



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

II.1.1 Stasiun Gilingan

Stasiun gilingan adalah stasiun yang digunakan untuk mengekstrak gula dari tebu. Tebu dipotong dengan *cane cutter* dan dicacah dengan unigrator untuk membuat serabut. Batang tebu yang sudah menjadi serabut kemudian diperas untuk menghasilkan nira dan ampas. Pemerasan dilakukan beberapa kali untuk mengurangi kehilangan gula dalam ampas, tetapi masih terdapat sebagian gula yang tertinggal dalam ampas. Ampas tebu dihasilkan dari 35–40% berat tebu yang digiling. Selanjutnya, serabut tebu masuk ke dalam gilingan. Setelah ampas gilingan ketiga, air imbibisi ditambahkan. Oleh karena jumlah (berat) ampas yang besar sekitar 30-40% dari tebu, kehilangan gula dalam ampas adalah salah satu kehilangan gula yang paling signifikan. Penambahan air imbibisi merupakan cara efektif untuk mengurangi kehilangan gula dalam ampas. Air imbibisi bersuhu 70–80°C melarutkan gula yang masih tertinggal dalam ampas (Jayanti, 2022).

II.1.2 Stasiun Pemurnian

Proses pemurnian bertujuan untuk menghilangkan sebanyak-banyaknya komponen bukan gula (kotoran) dan warna yang terdapat pada nira dengan benar (efisien), tanpa menyebabkan kerusakan kandungan gula yang terdapat pada nira. Pada stasiun pemurnian dilakukan pemanasan dua kali pada (Pemanas Pendahuluan) PP 1 dan PP 2. Suhu operasi pada PP 1 yaitu 75°C dan PP 2 105°C - 110°C. Pada proses pemurnian, nira jernih ditambahkan susu kapur yang bertujuan untuk meningkatkan pH nira dan membentuk inti endapan. Pencampuran antara nira dan susu kapur harus dilakukan dengan benar dengan mengontrol pH, waktu, dan suhu. Pada proses pemurnian pun ditambahkan gas SO₂ yang bertujuan untuk mengurangi jumlah kapur yang berlebihan dengan membentuk endapan



calcium sulfite yang sempurna dan memucatkan warna. Proses harus diatur agar pH nya sesuai standar dan suhunya sekitar 74 °C. Nira jernih kemudian masuk ke clarifier dan ditambahkan flokulan untuk mendorong proses pengendapan untuk memisahkan endapan nira dan nira encer (Soejana, 2020).

II.1.3 Stasiun Penguapan

Stasiun penguapan Pabrik Gula (PG) berfungsi untuk menguapkan sebagian besar air yang terkandung dalam bahan. Alat yang paling umum di stasiun ini adalah evaporator, yang menguapkan air yang terkandung pada nira encer menjadi nira kental yang siap untuk dikristalisasi di stasiun pemasakan. Evaporator dengan sistem *quadruple effect* terdiri dari empat badan penguapan yang dipasang secara seri, yang merupakan salah satu jenis evaporator yang paling sering digunakan di PG. Stasiun penguapan PG bertujuan untuk menguapkan air sebanyak $\pm 70\%$ hingga brix nira kental sekitar $\pm 60^\circ$. Karena nilai brix mewakili berat zat padat terlarut, baik gula maupun non gula, yang terkandung dalam 100 gram nira, nilai ini dapat digunakan untuk menunjukkan tingkat kepekatan nira (Wulandari, 2021).

II.1.4 Stasiun Masakan

Stasiun masakan adalah tahapan penting dalam proses produksi gula, terutama di industri pengolahan tebu atau bit gula. Stasiun ini merupakan tempat pemekatan atau pengentalan nira (jus tebu atau bit) hingga mencapai konsentrasi yang cukup untuk mengkristalkan gula. Kemudian analisis masakan A, masakan C dan masakan D dimaksudkan untuk mengetahui %brix dan %pol pada masing-masing hasil masakan. Ketika analisa telah diperoleh nilai keduanya maka akan diketahui pula nilai HK untuk setiap masakan. Analisis ini juga bertujuan untuk mengetahui keberhasilan proses pengkristalan sesuai dengan standar yang ditentukan atau tidak. Penanganan yang dilakukan apabila terjadi penyimpangan dari hasil analisis menyatakan bahwa nilai HK pada setiap gula baik A, C dan D di bawah standar yang ditetapkan, maka pihak QA akan menginformasikan kepada pihak pengolahan untuk melakukan pengecekan serta memberikan solusi. Solusi yang dilakukan yaitu pada masakan D harus ada penambahan klare D. Namun jika



nilai HK pada masakan D atau C terlalu tinggi maka klare D pada masakan D harus ditarik kembali agar HK pada masakan A tidak melebihi batas standar yang telah ditetapkan 81,0 (Soejana, 2020).

