



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.2 Uraian Proses

##### II.1.1 Persiapan Tebu dan Stasiun Gilingan

Persiapan tebu sangat penting dalam pelaksanaan proses pemerahan dengan didukung oleh alat kerja pendahuluan yang fungsinya adalah untuk mempersiapkan bahan baku agar siap diperah di stasiun gilingan dengan cara mencabik batang tebu sehingga sel sel tebu dapat terbuka. Dengan demikian, pada saat pemerahan dapat berlangsung dengan mudah. Dengan persiapan tebu yang baik diharapkan kerja gilingan tidak terlalu berat. Selain itu pentingnya persiapan tebu adalah untuk meningkatkan kapasitas dan meningkatkan pemerahan nira.

Pada PG Ngadirejo Kediri, alat alat pendahuluan yang digunakan adalah *Leveller*, *Cane Cutter I*, *Cane Cutter II*, dan *Unigrator*. *Leveller* berfungsi untuk meratakan dan mengatur ketinggian level umpan tebu yang masuk menuju kreypek atau *feeding roll*. *Cane Cutter I*, *Cane Cutter II* berfungsi untuk memotong tebu menjadi ukuran yang lebih pendek. Proses selanjutnya yaitu menuju unigrator untuk menumbuk tebu, terutama bagian tebu yang keras seperti ruas ruas tebu dan membuka sel sel tebu agar digiling nira dapat terperah. Operasi persiapan tebu diawali dari proses pemindahan dan pembongkaran tebu oleh *cane crane* dari truk / lori menuju meja tebu. Dari meja tebu diumpankan dengan bantuan *leveler* ke dalam *Cane Feeding* untuk selanjutnya dibawa oleh *Cane Carrier* menuju *Cane Cutter* untuk proses pemotongan dan pencacahan menjadi bagian yang lebih kecil . Kemudian menuju ke *Unigrator* untuk ditumbuk sehingga sel sel batang tebu dapat terpecah dan terbuka sehingga memudahkan proses ekstraksi. Setelah melalui proses persiapan maka proses selanjutnya adalah pemerahan cacahan tebu. Pemerahan tebu adalah dilakukan dengan alat pemerah yang biasa disebut gilingan. PG Ngadirejo menggunakan 5 (lima) unit gilingan dimana masing-masing terdiri atas roll pengumpan, roll atas, roll muka, dan roll belakang. Nira yang terperah memiliki pH yang rendah sekitar 5,4 sehingga ditalang penyaringan nira, Nira Perahan Pertama diberi preliming untuk menaikkan pH nira menjadi 6,5 dengan



konsentrasi 4° Be, Selain itu susu kapur dapat digunakan untuk menekan perkembangan biakan mikroba pada suasana asam.

### II.1.2 Stasiun Pemurnian

Tujuan dari stasiun pemurnian adalah menghilangkan kotoran atau bukan gula dalam nira sebanyak mungkin dengan cara mudah, murah serta tidak menimbulkan kerusakan sukrosa dalam waktu yang relatif pendek. Dalam hal ini bahan yang digunakan sebagai basa adalah susu kapur dalam bentuk susu kapur yang akan bereaksi dengan phosphate. Hasil reaksi tersebut akan menyerap kotoran yang melayang. Nira mentah yang dihasilkan dari perahan gilingan disaring kedalam *rotary scous* yang kemudian masuk ke dalam bak nira mentah yang sebelumnya ditambahkan enzim *Dextranase* yang berfungsi sebagai pembunuh mikroba yang ada dalam nira kemudian kembali disaring melalui saringan DSM, pada bak penampung nira mentah ditambahkan asam *phosphate* ( $H_3PO_4$ ), selanjutnya nira tersebut dipompa ke pemanas I untuk dipanaskan hingga suhu 75 °C -80°C.

