



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

Gula adalah suatu karbohidrat sederhana yang menjadi sumber energi dan komoditi perdagangan utama. Gula paling banyak diperdagangkan dalam bentuk kristal sukrosa padat. Gula digunakan untuk mengubah rasa menjadi manis pada makanan dan minuman. Gula sebagai sukrosa diperoleh dari nira tebu, bit gula atau aren. Gula merupakan hal penting banyak digunakan dan memegang peranan penting dalam kehidupan manusia. Berbagai makanan dan minuman menggunakan bahan dari gula sebagai pemanis misalnya makanan berupa kue, biskuit, roti hingga makanan utama sehari-hari. Kebutuhan gula semakin bertambah maka kapasitas produksi akan semakin besar.

Gula merupakan sukrosa yaitu disakarida yang berbentuk dari ikatan hidrolisi antara glukosa dan fruktosa. Rumus kimia gula yaitu $C_{12}H_{22}O_{11}$ dengan berat molekul 342,3 dengan sifat-sifat sebagai berikut :

- Sifat Fisik : Tak berwarna, larut dalam air, tidak larut dalam kloroform, titik didih $180^{\circ}C$, bentuk kristal monoklin, densitas 1588 kg/m^3 (Pada suhu $15^{\circ}C$).
- Sifat Kimia : Dalam suasana asam dan suhu tinggi akan mengalami inverse menjadi glukosa atau fruktosa.

Sukrosa pada temperatur tinggi akan mengalami inverse yaitu terurainya sukrosa menjadi glukosa dan fruktosa yang disebut sebagai gula invert. Hal ini disebabkan adanya mikroorganisme dengan mengeluarkan enzim yang bekerja sebagai katalisator. Inersi sukrosa dapat pula terjadi pada suasana asam sehingga sukrosa tidak dapat membentuk kristal karena kelarutan glukosa dan fruktosa sangat besar.

Jenis-jenis gula :

Gula terbagai menjadi beberapa berdasarkan warnanya :

a. Raw Sugar

Raw sugar adalah gula mentah berbentuk kristal berwarna kecoklatan dengan bahan baku dari tebu. Gula tipe ini adalah produksi gula setengah jadi dari pabrik



penggilangan tebu yang tidak mempunyai unit pemurnian. Gula ini sering diimpor untuk dijadikan gula kristal putih maupun gula rafinasi.

b. Gula Rafinasi.

Rafined sugar atau gula rafinasi merupakan hasil olahan lebih lanjut dari gula mentah atau raw sugar melalui proses defikasi yang tidak dapat langsung dikonsumsi oleh manusia sebelum diolah menjadi lebih lanjut. Yang membedakan dalam proses produksi gula rafinasi dan gula kristal putih yaitu gula rafinasi menggunakan proses karbonasi sedangkan gula kristal putih menggunakan sulfitasi. Gula rafinasi digunakan oleh industri makanan dan minuman sebagai bahan baku. Peredaran gula rafinasi ini dilakukan khusus dimana distributor gula rafinasi ini tidak bisa sembarangan beroperasi namun harus mendapat persetujuan serta penunjukan dari pabrik gula rafinasi yang kemudian disahkan Departemen Perindustrian. Hal ini agar tidak terjadi penyebaran gula rafinasi ke rumah tangga.

c. White sugar atau Gula Kristal Putih.

Gula kristal putih memiliki nilai ICUMSA antara 250-450 IU. Departemen Perindustrian mengelompokkan gula kristal putih ini menjadi 3 bagian antara lain Gula kristal putih 1 (GKP-1) dengan ICUMSA 250, Gula kristal putih 2 (GKP-2) dengan nilai ICUMSA 250-350 dan Gula kristal putih 3 (GKP-3) dengan nilai ICUMSA 350-4507. Semakin tinggi nilai ICUMSA maka semakin coklat warna gula tersebut serta rasanya semakin manis. Gula ini umumnya digunakan untuk rumah tangga dan di produksi oleh pabrik-pabrik gula di area perkebunan tebu dengan proses sulfitasi.

(Gumilar,2015)



II.1. Uraian Proses

Proses produksi gula, secara umum dilakukan melalui beberapa tahapan dalam tiap stasiun. Terdapat stasiun gilingan, pemurnian, penguapan, masakan, puteran, dan penyelesaian.

1. 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 pemerass.
 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)

2. Stasiun pemurnian

Nira tebu yang dihasilkan dari proses penggilingan yang masih berupa nira kotor akan dibersihkan di stasiun pemurnian agar diperoleh gula SHS yang memiliki warna yang bagus yaitu bening. Sebelum proses pemurnian berlangsung, nira akan dipanaskan untuk mengoptimalkan proses penjernihan. Proses pemurnian ini disebut *liming*. Dinamakan *liming* karena terdapat proses penambahan kapur.