II.1.5 Stasiun Puteran

Tujuan dari proses stasiun puteran adalah untuk memisahkan kristal dalam larutannya (*stroop*) dari masakan A, masakan C, dan masakan D. Proses ini bekerja dengan gaya putar, juga dikenal sebagai gaya sentrifugal. Pengendalian HGF (*High Grade Centrifugal*), yang berarti proses puteran membutuhkan air dengan suhu tertentu. Pengendalian LGF (*Low Grade Centrifugal*) harus dijaga dan dipantau agar kontinyu dan prosesnya berjalan terus menerus. Air yang digunakan adalah air dingin agar kristal gula tidak terkikis terlalu banyak. Kemudian steam digunakan untuk membersihkan gula yang menempel pada saringan. Analisis *stroop*, babonan, dan *klare* D dilakukan untuk mengetahui nilai brix, pol, dan HK pada *stroop* A, *stroop* C, *stroop* D, babonan C, babonan D, dan *klare* D untuk menjaga kualitas gula yang dihasilkan (Soejana, 2020).

II.1.6 Stasiun penyelesaian (Packaging)

Stasiun penyelesaian ini memiliki beberapa tujuan yaitu pengeringan gula yang telah mengalami proses pemutaran untuk mengurangi kadar air. Kemudian pendinginan gula yang bertujuan untuk menurunkan suhu gula yang tinggi setelah proses pengeringan dan sebelum dilakukan proses pengemasan. Hal ini dimaksudkan agar tidak ada gula yang menggumpal dan lembab. Gula yang menggumpal dan lembab tidak akan laku di pasaran. Tujuan selanjutnya yaitu untuk memisahkan gula yang berukuran kecil (halus), normal dan krikilan, dan mengemas gula dengan baik (Soejana, 2020).



BAB III

PROSES PRODUKSI PABRIK GULA KEBON AGUNG MALANG

III.1 Bahan Baku dan Produk

Bahan baku dan produk yang dihasilkan oleh PT Pabrik Gula Kebon Agung berasal dari tebu. PG Kebon Agung menghasilkan produk utama gula kristal putih I (GKP I) dengan kualitas I-A dan hasil sampingnya adalah ampas tebu, tetes tebu, dan blotong. Proses produksi gula terbagi dalam beberapa proses, yaitu penggilingan, pemurnian, penguapan, pemasakan (pengkristalan), putaran, *packaging* (pengemasan). Proses tersebut terbagi dalam beberapa stasiun, yaitu stasiun penggilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan, stasiun putaran, dan stasiun penyelesaian atau pengemasan.

III.2 Spesifikasi Produk

III.2.1 Produk Utama

Produk utama PG Kebon Agung yaitu Gula SHS atau gula kristal putih. Menurut Standar Nasional Indonesia (SNI), gula kristal dibagi menjadi dua kelas mutu, yaitu Gula Kristal Putih 1 (GKP 1) dan Gula Kristal Putih 2. Gula Kristal Putih 1 merupakan kategori yang lebih tinggi dalam klasifikasi ini. Gula yang dihasilkan oleh PG Kebon Agung Malang termasuk dalam kategori Gula Kristal Putih 1, yang menunjukkan bahwa produk ini memenuhi standar mutu yang lebih baik dibandingkan dengan Gula Kristal Putih.

1. Gula A

Gula kristal putih (GKP) yaitu gula yang terbuat dari proses kristalisasi dan dapat digunakan sebagai gula rumah tangga. Gula ini disebut dengan gula A dalam dunia industri



Gambar III. 1 Gula Kristal Putih PG Kebon Agung Malang

2. Gula B

Gula B atau dapat disebut gula kristal rafinasi (GKR) yaitu jenis gula yang digunakan untuk memenuhi kebutuhan industri.

