

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1. Limbah Pembekuan Ikan Cakalang

Pada proses pembekuan ikan banyak memerlukan air yang diantaranya untuk mencuci raw material, pembersihan alat-alat produksi dan pembersihan lantai. Dewasa ini banyak berkembang perusahaan-perusahaan dibidang pembekuan ikan di Indonesia terutama di daerah pesisir Jawa. Berkembangnya industri ini sangat menunjang pertumbuhan ekonomi masyarakat sekitar akan tetapi juga menimbulkan permasalahan lingkungan perairan oleh limbah cair. Limbah cair industri perikanan mengandung Nitrat ( $\text{NO}^3$ ), Pospat ( $\text{PO}^4$ ), Sulfida ( $\text{H}^2\text{S}$ ), Amoniak ( $\text{NH}^3\text{N}$ ), klorin bebas ( $\text{Cl}^2$ ) dan minyak lemak serta kandungan COD dan BOD yang cukup tinggi (Setyono dan Yudo, 2008). Limbah adalah buangan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun rumah tangga yang lebih dikenal sebagai sampah yang tidak memiliki nilai ekonomis. Pertumbuhan industri berbanding lurus dengan produksi limbah yang dikeluarkan dan mengakibatkan permasalahan yang kompleks yaitu pencemaran lingkungan (Widjajanti, 2007).

Menurut Setiyono dan yudo (2008). Berdasarkan sumbernya air yang dihasilkan di kawasan industri pengolahan ikan ini dikelompokkan atas 2 jenis, yaitu :

1. Air limbah domestik, yaitu limbah yang ber asal dari kamar mandi, toilet, kantin, westafel dan tempat wudhu. Sesuai dengan aktivitasnya, maka sumber air limbah domestik ini dihasilkan oleh semua industri yang ada
2. Air limbah produksi, berasal aktifitas produksi seperti pencucian komponen-komponen peralatan dan lantai ruang produksi. Sesuai dengan jenis

3. kegiatannya/industri dan aktivitas yang ada di setiap perusahaan, maka air limbah ini dapat dikelompokkan dalam beberapa kelompok dengan karakteristik yang berlainan, yaitu air limbah industri tepung ikan, air limbah industri minyak ikan, air limbah industri cold storage, dan air limbah industri pengalengan ikan.

## 2.2. Karakteristik Limbah Cair

Menurut Metcalf and Eddy (2003) karakteristik limbah cair dapat digolongkan atas karakteristik fisik, kimia, dan biologi yang dijelaskan sebagai berikut :

- a. Karakteristik Fisika yang terdiri dari beberapa parameter yaitu : *Total Solid (TS)* , *Total Suspended Solid (TSS)* , Warna, Kekeruhan, Temperatur, Bau.
- b. Karakter Kimia terdiri dari beberapa parameter yaitu : *Biological Oxygen Demand (BOD)*, *Chemical Oxygen Demand (COD)*, Protein, Karbohidrat, Minyak dan Lemak, Detergen dan pH.
- c. Karakteristik Biologi parameter yang biasa digunakan adalah banyaknya mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah. Mikroorganisme dalam pengolahan limbah cair secara biologi menggunakan bahan-bahan organik untuk membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya.

Pencemaran air adalah penambahan unsur atau organisme ke dalam air, sehingga pemanfaatannya dapat terganggu. Pencemaran air dapat menyebabkan kerugian ekonomi dan sosial, karena adanya gangguan oleh adanya zat-zat beracun atau muatan bahan organik yang berlebih. Keadaan ini akan menyebabkan oksigen terlarut dalam air pada kondisi yang kritis, atau merusak kadar kimia air. Rusaknya kadar kimia air tersebut akan berpengaruh terhadap fungsi dari air. Besarnya beban pencemaran yang ditampung oleh

suatu perairan, dapat diperhitungkan berdasarkan jumlah polutan yang berasal dari berbagai sumber aktifitas air buangan dari proses-proses industri dan buangan domestik yang berasal dari penduduk (salmin,2005)

Limbah cair industri pangan merupakan salah satu sumber pencemaran lingkungan. Jumlah dan karakteristik air limbah industri bervariasi menurut jenis industrinya. Sebagian besar limbah cair industri pangan dapat ditangani dengan mudah dengan sistem biologis, karena polutan utamanya berupa bahan organik, seperti karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin. Polutan tersebut umumnya dalam bentuk tersuspensi atau terlarut. (Dikjen industri kecil menengah ,2007)

### **2.3. Pengolahan Limbah Cair**

Tahapan pengolahan limbah cair yang berasal dari sisa proses produksi dapat dibagi menjadi : penyaringan (filtrasi), pengendapan awal dan pemisahan minyak dari air, aerasi, serta pengendapan akhir. Sebelum air limbah hasil pengolahan dibuang, air limbah tersebut dianalisa terlebih dahulu. Hasil analisa air limbah tersebut harus memenuhi standar mutu air limbah industri yang ditetapkan oleh pemerintah. Beberapa parameter penting dalam analisa air limbah industri meliputi BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), TSS ( Total Suspended Solid), DO (Dissolved Oxygen), pH, dan suhu.

