



## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### 2.1 Pengertian Limbah

Menurut Undang-undang Republik Indonesia No. 32 Tahun 2009, Limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan. Sedangkan menurut *World Health Organization* (WHO), limbah adalah sesuatu yang tidak berguna, tidak dipakai, tidak disenangi atau sesuatu yang dibuang yang berasal dari kegiatan manusia dan tidak terjadi dengan sendirinya.

Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga), yang lebih dikenal sebagai sampah, yang kehadirannya pada suatu saat dan tempat tertentu tidak dikehendaki lingkungan karena tidak memiliki nilai ekonomis. Bila ditinjau secara kimiawi, limbah ini terdiri dari bahan kimia Senyawa organik dan Senyawa anorganik.

Limbah memberikan arti teknis adalah sebagai barang yang dihasilkan oleh sebuah proses dan dapat dikategorikan sebagai bahan yang sudah tidak terpakai. Jenis limbah ini pada umumnya berbentuk padat, cair dan gas. Beberapa ciri limbah adalah mudah terbakar, mudah meledak, korosif, oksidator, dan atau reduktor, iritasi bahan radioaktif, mutagenik, patogenik, dan mudah membusuk.

Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah. Karakteristik limbah antara lain berukuran mikro, dinamis, berdampak luas (penyebarannya), berdampak jangka panjang (antar generasi). Kualitas limbah dipengaruhi oleh beberapa faktor yaitu volume limbah, kandungan bahan pencemar, frekuensi pembuangan limbah (Ginting, 1992).

#### 2.2 Karakteristik Limbah

Setiap industri mempunyai karakteristik yang berbeda, sesuai dengan produk yang dihasilkan. Menurut Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 52 Tahun 2014 limbah cair industri gula mempunyai karakteristik limbah cair antara lain :



a. BOD ( *Biological Oxygen Demand* )

*Biological Oxygen Demand* (BOD) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri aerobik melalui proses biologis (*biological oxidation*) secara dekomposisi aerobik. *Biological Oxygen Demand* (BOD) merupakan salah satu empiris yang mencoba mendekati secara global proses-proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi di dalam air. Angka BOD menggambarkan jumlah oksigen yang diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) hampir semua senyawa organik yang terlarut dan yang sebagian tersuspensi di dalam air (Alaerth dan Santika, 1987).

b. COD ( *Chemical Oxygen Demand* )

*Chemical Oxygen Demand* atau kebutuhan oksigen kimiawi adalah jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi zat-zat organik. Angka COD merupakan ukuran bagi beban pencemar air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya kondisi oksigen di dalam air (Alaerth dan Santika, 1987).

c. TSS ( *Total Suspended Solid* )

TSS ( *Total Suspended Solid* ) dalam air limbah seperti pasir, liat, dan bahan organik. TSS jika dibuang ke badan air akan meningkatkan kekeruhan dalam air dan jika berada di dasar perairan akan mengganggu proses perkembangbiakan hewan – hewan air.

d. Minyak dan Lemak

- Minyak

Minyak adalah istilah umum untuk semua cairan organik yang tidak larut atau bercampur dalam air. Dalam arti sempit, kata 'minyak' biasanya mengacu ke minyak bumi (*petroleum*) atau bahkan produk olahannya: minyak tanah (*kerosene*). Namun demikian, kata ini sebenarnya berlaku luas, baik untuk minyak sebagai bagian dari diet makanan (misalnya minyak goreng), sebagai bahan bakar (misalnya minyak tanah), sebagai pelumas (misalnya minyak rem), sebagai medium pemindahan energi, maupun sebagai wangi-wangian (misalnya minyak nilam).



