



**KANDUNGAN BOD, COD, TSS, pH, DAN MINYAK ATAU LEMAK PADA AIR  
LIMBAH DI *INLET* DAN *OUTLET* INDUSTRI *COLD STORAGE* UDANG  
(STUDI DI PT. PANCA MITRA MULTI PERDANA  
KAPONGAN-SITUBONDO)**

**SKRIPSI**

**Oleh  
Dila Maufilda  
NIM. 102110101054**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**



**KANDUNGAN BOD, COD, TSS, pH, DAN MINYAK ATAU LEMAK PADA AIR  
LIMBAH DI *INLET* DAN *OUTLET* INDUSTRI *COLD STORAGE* UDANG  
(STUDI DI PT. PANCA MITRA MULTI PERDANA  
KAPONGAN-SITUBONDO)**

**SKRIPSI**

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat dan mendapat gelar Sarjana Kesehatan Masyarakat

Oleh

**Dila Maufilda  
NIM. 102110101054**

**BAGIAN KESEHATAN LINGKUNGAN DAN KESEHATAN KESELAMATAN KERJA  
FAKULTAS KESEHATAN MASYARAKAT  
UNIVERSITAS JEMBER  
2015**

## PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, segala puji dan syukur atas karunia dan nikmat yang telah diberikan Allah SWT sehingga begitu banyak kelancaran dan petunjukNya yang dirasakan dalam penyelesaian skripsi ini. Bismillahirrahmannirrahim, skripsi ini saya persembahkan kepada:

1. Orang tua saya, Bapak Gatot Haruno dan Ibu Maryunaningsih. Terima kasih banyak atas segala pengorbanan, jerih payah, kesabaran, curahan kasih sayang, semangat, pengertian, lantunan doa yang selalu mengalir, dan apapun yang selalu diusahakan ada untuk saya sampai saat ini;
2. Mbah Mawati, Mbah Sumini dan Mbah Sabariman. Terima kasih banyak atas doa dan perhatian yang sampai saat ini diberikan;
3. Adekku yang sangat luar biasa, Ajud Tria Utomo. Terima kasih yang luar biasa.
4. Mas Bagus Sujud Winarno terima kasih banyak atas kepedulian dan semangatnya.

**MOTTO**

“Supaya kamu jangan putus asa atas sesuatu yang hilang dari kamu, dan supaya kamu jangan terlalu gembira terhadap apa yang telah diberikan-Nya kepadamu. Dan Allah tidak menyukai orang yang sombong lagi membanggakan diri.”

(Terjemah QS. Al Hadid:23)\*)

---

\*) Mansur, Yusuf. 2011. *Kun Fayakuun : Selalu Ada Harapan di Tengah Kesulitan*. Jakarta: Lini Zikrul Media Intelektual.

**PERNYATAAN**

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Dila Maufilda

NIM : 102110101054

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi yang berjudul "Kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak pada Air Limbah di *Inlet* dan *Outlet* Industri *Cold Storage* Udang (Studi di PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo)" adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali jika dalam pengutipan substansi disebutkan sumbernya, dan belum pernah diajukan pada institusi manapun, serta bukan karya jiplakan. Saya bertanggung jawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan skripsi ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa adanya tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 11 Juni 2015

Yang menyatakan,

Dila Maufilda

NIM. 102110101054

**SKRIPSI**

**KANDUNGAN BOD, COD, TSS, pH, DAN MINYAK ATAU LEMAK PADA AIR  
LIMBAH DI *INLET* DAN *OUTLET* INDUSTRI *COLD STORAGE* UDANG  
(STUDI DI PT. PANCA MITRA MULTI PERDANA KAPONGAN-  
SITUBONDO)**

Oleh

Dila Maufilda

NIM. 102110101054

Pembimbing

Dosen Pembimbing Utama : Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM.,M.Kes.

Dosen Pembimbing Anggota : Khoiron, S.KM., M.Sc.

**PENGESAHAN**

Skripsi berjudul ” Kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak pada Air Limbah di *Inlet* dan *Outlet* Industri *Cold Storage* Udang (Studi di PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo)” telah diuji dan disahkan oleh Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember pada :

Hari, Tanggal : Kamis, 25 Juni 2015

Tempat : Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Tim Penguji:

Ketua,

Sekretaris,

Anita Dewi Prahastuti S., S.KM.,M.Sc.  
NIP. 19780710 200312 2 001

Christyana Sandra, S.KM.,M.Kes.  
NIP. 19820416 201012 2 003

Anggota,

Neni Suharno Putri, ST.  
NIP. 19830912 200604 2 018

Mengesahkan

Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat,

Drs. Husni Abdul Gani, M.S.  
NIP 19560810 198303 1 003

**RINGKASAN**

**KANDUNGAN BOD, COD, TSS, pH, DAN MINYAK ATAU LEMAK PADA AIR LIMBAH DI *INLET* DAN *OUTLET* INDUSTRI *COLD STORAGE* UDANG;** Dila Maufilda; 102110101054; 2015; 104 halaman; Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember

Hasil laut yang melimpah khususnya udang memiliki keunggulan dalam pemasaran dan produksinya dalam peningkatan ekspor Indonesia. Industri *cold storage* merupakan industri penyimpanan produk beku yang dilakukan pada suhu antara  $-18^{\circ}\text{C}$  sampai  $-25^{\circ}\text{C}$  yang bertujuan untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas enzim agar produk lebih awet. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui pengolahan air limbah industri *cold storage* dan kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada air limbah di *inlet* dan *outlet* PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo. Jenis penelitian ini ialah penelitian deskriptif-observasional. Observasi dan wawancara dilakukan di lapangan pada Kepala bagian produksi dan Kepala bagian sanitasi industri terkait variabel-variabel yang diteliti. Variabel yang diteliti mencakup proses produksi, pengolahan air limbah, jenis limbah yang dihasilkan, dan kandungan parameter yang diuji (BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak). Dalam penelitian ini diperoleh hasil alur proses produksi industri *cold storage* yang terbagi dalam ruang proses potong kepala, reparasi, *soaking*, dan *packing*. Pengolahan air limbah industri menggunakan IPAL dengan mengaplikasikan teknik *horizontal roughing filter*, bak aerasi, dan bak pengolahan biologi menggunakan eceng gondok. Desain IPAL terdiri dari bangunan kolam peresapan dan kolam penyaringan terbuka, tanpa menggunakan atap. Pemeliharaan IPAL industri dilakukan dengan cara pengurasan, penggantian media, dan penyikatan dengan jangka waktu rata-rata satu sampai empat kali dalam sebulan. Limbah yang

dihasilkan industri ialah limbah padat jenis limbah organik berupa kepala, kulit, ekor, dan kaki udang dengan estimasi rata-rata seberat  $\pm 6986$  Kg perhari. Limbah cair industri yang dihasilkan industri berupa air bekas penggunaan proses produksi dengan estimasi rata-rata volume limbah cair sebesar  $\pm 345,6$  m<sup>3</sup> perhari. Hasil uji rata-rata kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada air limbah di *inlet* industri menunjukkan angka yang melebihi baku mutu. Mengacu pada Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 tentang baku mutu untuk air limbah industri *cold storage*. Sedangkan pada *outlet* industri diperoleh hasil uji rata-rata yang menunjukkan angka berada dibawah baku mutu air limbah. Kesimpulan dari penelitian ini ialah terjadi penurunan kandungan parameter yang diuji dengan persentase kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak masing-masing secara berurutan sebesar 38,64 %, 51,46 %, 49,91 %, 1,8 %, dan 33,36 %. Hasil uji *paired sample t test* menunjukkan bahwa terjadi penurunan secara signifikan pada parameter BOD, COD, TSS, dan minyak atau lemak.

**SUMMARY**

***BOD, COD, TSS, pH, AND OIL OR FAT CONTENTS IN WASTEWATER IN INLET AND OUTLET OF SHRIMP COLD STORAGE INDUSTRY;*** Dila Maufilda; 102110101054; 2015; 104 pages; Department of Environmental Health and Health Safety Occupation, Faculty of Public Health, University of Jember.