Pengolahan Limbah Secara umum, pengolahan limbah cair dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu pengolahan primer, pengolahan sekunder, dan pengolahan tersier. Pengolahan primer merupakan pengolahan secara fisik untuk menyisahkan benda-benda terapung atau padatan tersuspensi terendapkan (settleable solids). Pengolahan primer ini berupa penyaringan kasar, dan pengendapan primer untuk memisahkan bahan inert seperti butiran pasir /

tanah. Sebagian polutan limbah cair industri pangan terdapat dalam bentuk tersuspensi dan terlarut yang relatif tidak terpengaruh oleh pengolahan primer tersebut. Untuk menghilangkan / mengurangi kandungan polutan tersuspensi atau terlarut diperlukan pengolahan sekunder dengan proses biologis (aerobik maupun anaerobik) (Dikjen industri kecil menengah ,2007).

Saat ini pengolahan limbah lebih banyak dilakukan secara biologis yaitu dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa kompleks yang terkandung dalam limbah menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui suatu proses yang disebut biodegradasi. Proses yang terjadi di dalamnya sangat ditentukan oleh jenis dan laju pertumbuhan mikroorganisme dalam air limbah (Puspitasari, 2006).

Terdapat banyak metode dalam pengolahan limbah yaitu secara fisika, kimia, dan biologi. Pengolahan secara biologi bertujuan untuk mengurangi atau menghilangkan kandungan organik dalam limbah oleh mikroorganisme menjadi zat-zat lain yang lebih stabil. Teknologi pengolahan limbah yang saat ini mulai diterapkan adalah metode bioremediasi. Berkembangnya teknologi ini adalah karena teknik penerapannya yang relatif mudah diaplikasikan dengan biaya operasional yang murah. Teknologi proses bioremediasi cukup potensial diterapkan di Indonesia . kondisi iklim tropis dengan sinar matahari, kelembaban yang tinggi serta keanekaragaman mikroorganisme yang mendukung percepatan proses pertumbuhan mikroba untuk aktif mendegradasi minyak (Hafiludin, 2011).

Pembuangan limbah ke lingkungan yang melebihi baku mutu akan mencemari lingkungan. Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 82 Tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air bahwa pengelolaan limbah harus dilakukan agar kualitas air terjamin dan dalam kondisi alamiahnya. Status mutu air dalam kondisi tercemar apabila mutu air tidak memenuhi baku mutu air maka limbah yang akan dibuang

ke perairan harus memenuhi standar baku mutu yang ada agar tidak mencemari lingkungan hidup. Suatu kegiatan yang tidak melakukan kegiatan penanggulangan pencemaran air maka dikenakan biaya penanggung jawab usaha dan atau kegiatan yang bersangkutan.

Bioremediasi merupakan proses pemulihan suatu wilayah seperti tanah, air, atau pantai yang memanfaatkan mikroorganisme sebagai bakteri pemecah minyak. Terdapat dua pendekatan dalam bioremediasi. 1) bioaugmentation, di mana mikroorganisme pendegradasi minyak ditambahkan untuk menambahkan populasi mikroba yang telah ada, dan 2) biostimulation, di mana pertumbuhan pendegradasi minyak asli distimulasi dengan penambahan nutrisi atau cosubstrates pembatas pertumbuhan lainnya dan/atau perubahan habitat (Sarasputri,2015). Ditambahkan Kholiq (2012) Bioremediasi adalah proses perbaikan dan pemulihan kondisi lingkungan yang telah rusak dengan bantuan mikroorganisme penghasil surfaktan

