

BAB II

PROSES PRODUKSI

A. Tinjauan Pustaka

Salah satu dari sembilan pokok kebutuhan yaitu gula yang mana pengadaan dan distribusinya diatur oleh pemerintah. Gula memiliki rumus molekul $C_{12}H_{22}O_{11}$ dan berbentuk kristal dengan ukuran hampir seragam berkisar 0,8-1,2 mm (Sinuhaji, 2017).

Gula kristal putih (GKP) merupakan bahan pemanis alami dari bahan baku tebu atau bit yang digunakan untuk keperluan konsumsi rumah tangga maupun untuk bahan baku industri pangan. Manfaat gula disamping sebagai sumber kalori, yang dapat menjadi alternatif sumber energi dan di sisi lainnya gula juga dapat berfungsi sebagai bahan pengawet dan tidak membahayakan kesehatan konsumen (Sugiyanto, 2007).

Gula tebu adalah disakarida, gula tersebut dapat dibuat dari gabungan dua gula yang sederhana yaitu glukosa dan fruktosa (monosakarida). Penggabungan dari kedua unit karbon monosakarida menjadi $C_{12}H_{22}O_{11}$ yang selanjutnya dinamakan sukrosa (*saccharose*). Sukrosa merupakan disakarida dan secara komersial diperoleh dari batang tebu. Hidrolisis sukrosa memberikan D-glukosa dan D-fruktosa dengan jumlah mol yang *ekuivalen*. Ph dibawah 7 dengan suhu yang tinggi membuat sukrosa akan *terinversi* menjadi gula reduksi (glukosa dan fruktosa) (Latief dkk, 2015).

Menurut Wahyudi (2013), gula terbagi ke dalam beberapa macam berdasarkan warnanya yaitu:

1. *Raw Sugar*

Raw sugar berasal dari bahan baku tebu dengan bentuk kristal berwarna kecoklatan. Gula ini di dapat dari pabrik-pabrik penggilingan tebu yang tidak memiliki unit bleaching dan disebut gula setengah jadi, gula inilah yang banyak diimpor yang nantinya akan dijadikan gula rafinasi maupun gula kristal putih.

2. Gula Rafinasi (*Rafined Sugar*)

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 diproses lebih lanjut. Yang membedakan dalam proses produksi gula rafinasi dan gula kristal putih yaitu gula rafinasi menggunakan proses *carbonasi* sedangkan gula kristal putih menggunakan proses *sulfitasi*. Gula rafinasi digunakan oleh industri makanan dan minuman sebagai bahan baku. Peredaran gula rafinasi ini dilakukan secara khusus dimana distributor gula rafinasi ini tidak bisa sembarangan beroperasi namun harus mendapat persetujuan serta penunjukan dari pabrik gula rafinasi yang kemudian disahkan oleh Departemen Perindustrian. Hal ini dilakukan agar tidak terjadi “rembesan” gula rafinasi ke rumah tangga.

3. Gula Kristal Putih (GKP)

Gula kristal putih (GKP) memiliki nilai ICUMSA (*International Commission for Uniform Methods of Sugar Analysis*) antara 250-450. Departemen Perindustrian mengelompokkan gula kristal putih ini menjadi tiga bagian yaitu Gula kristal putih 1 (GKP 1) dengan nilai ICUMSA 250, Gula kristal putih 2 (GKP 2) dengan nilai ICUMSA 250-350 dan Gula kristal putih 3 (GKP 3) dengan nilai ICUMSA 350-450. Semakin tinggi nilai ICUMSA maka semakin coklat warna dari gula tersebut serta rasanya semakin manis. Gula tipe ini umumnya digunakan untuk rumah tangga dan diproduksi oleh pabrik-pabrik gula didekat perkebunan tebu dengan cara menggiling tebu dan melakukan proses pemutihan, yaitu dengan teknik *sulfitasi*.

Gula tebu adalah gula yang dihasilkan dari tanaman tebu (*Saccharum officinarum*) dan merupakan gula yang paling banyak dikonsumsi. Gula tebu ini termasuk golongan gula sukrosa dengan kandungan sukrosa pada batang tebu (10-12%). Pengolahan gula ini berasal dari bagian batang yang akan menghasilkan nira yang nantinya akan di proses menjadi berbagai jenis olahan yang dihasilkan seperti gula cair, gula pasta, gula kristal dan gula tepung. Produksi gula tebu yang paling banyak biasanya dalam bentuk gula kristal.

1) Komposisi Tebu

Bahan dasar utama untuk pembuatan gula adalah tanaman tebu. Untuk komposisi di batang tebu sendiri dapat dilihat pada tabel di bawah ini:

Tabel 4. Komposisi Tebu

Komposisi	Jumlah (%)
Sukrosa	11 – 14
Gula Pereduksi	0,5 – 2
Senyawa Organik	0,15 – 2,0
Zat Organik	0,5 – 2,5
Sabut	10 – 15
Zat warna, malam dan gum	7,5 – 15
Air	60 - 80

Sumber : Moerdokusumo (1993)

1. Sukrosa

Sukrosa merupakan kristal yang tidak berwarna jernih, bebas dari air dan larut dalam air, mudah terhidrolisis dalam suasana asam, hidrolisa makin cepat bila suhu makin tinggi (Goutara dan Wijandi S, 1981)

2. Gula Reduksi

Gula reduksi merupakan monosakarida, stabil dalam suasana asam tetapi akan terurai dalam suasana basa. (Goutara dan Wijandi S, 1981)

Gula reduksi yaitu glukosa dan fruktosa dalam perbandingan yang berlebihan satu sama lain. Semakin masak tebu, semakin sedikit gula reduksinya. Proses pemecahan dalam gula reduksi akan menimbulkan kerugian pada industri gula. Suhu tinggi dan pH tinggi akan mempercepat perpecahan gula reduksi, sehingga itu perlu dihindari (Risvan, 2008)

3. Senyawa Organik

Adanya asam-asam organik seperti asam malat, asam sitrat dan asam laktat, akan memberikan rasa yang khas, dikarenakan asam-asam organik diketahui mempunyai peran yang penting dalam cita rasa makanan (Saputra, dkk, 2015).

4. Zat Organik

Terdiri dari anion dan kation, kation-kation dapat berupa Kalium (K), Natrium (Na), Magnesium (Mg), Kalsium (Ca), Aluminium (Al) dan Besi (Fe). Anionnya berupa Fosfat (PO_4^{2-}), Sulfat (SO_4^{2-}) dan Diklorin (Cl^2). Unsur K dan Natrium bersifat alkali dan tidak dapat dihilangkan dari nira. Fe dapat membentuk zat warna sehingga ferri terlebih dahulu diubah menjadi ferro dengan memberi gas belerang (SO_2) sehingga nira menjadi jernih. (Goutara dan Wijandi S, 1981)

5. Sabut Ampas (*Baggase*)

Merupakan bahan-bahan yang dapat larut dalam nira disebut juga *baggase*, dapat dipakai sebagai bahan bakar dan bahan pembuat kertas. (Goutara dan Wijandi S, 1981)

6. Zat Warna

Zat warna dapat berasal dari batang maupun yang berbentuk selama proses, yang berasal dari batang adalah *klorofil*, anthosianin dan lain-lain. Zat warna yang berasal dari proses dapat terjadi karena terbentuknya karamel, yaitu reaksi antara Fe dan Phenol dan proses peruraian monosakarida. (Goutara dan Wijandi S, 1981)

2) Bahan Pembantu

Proses pembuatan gula didalamnya terdapat senyawa-senyawa yang akan mengganggu selama proses pengolahan gula dari tanaman tebu, sehingga diperlukan bahan pembantu yang sangat penting untuk kualitas dan kuantitas produk yang dihasilkan. Bahan-bahan pembantu yang sering digunakan :

1. Air

Air adalah suatu zat cair yang tidak mempunyai rasa, bau dan warna dan terdiri dari hidrogen dan oksigen dengan rumus kimia H_2O . Karena air mempunyai sifat yang hampir bisa digunakan untuk apa saja, maka air merupakan zat yang paling penting bagi semua bentuk kehidupan (tumbuhan, hewan, dan manusia) sampai saat ini selain matahari yang merupakan sumber energi. Air dapat berupa air tawar dan air asin (air laut) yang merupakan bagian terbesar di bumi ini. Di dalam lingkungan alam proses, perubahan wujud, gerakan aliran air (di

permukaan tanah, di dalam tanah, dan di udara) dan jenis air mengikuti suatu siklus keseimbangan dan dikenal dengan istilah siklus hidrologi (Kodoatie dan Sjarief, 2010).

Air dapat melarutkan zat-zat kimia dan dapat digunakan sebagai medium yang di dalamnya berlangsung berbagai reaksi kimia. Kebanyakan proses-proses kimia yang berlangsung, menyangkut reaksi yang menggunakan air sebagai pelarutnya. Kemampuan air dalam proses melarutkan zat-zat kimia disebut sebagai daya larut air, dan daya larut tersebut tergantung kepada sifat terpolarisasinya molekul air dan ikatan hidrogen. Sebagai pelarut polar air juga dapat melarutkan berbagai macam garam bergantung pada interaksi antara ion-ion garam dengan muatan listrik yang dimiliki oleh molekul air (Tjutju, 2003).

2. Susu Kapur (Ca(OH)_2)

Kapur merupakan bahan bersifat basa yang paling efektif sebagai pemurni yang mudah didapatkan dan memiliki harga yang murah. Kapur yang digunakan harus berupa kapur yang baru dari pembakaran dengan kemurnian yang tinggi. Kapur tohor (CaO) yang dihasilkan dari pembakaran batu kapur harus dinetralkan dengan penambahan air sebanyak 3-4 kali beratnya hingga didapatkan susu kapur yang bebas dari endapan (Maya, 2014).

CaO atau kapur yang dilarutkan di dalam air akan membentuk susu kapur atau Ca(OH)_2 . Susu kapur Ca(OH)_2 yang ditambahkan ke dalam nira dapat terionisasi menjadi Ca^{++} dan OH^- . Ion yang umumnya terbentuk dalam nira tebu adalah Ca^{++} dan OH^- (Rahman, 2004).

Reaksi kimia yang pertama terjadi pada saat proses penjernihan nira dengan kapur adalah reaksi kapur dengan fosfat membentuk endapan kalsium fosfat. Endapan kalsium fosfat tersebut dapat berupa tri-kalsium fosfat $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ atau kalsium hidrogen fosfat (CaHPO_4), tergantung ion kalsium yang terdapat dalam nira. Selanjutnya ion OH^- bebas yang dihasilkan membuat larutan nira menjadi alkalis (Nubatonis, 2004).

Pada prinsipnya, penambahan kapur dalam nira akan menyebabkan kenaikan pH nira akibat ion OH^- . Perubahan ini akan berpengaruh pada derajat ionisasi asam dan pengendapan biokoloid. Sehingga nilai pH dari gula pasir dapat meningkat karena adanya konsentrasi penambahan kapur yang dilakukan pada proses penjernihan nira (Nurlela, 2002).

