

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Air Limbah

Air limbah adalah bahan buangan yang berbentuk cair yang mengandung bahan kimia yang sulit untuk dihilangkan serta berbahaya, sehingga air limbah tersebut harus diolah agar tidak mencemari serta tidak membahayakan kesehatan lingkungan, air limbah yaitu air dari suatu daerah pemukiman, perkantoran, dan industri yang telah digunakan untuk aneka macam keperluan, harus dikumpulkan dan dibuang untuk menjaga lingkungan hidup yang sehat dan baik (Khaliq, 2019). Berdasarkan Peraturan Daerah Lampung Nomor 11 Tahun 2011 pasal 1 ayat 12 tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air menjelaskan air limbah ialah limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh aktivitas industri atau aktivitas lainnya.

Pengertian air limbah merupakan air yang telah digunakan manusia di berbagai aktivitasnya. Air limbah tersebut dapat berasal dari kegiatan rumah tangga, perkantoran, pertokoan, fasilitas umum, industri maupun dari tempat-tempat lain. Atau air limbah merupakan air bekas yang tidak terpakai yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia dalam memanfaatkan air bersih (Said, 2018). Limbah cair merupakan limbah dalam wujud cair yang dihasilkan oleh kegiatan industri yang dibuang ke lingkungan dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan (Permen-LH RI No.5/1995:I (9)).

Air limbah industri merupakan air hasil pengolahan suatu proses industri. Jenis air ini tergolong mempunyai kualitas yang kurang baik sebab

kontaminan yang terkandung di dalamnya. Kontaminan yang terkandung di dalam air industri bermacam-macam tergantung dari proses terkait yang menghasilkan air tersebut. Air limbah industri umumnya dibuang oleh perusahaan ke badan air. Air limbah industri biasanya bersifat racun bagi lingkungan sekitar sehingga membahayakan kehidupan sekitar industri.

B. Sumber-Sumber Air Limbah

Air limbah sebagai sumber pencemar dapat berasal dari berbagai sumber yang pada umumnya karena hasil dari kegiatan manusia. Limbah cair dapat berupa air beserta bahan-bahan buangan lain yang tercampur maupun terlarut dalam air. Berikut ini adalah sumber-sumber air limbah.

1. Limbah Cair Domestik

Menurut Permen-LH No. 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, air limbah domestik adalah air limbah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air (Permen LHK No.68/2016:1(2)).

Air limbah domestik (*grey water*) merupakan air buangan yang berasal dari kegiatan dapur, toilet, wastafel dan sebagainya yang jika langsung dibuang ke lingkungan tanpa dilakukan pengolahan terlebih dahulu akan menyebabkan pencemaran dan dampak terhadap kehidupan di air (FILLIAZATI, 2013).

2. Limbah cair industri

Limbah cair industri adalah buangan hasil proses atau sisa dari suatu kegiatan atau usaha industri yang berwujud cair dimana kehadirannya pada suatu saat dan tempat tidak dikehendaki

lingkungannya karena tidak memiliki nilai ekonomis cenderung untuk dibuang.

Air Limbah Industri yang berasal dari berbagai jenis industri akibat proses produksi ini pada umumnya lebih sulit untuk pengolahannya serta mempunyai variasi yang cukup luas yang berasal dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber lainnya (Eddy, 2008). Air Limbah Industri ini banyak mengandung bahan pelarut, mineral, logam berat, zat pewarna, nitrogen, sulfida, fosfat, dan zat lain yang bersifat toxic.

3. Rembesan dan Luapan

Limbah cair yang berasal dari berbagai sumber yang memasuki saluran pembuangan limbah cair melalui rembesan ke dalam tanah atau melalui luapan dari permukaan. Air limbah dapat merembes ke dalam saluran pembuangan melalui pipa yang pecah, rusak, atau bocor sedangkan luapan dapat melalui bagian saluran yang membuka atau yang terhubung ke permukaan (asni harismi, 2020).

4. Air Hujan

Limbah cair ini berasal dari aliran air hujan di atas permukaan tanah. Aliran air hujan dipermukaan tanah dapat melewati dan membawa partikel-partikel buangan padat atau cair sehingga dapat disebut limbah cair (asni harismi, 2020).

C. Karakteristik Air Limbah

Limbah cair baik domestik maupun non domestik mempunyai beberapa karakteristik sesuai dengan sumbernya, dimana karakteristik limbah cair dapat digolongkan pada karakteristik fisik, kimia, dan biologi yang diuraikan sebagai berikut (Eddy, 2008).

1. Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika air limbah yang perlu diketahui adalah *total solid* (TS), *total suspended solid*(TSS), warna, kekeruhan, temperatur, bau, minyak dan lemak (Halim, 2017).

a. TS (*Total Solid*)

Padatan di dalam air yang terdiri dari bahan organik maupun anorganik yang larut, mengendap, atau tersuspensi dalam air.

b. TSS (*Total Suspended Solid*)

Padatan tersuspensi atau *Total Suspended Solid* adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat langsung mengendap, terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen.

c. Warna

Air bersih tidak berwarna, tetapi seiring dengan waktu dan meningkatnya kondisi anaerob, warna limbah berubah dari yang abu-abu menjadi kehitaman. Warna dalam air disebabkan adanya ion-ion logam besi dan mangan (secara alami), humus, plankton, tanaman air, dan buangan industri.

d. Kekeruhan

Disebabkan oleh zat padat tersuspensi, baik yang bersifat organik maupun anorganik yang mengapung dan terurai dalam air. Kekeruhan menunjukkan sifat optis air, yang mengakibatkan pembiasan cahaya ke dalam air. Kekeruhan membatasi masuknya cahaya dalam air. Kekeruhan diukur dengan perbandingan antara intensitas cahaya yang dipancarkan oleh sampel air limbah dengan cahaya yang dipancarkan oleh suspensi standar pada konsentrasi yang sama.

