



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 Putaran
7. Stasiun Penyelesaian

II.1.1 Stasiun Persiapan

Stasiun persiapan berfungsi untuk menyiapkan tebu sebelum memasuki stasiun gilingan. Pada tahap ini, tebu diperiksa terlebih dahulu dari segi fisik, seperti tingkat kematangan, kondisi batang (sogolan), dan keberadaan kotoran, serta diambil sampel untuk dianalisis nilai brix dan pH-nya. Selanjutnya, tebu yang lolos pemeriksaan akan ditimbang di salah satu dari tiga stasiun penimbangan, yaitu Stasiun A, Stasiun B, dan Stasiun C. Penentuan truk pengangkut tebu pada masing-masing stasiun disesuaikan dengan bobot muatan. Pada area bongkar crane selatan (CS) kapasitas maksimal adalah 7,5 ton, sedangkan pada bongkar meja tebu kapasitas maksimal mencapai 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 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. PG. Ngadiredjo memiliki 4 meja tebu yang masing-masing meja tebu dapat memuat bongkaran 2 truk tebu. Sebelum memasuki stasiun gilingan, tebu terlebih dahulu dipersiapkan dengan cara mencacah 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. Persiapan tebu dilakukan untuk mengoptimalkan hasil nira yang diperoleh. Proses ini menggunakan sistem *First In First Out* (FIFO), yaitu tebu yang pertama masuk akan diproses dan dikeluarkan lebih dahulu. Tahapan persiapan sebelum masuk ke gilingan meliputi pemotongan dan penumbukan untuk memecah serat tebu. Peralatan yang digunakan antara lain *leveller* yang berfungsi meratakan serta mengatur ketinggian umpan tebu menuju *feeding roll*. Selanjutnya, tebu diproses melalui *Cane Cutter I* dan *Cane Cutter II* untuk dipotong menjadi ukuran lebih kecil. Pada tahap berikutnya, tebu masuk ke *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

PG. Ngadiredjo 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 setiap unit gilingan, proses pemerahan dilakukan sebanyak dua kali. Gilingan pertama menghasilkan nira murni tanpa penambahan air, kemudian nira dan ampas dipisahkan menggunakan *rotary filter*. Nira yang diperoleh dialirkan ke penampungan, sedangkan ampas diumpankan ke gilingan berikutnya. 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 diumpankan ke gilingan ketiga. Proses tersebut berulang hingga ampas mencapai gilingan kelima. Setelah melewati gilingan kelima, ampas yang tersisa dialirkan ke Stasiun Ketel untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar boiler. Nira hasil perahan di stasiun gilingan kemudian disimpan di penampungan yang selanjutnya akan diumpankan ke stasiun pemurnian.



II.1.3 Stasiun Pemurnian

Kotoran yang masih terkandung dalam nira akan dihilangkan di stasiun pemurnian dengan metode yang sederhana dan ekonomis tanpa merusak kandungan gula reduksi. Proses ini menggunakan susu kapur sebagai bahan utama yang bersifat basa akan bereaksi dengan asam phosphate. Hasil reaksi tersebut akan menyerap kotoran yang melayang. Nira hasil perahan disaring kemudian ditambahkan dengan 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 bertujuan untuk pengendapan antara nira dengan susu kapur terjadi secara optimal, mematikan mikroba, serta mempercepat reaksi.

