



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### II.1. Bahan Baku

##### II.1.1. Pengertian Tebu sebagai Bahan Baku

Tebu yang ditanam pada tanah yang banyak mengandung humus pertumbuhannya baik, tetapi mengandung rendemen yang rendah. Tetapi bila ditanam di daerah berpasir dan sedikit humus, maka pertumbuhannya akan kurang baik, demikian juga tebu yang tumbuh di daerah asin. Tebu tumbuh baik di daerah subur, gembur dan dapat menahan air, tetapi juga mudah melepaskan air. Di tanah kering tebu tumbuhnya lambat, ruasnya pendek, sedangkan yang ditanam di daerah yang tergenang air akan mati, karena akar-akarnya busuk, karena inilah membuat saluran yang lebar dan dalam. Karena saluran tersebut untuk mengatur drainase yang sangat penting bagi tanaman tebu. ( Notojoewono, 1975 ).

Komposisi nira dari suatu jenis tanaman dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu antara lain : Varietas tanaman, umur tanaman, kesehatan tanaman, keadaan tanah, iklim, pemupukan dan pengairan. Demikian pula setiap jenis tanaman mempunyai komposisi nira yang berlainan dan umumnya terdiri dari air, sukrosa, gula reduksi, bahan organik lain dan bahan anorganik. Air dalam nira tebu merupakan bagian yang terbesar yaitu 77 – 88%, 8 – 21% gula, 0,33 – 3,0% gula reduksi, 0,5 – 1,0% senyawa organik lain dan 0,2 – 6,0% senyawa anorganik. (Goutara dan Wijadi, 1975).

Selain gula dan gula reduksi, ada senyawa lain yang terdapat dalam air tebu yang disebut "bukan gula (non sugar)". Zat-zat bukan gula, gula dan gula reduksi tersebut dalam air tebu mempunyai 3 keadaan, yaitu :

1. Larut, misal : gula, gula reduksi, garam kalium, natrium dan lain-lain.
2. Koloid, misal : putih telur, lilin.
3. Komponen terapung, misal : ampas halus, tanah yang terbawa tebu dan lain-lain.



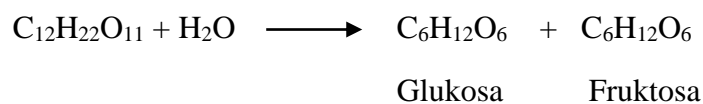
### II.1.2. Pengertian Gula sebagai Produk

Gula merupakan senyawa organik yang penting sebagai bahan makanan, sebab gula mudah dicerna dalam tubuh sebagai sumber kalori. Disamping sebagai bahan makanan, pencampur obat-obatan, bahan baku bagi pembuatan alcohol, pencampur mentega, dsb. (Goutara dan Wijadi, 1975).

Kristal gula yang sehari-hari umumnya di Indonesia dibuat dari tanaman tebu (*Saccharum Officinarum*). Gula pasir merupakan salah satu dari sembilan bahan pokok yang mempunyai peranan penting dalam perekonomian di Indonesia. Seseorang yang kekurangan gula akan menjadi lemah dan tidak mempunyai energi apabila didalam tubuh terjadi pembakaran dengan reaksi :



Gula adalah disakarida dengan rumus molekul  $C_{12}H_{22}O_{11}$  yang tersusun dari glukosa dan fruktosa yang mempunyai berat molekul 342. Larutan gula bila dipanaskan pada suhu tinggi akan terhidroksi, hidrolisis bertambah cepat dengan adanya asam sebagai katalis. Pemecahan saccharosa ini disebut gula invert dengan reaksi :



Jika gula reduksi dipanaskan dalam suasana alkalis maka akan terjadi dekomposisi dan akan menghasilkan bermacam-macam senyawa diantaranya furfural methyl glyoxyl, glyseril aldehyd dan lain-lain. Adanya zat yang tidak murni dapat menambah atau mengurangi hasil, tetapi pada umumnya dekomposisi tergantung dari temperatur dan waktu diperbesar. Dalam pembuatan gula diusahakan kualitas dan kuantitas saccharosa terjaga dan jangan sampai pecah karena akan berpengaruh pada hasil akhir, dimana kemungkinan yang terjadi adalah jumlah hasil produksi berwarna coklat atau tidak putih atau dengan kata lain dari ekonomi perusahaan dibuat yang memenuhi selera konsumen dengan biaya serendah-rendahnya dan hasil yang semaksimal mungkin.



