



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

II.1 Uraian Proses

Produk utama dalam PG. Kremboong Sidoarjo adalah gula Kristal putih. Dalam proses pembuatan gula kristal putih yang siap diedarkan diperlukan beberapa tahapan dalam setiap stasiun diantaranya stasiun emplasement, stasiun gilingan, stasiun pemurnian, stasiun penguapan, stasiun masakan, stasiun puteran, dan stasiun penyelesaian.

II.1.1 Stasiun Emplasement

Stasiun emplasement bertujuan untuk mempersiapkan tebu sebelum tebu siap untuk digiling di stasiun gilingan. Pada tahap ini, tebu yang akan digiling disiapkan dari segi kualitas. Kualitas terdiri dari kondisi fisik tebu, tingkat kebersihan, dan kemungkinan kandungan gula (rendemen) di dalamnya. Stasiun emplasement menjadi tempat pengumpulan tebu yang berasal dari kebun yang berada di dalam daerah Sidoarjo atau wilayah lokal maupun luar daerah Sidoarjo. Stasiun emplasement di PG. Kremboong terdiri dari emplasement luar dan emplasement dalam. Emplasement luar tempat pengumpulan tebu baik yang berasal dari dalam maupun luar daerah untuk dibawa ke emplasement dalam. Emplasement dalam yaitu tempat penyimpanan tebu yang berada pada lori sebelum melalui proses penggilingan yang dilakukan di stasiun gilingan.

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. Namun sebelum itu tebu yang masuk pabrik akan melalui proses pengecekan mulai dari kuantitas sampai kualitasnya. Dari segi kuantitas, tebu akan ditimbang terlebih dahulu dimana per truknya dapat mengangkut 5 – 9 ton tebu. Berat muatan yang diperoleh merupakan selisih dari berat truk bermuatan dan berat truk kosong. Dengan begini pabrik dapat menghitung bagi hasil yang akan dilakukan dengan petani tebu sesuai dengan rendemen yang ada pada tebu yang mereka bawa. Pada tahap ini tebu (Crane) akan dilakukan pengecekan kadar gula (brix) tebu diperiksa dengan



refraktometer dan pH tebu diperiksa dengan pH meter.

Tebu yang sudah melewati proses pengecekan akan dipindahkan ke meja tebu. Setelah itu, tebu akan dicacah menggunakan *Cane Cutter*. *Cane Cutter* merupakan suatu alat yang berfungsi untuk memotong tebu yang masuk masih dalam bentuk batang menjadi potongan yang lebih kecil berukuran 10-15 cm. Tujuannya untuk memperoleh luas permukaan pemerahan yang lebih besar sehingga air tebu (nira) dapat semaksimal mungkin terperah di stasiun gilingan. Setelah melewati cane cutter tebu akan dicacah kembali menggunakan *Unigator* dengan tujuan untuk 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 terperah di stasiun gilingan.

Hasil cacahan tebu dari *unigator* akan masuk pada proses pemerahan menggunakan beberapa unit gilingan yang disusun secara seri yaitu gilingan I sampai gilingan 4 dengan masing-masing unit gilingan terdiri 3 buah roll sehingga pada tiap-tiap unit membentuk sudut 120° . Tebu yang layak untuk digiling bila telah mencapai fase kemasakan, dimana rendemen batang tebu bagian pucuk mendekati rendemen bagian batang bawah.

II.1.3 Stasiun Pemurnian

Setelah tebu diperah dan diperoleh nira mentah (raw juice), lalu akan dilakukan pemurnian. Nira mentah mengandung berbagai macam zat gula terdiri dari sukrosa, gula invert (glukosa+fruktosa), zat bukan gula, terdiri dari atom-atom (Ca, Fe, Mg, Al) yang terikat pada asam-asam, asam organik dan anorganik, zat warna, lilin, asam yang mudah mengikat besi, aluminium, dan sebagainya. Pada proses pemurnian zat-zat bukan gula akan dipisahkan dengan zat yang mengandung gula. Pada proses pemurnian nira terdapat beberapa proses, yaitu Defakasi dan Sulfitasi.