3. Gas Belerang (SO_2)

Belerang digunakan sebagai agensia pemurnian dalam bentuk sulfur dioksida. Ada tiga pengaruh yang dihasilkan oleh sulfur dioksida yaitu menetralkan kelebihan kapur, pemucatan nira dengan merusak bahan berwarna, menurunkan viskositas nira. Efek pemucatan ini dihasilkan dari sifat belerang sebagai pemucat yang kuat yang memucatkan bahan berwarna alami yang ada dalam nira tebu. Sulfur juga mencegah atau menghambat pembentukan warna selama proses penguapan atau kristalisasi. Sulfur mereduksi garam ferri yang umumnya berwarna gelap menjadi garam ferro yang tidak berwarna (Nurlela, 2002).

4. Phospat

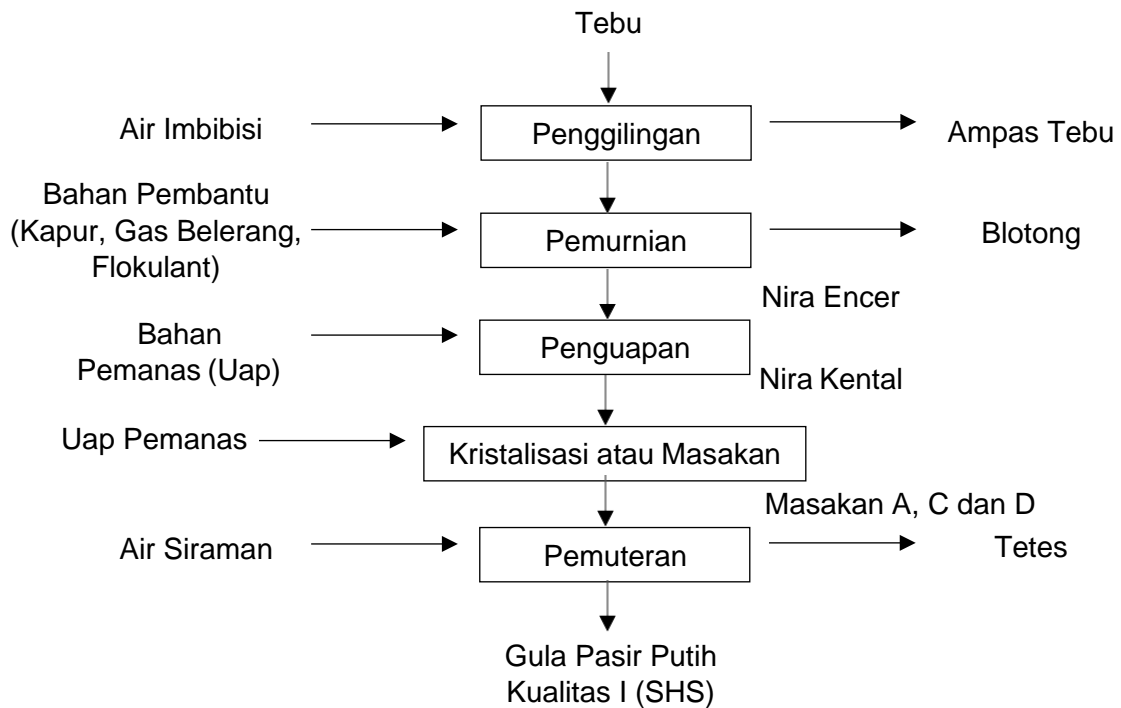
Adanya fosfat sebanyak 300 – 500 mg P_2O_5 dalam nira kasar sangatlah penting untuk mendapatkan nira yang jernih setelah pemberian kapur dalam defikasi. Pemberian asam fosfat disini dimaksudkan untuk membentuk gumpalan *tricalcium phosphate* dalam butiran kecil yang agak besar disebut mikroflok dari gumpalan yang dibentuk oleh penambahan susu kapur (Perwitasari, 2010).

5. Flocculant

Flocculant merupakan senyawa kimia bermuatan *negative*. Dalam nira akan membentuk ikatan yang berantai sehingga akan mengendap bersama-sama dengan kotoran dalam nira. *Flocculant* yang digunakan adalah *Amyfloc* dengan kadar 2 ppm. (Soejadi, 1974).

B. Proses Produksi Gula

Secara umum proses pembuatan gula pasir di menurut Nita (2012) ini dilakukan seperti Gambar yang berada di bawah ini :



Gambar 4. Proses Produksi Gula
Sumber : Nita (2012)

1. Penggilingan

Setelah tebu dipanen, langkah selanjutnya dalam proses pembuatan gula adalah pemerahan tebu di gilingan. Tebu diperah menghasilkan nira dan ampas. Untuk menggiling tebu diperlukan 4 - 6 set gilingan yang terdiri dari rol baja. Setiap set terdiri dari 3 buah rol, satu berada di atas dua lainnya. Masing masing set gilingan berada dalam ukuran alur (*groove*) dan jarak antar rol, dan semakin kebelakang jarak antar rol semakin sempit hingga pemerasan menjadi lebih baik (Darni, 2019).

Untuk melarutkan nira yang melekat dalam serabut dilakukan penyemprotan dengan air (air ambibisi). Penambahan air ambibisi harus diperhitungkan agar tidak mengganggu proses penguapan atau pemborosan energi. Penambahan air ambibisi sekitar 15-16% berat tebu yang digiling. Ampas yang dihasilkan pada proses pemerahan ini digunakan untuk berbagai macam keperluan. Diantaranya digunakan sebagai bahan bakar ketel uap, atau sebagai bahan baku untuk pulp

dan apabila berlebih bisa digunakan sebagai bahan partikel *board*, *furfural*, *xylitol* dan produk lain (Darni, 2019).

Untuk mempermudah penggilingan nira dibantu dengan ambisusi suhu 60-70°C. Supaya sisa gula itu dapat diambil maka dilakukan penambahan air imbibisi untuk memaksimalkan nira yang keluar (Suparmo dan Sudarmanto, 1991).

2. Pemurnian

Menurut Darni (2019) menyatakan bahwa pemurnian dimaksudkan untuk memisahkan kotoran-kotoran yang terbawa nira, hingga diperoleh gula yang jernih. Kotoran-kotoran yang terkandung dalam nira antara lain:

- Suspensi kasar yang terdiri dari tanah, ampas, dan lain-lain
- Suspensi koloid diantaranya protein, lemak, lilin, tepung, gum dan phosphatida.
- Zat-zat yang menimbulkan warna dan kekeruhan misalnya klorofil, besi oksida dan sebagainya

Menurut Darni (2019) menyatakan bahwa proses pemurnian ini dapat dilakukan baik secara fisis maupun kimiawi. Secara fisis dengan cara penyaringan sedangkan secara kimia melalui pemanasan, dan pemberian bahan pengendap. Berdasarkan cara penjernihan nira dikenal 3 macam cara penjernihan:

a. Defikasi

Dalam cara ini nira mentah ditambah susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) dalam keadaan dingin sampai suasana larutan nira menjadi *alkalis*, kemudian dididihkan dan dibiarkan agar kotoran mengendap. Kelebihan cara *defikasi* adalah prosesnya pemurniannya dengan biaya lebih murah dan produk yang dihasilkan bebas residu belerang. Kelemahan cara *defikasi* adalah pengendapan kurang baik dibandingkan proses *sulfitasi* dan karbonatasi, sehingga produksi gula yang dihasilkan kurang seragam (Darni, 2019).

Proses defekasi merupakan proses pemurnian nira yang dilakukan dengan penambahan susu kapur sampai pH 7,2 –

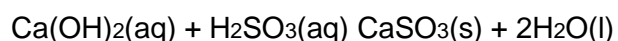
7,4. Proses defekasi dilakukan pada defekator dan didalamnya terdapat pengaduk sehingga larutan yang bereaksi dalam defekator menjadi *homogen* (Hartanto, 2014)

b. Sulfitasi

Proses pemurnian merupakan suatu proses yang dilakukan untuk memurnikan nira mentah yang dihasilkan oleh proses penggilingan tebu. Dalam proses pemurnian ini, sebanyak mungkin zat bukan gula dikeluarkan dari nira mentah. Salah satu proses pemurnian tersebut adalah dengan cara sulfitasi. Dalam proses ini, penetralan air kapur yang berlebihan pada pemurnian nira dilakukan dengan jalan memberikan gas belerang (SO₂). Besarnya pH yang diinginkan dalam proses ini adalah 7,2 (Wahyudi, 2012).

Menurut pernyataan dari Nirwan (2017) menyatakan bahwa proses sulfitasi dilakukan terhadap nira tebu ditambah kapur yang berlebih dan selanjutnya kapur dinetralkan dengan gas belerang (SO₂), maka akan diperoleh garam kapur yang mudah mengendap.

Menurut Darni (2019) menyatakan bahwa bahan *additive* dalam proses ini adalah susu kapur Ca(OH)₂ dan gas belerang SO₂. Ke dalam nira, mula-mula ditambahkan Ca(OH)₂ berlebih yaitu sekitar 1% lebih banyak dari berat kapur yang diperlukan (diperhitungkan). Maksud penambahan Ca(OH)₂ yang berlebih adalah untuk menetralkan asam-asam yang terdapat dalam nira, dan membantu pengendapan. Sisa Ca(OH)₂ yang masih ada dinetralkan dengan jalan memasukkan gas SO₂, proses netralisasi ini dilakukan pada suhu 70-80°C. Reaksi yang terjadi pada proses ini:

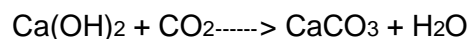


Reaksi antara nira dan gas SO₂ akan membentuk endapan CaSO₃, yang berfungsi untuk memperkuat endapan yang telah terjadi sehingga tidak mudah terpecah. Gas SO₂ selain berlaku sebagai zat penetral, juga bersifat sebagai zat penghilang warna (*bleaching agent*). Dengan cara SO₂ memperlambat

reaksi antara asam amino dan gula reduksi yang dapat mengakibatkan terbentuknya zat warna gelap. Cara *sulfitasi* ini menghasilkan gula SHS (*Superior Head Sugar*) yang berwarna putih (Darni, 2019).

c. Karbonasi

Menurut pernyataan dari Nirwan (2017) menyatakan bahwa proses karbonatasi dilakukan dengan menggunakan susu kapur dan gas karbon CO₂ sebagai bahan pembantu. Susu kapur yang ditambahkan pada cara ini lebih banyak dibandingkan cara *sulfitasi*, sehingga menghasilkan endapan yang lebih banyak. Kelebihan susu kapur yang terdapat pada nira dinetralkan dengan menggunakan gas karbon CO₂. Reaksi yang terjadi adalah:



Endapan Kalsium Karonat (CaCO₃) dapat menyerap zat-zat berwarna dan gum (pentosan). Proses karbonatasi dapat dilakukan pada suhu rendah maupun suhu tinggi. Jika suhu sangat tinggi, di atas 90°C, maka gula pereduksi akan mengalami dekomposisi dan warna nira menjadi gelap. Bila suhu proses dipertahankan 55°C, akan dihasilkan gula yang sangat putih, lebih putih daripada gula hasil proses sulfitasi (Darni, 2019).

Proses penjernihan secara karbonatasi menghasilkan gula SHS (*Superior Head Sugar*) berwarna putih. Kotoran-kotoran yang telah menggumpal dari proses-proses di atas selanjutnya diendapkan di dalam pesawat pengendap (*Clarifier*). Kemudian endapan dipisahkan dari nira jernih encer. Terhadap endapan yang masih mengandung nira, dilakukan filtrasi untuk mendapatkan niranya dengan menggunakan alat *filter-frame press* atau *vakum filter* yang berputar (Darni, 2019).