- Lemak

Lemak atau Lipid tidak sama dengan minyak. Orang menyebut lemak secara khusus bagi minyak nabati atau hewani yang berwujud padat pada suhu ruang. Lemak juga biasanya disebutkan kepada berbagai minyak yang dihasilkan oleh hewan, lepas dari wujudnya yang padat maupun cair.

e. Sulfida (  $H_2S$  )

Hidrogen sulfida,  $H_2S$ , adalah gas yang tidak berwarna, beracun, mudah terbakar dan berbau seperti telur busuk. Gas ini dapat timbul dari aktifitas biologis ketika bakteri mengurai bahan organik dalam keadaan tanpa oksigen (aktivitas anaerobik), seperti di rawa, dan saluran pembuangan kotoran. Gas ini juga muncul pada gas yang timbul dari aktivitas gunung berapi dan gas alam.

Hidrogen sulfida juga dikenal dengan nama sulfana, sulfur hidrida, gas asam (*sour gas*), *sulfurated hydrogen*, asam hidrosulfurik, dan gas limbah (*sewer gas*). IUPAC menerima penamaan "hidrogen sulfida" dan "sulfana"; kata terakhir digunakan lebih eksklusif ketika menamakan campuran yang lebih kompleks.

f. pH (derajat keasaman)

Merupakan istilah untuk menyatakan intensitas keadaan asam atau basa suatu larutan. Standar pH yang diijinkan untuk masuk ke badan air adalah 6 sampai 9.

### 2.3 Baku Mutu Limbah

Air limbah merupakan air yang keluar dan tidak terpakai lagi dari suatu aktifitas (industri, rumah tangga, supermarket, hotel, dan sebagainya). Air limbah ini biasanya mengandung berbagai zat pencemar (kontaminan) seperti padatan tersuspensi, padatan terlarut, logam berat, bahan organik, bahan beracun, dan dapat bertemperatur tinggi. Air limbah ini umumnya akan dibuang ke badan air penerima seperti sungai, laut dan ke dalam tanah. Pembuangan air limbah dengan kandungan berbagai zat pencemar mengakibatkan terjadinya pencemaran pada sungai, laut, tanah, dan bahkan mencemari udara. Maka dari itu pencemaran oleh air limbah harus dicegah dan diatasi dengan mengolah limbah cair ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL).



Air limbah yang telah diolah dalam suatu IPAL disebut efluen. Efluen diharapkan mempunyai kualitas yang lebih baik dan memenuhi nilai ambang tertentu sebelum dibuang ke dalam lingkungan. Nilai ambang batas itu disebut baku mutu air limbah.

Dalam rangka mengendalikan pencemaran air limbah oleh pelaku usaha, pemerintah pusat dan daerah telah menetapkan berbagai peraturan yang berkaitan dengan kualitas air limbah, debit air limbah, dan beban maksimum air limbah yang diperbolehkan untuk dibuang ke badan air. Peraturan tersebut dikenal dengan peraturan Baku Mutu Air Limbah Industri.

Penetapan baku mutu air limbah didasarkan pada dua aspek yaitu :

1. Berdasarkan air limbah yang dihasilkan oleh setiap industri disebut sebagai standar air limbah (Effluent Standard).
2. Berdasarkan peruntukan dari badan air penerima disebut sebagai standar air badan penerima (Stream Standard).

Baku mutu air limbah yang saat ini berlaku di Indonesia adalah baku mutu air limbah yang ditetapkan melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.

Baku mutu air limbah industri gula sesuai standar air limbah (Effluent Standard) berdasarkan kapasitas produksi lebih dari 10.000 ton tebu yang diolah perhari tercantum dalam tabel 2.1 berikut ini :

Tabel 2.1 Model Baku Mutu Air Limbah Industri Gula >10.000 Ton Perhari

<b>Parameter</b>	<b>Kadar Paling Tinggi (mg/L)</b>	<b>Beban Pencemaran Paling Tinggi (gram/ton)</b>
BOD <sub>5</sub>	60	30
COD	100	50
TSS	50	25
Minyak dan Lemak	5	2,5
(S) Sulfida	0,5	0,25
pH	6-9	
Kuantitas Limbah Paling Tinggi	0,5 m <sup>3</sup> per ton tebu yang diolah	