1. Defakasi

Defakasi merupakan metode pemurnian yang paling sederhana, dilakukan dengan penambahan susu kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) yang berfungsi untuk menetralkan asam (Hugot, 1986). Untuk mencegah kerusakan sukrosa dalam nira, pengaturan pH, waktu, dan suhu harus diperhatikan. Nira dari gilingan memiliki pH 5,5–5,6



(bersifat asam), di mana sukrosa menjadi tidak stabil dan dapat rusak selama proses pemanasan, yang berdampak pada kualitas gula. Untuk mencegah terurainya sukrosa, nira harus berada dalam kondisi netral hingga basa (Risnojatingsih, 2010). $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ditambahkan ke nira mentah hingga mencapai pH sedikit alkalis (pH 7,2). Setelah itu, nira dipanaskan hingga mendidih. Penambahan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ mempercepat pembentukan gumpalan, yang kemudian mengendap, sementara nira bersih dan jernih berada di bagian atas (Nurlela, 2014).

2. Sulfitasi

Salah satu kunci keberhasilan pabrik gula kristal putih untuk mencapai kualitas gula yang baik yaitu pada stasiun pemurnian dengan mengendalikan kebutuhan belerang dan gas SO_2 pada proses bleaching di tower sulfitasi nira kental. Proses sulfitasi berlangsung di tower sulfitasi nira kental, yang berfungsi sebagai tempat mereaksikan nira dengan gas SO_2 , dengan tambahan susu kapur sebagai bahan pemurni (Handayani & Rizky, 2022). Gas SO_2 berperan dalam membentuk endapan yang mengikat kotoran dan partikel yang melayang-layang dalam nira, sekaligus memberikan efek bleaching (pemucatan), sehingga nira yang dihasilkan menjadi lebih jernih. Menurut (Hugot, 1986) salah satu metode paling efektif untuk mendapatkan gula putih adalah dengan melakukan sulfitasi kedua setelah tahap penguapan, yaitu melalui penambahan kapur dan sulfur dioksida. Menurut standar proses sulfitasi, penetralan nira kental sangat dipengaruhi oleh jumlah susu kapur yang ditambahkan, biasanya sekitar 2-2,5% dari berat nira kental, atau setara dengan 0,3-0,4% kapur tohor. Penambahan kapur ini penting untuk menjaga pH nira pada tingkat yang sesuai, yang membantu proses pemurnian dan pemucatan secara lebih efektif, menghasilkan nira yang lebih bersih dan berkualitas tinggi.

Pada proses pemurnian melewati berbagai macam proses pengendapan, diantaranya yaitu : koagulasi, flokulasi dan sedimentasi. Proses koagulasi berarti proses pembubuhan bahan kimia (koagulan) untuk mendestabilisasikan partikel-partikel yang tersuspensi di dalam air baku agar terbentuk gumpalan yang lebih besar (Kembara, 2018). Tujuan dari koagulasi untuk menggumpalkan partikel kecil



sehingga terbentuk partikel besar yang bisa terendapkan. Proses ini terjadi karena adanya penambahan koagulan berupa $(\text{Ca}(\text{OH})_2)$ kedalam nira (Parakash, 2014). Proses pembentukan flok akan berjalan optimal jika penambahan koagulan sesuai dengan dosis yang tepat. Flokulasi adalah proses penggabungan partikel-partikel kecil menjadi partikel yang lebih besar (flok), sehingga lebih mudah mengendap secara gravitasi. Faktor-faktor yang mempengaruhi jalannya flokulasi meliputi jenis bahan kimia yang digunakan, tingkat keasaman, dan waktu pengadukan. (Kembara, 2018), proses flokulasi ini terjadi di Snow Bolling tank. Proses sedimentasi merupakan proses setelah proses koagulasi-flokulasi yang berfungsi untuk memisahkan solid dan liquid dari suspensi untuk menghasilkan air yang lebih jernih melalui pengendapan secara gravitasi. Sedimentasi berfungsi sebagai peringan beban kerja unit filter dan memperpanjang lamanya kerja filter.