3. Penguapan

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°C . Produk yang dihasilkan dalam proses penguapan adalah "nira kental" (Darni, 2019).

Nira dari bejana nomor 1 diuapkan dengan menggunakan penambahan uap. Uap bekas ini terdapat dalam sisi ruang uap dan nira yang diuapkan terdapat dalam pipa-pipa nira dari tombol uap. Kemudian uap bekas dialirkan ke dalam bejana nomor 2. Selanjutnya nira kental yang berasal dari bejana nomor 1 ke bejana nomor 2. Dalam bejana nomor 2 nira kental diuapkan dengan menggunakan uap nira dari bejana nomor 1. Kemudian nira kental dari bejana nomor 2 dialirkan ke bejana nomor 3 dan diuapkan menggunakan uap nira dari bejana nomor 2. Demikian dan seterusnya, sampai pada bejana terakhir merupakan nira kental yang berwarna gelap. Nira kental ini diberi gas belerang SO_2 sebagai *balancing* dan siap dikristalkan. Sedangkan uap yang dihasilkan dibuang ke *kondensor sentral* dengan perantara pompa *vakum* (Darni, 2019).

4. Kristalisasi

Langkah pertama dari proses kristalisasi adalah menarik masakan (nira pekat) untuk diuapkan sehingga mendekati kondisi jenuhnya. Dengan pemekatan secara terus menerus, *koefisien* kejenuhannya akan meningkat. Pada keadaan lewat jenuh maka akan terbentuk suatu pola kristal sukrosa (Darni, 2019).

Titik kristalisasi gula tebu terjadi pada $78-80^{\circ}$ *Brix*. Karena itu hasil akhir penguapan di dalam evaporator tidak boleh melebihi 78° *Brix*, agar tidak menimbulkan kesukaran-kesukaran karena adanya kristal-kristal (Darni, 2019).

Langkah selanjutnya yaitu memasukkan bibit gula yang berupa kristal-kristal gula halus ke dalam pan masak kemudian melakukan proses pembesaran kristal. Pemasukan bibit gula bertujuan agar pembentukan kristal gula bisa berlangsung serempak dan *homogen*.

Pada proses masak ini kondisi kristal harus dijaga jangan sampai larut kembali ataupun terbentuk tidak beraturan (Darni, 2019).

Masakan pertama, atau disebut masakan A, terutama berbahan baku nira pekat dari evaporator. Nira tersebut dipekatkan lebih lanjut sampai membentuk Kristal sebanyak-banyaknya. Masakan tersebut diturunkan ke suatu *mixer*, dan selanjutnya dipindahkan ke alat *sentrifugasi* untuk memisahkan cairan atau sirupnya dengan kristalnya yang disebut gula A. sirupnya disebut sirup A, akan digunakan sebagai bahan baku masakan kedua yang dinamakan masakan B. bila masakan B tersebut disentrifugasi akan diperoleh gula B, dan sirup B yang akan digunakan untuk bahan baku masakan C. Alasan untuk melakukan pemasakan atau kristalisasi dalam tiga tahap/tingkat (kadang-kala empat tingkat) adalah perlunya menjaga tetap adanya sifat alir atau *fluiditas* masakan yang sudah jadi sehingga dapat mengalir keluar dari pan masakan. Bila dipaksakan untuk mengambil seluruh gula yang dapat dikristalkan dalam satu tingkat pemasakan, akan diperoleh masa masakan yang padat karena tidak memiliki cukup cairan untuk mengisi ruang-ruang antar kristal. (Suparmo dan Sudarmanto, 1991).

Setelah diperkirakan proses masak cukup, selanjutnya larutan dialirkan ke palung pendingin (*receiver*) untuk proses kristalisasi. Tujuan dari palung pendingin ialah melanjutkan proses kristalisasi yang telah terbentuk dalam pan masak, dengan adanya pendinginan di palung pendingin dapat menyebabkan penurunan suhu masakan dan nilai kejenuhan naik sehingga dapat mendorong menempelnya sukrosa pada kristal yang telah terbentuk. Untuk lebih menyempurnakan dalam proses kristalisasi maka palung pendingin dilengkapi pengaduk agar dapat sirkulasi (Darni, 2019).

5. Pemisahan Kristal

Proses ini bertujuan Untuk memisahkan kristal gula dari cairannya (*molasse*), dalam proses ini dapat dilakukan dengan cara pemutaran menggunakan puteran (*centrifuge*). Dalam pemisahan ini, terlebih dahulu *viskositas molasse* dikurangi dengan memberikan air.

Kemudian dilakukan pemutaran dan kristal gula yang diperoleh dikeringkan (Darni, 2019).

Pada alat *centrifuge* ini terdapat saringan. Sistem kerja ini yaitu dengan menggunakan gaya sentrifugal sehingga masakan diputar dan *strop* (Campuran larutan dan kristal gula) akan tersaring dan kristal gula tertinggal dalam putaran. Pada proses ini dihasilkan gula kristal dan tetes. Gula kristal didinginkan dan dikeringkan untuk menurunkan kadar airnya. Tetes di transfer ke Tangki tetes untuk di jual (Darni, 2019).

C. Proses Produksi Gula di Pabrik

Dalam proses pembuatan gula pasir di PG. Redjoesari ini dilakukan di beberapa bagian bagian. Bagian pabrik yang ada di PG. Redjoesari terbagi menjadi 3 pabrik, yaitu : Pabrik Depan, Pabrik Tengah, dan Pabrik Belakang. Di dalam pabrik-pabrik ini terdapat stasiun kerja yang berbeda-beda pula berdasarkan dari urutan proses produksi yang dilakukan hingga tebu menjadi gula seutuhnya, tahap tersebut terbagi dalam beberapa stasiun sebagai berikut:

1. Pabrik Depan

- a. Stasiun Gilingan

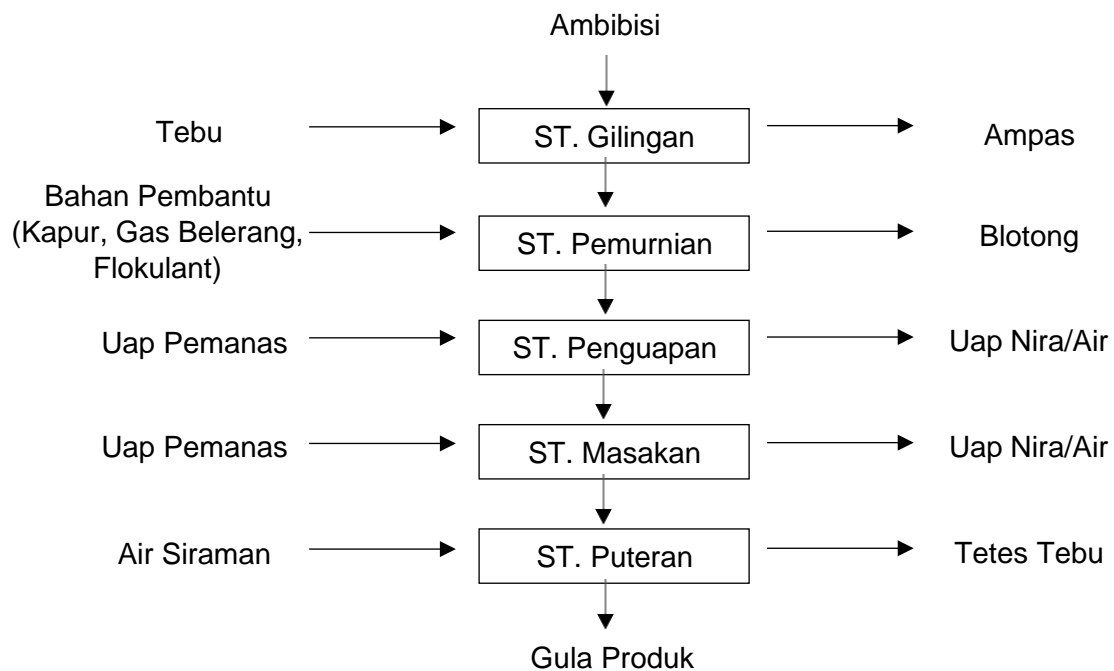
2. Pabrik Tengah

- a. Stasiun Pemurnian
- b. Stasiun Penguapan

3. Pabrik Belakang

- a. Stasiun Pemasakan
- b. Stasiun Putaran dan Penyeselaian

Secara umum proses pembuatan gula pasir di PG. redjoesari ini dilakukan seperti Tabel yang berada di bawah ini:



Gambar 5. Proses Produksi Gula di Pabrik
Sumber : PT. Perkebunan Nusantara XI PG. Redjosarie

Sebelum dilakukannya proses pembuatan gula di pabrik redjoesari tetap dilakukan pengawasan terhadap tebu yang akan diolah. Pengawasan dilakukan mulai dari pengukuran lahan, dan survei lahan yang akan ditanami tebu. Selama masa tanam juga tebu tetap diawasi, pengawasan biasanya dilakukan pada bulan pertama setelah penanaman kemudian bulan ke tiga dan bulan ke enam untuk pengwasan terakhir sebelum tebu dilakukan penebangan.

1. Bulan Pertama

Dilakukan pengecekan pertumbuhan perkencambahan tebu, disitu dapat dilihat kecambah yang tumbuh dan akan berkembang berapa.

2. Bulan Ketiga

Pada bulan ketiga pengecekan dilakukan Kembali untuk mengecek perkembangan tebu yang mulai membesar dan melihat pencabangan tebu menjadi berapa cabang. Selain itu daun daun tebu yang kering dihilangkan agar tidak mengganggu pertumbuhan tebu dan termasuk pembersihan tebu.

3. Bulan Keenam

Bulan keenam adalah pengecekan terakhir tebu sebelum dilakukan penebangan untuk dialihkan ke pabrik. Pengecekan ini dilakukan untuk mengetahui tinggi, diameter, jumlah ruas dan jumlah batang tebu yang akan ditebang nantinya dan dari pengecekan tersebut dapat dilihat kematangan tebu.

a) Sortasi Tebu

Setelah dilakukan proses penanaman dan pengawasan tebu hingga tebu masak dan siap untuk ditebang. Setelah tebu ditebang dan akan dibawa ke pabrik diolah lebih lanjut untuk menjadikan gula, tebu harus dilakukan pengecekan atau seleksi tebu yang masuk. Seleksi yang dilakukan yaitu:

1. Kemanisan Tebu

Kemanisan tebu dapat dilihat dengan pengecekan brix gula yang standarnya kira-kira ± 18 . *Brix* sendiri yaitu merupakan zat padat terlarut yang biasanya tercampur dengan air pada nira. Kemanisan tebu juga dilihat dari bagian atas tebu dan paling bawah tebu kira-kira tidak jauh beda kemanisannya kira-kira 1-2% saja. Pengujian ini dilakukan dengan:

- a. Pengambilan acak tebu yang sudah ditebang
- b. Tebu akan dibagi menjadi tiga yaitu bagian atas, tengah dan bawah
- c. Masing-masing bagian akan diukur kemanisannya dan dilakukan perbandingan. Jika masing-masing bagian kemanisannya mendekati berarti tebu siap digiling dan mendapatkan perasan nira yang maksimal.

