



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

Produk utama Pabrik Gula Ngadiredjo Kediri adalah gula kristal putih atau gula SHS (*Superium Hoofd Suiker*). Terdapat beberapa tahapan pada pengolahan gula untuk siap dipasarkan, yaitu:

1. Stasiun Persiapan
2. Stasiun Penggilingan
3. Stasiun Pemurnian
4. Stasiun Penguapan
5. Stasiun Pemasakan
6. Stasiun Puteran
7. Stasiun Penyelesaian

II.1.1 Stasiun Persiapan

Stasiun persiapan bertujuan untuk mempersiapkan tebu sebelum tebu memasuki stasiun gilingan. Pada tahap ini, tebu (*cane*) akan diperiksa mulai dari penampilan fisik, yaitu kewayuan, sogolan, dan kotoran serta diambil tebu contoh untuk dianalisa brix dan pH nya. Kemudian tebu yang lolos akan menuju penimbangan yang dibagi menjadi tiga stasiun, yaitu Stasiun A, Stasiun B, dan Stasiun C. Penentuan trus pengangkut tebu pada masing-masing stasiun berdasarkan bobot dari tebu yang diangkut. Pada bongkaran crane selatan (CS) bobot maksimal adalah 7,5 ton dan bongkaran meja tebu maksimal 8,5 ton. Bongkaran CS meliputi Stasiun A, sedangkan bongkaran meja tebu meliputi Stasiun B dan C. Pada bongkaran CS tebu dari truk akan dipindahkan ke lori untuk menuju meja tebu. Tebu yang dimuat dalam masing-masing truk akan diambil sampling untuk dianalisa kadar pol, brix, dan fiber di core sampel. Tebu yang telah ditimbang dibongkar di meja tebu untuk ditentukan kualitasnya. P.G. Ngadiredjo memiliki 4 meja tebu yang mana masing-masing meja tebu dapat memuat bongkaran 2 truk tebu. Sebelum memasuki stasiun gilingan, tebu terlebih dahulu dipersiapkan agar siap diperah di stasiun gilingan dengan cara mencabik batang



tebu sehingga sel sel tebu dapat terbuka. Hal tersebut dilakukan agar proses pemerahan lebih mudah sehingga kerja gilingan tidak terlalu berat. Selain itu, dengan dilakukannya persiapan dapat mengoptimalkan nira tebu yang diperah. Tebu diproses menggunakan sistem *First In First Out (FIFO)*, di mana tebu yang masuk pertama kali akan diproses dan keluar terlebih dahulu. Persiapan yang dilakukan sebelum memasuki gilingan antara lain pemotongan dan ditumbuk untuk memecah serat tebu. Alat-alat yang menunjang proses persiapan ini yaitu *levellel* yang berfungsi untuk meratakan dan mengatur ketinggian level umpan tebu yang masuk *feeding roll*. Setelah itu tebu memasuki *Canne Cutter I dan Cane Cutter II* untuk memotong tebu menjadi ukuran yang lebih kecil. Pada proses selanjutnya tebu memasuki *Unigrator* yang mana pada tahap ini tebu ditumbuk untuk membuka sel sel batang tebu dapat terpecah dan terbuka agar pada proses penggilingan nira dapat terperah dengan lebih mudah.

II.1.2 Stasiun Penggilingan

P.G. Ngadiredo menggunakan lima unit gilingan yang disusun secara seri yaitu gilingan I sampai gilingan V dengan masing-masing unit gilingan terdiri 3 buah roll sehingga pada tiap-tiap unit membentuk sudut 120° . Pada masing-masing gilingan akan terjadi dua kali pemerahan. Pada gilingan pertama dihasilkan nira murni tanpa tambahan air. Kemudian nira dan ampas tebu akan dipisahkan menggunakan rotary filter. Nira akan menuju penampungan sedangkan ampas tebu akan diumpan ke gilingan kedua. Pada gilingan keempat dan kelima dilakukan penambahan air imbibisi dengan suhu 87°C . Penambahan air imbibisi ini dilakukan mulai dari gilingan keempat sampai kelima yang mana debit air imbibisi semakin ke belakang semakin rendah. Pada penggilingan kedua dihasilkan larutan nira dan ampas. Larutan nira akan memasuki penampungan sedangkan ampas diumpan ke gilingan ketiga. Proses tersebut berulang hingga ampas mencapai gilingan kelima. Ampas pada gilingan kelima memasuki Stasiun Ketel yang mana ampas tersebut digunakan sebagai bahan bakar boiler. Nira hasil pemerahan di stasiun gilingan kemudian disimpan di penampungan yang kemudian akan memasuki stasiun pemurnian.