(Sumber: Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah)

## 2.4 Prinsip Pengolahan dan Pengelolaan Limbah

### 2.4.1 Pengolahan Limbah

Sebagai syarat pelaku industri salah satunya harus memiliki rencana pengolahan limbah dikarenakan supaya tidak merugikan bagi lingkungan maupun makhluk hidup yang lainnya. Adapun pengolahan limbah ini ada banyak macamnya sesuai dengan masing-masing jenis limbah. Berikut adalah cara pengolahan limbah industri :

#### A. Pengolahan Limbah Padat

Limbah padat dibagi menjadi organik dan non organik. Limbah padat organik akan lebih baik ditimbun, karena akan diuraikan oleh organisme-organisme pengurai sehingga akan membuat tanah menjadi lebih subur atau bisa dijadikan bahan pembuat pupuk kompos yang bermanfaat bagi banyak orang. Limbah padat non organik bisa dipilah-pilah kembali. Apabila masih bisa digunakan atau bisa diproses untuk daur ulang menjadi barang yang bermanfaat atau bernilai jual, sebagai contoh adalah kerajinan dari barang-barang bekas. Pengolahan limbah padat berupa penimbunan disebut juga *sanitary landfill* menggunakan lubang yang dilapisi tanahliat dan juga plastik untuk mencegah pembesaran di tanah dan gas metana yang terbentuk dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik. Pengolahan limbah padat dapat juga dibakar atau disebut juga *incinerasi*. Pembakaran limbah padat tersebut menghasilkan panas yang juga dapat digunakan untuk menghasilkan energi listrik.

#### B. Pengolahan Limbah Cair

Proses pengolahan limbah cair terdiri dari pengolahan secara fisik (*primary treatment*), pengolahan secara biologis (*secondary treatment*), pengolahan tersier (*tertiary treatment*), pengolahan lumpur (*sludge treatment*).

Tahapan pengolahan secara fisik (*primary treatment*) meliputi :

1) Penyaringan (Screening). Pertama, limbah yang mengalir melalui saluran pembuangan disaring menggunakan jeruji saring. Metode ini disebut penyaringan. Metode penyaringan merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisahkan bahan-bahan padat berukuran besar dari air limbah.



2) Pengolahan Awal (*Pretreatment*). Kedua, limbah yang telah disaring kemudian disalurkan ke suatu tangki atau bak yang berfungsi untuk memisahkan pasir dan partikel padat tersuspensi lain yang berukuran relatif besar. Tangki ini dalam bahasa Inggris disebut *grit chamber* dan cara kerjanya adalah dengan memperlambat aliran limbah sehingga partikel-partikel pasir jatuh ke dasar tangki sementara air limbah terus dialirkan untuk proses selanjutnya.

3) Pengendapan. Setelah melalui tahap pengolahan awal, limbah cair akan dialirkan ke tangki atau bak pengendapan. Metode pengendapan adalah metode pengolahan utama dan yang paling banyak digunakan pada proses pengolahan primer limbah cair. Di tangki pengendapan, limbah cair didiamkan agar partikel-partikel padat yang tersuspensi dalam air limbah dapat mengendap ke dasar tangki. Endapan partikel tersebut akan membentuk lumpur yang kemudian akan dipisahkan dari air limbah ke saluran lain untuk diolah lebih lanjut. Selain metode pengendapan, dikenal juga metode pengapungan (*Floation*).

4) Pengapungan (*Floation*). Metode ini efektif digunakan untuk menyingkirkan polutan berupa minyak atau lemak. Proses pengapungan dilakukan dengan menggunakan alat yang dapat menghasilkan gelembung-gelembung udara berukuran kecil ( $\pm 30 - 120$  mikron). Gelembung udara tersebut akan membawa partikel-partikel minyak dan lemak ke permukaan air limbah sehingga kemudian dapat disingkirkan.