e. Temperatur

Parameter yang sangat penting dikarenakan efeknya terhadap reaksi kimia, laju reaksi, kehidupan organisme air, dan penggunaan air untuk berbagai aktivitas sehari-hari. Temperatur ini mempengaruhi konsentrasi oksigen terlarut di dalam air. Air yang baik mempunyai temperatur normal 8°C dari suhu kamar 27°C. Semakin tinggi temperatur air (>27°C) maka kandungan oksigen dalam air berkurang atau sebaliknya.

f. Bau

Disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi materi atau penambahan substansi pada limbah. Sifat bau limbah disebabkan karena zat organik yang telah terurai dalam limbah dan mengeluarkan gas-gas seperti sulfida atau amonia yang menimbulkan penciuman tidak enak. Hal ini disebabkan adanya pencampuran dari nitrogen, sulfur, dan fosfor yang berasal dari

pembusukan protein yang dikandung limbah. Pengendalian bau sangat penting karena terkait dengan masalah estetika.

g. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak yang mencemari air sering dimasukkan ke dalam kelompok padatan, yaitu padatan yang mengapung di atas permukaan air. Minyak dan lemak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar diuraikan oleh bakteri. Karena berat jenisnya lebih kecil dari pada air maka minyak tersebut membentuk lapisan tipis di permukaan air dan menutup permukaan yang mengakibatkan terbatasnya oksigen masuk ke dalam air.

2. Karakteristik Kimia

Pada air limbah karakteristik kimia yang perlu diidentifikasi adalah *biological oxygen demand*, *chemical oxygen demand*, *dissolved oxygen*, dan derajat keasaman (Halim, 2017).

a. BOD (*Biological Oxygen Demand*)

Menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air.

b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada.

c. DO (*Dissolved Oxygen*)

Kadar oksigen terlarut yang dibutuhkan untuk respirasi aerob mikroorganisme. DO di dalam air sangat tergantung pada

temperatur dan salinitas. Keadaan DO berlawanan dengan keadaan BOD. Semakin tinggi BOD semakin rendah DO. Keadaan DO dalam air dapat menunjukkan tanda-tanda kehidupan organisme dalam perairan. Angka DO yang tinggi menunjukkan keadaan air yang semakin baik.

d. PH (Derajat Keasaman)

Keasaman air diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. Ph dapat mempengaruhi kehidupan biologi dalam air. Bila terlalu rendah atau terlalu tinggi dapat mematikan kehidupan mikroorganisme.

3. Karakteristik Biologi

Karakteristik biologi digunakan untuk mengukur kualitas air terutama air yang dikonsumsi sebagai air minum dan air bersih. Parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah (Halim, 2017).

D. Proses Pengolahan Air Limbah

Pengolahan limbah cair adalah menjaga air yang keluar tetap bersih dengan menghilangkan polutan yang ada dalam air limbah tersebut, atau dengan menguraikan polutan yang ada di dalam air limbah sehingga hilang sifat-sifat dari polutan tersebut. Berikut beberapa cara pengolahan limbah cair yang dapat dilakukan di industri (Halim, 2017).

Teknik-teknik pengolahan air buangan untuk menyisahkan bahan polutannya telah dicoba dan dikembangkan selama ini. Teknik pengolahan

air buangan yang telah dikembangkan tersebut secara umum terbagi menjadi 3 teknik pengolahan, yaitu (Suyasa, 2015a):

1. Teknik-Teknik Pengolahan Air Limbah

a. Teknik pengolahan secara Fisika

Pada umumnya, sebelum dilakukan pengolahan lanjutan terhadap air buangan, diinginkan agar bahan-bahan tersuspensi berukuran besar dan yang mudah mengendap atau bahan-bahan yang terapung disisihkan terlebih dahulu. Penyaringan (*screening*) merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisihkan bahan tersuspensi yang berukuran besar. Bahan tersuspensi yang mudah mengendap dapat disisihkan secara mudah dengan proses pengendapan. Parameter desain yang utama untuk proses pengendapan ini adalah kecepatan mengendap partikel dan waktu detensi hidrolis di dalam bak pengendap. Berikut adalah beberapa tahapan yang harus dilewati dalam menggunakan metode yang memanfaatkan prinsip fisika (Yosi, 2020) :

1) Penyaringan (*Screening*)

Tahap pertama dalam pengolahan air limbah secara fisika adalah dengan menyaring seluruh air limbah sebelum masuk ke tangki pengumpulan. Tujuan utama dari proses ini adalah memisahkan air limbah dengan zat padat yang terbawa saat pembuangan dari pabrik atau juga hunian agar air limbah dapat diproses dengan lebih efisien.

2) Tahap Awal

Setelah melalui penyaringan, tahap pengolahan air limbah selanjutnya adalah menyalurkan limbah cair langsung menuju ke bak atau tangki yang berguna untuk memisahkan partikel berukuran padat seperti pasir dan partikel lain yang cukup besar dan masih terbawa di dalam air limbah. Prinsip fisika yang digunakan pada proses ini adalah dengan memperlambat intensitas aliran air limbah, sehingga partikel padat di dalam air dapat mengendap di dasar tangki, sementara air limbah yang telah bebas partikel tersebut akan dialirkan untuk melalui tahap selanjutnya.

3) Pengendapan

Air limbah yang telah bebas partikel padat melalui proses yang disebut pengendapan. Pada proses pengolahan air limbah secara fisika, air limbah ditampung pada tangki khusus yang digunakan untuk mengendapkan partikel padat berukuran halus yang masih terbawa di dalam air. Nantinya, air limbah akan didiamkan dalam periode tertentu agar partikel padat mengendap di bagian bawah tangki. Bentuk endapan yang dihasilkan umumnya berbentuk lumpur yang selanjutnya akan dipisahkan menuju saluran lainnya untuk melalui proses lebih lanjut.