2. Kebersihan

Selain pengecekan kemanisan, kebersihan dari tebu juga harus dilihat. Pengecekan dilakukan dengan membandingkan berat dari kotoran dan tebu, untuk batas maksimal kotoran tebu sendiri yaitu 5%. Pengujian ini dilakukan dengan:

- a. Pengambilan acak tebu yang sudah ditebang

- b. Pembersihan tebu dari kotoran, kotoran tebu sendiri biasanya mulai dari akar, tanah, daun, daduk, pucukan, sogolan atau tebu muda.
- c. Jika sudah terpisah antara kotoran dan tebu dilakukan penimbangan dan perhitungan presentase antara kotoran dan tebu.

3. Kesegaran

Tebu segar merupakan tebu yang tidak layu atau terbakar. Untuk menghindari tebu agar tidak layu atau terbakar karena panas, maka tebu yang baru dipotong harus segera digiling dengan jangka waktu kurang dari 2x24 jam. Karena tebu yang terbakar akan terjadi kerusakan pada sukrosa dan terurai menjadi monosakarida, sehingga sukrosa menurun.

Setelah dilakukannya penyeleksian selanjutnya tebu tebu yang dimuat akan ke penimbangan. Penimbangan merupakan salahsatu proses yang penting dalam proses pembuatan gu pasir di PG. Redjoesari. Pada penimbangan ini dilakukan agar diketahui tebu yang masuk ke pabrik dan yang akan dilakukan penggilingan. Dari penimbangan tersebut akan diperoleh data dan berat padat tebu dapat diketahui sehingga dapat dilakukan untuk pengolahan data lebih lanjut sebagai berikut:

- a. Untuk mengetahui berat tebu
- b. Untuk memudahkan pendataan
- c. Untuk mengetahui kapasitas tebang perhari
- d. Untuk memindahkan tebu dari truk ke lori
- e. Untuk memudahkan administrasi upah tebang

Di penimbangan tebukan dihitung berat netto tebu itu sendiri, Alat transportasi yang digunakan PG. Redjoesari untuk mengatarkan tebu tebu dari kebun ke pabrik dengan menggunakan *truck*. *Truck* akan melewati tiimbangan untuk menimbang tebu. Timbangan yang digunakan di PG. Redjoesari yaitu bernama *Digital Crane Scale (DCS)*. *Digital Crane Scale* ini memiliki kegunaan yang sama dengan timbangan lain pada umumnya yaitu untuk mengetahui berat pada suatu benda. Namun timbangan

gantung tidak memiliki wadah untuk menaruh benda yang akan ditimbangan, tetapi memiliki pengait untuk menimbang berat suatu benda dengan cara digantung.

Pada Timbangan *Digital Crane Scale* (DCS) ini tebu yang ada di *truck* akan dikaitkan pada pengait di timbangan, selanjutnya tebu yang sudah terkait dengan pengait akan terangkat pada ketinggian yang optimal. Pada ketinggian tertentu pengait akan terbebani oleh berat tebu dan berat tebu sendiri akan terbaca di ruang komputer, disitu akan diketahui berapa berat tebu yang telah ditimbang. Setelah mengetahui angkanya, tebu akan diigeserkan ketempat lori yang telah disediakan dan akan diturunkan berlahan ke lori tesebut agar tidak berceceran.

Setelah tebu dimuat didalam lori lori, lori lori tersebut selanjutnya akan digerakan menggunakan *tractor* yang dan dialihkan ke halaman pabrik untuk menunggu giliran untuk di giling. Tebu teu disusun sesuai urutan masuk ke pabrik karena lori akan ditarik dan dimasukkan ke penggilingan sesuai dengan waktu masuk tebu ke dalam pabrik. Sistem yang dilakukan tersebut dinamakan system FIFO (*First In First Out*). Jadi penggilingan didahulukan pada tebu yang lebih lebih dahulu berada di halaman pabrik.

Saat berada di halaman pabrik dan menunggu waktu giling. Perlu adanya pengawasan dan pengaturan agar sukrosa yang dihasilkan dari tebu dapat maksimal. Langkah langkahnya sebagai berikut:

1. Tebu ditempatkan ditempat yang teduh untuk menghindari kontak cahaya matahari secara langsung dan meminimalisir kadar air tebu yang menurun.
2. Menempatkan tebu yang lebih lama masuk ke tempat dekat penggilingan agar di giling lebih awal memenuhi system FIFO (*First In First Out*).
3. Menjaga tebu agar tetap segar dengan pemberian cairan phospat
4. Tebu ditempatkan di lori secara rapi agar tidak jatuh.

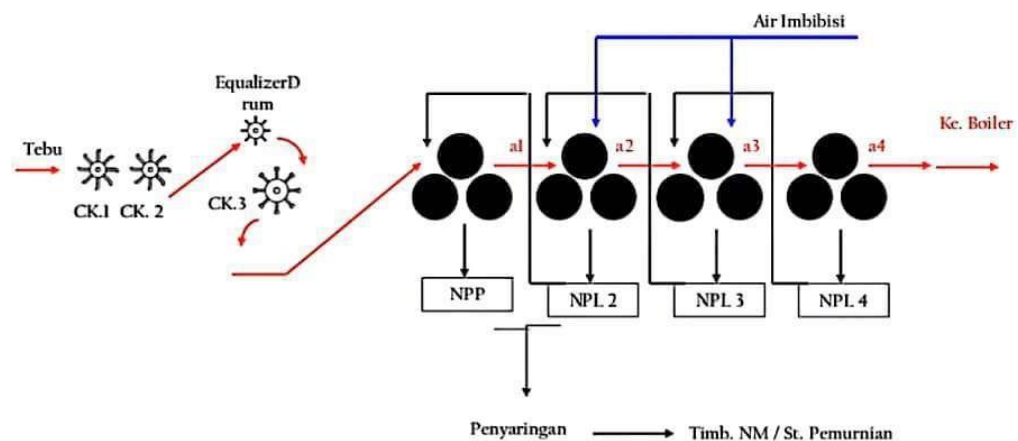
Tidak hanya tebu dalam lori yang lebih lama berada di pabrik menunggu penggilingan yang harus didahulukan tetapi juga ada tebu yang

berada di truck yang kualitasnya tidak terlalu bagus sehingga harus didahulukan penggilingannya. Tebu ini dinamakan tebu kobong. Tebu kobong ini tetap dilakukan penimbangan tetapi penimbangannya dilakukan di dekat meja tebu, truck yang bermuatan tebu kobong akan langsung area meja tebu dan dilakukan penimbangan di dekat meja tebu. Setelah dilakukan penimbangan dan diperoleh data, tebu kobong akan langsung diletakan di meja tebu yang selanjutnya dilakukan penggilingan.

b) Stasiun Penggilingan

Setelah memasukan tebu ke pabrik dan dilakukan penimbangan, tebu yang pertama masuk akan terlebih dahulu dilakukan penggilingan. Di dalam proses penggilingan sendiri terdapat beberapa perlakuan atau tahapan sebelum mulai digiling. Langkah-langkah tersebut meliputi:

1. Pengangkutan tebu
2. Perlakuan Pendahuluan sebelum digiling
3. Penggilingan atau pemerahan nira
4. Pemberian ambibisi
5. Penampungan nira
6. Penyaringan nira



Gabar 6. Proses Penggilingan

Sumber : PT. Perkebunan Nusantara XI PG. Redjosarie

1. Pengangkutan Tebu

Pengangkutan tebu dimulai dari pengarahannya lori lori yang terisi tebu ke dekat meja tebu, setelah di angkut datau diarahkan ke meja tebu

selanjutnya tebu akan diangkat ke atas meja tebu. Pengangkatan tebu dilakukan dengan menggunakan *Unloading Crane*. Sistem pengangkatannya hampir sama dengan *Digital Crane Scale (DCS)* yaitu dengan pengangkatan tebu dari lori sampai tinggi batas optimal kemudian dari ketinggian tersebut tebu akan digeser dan diletakkan di meja tebu.

Meja tebu terdapat hambatan hambatan yang menyekat tebu digunakan untuk membuat tebu bergerak jatuh ke *cane carrier* dan mengatur banyaknya tebu yang akan masuk ke tahap selanjutnya, pengaturan banyaknya tebu yang masuk dilakukan agar pada proses tahap selanjutnya tetap stabil karena jatuhnya tebu yang teratur dan banyaknya tebu yang jatuh merata tidak kebanyakan dan tidak terlalu sedikit atau sama rata sehingga dapat stabil.

2. Perlakuan Pendahuluan

Sebelum dilakukan penggilingan tebu harus melalui proses pendahuluan terlebih dahulu. Proses penting untuk dilakukan agar bahan baku dapat dipersiapkan dengan maksimal, perlakuan ini dilakukan dengan cara memotong motong tebu selanjutnya dilakukan pencacahan, perlakuan ini dilakukan agar sel sel pada tebu dapat terbuka sehingga cairan tebu dapat terperas secara maksimal dan memperlancar prosen penggilingan

Pemotongan dan pencacahan tebu dilakukan dengan dua alat yaitu *cane cutter* dan *unigrator*. *cane cutter* digunakan untuk memotong motong tebu menjadi bagian yang lebih kecil kira kira 25-30 cm. Kemudian Unigrator digunakan untuk mencacah tebu yang sebelumnya telah terpotong, di *unigrator* prinsipnya mencacah potongan tebu menjadi serat potongan yang lebih kecil. tujuannya untuk memperoleh luas permukaan pemerahan yang lebih besar sehingga air tebu (nira) dapat semaksimal mungkin.

Dari meja tebu akan terjatuh ke *cane carrier* terlebih dahulu, *cane carrier* akan terus berputar sehingga akan membawa tebu yang terjatuh daru meja tebu ke *cane cutter* terlebih dahulu kemudian akan bergerak ke *unigrator*, setelah terjadi pencacahan di *unigrator*, tebu akan melewati proses penggilingan.

3. Penggilingan

Proses pemerasan nira atau penggilingan dilakukan setelah tebu melewati proses pemotongan dan pencacahan. Setelah tercacah tebu akan melalui penggilingan, penggilingan pada PG. Redjoesari tebu dilakukan empat kali penggilingan. Penggilingan pertama menghasilkan nira murni dan di penggilingan selanjutnya dilakukan berterus terusan agar nira yang didapat maksimal dikeluarkan dan kadar gula dalam ampas tebu tidak banyak dan mendapatkan paduk gula sebanyak banyaknya.

1) Gilingan I

Pada penggilingan pertama tebu yang sudah terpotong dan tercacah akan telindan atau terperas oleh gilingan. Hasil dari penggilingan pertama menghasilkan nira mentah murni kira kira > 65%. Nira yang dihasilkan akan langsung turun ke awah kearah penampungan nira sementara

2) Gilingan II

Sisa ampas dari gilingan I selanjutnya akan lanjut diperas di gilingan ke II. Penggilingan ke II ini dilakukan agar nira yang tersisa di ampas setelah melalui penggilingan I dapat di peras kemabali agar kandungan nira dalam tebu dapat terkuras sebanyak banyaknya dan sedikit ditambahkan air agar nira di dalam ampas dapat cepat terperas dan terlarut. Ambibisi pada gilingan ke II ini dapat digunakan air hangat ataupun nira perasan dari gilingan ke III, ambibisi di gilingan ke II kira kira 30%.

