

BAB II

DESKRIPSI PROSES

Proses pembuatan gula kristal berbeda-beda tergantung pada jenis gula yang ingin dihasilkan. Gula kristal terbagi menjadi tiga macam (Keppres No. 57/2004), di antaranya yaitu gula kristal mentah atau *raw sugar*, gula kristal putih atau *plantation white sugar*, dan gula kristal rafinasi atau *refined sugar*. Ketiga macam gula tersebut memiliki standar masing-masing yang diatur oleh ICUMSA (*International Commission for Uniform of Sugar Analysis*). Serangkaian proses pembuatan gula kristal yang sangat berpengaruh kepada tingkat kemurnian gula yang diperoleh adalah proses pemurnian nira.

Nira mentah mengandung gula yang tersusun oleh sukrosa, gula *invert* (glukosa + fruktosa), zat bukan gula, dari atom-atom (Ca, Fe, Mg, Al) yang terikat pada asam-asam, asam organik dan anorganik, zat warna, lilin, asam-asam yang mudah mengikat besi, aluminium, dan sebagainya. Proses pemurnian akan menghilangkan zat-zat yang tidak mengandung gula. Secara konvensional, produksi gula dimulai dengan tahapan penggilingan tebu untuk memisahkan nira dari ampas tebu. Kualitas dan mutu produk akhir sangat ditentukan oleh efisiensi proses pemisahan bahan pengotor yang terdapat dalam nira. Dalam produksi nira tebu, teknologi pemurnian yang umumnya digunakan di antaranya defekasi, sulfitasi, dan karbonasi. Perbandingan ketiga proses pemurnian nira dapat dilihat pada **Tabel 2.1**.

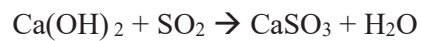
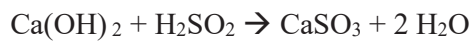
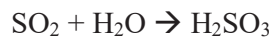
2.1 Pemilihan Proses Pemurnian Nira

a. Proses Defekasi

Pada proses defekasi, pemurnian nira dilakukan dengan menambahkan larutan kapur sampai pH 7,2-7,4. Hal ini dilakukan karena umumnya nira yang dihasilkan bersifat asam, oleh karena itu harus dinetralisasi dengan larutan basa. Proses defekasi dilakukan pada defekator yang di dalamnya terdapat pengaduk, dengan tujuan untuk menghomogenisasi campuran nira dan larutan kapur. Pemurnian secara defekasi merupakan jenis pemurnian yang paling sederhana, namun nira yang dihasilkan masih berwarna kecokelatan (Hartanto, 2014).

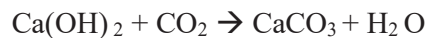
b. Proses Sulfitasi

Pada proses sulfitasi, diberikan larutan kapur berlebih yang kemudian dinetralkan dengan gas belerang dioksida (SO_2), maka akan diperoleh garam kapur yang mudah mengendap. Endapan yang terbentuk berupa CaSO_3 yang dapat mengabsorpsi partikel-partikel koloid yang berada di sekitarnya, sehingga kotoran yang terbawa oleh endapan semakin banyak. Gas SO_2 juga mempunyai sifat dapat memucat warna, sehingga gula yang dihasilkan memiliki warna yang lebih putih bila dibandingkan dengan proses defekasi. Reaksi pemurnian nira cara sulfitasi adalah sebagai berikut (Hartanto, 2014):



c. Karbonatasi

Proses karbonatasi dilakukan dengan menggunakan larutan kapur dan gas CO_2 sebagai bahan pembantu. Larutan kapur yang ditambahkan pada metode ini lebih banyak bila dibandingkan dengan metode sulfitasi, sehingga akan menghasilkan endapan yang lebih banyak. Gula yang dihasilkan dari proses ini jauh lebih putih dan murni bila dibandingkan dengan defekasi dan sulfitasi (Hartanto, 2014). Kelebihan larutan kapur kemudian dinetralkan dengan menggunakan gas CO_2 dengan reaksi sebagai berikut,



2.2 Seleksi Proses Pemurnian Nira

Adapun tabel perbandingan ketiga proses pemurnian nira dapat dilihat pada Tabel 2.1 di bawah ini.