4) Flotasi atau Pengapungan

Setelah melalui beberapa tahap di atas, maka tahap terakhir dalam pengolahan limbah cair dengan memanfaatkan prinsip fisika adalah tahap pengapungan. Pada tahap ini, anda membutuhkan alat khusus yang nantinya menghasilkan gelembung udara untuk membawa partikel polutan yang terkandung di dalam air menuju ke permukaan agar dapat dihilangkan. Proses ini cukup efektif untuk memisahkan polutan seperti lemak dan juga minyak pada pengolahan air limbah secara fisika. Selain itu, proses flotasi juga dapat digunakan untuk memekatkan lumpur endapan.

b. Teknik pengolahan secara Kimia

Pengolahan air buangan secara kimia biasanya dilakukan untuk menghilangkan partikel-partikel yang tidak mudah mengendap (koloid), logam-logam berat, senyawa fosfor, dan zat organik beracun dengan membubuhkan bahan kimia tertentu yang diperlukan. Penyisihan bahan-bahan tersebut pada prinsipnya berlangsung melalui perubahan sifat bahan-bahan tersebut. Berikut beberapa proses pengolahan air limbah secara kimia (Syahputra, 2012).

1) Netralisasi

Proses netralisasi bertujuan untuk melakukan perubahan derajat keasaman (pH) air limbah. Proses ini dilakukan pada awal proses air limbah sebelum dilakukan proses lanjutan atau

pada akhir proses sebelum air limbah dibuang ke lingkungan dalam rangka memenuhi standar baku mutu air limbah yaitu pH 6-9. Pada air limbah yang bersifat asam, dibutuhkan basa untuk netralisasi dan sebaliknya. Pada netralisasi air limbah dapat pula terbentuk padatan sehingga dibutuhkan proses pemisahan padatan.

2) Presipitasi

Presipitasi adalah pengurangan bahan-bahan terlarut dengan cara penambahan bahan - bahan kimia terlarut yang menyebabkan terbentuknya padatan – padatan. Dalam pengolahan air limbah, presipitasi digunakan untuk menghilangkan logam berat, sulfat, fluoride, dan fosfat. Senyawa kimia yang biasa digunakan adalah lime, dikombinasikan dengan kalsium klorida, magnesium klorida, aluminium klorida, dan garam - garam besi.

3) Koagulasi dan Flokulasi

Proses koagulasi dan flokulasi adalah konversi dari polutan-polutan yang tersuspensi koloid yang sangat halus di dalam air limbah, menjadi gumpalan-gumpalan yang dapat diendapkan, disaring, atau diapungkan.

Koagulasi merupakan proses destabilisasi partikel, sedangkan flokulasi merupakan proses penggabungan partikel yang telah mengalami proses destabilisasi. Proses destabilisasi partikel dilakukan dengan penambahan bahan kimia yang bermuatan

positif yang dapat menyelimuti permukaan partikel sehingga partikel tersebut dapat berikatan dengan partikel lainnya. Partikel yang telah berikatan akan mudah untuk dipisahkan secara fisik (sedimentasi, flotasi, dan filtrasi). Proses flokulasi dibutuhkan untuk penggabungan partikel dengan menggunakan bahan kimia sehingga mempercepat waktu pengendapan partikel (flok).

c. Teknik pengolahan secara Biologi

Sebagai pengolahan sekunder, pengolahan secara biologi dipandang sebagai pengolahan yang paling murah dan efisien. Dalam beberapa dasawarsa telah berkembang berbagai metode pengolahan biologi dengan segala modifikasinya. Pada dasarnya, reaktor pengolahan secara biologi dapat dibedakan atas dua jenis yaitu reaktor pertumbuhan tersuspensi dan reaktor pertumbuhan lekat (Nurkholis et al., 2010).

1) Proses Pertumbuhan Tersuspensi

Di dalam reaktor pertumbuhan tersuspensi, mikroorganisme tumbuh dan berkembang dalam keadaan tersuspensi. Proses lumpur aktif yang banyak dikenal berlangsung dalam reaktor jenis ini. efisiensi penurunan BOD dapat mencapai 85%-90% dan lumpur yang dihasilkan lebih sedikit. Selain efisiensi yang lebih tinggi kontak stabilisasi mempunyai kelebihan yang lain, yaitu waktu detensi hidrolis total lebih pendek.

2) Proses Pertumbuhan lekat

Di dalam reaktor pertumbuhan lekat, mikroorganisme tumbuh di atas media pendukung dengan membentuk lapisan film untuk melekatkan dirinya. Efisiensi penurunan BOD sekitar 80%- 90%.

Limbah cair pada dasarnya juga dapat ditinjau dari proses pengolahannya. Adapun proses-proses tersebut terbagi menjadi tiga yakni proses pengolahan limbah cair primer, sekunder, dan tersier atau lanjutan (Suyasa, 2015b).

2. Proses Pengolahan Air Limbah

a. Pengolahan Primer (*Primary Treatment*)

Tahap pengolahan ini melibatkan proses fisik yang bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan minyak dalam aliran air limbah. Berikut proses pengolahan yang berlangsung pada tahap ini (Suyasa, 2015b):

1) Penyaringan (*Screening*)

Proses pertama yaitu limbah yang mengalir melalui saluran pembuangan disaring menggunakan jeruji saring. Metode ini disebut penyaringan. Metode penyaringan merupakan cara yang efisien dan murah untuk menyisihkan bahan-bahan padat berukuran besar dari air limbah.

2) Pengolahan Awal (*Pretreatment*)

Tahap pengolahan ini melibatkan proses fisik yang bertujuan untuk menghilangkan padatan tersuspensi dan minyak dalam aliran air limbah. 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 (*Flotation*).

