



---

## BAB II TINJAUAN PUSTAKA

### II.1 Uraian Proses

Tujuan utama dari proses pengolahan di pabrik adalah untuk memperoleh hasil gula yang maksimal dan meminimalkan kehilangan nira selama proses produksi. Proses pembuatan gula siap pasarkan melibatkan beberapa tahap, di antaranya:

1. Penimbangan dan persiapan awal
2. Penggilingan tebu (Stasiun Gilingan)
3. Pemurnian nira (Stasiun Pemurnian)
4. Penguapan nira (Stasiun Penguapan)
5. Kristalisasi (Stasiun Masakan)
6. Pemisahan (Stasiun Putaran)
7. Pengeringan dan pendinginan
8. Pengemasan

#### II.1.1 Proses Penimbangan dan persiapan awal

Tahap awal sebelum tebu diproses di Pabrik Gula Gempolkrep adalah pemeriksaan contoh inti tebu (core sample). Pemeriksaan ini bertujuan untuk mengetahui rendemen, yaitu kadar sukrosa atau gula yang terkandung dalam tebu yang masuk ke pabrik. Analisis rendemen dilakukan terhadap setiap truk pengangkut tebu. Langkah ini sangat penting karena kualitas gula yang dihasilkan sangat dipengaruhi oleh mutu bahan baku yang digunakan. Dengan mengetahui kadar gula dalam tebu, pabrik dapat memperkirakan hasil produksi, mengontrol kualitas bahan baku, serta menjaga efisiensi proses pengolahan.

Setelah dilakukan pemeriksaan core sample, tebu selanjutnya ditimbang pada stasiun timbangan. Pabrik Gula Gempolkrep memiliki tiga unit timbangan berkapasitas masing-masing 20 ton dengan merek EHP Steuerungstechnik tipe KGW10. Tujuan penimbangan adalah untuk mengetahui berat bersih tebu yang akan digiling. Setelah ditimbang, tebu diarahkan menuju area penggilingan dengan sistem FIFO (First In First Out). Sistem ini diterapkan untuk memastikan tebu



digiling sesuai urutan kedatangan sehingga kesegaran bahan baku tetap terjaga dan potensi kerusakan tebu dapat diminimalkan. Tebu yang telah ditimbang diangkat menggunakan crane menuju meja tebu. Pabrik Gula Gempolkrep memiliki tiga crane dengan kapasitas masing-masing 5.040 TCD dan tiga meja tebu dengan kapasitas 4.374 TCD. Dari meja tebu, bahan dialirkan ke cane carrier berkapasitas 8.100 TCD, yang berfungsi membawa tebu ke stasiun kerja pendahuluan. Tujuan utama tahap ini adalah membuka ruas (buku) tebu dan mengubahnya menjadi bentuk serat agar proses pemerahan pada unit gilingan dapat berlangsung lebih optimal.

Peralatan utama pada stasiun ini antara lain:

- a. Cane Cutter 1 digunakan untuk memotong tebu dengan sudut pisau  $90^\circ$  dan celah (gap) 100 mm sehingga menghasilkan cacahan kasar.
- b. Cane Cutter 2 digunakan untuk memotong ulang hasil cacahan dengan gap 25 mm untuk menghasilkan potongan lebih halus.
- c. Heavy Duty Hammer Shredder (HDHS) digunakan untuk menghancurkan cacahan tebu dengan gaya sentrifugal menggunakan palu berat (hammer) agar jaringan tebu terbuka sempurna dan siap diperas pada unit gilingan.

### III.1.2 Proses Penggilingan

Setelah tahap persiapan, cacahan tebu dialirkan ke stasiun penggilingan yang terdiri dari lima unit gilingan. Proses pemerahan dilakukan secara bertahap. Pada gilingan pertama, dihasilkan nira perahan pertama (NPP). Pemerasan tebu bertujuan untuk mendapatkan nira sebanyak mungkin, menggunakan lima set three roll mill, yaitu unit gilingan I hingga V. Setiap unit gilingan terdiri dari tiga roll yang disusun membentuk sudut  $120^\circ$  dan setiap gilingan melakukan dua kali pemerasan. Pemerahan nira dari batang tebu merupakan langkah pertama dalam pembuatan gula. Tebu yang memenuhi syarat untuk digiling adalah tebu yang sudah mencapai fase kemasakan, di mana rendemen batang bagian pucuk hampir setara dengan rendemen batang bagian bawah dan kebersihan tebu melebihi 95%. Tebu yang telah matang memiliki sel yang mudah pecah, sehingga proses ekstraksi nira dapat dilakukan secara optimal dibandingkan dengan tebu yang belum matang.



Tebu yang berumur lebih dari 9 bulan, dengan rendemen pada tiga bagian batang (atas, tengah, dan bawah) mencapai  $\geq 7,0$ , dianggap ideal untuk digiling karena tebu tersebut sudah tua, segar, manis, dan bersih.