Pengolahan secara biologis (*secondary treatment*) merupakan pengolahan yang melibatkan mikroorganisme dalam mendegradasi atau mengurai bahan organik. Mikroorganisme yang digunakan umumnya adalah bakteri aerob. Terdapat tiga metode pengolahan secara biologis yang umum digunakan yaitu :

1) Metode *Trickling Filter*. Pada metode ini, bakteri aerob yang digunakan untuk mendegradasi bahan organik melekat dan tumbuh pada suatu lapisan media kasar, biasanya berupa serpihan batu atau plastik, dengan ketebalan  $\pm 1 - 3$  m. limbah cair kemudian disemprotkan ke permukaan media dan dibiarkan merembes melewati media tersebut. Selama proses perembesan, bahan organik yang terkandung dalam limbah akan didegradasi oleh bakteri aerob. Setelah merembes sampai ke dasar lapisan media, limbah akan menetes ke suatu wadah penampung dan kemudian disalurkan ke tangki pengendapan. Dalam tangki





pengendapan, limbah kembali mengalami proses pengendapan untuk memisahkan partikel padat tersuspensi dan mikroorganisme dari air limbah. Endapan yang terbentuk akan mengalami proses pengolahan limbah lebih lanjut, sedangkan air limbah akan dibuang ke lingkungan atau disalurkan ke proses pengolahan selanjutnya jika masih diperlukan.

2) Metode *Activated Sludge*. Pada metode *activated sludge* atau lumpur aktif, limbah cair disalurkan ke sebuah tangki dan di dalamnya limbah dicampur dengan lumpur yang kaya akan bakteri aerob. Proses degradasi berlangsung di dalam tangki tersebut selama beberapa jam, dibantu dengan pemberian gelembung udara aerasi (pemberian oksigen). Aerasi dapat mempercepat kerja bakteri dalam mendegradasi limbah. Selanjutnya, limbah disalurkan ke tangki pengendapan untuk mengalami proses pengendapan, sementara lumpur yang mengandung bakteri disalurkan kembali ke tangki aerasi. Seperti pada metode *trickling filter*, limbah yang telah melalui proses ini dapat dibuang ke lingkungan atau diproses lebih lanjut jika masih diperlukan.

3) Metode *Treatment Ponds/ Lagoons*. Metode *treatment ponds/lagoons* atau kolam perlakuan merupakan metode yang murah namun prosesnya berlangsung relatif lambat. Pada metode ini, limbah cair ditempatkan dalam kolam-kolam terbuka. Algae yang tumbuh dipermukaan kolam akan berfotosintesis menghasilkan oksigen. Oksigen tersebut kemudian digunakan oleh bakteri aero untuk proses penguraian/degradasi bahan organik dalam limbah. Pada metode ini, terkadang kolam juga diaerasi. Selama proses degradasi di kolam, limbah juga akan mengalami proses pengendapan. Setelah limbah terdegradasi dan terbentuk endapan di dasar kolam, air limbah dapat disalurkan untuk dibuang ke lingkungan atau diolah lebih lanjut.

Pengolahan tersier (*tertiary treatment*) merupakan pengolahan lanjutan yang bersifat khusus, artinya pengolahan ini disesuaikan dengan kandungan zat yang tersisa dalam limbah cair atau air limbah. Adapun pengolahan tersier meliputi :

1) Desinfeksi, yaitu proses yang bertujuan untuk membunuh atau mengurangi mikroorganisme patogen yang ada dalam limbah cair. Mekanisme desinfeksi dapat secara kimia, yaitu dengan menambahkan senyawa atau zat tertentu, atau



dengan perlakuan fisik. Dalam menentukan senyawa untuk membunuh mikroorganisme, terdapat beberapa hal yang perlu diperhatikan, yaitu :

- Daya racun zat
- Waktu kontak yang diperlukan
- Efektivitas zat
- Kadar dosis yang digunakan
- Tidak boleh bersifat toksik terhadap manusia dan hewan
- Tahan terhadap air
- Biayanya murah

Contoh mekanisme desinfeksi pada limbah cair adalah penambahan klorin (klorinasi), penyinaran dengan *ultraviolet* (UV), atau dengan ozon (O<sub>3</sub>). Proses desinfeksi pada limbah cair biasanya dilakukan setelah proses pengolahan limbah selesai, yaitu setelah pengolahan primer, sekunder atau tersier, sebelum limbah dibuang ke lingkungan.