## 2.4. Bakteri Indigenus Lingkungan

### 2.4.1 Bakteri *Acinetobacter baumannii*

Nama bakteri *Acinetobacter baumannii* belum banyak dikenal di literatur Indonesia, lebih dikenal dengan sebutan *Acinetobacter anitratus*. Bakteri *Acinetobacter baumannii* termasuk dalam genus *Acinetobacter*. Bakteri *Acinetobacter* sebelumnya dikenal dengan nama *Mima polymorpha* dan *Herellea vaginicola*. Sedang spesies *Acinetobacter baumannii* sebelumnya dikenal dengan nama *Acinetobacter calcoaceticus* var. *anitratus*, atau lebih sering disebut *Acinetobacter anitratus*. Dengan teknik hibridisasi DNA telah diketahui 21 genomspesies dari bakteri *Acinetobacter spp.* bakteri *Acinetobacter baumannii* dikelompokkan dalam genom-spesies 2.(Noorhamdani, 2004)

Bakteri *Acinetobacter baumannii* berbentuk kokobasil atau diplokokus Gram negatif, tidak memiliki flagella, tidak berspora, memiliki fimbria, bersifat aerob, memberikan uji oksidase negatif dan katalase positif. Pada medium agar MacConkey mudah tumbuh dengan baik (1,3,20). Bakteri *Acinetobacter spp* dapat tumbuh baik pada suhu 25°C - 37°C. Spesies *Acinetobacter baumannii* dapat pula tumbuh dengan baik pada suhu 42°C, sedangkan spesies lain pada suhu tersebut pertumbuhannya kurang baik atau tidak dapat tumbuh, bahkan bakteri *Acinetobacter baumannii* dapat tumbuh pada suhu 44°C

*Acinetobacter baumannii* adalah bakteri gram- negatif . Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu 44°C, menggunakan berbagai jenis karbohidrat sebagai sumber nutrisi , dan mampu melekat pada sel epitelial manusia. Karakteristik dari bakteri ini adalah aerobik, berbentuk koko-basil, dan dapat dengan cepat tahan (resisten) terhadap berbagai antibiotik. *Acinetobacter baumannii* juga diketahui tahan (reisten) terhadap sabun dan antiseptik konvensional sehingga kontaminasi koloni bakteri ini pada tangan petugas kesehatan mudah terjadi. (Mulyanto,2015)

#### 2.4.2 Bakteri *Bacillus subtilis*

*Bacillus subtilis* merupakan salah satu bakteri yang banyak dikembangkan sebagai agens hayati untuk mengendalikan patogen tanaman. *Bacillus subtilis* termasuk bakteri gram positif, berbentuk batang, dapat tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob. Bakteri tersebut dapat membentuk endospora dan dapat bertahan hidup dalam waktu yang lama pada kondisi lingkungan yang tidak menguntungkan untuk pertumbuhannya. (Woitke, 2004). Ditambahkan Salimin (2015). Bakteri *Bacillus sp* merupakan bakteri Gram +, aerob atau fakultatif anaerob, berbentuk batang dan lurus, berukuran 0,5 – 2,5 x

1,2 – 1  $\mu\text{m}$ , bergerak dengan flagela peritrik, mampu membentuk endospora dan bermetabolisme chemoorganotrophs dengan fermentasi dan pernafasan.

Bakteri *Bacillus subtilis* termasuk dalam golongan bakteri gram positif, yang memiliki bentuk batang, merupakan bakteri yang mampu tumbuh pada kondisi aerob dan anaerob. Bakteri tersebut dapat membentuk endospora dan dapat bertahan hidup dalam jangka waktu yang lama pada kondisi lingkungan yang tidak mendukung untuk pertumbuhannya. *Bacillus subtilis* merupakan bakteri saprofit yang mampu bertahan dan berkembang biak pada sisa-sisa bahan organik. Berdasarkan sifat tersebut bakteri ini dapat ditumbuhkan dan diperbanyak pada limbah organik cair yang banyak tersedia di masyarakat seperti limbah air kelapa, air tahu dan molase maupun pada limbah cair industry (Khaeruni et al., 2013).

#### 2.4.3 Bakteri *Enterobacter gergoviae*

Spesies dari bakteri *Enterobacter* terutama bakteri *Enterobacter gergoviae* merupakan bakteri yang mudah ditemukan di lingkungan seperti air, limbah, tanah dan tumbuhan. Bakteri ini merupakan jenis bakteri gram negatif, berbentuk batang, mampu melakukan fermentasi, dan memiliki peritrichous ketika motil. Bakteri *Enterobacter gergoviae* merupakan bakteri yang umumnya rentan terhadap antibiotik (Grimont dan Patrick, 2006).