II.1.4 Stasiun Penguapan

Penguapan dilakukan dalam bejana evaporator. Proses penguapan adalah proses perubahan molekul cair menjadi gas yang diakibatkan adanya perbedaan suhu dan perpindahan panas (Davin, 2021). Tujuan dari penguapan nira jernih adalah untuk menaikkan konsentrasi dari nira encer menjadi nira dengan kekentalan 60-64% brix. Proses ini memanfaatkan *multiple effect evaporator* dalam kondisi vakum untuk menghemat uap. Sistem *multiple effect evaporator* biasanya terdiri dari tiga atau lebih evaporator yang dihubungkan secara seri.. Pada proses penguapan air yang terkandung dalam nira akan diuapkan. Uap baru digunakan pada badan evaporator I sedangkan untuk penguapan pada badan evaporator selanjutnya menggunakan uap yang dihasilkan badan evaporator 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. Sebelum dilakukan kristalisasi dalam pan masak (crystallizer) nira kental terlebih dahulu direaksikan dengan gas SO_2 sebagai proses sulfitasi akhir dengan tujuan untuk menurunkan viskositas dan pH masakan nira.



II.1.5 Stasiun Masakan

Pada stasiun masakan terjadi proses pembentukan kristal gula. Langkah pertama dari proses kristalisasi adalah menarik masakan (nira pekat) untuk diuapkan airnya sehingga mendekati kondisi jenuhnya. Dengan pemekatan secara terus menerus koefisien kejenuhannya akan meningkat. Pada keadaan lewat jenuh maka akan terbentuk suatu pola kristal sukrosa. Setelah itu langkah membuat bibit, yaitu dengan memasukkan bibit gula kedalam pan masak kemudian melakukan proses pembesaran kristal. Pada proses masak ini kondisi kristal harus dijaga jangan sampai larut kembali ataupun terbentuk tidak beraturan.

Setelah diperkirakan proses masak cukup, selanjutnya larutan dialirkan ke palung pendingin (receiver) untuk proses kristalisasi. Tujuan dari palung pendingin untuk 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.

II.1.6 Stasiun Putaran

Proses pemisahan kristal gula dari larutannya menggunakan alat centrifuge atau putaran. Pada alat putaran ini terdapat saringan, sistem kerjanya yaitu dengan menggunakan gaya sentrifugal sehingga masakan diputar dan larutan (stroop) akan tersaring dan kristal gula tertinggal dalam puteran. Pada proses ini dihasilkan gula kristal dan tetes. Gula kristal didinginkan dan dikeringkan untuk menurunkan kadar airnya.

II.1.7 Stasiun Penyelesaian

Air yang dikandung kristal gula hasil sentrifugasi masih cukup tinggi, \pm 20%. Gula yang mengandung air akan mudah rusak dibandingkan gula kering, untuk menjaga agar tidak rusak selama penyimpanan, gula tersebut harus dikeringkan terlebih dahulu. Proses pengeringan dilakukan menggunakan SDC (*Sugar Dryer and Cooler*), pengeringan dilakukan dengan penyemprotan uap panas kemudian didinginkan untuk menjaga kualitasnya. Tujuan dari proses ini adalah melindungi gula dari kerusakan oleh mikroorganisme. Setelah dikeringkan, gula disaring menggunakan vibrating screen dengan dua ukuran berbeda. Gula halus dan



kasar yang tidak memenuhi standar akan dilebur kembali. Gula yang sudah bersih akan disimpan dalam sugar bin dan dikemas otomatis dalam karung berat 50 kg sebelum dijahit. Karung-karung gula kemudian disimpan di gudang penyimpanan gula dan siap untuk didistribusikan ke pasaran.