2) Pengolahan Lumpur. Setiap tahap pengolahan limbah cair, baik primer, sekunder, maupun tersier, akan menghasilkan endapan polutan berupa lumpur. Lumpur tersebut tidak dapat dibuang secara langsung, melainkan perlu diolah lebih lanjut. Endapan lumpur hasil pengolahan limbah biasanya akan diolah dengan cara diurai atau dicerna secara aerob (*anaerob digestion*), kemudian disalurkan ke beberapa alternatif, yaitu dibuang ke laut atau ke lahan pembuangan (*landfill*), dijadikan pupuk kompos, atau dibakar (*incinerated*).

### C. Pengolahan Limbah Gas, Debu atau Partikel

Filter udara digunakan untuk menangkap debu / partikel yang keluar dari cerobong atau *stack*. Berikut ini beberapa macam filter udara, meliputi :

- a. Pengendapan siklon, adalah alat yang digunakan untuk mengendapkan debu atau abu yang ikut dalam gas buangan atau udara dalam ruang pabrik yang berdebu. Prinsip kerja pengendap siklon adalah pemanfaatan gaya sentrifugal dari udara atau gas buang yang sengaja dihembuskan melalui tepi dinding tabung siklon, sehingga partikel yang relatif berat akan jatuh ke bawah. Debu, abu atau partikel yang dapat diendapkan oleh siklon adalah berukuran antara 5 – 40 mikro. Makin besar ukuran debu, semakin cepat partikel diendapkan.





- b. Filter basah, adalah alat yang digunakan untuk membersihkan udara kotor dengan cara menyemprotkan air dari bagian atas alat, sedangkan udara kotor dari bagian bawah alat. Pada saat udara kotor kontak dengan air, maka debu akan ikut semprotan air untuk turun ke bawah. Bila ingin hasil yang lebih baik, dapat digabungkan pengendap siklon dengan filter basah. Penggabungan kedua alat ini menghasilkan alat penangkap debu yang dinamakan pengendap siklon filter basah.
- c. Pengendap sistem gravitasi, adalah alat yang digunakan untuk membersihkan udara kotor yang ukuran partikelnya relatif cukup besar, sekitar 50 mikro atau lebih. Prinsip kerja alat ini adalah dengan mengalirkan udara kotor ke alat, sehingga pada waktu terjadi perubahan kecepatan secara tiba-tiba, debu akan jatuh terkumpul ke bawah akibat gaya beratnya sendiri. Kecepatan pengendapan tergantung pada dimensi alat yang digunakan.
- d. Pengendap elektrostatis, adalah alat yang digunakan untuk membersihkan udara kotor dalam jumlah (volume) besar dan waktu yang singkat, sehingga udara yang keluar dari alat ini relatif bersih. Alat ini berupa tabung silinder, dimana dindingnya diberi muatan positif, sedangkan tengahnya ada sebuah kawat, yang merupakan pusat silinder, sejajar dinding tabung, diberi muatan negatif. Adanya tegangan yang berbeda akan menimbulkan *corona discharge* di daerah sekitar pusat silinder. Hal ini menyebabkan udara kotor seolah-olah mengalami ionisasi. Kotoran menjadi ion negatif yang akan ditarik dinding tabung, sedangkan udara bersih akan berada di tengah silinder kemudian terhembus keluar.