4) Pengapungan

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 sehingga kemudian dapat disingkirkan.

b. Pengolahan Sekunder (*Secondary Treatment*)

Setelah melalui tahap pertama, tahap kedua yakni ditujukan untuk menghilangkan zat-zat polutan organik yang terlarut dari air limbah yang tidak dapat dihilangkan dengan proses fisik biasa. Biasanya proses ini dilakukan secara biologis (Suyasa, 2015b):

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 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 didalamnya 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 di permukaan 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 didasar kolam, air limbah dapat disalurkan untuk dibuang ke lingkungan atau diolah lebih lanjut.

c. Pengolahan Tersier (*Tertiary Treatment*)

Pengolahan tersier dilakukan jika setelah pengolahan primer dan sekunder masih terdapat zat tertentu dalam limbah cair yang dapat berbahaya bagi lingkungan atau masyarakat. Pengolahan tersier bersifat khusus, artinya pengolahan ini disesuaikan dengan kandungan zat yang tersisa dalam limbah cair / air limbah. Umumnya zat yang tidak dapat dihilangkan sepenuhnya melalui proses pengolahan primer maupun sekunder adalah zat-zat anorganik terlarut, seperti nitrat, fosfat, dan garam-garaman (tauhid, 2012)

Pengolahan tersier sering disebut juga pengolahan lanjutan (*advanced treatment*). Pengolahan ini meliputi berbagai rangkaian proses kimia dan fisika. Contoh metode pengolahan tersier yang dapat digunakan adalah metode saringan pasir, saringan multimedia, *precoal filter*, *microstaining*, *vacum filter*, penyerapan

dengan karbon aktif, pengurangan besi dan mangan, dan osmosis bolak-balik.

d. Desinfeksi (*Desinfection*)

Desinfeksi atau pembunuhan kuman 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 (tauhid, 2012):

- 1) Daya racun zat
- 2) Waktu kontak yang diperlukan
- 3) Efektivitas zat
- 4) Kadar dosis yang digunakan
- 5) Tidak boleh bersifat toksik terhadap manusia dan hewan
- 6) Tahan terhadap air
- 7) Biayanya murah

e. Pengolahan Lumpur (*Sludge Treatment*)

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*) (tauhid, 2012).

E. Proses Produksi Pencucian Nanas (PH)

Packing House Pineapple merupakan tempat produksi buah segar yang ada di PT. *Great Giant Pineapple*. Kelas nanas dibedakan menjadi 3 kelas yaitu kelas A, B dan C yang akan di distribusikan secara lokal dan ekspor. Di dalam *Packing House Pineapple* terdapat 3 buah toilet serta tempat untuk beristirahat (*rest area*). Limbah yang dihasilkan dari *Packing House Pineapple* berupa limbah padat dan limbah cair. Limbah padat berupa *crown* nanas (mahkota) dan limbah cair berupa air hasil proses produksi nanas yang berisi bahan kimia. Limbah tersebut kemudian dialirkan ke IPAL yang berada di *Packing House Pineapple*.

1. Fresh Fruit From Harvest Location

Tempat dimana buah segar datang dari lokasi (areal) panen menuju packing house untuk dilakukan proses produksi, dimana buah-buah segar ini akan dilakukan penyeleksian berdasarkan kriteria yang telah ditentukan.



Gambar 1

Fresh Fruit From Harvest Location

2. *Removal Of Bottom Fruit Leaves*

Kegiatan ini dilakukan untuk memilih buah yang akan dipotong crown buah dan yang tidak dipotong crown buahnya berdasarkan permintaan dari masing-masing konsumen. Proses pemotongan crown buah dilakukan dengan cara manual dengan menggunakan golok sebagai alat pemotongnya.



Gambar 2

Removal Of Bottom Fruit Leaves

3. *Selections Of Defect*

Pemilahan antara buah nanas yang sesuai dan tidak sesuai (reject). Buah yang tidak sesuai akan dimasukkan ke dalam tangki besar untuk dikumpulkan dan diolah menjadi buah kaleng dan pupuk kompos, sedangkan buah yang memenuhi kriteria pihak konsumen akan lanjut ke tahap pencucian buah.



Gambar 3

*Selections Of Defect*4. *Fruit Sanitation at Big Water Tank*

Proses pencucian buah dilakukan pada kolam yang telah dicampur kaporit dengan dosis 0,13gr/liter. Dalam proses pencucian air yang sudah tercampur dengan kaporit hanya digunakan sekali selama 8 jam sesuai dengan jam operasional kerja. Tujuan dari pencucian ini yaitu untuk membersihkan buah dari kotoran dan debu dari areal panen serta untuk menurunkan suhu panas dari areal. Buah yang berkualitas baik akan mengapung di kolam pencucian sedangkan buah yang kurang baik akan tenggelam di dalam kolam.



Gambar 4

Fruit Sanitation at Big Water Tank

5. *Spray Of Fungicide*

penyemprotan fungisida pada buah nanas adalah suatu proses perlakuan buah agar buah nanas tidak mudah busuk dan atau terkena jamur karena produk pertanian mudah diserang jamur yang dapat membuat buah cepat busuk dan menghambat pemasakan buah. Proses pengobatan disiapkan oleh quality control dengan mencampurkan dosis obat prochloraz 2 cc/liter dan sta-fresh 74 gr/liter lalu diaduk dengan air dan dicelupkan nanas yang sudah dicuci.



Gambar 5

Spray Of Fungicide

6. *Fruits Drying*

Pengeringan buah nanas dilakukan setelah buah melewati proses pencucian dan penyemprotan obat jamur, dilakukan menggunakan kipas dan mesin pengering yang berada di dalam packing house. Pengeringan dilakukan agar buah tidak mengalami kelembaban dan obat yang sudah menyelimuti kulit buah menjadi kering dan menempel.



Gambar 6

*Fruits Drying*7. *Sitebrading*

proses jalannya nanas ke proses labelling dilakukan menggunakan mesin otomatis, buah akan masuk ke bagian pelebelan untuk dibedakan setiap jenis berdasarkan permintaan konsumen.