3. Gula Ritel

Produk gula dari PG Kebonagung yang dikemas dalam bentuk ritel atau eceran dengan berat bersih (netto) 1 kilogram. Proses pengemasannya dibungkus dengan plastik transparan agar terlihat jelas isi dari produk ini. Untuk pengepakan produk ini dikemas dalam kardus dengan isi 20 plastik gula dengan bobot 1 kilogram. Pada proses pemasarannya dikemas dalam kardus dengan bobot 20 kilogram.



Gambar III.2 Gula Kemasan Ritel PG Kebon Agung Malang

III.2.2 Produk Samping

1. Tetes Tebu

Tetes tebu yang dihasilkan dapat dijual kembali ke industri-industri yang digunakan sebagai campuran makanan ternak atau sebagai bahan baku produk MSG, alkohol, dan lain-lain.

2. Ampas Tebu

Ampas tebu yang dihasilkan biasanya digunakan kembali sebagai bahan bakar pada stasiun ketel di PG Kebon Agung. Ampas juga dapat dijual ke industri kertas yang dapat digunakan sebagai bahan baku pembuatan kertas apabila jumlah ampas yang dihasilkan terlalu banyak.



Gambar III.3 Ampas Tebu PG Kebon Agung Malang

3. Blotong

Blotong yang dihasilkan biasanya digunakan sebagai pupuk kompos atau dapat digunakan sebagai bahan bakar setelah dikeringkan terlebih dahulu.

III.3 Uraian Proses PG Kebon Agung Malang

III.3.1 Stasiun Penggilingan

Bahan baku yang digunakan dalam pembuatan gula yaitu tebu. Tebu didapatkan secara kolektif dari berbagai kebun tebu di beberapa daerah. Pada umumnya, tebu memiliki komposisi air (73% - 75%), impurities (2 - 4%), dan gula sukrosa sebesar (5 - 10%). Tebu yang akan diproses yaitu dari batang tebu yang mengandung gula sukrosa. Batang tebu yang didapat akan ditampung dan ditimbang dalam satuan ton terlebih dahulu. Setiap harinya, PG Kebon Agung



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PABRIK GULA KEBONAGUNG, MALANG
UPN "VETERAN" JAWA TIMUR**



menerima kurang lebih 15.000 ton/hari batang tebu. Setelah dilakukan penimbangan, tebu akan diangkut dengan katrol (*cane crane*) masuk ke stasiun penggilingan. Stasiun penggilingan berguna sebagai tempat pemerahan nira, dimana nira mentah batang tebu akan diambil untuk diproses dan dipisahkan dari ampasnya. Batang tebu akan dilakukan proses preparasi di meja tebu (*cane table*) terlebih dahulu untuk diratakan tingginya, sehingga jumlah tebu yang masuk dapat dikontrol dengan baik. Selanjutnya batang tebu diarahkan ke *cane cutter* 1 untuk pemotongan pertama dan dilanjut pemotongan kembali oleh *cane cutter* 2. Tujuan dilakukan pemotongan 1 dan 2 yaitu untuk mengecilkan ukuran batang tebu yang akan diproses serta untuk mengurangi beban kerja *Heavy Duty Hammer Shredder* (HDHS). Tebu yang telah dipotong di *cane cutter* masuk ke HDHS untuk dilakukan pencacahan menjadi tebu yang lebih halus sehingga memudahkan proses penggilingan nira. HDHS memiliki kecepatan putar yang tinggi yaitu sekitar 1200 hingga 1500 rpm. Setelah dicacah, tebu akan dimasukkan ke dalam gilingan. Pada PG Kebon Agung terdapat 5 buah unit gilingan, cacahan tebu pertama masuk ke gilingan (mill) I, kemudian ampas tebu tersebut diangkut dengan menggunakan *intermediate carrier* untuk membawa sisa tebu atau ampas ke gilingan selanjutnya.