Dan biasanya harga kemurnian dalm pabrik gula dirumuskan :

$$\text{Harga Kemurnian} : \frac{\% \text{ POL}}{\% \text{ BRIX}} \times 100\%$$

Keterangan : % Pol menunjukkan pendekatan kadar gula

% Brix menunjukkan kadar zat kering (semu)

## II.2. Uraian Proses

Gula kristal putih atau gula jenis SHS (*Superior Hoofd Suiker*) merupakan produk utama yang dihasilkan di PG. Candi Baru melalui tahapan-tahapan berikut:

1. Proses Persiapan
2. Stasiun Gilingan
3. Stasiun Boiler
4. Stasiun Pemurnian
5. Stasiun Penguapan
6. Stasiun Masakan
7. Stasiun Putaran dan Penyelesaian

### II.2.1 Proses Persiapan

Pada stasiun persiapan bertujuan untuk mempersiapkan tebu sampai tebu siap giling. Pada stasiun persiapan terdapat tiga pos, yaitu :

- a. Pos Penerimaan atau Pos Pantau

Pada pos penerimaan dilakukan pemeriksaan kadar gula (brix) tebu menggunakan *refraktometer* dan pemeriksaan pH tebu menggunakan pH meter.



b. Pos Penimbangan

Pada pos penimbangan, truk yang bermuatan tebu di timbang terlebih dahulu, setelah muatan truk diturunkan, truk kemudian ditimbang kembali. Berat muatan yang diperoleh merupakan selisih dari berat truk bermuatan dan berat truk kosong.

c. Pos Pembongkaran

Pada pos pembongkaran, tebu dari truk dipindahkan ke *lori* (kereta pengangkut tebu) tebu menggunakan *cane crane* kemudian dipindahkan ke meja tebu sebelum masuk ke dalam stasiun gilingan. Tempat antrian tebu yang akan digiling disebut dengan *Emplacement* tebu. Pengambilan pada *emplacement* ini menggunakan sistem FIFO (*First In First Out*).

## II.2.2 Stasiun gilingan

Pada stasiun gilingan, tebu digiling dengan tujuan agar didapatkan nira tebu yang nantinya akan diproses lebih lanjut untuk menghasilkan gula produksi atau gula SHS. Namun sebelum itu tebu yang masuk pabrik harus ditimbang terlebih dahulu pada stasiun penimbangan untuk mengetahui berat tebu yang dibawa oleh petani. Dengan begini pabrik dapat menghitung bagi hasil yang akan dilakukan dengan petani tebu sesuai dengan rendemen yang ada pada tebu yang mereka bawa.

Tebu yang masuk ke dalam pabrik diangkat dengan menggunakan truk atau lori dan dimasukkan ke dalam penampung bahan baku untuk dipotong-potong dengan menggunakan *cutter*. Alat *cutter* ini berputar sehingga tebu yang masuk dapat terpotong menjadi serpihan-serpihan tebu. Serpihan tebu ini kemudian dihancurkan dengan mesin gilingan sehingga dapat diperoleh cairan nira tebu serta ampas tebu.