Gambar 7

*Sitebrading*8. *Labelling dan Packing*

proses pemberian label dan pengepakan ke dalam box dilakukan sesuai dengan negara tujuan, setiap negara tujuan memiliki label dan jenis

box yang berbeda-beda. Kemudian proses pengemasan dilakukan dengan cara memilih buah dan ukuran yang sama, kemudian buah dimasukkan kedalam box sesuai dengan ukuran buah. Tujuan dari kegiatan pengemasan adalah untuk melindungi produk dari kerusakan-kerusakan, agar lebih mudah dalam proses pengangkutan dan pemasaran serta identifikasi produk.



Gambar 8

Labelling dan Packing

9. *Covering, Stamping Of Production Code and Stiker*

Pemberian stempel, kode produksi dan stiker pada box yang sudah berisi nanas sesuai dengan tujuan masing-masing, selanjutnya proses stempel kode produksi dan tanggal produksi pada setiap box yang telah terisi buah nanas.



Gambar 9

Covering, Stamping Of Production Code and Stike

10. *Weighing*

Penimbangan buah nanas yang sudah di dalam box dilakukan untuk mengetahui berat sebuah box yang telah berisi buah nanas segar. Setiap box dipasang cover akan ditimbang untuk mengetahui berat masing-masing box.



Gambar 10

Weighing

11. *Palletizing*

pemisahan box nanas berdasarkan kelasnya dilakukan di dalam ruang penyimpanan, buah akan dikelompokkan menjadi satu berdasarkan permintaan konsumen. Kegiatan ini bertujuan agar tidak terjadi kesalahan dalam proses distribusi.



Gambar 11

Palletizing

12. *Storing good at cold storage*

Setelah box dipisahkan berdasarkan kelasnya, penyimpanan box yang telah terisi buah nanas dilakukan di ruang pendingin agar buah tetap segar dan terjaga kualitasnya.



Gambar 12

Storing good at cold storage

13. *Move Finish Goods to Container*

pemindahan barang jadi ke dalam container dilakukan saat mobil pengangkut datang, box buah nanas yang sudah siap distribusi akan dimasukan kedalam kontainer yang sudah dilengkapi dengan pendingin.



Gambar 13

Move Finish Goods to Container

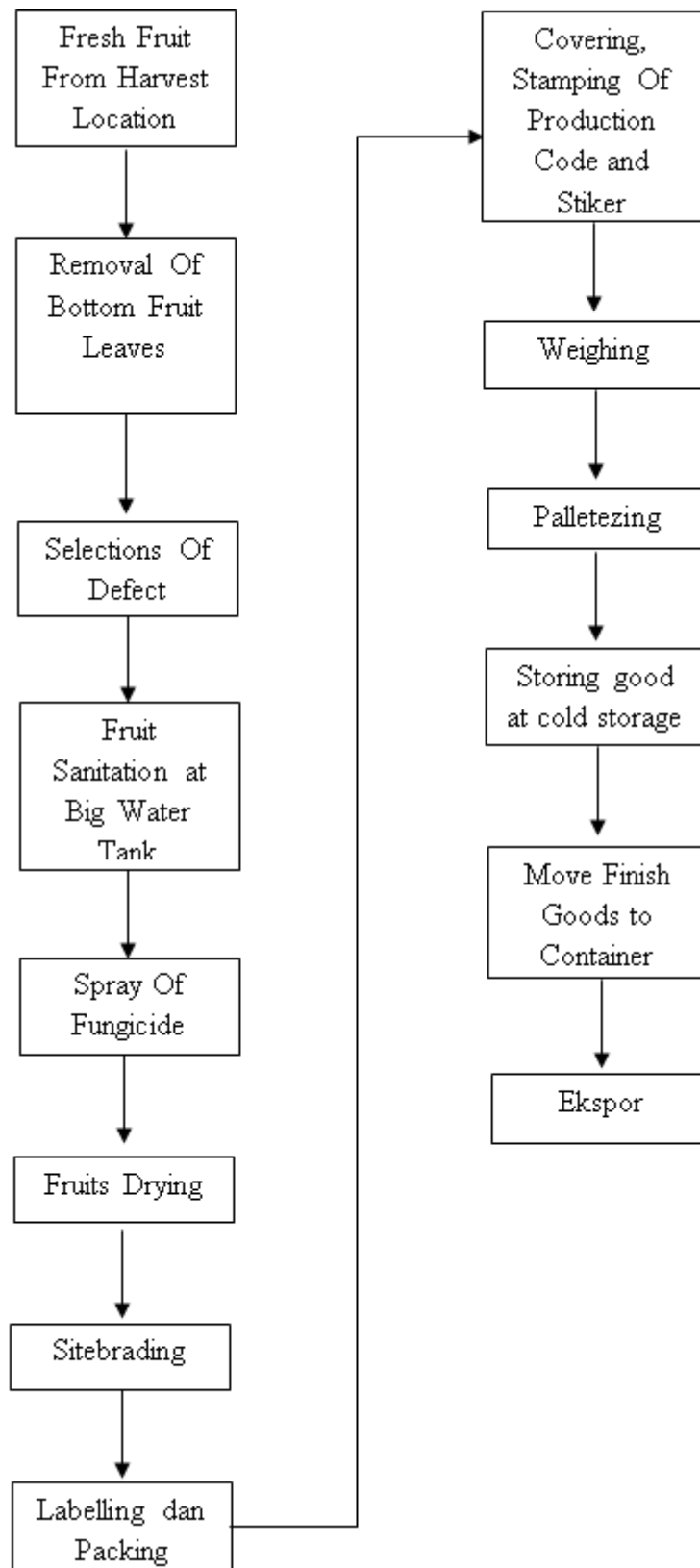
14. *Ekspor*

pengiriman buah ke pasar luar negeri, buah akan dikelompokkan dan menjadi satu untuk di distribusikan ke luar negeri sesuai dengan permintaan konsumen.