Dengan tujuan untuk membantu proses pengendapan antara nira dengan susu kapur, mencegah dan mematikan mikroba serta mempercepat reaksi. Setelah dipanaskan nira masuk ke defekator I untuk ditambah susu kapur dengan konsentrasi 15°Be sampai pH 7,0-7,2 dengan maksud nira dinetralkan agar tidak terjadi inverse, waktu tinggal di defekator I yaitu 2,5 menit - 3 menit. Kemudian masuk ke defekator II dengan pH 8,8 yaitu untuk menaikkan pH yang tadinya hanya 7,0 menjadi 8,0-9,0. Selain hal itu penambahan susu kapur di defekator II yaitu untuk membentuk inti endapan  $Ca_3(PO_4)_2$ . Pada defekator II waktu tinggalnya 3 detik. Kemudian menuju sulfur tower direaksikan dengan  $SO_2$  dengan pH 7,0 dengan tujuan untuk menetralkan kelebihan kapur dan membentuk endapan *calcium* sulfit ( $CaSO_3$ ) yang menyelubungi endapan  $Ca_3(PO_4)_2$ .

Nira mentah tersulfiltir dipompa ke pemanas II hingga suhu 105 °C -110° C dengan tujuan untuk mempermudah pengendapan dan menghilangkan buih buih yang ada dalam nira . Kemudian masuk ke *flash tank* dengan tujuan untuk mengeluarkan gas gas dalam nira supaya tidak menghambat proses pengendapan . Selanjutnya nira masuk ke dalam *snow bailing tank* untuk ditambahkan flokulan



sebanyak 3 ppm agar terbentuk endapan yang besar dan kuat. Setelah melalui *snow bailing tank* nira masuk ke dalam *clarifier*, pada *Clarifier* waktu tinggalnya yaitu 3 jam kemudian nira jernih disaring pada saringan DSM *Screen* dan hasilnya ditampung pada peti nira encer, sedangkan nira kotor ditambahkan bagasilo yang bertujuan untuk membuka pori pori nira kotor agar mempermudah pemisahan antara nira tapis dan blotong. Setelah ditambah bagasilo nira kotor dimasukkan ke dalam *rotary vacuum filter* sehingga diperoleh nira tapis yang dikembalikan ke nira mentah tertimbang dan hasil samping blotong.

### II.1.3 Stasiun Penguapan

Penguapan adalah proses perubahan fase cair menjadi uap, proses ini berlangsung jika dalam zat cair (nira) diberikan energi panas sehingga akan terjadi perbedaan suhu yang merupakan daya dorong dalam proses penguapan. Tujuan dari Stasiun Penguapan adalah untuk menguapkan air sebesar kurang lebih 80% dari dalam nira encer hasil stasiun pemurnian sampai konsentrasi mendekati titik jenuh dengan biaya semurah murahnya dan kehilangan gula sekecil kecilnya sehingga diperoleh nira kental dengan densitas 30-32 ° Be atau 60 - 64 % Brix . PG Ngadirejo memiliki 8 badan penguapan (*Evaporator*) dengan menggunakan *system quintuple effect* yaitu sistem penguapan bertingkat yang terdiri dari lima buah badan penguapan yang disusun secara parallel dengan tujuan untuk mempermudah proses penguapan dan dilengkapi dengan kondensor untuk membuat kondisi *vacuum* pada badan *evaporator* akhir *Evaporator* yang digunakan hanya tujuh *evaporator* dan satu buah *evaporator* digunakan sebagai cadangan. Uap pemanas yang digunakan adalah uap bekas dari turbin gilingan. Uap pemanas ini dimasukkan hanya ke tromol badan pertama, maka badan pertama menghasilkan uap nira pertama, uap nira pertama dialirkan ke tromol badan kedua menghasilkan uap nira untuk tromol badan ketiga dan seterusnya sampai badan tromol lima. Kemudian uap nira dari badan tromol ke lima menuju ke kondensor.