3) Gilingan III

Pada penggilingan ke III dilakukan pemerasan lagi tujuannya sama seperti perlakuan penggilingan ke II yaitu untuk memperkecil kadar nira dalam ampas dan kehilangan nira sebanyak banyaknya. Pada gilingan III ditambahkan lagi air imbibisi agar memperkecil kehilangan nira air ambibisi yang ditambahkan di gilingan ke II yaitu berupa air hangat ataupun juga bisa menggunakan air perasan nira dari penggilingan ke IV.

4) Gilingan IV

Pada penggilingan ke IV ini dilakukan penggilingan dari ampas penggilingan ke III. Hasil nira dari penggilingan ke IV ini digunakan untuk menambahkan ambibisi ke penggilingan ke II. Penggilingan ke IV dilakukan agar ampas tebu yang keluar menghasilkan % pol ampas <2.4% dan zat kering ampas sekitar 50 %. Ampas dari gilingan IV digunakan sebagai bahan bakar di stasiun ketel.

4. Pemberian ambibisi

Air imbibisi ditambahkan pada gilingan. Fungsi air imbibisi untuk mempermudah pemerahan nira dari ampas sehingga didapatkan nira sebanyak banyaknya dan kehilangan nira yang seminimal mungkin.

Syarat air imbibisi :

- Bebas dari kotoran
- Suhu sekitar 80°C – 95°C
- Jumlah air imbibisi sekitar 30 % tebu.

Cara penambahan air imbibisi ini dengan cara disemprotkan ke ampas setelah digiling masing-masing unit gilingan. Pemberian air imbibisi digunakan pada Gilingan II dan Gilingan III.

Keuntungan menggunakan air imbibisi panas :

- 1) Larutan sukrosa yang digiling lebih banyak karena sukrosa mudah terlarut dalam air panas
- 2) Dapat menghambat aktivitas dan membunuh mikroorganisme perusak nira
- 3) Di penguapan lebih ringan dan tidak membutuhkan uap terlalu banyak

Sistem imbibisi majemuk adalah kombinasi imbibisi air panas dengan larutan nira yang lebih rendah konsentrasinya untuk melarutkan sisa-sisa sukrosa di ampas yang konsentrasi sukrosanya lebih tinggi.

5. Penampungan Nira Mentah

Penampungan nira mentah dilakukan setelah melalui beberapa proses penggilingan. Pada gilingan IV akan digunakan untuk ambibisi

penggilingan ke III, dan hasil nira penggilingan II akan digunakan untuk ambibisi gilingan ke II, sehingga nira yang akan mengalir ke penampungan hanyalah dari gilingan I dan gilingan II. Sebelum mengalir ke penampungan nira mentah, nira akan melewati saringan pertama kemudian ke bak penangkap pasir.

Pada bak penangkap pasir terdapat banyak sekat sekat yang berluk-luku. Sekat-sekat tersebut berfungsi untuk menangkap pasir ataupun ampas-ampas kecil dari tebu yang masih tersangkut di nira mentah. Setelah melewati bak penangkap pasir dan beberapa ampas atau pasir tersebut tersangkut, nira akan mengalir jatuh ke penampungan sementara nira mentah.

6. Penyaringan Nira Mentah

Nira yang sebelumnya tertampung selanjutnya akan dilakukan penyaringan. Penyaringan merupakan pembersihan atau pemisahan partikel padat seperti ampas-ampas dari sisa penggilingan larutan nira mentah dengan melewatkannya pada medium penyaringan atau septum yang menahan zat padat. Pada PG. Redjoesari ini terdapat 2 saringan yaitu saringan getar dan saringan DSM *screen*.

1) Saringan Getar

Pada saringan getar ini dilakukan penyaringan pertama sesudah nira diperas. Nira yang baru saja diperas atau melalui penggilingan akan mengalir dan langsung diarahkan menuju saringan getar ini. Saringan ini terbuat dari besi yang terdapat lubang-lubang satu arah yang akan menangkap ampas-ampas tebu yang agak besar yang masih terbawa dengan nira. Saringan ini lubangnya besar-besarnya sehingga hanya dapat menyaring ampas-ampas yang agak besar, oleh karena itu tetap harus dilakukan penyaringan selanjutnya yang tentunya sampai dihasilkan nira yang bersih dari kotoran. Sebelum memasuki saringan selanjutnya nira akan melewati bak penangkap pasir yang dapat menangkap partikel yang lebih berat dari nira seperti pasir atau ampas-ampas kecil dan selanjutnya akan jatuh di ujung bak penangkap pasir karena dibawahnya terdapat bak nira mentah sementara.

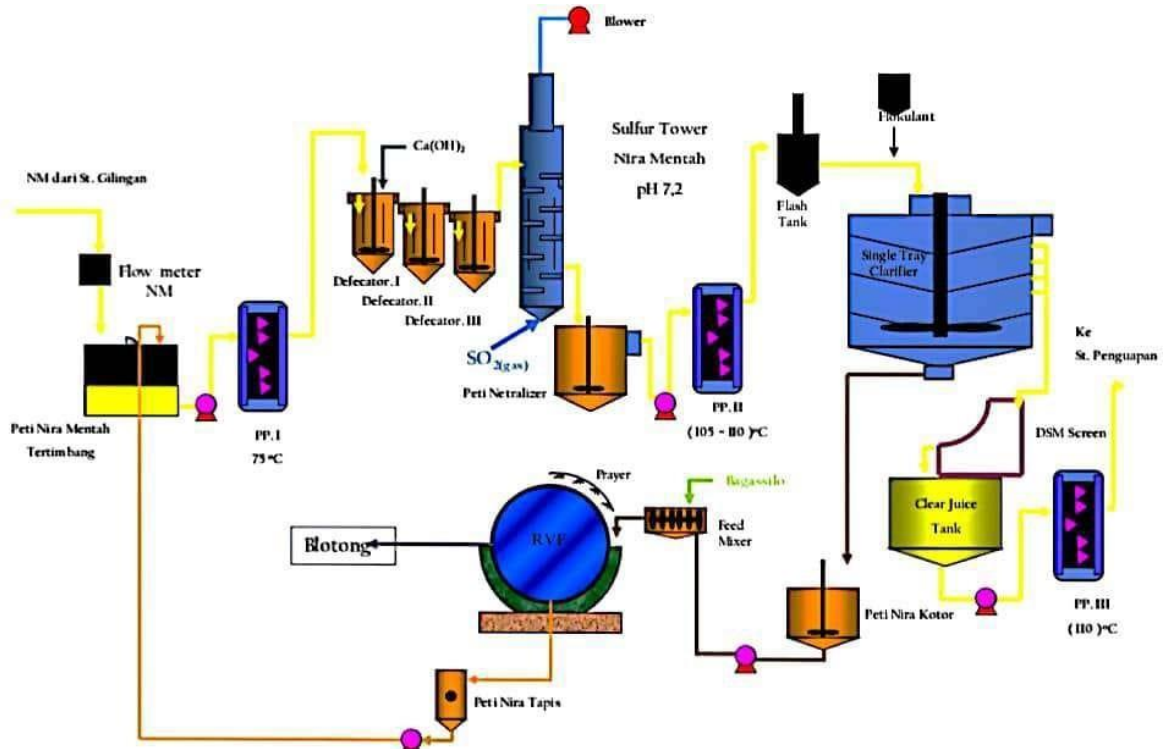
2) Saringan DSM Sreen

Pada saringan DSM *sreen* ini mempunyai lubang saringan yang lebih kecil dibandingkan penyaringan sebelumnya, oleh karena itu pada penyaringan ini ampas ampas yang masih lolos dari penyaringan sebelumnya akan tersangkut dan kotoran dari nira akan berkurang. Sebelum nira masuk ke saringan DSM *sreen* ini, nira berada di bak penampungan sementara berada di bawah, untuk memasukan ke penyaringan ini nira akan dipompa terlebih dahulu sampai ke atas dan masuk ke saringan. Pada saringan ini nira akan masuk dari pipa atas pada bagian atas terdapat penampungan kecil dan diberi penyekat, saat penampung penuh dan melewati penyekat maka nira akan jatuh di penampung bawah yang sudah terdapat penyaring, saat jatuh kotoran yang masih ada di dalam nira akan tersangkut pada penyaring tersebut ditengah tengah penampungan. Nira yang lolos dari saringan akan keluar di pipa keluar lalu berlanjut ke proses selanjutnya dan ampas yang tersangkut akan keluar di pipa lainnya.

c) Stasiun Pemurnian

Pemurnian pada nira mentah merupakan proses yang penting agar gula yang dihasilkan dapat secara maksimal. Pada proses ini nira mentah yang masih mengandung berbagai komponen mulai dari kotoran air dan *brix* nira juga masih berkumpul menjadi satu akan dipisahkan dan bersih dari berbagai macam kotoran yang terbawa pada proses sebelumnya. Dengan adanya pemurnian nira murni dapat dipisahkan dengan zat zat yang tidak dibutuhkan, nira murni yang dihasilkan ini yang akan menjadi gula, oleh karena itu jika semakin banyak nira yang dihasilkan dari proses pemurnian maka gula juga yang dihasilkan akan menjadi lebih bagus. Selain memisahkan nira dengan kotoran kotoran yang terbawa pada proses pemurnian ini juga bertujuan untuk menyeimbangkan pH pada sukrosa agar tidak mengalami kerusakan pada proses yang akan berlangsung selanjutnya. Dalam proses pemurnian sendiri dapat dipengaruhi beberapa factor seperti suhu, pH, dan waktu tinggal dari nira

yang diolah. Berikut merupakan Gambar uraian proses pemurnian pada pengolahan tebu :



Gabar 7. Proses Pemurnian
Sumber : PT. Perkebunan Nusantara XI PG. Redjosarie

Pada pemurnian ini terdapat beberapa cara untuk memisahkan nira murni dengan zat zat lain, cara yang digunakan pada PG. redjosarie yaitu:

1) Cara Fisika

Cara fisika yang dilakukan saat proses pemurnian yaitu meliputi pengendapan, penapisan, dan penyaringan dari nira proses sebelumnya.

2) Cara Kimia

Cara pemurnian dengan menggunakan proses kimia ini dilakuakannya pemisahan nira murni dengan zat zat anorganik yang masih terlarut dengan cara diberikan zat kimia. Zat kimia yang diberikan pada nira akan membuat zat zata anorganit mengendap dan dipisahkan dengan nira murni.

3) Cara Fisika-Kimia

Pada cara fisika terdapat mekanisme pemanasan, absorpsi, dan membawa larutan pada kondisi *isoelektrisnya* untuk memisahkan kotoran yang melayang (koloid). *Isoelektris* sendiri merupakan kondisi disaat koloid menjadi gumpalan gumpalan. Penggumpalan koloid terjadi pada pH tertentu karena titik isoelektris setiap koloid ditentukan dengan besarnya nilai pH, oleh karena itu titik isoelektris dari setiap koloid berbeda beda. Pada titik *isoelektris* koloid koloid memiliki muatan yang terkecil, oleh karena itu kondisi dari koloid menjadi tidak stabil dan terjadi penggumpalan. Dengan cara fisika-kimia ini pada pabrik gula redjosarie ini menggunakan proses *defikasi* dan *sulfitasi* pada proses pemurnian.