Proses penggilingan dilakukan sebanyak 10 kali menggunakan lima unit gilingan (five set three roll mill). Setiap unit gilingan terdiri dari tiga rol besi dengan permukaan beralur berbentuk V dan sudut  $30^\circ$ , yang berfungsi untuk memperlancar aliran nira dan mengurangi terjadinya slip. Setiap unit gilingan disusun secara seri dengan menggunakan tekanan hidrolik yang bervariasi. Nira hasil pemerasan ini kemudian ditampung dalam tabung Boulogne. Ampas yang dihasilkan dari gilingan pertama dicampur dengan nira dari gilingan ketiga untuk meningkatkan efisiensi ekstraksi gula. Proses ini berlanjut hingga gilingan kelima, di mana air imbibisi ditambahkan untuk melarutkan sisa gula yang masih terkandung dalam ampas. Ampas akhir yang tidak mengandung gula signifikan selanjutnya diangkut melalui bagasse conveyor menuju stasiun boiler untuk dimanfaatkan sebagai bahan bakar padat.

### III.1.3 Proses Pemurnian

Tahap pemurnian bertujuan untuk memperoleh nira jernih dengan kadar gula tinggi serta menghilangkan kotoran dan bahan organik dari nira mentah. Pabrik Gula Gempolkrep menggunakan metode defekasi-sulfitasi yang melibatkan kombinasi proses kimia, fisika, dan kimia-fisika yaitu :

- Proses Kimia dengan penambahan asam fosfat ( $H_3PO_4$ ) dan susu kapur ( $Ca(OH)_2$ ) menyebabkan terbentuknya endapan garam halus, seperti  $Ca_3(PO_4)_2$ , yang mengikat pengotor organik.
- Proses Fisika dengan cara pengotor kasar dipisahkan melalui pengendapan dan penyaringan mekanis.
- Proses Kimia-Fisika merupakan kombinasi kedua proses tersebut mempercepat pembentukan flok atau gumpalan endapan kotoran.

Nira mentah dari stasiun gilingan yang telah disaring menggunakan DSM Screen dipanaskan dalam Pemanas Pendahuluan I (PP I) pada suhu  $75^\circ C$  untuk membunuh mikroba dan menstabilkan pH (5,5–6,5). Selanjutnya, dilakukan



penambahan susu kapur dengan konsentrasi 6°Be hingga pH meningkat menjadi 7,2–7,3. Proses dilanjutkan dengan sulfitasi, yaitu pemberian gas SO<sub>2</sub> untuk menetralkan pH dan membentuk endapan kalsium sulfit (CaSO<sub>3</sub>). Endapan ini memperbesar flok dan mempercepat pengendapan. Setelah itu, nira kembali dipanaskan dalam juice heater II (105–110°C), dialirkan ke flash tank untuk menghilangkan gas-gas terlarut, dan selanjutnya diproses di door clarifier. Nira jernih yang berada pada bagian atas clarifier dialirkan ke clear juice tank untuk tahap penguapan, sedangkan endapan pada bagian bawah ditampung dan disaring menggunakan rotary vacuum filter (RVF). Filtrat dari RVF dikembalikan ke proses, sedangkan ampas hasil penyaringan disebut blotong dan digunakan sebagai pupuk organik.

#### **III.1.4 Proses Penguapan**

Nira jernih kemudian diuapkan untuk mengurangi kadar air hingga mencapai 61–63% brix dan kekentalan 32°Be. Proses ini menggunakan sistem quintuple effect evaporator, yaitu lima tahapan penguapan berkelanjutan dengan tekanan berbeda.

Peralatan utama yang digunakan antara lain:

- a. Thermo Kompresor (steam jet injector) sebagai alat bantu evaporasi.
- b. Pompa Vakum untuk mengatur tekanan antar evaporator.
- c. Kondensor sebagai alat pengembun uap air hasil penguapan.

Setelah melalui lima tahap evaporasi bertingkat, dihasilkan nira kental yang kemudian disulfitasi kembali untuk menurunkan warna dan meningkatkan kejernihan. Nira ini selanjutnya diproses di stasiun masakan.

#### **III.1.5 Proses Masakan**

Di stasiun masakan, proses kristalisasi bertujuan untuk mempermudah pemisahan kristal gula dari kotoran selama proses pemutaran, sehingga menghasilkan gula dengan tingkat kemurnian yang tinggi. Proses ini juga bertujuan untuk membentuk kristal gula yang sesuai dengan standar kualitas yang telah



ditetapkan, serta mengubah saccarosa dalam larutan menjadi kristal untuk memaksimalkan pembentukan gula. Hasil akhir dari proses ini adalah tetes yang hampir tidak mengandung gula, bahkan diharapkan tidak ada gula sama sekali. Nira kental yang keluar dari stasiun penguapan dan telah melalui proses pemucatan (dibleaching) masih mengandung sekitar 35%-40% air. Jika kadar air ini terlalu tinggi, pembentukan kristal akan berlangsung lebih lama. Oleh karena itu, kelebihan kandungan air ini akan diuapkan pada stasiun kristalisasi menggunakan pan kristalisasi. Nira kental yang sudah siap dimasak akan diproses dengan menggunakan vacuum pan untuk membentuk kristal gula. Pabrik Gula Gempolkrep menerapkan formasi masakan A-C-D (ACD), yaitu sistem pengkristalan bertingkat.

a. Masakan D

Bahan terdiri atas stroop A, klare D, dan nira kental yang dicampur dengan bibit fondan. Proses ini menghasilkan gula D dan tetes.

b. Masakan C

Menggunakan bibitan C, stroop A, serta gula D. Hasilnya adalah gula C yang akan digunakan dalam proses masakan A.

c. Masakan A

Terdiri atas nira kental dan gula C, menghasilkan gula kristal putih berkualitas tinggi yang menjadi produk utama pabrik.