Nira hasil gilingan I dan II dilewatkan saringan DSM (*Delivery Screen Maceration*) untuk kemudian menuju ke tangki nira (*raw juice tank*) yang selanjutnya diumpankan ke stasiun pemurnian. Ampas gilingan II masuk gilingan III. Ampas gilingan III akan diproses masuk kembali ke gilingan IV sedangkan hasil nira mentahnya diumpankan kembali ke II. Ampas gilingan IV akan diproses masuk kembali ke gilingan V dan nira mentahnya diumpankan kembali ke gilingan III dan seterusnya hingga gilingan V. Pada gilingan V terjadi penambahan air imbibisi yang digunakan untuk menyempurnakan ekstraksi nira dari cacahan tebu dan juga untuk menekan kehilangan gula di dalam ampas. Nira mentah yang didapat akan diproses masuk ke stasiun pemurnian sedangkan ampas tebu yang tidak digunakan yang terdiri dari *bagasse* (ampas tebu kasar) dan *bagacillo* (ampas tebu halus) dipisahkan dari nira mentah. *Bagasse* akan diproses sebagai bahan bakar ke *boiler*



untuk dibakar menghasilkan uap panas (*steam*) digunakan sebagai sumber energi proses sedangkan *bagacillo* akan diarahkan menuju *Rotary Vacuum Filter* (RVF) sebagai campuran yang ditambahkan pada nira kotor untuk diolah sebagai blotong.

III.3.2 Stasiun Pemurnian

Stasiun pemurnian adalah stasiun proses produksi di mana nira mentah yang didapatkan dari stasiun penggilingan dimurnikan untuk meminimalisir senyawa selain gula produk. Jus nira mentah dari proses penggilingan pada gilingan (*mill*) 1 dan mill 2 disaring dengan DSM (*Delivery Screen Maceration*) *screen* untuk dipisahkan antara ampas tebu yang masih terkandung pada nira mentah. Kemudian jus nira mentah ditampung dalam *raw juice tank* sebelum memasuki stasiun pemurnian. Nira mentah dengan pH 5 dipompa menuju *primary juice heater* dengan suhu operasi 75 - 80°C. Lalu nira mentah diproses dalam *static mixer* untuk dicampur dengan susu kapur. Susu kapur digunakan untuk mengikat kotoran yang ada dalam jus nira mentah. Bubuk kapur dilarutkan dengan air dalam *rotary lime slaker*. Selanjutnya susu kapur ditampung dalam *working solution tank* (Ca(OH)₂). Susu kapur diinjeksikan ke dalam static mixer dengan jus nira mentah dari *primary juice heater* hingga nira mentah mencapai pH 8,8 - 9,5.

Jus nira mentah masuk ke *sulfur tower* untuk direaksikan dengan gas SO₂. Gas SO₂ didapatkan dari proses pembakaran sulfur padat dan udara pada *rotary sulfur burner* yang kemudian dilewatkan sublimator yang berisi batu tahan api. Batu tahan api berfungsi untuk menyaring kotoran dari sulfur agar gas SO₂ yang masuk ke *sulfur tower* terbebas dari kotoran yang menghambat reaksi. Penambahan SO₂ mengakibatkan pH nira mentah dari 8,8 - 9,5 menjadi pH 7-7,2. Hal tersebut dikarenakan nira mentah netral akan mudah membentuk endapan yang dapat dipisahkan. Nira mentah yang telah dikontakkan dengan gas SO₂ kemudian dimasukkan ke dalam *neutralizer tank* untuk memaksimalkan penetralan pH nira mentah. Selanjutnya nira mentah masuk menuju *reaction tank* untuk memaksimalkan reaksi. Nira mentah berikutnya dipanaskan sampai suhu 103 -



105°C dengan *secondary juice heater*. Pemanasan dengan suhu 103 - 105°C dilakukan untuk menurunkan kelarutan gas sebelum proses sedimentasi. Nira mentah kemudian dimasukkan flash tank untuk memisahkan nira mentah dengan gelembung gas yang terlarut agar tidak mengganggu proses pengendapan (sedimentasi). Selanjutnya nira mentah masuk ke dalam *clarifier* untuk dilakukan pemisahan antara nira jernih dengan nira kotor. Pada *clarifier* ditambahkan flokulan berupa *accofloc* sehingga akan terbentuk endapan CaSO_2 . Kemudian nira jernih disaring dengan *DSM screen* lalu nira jernih dipanaskan dengan *clear juice heater* pada suhu 105 - 110°C untuk mengurangi beban *evaporator*. Selanjutnya nira jernih diumpankan ke *pre-evaporator* pada stasiun penguapan. Sedangkan nira kotor diolah dengan dipisahkan blotongnya pada *rotary drum vacuum filter*.