#### D. Penanganan Limbah Suara

Bising merupakan polusi pendengaran. Suara-suara yang sangat bising dapat mengganggu pendengaran dan juga membuat orang tidak nyaman. Sumber kebisingan dapat dikurangi atau dihilangkan sama sekali dengan :

- a) Mematikan atau menghilangkan sumber suara / sumber kebisingan
- b) Memasang alat peredam suara
- c) Pengendalian pada jejak propagasi, mengganti bahan baku ruangan dengan bahan yang dapat meredam suara



- d) Pengendalian pada penerima suara, yaitu dengan melakukan upaya perlindungan pada pendengaran manusia, seperti tutup / sumbat telinga.

#### **2.4.2 Pengelolaan Limbah**

Penanganan limbah yang baik akan menjamin kenyamanan bagi semua orang. Dipandang dari sudut sanitasi, penanganan limbah yang baik akan :

1. Menjamin tempat tinggal/tempat kerja yang bersih.
2. Mencegah timbulnya pencemaran lingkungan.
3. Mencegah berkembangbiaknya hama penyakit dan vektor penyakit.

Usaha untuk mengurangi dan menanggulangi pencemaran lingkungan meliputi 2 cara pokok, yaitu :

1. Pengendalian non teknis, yaitu suatu usaha untuk mengurangi pencemaran lingkungan dengan cara menciptakan peraturan perundang-undangan yang dapat merencanakan, mengatur, mengawasi segala bentuk kegiatan industri dan bersifat mengikat sehingga dapat memberi sanksi hukum bagi pelanggarnya.
2. Pengendalian teknis, yaitu suatu usaha untuk mengurangi pencemaran lingkungan dengan cara-cara yang berkaitan dengan proses produksi seperti perlu tidaknya mengganti proses, mengganti sumber energi/bahan bakar, instalasi pengolahan air limbah atau menambah alat yang lebih modern /canggih. Dalam hal ini yang perlu diperhatikan adalah :
  - Mengutamakan keselamatan manusia
  - Teknologinya harus sudah dikuasai dengan baik
  - Secara teknis dan ekonomis dapat dipertanggung jawabkan.

### **2.5 Proses Produksi**

#### **A. Penimbangan**

Bahan baku yang diangkut dari kebun dengan truk, sesampai di pabrik akan ditimbang dan menggunakan truk tersebut dipindahkan menuju meja tebu sebagai tempat dimulainya perlakuan pendahuluan pengolahan gula kristal.

#### **B. Penggilingan**

Bahan baku tebu dari lori dibawa ke meja tebu dan tebu akan mengalami perlakuan pendahuluan berupa pengupasan dan pencacahan menjadi fraksi yang lebih kecil, terakhir mengalami penggilingan. Penggilingan dimaksudkan untuk



mengambil nira mentah batang tebu dan memisahkannya dari ampas. Saat penggilingan diberikan air imbibisi untuk mengurangi kehilangan gula dalam ampas, akibat dari kurang sempurnanya daya perah unit gilingan. Setelah tercacah tebu dimasukkan ke dalam gilingan. Dimana terdapat 5 buah unit gilingan, cacahan tebu yang pertama masuk ke gilingan I, kemudian ampas tersebut diangkut dengan menggunakan *intermediate carrier* dan dibasahi dengan nira gilingan II. Nira hasil gilingan I dan II dilewatkan saringan DSM (*Delivery Screen Maceration*) dan kemudian menuju ke tangki nira yang selanjutnya ke stasiun pemurnian. Ampas gilingan II masuk gilingan II yang sebelumnya telah dibasahi dengan nira gilingan IV. Begitu seterusnya hingga gilingan V, dimana di sini terjadi penambahan air imbibisi yang digunakan untuk menyempurnakan ekstraksi nira dari cacahan tebu dan juga untuk menekan kehilangan gula didalam ampas.