Gambar 14

Ekspor



Gambar 15

Alur Proses Produksi Pencucian Nanas

F. Proses Pengolahan Limbah Cair Cucian Nanas

Proses pengolahan limbah cucian nanas di PT *Great Giant Pineapple* bertujuan untuk mengurangi bahan tersuspensi dan bahan pencemar. Proses pengolahan air limbah dimulai dari hasil pencucian yang dilakukan di PH atau *packing house* menuju kolam-kolam IPAL melewati kanal yang sudah tersedia. Air limbah tersebut mengalir dari kanal menuju kolam IPAL satu, ketika kolam IPAL satu penuh air limbah akan mengalir ke kolam IPAL dua, begitu seterusnya hingga ke kolam IPAL enam. Air limbah dari kolam IPAL enam akan masuk ke kolam penampungan akhir dan kemudian mengalir ke lebung.

Kanal merupakan saluran pembuangan air yang telah digunakan untuk proses pencucian nanas untuk selanjutnya dialirkan ke dalam bak-bak IPAL. Kanal hanya dimanfaatkan sebagai saluran yang mengalirkan air limbah cucian nanas dengan ukuran panjang 7m, lebar 2m, dan kedalaman 1m.

Kolam penampungan akhir air cucian nanas atau limbah sebelum dialirkan ke lebung sudah melewati 6 kolam IPAL. Di kolam tersebut air limbah mengalami beberapa proses yaitu pengendapan di kolam penampungan akhir dan terjadi juga aerasi dipermukaan air, proses aerasi bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen didalam air limbah. Proses aerasi sangat penting untuk proses aerobik yang terjadi dipermukaan karena proses aerob memanfaatkan bakteri aerob yang dapat diperoleh dari proses aerob, sedangkan untuk air yang di bagian dalam terjadi proses anaerobik.



Gambar 16

Proses Pengolahan Limbah Cair Cucian Nanas

G. Baku Mutu Air Limbah Industri

Air limbah merupakan air yang telah digunakan manusia pada berbagai aktivitasnya. Air limbah tersebut dapat berasal dari kegiatan rumah tangga, perkantoran, pertokoan, fasilitas umum, industri maupun dari tempat-tempat lain. Atau air limbah merupakan air bekas yang tidak terpakai yang dihasilkan dari berbagai aktivitas manusia dalam memanfaatkan air bersih (Said, 2018).

Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam media air dari suatu usaha dan atau kegiatan (Menteri Lingkungan Hidup, 2012).

Dalam rangka mengendalikan pencemaran air limbah oleh perusahaan. Menteri lingkungan hidup menetapkan berbagai peraturan yang berkaitan dengan kualitas air limbah. Berikut adalah Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah bagi usaha pengolahan buah-buahan dan sayuran.

Tabel 1
Baku Mutu Air Limbah Industri Pengolahan Buah Nanas berdasarkan peraturan menteri lingkungan hidup no.5 tahun 2014

Parameter	Satuan	Kadar
COD	(mg/l)	200
BOD	(mg/l)	85
TSS	(mg/l)	100
pH	-	6-9

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 5 Tahun 2014 baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam media air dari suatu usaha dan atau kegiatan. Persyaratan baku mutu air limbah yang akan dialirkan harus sesuai dengan baku mutu agar air yang akan dialirkan tidak mencemari lingkungan.

Peraturan diatas berlaku pada standar baku mutu yang diterapkan oleh PT *Great Giant Pineapple*. Terdapat 4 parameter air limbah industri, antara lain, COD (*Chemical Oxygen Demand*), BOD (*Biological Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), pH (*Derajat Keasaman*).

a. COD (*Chemical oxygen demand*)

Chemical oxygen demand (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimia adalah jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air. Kadar COD dibaca sebagai jumlah mg oksigen per liter yang dibutuhkan untuk mengoksidasi senyawa organik dan anorganik (Sulistia et al., 2019).

Untuk mengetahui jumlah bahan organik di dalam air dapat dilakukan suatu uji yang lebih cepat dari pada uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi

kimia dari suatu bahan oksigen. Uji tersebut adalah uji COD. COD (*Chemical Oxygen Demand*) atau KOK (kebutuhan oksigen kimiawi) adalah jumlah (mg) oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam 1 liter air dengan menggunakan oksidator kalium dikromat selama 2 jam pada suhu 150°C. Perbedaan antara BOD dan COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah bahwa COD menunjukkan senyawa organik yang tidak dapat didegradasi secara biologis (Eddy, 2008).

Analisis COD adalah menentukan banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. *Chemical Oxygen Demand* (COD) atau Kebutuhan Oksigen Kimia adalah jumlah oksigen (*mg O₂*) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam 1 liter sampel air, dimana pengoksidasi *K₂Cr₂O₇* digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*). Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Kelurahan et al., 2020).

b. BOD (*Biological oxygen demand*)

Biochemical oxygen demand (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologi adalah suatu karakteristik yang menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang diperlukan oleh mikroorganisme (biasanya bakteri) untuk mengurai atau mendekomposisi bahan organik dalam kondisi aerobik (Sulistia et al., 2019). BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen

yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan–bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan–bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi (Tejokusumo, 2007).

Biological Oxygen Demand (BOD) atau Kebutuhan Oksigen Biologis (KOB) adalah suatu analisa empiris yang mencoba mendekati secara global proses mikrobiologis yang benar-benar terjadi dalam air. Angka BOD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bakteri (aerobik) untuk menguraikan (mengoksidasikan) hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat-zat organik yang tersuspensi dalam air. Parameter BOD adalah parameter yang paling banyak digunakan dalam pengujian air limbah dan air permukaan. Penentuan ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut yang digunakan oleh mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik (Kelurahan et al., 2020).

c. TSS (*Total suspended solid*)

Analisis zat–zat padat tersuspensi yang berada dalam air sangat penting bagi penentuan komponen–komponen air secara lengkap, juga untuk perencanaan serta pengawasan proses–proses pengolahan dalam bidang air minum maupun dalam bidang air buangan dengan tujuan penentuan parameter mutu air, desain pra sedimentasi, flokulasi, filtrasi pada pengolahan air minum, desain pengendapan primer pada pengolahan air buangan, sedimentasi pada air sungai, drainase dan lain–lain (Tejokusumo, 2007).