Bakteri *Enterobacter sp* merupakan salah satu jenis bakteri fakultatis anaerobik, merupakan jenis bakteri gram negatif, motil dengan bantuan flagellum pentrikus, memiliki bentuk bulat dengan diameter 0,6 - 1  $\mu\text{m}$ . Bakteri *Enterobacter sp* hanya mampu menggunakan senyawa sitrat dan asetat sebagai sumber karbonnya. Suhu optimum bagi pertumbuhan bakteri ini yaitu 37°C. bakteri *Enterobacter sp* sering dijumpai dalam air limbah, tanah dan beberapa perairan alamiah (Periame et al., 2013).

## 2.5. Parameter Limbah Cair

### 2.5.1 Histamin

Histamin merupakan indikator utama keracunan scombrotoksin. *Scombrotoksin* adalah toksin yang dihasilkan terutama oleh ikan-ikan famili *Scombroidae* seperti tuna, cakalang, tongkol, marlin, mackarel, dan sejenisnya (Lehane dan Olley 2000). Amina biogenik adalah kelompok senyawa organik biologis aktif biasanya dihasilkan oleh dekarboksilasi asam amino bebas. Histamin, yang merupakan biogenik yang paling penting, dapat menyebabkan keracunan akibat konsumsi makanan yang mengandung amina tinggi. Amina biogenik yang ada dalam berbagai makanan dan telah banyak dilaporkan ada pada produk ikan, daging, anggur, keju dan produk fermentasi. Fermentasi dari amina biogenik dalam makanan ini merupakan indikasi pembusukan makanan tergantung pada ketersediaan amino bebas. (Brinker et al., 2002)

Histidin bebas yang terdapat dalam jaringan tubuh ikan akan didekarboksilasi menjadi histamin oleh bakteri penghasil enzim histidin dekarboksilase. Kadar histamin yang tinggi dalam produk tuna dapat menyebabkan efek keracunan pada manusia, sehingga kadar histamine merupakan salah satu syarat mutu produk tuna. Pembentukan histamin dipengaruhi oleh beberapa faktor. Terdapat 3 faktor yang mempengaruhi kandungan histamin pada ikan, yaitu keberadaan bakteri histidin dekarboksilase, kandungan histidin bebas pada ikan, dan faktor lingkungan (suhu dan waktu penanganan) (Wicaksono, 2008)

### 2.5.2 pH

Pengukuran pH penting dilakukan pada air limbah, dikarenakan limbah suasana asam dapat menyebabkan racun yang berbahaya bagi lingkungan. Parameter pH lingkungan mempengaruhi proses pengolahan

biologis, kisaran pH yang baik yaitu antara 6.5-8.5. Daerah aktivitas pH bagi kehidupan mikroorganisme dibedakan atas tiga golongan yaitu mikroorganisme asedofilik, mikroorganisme mesofilik (Neutrofilik) dan mikroorganisme alkalifilik (Laili, et al., 2014)

Nilai pH sangat mempengaruhi aktivitas semua mikroorganisme terutama bakteri. Isolat bakteri yang ditumbuhkan kembali ke dalam limbah selama 6 hari dapat merubah kualitas limbah (Puspitasari 2006). Ditambahkan Setiadi et al (2007) Derajat keasaman atau pH air limbah memiliki pengaruh terhadap perubahan rasio BOD/COD air limbah. Rasio BOD/COD mengalami peningkatan maksimum pada pH netral dibandingkan pH basa pada kondisi netral bahan organik mengalami proses dekomposisi dengan lebih cepat.

### 2.5.3 BOD (Biological Oxygen Demand)

BOD (*Biological Oxygen Demand*) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan - bahan organik yang terdapat di dalam air. BOD adalah sejumlah oksigen terlarut yang diukur dalam milligram per liter yang dibutuhkan oleh mikroorganisme, khususnya bakteri, untuk mengoksidasi atau mendegradasi limbah menjadi bentuk komponen inorganik yang sederhana, dan memperbanyak sel bakteri. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan penduduk atau industri dan untuk mendesain system pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (Alaerts dan Santika 1984).

Oksigen merupakan salah satu gas terlarut di perairan alami dengan kadar bervariasi yang dipengaruhi oleh suhu, salinitas, turbulensi air dan tekanan atmosfer. Oksigen terlarut diperlukan untuk kelangsungan hidup

organisme di perairan, oksigen juga diperlukan dalam proses dekomposisi senyawa-senyawa organik menjadi senyawa anorganik. Sumber oksigen terlarut terutama berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer. Difusi oksigen ke dalam air terjadi secara langsung pada kondisi stagnan (diam) atau karena agitasi (pergolakan massa air) akibat adanya gelombang atau angin (Laili et al., 2014)

#### **2.5.4 COD (Chemical Oxygen Demand)**

COD atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana pengoksidannya adalah  $K_2Cr_2O_7$  atau  $KMnO_4$ . 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 (Alaerts dan Santika, 1984).

