



BAB II TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

Proses produksi gula kristal putih jenis *Superior Hooft Suiker IA* (SHS IA) di PT. Pabrik Gula Candi Baru melalui tahapan - tahapan berikut :

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

II.1.1 Stasiun Persiapan

Stasiun persiapan ini digunakan untuk mempersiapkan tebu menjadi tebu yang siap giling. Pada stasiun persiapan terdiri atas tiga pos yakni :

- a. Pos Penerimaan atau Pos Pantau

Pos penerimaan atau pos pantau merupakan pos yang digunakan untuk pengecekan kadar gula (brix) dan pH tebu yang dibawa oleh truk sebelum masuk ke dalam pabrik. Pengecekan Brix menggunakan alat *refractometer* sedangkan pengecekan pH menggunakan pH meter. Tebu yang dibawa oleh truk harus memenuhi kriteria MBS (Manis, Bersih, Segar), yakni :

- 1) Manis

Tebu dicek kadar gula (brix) menggunakan *hand refractometer*. Nilai minimal brix tebu yakni 17.

- 2) Bersih

Tebu harus bersih dari segala macam pengotornya seperti daduk, pucuk, sogolan, akar, tanah, dll. Toleransi pengotor tersebut yakni maksimal 5 %



3) Segar

Tebu harus segar dan tidak layu. Tebu harus memenuhi kriteria yakni jarak waktu tebu awal ditebang hingga masuk ke mesin giling tidak lebih dari 36 jam. Jika tebu sudah memenuhi kriteria tersebut maka tebu sudah layak giling dan akan dibawa ke pos timbangan (Mahfud, 2017).

b. Pos Penimbangan

Pada pos penimbangan, truk yang memuat tebu ditimbang terlebih dahulu. Setelah tebu diturunkan, truk ditimbang kembali. Berat muatan (berat tebu) yakni selisih berat truk bermuatan dan berat truk kosong (Mahfud, 2017).

c. Pos Pembongkaran

Pada pos pembongkaran, tebu dari truk dipindahkan ke lori (kereta pengangkut 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*) (Mahfud, 2017).

II.1.2 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. 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 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 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
- d. Sasaran stasiun gilingan

Uraian	Satuan	TOP
Kapasitas Giling Inclusive	TCD	2775
Kapasitas Giling Exclusive	TCD	2809
HPG (Hasil Pemerahan Gula)	%	Min 95,2
HPB I (Hasil Pemerahan Brix Gil I)	%	Min 70



HPB Total	%	Min 94,15
Pol Ampas	%	Max 2
Zat Kering Ampas	%	Min 51
NM % Tebu	%	98-103

(Delgado, 2001)

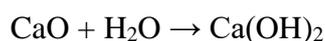
II.1.3 Stasiun Pemurnian

Stasiun pemurnian digunakan untuk memisahkan nira dari segala macam pengotornya seperti sisa-sisa ampas. Proses pemurnian di Pabrik Gula biasanya terdiri atas beberapa jenis. Macam-macam proses pemurnian yang sering digunakan di Indonesia yakni proses defekasi, proses sulfitasi, dan proses karbonatasi.

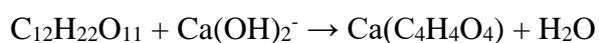
a. Proses Defekasi Sakarat

Defekasi sakarat merupakan proses pemurnian nira dengan penambahan sakarat. Sakarat merupakan campuran nira kental dengan susu kapur dengan perbandingan 1 : 7. pH sakarat yakni 10,5 – 11. Proses Defekasi sakarat ini terjadi reaksi pembentukan kalsium sakarat. Berikut mekanisme reaksi yang terjadi:

Reaksi Pembentukan Susu Kapur :



Reaksi Defekasi Sakarat membentuk kalsium sakarat :

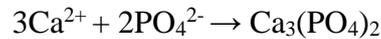
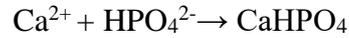


b. Proses Sulfitasi

Proses ini merupakan kelanjutan dari proses defekasi dengan menambahkan susu kapur dan gas SO₂ sebagai reagen. Pada proses ini susu kapur yang ditambahkan berlebih yang kemudian akan dinetralkan dengan gas SO₂ yang berfungsi sebagai bahan pengabsorpsi yang bukan bahan gula. Sebelum direaksikan dengan reagen, nira dipanasi terlebih dahulu sampai suhu 75°C. Fungsi penambahan kapur dalam proses pemurnian nira sebagai penetral pH dan mengendapkan senyawa- senyawa non gula organik maupun anorganik sebagai garam-garam Calsium dari pospat, sulfat, silikat



dan garam-garam organik Mekanisme pembentukan endapan garam Calcium pospat sebagai berikut:



Macam macam sulfitasi ada 3 macam yaitu sebagai berikut:

1) Sulfitasi asam

Nira mentah disulfitasi dengan gas sulfat pH 6,5 dengan diikuti netralisasi yaitu penambahan susu kapur hingga mencapai ph 7-7,2.