III.3.3 Stasiun Penguapan

Stasiun penguapan adalah tempat terjadinya penguapan air yang terkandung pada nira mentah. Tujuan dari penguapan ini yaitu untuk memisahkan air yang terkandung dalam nira hasil pemurnian kurang lebih 80% dengan menggunakan uap panas (*steam*) sebagai sumber pemanas. Pada stasiun penguapan digunakan *single effect* untuk *pre-evaporator* dan 5 badan *multiple effect evaporator*. Total evaporator yang ada di PG Kebon Agung yaitu 9 buah, dengan 2 buah *evaporator* lainnya digunakan sebagai scrub untuk menghilangkan kerak yang terbentuk. Pada proses penguapan terjadi penurunan pada suhu dan tekanan operasi tiap evaporatornya mulai dari *pre-evaporator* hingga badan *evaporator* terakhir. Suhu dan tekanan ini akan menurun hingga mencapai kondisi vakum. Hal ini disebabkan dengan adanya penggunaan uap bekas *evaporator* sebelumnya menyebabkan suhu untuk mendidihkan nira tidak cukup. Hal ini diatasi dengan penggunaan tekanan sedikit vakum pada badan evaporator-*evaporator* selanjutnya. Hal ini bertujuan untuk meminimalisir rusaknya sukrosa pada nira akibat pemanasan oleh *evaporator* dan mencegah karamelisasi yang berlebihan.



**LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG
PABRIK GULA KEBONAGUNG, MALANG
UPN "VETERAN" JAWA TIMUR**



Mula-mula nira jernih dengan pH netral (7-7,2) masuk ke *pre-evaporator*. Nira jernih dikondisikan dengan pH netral untuk mencegah terjadinya pembentukan kerak jika kondisi basa dan mencegah inversi sukrosa jika kondisi asam. Proses *pre-evaporator* menggunakan *steam* bekas dari turbin stasiun gilingan dengan suhu operasi 115°C - 120°C dengan tekanan 0,9 atm. Uap panas yang dihasilkan *pre-evaporator* akan diblower untuk digunakan pada proses di stasiun pemasakan, untuk CVP (*Continuous Vacuum Pan*) C. Capaian brix yang dihasilkan oleh *pre-evaporator* yaitu berkisar 15 - 16% brix nira. Setelah dari *pre-evaporator*, nira jernih masuk ke *buffer tank* untuk tempat penampungan setelah keluar *pre-evaporator* untuk kemudian diumpangkan masuk ke *evaporator 1* agar aliran nira jernih tetap stabil. Pada *evaporator 1* memiliki tekanan yang sama seperti *pre-evaporator*. Untuk suhu *evaporator 1* yaitu berkisar antara 108°C - 110°C. *Steam* yang dihasilkan *evaporator 1* akan digunakan sebagai pemanas (*heater*) stasiun pemurnian, dan digunakan sebagai pemanas di CVP D pada stasiun pemasakan. Capaian brix yang dihasilkan oleh *evaporator 1* yaitu berkisar hingga 18% brix. Setelah dari *evaporator 1*, nira akan masuk menuju *evaporator 2*. *Evaporator 2* menggunakan *steam* bekas dari *evaporator 1* dengan suhu mencapai 100°C - 102°C dan bertekanan 0,1 atm. Capaian brix yang dihasilkan oleh *evaporator 2* yaitu berkisar 20 - 25% brix. Nira akan diumpangkan untuk masuk *evaporator 3*. Pada *evaporator 3* digunakan *steam* bekas dari *evaporator 2* dengan suhu operasi 80°C-95°C dan bertekanan 10cmHg. Capaian brix yang dihasilkan oleh *evaporator 3* yaitu berkisar 27 - 30% brix. Kemudian nira hasil *evaporasi* akan diumpangkan masuk menuju *evaporator 4*. Pada *evaporator 4* digunakan *steam* bekas dari *evaporator 3* dengan suhu operasi 70°C – 85°C dan bertekanan 30 cmHg. Capaian brix yang dihasilkan oleh *evaporator 4* yaitu berkisar 36 - 40% brix. Kemudian nira diumpangkan ke *evaporator 5* yang beroperasi menggunakan *steam* bekas dari *evaporator 4* dengan suhu operasi 60 – 75°C dan bertekanan 60 cmHg. Capaian brix yang dihasilkan oleh *evaporator 5* yaitu berkisar 58 - 60% brix. Kemudian untuk *steam* bekas dari *evaporator 5* akan dipompa menuju kondensor. Pada