Setelah dilakukan penyaringan, nira akan masuk pada stasiun pemurnian melewati *flow meter*. Pada *flow meter* ini nira akan masuk melalui pipa dan saat melewati *flow meter* nira akan mengenai sensor otomatis dari *flow meter* sehingga saat sudah terlewat akan terukur berat nira yang akan dilakukan pemurnian selanjutnya. Sesudah melewati flowmeter nira akan terus mengikuti aliran pipa hingga jatuh di bak penampungan nira sementara pada bak penampungan nira ini, nira akan ditampung sementara dan sebelum dialirkan ke VLJH (*Vapour Line Juice Heater*) menggunakan *juice smooting*. *Juice smooting* sendiri ini berfungsi untuk mengatur debit nira yang akan dimurnikan, sebelum dimurnikan nira akan dihitung debitnya dan diatur alirannya agar stabil dan memudahkan pada proses selanjutnya, jadi jika debitnya melebihi maka nira akan dikembalikan ke bak dan sebaliknya jika kurang maka ditambah lagi sampai debit stabil saat masuk ke pemurnian. Setelah debit stabil dari *juice smooting* maka nira akan dialirkan ke VLJH (*Vapour Line Juice Heater*), VLJH ini digunakan karena memanfaatkan uap panas dari *evaporator* akhir agar proses pemurnian dapat lebih efektif selain itu juga bermanfaat untuk mengurangi beban dari kondensor dan akan mampu mengurangi kebutuhan air, VLJH dapat membantu memperlancar proses selanjutnya karena didalam VLJH akan pemanasan atau penghangatan nira mentah dengan uap sisa dan membantu meringankan proses pemanasan. Pada

VLJH suhu yang digunakan sekitar 53°C . Selanjutnya nira akan masuk ke proses pemurnian sebagai berikut :

1. Pemanasan Pendahuluan I (PP I)

Sebelum dilakukan proses pemurnian, untuk memperlancar perlu dilakukan pemanasan pendahuluan, setelah dibantu oleh VLJH (*Vapour Line Juice Heater*) nira akan dipanaskan lagi dengan juice heater atau yang pertama PP I. *Juice heater* atau Pemanas Pendahuluan (PP) merupakan alat yang digunakan untuk memanaskan nira dengan media pemanas yang berupa uap bekas blending atau uap nira dari evaporator 1. Pada PP I ini suhu yang digunakan sekitar 75 °C. Tujuan PP I sendiri yaitu:

1) Mempercepat Reaksi

Dengan adanya pemanasan nira pada suhu sekitar 75°C maka akan mempercepat reaksi pada nira dengan bahansusu kapur (Ca(OH)_2) dan gas belerang (SO_2) pada proses pemurnian selanjutnya.

2) Membunuh Mikroorganism

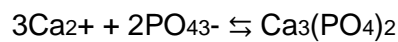
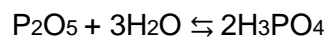
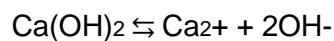
Dengan adanya pemanasan nira pada suhu sekitar 75°C maka mikroorganism beberapa mikroorganism yang dapat mengganggu proses pemurnian akan mati

2. Defikasi

Proses *defikasi* ini merupakan proses pemurnian menggunakan susu kapur (Ca(OH)_2) nira akan masuk kedalam suatu alat yang bernama *defikator* dan diberikan susu kapur perlahan lahan. Pemberian susu kapur pada nira bertujuan untuk memurnikan nira karena dengan adanya susu kapur maka akan terjadi reaksi calcium pada susu kapur dengan komponen nira yang berupa inti endapan yaitu Calcium phospat atau $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$. Dari reaksi tersebut inti endapat nira akan mengabsorpsi kotoran kotoran yang ada dalam nira kemudian akan menggumpul atau bergabung menjadi satu sehingga membentuk sebuah gumpalan yang kemudian akan mengendap. Selain terjadi reaksi penggumpalan juga dapat mencegah terjadinya kerusakan sukrosa pada nira.

Sukrosa bersifat tidak tahan dengan suasana yang asam, tetapi di dalam nira terdapat berbagai senyawa asam organik maupun senyawa anorganik yang memiliki muatan negatif atau bersifat asam sehingga nira mentah memiliki sifat yang asam. Karena sukrosa tidak tahan dengan suasana asam maka saat dilakukan penggumpalan oleh susu kapur, juga perlu adanya penetralan pH oleh susu kapur yang sifatnya basa agar tidak terjadi kerusakan pada sukrosa.

Reaksi nira dengan susu kapur :



Pada pemurnian menggunakan susu kapur (Ca(OH)_2) di dalam *defikator* ini perlu adanya kenaikan pH dengan pencampuran susu kapur secara bertahap, oleh karena itu pada pabrik gula redjosarie ini menggunakan 3 peti *defikator*. Nira akan perlahan lahan dinaikan pHnya pada setiap peti. Pada awal masuk nira mempunyai pH asam yaitu sekitar 5,4-5,6. Pada *defikator* pertama nira akan diberikan susu kapur hingga pH mencapai sekitar 7. Saat nira masuk maka dalam waktu bersamaan susu kapur juga dimasukkan, pada *defikator* terdapat baling baling seperti kipas yang akan mengaduk nira dan susu kapur hingga homogen. Nira dan susu kapur akan bertambah terus menerus hingga cairan campuran nira dan susu kapur *overflow* ke *defikator* ke II dan berlangsung seperti itu juga sampai ke *defikator* ke III. Pada *defikator* ke II susukapur akan ditambahkan hingga terjadi kenaikan pH menjadi 8 dan pada *defikator* ke III susu kapur ditambahkan hingga pH naik menjadi 8, 5. Penambahan dan kenaikan pH dilakukan secara perlahan.

Setiap koloid mempunyai titik untuk menggumpal atau titik *isoelektris* yang berbeda beda sesuai dengan pH, sehingga pada saat pemberian susu kapur harus dilakukan secara perlahan pada beberapa *defikator*. Penggunaan 3 *defikator* dengan penambahan pH yang perlahan lahan pada setiap *defikator* diharapkan titik *isoelektris* dari koloid dapat dilewati dan koloid-koloid dalam nira dapat mengendap dengan sebanyak mungkin. Proses terbentuknya pengendapan terjadi

karena susu kapur yang memiliki muatan positif akan bereaksi dengan asam organik, anorganik maupun koloid koloid yang bermuatan *negative* di dalam nira sehingga membentuk suatu gumpalan dan akan terjadi pengendapan. Dalam proses penggumpalan ini dipengaruhi oleh beberapa factor seperti pemberian reagent, sirkulasi, pencampuran, dan suhu larutan. Setiap tabung *defikator* akan terus dikontrol pHnya.

3. *Sulfitasi*

Sebelum nira masuk ke tabung sulfitir nira dilakukan pemberian susu kapur untuk mengendapkan komponen komponen pengotor di dalam nira. Saat dilakukan proses *defikasi* tersebut selain pengendapan terjadi peningkatan pH menjadi sedikit basa, untuk menetralkannya perlu ditambahkan asam lagi yaitu salah satunya diberikan gas belerang (SO_2). Selain untuk penetralan pH pemberian gas belerang juga dapat menjernihkan warna dari nira yang sebelumnya diberikan pemanasan sehingga terjadi perubahan warna agak kecolatan dengan adanya reduksi dari gas belerang maka intensitas warna akan berkurang. Fungsi yang terpenting dari sulfitasi sendiri yaitu untuk menyelubungi endapan yang berupakalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$) menjadi kalsium sulfit (CaSO_3) agar endapan dari proses *defikasi* dapat lebih rekat dan tidak mudah pudar.

Dari proses *defikasi* nira akan langsung dialirkan ke tabung *sulfitasi* melalui pipa bagian bawah, sedangkan gas belerang yang telah disiapkan akan keluar dari pipa bagian atas. Pipa bagian bawah dan atas akan dipertemukan sehingga nira akan mengenai gas belerang secara langsung. Dari kontak langsung tersebut yang sebelumnya nira memiliki kadar pH yang basa sekitar pH 8,5 akan bertemu gas belerang yang sifatnya asam dan tercampur sehingga nira yang dihasilkan akan bersifat netral, pH netral yang dihasilkan dari proses sulfitasi ini sekitar pH 7,0-7,2. Untuk mengetahui kadar pH sudah memenuhi syarat digunakan *indicator* BTB (*brome timol blue*) atau PP (*phenolphthalein*).

Selain untuk penetralan proses *sulfitasi* dapat merubah endapan yang dihasilkan dari proses *defikasi* menjadi lebih padat dan tidak

mudah pecah. Pada proses defikasi endapan endapan sudah mulai terbentuk tetapi endapat tersebut masih mudah pecah atau *compressible* sehingga jika terkena putaran atau tekanan air masih bisa melayang layang di nira tidak terendapkan secara baik. Selain itu jika endapat tidak dilakukan sulfitasi dan langsung dipisahkan dengan blotong maka cairan tidak dapat terpisah secara maksimal karena susah ditapis. Pada proses *sulfitasi* endapat akan bersifat *incompressible* (tidak mudah pecah) karena gas belerang (SO₂) akan bereaksi dengan Ca⁺ dan membentuk endapan CaSO₃ (kalsium sulfite). Fungsi gas belerang (SO₂) ini adalah mengikat unsur unsur yang belum bereaksi di proses defikasi. Berikut merupakan persamaan reaksinya:

- 1) $\text{Ca(OH)}_2 \rightarrow \text{Ca}^{2+} + 2\text{OH}^-$
- 2) $\text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O} \rightarrow \text{H}_2\text{SO}_3$
- 3) $\text{H}_2\text{SO}_3 \rightarrow 2\text{H}^+ + \text{SO}_3^{2-}$
- 4) $\text{Ca}^{2+} + \text{SO}_3^{2-} + 2\text{OH}^- + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{Ca}_2\text{SO}_3 + 2\text{H}_2\text{O}$

Reaksi totalnya adalah:



Selain penetralan pH dari proses *defikasi* yaitu antara pH 8,5 menjadi 7,0-7,2 di proses *sulfitasi*. Reaksi gas belerang dengan Ca⁺ dari nira mentah yang menghasilkan endapan dari kotoran nira pada proses *defikasi* dari masih *compressible* (mudah pecah) menjadi *incompressible* (tidak mudah pecah) pada proses *sulfitasi*, sehingga kotoran nira yang membuat warna nira coklat dan kotor pada proses sulfitasi dapat terendapkan dan nira dapat menjadi jernih karena kotoran yang ada pada nira berkurang. Oleh karena itu proses sulfitasi juga menjadi faktor jernihnya nira yang dihasilkan.

4. Pemanas Pendahuluan 2 (PP II)

Setelah nira melewati proses defikasi dan sulfitasi selanjutnya nira akan dipompa dan dialirkan ke PP II (pemanas pendahuluan ke-2). Pada PP II nira akan dipanaskan lagi seperti pada PP I, tetapi bedanya pada PP II ini suhu yang digunakan lebih tinggi yaitu antara 100-105°C.