### C. Pemurnian

Pemurnian nira tebu merupakan awal dari proses produksi di industri gula. Tujuan pemurnian adalah membuang sebanyak-banyaknya zat bukan gula yang terdapat dalam nira mentah dan mengusahakan agar kerusakan gula akibat perlakuan proses pabrikasi bisa minimal sehingga nira yang dihasilkan berupa nira jernih dengan kemurnian tinggi. Pemurnian menggunakan tambahan susu kapur dan dilakukan dalam peti *defecator* (bejana yang berfungsi untuk mencampurkan susu kapur dengan nira mentah) dengan pH 10.

Proses pembuatan gula ditinjau dari proses pemurniannya salah satunya yaitu proses sulfitasi. Proses sulfitasi adalah proses pengolahan gula yang di dalam proses pemurniannya menggunakan kapur dan SO<sub>2</sub> sebagai bahan pemurni. Sekarang banyak digunakan proses sulfitasi dimana nira sebelum disulfitasi dipanaskan lebih dahulu. Hal ini dimaksudkan agar reaksi penggaraman berjalan sempurna. Gula yang didapat dari proses ini berwarna putih.

Prinsip kerja proses sulfitasi meliputi : a) Pemanasan, dimana *juice heater* memberikan panas pada nira mentah. Pemanasan ini dilakukan dua kali pada saat nira belum ditambahkan susu kapur yaitu pendahuluan I dan kemudian pada saat nira ditambahkan susu kapur beserta gas SO<sub>2</sub> yaitu pendahuluan II. b) Pengapuran, proses ini merupakan penambahan susu kapur pada nira mentah



tertimbang dengan derajat kekentalan 8 °Be menggunakan *static mixer*. c) Sulfitasi, merupakan proses yang memberikan gas SO<sub>2</sub> pada nira mentah yang terjadi di tangki sulfitasi. d) Pengendapan, yaitu proses memisahkan antara nira bersih dan nira kotor menggunakan *clarifier*. e) Penyaringan nira kotor, pemisahan antara nira bersih dan nira kotor menggunakan *filter press*.

#### **D. Penguapan**

Nira jernih hasil pemurnian masih banyak mengandung air. Untuk bahan masakan dibutuhkan nira yang mendekati jenuh. Tujuan penguapan adalah untuk memekatkan nira encer, sehingga diperoleh nira dengan kepekatan yang diharapkan (30°Be). Pada proses penguapan terkadang adanya pergerakan akibat dari kurang sempurnanya proses pemurnian. Prinsip kerja pre evaporator dan evaporator adalah sama hanya bedanya pada susunan pemakaian dan pemanas yang digunakan, yaitu pada pre evaporator menggunakan single effect, yaitu susunan pemakaian secara tunggal (dimana panas diberikan oleh satu luas permukaan pindah panas sehingga uap yang digunakan sebagai pemanas di pre evaporator akan terkondensasi) dan evaporator menggunakan *multiple effect* yaitu susunan yang berantai antara evaporator yang satu dengan yang lain (dimana uap yang dikeluarkan untuk evaporator I digunakan untuk memanaskan evaporator ke II, begitu juga sebaliknya).

#### **E. Pengkristalan (masakan)**

Kristalisasi adalah proses pemisahan padatan-cairan melalui alih massa dari fase cair ke fase kristal padat murni dengan cara pendinginan, penguapan atau kombinasi keduanya. Prinsip serupa berlaku pula pada pembentukan kristal akibat penambahan substansi ketiga yang dapat bereaksi membentuk endapan kristal atau menurunkan kelarutan bahan yang diendapkan. Oleh sebab itu, kelarutan bahan yang membentuk kristal merupakan faktor penting dalam kristalisasi.

#### **F. Pemutaran**

Pemutaran difungsikan untuk memisahkan kristal dengan larutannya (*stroop*) menggunakan proses sentrifugasi dalam saringan sehingga massa akan terlempar. Kristal akan tertahan didinding saringan dan cairan menembus lubang saringan. Saat pemutaran sesekali diberi air siraman untuk mempermudah pemisahan kristal gula dengan larutannya.