Proses masakan dilakukan pada vacuum pan kontinu (CVP) yang dikontrol secara semiotomatis untuk menjaga konsistensi kristalisasi.

### III.1.6 Proses Puteran

Puteran berfungsi memisahkan kristal gula dari cairan stroop dengan memanfaatkan gaya sentrifugal. Low Grade Fugal (LGF) digunakan untuk memproses masakan C dan D, menghasilkan gula C, gula D, serta tetes. High Grade Fugal (HGF) digunakan untuk memproses masakan A dan menghasilkan gula SHS (Super High Sugar) serta klare SHS. Proses puteran berlangsung secara kontinu maupun batch otomatis, tergantung jenis puterannya. Gula yang dihasilkan kemudian dialirkan menuju tahap pengeringan. Tahap akhir proses produksi adalah



pengeringan, pendinginan, dan pengemasan gula. Gula SHS yang keluar dari puteran dialirkan menuju alat pengering dengan udara panas bersuhu 400°C. Setelah kering, gula didinginkan di curing station, kemudian disaring menggunakan vibrating screen dua tingkat untuk memisahkan berdasarkan ukuran butiran: gula standar, gula halus, dan gula krikilan. Gula halus dan krikilan dilebur kembali sebagai bahan masakan A, sedangkan gula standar dikemas dalam karung berkapasitas 50 kg dan dijahit rapat sebelum disimpan di gudang penyimpanan.

### **III.1.7 Proses Pengeringan dan pendinginan**

Pada stasiun penyelesaian, gula yang berasal dari stasiun putaran dikeringkan hingga benar-benar kering. Proses pengeringan dilakukan dengan menyemprotkan uap panas bersuhu 70 °C, kemudian didinginkan kembali untuk menghindari kerusakan gula akibat suhu tinggi. Tujuan pengeringan ini adalah untuk mencegah kerusakan gula yang disebabkan oleh mikroorganisme, sehingga gula dapat bertahan lebih lama selama penyimpanan sebelum didistribusikan ke konsumen. Setelah proses pengeringan, gula diangkut dengan elevator dan disaring menggunakan saringan vibrating screen. Gula dengan ukuran standar SHS (Super High Sugar) kemudian diangkut menggunakan sugar conveyor yang dilengkapi dengan magnetic separator untuk menarik partikel logam (besi) yang mungkin melekat pada kristal gula. Selanjutnya, gula hasil pengeringan diangkat ke saringan vibrating screen, dengan kadar kelembapan 0,05% dan suhu 30-50 °C. Kristal gula yang berasal dari putaran SHS dipindahkan melalui grasshopper conveyor menuju jacob evaporator, lalu ditumpahkan ke sugar dryer dan cooler untuk dikeringkan, mengingat gula dari putaran SHS masih basah. Pengeringan dilakukan dengan penghembusan udara panas pada suhu 75 °C, dan gula yang sudah kering kemudian dipindahkan ke saringan gula yang memiliki dua ukuran mesh berbeda.

Gula yang memenuhi standar kualitas akan dipisahkan dengan saringan yang dilengkapi dengan magnet untuk menangkap partikel logam yang terikat pada gula. Setelah itu, gula ditumpahkan ke belt conveyor dan dipindahkan ke sugar bin, di mana mesin pengisi dan penimbang serta alat penjahit karung siap digunakan. Gula yang telah terbungkus dalam karung seberat 50 kg per kantong kemudian



disimpan di gudang penyimpanan gula melalui belt conveyor. Proses penyaringan dilakukan menggunakan tiga jenis saringan dengan ukuran mesh yang berbeda, yaitu:

- a. Saringan 1 (ukuran 8x8) untuk memisahkan gula kasar, normal, dan halus.
- b. Saringan 2 (ukuran 23x2) untuk memisahkan gula normal dan halus.
- c. Saringan 3 untuk memisahkan gula halus yang tidak memenuhi standar.

Gula halus dan gula kasar yang tidak memenuhi syarat akan dilebur kembali di peti peleburan dan dialirkan ke penampung di stasiun masakan untuk diproses ulang.

### **II.1.8 Proses Pengemasan**

Gula yang telah bebas dari partikel besi yang terikat di dalamnya kemudian dimasukkan ke dalam sugar bin. Sugar bin berfungsi untuk menampung gula, sementara mesin sugar weigher secara otomatis mengisi dan menimbang gula dengan berat 50 kg ke dalam karung. Setelah itu, karung gula dijahit dan diangkat menggunakan conveyor untuk disimpan di gudang.