*Abundant sea products, especially shrimp, have advantages in marketing and production in Indonesia to increase exports. Cold storage industry is a storage industry for frozen products at temperatures between 18°C and -25°C which aims to inhibit the growth of microorganisms and enzyme activities in order that the products be more durable. This research was conducted to determine the wastewater treatment of cold storage industry and BOD, COD, TSS, pH, and oil or fat contents in wastewater at inlet and outlet of PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo. The type of this research is descriptive-observational. Observations and interviews were conducted in the field with the head of production section and the head of the industry sanitation section related to the variables studied. The variables studied included the production process, waste water treatment, type of waste generated, and the contents of parameters tested (BOD, COD, TSS, pH, and oil or fat). The research found the production process flow of cold storage industry divided into cutting process of shrimp head, reparation, soaking, and packing. The industrial wastewater treatment used techniques WWTP by applying horizontal roughing filter technique, aeration basin, and biological treatment basin using water hyacinth. WWTP design consisted of building of open infiltration and filtering ponds, without roofs. Maintenance of industrial WWTP was made by draining, media replacement, and brushing with an average term of once to four times a month. The wastes generated by the industry were solid wastes of organic waste type in the form of shrimp heads, shells, tails, and legs with the average estimated amount of  $\pm 6986$  kg*

*per day. Liquid industrial wastewater generated was in the form of used water of the production process with an estimated average wastewater volume of  $\pm 345.6 \text{ m}^3$  per day. The test results of average BOD, COD, TSS, pH, and oil or fat contents in wastewater in the industry inlet showed a figure that exceeded the quality standards referring to the East Java Governor Regulation No. 72 of 2013 concerning quality standards for wastewater of cold storage industry. Furthermore, in the industry outlet, it was shown that the average test results gains a figure below the wastewater quality standard. The conclusion of this research is that the contents of parameters experienced a decrease which was tested with the percentage of BOD, COD, TSS, pH, and the oil or fat contents each in row by 38.64%, 51.46%, 49.91%, 1.8 %, and 33.36%. The results of paired sample *t* test showed that there was a significant decrease in the parameters of BOD, COD, TSS, and oil or fat.*

## PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan kehadirat Tuhan Yang Maha Kuasa atas segala nikmat dan karunia-Nya, sehingga terselesaikannya penyusunan skripsi dengan judul *Kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak pada Air Limbah di Inlet dan Outlet Industri Cold Storage Udang (Studi di PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo)*, sebagai salah satu persyaratan akademis dalam rangka menyelesaikan Program Pendidikan S-1 Kesehatan Masyarakat di Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember dan untuk mengetahui pengolahan air limbah industri dan kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada air limbah di *inlet* dan *outlet* industri *cold storage* PT. PMMP Kapongan-Situbondo dalam upayanya menurunkan zat pencemar air limbah sebelum dibuang ke badan air penerima (sungai).

Penulis menyadari bahwa skripsi ini tidak akan selesai dengan baik tanpa bantuan dan sumbangan pemikiran dari berbagai pihak, untuk itu penulis menyampaikan rasa terima kasih yang sebesar-besarnya kepada **Ibu Anita Dewi Moelyaningrum, S.KM., M.Kes. dan Bapak Khoiron S.KM., M.Sc.** selaku dosen pembimbing yang telah meluangkan waktunya dalam membimbing dengan penuh kesabaran hingga skripsi ini dapat terselesaikan dan terima kasih sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Drs. Husni Abdul Gani, MS., selaku Dekan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
2. Ibu Anita Dewi PS, S.KM, M.Sc., selaku Ketua Penguji dan Ketua Bagian Kesehatan Lingkungan dan Kesehatan Keselamatan Kerja Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;

3. Ibu Christyana Sandra, S.KM., M.Kes., selaku Sekertaris Penguji dari Bagian Administrasi Kebijakan Kesehatan Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Jember;
4. Ibu Neni Suharno Putri, S.T., selaku penguji anggota dari Kantor Lingkungan Hidup Kabupaten Jember;
5. Industri *Cold Storage* Udang PT Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo yang telah memberikan ijin dan memfasilitasi selama proses pengambilan bahan penelitian;
6. Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Negeri Jember yang telah membantu dan bekerjasama demi terselesainya penelitian ini;
7. Sahabat-sahabat saya Uuk, Ike, Ninif, Eka, Twino (Ratna), Hendra, Mahfud, Vara, Ucup, Abang Aji, Tomi, Fajar, Baba, Kafi, Memed, Daddy, Mohen, Pepenk, Yudha, Rumi terima kasih telah menjadi “*the real bestfriends*” yang membantu serta membakar semangat saya selama ini;
8. Mbak dan mas saya Mbak Mitya, Mbak Kiki, Mbak Ika, Mbak Fitri, Mas Adit, terima kasih telah membantu, memotivasi, dan mendoakan kelancaran penyelesaian skripsi saya sampai saat ini;
9. Sahabat-sahabat Magang BLH Provinsi Jatim (Dini, Dilladonk, dan Oksi) terima kasih telah menemani perjuangan di saat detik terakhir;
10. Sahabat seperjuangan di peminatan Kesling 2010, terima kasih untuk waktu canda dan tawa serta motivasi yang tak kunjung henti kita bangun bersama;
11. Teman-teman FKM-UJ angkatan 2010, terima kasih atas kebersamaan, semangat dan dukungan yang telah diberikan selama kuliah dan dalam penyusunan skripsi ini;
12. Semua guru-guru serta Bapak dan Ibu dosen yang ikhlas membimbing dan memberikan ilmunya, semoga berkah dan mendapatkan balasan berlipat ganda dari-Nya. Aamiin yaa Rabbal’aalamiin;
13. Serta semua pihak yang telah membantu dalam penyusunan skripsi ini yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih belum sempurna. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran dari semua pihak demi kesempurnaan penyusunan skripsi ini. Atas perhatian dan dukungannya, penulis menyampaikan terima kasih.

Jember, 11 Juni 2015

Penulis



**DAFTAR ISI**

|                                      | Halaman |
|--------------------------------------|---------|
| <b>HALAMAN JUDUL</b> .....           | i       |
| <b>HALAMAN PERSEMBAHAN</b> .....     | ii      |
| <b>HALAMAN MOTTO</b> .....           | iii     |
| <b>HALAMAN PERNYATAAN</b> .....      | iv      |
| <b>HALAMAN PEMBIMBINGAN</b> .....    | v       |
| <b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....      | vi      |
| <b>ABSTRAK</b> .....                 | vii     |
| <b>RINGKASAN</b> .....               | viii    |
| <b>PRAKATA</b> .....                 | x       |
| <b>DAFTAR ISI</b> .....              | xiv     |
| <b>DAFTAR TABEL</b> .....            | xvii    |
| <b>DARTAR GAMBAR</b> .....           | xviii   |
| <b>DAFTAR SINGKATAN</b> .....        | xix     |
| <b>DARTAR ARTI LAMBANG</b> .....     | xx      |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....         | xx      |
| <b>BAB 1. PENDAHULUAN</b> .....      | 1       |
| <b>1.1 Latar Belakang</b> .....      | 1       |
| <b>1.2 Rumusan Masalah</b> .....     | 3       |
| <b>1.3 Tujuan</b> .....              | 4       |
| 1.3.1 Tujuan Umum .....              | 4       |
| 1.3.2 Tujuan Khusus .....            | 4       |
| <b>1.4 Manfaat</b> .....             | 4       |
| 1.4.1 Manfaat Teoritis.....          | 4       |
| 1.4.2 Manfaat Praktis .....          | 4       |
| <b>BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA</b> ..... | 6       |

|  |    |
|--|----|
| <b>2.1 Industri Cold Storage</b> .....                             | 6  |
| 2.1.1 Definisi <i>Cold Storage</i> Udang.....                      | 6  |
| 2.1.2 Proses Produksi <i>Cold Storage</i> Udang.....               | 6  |
| <b>2.2 Air Limbah</b> .....  | 11 |
| 2.2.1 Karakteristik Limbah Cair Industri <i>Cold Storage</i> ..... | 12 |
| 2.2.2 Parameter Air Limbah .....                                   | 14 |
| <b>2.3 Pengolahan Air Limbah</b> .....                             | 18 |
| <b>2.4 Pengolahan Aerob</b> .....                                  | 23 |
| <b>2.5 Dampak Air Limbah</b> .....                                 | 24 |
| 2.5.1 Terhadap Kesehatan .....                                     | 25 |
| 2.5.2 Terhadap Biotik.....   | 25 |
| <b>2.6 Baku Mutu Air Limbah Industri Cold Storage</b> .....        | 26 |
| 2.6.1 Derajat Keasaman (pH).....                                   | 26 |
| 2.6.2 <i>Total Suspended Solid</i> .....                           | 27 |
| 2.6.3 Amonia Total.....  | 28 |
| 2.6.4 Khlor Bebas.....   | 29 |
| 2.6.5 <i>Biological Oxygen Demand</i> (BOD).....                   | 30 |
| 2.6.6 <i>Chemical Oxygen Demand</i> (COD).....                     | 31 |
| 2.6.7 Minyak atau Lemak.....                                       | 32 |
| <b>2.7 Kerangka Teori</b> .....                                    | 34 |
| <b>2.8 Kerangka Konseptual</b> .....                               | 35 |
| <b>BAB 3. METODE PENELITIAN</b> .....                              | 37 |
| <b>3.1 Jenis Penelitian</b> .....                                  | 37 |
| <b>3.2 Tempat dan Waktu Penelitian</b> .....                       | 37 |
| <b>3.3 Objek Penelitian</b> .....                                  | 38 |
| 3.3.1 Populasi Penelitian.....                                     | 38 |
| 3.3.2 Sampel Penelitian .....                                      | 38 |
| 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel .....                              | 38 |
| 3.3.4 Titik Pengambilan Sampel.....                                | 39 |