kondensor, *steam* bekas akan ditambahkan air injeksi (air dingin) dengan bantuan pompa vakum ke kondensor untuk proses kondensasi. *steam* akan berubah mencair akibat perubahan suhu. Biasanya *evaporator* akan dilakukan pembersihan pada kerak nira yang menempel pada dinding-dinding *evaporator* dengan bantuan soda untuk menjaga kinerja efisiensi *evaporator*. Penggunaan soda dilakukan karena soda memiliki sifat kimia basa, dan sebagian senyawa basa memiliki sifat abrasi yang dapat mengikis atau menghilangkan kotoran dari kerak nira yang menempel. Kemudian air dari soda hasil pembersihan kerak akan dibuat ke unit PLC (Pengolahan Limbah Cair).

III.3.4 Stasiun Masakan

Stasiun masakan adalah stasiun yang bertujuan untuk mengkristalkan gula atau mengubah bentuk sukrosa dari zat terlarut dalam nira menjadi zat padat berbentuk kristal gula. Pada stasiun masakan akan terjadi proses penguapan air lebih lanjut dari nira kental dari hasil stasiun penguapan, sehingga menghasilkan pembesaran kristal gula yang mencapai 2 mm. Nira kental dimasak pada sebuah vacuum pan dengan tekanan kurang lebih 60 cmHg. Proses pada stasiun masakan dioperasikan dalam keadaan vakum karena beberapa alasan. Kondisi vakum menyebabkan tekanan dalam bejana berkurang, sehingga air dalam nira mendidih pada suhu yang lebih rendah dari 100°C (60-70°C), sehingga hal ini akan menurunkan jumlah energi yang dibutuhkan dan meningkatkan efisiensi proses masakan. Kemudian penggunaan vakum pada proses masakan akan menghindari karamelisasi berlebihan. Hal tersebut dikarenakan proses pemanasan pada suhu tinggi dapat menyebabkan gula menjadi kecokelatan.

Proses masakan akan mengurangi jumlah nira kental akibat sebagian nira yang mengkristal. Selain itu, proses masakan akan menghasilkan sirup yang tidak dapat mengkristal, dimana zat tersebut merupakan zat cair sisa dengan kandungan gula reduksi dan zat bukan gula. Beberapa bahan yang digunakan dalam pan masakan dihasilkan dari stasiun puteran, kecuali bahan sirup (nira kental) atau



stroop. *Stroop* dan magma (bubur gula) akan digunakan untuk bibit dalam pemasakan gula. Sedangkan *klare* adalah hasil penyiraman/pencucian dengan air pada putaran D atau putaran A. Sistem masakan yang ada di PG Kebon Agung adalah sistem masakan A, C, dan D. Stasiun masakan di PG Kebon Agung memiliki 12 pan masakan dengan kapasitas 400 hL, 2 pan masakan dengan kapasitas 600 hL, dan 5 pan masak dengan kapasitas 650 hL. Stasiun masakan juga memiliki beberapa alat penting, seperti palung pendingin dan *vacuum pan*.

Adanya penambahan *fondant*, bibit kristal pada proses kristalisasi dilakukan dalam pan masakan atau *vacuum pan*. Sukrosa di dalam nira kental akan menempel pada *fondant* dan menjadi lebih besar seiring waktu sehingga dapat membentuk kristal gula yang diinginkan. Bahan masakan dimasukkan secara bertahap sesuai prosedur kerja untuk mencegah kristal palsu dan mengurangi penyerapan bahan masakan ke *fondant*. Proses pemasakan terdiri dari 6 tahap sebagai berikut.