Total Suspended Solid (TSS) atau total padatan tersuspensi adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas millipore berpori 0,45 μm . Materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, sehingga kekeruhan air meningkat dan menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser (Sulistia et al., 2019).

Total Suspended Solids (TSS) merupakan material yang halus di dalam air yang mengandung lanau, bahan organik, mikroorganisme, limbah industri dan limbah rumah tangga yang dapat diketahui beratnya setelah disaring dengan kertas filter ukuran 0.042 mm. Nilai konsentrasi TSS yang tinggi dapat menurunkan aktivitas fotosintesis dan penambahan panas di permukaan air sehingga oksigen yang dilepaskan tumbuhan air menjadi berkurang dan mengakibatkan ikan-ikan menjadi mati (Kelurahan et al., 2020).

d. PH (Derajat keasaman)

Derajat keasaman atau pH merupakan parameter kimia yang menunjukkan konsentrasi ion hidrogen di perairan. Konsentrasi ion hidrogen tersebut dapat mempengaruhi reaksi kimia yang terjadi di lingkungan perairan. Larutan dengan harga pH rendah dinamakan asam, sedangkan harga pH yang tinggi dinamakan basa (Eddy, 2008). Nilai pH dan suhu merupakan parameter pendukung yang penting untuk dianalisis karena merupakan indikator bagi keberlangsungan

proses penguraian oleh mikroorganisme di dalam suatu sistem pengolahan limbah (Sulistia et al., 2019).

Potential Hydrogen (pH) adalah derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan yang dimiliki oleh suatu larutan. Nilai pH merupakan ukuran untuk konsentrasi ion hidrogen dalam larutan akuatik. Nilai pH menentukan sifat dari suatu larutan yaitu bersifat asam, netral, atau basa. Jika pH 1 sangat asam, pH 7 netral, dan pH 14 sangat basa. Nilai pH dapat ditentukan dengan elektrometrik atau dengan indikator warna (Kelurahan et al., 2020).

H. Dampak Buruk Limbah

Jenis dampak yang ditimbulkan oleh pencemaran air banyak sekali ragamnya. Dampak ini dapat terbagi dan dikategorikan ke dalam empat kelas antara lain Dampak terhadap kehidupan biota air, kualitas air tanah, kesehatan dan Estetika lingkungan.

1. Dampak terhadap Kehidupan Biota Air

Zat pencemar di dalam air akan menurunkan kadar oksigen yang terlarut di dalam air. Oksigen diperlukan untuk mendegradasi / menguraikan zat-zat pencemar. Kehidupan air membutuhkan jumlah oksigen yang cukup. Jika kadar oksigennya menurun sampai pada tingkat tertentu, maka kehidupan biota perairan akan terganggu. Kematian biota perairan antara lain ikan-ikan dan tumbuhan air juga disebabkan oleh adanya zat-zat beracun. Jika bakteri mati, maka proses penjernihan air limbah secara alamiah juga akan mengalami hambatan. Polusi termal dari limbah juga akan mengganggu kehidupan biota perairan.

2. Dampak terhadap Kualitas Air Tanah

Polutan akan meresap ke dalam tanah melalui pori-pori tanah. Pada proses peresapan ini, tanah akan menjadi jenuh. Hal ini akan menimbulkan gangguan terhadap air tanah, sebagai salah satu sumber air minum yang paling banyak digunakan.

3. Dampak terhadap Kesehatan

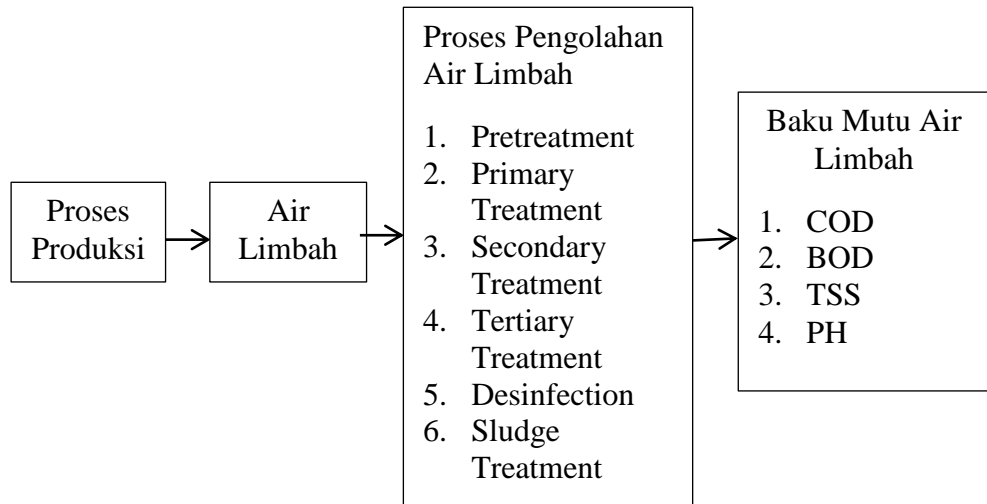
Dampak terhadap kesehatan tergantung dari kualitas air, karena air merupakan media bagi penyebaran penyakit. Penularan penyakit dapat bermacam-macam yaitu, Air sebagai media hidup bagi makhluk hidup termasuk mikroba, air sebagai sarang penyebar penyakit dan jumlah air yang berkurang menyebabkan tidak tercukupinya kebutuhan manusia untuk membersihkan dirinya. Di Indonesia terdapat beberapa penyakit yang dikategorikan sebagai *waterborne diseases* atau penyakit yang dibawa oleh air. Penyakit ini dapat menyebar apabila mikroba penyebabnya dapat masuk ke dalam sumber air yang digunakan untuk kebutuhan sehari-hari. Jenis mikroba yang penyebarannya melalui air cukup banyak, antara lain bakteri, protozoa dan virus.

