
BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

II.1.1 Pengertian Gula

Gula merupakan salah satu bahan pangan yang banyak digunakan, baik sebagai penyedap makanan, maupun sebagai pemanis pada minuman. Gula merupakan jenis pemanis yang dapat diekstrak dari tanaman tebu. Namun ada juga bahan dasar pembuatan gula yang lain, seperti air bunga kelapa, aren, palem, kelapa atau lontar. Sebelum menjadi gula, tentunya tebu mengalami beberapa proses mulai dari proses penanaman, proses panen / tebangan hingga proses penggilingan tebu pada pabrik gula. Tebu menyimpan senyawa sukrosa dalam jaringan tumbuhan sebagai cadangan makanan. Sukrosa merupakan bahan yang sangat diperlukan tubuh manusia, hewan, dan tumbuhan (Anwar, 2019).

II.1.2 Komponen Gula

Gula merupakan sukrosa yaitu disakarida yang terbentuk dari ikatan antara glukosa dan fruktosa. Rumus kimia sukrosa adalah $C_{12}H_{22}O_{11}$. Sukrosa memiliki sifat-sifat antara lain:

a. Sifat fisik

Sifat fisik sukrosa di antaranya tidak berwarna, larut dalam air dan etanol, tidak larut dalam eter dan kloroform, titik lebur $180\text{ }^{\circ}\text{C}$, bentuk kristal monoklin, bersifat optis aktif, densitas kristal 1588 kg/m^3 (pada 15°C).

b. Sifat kimia

Sifat kimia sukrosa yakni dalam suasana asam dan suhu tinggi akan mengalami inverse menjadi glukosa dan fruktosa.

Tabel II. 1 Syarat Mutu Gula Kristal Putih

No.	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan
1.	Polarisasi ($^{\circ}\text{Z}$, 20°C)	Z	Min 99,5
2.	Susut pengeringan (b/b)	%	Maks. 0,1
3.	Warna larutan	IU _{7,0}	76-300 $^{\circ}$
4.	Abu konduktiviti (b/b)	%	Maks. 0,15
5.	Besar jenis butir	Mm	0,1-1,2
6.	Belarang dioksida (SO ₂)	mg/kg	Maks. 30
7.	Cemaran logam		
7.1	Pb	mg/kg	Maks. 2,0
7.2	Cd	mg/kg	Maks. 0,20
7.3	Hg	mg/kg	Maks. 0,05
7.4	As	mg/kg	Maks. 1,0
7.5	Sn	mg/kg	Maks. 40,0

(SNI, 2019)

II.1.3 Proses Produksi Gula

Proses pengolahan tebu menjadi gula kristal putih terdiri dari beberapa unit operasi seperti penggilingan, pemurnian, penguapan, masakan dan kristalisasi. Produk utama yang dihasilkan di PG. Meritjan Kediri adalah gula kristal putih atau gula jenis SHS (*Superior High Sugar*). Tujuan pengolahan pada pabrik gula yaitu mendapatkan produk gula setinggi mungkin dengan meminimalkan kehilangan nira sekecil mungkin selama proses produksi. Tahapan proses produksi gula kristal putih adalah sebagai berikut:

A. Proses Persiapan

Proses ini diawali dengan persiapan tebu (*cane*) yang akan digiling, baik dari kualitas maupun kuantitasnya. Kualitas meliputi kondisi fisik tebu, tingkat kebersihan, dan potensi kandungan gula (*rendemen*) di dalamnya. Kuantitas meliputi jumlahnya dengan penimbangan untuk menentukan jumlah gula yang akan dihasilkan. Pada proses persiapan terdapat tiga pos,

yaitu:

1. Pos Penerimaan

Pada pos penerimaan, kadar gula (brix) tebu diperiksa menggunakan refraktometer dan pH tebu diperiksa dengan pH meter. Setelah tebu dipanen, tebu segera diangkut ke pabrik dalam waktu maksimal 24 jam untuk menjaga kualitasnya. Jika melebihi 24 jam, kualitas tebu dapat menurun akibat penguraian sukrosa oleh mikroorganisme, yang menyebabkan kadar gula menurun dan rasa tebu menjadi asam. Tebu dari kebun diangkut menggunakan truk menuju tempat penyimpanan tebu.

2. Pos Penimbangan

Truk yang bermuatan tebu ditimbang terlebih dahulu di pos penimbangan. Berat muatan yang diperoleh merupakan selisih dari berat truk bermuatan dan berat truk kosong.