|  |    |
|--|----|
| <b>3.4 Variabel dan Definisi Operasional</b> .....   | 43 |
| <b>3.5 Prosedur Penelitian</b> .....   | 46 |
| 3.5.1 Pengambilan Sampel.....  | 46 |
| 3.5.2 Pemeriksaan Kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak.....  | 46 |
| <b>3.6 Data dan Sumber Data</b> .....  | 52 |
| <b>3.7 Teknik Pengumpulan Data</b> .....   | 52 |
| <b>3.8 Teknik Penyajian dan Analisis Data</b> .....  | 54 |
| <b>3.9 Kerangka Alur Penelitian</b> .....  | 55 |
| <b>BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN</b> .....   | 53 |
| <b>4.1 Gambaran Umum</b> .....   | 56 |
| 4.1.1 Proses Produksi .....  | 58 |
| <b>4.2 Jenis Limbah yang Dihasilkan</b> .....  | 66 |
| 4.2.1 Limbah Padat .....   | 66 |
| 4.2.2 Limbah Cair .....  | 67 |
| <b>4.3 Pengolahan Air Limbah dan Pemeliharaan IPAL</b> .....   | 70 |
| 4.3.1 Pengolahan Air Limbah .....  | 70 |
| 4.3.2 Pemeliharaan IPAL.....   | 74 |
| <b>4.4 Hasil Kandungan dan Penurunan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak di <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i></b> .....        | 75 |
| 4.4.1 Kandungan BOD di <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> .....  | 76 |
| 4.4.2 Kandungan COD di <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> .....  | 79 |
| 4.4.3 Kandungan TSS di <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> .....  | 81 |
| 4.4.4 Nilai pH di <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> .....   | 83 |
| 4.4.5 Kandungan Minyak atau Lemak di <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i> .....  | 85 |
| <b>4.5 Hasil Penurunan Signifikan Kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak di <i>Inlet</i> dan <i>Outlet</i></b> ..... | 87 |
| <b>BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN</b> .....   | 94 |
| <b>5.1 Kesimpulan</b> .....  | 94 |

|                             |           |
|-----------------------------|-----------|
| <b>5.2 Saran .....</b>      | <b>95</b> |
| <b>DAFTAR PUSTAKA .....</b> | <b>97</b> |
| <b>LAMPIRAN</b>             |           |



**DAFTAR TABEL**

|   | Halaman |
|---|---------|
| Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Industri <i>Cold Storage</i> .....                       | 13      |
| Tabel 2.2 Baku Mutu Lingkungan Limbah Cair Industri <i>Cold Storage</i> .....           | 26      |
| Tabel 3.1 Variabel, Definisi Operasional, Skala Data, Cara Pengukuran, dan Satuan ..... | 43      |
| Tabel 4.1 Estimasi Berat Limbah Kepala Udang.....                                       | 68      |
| Tabel 4.2 Estimasi Berat Limbah Kulit Udang.....  | 68      |
| Tabel 4.3 Estimasi Volume Limbah Cair di <i>Inlet</i> .....                             | 69      |
| Tabel 4.5 Persentase Penurunan Rerata Parameter Uji.....                                | 87      |
| Tabel 4.6 Penurunan Signifikan Kandungan Parameter Uji.....                             | 88      |

**DAFTAR GAMBAR**

|   | Halaman |
|---|---------|
| Gambar 2.1 Diagram Alir Proses Pembekuan Udang .....                    | 10      |
| Gambar 2.2 Kerangka Teori .....   | 34      |
| Gambar 2.3 Kerangka Konseptual .....                                    | 35      |
| Gambar 3.1 Waktu Pengambilan Sampel.....                                | 40      |
| Gambar 3.2 Penentuan Titik Sampel pada <i>Inlet</i> .....               | 41      |
| Gambar 3.3 Penentuan Titik Sampel pada <i>Outlet</i> .....              | 42      |
| Gambar 3.4 Denah Pengolahan Air Limbah dan Titik Pengambilan Sampel.... | 40      |
| Gambar 3.5 Kerangka Alur Penelitian .....                               | 55      |
| Gambar 4.1 Diagram Alur Proses Produksi dan Limbah yang Dihasilkan..... | 65      |
| Gambar 4.2 Grafik Kandungan dan Penurunan BOD .....                     | 76      |
| Gambar 4.3 Grafik Kandungan dan Penurunan COD.....                      | 79      |
| Gambar 4.4 Grafik Kandungan dan Penurunan TSS.....                      | 81      |
| Gambar 4.5 Grafik Penurunan pH.....                                     | 83      |
| Gambar 4.6 Grafik Kandungan dan Penurunan Minyak atau Lemak .....       | 85      |

**DAFTAR SINGKATAN**

|   |                                   |
|---|-----------------------------------|
| BOD   | = <i>Biological Oxygen Demand</i> |
| C   | = celcius                         |
| Cd  | = kadmium                         |
| Cl  | = klorida                         |
| Cl <sub>2</sub>                               | = khlor                           |
| CO <sub>2</sub>                               | = karbon dioksida                 |
| COD   | = <i>Chemical Oxygen Demand</i>   |
| Cu  | = cuprum                          |
| DO  | = <i>Dissolved Oxygen</i>         |
| Fe  | = ferrum                          |
| H <sub>2</sub> O                              | = air                             |
| HCl   | = asam klorida                    |
| Hg  | = hydrargyrum                     |
| IPAL  | = Instalasi Pengolahan Air Limbah |
| K <sub>2</sub> Cr <sub>2</sub> O <sub>7</sub> | = kalium dikromat                 |
| Kg  | = kilogram                        |
| m <sup>3</sup> /hari                          | = millimeter kubik per hari       |
| Mg  | = magnesium                       |
| mg/l  | = milligram per liter             |
| NH <sub>3</sub>                               | = nitrat                          |
| NH <sub>3</sub> -N                            | = amoniak total                   |
| NH <sub>4</sub> +                             | = ion ammonium                    |
| Ni  | = nikel                           |
| O <sub>2</sub>                                | = oksigen                         |
| Pb  | = plumbum                         |
| pH  | = <i>potential of hydrogen</i>    |
| SNI   | = Standar Nasional Indonesia      |
| TSS   | = <i>Total Suspended Solid</i>    |
| WIB   | = Waktu Indonesia Barat           |
| Zn  | = zink                            |

**DAFTAR ARTI LAMBANG**

|   |                          |
|---|--------------------------|
| % | = persen                 |
| ± | = kurang lebih           |
| - | = negatif                |
| > | = lebih dari             |
| < | = kurang dari            |
| - | = sampai dengan          |
| ° | = derajat                |
| ≥ | = lebih dari sama dengan |
| / | = per                    |
| x | = kali                   |
| = | = sama dengan            |