Tabel 2.1 Perbandingan Tiga Jenis Proses Pembuatan Gula

No.	Karakteristik	Defekasi	Sulfitasi	Karbonatasi
1	Bahan baku	Tebu	Tebu	Tebu
2	Gas untuk pemurnian	-	SO_2	CO_2
	Kondisi pemurnian			
3	a. Temperatur	50-90°C	55-75°C	50-55°C
	b. pH	8,5-10	8,5-9	10,5-11
4	Pemakaian larutan kapur (% berat tebu)	0,02-0,1	0,12-0,4	1,5-3

Berdasarkan jenis-jenis proses yang telah disebutkan maka pra rancangan pabrik gula ini menggunakan proses pemurnian nira menggunakan teknologi sulfitasi dengan pertimbangan sebagai berikut:

1. Dari segi kualitas, gula yang dihasilkan memiliki kualitas yang bagus bila dibandingkan dengan teknologi defekasi.
2. Teknologi sulfitasi sudah umum digunakan di Indonesia sehingga tidak diragukan validitasnya.

2.3 Uraian Proses

Pada proses pembuatan gula kristal putih, terdapat empat tahapan utama, di antaranya unit produksi nira, pemurnian nira, pemekatan nira, dan pengkristalan gula. Pada unit produksi nira terdiri dari beberapa tahapan di antaranya penimbangan, pencucian, pemotongan, dan penggilingan tebu. Pada unit pemurnian nira dipakai larutan kapur dan gas sulfit hasil pembakaran belerang sebagai agen pembantu pemurnian. Pada unit pemekatan nira menggunakan *evaporator* untuk reduksi kandungan air dalam nira murni. Tahapan terakhir yaitu pengkristalan gula dengan menggunakan *vacuum pan*, *crystallizer*, dan *centrifuge*. Alur proses pembuatan gula kristal putih dapat di lihat pada **Gambar 2.1**.

2.3.1 Unit Produksi Nira

Tebu yang diperoleh dari kebun ditimbang di jembatan penimbang beserta truk pengangkut. Truk kosong kembali ditimbang untuk mengetahui berat tebu yang sebenarnya. Tebu kemudian dibawa dengan *belt conveyor* menuju unit pencucian tebu, setelah itu tebu dipotong-potong dengan alat pemotong I yang berfungsi untuk memperkecil ukuran tebu hingga menjadi serpihan. Tebu selanjutnya memasuki unit penggilingan. Penggilingan tebu dilakukan sebanyak empat kali dengan empat unit gilingan yang disusun secara seri. Tebu masuk ke gilingan I menghasilkan nira I dan ampas I, kemudian nira I ditampung dalam tangki penyimpanan nira. Ampas I dibawa ke gilingan II untuk diperah kembali. Nira II kemudian ditampung dalam tangki penyimpanan nira. Nira I dan II disebut sebagai *primary juice*. Ampas II diangkut ke gilingan III dan ditambahkan air imbibisi sebanyak 28% berat tebu yang digiling. Hasil dari gilingan III adalah

ampas III dan nira III, di mana nira III dialirkan ke gilingan I untuk ditampung dalam tangki penyimpanan nira. Ampas III diangkut ke gilingan IV. Nira IV kemudian dialirkan ke gilingan II untuk ditampung ke dalam tangki penyimpanan nira. Sedangkan ampas IV diangkut dengan *belt conveyor* menuju unit pengolahan limbah. Ampas tebu nantinya akan digunakan sebagai bahan bakar *boiler*.