II.1.3 Stasiun Pemurnian

Kotoran yang masih terkandung dalam nira akan dihilangkan di stasiun pemurnian tanpa merusak gula reduksi dengan cara mudah dan murah. Bahan yang digunakan untuk menghilangkan kotoran yaitu susu kapur yang merupakan basa yang akan bereaksi dengan phosphate. Hasil reaksi tersebut akan menyerap kotoran yang melayang. Nira hasil perahan disaring kemudian ditambahkan asam phosphate (H_3PO_4) pada bak penampungan. Nira tersebut selanjutnya dipompa ke pemanas I (PP I) untuk dipanaskan hingga suhu $75^{\circ}C-80^{\circ}C$. Hal tersebut agar pengendapan antara nira dengan susu kapur terjadi secara optimal, mematikan mikroba, serta mempercepat reaksi.

Nira yang telah masuk defekator I ditambahkan dengan susu kapur hingga mencapai pH 7,0-7,2 yang bertujuan untuk menetralkan nira agar tidak terjadi inverse dengan waktu tinggal pada defekator I 2,5-3 menit. Setelah itu nira masuk ke defekator II, pada tahap ini juga terdapat penambahan susu kapur hingga mencapai pH 8,4-9,2 yang bertujuan untuk membentuk inti endapan $Ca_3(PO_4)_2$ dengan waktu tinggal 3 detik. Nira kemudian menuju sulfur tower yang mana pada sulfur tower nira akan bereaksi dengan gas SO_2 hingga pH mencapai 7,2-7,4 yang bertujuan untuk menetralkan kelebihan kapur dan membentuk endapan *calcium sulfite* ($CaSO_3$) yang menyelubungi endapan $Ca_3(PO_4)_2$.

Nira mentah tersulfiltir kemudian dipompa ke pemanas II (PP II). Pada tahap ini nira mentah dipanaskan hingga mencapai suhu $105^{\circ}C-110^{\circ}C$ yang bertujuan untuk mempermudah pengendapan dan menghilangkan buih-buih yang ada dalam nira. Selanjutnya nira masuk ke *flash tank* untuk mengeluarkan gas-gas dalam nira yang tidak diperlukan supaya tidak menghambat proses pengendapan. Nira kemudian masuk ke *snow bailing* untuk ditambahkan flokulan sebanyak 3 ppm agar terbentuk endapan yang besar dan kuat. Setelah itu nira masuk ke *clarifier* agar flok-flok yang telah terbentuk akibat penambahan flokulan dapat mengendap ke bawah akibat adanya gaya gravitasi. Nira jernih akan *overflow* dan disaring menggunakan saringan DSM *screen* yang akan memisahkan nira jernih dengan kotoran. Nira jernih kemudian ditampung dalam peti nira encer. Bagian endapan kotoran nira akan menuju bagasilo untuk dipisahkan antara blotong dengan



nira tapis menggunakan *Rotary Vacuum Filter* (RVF). Nira tapis akan diumpan balik ke nira mentah tertimbang sedangkan blotong akan menjadi produk samping.

II.1.4 Stasiun Penguapan

Stasiun ini bertujuan untuk menghilangkan sebagian besar air dari nira encer sehingga menghasilkan nira kental dengan kekentalan 60-64% brix. Pabrik Gula Ngadiredjo memiliki 8 badan penguapan (Evaporator) yang mana 7 badan aktif digunakan sedangkan 1 badan dalam perbaikan serta menjadi cadangan apabila terdapat kerusakan pada badan yang aktif. Sistem penguapan menggunakan system quintuple effect yang mana pada sistem ini dilakukan penguapan secara seri yang pada badan pertama (BP I) memiliki 3 unit penguap (Evaporator) yang disusun paralel kemudian untuk BP II – BP V masing-masing memiliki 1 unit penguap (Evaporator) yang disusun seri. Badan Penguap V (BP V) dibuat vakum dengan adanya pompa vakum. Uap pemanas yang digunakan adalah uap bekas dari turbin gilingan. Uap bekas ini digunakan hanya pada BP I, hasil uap BP I kemudian digunakan untuk memanaskan PP I, PP II, Stasiun Masakan, dan BP II. Kemudian hasil uap BP II digunakan untuk memanaskan BP III dan seterusnya hingga BP V yang mana uap hasil BP V akan dikondensasi di kondensor.