**DAFTAR LAMPIRAN**

LAMPIRAN 1. Lembar Wawancara

LAMPIRAN 2. Lembar Observasi

LAMPIRAN 3. Hasil Uji Laboratorium

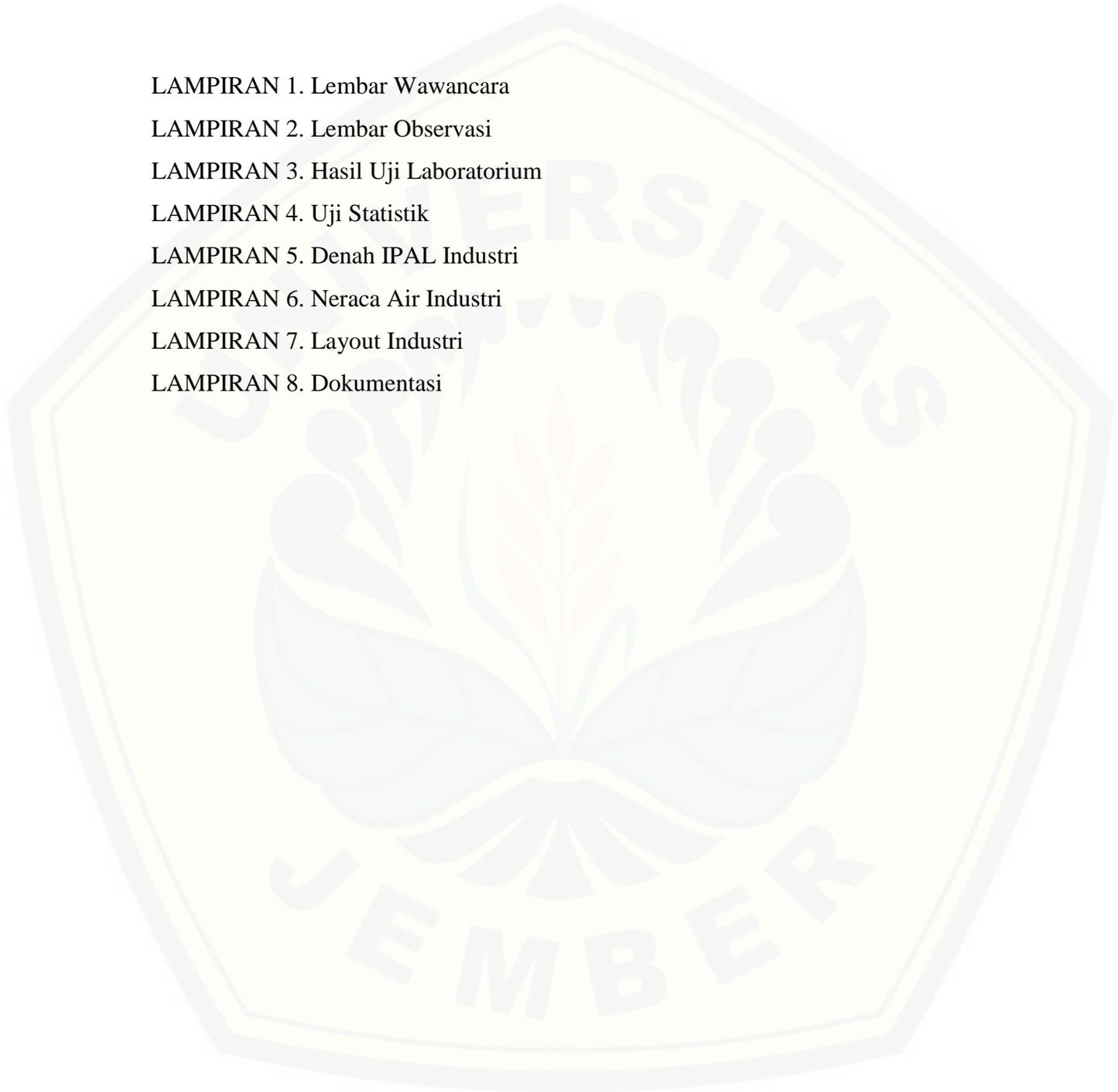
LAMPIRAN 4. Uji Statistik

LAMPIRAN 5. Denah IPAL Industri

LAMPIRAN 6. Neraca Air Industri

LAMPIRAN 7. Layout Industri

LAMPIRAN 8. Dokumentasi



## BAB 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Hasil laut merupakan komoditas andalan di dalam peningkatan ekspor komoditas Indonesia. Komoditi hasil laut Indonesia khususnya udang mempunyai keunggulan dan peluang besar dari segi pemasaran dan produksinya di setiap daerah yang berbatasan langsung dengan laut dan pantai. Karena hal tersebut investor tertarik untuk melakukan pengembangan dalam memproduksi hasil laut Indonesia. Sehingga banyak bermunculan industri pengolah hasil laut yang berkembang di Indonesia, salah satunya ialah industri *cold storage*.

Industri *cold storage* merupakan industri penyimpanan beku produk yang dilakukan pada suhu antara - 18 °C sampai - 25 °C. Penyimpanan beku merupakan proses pengawetan dengan menurunkan suhu hingga dibawah titik beku air. Proses tersebut melibatkan pemindahan panas dari produk dengan penurunan temperatur yang akan menghambat pertumbuhan mikroorganisme dan aktivitas enzim di dalam produk sehingga produk menjadi lebih awet dan tidak mudah busuk.

Industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT. PMMP) yang terletak di Kapongan-Situbondo merupakan salah satu industri pembekuan udang yang terdapat di daerah Jawa Timur, Indonesia. Bahan baku industri tersebut ialah udang *venamei* (*Litopenaeus vennamei*) yang menjadi salah komoditi penting perairan karena kandungan gizinya yang tinggi. Berdasarkan hasil identifikasi awal, proses produksi industri *cold storage* PT. PMMP terdiri dari beberapa tahapan hingga menjadi produk udang beku. Proses tersebut terdiri dari penerimaan bahan baku, penampungan, pencucian, penimbangan, pemotongan kepala, sortasi, penyusunan produk, penambahan air, pembekuan produk, proses *glazing*, pengemasan, *metal detecting* serta penyimpanan produk beku.

Rata-rata estimasi kebutuhan air baku yang digunakan industri sebesar 217 m<sup>3</sup> per harinya, dan dihasilkan limbah cair dari penggunaan air baku tersebut. Industri

juga menghasilkan limbah udang yaitu berupa kulit, kepala, ekor, dan kaki. Menurut penelitian Sanusi (2004) akibat dari proses produksi udang beku didapati limbah hasil samping berupa kepala (*carapace*) dan kulit (*peeled*) yang menimbulkan masalah pencemaran lingkungan. Hasil samping tersebut dapat mencapai 25% dari *total catch*. Walaupun hasil samping telah dimanfaatkan, namun jumlah yang dimanfaatkan tidak seberapa jika dibandingkan dengan jumlah limbah yang ada.

Proses operasi utama industri termasuk penerimaan produk, penyortiran, dan penimbangan, persiapan, perendaman, proses produksi seperti kloronisasi, pengemasan, dan pengepakan merupakan sumber penghasil limbah pada industri *cold storage*. Apabila tidak ditangani secara tepat dapat mengganggu lingkungan dan kesehatan manusia (Colic *et al.*, 2011). Meningkatnya jumlah limbah pembekuan udang merupakan masalah yang perlu dikelola dengan tepat. Hal tersebut tidak saja memberikan nilai tambah bagi industri pengolah namun juga dapat memberikan dampak masalah pencemaran lingkungan, terutama masalah bau yang timbul dan estetika yang kurang baik (Manjang, 1993).

Berdasarkan data sekunder yang diperoleh, kualitas air limbah pada bulan Agustus 2014 yang diambil dari *outlet* PT. PMMP diketahui parameter BOD, COD, TSS air limbah industri menunjukkan hasil hampir mendekati bahkan melebihi baku mutu air limbahnya yang mengacu pada Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013. Kandungan BOD sebesar 99,80 mg/l, COD sebesar 258,10 mg/l, dan TSS sebesar 71,20 mg/l. Ketiga parameter tersebut menunjukkan peningkatan yang fluktuatif pada bulan-bulan sebelumnya di tahun 2014. Ketiganya mempengaruhi pH air limbah industri karena dalam industri semacam ini mengandung berbagai asam organik yang dapat meningkatkan keasaman air buangan (Fardiaz, 1996). Hasil laporan uji kualitas air sungai Simajid yang dilakukan oleh industri pada bulan Juli 2014 menunjukkan hasil kandungan parameter BOD sebesar 8,7 mg/L yang melebihi standar baku mutu Peraturan Daerah Jatim No. 2 Tahun 2008.

Menurut hasil penelitian yang dilakukan Sjafei (2002), tingginya kadar COD air limbah industri pengolah hasil laut disebabkan karena pemakaian bahan kimia

tertentu seperti klorin, antioksidan, dan bahan-bahan lainnya. Air limbah yang dihasilkan industri *cold storage* mengandung banyak protein dan lemak yang memiliki kadar BOD dan TSS cukup tinggi. Kandungan zat pencemar yang berbeda bergantung pada setiap industri yang memiliki caranya masing-masing untuk meningkatkan produksinya. Cara tersebut dipengaruhi oleh jenis bahan mentah yang digunakan, kesegaran, serta jenis produk akhir yang dihasilkan (Gonzales, 1996). Keberadaan BOD pada air limbah dikarenakan kandungan nitrogen yang berasal dari darah dan hasil proses pembersihan bahan baku produk industri *cold storage*.

Minyak atau lemak ditemukan mengapung di atas permukaan air meskipun sebagian terdapat dibawah permukaan air. Lemak sukar diuraikan oleh bakteri namun dapat terhidrolisis oleh alkali sehingga membentuk senyawa sabun yang mudah larut, namun hal tersebut menimbulkan permasalahan baru berupa dampak pencemaran kimia (Metcalf *et al.*, 2003). Asam lemak rantai pendek hasil dekomposisi bahan organik juga menyebabkan bau busuk. Adanya minyak dan lemak di permukaan air akan menghambat proses biologis dalam air, lingkungan anaerobik dan menghasilkan gas yang berbau (Suyasa, 2011). Berdasarkan paparan yang telah disampaikan, penulis ingin mengetahui pengolahan air limbah industri *cold storage* PT. PMMP Kapongan-Situbondo. Serta kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada air limbah di *inlet* dan *outlet* industri dalam mengupayakan untuk menurunkan zat pencemar air limbah sebelum dibuang ke badan air penerima (sungai).

## 1.2 Rumusan Masalah

Dari latar belakang diatas, maka perumusan masalah yang dapat diambil ialah “Bagaimana pengolahan air limbah industri dan kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada air limbah di *inlet* dan *outlet* industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo ?”.