2.3.2 Unit Pemurnian Nira

Ada beberapa macam proses pemurnian nira, di antaranya proses defekasi, sulfitasi, karbonatasi, dan defekasi remelt karbonatasi. Sebagian besar pabrik gula di Indonesia menggunakan proses defekasi dan sulfitasi untuk memurnikan nira. Tahapan dari proses pemurnian adalah; 1. pemanasan nira, 2. reaksi dengan larutan kapur (defekasi), 3. reaksi dengan gas SO_2 (sulfitasi), 4. Pengendapan (*clarifying*).

Proses defekasi pada pemurnian nira menggunakan larutan kapur (*milk of lime*) sebagai bahan pereaksi. Larutan kapur akan bereaksi dengan fosfat yang terdapat dalam nira untuk membentuk inti endapan (koagulan). Sebelum direaksikan dengan larutan kapur nira terlebih dahulu dipanaskan di *juice heater* sampai suhu 75°C . Dari reaksi dengan larutan kapur akan terbentuk inti dari endapan kalsium fosfat. Secara umum yang mempengaruhi laju pengendapan kalsium fosfat adalah konsentrasi dari kalsium dan fosfat, pH dan luas permukaan inti endapan. Selain itu juga dipengaruhi oleh jumlah asam-asam organik, ion karbonat dan magnesium yang terdapat dalam nira.

Sebagai bahan baku dari proses sulfitasi adalah gas SO_2 . gas SO_2 dibuat dari belerang lempeng atau butiran yang dibakar di *furnace*. Gas SO_2 akan bereaksi dengan ion Ca^{2+} membentuk endapan CaSO_3 sehingga endapan menjadi *incompressible* (tidak mudah pecah). Selain itu fungsi gas SO_2 adalah untuk mengurangi viskositas larutan, mereduksi ion-ion ferri menjadi ferro sehingga warnanya menjadi lebih pucat.

Langkah terakhir pada proses pemurnian adalah pengendapan. Setelah nira bereaksi dengan larutan kapur dan gas SO_2 maka terbentuk endapan atau koagulan. Endapan ini sifatnya masih melayang dalam larutan nira. Untuk mempercepat proses pengendapan ditambahkan flokulan dengan berat jenis $> 10^6$.

Dosis flokulan yang diberikan sekitar 2–3 ppm. Fungsi dari flokulan adalah membentuk flok sehingga endapan kotoran lebih cepat untuk mengendap.

Proses pengendapan kotoran dilakukan di *clarifier* atau bejana pengendapan. Jenis *clarifier* bisa *single tray*, di mana masing-masing mempunyai kekurangan dan kelebihan. Sebelum dialirkan ke *clarifier*, nira dialirkan ke *flash tank* untuk menghilangkan gelembung-gelembung gas sehingga tidak mengganggu proses pengendapan. Hasil dari proses pengendapan adalah nira jernih (*clear juice*) dan nira kotor. Nira jernih diolah untuk proses selanjutnya sedangkan nira kotor akan dipisahkan menjadi nira blotong di *rotary vacuum filter*.

