut	tebu	- Pengadaan alat peng. gula cako tebu	
	tebu	penghadaan alat pengolahan gula tebu	2009
Kab Banyumas	gula kelapa	- Pengadaan alat pengolah gula kelapa	2006
Kab. Banjarnegara	Kelapa	Pengolahan agroindustri kelapa	2008

KABUPATEN	KOMODITI	UPH	TAHUN
Kab. Jombang	Tebu	Agroindustri gula merah	2010
Kab. Lumajang	Tebu	Pengemb. Agroind. Gula merah	2008
	Tebu	Pengemb. Agroind. Gula merah	2009
Kab Sumbawa Barat	kelapa	- Pengadaan alat pengolah gula aren	2008
Kab Sumbawa	kelapa	- Pengadaan alat pengolah gula aren	2008
Kab Pontianak	kelapa	- Pengadaan alat pengolah kelapa (gula semut)	2006
Kab Tanah Bumbu	tebu	- Pengadaan alat pengolahan gula merah	2006
Kab. Donggala		Alat pengolah gula merah/gula kelapa	2006
Kab Mamuju	kelapa	Pengadaan alat pengolah gula merah	2006
Kab Polewalimandar	kelapa	Pengadaan alat pengolah gula merah	2006
		Pengadaan alat pengolah gula semut	
Kab Majene		Pengadaan alat pengolah gula merah	2006
Propinsi Sulut	gula aren	Pengolahan gula aren	2007
Kab. Sorong Selatan	aren	Pengembangan agroindustri pengolahan gula aren	2009
Kab Halmahera Utara	kelapa	Pengadaan Peralatan Pengolahan Gula Aren	2009

Produksi tebu dan gula putih yang berasal perusahaan besar swasta nasional di Indonesia dapat dilihat sebagai berikut:

Tabel 12. Taksasi Produksi Maret 2010 (MTT 2009/2010)

NO	PERUSAHAAN GULA/ PABRIK GULA	LUAS TANAMAN (HA)	TEBU GILING		RENDEMEN	HABLUR	
			JUMLAH (TON)	PRODUKTIVITAS (TON/HA)		JUMLAH (TON)	PRODUKTIVITAS (TON/HA)
	JAWA						
1	PTP Nusantara IX	33,370.00	2,171,833	65.10	7.66	166,357.00	4.99
2	PTP Nusantara X	67,256.80	5,372,901	79.90	8.30	445,812.00	6.63
3	PTP Nusantara XI	70,992.50	5,692,350	80.20	7.91	450,084.00	6.34
4	PT Rajawali	59,388.00	4,725,618	79.60	7.96	375,957.00	6.33
5	PT Kebon Agung	28,638.50	1,971,500	68.80	7.51	148,010.00	5.17
6	PT Madu Baru	6,581.00	520,000.	79.00	7.60	39,520.00	6.01
7	PT IGN	1,534.30	108,021.	70.40	7.29	7,878.00	5.13
8	PT Pakis Baru	4,500.00	324,000.	72.00	7.25	23,490.00	5.22
	Jumlah JAWA	272,261.10	20,886,223.	76.70	7.93	1,657,108.00	6.09
	LUAR JAWA						
1	PTP Nusantara	8,585.10	516,135.00	60.10	6.51	33,580.00	3.91

NO	PERUSAHAAN GULA/ PABRIK GULA	LUAS TANAMAN (HA)	TEBU GILING		RENDEMEN	HABLUR	
			JUMLAH (TON)	PRODUKTIVITAS (TON/HA)		JUMLAH (TON)	PRODUKTIVITAS (TON/HA)
2	PTP Nusantara	29,250.10	2,078,590.	71.10	8.39	174,463.00	5.96
3	PTP Nusantara	12,062.30	561,909.	46.60	7.02	39,474.00	3.27
4	PT Gunung Madu Plantations	28,317.00	2,322,000.	82.00	9.30	216,000.00	7.63
5	PT Sugar Grup	62,376.00	4,975,630.	79.80	9.13	454,108.00	7.28
6	PT PG Gorontalo	6,879.00	507,597.	73.80	6.50	32,994.00	4.80
7	PT Pemuka Sakti Manis Indah	10,000.00	730,000.	73.00	7.70	56,200.00	5.62
8	PT Laju Perdana Indah	8,000.00	680,000.	85.00	8.50	57,800.00	7.23
	Jumlah LUAR JAWA	165,469.50	12,371,861	74.80	8.61	1,064,618.70	6.43
	Jumlah INDONESIA	437,730.60	33,258,084.	76.00	8.18	2,721,726.70	6.22
	Idle Capacity:						

V. FORMULASI PERHITUNGAN BIAYA USAHA

Tabel 14. Pabrik gula mini dengan kapasitas giling 50 TCD dan Perkiraan Harga :