II.1.5 Stasiun Pemasakan

Stasiun masakan bertujuan untuk membentuk dan membesarkan kristal gula dengan cara menguapkan airnya secara terkendali. Stasiun masakan memiliki 11 pan yang mana pan 1-2 untuk masakan D1, pan 3 untuk masakan D2, pan 4-5 untuk masakan C, dan pan 6-11 untuk masakan A.

Masakan D :

Bahan masakan D2:

1. Stroop A
2. Foundant

Bahan masakan D1:

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

Nira kental tersulfitir masuk ke pan 3 (Masakan D2) untuk pembentukan



bibitan D dengan cara memanaskan stroop A sebanyak 200 HL yang kemudian dipiekatkan dan ditambahkan *foundant* sebanyak 250 mL yang berfungsi untuk memicu terbentuknya kristal gula. *Foundant* merupakan kristal gula yang telah dihaluskan yang bertujuan untuk membantu pembentukan kristal gula. Nira yang telah pekat kemudian ditambahkan dengan stroop A hingga mencapai volume 400 HL dan ditunggu hingga nira menjadi tua. Nira pada pan 3 yang telah tua kemudian dibagi ke pan 1 dan pan 2 masing-masing 200 HL. Pada pan 1 dan 2 ini gula D2 hasil pan 3 ditambahkan dengan campuran stroop C dan klare D hingga mencapai 400 HL. Nira dimasak hingga tercapai kristal gula yang diinginkan hingga kemudian diturunkan ke palung pendingin untuk didinginkan dan diaduk agar gula tidak menggumpal sehingga meringankan beban kerja dari *Rapid Cooler Crystalizer* (RCC) dan dapat terjadi kristalisasi lanjutan. Gula D selanjutnya menuju RCC untuk mengalami pendinginan lebih maksimal dan proses kristalisasi lanjutan yang lebih optimal. Sebelum memasuki stasiun puteran, nira D dipanaskan kembali (*re-heater*) untuk menaikkan suhu menjadi 55°C sehingga viskositas menurun dan kerja puteran lebih ringan. Gula D yang masih mengandung kristal palsu akan memasuki LGF D1 untuk memisahkan antara Gula D dan tetes kemudian gula D memasuki LGF D2 untuk memisahkan gula D2 dengan Klare D yang mana Klare D ini yang digunakan untuk bahan masakan D1, sedangkan gula D1 akan ditarik menuju masakan C.

Masakan C:

Bahan masakan C:

1. Gula D2
2. Stroop A
3. Nira kental

Pada masakan C bahan utamanya adalah gula D2 dan stroop A, namun apabila Hk tidak tercapai maka ditambahkan nira kental atau klare SHS. Nira ditunggu hingga tercapai ukuran kristal gula yang diinginkan, kemudian gula C diturunkan menuju palung untuk didinginkan serta diaduk agar tidak terjadi penggumpalan dan mempertahankan ukuran kristal. Gula C kemudian memasuki LGF C untuk dipisahkan antara stroop C dengan gula C. Stroop C digunakan sebagai bahan masakan D1, sedangkan gula C digunakan sebagai bahan masakan



A. Pada bagian bawah pan C terdapat *ramel tank* yang berfungsi sebagai penampung leburan dari kelebihan gula C dan gula D dengan penambahan air dan pemanasan serta pengadukan. Leburan gula ini kemudian akan digunakan sebagai bahan masakan A.