2.3.3 Unit Pemekatan

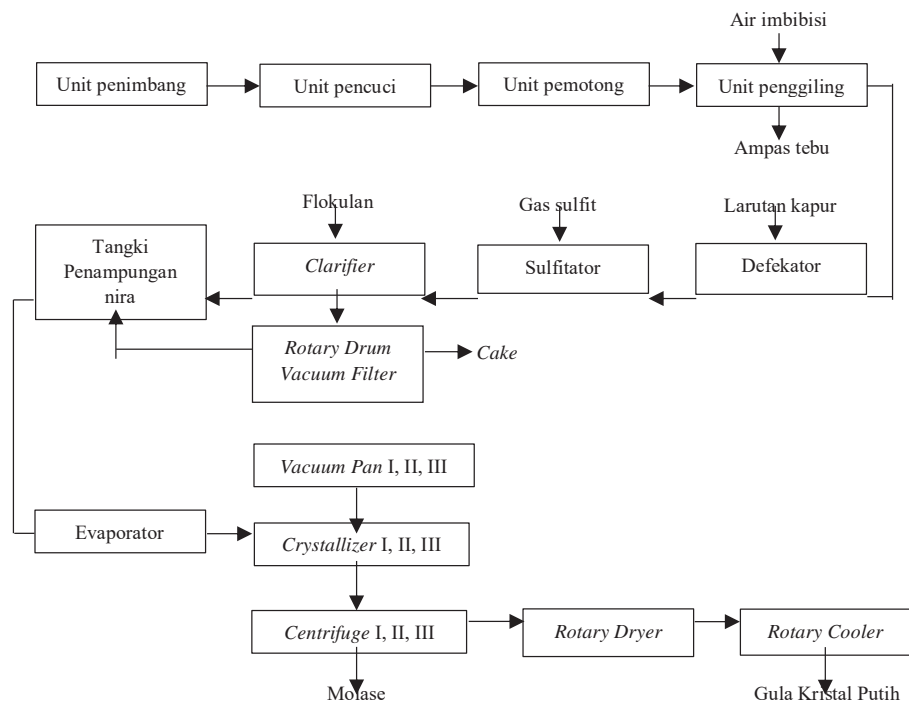
Nira murni yang masih mengandung kadar air tinggi kemudian dipekatkan konsentrasinya pada unit pemekatan. Proses ini dilakukan dengan menggunakan *triple effect evaporator* yang terdiri dari 4 badan penguapan. Dari 4 badan penguapan yang beroperasi hanya 3 badan, 1 badan penguapan diistirahatkan untuk dibersihkan secara bergantian. Energi panas yang dibutuhkan berasal dari *steam*. Uap dari evaporator I dipakai untuk memanaskan nira pada evaporator II, uap nira dari evaporator II dipakai untuk memanaskan nira pada evaporator III, sedangkan uap nira yang keluar dari evaporator III diembunkan dalam baromatik kondensor. Nira kental dari evaporator III ditampung dalam tangki kemudian dipompa ke unit pengkristalan.

2.3.4 Unit Pengkristalan

Nira pekat dari unit penguapan dipompa ke *vacuum pan* masakan. Dalam pan masakan, sisa air diuapkan kembali sampai mencapai kondisi lewat jenuh sehingga timbul kristal gula. Pengambilan gula dari nira kental tidak dapat dilakukan hanya sekali, tetapi perlu dilakukan beberapa tingkat. Dari pan masakan A, dialirkan ke *crystallizer 1* dimana nira akan di dinginkan dan akan terbentuk kristal-kristal gula. Dari *crystallizer 1*, kistal gula di masukkan ke *centrifuge 1* dengan menambahkan air pencuci. Hasil dari tahapan ini adalah gula 1 dan *stroop 1*. Gula 1 kemudian dialirkan langsung ke unit pengeringan.

Dari pan masakan 2, dialirkan ke *crystallizer 2* dimana nira akan didinginkan dan akan terbentuk kristal-kristal gula. Dari *crystallizer 2*, kistal gula

dimasukkan ke *centrifuge* 2 dengan menambahkan air pencuci. Hasil dari tahapan ini adalah gula 2 dan *stroop* 2. Gula 2 kemudian dialirkan langsung ke unit pengeringan. *stroop* 2 kemudian menjadi bahan masakan di pan 3, lalu dialirkan ke *crystallizer* 3. Dari *crystallizer* 3, kristal gula dimasukkan ke *centrifuge* 3 dengan menambahkan air pencuci. Hasil dari tahapan ini adalah gula 3 dan molase. Gula 3 kemudian dialirkan langsung ke unit pengeringan, sedangkan molase ditampung di dalam tangki penampung molase.



Gambar 2.1 Blok Diagram Pembuatan Gula Kristal Putih