Nira tebu yang diperoleh dari gilingan akan ditampung dalam tangki penampung dan dipanaskan dengan menggunakan uap panas dari *boiler*. Nira yang dihasilkan dari proses ini masih merupakan nira yang kotor karena masih



mengandung sisa-sisa tanah yang ada pada tebu, serat-serat tebu, serta ekstrak dari daun dan kulit tanaman. (Mahfud, 2017)

Terdapat beberapa hal yang dapat mempengaruhi kemampuan atau efisiensi kerja pada stasiun gilingan. Diantaranya adalah dari karakteristik tebu, faktor teknis, dan mekanik.

a. Karakteristik tebu

1. Kandungan serat tebu.
2. Jumlah padatan terlarut, gula invert, dan sukrosa yang ada dalam nira.
3. Kandungan dekstran, pati, dan polisakarida yang ada di dalam nira.

b. Faktor teknis

1. Metode pencacahan bahan baku tebu.
2. Volume air imbibisi yang ditambahkan.
3. Volume nira yang berhasil diekstrak pada setiap roll pemeras.
4. Nira hasil perahan pertama.

c. Faktor mekanik

1. Kecepatan putar tiap roll gilingan.
2. Besarnya tekanan hidrolis yang diberikan pada gilingan.
3. Drainase nira yang berasal dari gilingan.
4. Pengaturan *inlet* dan *outlet* dari tiap gilingan.

(Delgado, 2001)

### II.2.3 Stasiun pemurnian

Dalam menjalankan proses produksi ini umumnya gula terbagi dalam beberapa proses yang bertujuan untuk mendapatkan gula yang bagus. Macam-macam proses pembuatan gula di Indonesia adalah sebagai berikut :

- Proses Defekasi
- Proses Sulfitasi
- Proses Karbonatasi

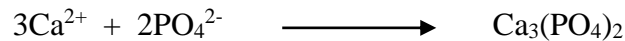
#### 1. Proses Defekasi

Proses ini dilakukan dengan cara pemberian susu kapur sebagai reagen untuk menetralkan nira. CaO yang dipakai sekitar 0,1 – 0,13 % dan dengan kekentalan



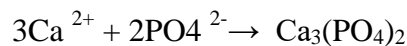
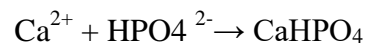
6<sup>o</sup>Be. Susu kapur yang diberikan akan bereaksi dengan fosfat yang ada dalam nira dan akan membentuk endapan  $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ ,

dengan reaksi sebagai berikut :



## 2. Proses Sulfitasi

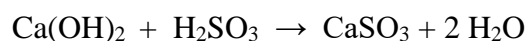
Proses ini merupakan kelanjutan dari proses defekasi dengan menambahkan susu kapur dan gas  $\text{SO}_2$  sebagai reagen. Pada proses ini susu kapur yang ditambahkan berlebih yang kemudian akan dinetralkan dengan gas  $\text{SO}_2$  yang berfungsi sebagai bahan pengabsorpsi yang bukan bahan gula. Sebelum direaksikan dengan reagen, nira dipanasi terlebih dahulu sampai suhu  $75^\circ\text{C}$ . Fungsi penambahan kapur dalam proses pemurnian nira sebagai penetral pH dan mengendapkan senyawa- senyawa non gula organik maupun anorganik sebagai garam-garam Calcium dari pospat, sulfat, silikat dan garam-garam organik . Mekanisme pembentukan endapan garam Calcium pospat sebagai berikut :



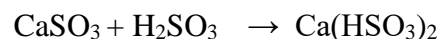
Gas  $\text{SO}_2$  yang dihasilkan dari pembakaran belerang harus bebas asam sulfat dialirkan ke tangki sulfitator. Belerang dioksida ( $\text{SO}_2$ ) dalam proses pemurnian nira tebu mempunyai efek- efek :

1. Menetralkan kelebihan kapur yang ditambahkan.

Sulfur dioksida bereaksi dengan Calcium membentuk endapan calcium sulfit.