Masakan A

Bahan masakan A:

1. Klare SHS
2. Nira kental
3. Leburan gula C dan D2

Pada masakan A nira kental tersulfiter serta leburan gula C dan D2 dibesarkan dengan penarikan klare SHS hingga mencapai volume 400 HL. Pemasakan dilakukan hingga kristal gula berukuran 0,8-1,1 mm lalu gula diturunkan ke palung untuk didinginkan kemudian ditarik menuju putaran HGF A untuk diputar pada suhu 60°C dengan tujuan untuk memisahkan stroop A dan gula A. Stroop digunakan sebagai bahan masakan C dan D1. Gula A kemudian diputar kembali di putaran HGF SHS untuk memisahkan antara klare SHS dan gula produk.

II.1.6 Stasiun Puteran

Stasiun puteran bertujuan untuk memisahkan kristal gula dari larutan yang melekat gula dengan gaya sentrifugal. Pemisahan larutan dengan kristal gula dilakukan dengan gaya sentrifugal dengan adanya saringan didalamnya serta semprotan air untuk membantu pemisahan gula dengan larutannya sehingga larutan akan lolos menembus saringan sedangkan kristal akan tersaring. Hasil dari masakan D dan C diputar menggunakan *Low Grade Fugal* (LGF) yang mana standar putaran LGF yaitu 1500-2200 rpm. LGF berkerja dengan cara mengalirkan masakan melalui corong kemudian masuk ke dalam tabung yang mana pada bagian 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. Akibat adanya gaya sentrifugas dengan putaran cepat, stroop/klare akan menyebar dan terjadilah pemisahan antara stroop/klare dengan kristal gula. Stroop/klare akan melewati saringan sedangkan kristal gula akan



tertahan saringan menuju penampungan kristal gula diluar basket. Kristal gula keluar dari lubang dinding bagian bawah untuk kemudian dibawa ke *screw conveyor* untuk dibawa ke penampung yang selanjutnya akan diputar di putaran HGF. Stroop/klare yang dihasilkan akan ditampung sebelum digunakan sebagai bahan masakan. *High Grade Fugal* (HGF) dengan standar putaran 1000-1500 rpm. HGF diputar secara *otomatis* diskontinyu dimana puteran dalam keadaan kosong diputar dengan pelan disertai memasukkan bahan sampai volume tertentu. Kecepatan pemutaran akan semakin cepat disertai pemberian air cucian dengan suhu 180°C yang kemudian disemprot dengan *saturated steam* dengan tekanan 1-5 kg/cm² sebagai pengering dan untuk memisahkan kristal gula dengan stroopnya. Rotasi pemutaran diturunkan disertai dengan penurunan kristal gula yang jatuh ke *screw conveyor*. Gula SHS kemudian menuju talang goyang untuk dibawa ke *sugar dryer and cooler*, sedangkan stroop/klare yang dihasilkan ditampung sebelum digunakan sebagai bahan masakan.

II.1.7 Stasiun Penyelesaian

Pada stasiun penyelesaian terdapat proses pengeringan, pengemasan, serta penyimpanan gula. Proses pengeringan bertujuan untuk menguapkan air yang terdapat pada gula sehingga gula telah kering sempurna dan kadar air dalam gula minimum sehingga tahan simpan dan memenuhi standar mutu. Proses pengeringan dilakukan dalam *Sugar Dryer and Cooler* yang mana di dalam alat dihembuskan udara panas oleh blower dari samping. Setelah gula kering kemudian gula disaring untuk memisahkan antara gula halus, gula kasar, dan gula produk. Pabrik Gula Ngadiredjo memiliki 2 saringan dengan ukuran 23 x 23 mesh dan 6 x 6 mesh. Gula halus memiliki ukuran kristal dibawah 0,8 mm yang kemudian dilebur untuk bahan bibit masakan A. Gula kasar memiliki ukuran lebih dari 1,1 mm yang akan dilebur. Gula produk memiliki ukuran 0,8-1,1 mm yang kemudian akan dikemas dengan karus 50 kg untuk selanjutnya disimpan dan dipasarkan. Gula yang telah dikemas dibawa oleh tangga *Jacob* atau *bucket elevator* ke peti penampungan atau *sugar bin*. Pabrik Gula Ngadiredjo memiliki *sugar bin* dengan kapasitas 200 kwintal dan timbangan *automatic* dengan kapasitas 50 kg sebanyak 2 unit.