Kapur yang ditambahkan adalah kapur dengan bentuk $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan nira yang telah ditambahkan kapur dimasukkan ke dalam tangki pengendapan atau yang biasa dikenal dengan nama *clarifier*. Dalam tangki ini maka akan terjadi pemisahan antara nira tebu dengan pengotornya. Nira jernih yang berada di bagian atas *clarifier* akan diproses menuju stasiun penguapan dan nira kotor di bagian bawah akan dilakukan penyaringan dalam sebuah penyaring vakum putar. Nira yang tersisa akan diekstrak dan lumpur dapat dibersihkan sebelum

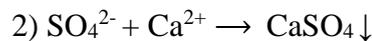
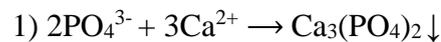


dikeluarkan, nira yang dihasilkan ini dinamakan dengan nira tapis. Nira tapis akan kembali dimurnikan sebelum diproses lebih lanjut.

Proses di atas adalah proses pemurnian defekasi. Karena proses ini dilakukan hanya dengan penambahan susu kapur untuk mengubah pH nira menjadi 7,2. Proses pemurnian yang paling banyak digunakan khususnya pabrik gula di Indonesia adalah proses sulfitasi. Namun, secara umum terdapat 3 macam proses pemurnian nira diantaranya adalah :

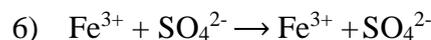
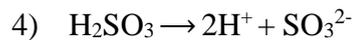
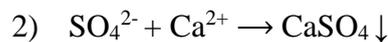
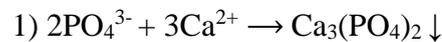
a) Proses defekasi

Proses defekasi dilakukan hanya dengan sebatas penambahan susu kapur saja sehingga pH nira menjadi 7,2 dan setelahnya nira akan dipisahkan dari pengotornya dalam tangki *clarifier*. Reaksi yang terjadi adalah sebagai berikut



b) Proses sulfitasi

Rangkaian proses sulfitasi melibatkan pengontakkan gas sulfur oksida sebagai zat untuk menjernih warna nira. Namun sebelum pengontakan dengan gas sulfur, nira akan dikontakkan dengan susu kapur untuk meningkatkan pH nira mentah dari stasiun gilingan persis seperti proses defekasi. Reaksi yang terjadi pada proses sulfitasi diantaranya adalah :

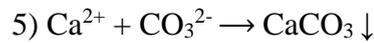
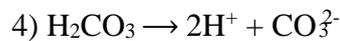
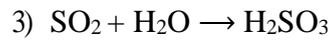
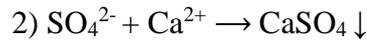
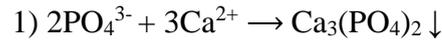


c) Proses karbonatasi

Berbeda dengan sulfitasi proses karbonatasi melibatkan proses pengontakan nira dengan gas sulfur. Proses sebelum pengontakan dengan gas karbon



dioksida, nira mentah akan dikontakkan dengan susu kapur persis dengan proses defekasi sampai pH mnejadi 10,5. Kemudian nira dikontakkan dengan gas karbon dioksida sampai pH nira menjadi 7,2. Reaksi yang terjadi pada proses karbonatasi adalah :



(Mahfud,2017)

Pada proses karbonatasi, nira dipanas dengan suhu 60-80 °C, ditambahkan susu kapur hingga pH menjadi 10-11, dan sesuai dengan namanya, nira dikontakkan dengan gas carbon dioksida, dan dipanaskan hingga suhu 85 °C. Kemudian dikontakkan kembali dengan gas hingga pH mencapai turun sampai angka 8,5. Karena adanya 2 kali pengontakan dengan gas, maka proses karbonatasi membutuhkan 2 buah *clarifier*, yaitu *clarifier* primer dan sekunder.

Nira yang telah dikontakkan dengan gas karbon dioksida akan ditampung dalam tangki yang bernama tangki saturator selama 3 jam untuk memungkinkan terbentuknya endapan kalsium karbonat. Endapan kalsium karbonat ini menjebak beberapa koloid air berwarna, asam organik, dan senyawa anorganik.

Endapan ini kemudian dihilangkan dengan cara filtrasi. Karbonatasi dapat mencapai angka 50% untuk dekolorisasi, dan dengan penambahan zat aditif poliatonik angka tersebut dapat naik hingga 70%. Sehingga warna gula yang didapatkan akan semakin baik.

(Kent, 2017)



3. Stasiun penguapan

Pada stasiun penguapan dilakukan pengentalan nira dengan cara mengkuapkan air yang ada pada nira menggunakan *steam*. Terkadang, nira dibersihkan kembali tetapi lebih sering langsung menuju tahap pembuatan kristal tanpa adanya pembersihan lagi. 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%. Evaporasi dapat menghasilkan hasil yang mendekati kejenuhan (saturasi), apabila proses evaporasi dilakukan secara majemuk atau *multiple effect evaporator*.

(Mahfud/2017)

4. 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 molase 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. Molase yang disebut sebagai molase 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
- Kerusakan kristal, khususnya kristal yang memanjang, pada proses sentrifugasi. Menghasilkan produksi kristal kecil di dalam mollase, sehingga meningkatkan kandungan gulanya.
 - Penghancuran gula *invert* selama pengapuran dan dalam tangki evaporator pertama, sehingga meningkatkan kelarutan sukrosa dan penurunan pemulihan gula.
 - 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)

5. 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*.



6. 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)