Dengan menggunakan uap bekas maka dapat menghemat penggunaan uap sehingga dapat efisien. Uap bekas dipakai karena :

1. Mempunyai suhu dan tekanan yang diperbolehkan masuk pada BP 1, yang dibolehkan kurang lebih 0,7-0,1 cmHg dan temperature 125 °C



2. Di *evaporator* panas yang dipakai adalah panas latent penguapan yang jumlahnya lebih besar dari panas sensible

Untuk mendapat nira kental yang diinginkan perlu memperhatikan :

1. *Vacuum*, tekanan uap bekas atau uap pemanas dan kelancaran kondensat
2. Luas bidang pemanas tiap badan
3. Karakteristik bidang pemanas yaitu koefisien perpindahan panas

#### II.1.4 Stasiun Pemasakan

Kristalisasi merupakan proses pengkristalan molekul molekul sukrosa dari bentuk cair ke bentuk padat / kristal, pada pan kristalisasi dengan cara menguapkan airnya secara terkendali. Tujuan dari stasiun kristalisasi adalah merubah semua gula yang ada dalam larutan nira kental kedalam bentuk kristal yang mempunyai ukuran (0,8-1,1) mm. Target proses di stasiun masakan sebagai berikut:

1. Graining volum pan yaitu 200 hl & volume efektif 400 hl.
2. HK masakan A >80% dan >95% brix, Besar Butir Bibitan masakan kurang lebih 0,5 mm dengan kondisi kristal rapat dan rata, besar butiran gula produk SHS 0,9 -1,16 mm, hampa vacuum pan kurang lebih 62 cmHg, tekanan uap nira antara 0,3-0,5 kg/cm<sup>2</sup>.
3. HK masakan C > 72-74 % dan >97 % brix, besar butir bibitan masakan ialah 0,3 mm, besar butiran gula C 0,83 mm, hampa dalam *vacuum pan* 62cmHg, dan tekanan uap nira antara 0,3-0,5 kg/cm<sup>2</sup>.
4. HK masakan D >60 % dan > 98 % brix, besar butir bibitan masakan kurang lebih 0,3 mm, besar butiran gula D 0,58 mm, hampa *vacuum pan* 64 cmHg, tekanan uap nira antara 0,3-0,5 kg/cm<sup>2</sup>.

##### II.1.4.1 Persiapan Bahan

Untuk masakan tingkat (ACD) bahan bahan yang harus disediakan adalah :

##### Masakan A:

1. Klare SHS
2. Nira Kental
3. Leburan Gula C dan D2

##### Masakan C:

1. Gula D2



2. Stroop A
3. Nira Kental

**Masakan D1:**

1. Bibitan D2
2. Stroop C
3. Klare D

**Masakan D2:**

1. Stroop A
2. Fondan

**II.1.4.2 Membuat Masakan D**

Nira Kental tersulfitir masuk ke *Pan* masakan nomor 3 (D2) untuk membentuk bibitan D dengan cara memanaskan stroop A sebanyak 200 HL. Kemudian dipekatkan dan ditambah bibit *fondant* sebanyak 180 mL yang berfungsi untuk memicu terbentuknya kristal. Selanjutnya ditambah lagi dengan stroop A hingga tercapai volume 400 HL. Pada *pan* no 3 suhu yang digunakan adalah 60-70°C dengan tekanan *vacuum* minimal 60 cmHg dan tekanan uap sebesar 0,5 kg/cm<sup>2</sup>. Kemudian setelah tercapai volume 400 HL dan nira menjadi tua, gula D2 dibagi menjadi 2 *pan*, 200 HL untuk *pan* nomor 1 dan 200 HL untuk *pan* nomor 2. Proses pembentukan gula D1 adalah dengan memanaskan campuran 200 HL bibitan D2, stroop C atau klare D pada *pan* 1 maupun *pan* 2.