Nilai COD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik dalam air secara kimiawi. Jika bahan organik yang belum diolah dibuang ke badan perairan, maka bakteri akan menggunakan oksigen untuk proses pembusukannya. Nilai COD biasanya lebih tinggi dari pada nilai BOD karena bahan buangan yang dapat dioksidasi melalui proses kimia lebih banyak dari pada bahan buangan yang dapat dioksidasi melalui proses biologi (Muhajir, 2013)

#### **2.5.5 TSS (Total Suspended Solid)**

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah berat mg/L kering lumpur yang ada dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan embran berukuran 0,45 mikron. Analisa TSS atau padatan tersuspensi penting dilakukan untuk mengetahui kuantitas senyawa-senyawa organik dan anorganik yang larut

dalam air, mineral, dan garam. Aplikasi dalam penurunan nilai TSS digunakan sebagai dasar pengolahan dan pengawasan air minum atau air buangan (Muhajir, 2013)

TSS (*Total Suspended Solid*) atau padatan tersuspensi merupakan padatan yang tidak terlarut, mampu menyebabkan terjadinya kekeruhan air, dan padatan yang tidak dapat mengendap secara langsung. TSS adalah padatan tersuspensi yang terdiri dari partikel-partikel yang memiliki ukuran dan berat yang lebih kecil dari pada sedimen, seperti tanah liat, bahan organik tertentu dan sebagainya. Akibat padatan-padatan dari partikel-partikel tersebut mampu menyebabkan berkurangnya intensitas cahaya yang tersuspensi dalam air (Yulianti, 2011). Penentuan zat padat tersuspensi (TSS) berguna untuk mengetahui kekuatan pencemaran air limbah domestik, dan juga berguna untuk penentuan efisiensi unit pengolahan air (BAPPEDA, 1997).

#### **2.5.6 Minyak dan Lemak**

Minyak dan lemak merupakan salah satu parameter yang mampu mencemari perairan dan merupakan kelompok dari padatan. Padatan yang dimaksud disini yaitu padatan yang mengapung di atas permukaan air, akibat padatan tersebut menyebabkan lemak dan minyak mampu mencemari perairan. Minyak tidak dapat larut dalam air, jika perairan tercemar oleh minyak, maka minyak tersebut akan tetap mengapung (Kristanto, 2002).

Lemak yang ada pada limbah harus dihilangkan karena akan menutupi permukaan badan air sehingga mengganggu proses transfer oksigen ke air. Akibatnya akan berpengaruh pada keberlangsungan hidup organisme yang hidup di air tersebut karena kekurangan oksigen. Oleh karena itu, perlu dilakukan pengolahan sehingga limbah yang akan dibuang pada perairan diharapkan

sesuai dengan standar baku mutu yang ditetapkan. Pengolahan limbah ini dapat dilakukan secara kimia, fisika, dan biologis (Oktavia, 2012).

### 2.5.7 Ammonia

Amonia pada suatu perairan bersal dari urin dan fases yang dihasilkan ikan. Kandungan ammonia ada dalam jumlah yang relative kecil jika didalam perairan kandungan oksigen terlalu tinggi. Sehingga kandungan ammonia dalam perairan bertambah seiring dengan bertambahnya kedalaman. Pada dasar perairan kemungkinan terdapat ammonia dalam jumlah yang banyak disbanding perairan dibagian atasnya karena oksigen terlarut pada bagian dasar relative lebih kecil. (Siholoho, 2009)

Adanya aktivitas bakteri dalam air limbah menyebabkan perubahan nilai amoniak. Peningkatan nilai amoniak limbah terjadi karena adanya peningkatan aktivitas bakteri yang menguraikan bahan organik limbah. (Puspitasari 2006). Nitrogen dalam efluen instalasi pengolahan sekunder kebanyakan dalam bentuk senyawa amonia atau ammorimm, tergantung pada nilai pH. Senyawa amonia ini bersifat toksik terhadap ikan, Jika konsentrasinya cukup tinggi. Permasalahan lain yang berkaitan dengan amonia adalah penggunaan oksigen terlarut selama proses konversi dari amonia nien (Dikjen industri kecil menengah, 2007).