## 1.3 Tujuan

### 1.3.1 Tujuan Umum

Untuk mengetahui pengolahan air limbah industri *cold storage* dan kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada air limbah di *inlet* dan *outlet* PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo.

### 1.3.2 Tujuan Khusus

1. Menggambarkan proses produksi udang beku industri *cold storage* di PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo.
2. Menggambarkan pengolahan air limbah industri *cold storage* di PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo.
3. Mengidentifikasi jenis limbah industri *cold storage* di PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo.
4. Menganalisis kualitas air limbah berdasarkan parameter BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada air limbah *inlet* dan *outlet* industri *cold storage* di PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo.

## 1.4 Manfaat

### 1.4.1 Manfaat Teoritis

Penelitian ini dapat memberikan manfaat terhadap keilmuan Kesehatan Masyarakat terutama bagian Kesehatan Lingkungan terkait pengolahan air limbah industri *cold storage* yang dilaksanakan di salah satu industri pembekuan udang *venamei* yaitu PT. Panca Mitra Multi Perdana Kapongan-Situbondo.

### 1.4.2 Manfaat Praktis

1. Bagi Pihak Terkait
  - a. Industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana

Hasil dari penelitian ini dapat menjadi referensi ataupun tambahn saran dan masukan untuk pengembangan sistem pengolahan air limbah industri

*cold storage* sehingga hasil parameter kualitas air limbahnya memenuhi baku mutu air limbah sesuai ketentuan sebelum dibuang ke lingkungan.

## b. Kantor Lingkungan Hidup

Hasil dari penelitian ini dapat menjadi data atau referensi untuk melakukan pengawasan penataan lingkungan terhadap pemenuhan baku mutu air limbah industri sehingga mampu mengambil tindakan awal dalam menindak lanjut industri yang tidak memenuhi baku mutu air limbahnya guna mencegah timbulnya pencemaran lingkungan yang akan memberikan dampak terhadap kesehatan manusia di sekitar tempat industri tersebut.

## 2. Bagi Masyarakat

Hasil dari penelitian ini dapat memberikan informasi kepada masyarakat untuk mau membantu menjaga lingkungan dan mau waspada terhadap dampak dari pembuangan air limbah industri.

## 3. Bagi Peneliti

Hasil penelitian ini dapat memberikan pengetahuan yang lebih dan menambah wawasan peneliti yang terjadi di lapangan serta memberikan pengalaman tersendiri sebagai bekal di dunia kerja.

## BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Industri *Cold Storage*

#### 2.1.1 Definisi *Cold Storage*

Pembekuan (*cold storage*) merupakan suatu cara pengawetan bahan pangan dengan cara pembekuan bahan pada suhu di bawah titik beku pangan tersebut. Dengan membekunya sebagian kandungan air bahan atau dengan terbentuknya es sehingga ketersediaan air menurun, maka kegiatan enzim dan jasad renik dapat dihambat atau dihentikan sehingga dapat mempertahankan mutu bahan pangan (Effendi, 2009).

Menurut Murniyati dan Sunarman (2000), *cold storage* berarti mengubah kandungan cairan menjadi es. Ikan mulai membeku pada suhu antara -0,6 sampai -2 °C, atau rata-rata pada -1 °C. Suhu di mana cairan itu membeku seluruhnya disebut dengan *eutectic point* yang terletak antara -55 °C dan -65 °C. Pada umumnya pembekuan sampai -12 °C atau -30 °C dianggap telah cukup, tergantung pada jangka waktu penyimpanan yang direncanakan.

Proses pembekuan terjadi secara bertahap dari permukaan sampai pusat bahan. Pada permukaan bahan, pembekuan berlangsung cepat sedangkan pada bagian yang lebih dalam, proses pembekuan berlangsung lambat. Pada awal proses pembekuan, terjadi fase *precooling* dimana suhu bahanditurunkan dari suhu awal ke suhu titik beku. Pada tahap ini semua kandungan air bahan berada pada keadaan cair. Setelah tahap *precooling* terjadi tahap perubahan fase, pada tahap ini terjadi pembentukan kristal es (Effendi, 2009).

#### 2.1.2 Proses Produksi *Cold Storage* Udang

Menurut Hadiwiyoto (1993), secara garis besar proses pembekuan udang meliputi tahapan-tahapan sebagai berikut :

## a. Penampungan udang

Seringkali karena banyaknya udang yang dapat dikumpulkan oleh pabrik, maka udang tidak dapat diproses pada waktu yang bersamaan. Oleh karena itu untuk menjaga agar supaya udang tidak menjadi rusak, maka udang-udang yang belum sempat diproses atau udang-udang yang sedang menunggu diproses lebih lanjut ditempatkan pada wadah-wadah yang berisi air dingin bersuhu 0 sampai 6 °C.

## b. Sortasi

Tujuan sortasi untuk mendapatkan hasil yang seragam, baik dalam hal kesegarannya, ukurannya, jenisnya, maupun mutunya. Oleh karena itu sortasi ini dikerjakan beberapa kali. Biasanya mula-mula dilakukan sortasi mutu, kemudian jenisnya, lalu ukurannya. Ditambahkan oleh Masyamsir (2001), tujuan dari sortasi ialah memisahkan ikan atau hasil perikanan menurut jenis, ukuran dan tingkat kesegarannya. Pada tahap ini udang dipertahankan pada kondisi dingin dengan cara memberi es curah. Pemisahan bahan baku udang didasarkan pada tingkat kualitasnya. Parameter yang digunakan adalah tekstur, warna udang dan keutuhan udang. Spesifikasi standar mutu bahan baku udang putih (*white prawn*) kualitas utama (*first grade*) adalah sebagai berikut:

- 1) Daging keras
  - 2) Tubuh antar ruas kokoh
  - 3) Bau spesifik seperti udang segar
  - 4) Warna cemerlang dan dominan mengkilat pada warna dasar
  - 5) Lingkaran ruas kedua dan ketiga agak kendor, tetapi tidak sampai melingkar ke seluruh badan dan rongga yang membuka tidak sampai merobek daging
  - 6) Ekor tidak gripis
  - 7) Anggota badan lengkap termasuk ekor dan kaki renang
  - 8) Daging tekstur keras (elastisitas tinggi)
- ## c. Pemotongan kepala, penghilang genjer, dan pengupasan kulit

Proses pemotongan kepala udang harus dilakukan secara hati-hati dan sempurna. Pada bagian pemotongan kepala, udang dipisahkan antara bagian tubuhnya dengan bagian kepala. Pemisahan antara kepala dan tubuh tersebut dilakukan karena udang merupakan sumber kotoran yang mengandung bakteri sehingga kemungkinan dapat menurunkan mutu udang secara cepat dengan terjadinya pembusukan. Pemotongan yang sempurna harus menyisakan *hanging meat* yang sesuai standar yaitu panjangnya setengah dari panjang kaki renang pertama atau separuh dari penampang tubuh udang (Anjarsari, 2004).

Pengupasan kulit dikerjakan pada udang-udang yang akan dibekukan untuk memperoleh udang beku tanpa kulit dan kepala, *shell-off*. Tidak sama udang dipotong kepala dan atau dikupas kulitnya. jenis-jenis tertentu tidak mengalami pemotongan kepala atau pengupasan kulit.

#### d. Persiapan pembekuan

Setelah perlakuan pendahuluan selesai dikerjakan, tahap selanjutnya adalah persiapan untuk pembekuan udang. Persiapan pembekuan meliputi penimbangan dengan standar berat produk akhir, penyusunan pada wadah pembeku, dan pengemasan.

#### e. Penimbangan

Selain untuk mendapatkan keseragaman berat pada produk akhir, penimbangan juga sekaligus dilakukan sebagai usaha pengawasan hasil sortasi. Dengan mengetahui jumlah udang pada setiap kali penimbangan diketahui ukuran udang.

#### f. Pengaturan udang pada pan pembeku

Pengaturan udang pada pan-pan pembeku dikerjakan jika pengemasan dilakukan setelah pembekuan. Jika pengemasan dikerjakan sebelum udang dibekukan, maka sebagai gantinya pengaturan ini adalah pengaturan langsung pada wadah yang akan digunakan untuk pengemasan.