Setelah tercapai gula kristal maka gula diturunkan menuju palung pendingin D1 untuk didinginkan dan diaduk agar gula tidak menggumpal sehingga dapat meringankan beban kerja pada RCC dan dapat terjadi kristalisasi lanjutan. Selanjutnya gula D1 dipompa menuju RCC (Rapid Cooler Crystalizer) untuk mengalami proses pendinginan lebih maksimal dan untuk proses kristalisasi lanjutan yang lebih optimal. Suhu gula yang masuk RCC ialah sekitar 65-70°C. Setelah melewati RCC maka gula D masuk ke dalam *Re heater* untuk pemanasan kembali dengan menaikkan suhu menjadi 55 °C. Hal tersebut bertujuan untuk menurunkan viskositas pada masakan D1 sebelum masuk ke putaran LGF D1, sehingga dapat meringankan kerja puteran. Kemudian gula D masuk ke dalam Putaran LGF D1 dengan suhu 45-50 °C yang bertujuan untuk memisahkan anatar



gula D dengan tetes Gula D kemudian diproses lagi diputaran LGF untuk mendapatkan gula D2 yang digunakan untuk masakan C. Selain diperoleh gula D2 juga diperoleh klare D. Klare D tersebut digunakan untuk bahan masakan D, sedangkan gula D2 ditarik menuju pan masak C.

#### **II.1.4.3 Membuat Masakan C**

Bahan untuk membuat masakan gula C adalah gula D2 ditambah dengan stroop A. Jika HK tidak tercapai maka ditambahkan nira kental atau klare SHS. Setelah dipanaskan di pan masakan C kemudian diturunkan menuju palung untuk didinginkan dan diaduk agar gula tidak menggumpal dan untuk mempertahankan ukuran kristal. Selanjutnya dipompa menuju putaran LGF C untuk diputar dengan tujuan memisahkan antara stroop C dan Gula C. Stroop C digunakan untuk bahan masakan gula D. Sedangkan gula C digunakan untuk bahan masakan A. Dibawah *pan* masak C terdapat *Remel tank* yang berfungsi sebagai penampung leburan dari kelebihan gula C dan gula D dengan penambahan air dan pemanasan serta pengadukan. Leburan Gula C dan D akan digunakan sebagai bahan masakan A .

#### **II.1.4.4 Membuat Masakan A**

Bahan untuk membuat masakan gula A adalah nira kental tersulfitir, klare SHS, leburan gula C dan D. Kristal yang terbentuk dapat dibesarkan dengan penarikan klare SHS hingga tercapai volume 400 HL pada *pan* no 5-11. Setelah gula masak dan kristal berukuran 0,8-1,1 mm lalu gula diturunkan ke palung untuk ditarik menuju ke putaran HGF A untuk diputar pada suhu 60 °C dengan tujuan untuk memisahkan stroop A dan gula A. Stroop A digunakan untuk bahan masakan C dan Masakan D. Gula A diputar kembali di puaran HGF SHS untuk memisahkan antara klare SHS dan gula produk. kisaran brix yang telah ditentukan yaitu

1. Masakan A = 94-95
2. Masakan C = 96-97
3. Masakan D = 98-99



#### II.1.4.5 Menurunkan Masakan

Untuk menurunkan masakan harus memenuhi beberapa persyaratan dibawah ini :

- a. Ukuran kristal standar
- b. Tidak ada kristal palsu
- c. Volume masakan mencapai kurang lebih 400 HL

Sedangkan untuk menurunkan masakan langkahnya sebagai berikut:

- a. *Steam* atau uap yang digunakan sebagai bahan pemanas ditutup (Asfluitter ube ditutup).
- b. Asfluitter pipa yang menghubungkan nira ke udara luar dibuka ( buang vacuum), maka tekanan dalam pan naik atau hampa turun.
- c. Asfluitter bobolan dibuka untuk mengeluarkan masakan, masakan akan turun melewati talang dibawah pan kemudian masuk ke dalam palung pendingin, jika masakan sudah turun semuanya maka *pan* kristalisasi tersebut dikrengseng untuk membersihkan sisa gula dalam *pan*.
- d. Kemudian pipa bobolan ditutup lagi dan selanjutnya ditarik *vacuum* dan *pan* siap dioperasikan lagu untuk dipakai memasak.