1. Masakan D2

Pada tahap masakan D2, nira kental, *stroop C*, *fondant*, dan *klare D* digunakan. 200 hL bahan baku dipanaskan hingga mengental, kemudian ditambahkan 200 cc *Fondant Crystal Sugar (FCS)*. Selama proses kristalisasi, gula *fondant kristal (FCS)* berfungsi sebagai inti atau bibit kristal. Setelah kristal mulai terbentuk, bahan baku ditambahkan kembali hingga 400 hL. Setelah kristal sudah terbentuk sesuai dengan persyaratan, sampel dari tahap masakan D2 diambil untuk mengetahui nilai brix, pol, dan HK (Harga Kemurnian). HK yang diharapkan berkisar antara 60 dan 64. Sebanyak 200 hL akan kemudian dipompa ke tahap masakan D1.

2. Masakan D1

Pada tahap masakan D1 digunakan bahan baku dari pan masakan D2. Masakan D2 dimasukkan ke dalam *flowmeter* 15 dalam tekanan ruang yang dikondisikan vakum sekitar 60–65 cmHg. Kemudian, bahan dipanaskan menggunakan uap nira dari *evaporator* hingga mencapai titik didih bahan ($\pm 65^{\circ}\text{C}$). Pada *compartment* bagian 1–6, *stroop A* dan air ditambahkan. Pada *compartment*



bagian 7–12, *strop* A, *strop* C, dan air ditambahkan. Pada *compartment* bagian 12, nilai HK adalah 58–59 dengan ukuran gula D 0,5 mm. Setelah tahapan ini selesai, hasil masakan D1 dibuang ke palung pendingin D dan dipompa ke *Vertical Crystallizer* untuk mendinginkannya dengan cepat sehingga kristal tidak mudah larut ketika disiram dengan air.

3. Masakan C

Pada tahap masakan C, *klare* SHS, *strop* A, dan magma D digunakan. Bahan baku sebanyak 200 hL akan dikentalkan, kemudian ditambahkan 40 hL dengan *einwurf* D dan dikentalkan kembali untuk mendapatkan bentuk kristal yang lebih baik. Proses pengentalan terus dilakukan hingga volume 300 hL tercapai. Setelah volume yang diinginkan tercapai, nilai brix, pol, dan HK diperiksa (70–72). Hasil masakan C akan diturunkan ke palung pendingin setelah proses tahapan selesai.

4. Masakan A2

Pada tahap masakan A2, nira kental, *klare* SHS, magma C, dan magma D digunakan sebagai bahan baku. Bahan baku sebanyak 200 hL akan dikentalkan, kemudian ditambahkan dengan magma C sebanyak 40 hL dan dikentalkan kembali untuk mendapatkan bentuk kristal yang lebih baik. Proses pengentalan dilanjutkan hingga volume 400 hL. Setelah tahap ini selesai, hasil masakan A2 akan dimasukkan ke pan masakan A1.

5. Masakan A1

Bahan baku dari pan masakan A2 digunakan pada tahap masakan A1, yang ditambahkan secara bertahap kemudian dikentalkan kembali hingga volume 400 hL. Setelah mengental, nira diturunkan ke palung pendingin dan proses putaran dimulai.

6. Palung Pendingin

Hasil masakan dari *vacuum pan* disimpan di palung pendingin pada suhu 40–45°C untuk menghasilkan kristal gula yang lebih besar.



III.3.5 Stasiun Puteran

Stasiun puteran digunakan untuk memisahkan kristal gula dari larutan induknya, atau *stroop*. Pemisahan ini menghasilkan gula SHS dan hasil samping tetes. Stasiun puteran dibagi menjadi 3 bagian yaitu puteran gula jenis A, C, dan D sebagai berikut.

1. Puteran *Discontinue* Gula A

Puteran gula A adalah putaran secara tidak langsung dan dioperasikan secara digital menggunakan sistem *batch* yang berjumlah 7. Proses ini memiliki kecepatan putaran rata-rata 1200 rpm dan waktu tinggal 210 detik. Sebelum putaran dimulai, alat akan dibersihkan sendiri dengan air panas pada suhu sekitar 95°C selama 12-14 detik. Satu siklus putaran berlangsung sekitar tiga hingga empat menit. Produk ditampung di dalam palung pendingin. Setelah itu, dikirim ke distributor untuk dimasukkan ke setiap mesin putaran dan disiram dua kali. Penyiraman pertama menghasilkan *stroop* A, sedangkan penyiraman kedua menghasilkan *klare* SHS dan gula SHS. *Stroop* A dan *klare* SHS yang telah terbentuk akan dialirkan ke stasiun masakan. Sementara gula produk (SHS) akan tetap menempel pada saringan selama mesin berputar. Setelah itu, SHS jatuh ke *screw conveyor* dan dibawa ke *grasshopper*. Setelah itu, kristal gula akan dikeringkan dan didinginkan dalam pengering gula dan pengering gula. Scrap digunakan untuk membersihkan sisa kristal gula yang menempel pada dinding putaran.