Bila penambahan gas sulfit berlebih, reaksi berlanjut Calcium sulfit larut menjadi Calcium bisulfit seperti reaksi di bawah ini :



Bila nira yang asam mengandung Calcium bisulfit ini dipanaskan akan terurai lagi dan mengendapkan Calcium sulfit dan  $\text{SO}_2$ . Pengendalian pH harus dilakukan sedemikian mendekati titik netral sehingga tidak terjadi reaksi bolak-balik yang menyebabkan terbentuknya gas  $\text{SO}_2$  lagi dan



menyebabkan korosi pada pipa-pipa dan tangki reactor.

2. Sebagai bleaching (pemucat) zat-zat warna.

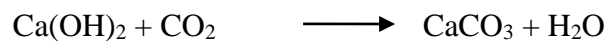
Asam-asam belerang adalah zat pemucat yang kuat. Dalam pemurnian nira berfungsi SO<sub>2</sub> memucatkan zat-zat pembentuk warna yang terdapat dalam tebu dan mencegah reaksi terbentuknya warna pada penguapan dan kristalisasi.

3. Menurunkan viskositas nira.

Sulfur dioksida berfungsi juga menurunkan viskositas larutan gula yang mempermudah dalam proses selanjutnya (kristalisasi).

### 3. Proses Karbonatasi

Proses ini dilakukan dengan memberikan susu kapur yang berlebihan dan gas CO<sub>2</sub> sebagai penetral. Endapan yang terbentuk adalah endapan kalsiumkarbonat. Nira sebelum dikarbonatasi dipanasi terlebih dahulu mencapai suhu 55°C dengan pertimbangan bahwa diatas suhu tersebut akan terjadi kerusakan pada gula reduksi yang dapat menimbulkan warna gelap gula sedangkan dibawah suhu tersebut reaksi berjalan lambat.



Perbedaan ketiga proses tersebut selain pada cara pemurnian nira juga pada hasil produksi gula. Proses defekasi yaitu gula yang dihasilkan berwarna merah coklat yang disebut gula SHS, namun biaya pemurniannya relatif murah. Sedangkan proses sulfitasi dihasilkan gula SHS 1 yang berwarna putih karena proses pemurniannya lebih sempurna daripada proses defekasi, tetapi biayanya lebih mahal dibandingkan dengan proses defekasi. Untuk proses karbonatasi gula yang dihasilkan paling baik dan biaya pemurniannya lebih mahal dari kedua proses lainnya.

#### II.2.4 Stasiun penguapan

Hasil dari proses pemurnian adalah "nira jernih" (*clear juice*). Nira yang telah jernih kemungkinan hanya memiliki kandungan gula sebanyak 15% tetapi cairan gula jenuh yang dibutuhkan dalam proses kristalisasi memiliki kandungan gula

---



sebanyak 80%. Oleh sebab itu, langkah selanjutnya dalam proses pengolahan gula adalah proses penguapan. Penguapan dilakukan dalam bejana evaporator. Tujuan dari penguapan nira jernih adalah untuk menaikkan konsentrasi dari nira mendekati konsentrasi jenuhnya.

Pada proses penguapan menggunakan multiple effect evaporator dengan kondisi vakum. Penggunaan multiple effect evaporator dengan pertimbangan untuk menghemat penggunaan uap. Sistem multiple effect evaporator terdiri dari 3 buah evaporator atau lebih yang dipasang secara seri. Di pabrik gula biasanya menggunakan 4(*quadruple*) atau 5 (*quintuple*) buah evaporator.