2) Sulfitasi netral

Nira mentah ditambah susu kapur hingga ph 8-8,5, kemudian dialiri gas sulfit hingga ph 7-7,2

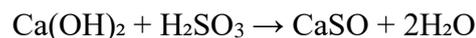
3) Sulfitasi basa

Nira mentah diberi susu kapur sampai ph mencapai 10,5 kemudian kelebihan susu kapur dinetralkan dengan gas sulfit hingga ph 7-7,2

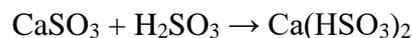
Gas SO₂ dari pembakaran belerang harus bebas asam sulfat dialirkan ke tangki sulfikator. SO₂ pada proses pemurnian nira tebu mempunyai efek:

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 dipanaskan akan terurai dan mengendapkan Calcium sulfit dan SO₂. Pengendalian pH harus dilakukan sedemikian mendekati titik netral sehingga tidak terjadi reaksi bolak-balik yang menyebabkan terbentuknya gas SO₂ lagi dan menyebabkan korosi pada pipa dan tangki reactor.

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

Belerang adalah zat pemucat yang kuat. SO₂ berfungsi 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).

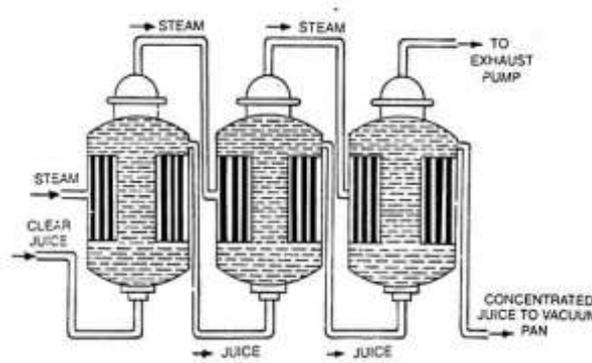
Sasaran Stasiun Pemurnian

No.	Uraian	Satuan	TOP
1	Kadar Phospat Nira Mentah	ppm	300-350
2	Nira mentah % tebu	%	100
3	Efek Pemurnian	%	≥ 12
4	Kadar CaO Nira Jernih	ppm	<1000
5	Turbidity Nira Jernih	NTU	<50
6	Pol Blotong	%	<1,85

(Delgado, 2001)

II.1.4 Stasiun Penguapan

Hasil dari pemurnian adalah nira jernih (*Clear Juice*). Nira jernih memiliki kandungan gula >15% namun dalam proses kristalisasi dibutuhkan cairan gula jenuh dengan kandungan gula 80%. Stasiun penguapan bertujuan untuk menaikkan konsentrasi nira hingga mencapai konsentrasi yang jenuh. Proses penguapan menggunakan *multiple effect evaporator* dengan kondisi vakum. Sistem *multiple effect evaporator* terdiri dari 3 atau lebih evaporator yang dipasang secara seri. Pabrik gula biasanya menggunakan 4 (*quadruple*) atau 5 (*quintuple*) evaporator.



Gambar II.3 *Multiple effect evaporator*



Pada proses penguapan cairan nira jernih, air yang terkandung dalam nira akan diuapkan. Penguapan cairan nira jernih dengan cara mengumpalkan uap baru kedalam badan evaporator I lalu kemudian hasil nira jernih dan uap dari evaporator I akan diumpalkan kedalam badan evaporator selanjutnya. Penguapan dilakukan pada kondisi vakum dengan pertimbangan untuk menurunkan titik didih dari nira. 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°C . Produk yang dihasilkan dalam proses penguapan ini yaitu nira kental (Gumilar, 2015).

Sasaran Stasiun Penguapan :

No.	Uraian	Satuan	TOP
1	Pemakaian Uap % Tebu	%	Max. 48
2	Vacuum Badan Akhir Evaporator	cmHg	63-65
3	Baume Nira Kental Brix Nira Kental	$^{\circ}\text{Be}$ %	30-32 ≥ 60
4	Tekanan Ube Temperatur Uap bekas	$\text{kg}/\text{cm}^{\circ}$ $^{\circ}\text{C}$	0.75 120-130
5	pH Nira Kental Tersulfitasi	-	5.3-5.4

Komposisi dari Mollase akhir akan disajikan dalam tabel dibawah ini

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

(Delgado ,2001)

II.1.5 Stasiun Masakan (Kristalisasi)

Proses masakan atau kristalisasi bertujuan untuk menghasilkan kristal sukrosa. Proses kristalisasi diawali dengan meningkatkan kejenuhan nira dengan memasak nira di dalam *vacum pans* untuk memudahkan proses produksi gula kristal. Pola kristalisasi biasanya menggunakan 2 atau 3 *massecuite*. Tiga *massecuite* biasanya dilakukan untuk mengurangi kadar sukrosa yang ada dalam



mollase dengan cara mengubahnya menjadi gula kristal. Hasil dari proses masakan kemudian diumpankan menuju *cooling crystallizer* agar dapat memungkinkan pemulihan gula lebih lanjut. Pada proses ini, suhu dikurangi sehingga membuat sukrosa dari *mother liquor* ditransferkan ke kristal gula.