### **G. Pengeringan, Pendinginan, dan Penyaringan**

Pengeringan dilakukan dalam talang getar, dimana gula akan melompat-lompat sehingga mempercepat pengeringan karena seluruh kristal terkena hembusan udara panas dari pengering gula. Pendinginan gula dengan menghembuskan udara dingin sampai suhu gula sama dengan suhu udara. Setelah dingin dan kering, gula disaring untuk memisahkan antara gula halus, gula kasar, dan gula produk. Gula halus dan gula kasar akan dilebur kembali, sedangkan gula produk ditimbang dan dikemas.

### **H. Pengemasan**

Pengemasan adalah usaha perlindungan terhadap produk dari segala macam kerusakan dengan menggunakan wadah. Gula produk ditimbang dengan timbangan curah dengan skala yang sudah diatur untuk berat bersihnya, dan langsung masuk ke karung plastik dan dijahit secara otomatis. Selanjutnya gula produk dibawa ke gudang memenuhi syarat untuk disimpan dan di distribusikan ke konsumen.

## **2.6 Manajemen Lingkungan**

Manajemen lingkungan adalah aspek-aspek dari keseluruhan fungsi manajemen (termasuk perencanaan) yang menentukan dan membawa pada implementasi kebijakan lingkungan (BBS 7750, dalam ISO 14001 oleh Sturm, 1998). Menurut ISO 14001, EMS (*Environmental Management System*) adalah bagian dari sistem manajemen keseluruhan yang berfungsi menjaga dan mencapai sasaran kebijakan lingkungan. Sehingga EMS memiliki elemen kunci yaitu pernyataan kebijakan lingkungan dan merupakan bagian dari sistem manajemen perusahaan yang lebih luas. Berdasarkan cakupannya, terdapat pendapat yang membagi manajemen lingkungan dalam 2 macam yaitu:

1. Lingkungan internal, yaitu di dalam lingkungan pabrik / lokasi fasilitas produksi. Yaitu yang termasuk didalamnya kondisi lingkungan kerja, dampak yang diterima oleh karyawan dalam lingkungan kerjanya, fasilitas kesehatan, APD, asuransi pegawai, dll.
2. Lingkungan eksternal, yaitu lingkungan di luar lokasi pabrik / fasilitas produksi. Yaitu segala hal yang dapat menimbulkan dampak pada lingkungan disekitarnya, termasuk masyarakat di sekitar lokasi pabrik, dan pihak yang



mewakilinya (pemerintah, pelanggan, investor/pemilik). Aktifitas yang terkait yaitu komunikasi dan hubungan dengan masyarakat, usaha-usaha penanganan pembuangan limbah ke saluran umum, perhatian pada keseimbangan ekologis dan ekosistem di sekitar pabrik, dll.

Standar dalam sistem manajemen mutu adalah sebagai berikut :

1. ISO 9001 merupakan standar sistem manajemen mutu yang diakui secara internasional, yang merupakan tolak ukur global untuk sistem manajemen mutu. ISO 9001 menetapkan persyaratan dan rekomendasi untuk desain dan penilaian dari suatu sistem manajemen mutu. ISO 9001 bukan merupakan standar produk, karena tidak menyatakan persyaratan yang harus dipenuhi oleh sebuah produk (barang atau jasa), namun diharapkan bahwa produk yang dihasilkan dari suatu sistem manajemen kualitas internasional, akan berkualitas baik (standar).
2. PROPER (Program Penilaian Peringkat Kinerja Perusahaan) merupakan salah satu upaya Kementerian Negara Lingkungan Hidup untuk mendorong penataan perusahaan dalam pengelolaan lingkungan hidup melalui instrumen informasi. Dilakukan melalui berbagai kegiatan yang diarahkan untuk: (i) mendorong perusahaan untuk menaati peraturan perundang-undangan melalui insentif dan disinsentif reputasi, dan (ii) mendorong perusahaan yang sudah baik kinerja lingkungannya untuk menerapkan produksi bersih (*cleaner production*).