**Tabel II.1 Waktu Pada Masakan A, Masakan C, dan Masakan D**

Masakan	Waktu Masak
A	$\geq 3,5$ Jam
C	$\geq 2,5$ Jam
D1	$\geq 2$ Jam
D2	Tergantung kondisi masakan

#### II.1.5 Stasiun Pemutaran

Tujuan dari stasiun pemutaran adalah memisahkan kristal gula dari larutan dari larutannya dengan gaya centrifugal. Pemisahan antara larutan dengan kristal masakan dilakukan dengan cara menyaring. Alat putaran dilengkapi dengan saringan didalamnya, sehingga larutan akan lolos menembus saringan dan kristal akan tertekan disaringan. Pemisahan dibagi menjadi tiga tahap :

1. Pemisahan kelebihan stroop disekitar kristal
2. Pemisahan diantara rongga kristal dengan stroop



3. Pemisahan stroop yang menempel pada kristal

#### II.1.5.1 Proses penyaringan

1. Larutan induk (stroop atau klare yang bebas dari kristal gula) akan keluar lebih dahulu melalui saringan dengan adanya gaya centrifugal
2. Stroop yang masih berada diantara kristal akan terpisah dengan adanya gaya sentrifugal melewati sela sela kristal dan menembus saringan pada talang.
3. Stroop yang masih menempel pada kristal akan dipisahkan dengan air pencuci. Air pencuci yang diberikan di dalam puteran bersuhu dingin yang berfungsi agar gula tidak larut kembali.

#### II.1.5.2 Proses Pemutaran

##### Putaran *High Grade Fugal* (HGF)

1. HK gula A Min 98 %
2. % pol gula SHS min 99,80%
3. Warna gula SHS <150 ICUMSA
4. Air pengencer dalam magma mingler menggunakan air dingin bersih dan air panas (situasional)
5. Air pencuci gula menggunakan air kondensat suhu  $\pm 80$  °C .atau air *superheated* suhu +105-110 °C. dengan tekanan  $\pm 80$  psi (5-6 kg/cm<sup>2</sup>).
6. Uap *steam* untuk pencucian gula menggunakan *saturated steam* tekanan 2-5 kg/cm<sup>2</sup>(30-70 psi)
7. RPM HGF sesuai standard alat (1000-1500 RPM)

##### Cara Kerja HGF

Masakan A diputar secara otomatis diskontinyu dimana puteran dalam keadaan kosong diputar dengan pelan disertai memasukkan bahan sampai volume tertentu. Kecepatan rotasi puteran akan semakin cepat disertai pemberian air cucian dengan suhu 180 °C. Selanjutnya disemprotkan *saturated steam* dengan tekanan 2-5 kg/cm<sup>2</sup> sebagai pengering dan juga berfungsi untuk memisahkan kristal gula dengan stroopnya. Rotasi puteran diturunkan disertai gula A yang jatuh akan dibawa ke *screw conveyor*, untuk gula SHS akan dibawa oleh talang goyang untuk dibawah ke *sugar dryer cooler*, sedangkan stroop atau klare yang dihasilkan akan ditampung dan diolah kembali di masakan. Untuk gula A yang dihasilkan akan





dicampur dengan air dingin dan klare SHS, setelah itu di mixer yang dilanjutkan menuju putaran SHS.