3. Pos Pembongkaran

Tebu dari truk dipindahkan ke lori tebu menggunakan *cane crane* kemudian dipindahkan ke meja tebu sebelum masuk ke dalam stasiun gilingan. Tempat untuk *loading* tebu yang akan digiling disebut sebagai *emplacement* tebu. Proses pengambilan tebu dari tempat ini menggunakan sistem *First In First Out* (FIFO).

B. Proses Penggilingan (Stasiun Gilingan)

Proses penggilingan tebu yang diperah menggunakan mesin giling untuk menghasilkan nira mentah dan ampas tebu secara optimal. Unit gilingan yang disusun secara seri yaitu gilingan I sampai gilingan IV. Setiap unit gilingan terdiri dari 3 roll, sehingga membentuk sudut 120° pada setiap unit. Tebu akan mengalami proses pemerahan dua kali di masing-masing gilingan. Tebu yang memenuhi syarat untuk digiling adalah tebu yang telah mencapai fase kemasakan, yaitu ketika rendemen batang tebu bagian pucuk mendekati rendemen batang bawah, dan kebersihan tebu harus lebih dari 95%.

C. Proses Pemurnian Nira (Stasiun Pemurnian)

Pemurnian nira memiliki tujuan untuk menghilangkan kandungan kotoran dan bahan *non sugar* (yang tidak termasuk gula) di dalam nira mentah. Gula reduksi maupun sukrosa tidak boleh rusak selama proses terjadi sehingga didapatkan nira jernih. Secara umum terdapat 3 jenis pemurnian nira tebu, yaitu proses defekasi, proses sulfitasi, dan proses karbonatasi. Proses ini menggunakan bahan tambahan asam fosfat, flokulan, belerang (SO₂), dan susu kapur. Output stasiun pemurnian adalah nira jernih dan blotong.

1. Defekasi

Menurut Hugot (1986), pemurnian melalui defekasi adalah metode pemurnian yang paling sederhana di pabrik gula yaitu menggunakan kapur tohor sebagai satu-satunya bahan tambahan. Kapur tohor berfungsi untuk menetralkan asam-asam dalam nira. Setelah nira diperoleh dari mesin penggiling, kapur ditambahkan hingga pH mencapai nilai sedikit alkalis (sekitar pH 7,2). Pada proses ini, pemurnian nira dilakukan dengan menambahkan susu kapur dan pemanasan awal. Proses defekasi dilakukan dalam defekator yang dilengkapi dengan pengaduk untuk memastikan bahwa larutan dalam defekator menjadi homogen. Reaksi yang terjadi di dalam defekator adalah:

- a. $\text{CaO} + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{Ca(OH)}_2$
 $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- b. $\text{P}_2\text{O}_5 + 3\text{H}_2\text{O} \rightarrow 2\text{H}_3\text{PO}_4$
 $2\text{H}_3\text{PO}_4 \rightarrow 6\text{H}^+ + 2\text{PO}_4^{3-}$
- c. $3\text{Ca}^{2+} + 2\text{PO}_4^{3-} \rightarrow \text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$

Perolehan nira jernih dipengaruhi jumlah kapur saat proses pemurnian. Semakin tinggi jumlah dan kandungan kapur akan mempersulit proses kristalisasi, sehingga meningkatkan pembentukan molase.

2. Sulfitasi

Proses sulfitasi melibatkan penambahan kapur yang berlebihan pada nira tebu, kemudian kapur tersebut dinetralkan menggunakan gas sulfur dioksida (SO_2), yang menghasilkan garam kapur yang mudah mengendap. Pada proses ini, nira mentah diberikan susu kapur secara berlebihan, lalu kelebihan kapur dinetralkan dengan sulfur dioksida (SO_2).

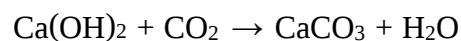
Reaksi pemurnian nira yang terjadi adalah:

- $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow \text{CaSO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$
- $\text{Ca}(\text{OH})_2 + \text{SO}_2 \rightarrow \text{CaSO}_3 + \text{H}_2\text{O}$

Endapan CaSO_3 yang terbentuk dapat mengabsorpsi partikel-partikel koloid yang berada di sekitarnya, sehingga kotoran yang terbawa oleh endapan semakin banyak. Gas SO_2 juga mempunyai sifat dapat memucatkan warna, sehingga diharapkan dapat dihasilkan kristal dengan warna yang lebih terang, khususnya pada nira kental penguapan.