#### g. Pembekuan

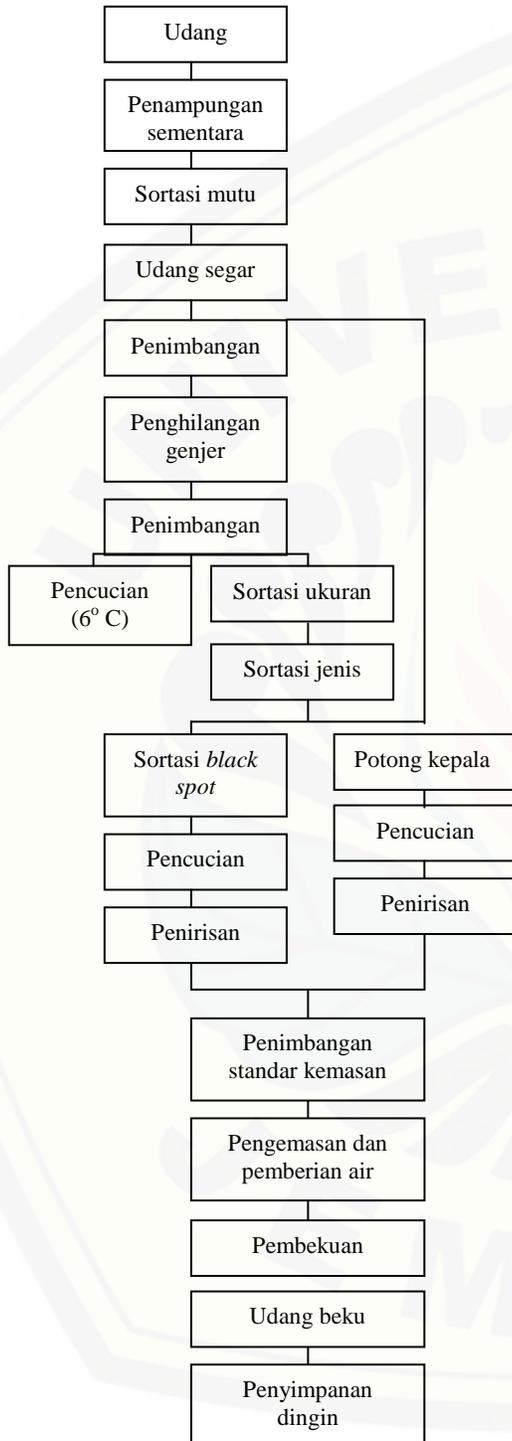
Setelah persiapan pembekuan selesai, maka udang-udang dibekukan di dalam alat pembekuan atau dalam ruang-ruang pembeku. Suhu pembekuan diatur serendah mungkin, biasanya  $-45\text{ }^{\circ}\text{C}$  sampai  $-35\text{ }^{\circ}\text{C}$  dan biasanya tidak pernah lebih tinggi daripada  $-30\text{ }^{\circ}\text{C}$ . Berbagai alat pembeku dapat digunakan, misalnya *contact freezer*, *cabinet freezer*, dan *air blast freezer*. Lamanya pembekuan bervariasi, tergantung pada besarnya kapasitas pembekuan.

Menurut Afrianto dan Liviawaty (2010), proses pembekuan produk bertujuan untuk mengawetkan sifat-sifat alami produk dengan cara menghambat aktivitas bakteri maupun aktivitas enzim. Selama proses pembekuan berlangsung, terjadi pemindahan panas dari tubuh produk yang bersuhu lebih tinggi ke *refrigerant* yang bersuhu rendah. Dengan demikian, kandungan air di dalam tubuh produk akan berubah bentuk menjadi kristal es yang membeku.

#### h. Penyimpanan

Penyimpanan udang beku dikerjakan pada ruang penyimpanan dingin (*cold storage room*). Ruang penyimpanan dingin ini berupa ruang yang cukup besar. Kondisinya diatur sejauh mungkin sam dengan kondisi pembekuan, terutama suhunya. Perbedaan antara suhu pada waktu pembekuan dan pada penyimpanan akan menyebabkan perubahan mutu udang beku.

Berikut gambar diagram alir proses pembekuan udang:



Gambar 2.1 Diagram Alir Pembekuan Udang (Hadiwiyoto, 1993)

## 2.2 Air Limbah

Menurut Metcalf *et al.* (1991) air limbah adalah kombinasi antara cairan dan air yang membawa sisa-sisa dari permukaan, bangunan komersil, perkantoran dan industri-industri yang mengalir beresama-sama dengan air hujan atau air permukaan yang mungkin ada. Adapun yang menyatakan bahwa air limbah memberikan efek dan gangguan buruk baik terhadap manusia maupun lingkungan (Sugiharto, 1987).

Beberapa contoh jenis air limbah menurut Soeparman dan Suparmin (2002) antara lain air limbah industri, pemukiman, perkantoran, pertambangan, dan lain-lain. Sedangkan karakteristik air limbah dibagi menjadi beberapa sifat sebagai berikut:

### a. Sifat fisik

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Namun sifat fisik yang penting adalah warna, bau, adanya endapan atau zat tersuspensi dari lumpur limbah dan temperatur (Sakti, 2005).

Jumlah endapan pada contoh air merupakan sisa penguapan dari contoh air limbah pada suhu 103 sampai dengan 105 °C. Beberapa komposisi air limbah akan hilang apabila dilakukan pemanasan secara lambat. Jumlah total endapan terdiri dari benda-benda yang mengendap, terlarut, tercampur. Untuk melakukan pemeriksaan ini dapat dilakukan dengan mengadakan pemisahan air limbah dengan memperhatikan besar-kecilnya partikel yang terkandung di dalamnya. Dengan mengetahui besar-kecilnya partikel yang terkandung di dalam air akan memudahkan kita di dalam memilih teknik pengendapan yang akan diterapkan sesuai dengan partikel yang ada di dalamnya.

Air limbah yang mengandung partikel dengan ukuran besar memudahkan proses pengendapan yang berlangsung, sedangkan apabila air limbah tersebut berisikan partikel yang sangat kecil ukurannya akan menyulitkan dalam proses pengendapan, sehingga untuk mengendapkan benda ini haruslah dipilih cara pengendapan yang lebih baik dengan teknologi yang sudah canggih (Sugiharto, 1987).

## b. Sifat kimia

Kandungan bahan kimia yang terkandung dalam air limbah pada umumnya dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Adapun bahan kimia yang penting dalam air limbah pada umumnya adalah bahan organik, protein, karbohidrat, minyak dan lemak, deterjen, fenol, bahan anorganik, pH, klorida, basa, sulfur, zat beracun, logam berat, (Ni, Zn, Mg, Cd, Pb, Cu, Fe, Hg), metana, nitrogen, fosfor dan gas (O<sub>2</sub>). Bahan-bahan organik yang terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan berbahaya jika bahan tersebut merupakan bahan berbahaya (Sakti dan Siregar, 2005).

## c. Sifat biologi

Pemeriksaan biologis di dalam air dan air limbah bertujuan untuk memisahkan keberadaan bakteri-bakteri patogen di dalam air limbah. Keterangan biologis ini diperlukan untuk mengukur kualitas air terutama bagian air yang digunakan sebagai air minum serta untuk keperluan kolam renang. Karakteristik biologis terdiri dari mikroorganisme yang terdapat di dalam air limbah seperti bakteri, virus, jamur, ganggang, *protozoa*, *rotifera* (hewan bertulang belakang) dan *crustace* (kerang-kerangan) (Sakti dan Siregar, 2005).

### 2.2.1 Karakteristik Limbah Cair Industri *Cold Storage*

Limbah pada dasarnya adalah suatu bahan yang terbuang atau dibuang dari suatu sumber aktivitas manusia maupun proses alam dan belum mempunyai nilai ekonomis, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi negatif karena penanganan untuk membuang atau membersihkan memerlukan biaya yang cukup besar disamping dapat mencemari lingkungan. Menurut Laksmi dan Rahayu (1993), penanganan limbah yang kurang baik merupakan masalah di dalam usaha industri termasuk industri *cold storage* yang menghasilkan limbah pada usaha penangkapan, penanganan, pengangkutan, distribusi, dan pemasaran. Limbah sebagai buangan industri *cold storage* dikelompokkan menjadi tiga macam berdasarkan wujudnya yaitu limbah cair, limbah padat, dan limbah gas.

Limbah cair adalah bahan-bahan pencemar berbentuk cair. Air limbah adalah air yang membawa sampah (limbah) dari rumah tinggal, bisnis, dan industri yaitu campuran air dan padatan terlarut atau tersuspensi dapat juga merupakan air buangan dari hasil proses yang dibuang ke dalam lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri pengolahan ikan mempunyai pH mendekati 7 (netral), yang disebabkan oleh adanya dekomposisi bahan-bahan yang mengandung protein dan banyaknya senyawa-senyawa amonia. Kandungan limbah cair industri *cold storage* tergantung pada derajat kontaminasi dan juga mutu air yang digunakan untuk proses (Gonzales, 1996).

Bau yang timbul dari limbah cair perikanan disebabkan oleh dekomposisi bahan-bahan organik yang menghasilkan senyawa amina mudah menguap, diamina dan amoniak. Limbah cair industri *cold storage* memiliki kandungan nutrisi, minyak, dan lemak yang tinggi sehingga menyebabkan tingginya nilai COD (Sari, 2005).