Pada proses penguapan air yang terkandung dalam nira akan diuapkan. Uap baru digunakan pada evaporator badan I sedangkan untuk penguapan pada evaporator badan selanjutnya menggunakan uap yang dihasilkan evaporator badan I. Penguapan dilakukan pada kondisi vakum dengan pertimbangan untuk menurunkan titik didih dari nira. Karena nira pada suhu tertentu ( $> 125^{\circ}\text{C}$ ) akan mengalami karamelisasi atau kerusakan. Dengan kondisi vakum maka titik didih nira akan terjadi pada suhu  $70^{\circ}\text{C}$ . Produk yang dihasilkan dalam proses penguapan adalah "nira kental". (Gumilar, 2015)

### II.2.5 Stasiun kristalisasi

Tujuan dari proses kristalisasi adalah untuk menghasilkan kristal sukrosa. Langkah pertama dalam proses kristalisasi adalah dengan meningkatkan kejenuhan nira dengan memasak nira di dalam *vacum pans* untuk memudahkan proses produksi gula kristal. Pola kristalisasi yang biasanya digunakan adalah 2 atau 3 kristalisasi *massecuite*. Tiga *massecuite* biasanya dilakukan untuk mengurangi kadar sukrosa yang ada dalam mollase dengan cara mengubahnya menjadi gula kristal.

Produk yang dihasilkan dari proses masakan tersebut, kemudian dikirimkan ke *cooling crystalizer* agar dapat memungkinkan pemulihan gula lebih lanjut. Pada proses ini, suhu dari massa dikurangi sehingga membuat sukrosa dari *mother liquor* ditransferkan ke kristal gula.





Pada sistem 3 *massecuite* (A, B, C), *massecuite* A dan B diarahkan untuk produksi gula komersial, sementara *massecuite* C digunakan sebagai benih untuk produksi *massecuite* A dan B. Mollase yang disebut sebagai mollase akhir dipisahkan dari gula kristal dengan sentrifugasi.

Kerugian pada tahap kristalisasi produksi gula mentah terjadi karena pemulihan sukrosa yang buruk dari mollase akhir. Perlakuan pasca panen yang buruk dari tebu serta faktor-faktor industri berkontribusi pada pemulihan yang buruk ini. Faktor industri yang berkontribusi pada pemulihan yang buruk adalah :

- a) Kerusakan kristal, khususnya kristal yang memanjang, pada proses sentrifugasi. Menghasilkan produksi kristal kecil di dalam mollase, sehingga meningkatkan kandungan gulanya.
- b) Penghancuran gula *invert* selama pengapuran dan dalam tangki evaporator pertama, sehingga meningkatkan kelarutan sukrosa dan penurunan pemulihan gula.
- c) Pendahuluan dari abu menjadi bahan *intermediate* melalui pendahuluan tanah dengan tebu penggunaan air untuk imbibisi pada unit ekstraksi dan penggunaan kapur kemurnian rendah.

Komposisi dari mollase akhir akan disajikan dalam tabel di bawah ini

**Tabel II.1 Komposisi Mollase Akhir**

Brix	88%
Kemurnian	32-38%
Gula <i>invert</i>	16-28%
Kadar abu	10-12%

(Delgado,2001)

## II.2.6 Stasiun Sentrifugasi

Prinsip dasar yang diterapkan pada stasiun ini adalah memisahkan antara kristal gula dengan sirupnya. Pemisahan ini memanfaatkan gaya sentrifugal atau putaran sehingga kristal gula akan tertahan pada saringan sedangkan mollase akan menembus saringan. Gula yang tertinggal inilah yang akan diproses lebih lanjut ke proses *drying-cooling*.



### II.2.7 Stasiun Proses Pengeringan dan Pengemasan

Prinsip dasar dari proses ini adalah mengeringkan gula dengan mengurangi kadar air pada kristal gula dengan menggunakan *dryer*. Kemudian gula yang telah kering akan diayak untuk diperoleh ukuran kristal gula yang seragam untuk dikemas, gula yang lolos dari ayakan atau *undersize* akan ditampung dalam tempat penyimpanan gula sebelum ditimbang dan dikemas. Gula umumnya dikemas dalam karung dengan netto 50 kg. Setelah dikemas gula akan disimpan di dalam gudang dan siap dipasarkan.

(Mahfud,2017)