2. Puteran *Continue* Gula C

Masakan vacuum pan C, atau *massecuite* C, disimpan dalam palung pendingin C dan kemudian dialirkan ke palung distributor C untuk menjaga putaran tetap kontinu. Setelah itu diturunkan ke mesin putaran, diputar, dan disiram dengan air panas pada suhu sekitar 5°C. *Stroop* C dan gula C dihasilkan dari proses ini, yang pertama dikirim ke tangki penampung, dan yang kedua dikirim ke peti magma C untuk digunakan pada stasiun masakan.

3. Puteran *Continue* Gula D



Hasil masakan D dipompa ke *vertical crystallizer* (40-45°C) yang mengandung air dingin. Air dingin ini digunakan untuk mempercepat pendinginan *massecuite* agar kristal tetap utuh dan tidak meleleh karena ukurannya yang sangat kecil. Setelah proses di *vertical crystallizer*, masuk ke putaran kontinyu dengan air panas. Pada putaran D, gula D1 dan tetes dibuat. Tetes dipompa langsung ke tangki penyimpanan akhir, sementara gula D1 dialirkan ke distributor gula D2 dan diturunkan ke putaran D2. Pada putaran kedua, air panas digunakan sama seperti pada putaran pertama. Gula D dan *klare* D adalah produk yang dihasilkan pada putaran ini. Gula D akan dialirkan ke peti magma dan *klare* D akan dipompa ke penampung *klare* D dengan kecepatan sekitar 1500-2000 rpm.

III.3.6 Stasiun Penyelesaian dan Pengemasan

Gula produk berupa gula kristal putih SHS (*Superium Hoofd Suiker*) dari stasiun putaran A yang sudah jadi akan disaring untuk memisahkan gula SHS dari kotoran dan bongkahan gula. Kemudian, gula SHS yang lolos masuk ke *vibrating conveyor*, yang berfungsi sebagai pengangkut produk gula SHS dan pengering gula yang masih panas dan belum sepenuhnya kering menjadi lebih dingin dan kering. Gula kemudian dimasukkan ke pemanas gula untuk dikeringkan. Setelah dibasahi dengan udara dingin untuk mengeringkannya, masuk ke proses penyaringan. Di proses penyaringan, gula produk akan diangkat menggunakan *bucket elevator*. Terdapat dua jenis ukuran saringan, yaitu 8 mesh dan 28 mesh, gula halus dan kasar yang tidak memenuhi kualitas produk tidak ikut tersaring dan akan dileburkan kembali untuk diproses di stasiun pemasakan, sedangkan gula yang memenuhi akan dimasukkan ke silo.

Pada stasiun pengemasan di PG Kebon Agung Malang dibagi menjadi dua bagian *packaging* (pengemasan), yaitu untuk gula produk R dengan berat 1 kg menggunakan kemasan plastik dan pengemasan gula produk A dengan berat 50 kg menggunakan kemasan karung. Pengemasan gula produk dilakukan otomatis



LAPORAN PRAKTIK KERJA LAPANG PABRIK GULA KEBONAGUNG, MALANG UPN “VETERAN” JAWA TIMUR



menggunakan dua mesin pengepakan dengan proses pengemasannya mencapai 18 m/sack/machine. Setelah di packing, gula akan ditransportasikan dengan *rotary belt conveyor* menuju gudang penyimpanan gula. Pada proses pengemasan terdapat beberapa pengendalian mutu yang diterapkan, yaitu diantaranya pengujian laboratorium kualitas gula dan *moisture* gula produk, pengujian berat gula dalam kemasan dan pengeluaran produk dengan sistem FIFO (*First In First Out*), serta pengendalian kemasan harus dalam kondisi baik.