No	Uraian	Kebutuhan		Harga Satuan	Harga Total
		Jumlah	Satuan	(Rp. 1000)	(Rp. 1000)
A. Unit Pembangkit					
1	Boiler dan turbin penggerak gilingan	1	unit	2,000,000	2,000,000
	lengkap dengan perpipaan				
B. Unit Pemerahan					
1	Peralatan Penerimaan Tebu	2	unit	50,000	100,000
2	Meja Tebu dan Kelengkapannya	1	unit	75,000	75,000
3	Cane Loading dan Unloading	1	unit	100,000	100,000
4	Shredder	1	unit	40,000	40,000
5	Gilingan Tebu	3	unit	175,000	525,000
6	Blower Ampas	1	unit	100,000	100,000
7	Pengering Ampas	1	unit	95,000	95,000
8	Transfer Ampas	1	unit	40,000	40,000
C. Unit Pengolahan					
C.1. Pemurnian					
1	Tangki penampung nira	1	unit	30,000	30,000
2	Pompa Nira	2	unit	15,000	30,000
3	Tangki susu kapur	1	unit	20,000	20,000
4	Pompa Susu Kapur	2	unit	10,000	20,000
4	Juice heater I, 75 oC	1	unit	70,000	70,000
5	Tangki reaksi	1	unit	15,000	15,000
6	Pengendapan (settling)	1	unit	100,000	100,000
7	Filter	1	unit	35,000	35,000
8	Juice heater II, 105 oC	1	unit	70,000	70,000
9	DSM Screen 200 mesh dan Accessories	1	unit	75,000	75,000
10	Tangki Nira Tapis	1	unit	15,000	15,000
11	Tangki Nira Jernih	1	unit	30,000	30,000
C.2. Penguapan					
1	Pan Penguapan (Evaporator)	2	unit	750,000	1,500,000
2	Condensor dan Perpipaan	1	unit	100,000	100,000
3	pompa vacuum	2	unit	35,000	70,000
C.3. Masakan					
1	Vacuum pan	2	unit	750,000	1.500,000
2	Condensor dan Perpipaan	2	unit	100,000	200,000

No	Uraian	Kebutuhan		Harga Satuan	Harga Total
		Jumlah	Satuan	(Rp. 1000)	(Rp. 1000)
3	pompa vacuum	3	unit	35,000	105,000
4	Cystralizer (palung pendingin)	2	unit	150,000	300,000
5	Puteran	2	unit	750,000	1.500,000
6	Tangki tetes	1	unit	150,000	150,000
D. Penyelesaian					
1	Talang goyang	1	set	300,000	300,000
2	Timbangan Gula	1	unit	25,000	25,000
3	Mesin jahit karung	1	unit	7,500	7,500
E. Gedung dan Kantor					
1	Atap dan Bangunan Pabrik serta Kantor	1	unit	350,000	350,000
2	Gudang Gula	1	unit	100,000	100,000
3	Perpipaan air, pompa dan accessories	1	unit	250,000	250,000
4	Fondasi mesin	1	unit	150,000	150,000
F. Electrical dan Panel		1	unit	150,000	150,000
TOTAL		-	-	-	10.342,500

DAFTAR PUSTAKA

Dumma, Netty. 2010. *Pengaruh Penambahan Tepung Kemiri Pada Nira Aren Selama Penyimpanan Terhadap Karakteristik Gula Merah*. Balai Besar Industri Hasil Perkebunan (BBIHP), Makasar.

Gautara dan Wiyandi, S. 1975. *Dasar Pengolahan Gula I – II*. THP – FATEMETA, IPB, Bogor.

<http://elsafta.wordpress.com/2010/03/29/panduan-operasi-mesin-produksi-gula-merah-aren-tipe-open-pan-evaporator>

kebun aren Nunukan; Maret 15, 2011;
<http://kebunaren.blogspot.com/2011/03/maksimalisasi-produksi-nira-elalui.html>

Tim Peneliti. 2009. *Pengembangan Teknologi Produksi Gula Merah dalam Rangka Peningkatan Mutu*. Departemen Perindustrian, Jakarta

Sardjono. 2008. *Mempelajari Mutu Gula Merah Cetak dan Gula Merah Serbuk Selama Penyimpanan*. Balai Penelitian Makanan dan Fitokimia Balai Besar Litbang Industri Hasil Pertanian (BBPPIHP), Bogor.

Sardjono dan M.A Dachlan. 1998. *Penelitian Pencegahan Fermentasi pada Penyadapan Nira Aren sebagai bahan Baku Pembuatan Gula Merah*. Balai Penelitian Makanan dan Fitokimia Balai Besar Litbang Industri Hasil Pertanian (BBPPIHP), Bogor.

Solechan dan Sumadyo Raharjo. 2007. *Uji Coba dan Optimalisasi Nira Aren (Arenga Pinata)*. Balai Besar Industri Agro, Agro.

Susanto, Eko dan Asep Subandi. 2010. *Memasyarakatkan Pengolahan Gula Tebu Rakyat*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Industri Hasil Pertanian, Jakarta.

Winarno, F.G. 1983. *Enzim Pangan*. Gramedia, Jakarta

TIM PENYUSUN