Pemanasan pada PP II dilakukan pada suhu yang lebih tinggi memiliki tujuan seperti:

- 1) Menyempurnakan reaksi antara kapur (CaO) dengan gas belerang (SO₂)
- 2) Membunuh mikroba yang belum mati pada pemanasan yang pertama, oleh karena itu terdapat kenaikan suhu pada PP II
- 3) Membantu menguapkan gas yang terlarut pada nira, serta mempersiapkan untuk menghilangkan gas terlarut pada proses selanjutnya di *flash tank*
- 4) Menurunkan *viskositas* nira agar mudah memisahkan kotoran pada nira

5. Penghilangan Gas Terlarut

Pada proses sebelumnya yaitu di PP II nira dibantu untuk menguapkan gas gas terlarut pada nira. Pada proses selanjutnya gas gas yang telah dibantu diuapkan akan perlahan dikeluarkan dari nira melalui *flash tank*. Gas yang terlarut pada nira harus dikeluarkan karena gas tersebut dapat mengganggu proses pengendapan kotoran pada nira. Gas dalam nira akan terus mengambang saat kotoran mulai turun dan akan mengendap, karena ada gas tersebut maka kotoran akan terhalangi oleh gas sehingga tidak mudah turun dan mengendap. Oleh karena itu perlu dilakukan penghilangan gas terlarut terlebih dahulu melalui proses di dalam *flash tank*.

Pada tengah *flash tank* terdapat tabung yang berbentuk mengerucut mengarah ke bawah *flash tank*, selain itu juga terdapat pipa pengeluaran gas pada atas *flash tank*. Nira dari PP II akan dipompa ke *flash tank* melalui bagian samping dari *flash tank* dengan tekanan, karena semakin ke bawah semakin mengerucut maka nira akan melewati dinding dinding tabung secara spiral secara terus menerus. Adanya Gerakan memutar tadi maka gas gas terlarut pada nira akan terkonsentrasi ditengah tabung dan akan terangkat ke atas hingga melewati pipa pengeluaran gas. Nira yang bergerak sampai dasar tabung akan dialirkan ke *Single Tray Clarifier* (STC) untuk dilakukan proses pengendapan.

6. Pengendapan

Setelah diberikan beberapa zat kimia seperti susu kapur dan gas belerang pada proses sebelumnya yang berguna untuk membentuk gumpalan endapan, selanjutnya akan diteruskan di tabung pengendapan yaitu *Single Tray Clarifier* (STC). Pada *Single Tray Clarifier* (STC) ini nira yang sudah menggumpal akan diendapkan dan dipisahkan antara kotoran dan cairan nira. Ketika nira masuk melalui pipa ke *Single Tray Clarifier* (STC) nira diberikan zat tambahan yaitu *flokulan*. *Flokulan* atau *polyacrylamide* adalah senyawa polimer yang ditambahkan untuk meningkatkan proses *flokulasi*, *flokulan* akan mengikat inti inti endapan menjadi endapan yang lebih besar dan mempercepat terjadi endapan pada proses pengendapan di STC. Saat *flokulan* diberikan dan terdapat kotoran yang masih mengapung, maka *flokulan* akan bereaksi dengan kotoran yang mengapung tersebut dan mengikatnya menjadi gumpalan sampai turun ke dasar STC.

Saat kotoran turun ke bagian dasar STC, secara otomatis akan ada penggaruk yang akan mengambil endapan kotoran tersebut. Kotoran yang terendap akan dialirkan ke *Rotary Vacuum Filter* (RVF) untuk dilakukan penyaringan lagi, untuk memperkecil hilangnya cairan nira yang bisa saja berpengaruh pada hasil gula. Untuk nira yang sudah terpisah dengan kotoran akan berada di atas dan *overflow* menuju pipa keluar nira yang akan dilanjutkan ke proses selanjutnya yaitu ke PP (Pemanas Pendahuluan) ke III. Sebelum ke proses selanjutnya nira akan turun jatuh dari pipa keluar ke *DSM screen* agar memastikan tidak ada kotoran yang terikut ke proses selanjutnya.

7. Penapisan

Blotong yang dihasilkan dari STC (*Single Tray Clarifier*) masih mengandung sedikit nira, untuk meneluarkan nira yang masih tercampur dengan blotong perlu dilakukan penyaringan lagi. Penyaringan antara nira dan blotong ini dilakukan dengan alat yang bernama *Rotary Vacuum Filter* (RVF).

Blotong yang masih bercampur dengan nira dari STC (*Single Tray Clarifier*) akan ditambahkan dahulu dengan ampas halus (*bagacillo*). Pemberian ampas halus (*bagacillo*) ini berfungsi agar blotong dapat membentuk media tapis kotoran agar dapat mempermudah proses penapisan. Proses penapisan akan diperoleh air nira dan blotong (kotoran nira). Blotong yang diperoleh dari proses penapisan mempunyai syarat pol sekitar 2%. Nira yang diperoleh dari proses penapisan akan dialirkan ke STC (*Single Tray Clarifier*) lagi untuk pengendapan kembali. Blotong dari hasil penapisan akan diantar menggunakan truck ke tempat penampungan blotong.

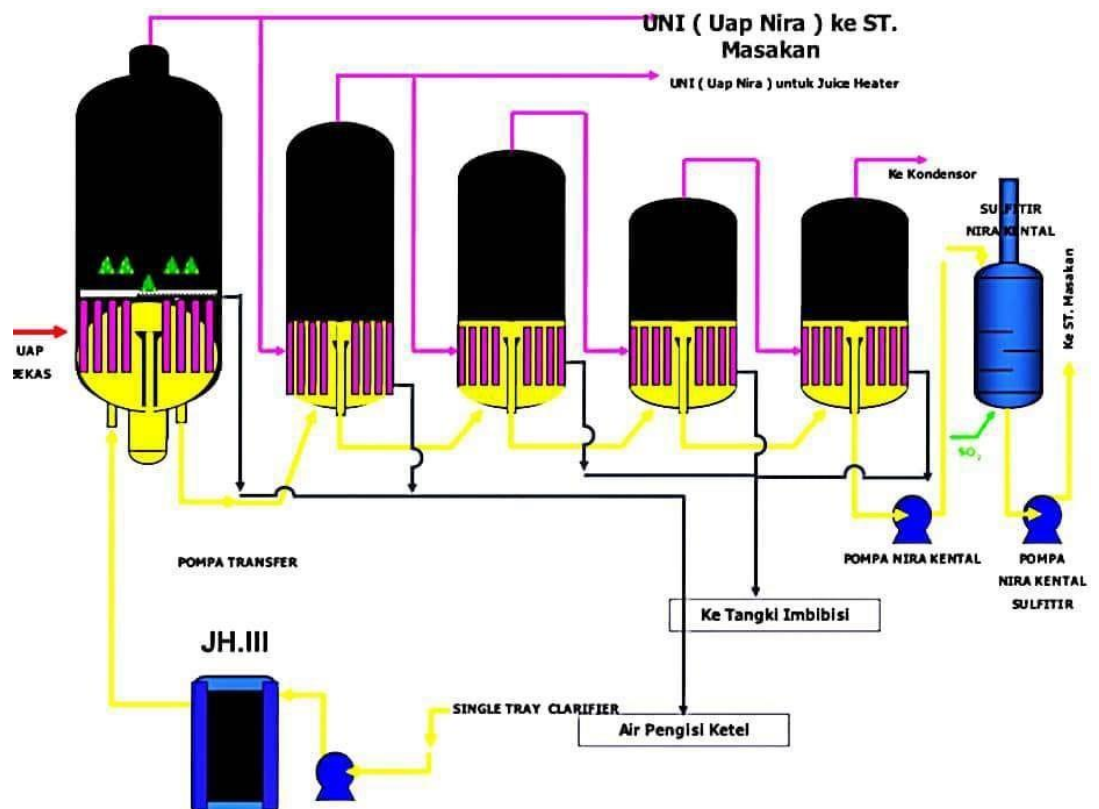
8. Pemanas Pendahuluan 3 (PP III)

Setelah nira melewati proses pengendapan atau pemisahan nira dengan kotoran selanjutnya nira akan dipompa dan dialirkan ke PP III (pemanas pendahuluan ke-3). Pada PP III nira akan dipanaskan lagi seperti pada PP I dan PP II, tetapi bedanya pada PP III ini suhu yang digunakan lebih tinggi yaitu antara 105-110°C. Pemanasan pada PP III dilakukan pada suhu yang lebih tinggi memiliki tujuan utama menaikkan suhu nira agar meringankan kinerja alat diproses selanjutnya yaitu stasiun penguapan menggunakan *evaporator*. Selain itu dengan dilakukan pemanasan lagi pada PP III ini bertujuan juga untuk:

- 1) Meringankan kerja *evaporator*
- 2) Pemanasan pada PP III dapat mendidihkan nira mencapai titik didih nira sehingga nantinya pada saat di dalam *evaporator* nira akan mengalami pendidihan secara merata
- 3) Membunuh mikroorganisme yang belum mati di dalam nira

d) Stasiun Penguapan

Nira yang telah dilakukan pemurnian selanjutnya masuk ke stasiun penguapan. Berikut merupakan Gambar proses penguapan yang ada di PG. Redjosarie :



Gabar 8. Proses Penguapan
 Sumber : PT. Perkebunan Nusantara XI PG. Redjosarie

Penguapan merupakan proses yang bertujuan untuk menguapkan air yang terdapat dalam nira jernih tanpa merusak sukrosa hingga konsentrasi nira mendekati jenuh dengan kekentalan 28-30 Be dengan biaya serta kehilangan gula seminimal mungkin.

PG. Redjosarie memiliki 6 unit badan *evaporator*. Pada waktu proses, hanya 5 unit yang bekerja, sedangkan 1 unit badan *evaporator* sebagai cadangan atau untuk dibersihkan kerak-keraknya. Pembersihan badan *evaporator* ini dilakukan secara bergantian selama dalam masa giling. Badan I dan II dipasang secara paralel dengan fungsi yang sama sehingga dianggap sebagai badan *evaporator* I. Hal ini dikarenakan luas pemanas yang belum terpenuhi jika hanya 1 badan saja sehingga 2 badan inilah yang akan mempermudah kerja bejana.

Nira jernih dari PP III dengan suhu 105°C dialirkan ke *evaporator* I melalui pipa pemasukan nira dan pipa pembagi, sehingga nira akan masuk

ke ruang pemanas dengan merata. Nira dipanaskan hingga mencapai suhu 103°C. Untuk memanaskan *evaporator* I ini menggunakan uap bekas dari mesin uap gilingan dan turbin. Nira akan meluap ke pipa jiwa lalu masuk ke corong pengeluaran dan keluar ke *evaporator* II. Di *evaporator* II nira dipanaskan hingga mencapai suhu 90°C dengan menggunakan uap nira dari *evaporator* I. Nira yang sudah mencapai suhu yang diinginkan akan keluar ke *evaporator* III untuk dipanaskan hingga mencapai suhu 78°C menggunakan uap nira dari *evaporator* II. Setelah itu nira akan keluar ke *evaporator* IV. Pada *evaporator* IV nira akan mendapatkan pemanasan hingga suhu 64°C dengan menggunakan uap nira *evaporator* III. *Evaporator* I masih menggunakan tekanan udara untuk memanaskannya, sedangkan pada *evaporator* II hingga IV sudah menggunakan sistem *vacuum*, dimana titik didih air akan turun tetapi tetap dapat mendidih. Hal ini bertujuan supaya gula tidak mengalami karamelisasi. Untuk mengetahui tekanan *vacuum* maupun tekanan udara menggunakan alat ukur yang dinamakan *manometer*. *Output* dari proses penguapan ini yaitu nira kental dan uap. Nira kental akan dialirkan menuju *sulfitir* nira kental. Tujuan dari *sulfitasi* ini untuk memucatkan warna (*bleaching*). Selanjutnya nira kental tersulfitir akan ditampung di tangki nira kental tersulfitir untuk dilanjutkan ke proses pemasakan.