Karakteristik limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri tersebut. Rata-rata sebesar 85 sampai 90 % dari jumlah air yang dipergunakan dalam industri akan menjadi air limbah. Limbah cair yang dihasilkan oleh suatu pabrik terutama berasal dari berbagai proses yang berlangsung di dalamnya. Selain jenis dan besar kecil industri, hal yang tidak kalah penting adalah sikap mental para pekerja di pabrik dalam memanfaatkan air bersih untuk melakukan kegiatan-kegiatan tersebut. Makin banyak jumlah air yang digunakan, maupun makin banyak bahan-bahan asing yang masuk ke dalam air buangan akan mengakibatkan semakin sulitnya pengolahan yang harus diterapkan untuk memperbaiki mutu air buangan tersebut (Suryadiputra, 1995).

Limbah cair industri *cold storage* memiliki karakteristik yang berbeda tergantung pada jenis komoditi yang digunakan dan jenis produk yang dihasilkan serta jenis proses produksi yang dilakukan. Namun secara umum kuantitasnya besar dan memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Pada limbah industri *cold storage* jarang ditemukan bahan beracun ataupun logam berat. Sehingga analisis lebih

banyak dipusatkan pada unsur-unsur alam seperti pH, BOD, COD, TSS, kadar minyak dan bakteri koliform (Dian, 2001).

Limbah cair yang dihasilkan dari industri *cold storage* mengandung banyak protein dan lemak, akibatnya nilai BOD dan TSSnya cukup tinggi. Kadarnya berbeda-beda tergantung jenis industri sebab dalam industri manapun terdapat perbedaan yang dipengaruhi oleh tingkat produksi, jenis bahan mentah, kesegaran dan jenis produk akhir yang dihasilkan (Gonzales, 1996).

Dalam industri *cold storage* limbah cair dikeluarkan dalam volume yang tidak sama untuk setiap harinya dari industri sebab laju kesibukan yang cenderung berbeda. pada suatu waktu tertentu banyak sekali dikeluarkan ampas dan lemak cair yang terutama mengandung protein dan garam. Sedangkan pada waktu yang lain, air limbah yang dikeluarkan lebih dominan mengandung protein dan juga lemak. Walaupun demikian, parameter pencemaran yang terdapat dalam limbah industri *cold storage* tetap saja lebih dominan parameter organik seperti pH, BOD, COD, TSS, total nitrogen, amonia, nitrat, dan juga klorin (Hayati, 1998).

## 2.2.2 Parameter Air Limbah

Untuk mengetahui kualitas air ada beberapa cara yang dilakukan seperti melakukan analisa terhadap parameter fisik dan kimia. Beberapa parameter yang bisa digunakan berfungsi sebagai indikator air yang tercemar adalah sebagai berikut:

### a. Perubahan Suhu

Suhu air berbeda-beda sesuai dengan iklim dan musim, ukuran-ukuran suhu adalah berguna dalam memperlihatkan kecenderungan aktivitas-aktivitas kimiawi dan biologis, pengentalan, tekanan uap, tegangan permukaan dan nilai-nilai penjumlahan dari pada benda- benda padat dan gas. Tingkat oksidasi zat organik jauh lebih besar selama musim panas dari pada selama musim dingin. Nitrifikasi dari amonia secara kasar berlipat ganda dengan naiknya suhu sampai 10 °C.

Suhu perairan merupakan salah satu parameter fisik yang sangat penting bagi kehidupan biota air. Kelangsungan hidup dan pertumbuhan yang optimal setiap biota

mempunyai batas toleransi yang berbeda beda. Secara umum, suhu berpengaruh langsung terutama terhadap biota perairan berupa reaksi enzimatik pada organisme, namun tidak berpengaruh langsung terhadap struktur hewan air. Pada daerah tropis termasuk Indonesia, suhu permukaan laut berkisar antara 28 °C sampai dengan 31 °C dan pada daerah subtropis 15 °C sampai dengan 20 °C (Nontji, 1984).

Perubahan suhu dapat disebabkan adanya mesin pemanas dan pendingin, atau akibat proses pengolahan limbah bahan organik oleh bakteri anaerob. Pembusukan anaerobik juga sebagian besar dipengaruhi oleh perubahan suhu. terkadang pembusukan terjadi didaerah titik beku, sedangkan tingkatan pembusukan terjadi kira-kira empat kali lebih besar pada suhu 27 °C jika dibandingkan pada suhu 8 °C. Air panas hasil buangan suatu industri akan menyebabkan penurunan oksigen terlarut. Sedangkan pembuangan air dingin dapat menyebabkan terganggunya pertumbuhan mikroorganisme (Nontji, 1984).

### b. Kekeruhan

Kekeruhan dapat disebabkan karena adanya endapan, zat koloidal, zat organik yang terurai secara halus, jasad renik dan lumpur, serta bahan tersuspensi pada suatu bahan pencemar yang biasanya ditimbulkan oleh adanya bahan organik oleh buangan industri, debu, plankton atau organisme lainnya (Mahida, 1992). Nilai kekeruhan yang tinggi akan mempengaruhi tingkat penetrasi cahaya ke dalam air sehingga dapat mempengaruhi fotosintesis. Selain itu kekeruhan akan mengganggu organ-organ pernafasan dan alat penyaring makanan dari organisme perairan yang dapat menyebabkan kematian (Wardoyo, 1981).

### c. Perubahan Bau, Rasa, dan Warna

Bau air tergantung dari sumber airnya, dapat juga disebabkan oleh bahan-bahan kimia seperti adanya campuran dari nitrogen, sulfur, fosfor, protein dan bahan organik, serta adanya ganggang, plankton atau tumbuhan dan hewan air, baik yang hidup maupun yang sudah mati (Mahida, 1992). Air yang berbau dapat disebabkan oleh berbagai bahan yang terkandung didalamnya, seperti air yang berbau sulfid oleh

reduksi sulfat dengan adanya bahan-bahan organik dan mikroorganisme anaerob. Bau busuk yang menyerupai bau hidrogen sulfide menunjukkan adanya air limbah yang busuk. Kuat tidaknya bau yang dihasilkan tergantung pada jenis dan banyaknya gas yang ditimbulkan (Ginting, 2007).

Bau yang paling menyerang adalah bau yang berasal dari hidrogen sulfida. Pentingnya bau dalam penentuan kondisi air limbah ditunjukkan oleh kenyataan bahwa konsentrasi yang sangat kecil dari pada sesuatu zat tertentu dapat ditelesuri dari baunya. Misalnya konsentrasi dari kira-kira 0,037 mg/l ammoniak dapat menimbulkan bau ammoniak yang sedikit menyengat, konsentrasi 0,0011mg/l daripada hidrogen sulfida menyebarkan bau khas telur busuk, konsentrasi 0,0026 mg/l karbon disulfida menimbulkan bau yang tidak enak dan memuakkan (Wardhana, 1995).

Air dalam keadaan normal memiliki karakteristik yang bersih, tidak berwarna dan tidak mempunyai rasa. Biasanya perubahan warna dikarenakan adanya macam-macam warna bahan buangan dari suatu industri seperti industri tekstil. Namun belum tentu air berwarna lebih berbahaya daripada air yang tidak berwarna. Standar warna limbah, meliputi coklat muda, berumur enam jam berwarna abu-abu tua, sedangkan air limbah yang mengalami pembusukan oleh bakteri anaerob berwarna hitam. Sedangkan perubahan bau dapat dikarenakan kandungan protein yang berasal dari limbah industri, sedangkan perubahan rasa dikarenakan adanya perubahan asam dan basa atau tercampurnya bahan pencemar (Hadihardja, 1977).

#### d. *Dissolved Oxygen* (DO)

Oksigen terlarut dalam perairan merupakan faktor penting sebagai pengatur metabolisme tubuh organisme untuk tumbuh dan berkembang biak. Sumber oksigen terlarut dalam air berasal dari difusi oksigen yang terdapat di atmosfer, arus atau aliran air melalui air hujan serta aktivitas fotosintesis oleh tumbuhan air dan fitoplankton (Novonty *et al.*, 1994).

Difusi oksigen atmosfer ke air terjadi secara langsung pada kondisi air diam karena pergolakan massa air oleh angin. Difusi oksigen dari atmosfer ke perairan

pada hakekatnya berlangsung lambat, meskipun terjadi pergolakan massa air. Keberadaan oksigen terlarut di perairan sangat dipengaruhi oleh suhu, salinitas, turbulensi air, dan tekanan atmosfer. Kadar oksigen akan berkurang dengan semakin meningkatnya suhu, ketinggian, dan berkurangnya tekanan atmosfer (Jeffries *et al.*, 1996).

Penyebab utama berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam air disebabkan oleh adanya zat pencemar yang dapat mengkonsumsi oksigen. Zat pencemar tersebut terdiri dari bahan-bahan organik dan anorganik yang berasal dari berbagai sumber, seperti kotoran hewan dan manusia, bahan-bahan buangan dari industri maupun rumah tangga. Sebagian besar dari zat pencemar yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang adalah limbah organik (Connel *et al.*, 1995).