Pada system A-C-D, *massecuite* A dan C diarahkan untuk produksi gula komersial, sementara *massecuite* D digunakan sebagai benih produksi *massecuite* A dan C. Mollase yang terbentuk sebagai mollase akhir dipisahkan dari gula kristal dengan sentrifugal. 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 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 didalam mollase sehingga meningkatkan kandungan gulanya
- Penghancuran gula *invert* selama pengapuran dan dalam tangki evaporator dapat meningkatkan kelarutan sukrosa dan penurunan pemulihan gula.

Sasaran Stasiun Masakan :

No.	Uraian	Satuan	TOP
1	Sistem Masak		A-C-D
2	Vacuum Pan Masakan	cmHg	63-67
3	Suhu Pan Masakan	°C	60-70
4	Na-Kristalisasi Masakan A	Jam	1 - 2
5	BJB Gula Masakan D BJB Gula Masakan C BJB Gula Masakan A	Mm	0,3 - 0,6 0,6 - 0,7 0,9 - 1,2
6	Brix Masakan D Brix Masakan C Brix Masakan A	%	99 - 100 96 - 97 93 - 94
7	Waktu Masakan D Waktu Masakan C Waktu Masakan A	Jam	8 6 4



8	HK masakan D HK masakan C HK masakan A	%	59 - 60 70 - 74 82 - 85
---	--	---	-------------------------------

(Mahfud, 2017)

II.1.6 Stasiun Putaran

Prinsip dasar pada stasiun sentrifugasi yaitu memisahkan kristal gula dengan sirupnya dengan memanfaatkan gaya sentrifugal sehingga kristal gula akan tertahan pada saringan sedangkan molase akan menembus saringan. Gula yang tertinggal ini akan diproses menuju proses *drying-cooling*.

Sasaran Stasiun Sentrifugasi

No.	Uraian	Satuan	TOP
1	Temperatur Rapid Cooler (Pendingin)	°C	40
2	Temperatur Rapid Cooler (Pemanas)	°C	55
3	HK tetes	%	Max 32
4	ICUMSA Gula Produksi	IU	<200
5	Temperatur Air Siraman Puteran	°C-	Max 80
6	Pengemasan Gula	% Complain	0,5

(Mahfud, 2017)

II.1.7 Stasiun Penyelesaian

Stasiun penyelesaian terdiri atas proses pengeringan dan pengemasan. Proses ini diawali dengan pengeringan gula kristal untuk mengurangi kadar air pada kristal dengan menggunakan *sugar dryer*. Gula yang telah kering kemudian diayak menggunakan *vibrator screen* untuk menghasilkan ukuran yang seragam. Gula yang lolos dari ayakan akan ditampung dalam tempat penyimpanan untuk ditimbang dan dikemas. Gula umumnya dikemas dalam karung dengan netto 50 kg. Setelah dikemas, gula disimpan didalam gudang dan siap dipasarkan.

(Mahfud, 2017)



II.2 Standar Kualitas Gula

Standarisasi kualitas gula bagi produsen yakni sebagai sasaran kualitas produk sesuai dengan permintaan konsumen dan meningkatkan daya saing gula nasional. Kualitas gula dibedakan menjadi dua yakni gula SHS I dan gula SHS II. Gula SHS I merupakan gula kristal putih dengan nilai remisi di atas 60, sedangkan gula SHS II merupakan gula kristal yang kurang putih dengan nilai remisi 58-60. Gula SHS I dibagi menjadi tiga yakni gula SHS IA, SHS IB, dan SHS IC. Produk utama yang dihasilkan dari PG Candi Baru yakni jenis Gula *Superior Hooft Suiker* IA (SHS IA) atau gula kristal putih. Standar mutu gula SHS berdasarkan SNI 3140.3:2010 adalah sebagai berikut :

Tabel II. 1 Standar Mutu Gula SHS

No.	Parameter Uji	Satuan	Persyaratan		
			SHS IA	SHS IB	SHS IC
1.	Warna Kristal	IU	250	350	450
2.	Besar Kristal	mm	0,8-1,2	0,8-1,2	0,8-1,2
3.	Susut Pengeringan	% b/b	Maks 0,1	Maks 0,15	Maks 0,2
4.	Polarisasi	"Z"	Min 99,6	Min 99,5	Min 99,4
5.	Abu Konduktiviti	% b/b	Maks 0,1	Maks 0,15	Maks 0,2
6.	SO ₂	mg/kg	Maks 30	Maks 30	Maks 30
7.	Cemaran Logam				
7.1.	Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 2	Maks 2	Maks 2
7.2.	Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 2	Maks 2	Maks 2
7.3.	Arsen (As)	mg/kg	Maks 1	Maks 1	Maks 1
8	Kadar Air	% b/b	Maks 0,1	Maks 0,15	Maks 0,2