#### **Low Grade Fugal (LGF)**

- a. Masakan C hanya diputar sekali, sedangkan masakan D diputar 2 kali yaitu putaran D1 dan D2 dengan maksud untuk menekan kehilangan gula dan memperbaiki kualitas kristal gula.
- b. HK gula C > 94 % dengan pemutaran sekali, RPM LGF sesuai standart yakni 1500-2200 rpm
- c. HK Gula D1 > 84%, HK tetes < 32 % dan brix tetes > 90%
- d. HK Gula D2 > 93%, Rpm LGF sesuai standart (1500-2200 rpm)
- e. Tetes yang keluar dari LGF D1 harus tertimbang dan langsung dipompa ke tangka penampung tetes.

#### **Cara Kerja LGF**

Masakan D/C masuk melalui corong dilanjutkan masuk ke dalam tabung dimana dibagian atas tabung terdapat lubang bergerigi untuk tempat *overflow* masakan. masakan akan mengalir menuju basket akibat adanya gaya sentrifugal, putaran bekerja secara *continue* sehingga masakan yang diputar akan mengalir secara terus menerus. Beberapa periodik ditambahkan air pencuci dengan suhu 30-45 °C. Akibat gaya sentrifugal dengan putaran yang cepat, stroop / klare akan menyebar dan terjadilah pemisahan antara stroop/klare dengan kristal. stroop atau klare akan menembus saringan pada dinding corong sedangkan kristal gula akan terpisah dan merambat menuju bagian penampung kristal diluar basket. Kristal gula akan keluar dari lubang dinding bagian bawah dan dibawa oleh *screw conveyor* untuk dibawa ke penampung untuk selanjutnya diputar diputaran HGF A, sedangkan stroop atau klare yang dihasilkan akan ditampung.

### **II.1.6 Penyelesaian dan Gudang**

#### **II.1.6.1 Pengerinan**

Pengerinan adalah proses menguapkan air yang terdapat pada gula sehingga gula benar benar kering atau kadar air dalam gula minimum sehingga tahan simpan dan memenuhi standart mutu. Pengerinan berfungsi untuk mengeringkan gula didalam alat pengering gula yang dihembuskan udara panas



oleh blower dari samping. Dari putaran SHS, gula masih mempunyai suhu tinggi 50 - 60 °C dengan kadar air 0,03. Sebelum pengemasan gula, dilakukan pengeringan dengan tujuan sebagai berikut:

1. Menekan % air gula kurang dari 0,1 %
2. Menjaga kualitas gula selama penyimpanan / penimbunan
3. Mencegah pembusukkan mikroorganisme / jamur

#### **II.1.6.2 Proses Penyaringan Gula**

Saringan gula dipergunakan untuk memisahkan antara gula halus, gula kasar dan gula produk. PG Ngadirejo memiliki 2 buah saringan dengan ukuran 23 x 23 mesh; 6x6 mesh. Berikut ini adalah klasifikasi gula berdasarkan ukuran :

1. Gula halus  
Merupakan kristal gula dengan ukuran dibawah 0,8 mm. Gula ini dilebur untuk bahan bibitan masakan A
2. Gula kasar / krikilan  
Merupakan gula dengan ukuran lebih dari 1,1 mm. Gula ini akan diproses lagi dengan proses leburan
3. Gula Hasil / Produk  
Merupakan gula dengan ukuran kristal 0,8 s.d. 1,0 mm. Gula ini dikarungi dengan berat 50 kg dimasukkan dalam Gudang dan selanjutnya untuk dipasarkan/dijual.

#### **II.1.6.3 Penyimpanan**

Penyimpanan dan pengepakan gula dilaksanakan setelah gula keluar dari saringan gula terus dibawa ke atas oleh tangga *Jacob* atau *bucket elevator* ke peti penampungan atau sugar bin. PG Ngadirejo mempunyai sugar bin dengan kapasitas 200 kwintal dan timbangan automatic untuk gula atau *sugar weighing* dengan kapasitas 50 kg sebanyak 2 unit. Setiap kemasan untuk karung gula memiliki berat 50 kg. Setiap timbangan mampu menimbang 8 sampai 10 kali.