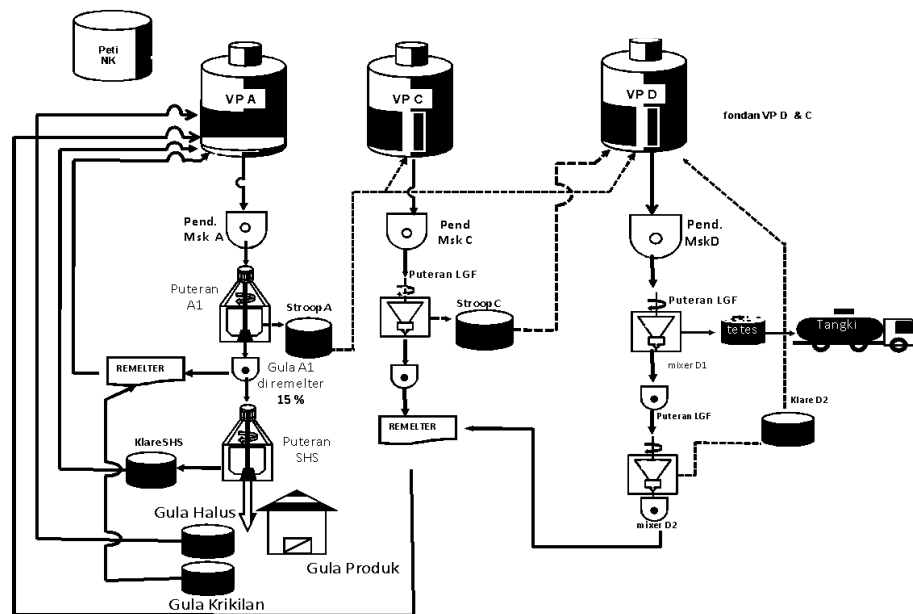
Uap dari *evaporator* IV (akhir) digunakan sebagai pemanas VLJH (*Vapour Line Juice Heater*) yang selanjutnya ke kondensor untuk diembunkan. Uap ini akan masuk ke *kondensor* dari sisi bawah, kemudian air *injeksi* dari pompa *injeksi* dimasukkan lewat atas mengguyur payungan hingga air mengalir dengan merata di payungan dan jatuh ke sekat-sekat *kondensat* sehingga akan membentuk tirai air. Uap yang masuk akan mengarah ke atas sehingga terjadi pertemuan antara uap nira dengan air *injeksi*. Pertemuan inilah yang akan membuat uap mengembun dan turun bersama air jatuhan, sedangkan gas-gas yang tak terembunkan akan keluar ke udara dengan isapan pompa *vacuum*.

Pada setiap proses penguapan akan menghasilkan embun dari uap nira. Embun ini harus dikeluarkan dari masing-masing badan *evaporator* untuk mempercepat proses perpindahan panas dari uap panas ke nira. Uap yang sudah jenuh akan mentransfer panasnya ke nira dengan cara

melepas panas laten yang menyebabkan uap jenuh akan mengembun. Air embun yang dihasilkan oleh masing-masing badan akan dipompa dan ditampung ke dalam tangki. Air embun dari *evaporator* I dan II digunakan untuk pengisi air ketel, sedangkan air embun dari *evaporator* III dan IV digunakan untuk air proses dengan syarat masih mengandung nira, namun jika sudah tidak mengandung nira akan digunakan sebagai pengisi air ketel.

e) Stasiun Pemasakan dan Puteran

Pemasakan ini bertujuan untuk pengambilan sukrosa semaksimal mungkin dalam nira kental melalui proses kristalisasi dengan cara penjuhan dan proses penempelan molekul sukrosa pada inti kristal yang ditambahkan, sehingga menghasilkan kristal gula yang turun dari pan namun masih tercampur dengan larutannya yang disebut dengan *mascuite*. Pemasakan ini dilakukan di dalam *vacuum* pan bertekanan >64cmHg dengan titik didih yang rendah yaitu 60-65°C dan waktu yang sesingkat mungkin dengan tujuan meminimalisir kehilangan sukrosa pada suhu tinggi dan mempercepat proses kristalisasi. Berikut merupakan Gambar tahapan proses pemasakan dan pemutaran :



Gabar 9. Proses Pemasakan dan Puteran
 Sumber : PT. Perkebunan Nusantara XI PG. Redjosarie

Di PG Redjosarie menggunakan tiga tingkatan untuk memasak nira kental yakni, masakan A, masakan C, dan masakan D. Masakan B tidak ada dikarenakan mempertimbangkan HK (Hasil Kemurnian) nira kentalnya yaitu sebesar 76-78. Dengan menggunakan 3 tingkatan saja ini diupayakan agar *looses/ tetes gula* yang dihasilkan serendah-rendahnya sehingga mampu mendapatkan gula produk sebanyak-banyaknya. Berikut merupakan 3 tingkatan masakan tersebut :

Masakan A :

Masakan A merupakan masakan utama yang akan menghasilkan gula produk, *klare SHS (Superium Hoofd Suiker)*, dan *stroop A*. Bahan utama untuk masakan ini yaitu nira kental tersulfitir, leburan gula C/D2, dan bibit kristal. Bibit kristal ini bertujuan untuk membentuk nira kental menjadi kristal gula dengan besar yang sudah ditentukan yaitu sekitar 0,8-1,2 mm. Setelah dimasak akan didinginkan dahulu di palung pendingin hingga suhu 40° C dari suhu awal 60-65°C. Pendinginan ini bertujuan untuk kristalisasi lanjut yakni proses penempelan molekul-molekul sukrosa pada kristal yang sudah ada. Selanjutnya akan masuk ke puteran HGF (*High Grade Fuga*) yang akan menghasilkan *stroop A*, *klare SHS*, dan gula SHS sebagai produk. *Stroop A* dan *klare SHS* digunakan untuk masakan C. HGF akan memutar dengan siklus *single curing*, artinya memasak 2 tingkat dengan satu alat.

Alat mula-mula berputar pelan sampai ±200 rpm disemprot air selama ±10 detik untuk membersihkan basket. Pada kecepatan 400-600 dilakukan siraman untuk memisahkan larutan induk dengan kristal (*stroop A* dan gula SHS) selama 8 detik, kecepatan akan terus bertambah. Pada kecepatan ±800 rpm penyemprotan kedua dilakukan selama 10 detik untuk memisahkan SHS dan *klare SHS*. Setelah siraman selesai, pada kecepatan ±900 rpm dilakukan penyemprotan steam hingga kecepatan 1050 rpm selama 30 detik. Hal ini dilakukan dengan harapan sisa *klare* yang masih menempel pada kristal dengan terlepas agar produk yang dihasilkan benar-benar berkualitas baik.

Selanjutnya, kecepatan akan turun secara berangsur-angsur hingga 60 rpm sehingga pintu *basket* akan terbuka. Pada kecepatan ini pula

penyekrap gula akan turun untuk menyekrap gula yang ada pada dinding-dinding saringan. Dalam satu siklus ini membutuhkan waktu 3 menit. HK (Harkat Kemurnian) nira mentah 75 dan ketika sudah dimasak dan diputar harus mencapai 98 untuk menjadi gula produk.

Masakan C :

Masakan C merupakan masakan yang akan menghasilkan gula C dan stroop C dimana bahan yang digunakan adalah dari *klare* SHS (*Superium Hoofd Suiker*) dan *stroop* A dengan bibitan berupa *fondan*. Setelah dimasak akan masuk ke palung pendingin dan akan dipompa ke puteran LGF (*Low Grade Fuga*). Puteran LGF dijalankan secara *kontinyu* dengan penggerak motor listrik, sebelum menjalankan putaran terlebih dahulu menjalankan pompa oli yang berfungsi sebagai pelumas puteran. Setelah puteran berputar penuh, *valve mesquite* dibuka dan disemprot dengan air (suhu 40° C) yang bertujuan untuk memisahkan *stroop* dengan kristal gula dengan gaya *sentrifugal* sehingga gula terlempar dari *basket* dan ditangkap oleh badan puteran jatuh ke *mixer*. *Stroop* C memiliki HK (Harkat Kemurnian) 45-46 yang akan digunakan untuk masakan D, sedangkan gula C yang memiliki HK (Harkat Kemurnian) <93 akan dileburkan sebagai bahan masakan A.

Peleburan gula dilakukan pada peti peleburan. Peleburan pertama gula bubuk, krikilan, babonan C, dan babonan D dileburkan pada palung peleburan yang dilengkapi dengan pengaduk. Setelah melewati peleburan pertama, leburan akan masuk ke peti kedua untuk proses peleburan selanjutnya. Pada peti ini terdapat 3 pengaduk dengan masing-masing pengaduk terdapat motor penggerak sendiri, leburan akan diaduk dengan sistem *overflow*. Suhu air pada peleburan ini sekitar 60°C.

Masakan D :

Masakan D merupakan masakan untuk menghasilkan gula D2 dan *klare* D serta hasil samping berupa tetes tebu. Bahan untuk di masakan D yaitu *stroop* A, *stroop* D, *klare* D dengan bibitan berupa *fondan*. Setelah dimasak akan masuk ke palung pendingin dan akan dipompa ke puteran LGF (*Low Grade Fuga*) D1 dengan hasil tetes tebu. Dari LGF D1 yang masih memiliki

kandungan nira akan diproses di LGF D2 yang akan menghasilkan gula D2 dan *klare* D. Gula D2 akan dileburkan untuk bahan masakan A.

Tetes dari puteran D1 akan ditampung di bak penampungan sementara lalu dialirkan ke bak timbang. Untuk satu kali timbangan berat tetes mencapai 3500 kg tetes, pada satu hari dapat mencapai 81 kali timbangan, maka dapat diperkirakan hasil tetes perhari adalah ± 350 ton. Setelah tetes ditimbang kemudian tetes akan dialirkan ke bak penimbunan tetes. Tetes di bak penampungan di pompa ke tangki tetes yang selanjutnya akan diangkut oleh truk. Berikut *Brix* dan HK (Harkat Kemurnian) Masakan, *Klare*, *Stroop*, Gula :

Tabel 5. Kriteria Masakan A, C dan D

Keterangan	Brix	%pol	HK
NKS	56,84	43,70	76,90
Masakan A	95	78,70	82
Masakan C	97	70,90	72
Masakan D	98	59,70	60
Stroop A	83,60	55,90	66,90
Stroop C	74,10	38,30	51,70
Klare SHS	78,40	66,50	84,80
Klare D	78,80	47,20	59,35
Gula A (GKP)	101,40	98,60	97,20
Gula C	99,30	93,20	93,80
Gula D1	99,10	79,10	79,80
Gula D2	101,10	95,60	94,50
Tetes	91,80	29,80	32,50

Sumber : PT. Perkebunan Nusantara XI PG. Redjosarie

Keterangan :

NKS = *Nano* Kristal Selulosa

SHS = *Superium Hoofd Suiker*

GKP = Gula Kristal Putih