4. Dampak terhadap Estetika Lingkungan

Proses Industri menghasilkan hasil samping berupa limbah atau bahan buangan. Jumlah limbah yang dihasilkan berbanding lurus dengan tingginya kegiatan produksi. Limbah dapat diolah dengan cara diendapkan terlebih dahulu, namun metode ini menimbulkan dampak bau yang menyengat. Penumpukan limbah juga memerlukan wilayah yang luas agar tidak mengganggu sanitasi dan kesehatan di pemukiman penduduk. Masalah ini

disebut sebagai masalah estetika lingkungan. Limbah minyak dan lemak juga menimbulkan masalah estetika lingkungan, yaitu sekitar tempat pembuangan limbah menjadi licin.

J. Kerangka Teori

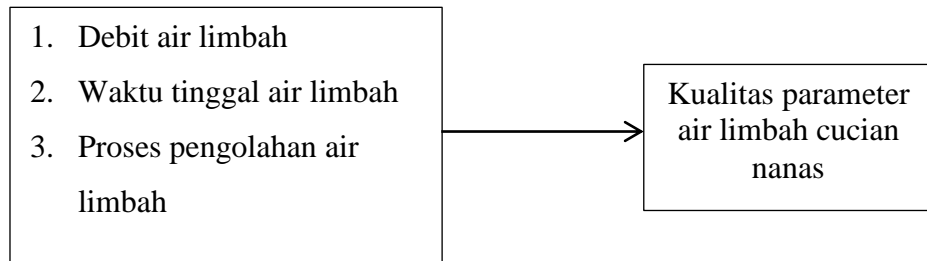


Sumber : Sugiarto, 1987

Gambar 17

Kerangka Teori

K. Kerangka Konsep



Gambar 18

Kerangka Konsep

L. Definisi Operasional

Tabel 2
Definisi Operasional

No.	Variabel	Definisi	Alat Ukur	Cara Ukur	Hasil Ukur	Skala
1	Pengolahan Air Limbah	Proses pengolahan limbah cair yang dihasilkan dari pencucian dan penyemprotan fungisida buah nanas di PT <i>Great Giant Pineapple</i> PG4 Lampung Timur Tahun 2022 sebelum dibuang ke lingkungan.	Checklist dan Kuesioner	Observasi dan wawancara	Proses pengolahan air limbah menggunakan sistem pengendapan di setiap kolam dan terjadi proses aerasi di kolam pengendapan penampungan akhir	ordinal
2	Debit Air Limbah	Laju aliran air limbah dalam L/detik yang dihasilkan dari proses produksi PT <i>Great Giant Pineapple</i> PG4 Lampung Timur Tahun 2022	Kuesioner Flow meter/meteran, stopwatch	Mengukur debit air limbah	...m ³ /hari	interval

No	Variabel	Definisi	Alat ukur	Cara ukur	Hasil ukur	Skala
3	Waktu Tinggal	Lamanya limbah cair berada di dalam bak instalasi pengolahan air limbah dalam satuan hari di PT <i>Great Giant Pineapple</i> PG4 Lampung Timur Tahun 2022	meteran, stopwatch	Menghitung waktu tinggal air limbah	waktu tinggal air limbah dalam satuan hari	Interval
4	Efektivitas IPAL	Persentase selisih Instalasi Pengolahan Air Limbah dalam menurunkan derajat pencemaran. (BOD, COD, TSS, pH) yang dapat dilihat pada inlet dan outlet untuk mengetahui efektivitas ipal dalam melakukan proses pengolahan air limbah aerobik pada PT <i>Great Giant Pineapple</i> PG4 Lampung Timur Tahun 2022	Pemeriksaan parameter (BOD, COD, TSS, pH)	Melakukan perhitungan dengan rumus $\frac{inlet - outlet}{inlet} \times 100\%$	Persentase selisih penurunan dari awal sampai akhir pengolahan air limbah dalam bentuk persen (%)	Interval

No	Variabel	Definisi	Alat ukur	Cara ukur	Hasil ukur	Skala
5	BOD	Jumlah oksigen yang dibutuhkan mikroorganisme untuk mengurai bahan organik di PT <i>Great Giant Pineapple</i> PG4 Lampung Timur Tahun 2022	Volumetri	Analisis laboratoriummg/L	Interval
6	COD	Jumlah oksigen yang diperlukan untuk mengurai seluruh bahan organik yang terkandung dalam air limbah secara kimiawi di PT <i>Great Giant Pineapple</i> PG4 Lampung Timur Tahun 2022	Volumetri titrasi redoks	Analisis laboratoriummg/L	Interval

No	Variabel	Definisi	Alat ukur	Cara ukur	Hasil ukur	Skala
7	pH	Derajat keasaman yang digunakan untuk menyatakan tingkat keasaman atau kebasaan air limbah di PT <i>Great Giant Pineapple</i> PG4 Lampung Timur Tahun 2022	Potensiometri Alat: pH meter pH Universal	Uji Lapangan secara insitu	Asam atau basa	Interval
8	TSS	Zat-zat padat tersuspensi yang melayang dan tidak larut dalam air yang melalui proses pengendapan pada kolam IPAL untuk menghilangkan bahan tersuspensi di PT <i>Great Giant Pineapple</i> PG4 Lampung Timur Tahun 2022	Gravimetri	Analisis laboratorium	...mg/L	Interval