3. Karbonasi

Proses karbonasi menggunakan susu kapur dan karbon dioksida (CO_2) sebagai bahan pembersih (*clarifying agent*). Pada metode ini, susu kapur yang digunakan lebih banyak dibandingkan dengan metode sulfitasi, sehingga menghasilkan jumlah endapan yang lebih banyak.. Gas CO_2 berguna untuk mengendapkan kelebihan kapur menjadi CaCO_3 dan bahan bukan gula akan terabsorpsi oleh CaCO_3 , sehingga campuran endapan tersebut mudah disaring. Reaksi yang terjadi adalah:



D. Proses Penguapan (Stasiun Penguapan)

Proses penguapan adalah proses nira jernih menjadi nira kental dengan kekentalan 60-65% brix menggunakan uap bekas. Proses penguapan menghasilkan air kondensat yang digunakan kembali sebagai umpan boiler dan penggunaan air imbibisi. Penguapan nira dilakukan dalam bejana evaporator pada temperatur 65-110 °C. Proses penguapan menggunakan

multiple effect evaporator dengan kondisi vakum (pertimbangan untuk menurunkan titik didih dari nira) dan dipasang secara seri. Penggunaan *multiple effect evaporator* dengan pertimbangan untuk menghemat penggunaan uap. Tekanan pada evaporator dijaga konstan, digunakan untuk menurunkan suhu didih air yang diuapkan agar proses penguapan berjalan optimal. Jika tekanan steam tidak konstan, berpengaruh terhadap hasil serta waktu proses yang semakin lama.

E. Proses Kristalisasi (Stasiun Masakan)

Pada stasiun masakan dan kristalisasi terjadi pengentalan nira yang dimasak, kemudian didinginkan, dan disentrifugasi menghasilkan gula kristal putih dan molase. Kristalisasi juga bertujuan mengubah *saccharosa* dalam larutan menjadi kristal agar pembentukan gula setinggi-tingginya dan hasil akhir dari proses produksi berupa tetes yang masih sedikit mengandung gula, bahkan diharapkan tidak mengandung gula lagi. Proses kristalisasi dibagi dalam beberapa tingkat masakan, yaitu:

1. Sistem masak 4 tingkat : masakan A, B, C, D
2. Sistem masak 3 tingkat : masakan A, B, D atau A, C, D
3. Sistem masak 2 tingkat : masakan A, D

F. Pemisahan (Stasiun Puteran)

Proses pemisahan di stasiun puteran bertujuan untuk memisahkan kristal gula dari larutan (*stroop*) yang masih menempel pada kristal gula. Proses ini menggunakan gaya sentrifugal atau putaran, yang menyebabkan kristal gula tertahan pada saringan sementara molase akan melewati saringan. Kristal gula yang tertinggal kemudian akan diproses lebih lanjut dalam proses *drying-cooling*.

G. Proses Pengeringan dan Pendinginan

Prinsip dasar dari proses ini adalah mengeringkan gula dengan mengurangi kadar air pada kristal gula menggunakan *dryer* penyemprotan uap panas bersuhu $\pm 75^{\circ}\text{C}$, kemudian gula didinginkan kembali karena gula tidak tahan pada temperatur yang tinggi. Tujuan pengeringan ini adalah untuk menghindari kerusakan gula yang disebabkan oleh *microorganisme*, agar



gula tahan lama selama proses penyimpanan sebelum disalurkan kepada konsumen.

Kemudian gula tersebut diangkat ke saringan (*vibrating screen*) yang mempunyai dua macam ukuran yang berbeda. Gula halus dan kasar yang tidak memenuhi standar akan dilebur kembali. Sedangkan gula yang memenuhi standar akan melewati saringan *vibrating screen* yang dilengkapi dengan magnet *separator* yang berguna untuk menangkap partikel-partikel logam yang mungkin terikat dalam gula

H. Proses Pengemasan

Gula yang telah dibersihkan kemudian dimasukkan ke dalam *sugar bin* dan secara otomatis dikemas dalam karung seberat 50 kg, lalu dijahit. Setelah proses pengemasan selesai, gula disimpan di gudang penyimpanan dan siap untuk dipasarkan.