Selanjutnya nira masuk ke 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 dialirkan 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 sulfit* ($CaSO_3$) 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 $105^{\circ}C$ - $110^{\circ}C$ untuk mempermudah pengendapan dan menghilangkan buih-buih yang ada dalam nira. Selanjutnya, nira dialirkan ke *flash tank* untuk melepaskan gas-gas yang tidak diperlukan agar tidak mengganggu proses pengendapan. Nira kemudian masuk ke *snow bailing* dan ditambahkan flokulan Hasset sebanyak 3 ppm sehingga terbentuk flok-flok berukuran besar dan kuat. Nira kemudian dialirkan ke *clarifier*, di mana flok-flok tersebut mengendap ke dasar akibat pengaruh gravitasi. Sementara itu, nira jernih akan mengalir ke bagian atas (*overflow*) dan disaring menggunakan *DSM screen* untuk memisahkan nira dari sisa kotoran. Nira jernih yang telah tersaring selanjutnya 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. PG. Ngadiredjo memiliki 8 badan penguapan (Evaporator) dengan 7 badan aktif digunakan sedangkan 1 badan dalam perbaikan serta menjadi cadangan apabila terdapat kerusakan pada badan yang aktif. Sistem penguapan di Pabrik Gula menggunakan metode *quintuple effect*, yaitu proses penguapan bertahap yang disusun secara seri. Pada Badan Penguap I (BP I) terdapat tiga unit evaporator yang dipasang paralel, sedangkan pada BP II hingga BP V masing-masing terdiri atas satu unit evaporator yang disusun seri. BP V dioperasikan dalam kondisi vakum dengan bantuan pompa vakum. Sumber uap pemanas yang digunakan berasal dari uap bekas turbin gilingan, yang dimanfaatkan hanya pada BP I. Uap hasil BP I kemudian digunakan untuk memanaskan PP I, PP II, Stasiun Masakan, serta BP II. Selanjutnya, uap dari BP II dimanfaatkan untuk memanaskan BP III, dan proses ini berlanjut hingga BP V. Uap yang dihasilkan dari BP V akan dikondensasikan 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 tersulfiter masuk ke pan 3 (Masakan D2) untuk pembentukan bibitan D dengan cara memanaskan stroop A sebanyak 200 HL yang kemudian dipekatkan 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 pendinginan lebih maksimal dan proses kristalisasi lanjutan yang lebih optimal. Sebelum memasuki stasiun putaran, nira D dipanaskan kembali (*re-heater*) untuk menaikkan suhu menjadi 55°C sehingga viskositas menurun dan kerja putaran 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 tersulfitir 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, kemudian gula diturunkan ke palung untuk didinginkan lalu 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 Putaran

Stasiun putaran berfungsi untuk memisahkan kristal gula dari larutannya dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Proses pemisahan ini dilakukan di dalam alat yang dilengkapi saringan serta semprotan air untuk membantu proses pemisahan. Dengan demikian, larutan dapat menembus saringan dan terpisah, sedangkan kristal gula tertahan dan terkumpul. Hasil dari masakan dari pan D dan C diputar menggunakan alat *Low Grade Fugal* (LGF) yang mana standar putaran LGF yaitu 1500-2200 rpm. LGF bekerja 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 dilakukan secara *continue* sehingga masakan yang diputar akan mengalir secara terus-menerus. Akibat adanya gaya sentrifugal dengan putaran yang cepat, stroop atau klare akan menyebar sehingga terjadilah pemisahan antara stroop atau klare dengan kristal



gula. Stroop atau 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 untuk digunakan sebagai bahan masakan selanjutnya.

II.1.7 Stasiun Penyelesaian

Pada stasiun penyelesaian terdapat proses pengeringan, pengemasan, serta penyimpanan gula. Proses pengeringan bertujuan untuk menguapkan kadar air dalam gula sehingga diperoleh gula yang kering sempurna, tahan disimpan, dan sesuai dengan standar mutu. Pengeringan dilakukan menggunakan *Sugar Dryer and Cooler*, yaitu alat yang bekerja dengan hembusan udara panas dari samping melalui bantuan blower. Setelah proses pengeringan selesai, gula kemudian disaring untuk memisahkan antara gula halus, gula kadar, 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 < 0,8 mm yang kemudian dilebur untuk bahan bibitan masakan A. Gula kasar memiliki ukuran > 1,1 mm yang akan dilebur. Gula produk memiliki ukuran 0,8-1,1 mm yang kemudian akan dikemas dengan karung 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.