DO (*Dissolved Oxygen*) yang menunjukkan jumlah kandungan oksigen didalam air dapat digunakan sebagai indikasi seberapa besar jumlah pengotoran limbah. Semakin tinggi oksigen terlarut maka semakin kecil tingkat pencemaran. Kandungan oksigen di perairan dapat dijadikan petunjuk tentang adanya pencemaran bahan organik dengan bertambahnya dekomposisi dalam menguraikan limbah yang masuk dalam perairan (Nybakken, 1982).

#### e. *Biological Oxygen Demand* (BOD)

*Biological Oxygen Demand* (BOD) menunjukkan derajat kontaminasi dengan cara mengukur jumlah oksigen untuk mengoksidasi bahan organik melalui metabolisme mikroba aerob. Dalam air limbah industri hasil perikanan kebutuhan oksigen ini terutama berasal dari dua sumber yaitu senyawa karbon yang digunakan sebagai substrat bagi pertumbuhan mikroorganisme aerob dan senyawa bernitrogen yang secara normal telah terdapat dalam air limbah industri hasil perikanan (Gonzales, 1996).

Jika limbah dengan nilai BOD tinggi dibuang ke perairan maka mikroorganisme yang terdapat dalam perairan akan mulai mendegradasi bahan organik dalam limbah tersebut. Proses ini akan menghabiskan oksigen dalam

perairan. Bila kadar oksigen berkurang akan mengganggu kelangsungan hidup ikan dan fauna perairan lainnya (Fardiaz, 1992).

f. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

*Chemical Oxygen Demand (COD)* atau Kebutuhan Oksigen Kimiawi adalah jumlah  $O_2$  (dalam mg) yang dibutuhkan untuk mengoksidasi total zat-zat organik yang terdapat dalam 1 liter sampel air. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh total zat-zat organik baik yang dapat diuraikan secara biologis, maupun yang hanya dapat diuraikan dengan proses kimia. Kebutuhan oksigen diperlukan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik baik yang biodegradable maupun yang non biodegradable (Boyd,1990).

Hal ini karena bahan organik yang ada sengaja diurai secara kimia dengan menggunakan oksidator kuat kalium bikromat pada kondisi asam dan panas dengan katalisator perak sulfat sehingga segala macam bahan organik, baik yang mudah terurai maupun yang kompleks dan sulit terurai akan teroksidasi (Metcalf *et al.*, 2003).

## 2.3 Pengolahan Air Limbah

Pengolahan limbah cair bertujuan untuk menghilangkan atau menyisihkan kontaminan. Kontaminan dapat berupa senyawa organik yang dinyatakan oleh nilai BOD, COD, nutrient, senyawa toksik, mikroorganisme patogen, partikel non biodegradable, padatan tersuspensi maupun terlarut. Kontaminan dapat disisihkan dengan pengolahan fisik, kimia maupun biologi (Metcalf *et al.*,2004).

Unit operasi fisik merupakan metode pengolahan dimana diaplikasikan proses fisik seperti *screening*, *mixing*, flokulasi, sedimentasi, flotasi, filtrasi dan transfer gas. Unit proses kimia merupakan metode pengolahan dimana penyisihan atau konversi kontaminan terjadi karena penambahan bahan kimia dan melawati reaksi kimia seperti presipitasi, adsorpsi dan disinfeksi. Sedangkan unit proses biologi merupakan metode pengolahan dimana kontaminan disisihkan melalui aktivitas biologi yang

ditujukan untuk menghilangkan substansi organik *biodegradable* dalam limbah cair (Metcalf *et al.*, 2004).

## a. *Screening*

*Screening* (penyaringan) untuk proses pemisahan padatan tak terlarut yang bentuknya cukup besar dan termasuk pengolahan air limbah secara fisika. *Screen* bertujuan untuk menyisihkan padatan yang berukuran relatif besar. Umumnya terdiri atas batangan-batangan besi yang berbentuk lurus atau melengkung dan dipasang dengan tingkat kemiringan 75 sampai 90 derajat horizontal. Manfaat utama *screening* ini adalah untuk pemeliharaan peralatan pompa dan juga menjaga adanya penumpukkan (*clogging*) pada katup dan sarana lainnya. Dari konstruksinya peralatan *screening* dibedakan menjadi dua yaitu halus (*fine screen*) dan kasar (*screen*) (Herlambang, 2002).

Saringan kasar (*coarse*) umumnya dibentuk dari jeruji (*bar screen*) dengan jarak antar jeruji sebesar satu centimeter atau lebih. Sedangkan *fine screen* dibentuk dari saringan kain ataupun plat berpori yang umumnya diletaknya pada sabuk, drum berputar, disk yang berada dalam kedalaman tertentu. Dalam pengoperasiannya peralatan *screening* di lakukan secara manual (*intermitten*) ataupun mekanik (otomatis). Kuantitas padatan yang disisihkan terutama sekali dipengaruhi oleh celah yang terbentuk oleh bar (*opening size*), semakin besar celah akan semakin kecil kuantitas padatan yang tersisih (Herlambang, 2002).

## b. Sedimentasi

Sedimentasi digunakan untuk memindahkan padatan tersuspensi yang terdapat dalam limbah cair. Pada industri hasil laut meliputi rangka ikan, bagian dari daging dan jeroan, proporsi relatif bervariasi, bergantung dari proses pada suatu industri. Proses sedimentasi berdasarkan pada perbedaan kerapatan antara cairan bagian terbesar dengan partikel padatan yang menyebabkan mengendapnya padatan yang tersuspensi (Gonzales, 1996).

Sebuah tangki sedimentasi dapat berbentuk persegi empat (*rectangular tanks*) maupun lingkaran (*circular tanks*). Tangki persegi empat biasa digunakan bila

dibutuhkan beberapa tangki dan lahan yang tersedia sedikit. Konfigurasi ini dapat menggunakan luas lahan yang lebih sempit dibandingkan dengan tangki berbentuk lingkaran. Untuk memisahkan padatan digunakan alat pemisah yang berbentuk rantai berjalan ditempatkan di sepanjang dasar tangki. Rantai bergerak dengan kecepatan 0,5 meter per menit. Padatan dikumpulkan pada wadah di bagian akhir tangki, untuk kemudian dipindahkan atau dipompa keluar dengan menggunakan *screw conveyor* (Gonzales, 1996).

Selanjutnya Gonzales (1996) melaporkan bahwa penggunaan *circular tanks* lebih efektif dibandingkan dengan *rectangular tanks*. Pada konfigurasi ini, air buangan disirkulasikan secara radial, air masuk dari tepi ataupun dari tungan tangki. Padatan dibuang dari *outlet* yang biasanya terdapat di bagian tengah.

### c. Pemisahan Minyak dan Lemak

Limbah cair industri hasil laut memiliki kandungan yang bervariasi dari minyak dan lemak tergantung pada jenis operasi yang dilakukan, prosedur operasinya dan jenis bahan baku yang diolah. Untuk membuang minyak dan lemak dapat digunakan pemisahan gravitasi (Gonzales, 1996). Minyak memiliki partikel cukup besar dan harus dibuat mengapung di permukaan tanpa teremulsi. Secara teknis lemak diapungkan pada permukaan limbah cair sehingga dapat dipisahkan (*scrap*).

Menurut Gonzales (1996) untuk mencegah emulsi terhadap minyak dapat dilakukan dengan penambahan pH. Selain itu pemanasan juga dapat mencegah terjadinya emulsifikasi. Bak penangkap minyak lemak bertujuan memisahkan benda-benda terapung seperti minyak dan lemak (Rizal, 2013).

### d. Aerasi

Aerasi merupakan istilah lain dari transfer gas, lebih dikhususkan pada transfer gas oksigen atau proses penambahan oksigen ke dalam air. Keberhasilan proses aerasi tergantung pada besarnya nilai suhu, kejenuhan oksigen, karakteristik air dan turbulensi air (Abuzar, 2012). Transfer gas didefinisikan sebagai proses dimana gas dipindahkan dari suatu fase ke fase lainnya, biasanya dari fase gas ke fase cair (Metcalf *et al.*, 1991). Transfer gas melibatkan terjadinya kontak antara udara atau

gas lain dengan air yang menyebabkan berpindahnya suatu senyawa dari fase gas ke fase cair atau menguapnya suatu senyawa dari fase cair (dalam bentuk terlarut) menjadi fase gas lepas ke udara. Mekanisme transfer gas terjadi secara difusi (Benefield, 1980).

Faktor utama yang mempengaruhi kelarutan gas dalam air adalah suhu air, tekanan parsial gas dalam fase gas, konsentrasi padatan terlarut dalam fase air dan komposisi kimia gas. Kelarutan gas menurun seiring dengan kenaikan suhu. Pada tekanan parsial sampai 1 atmosfer, konsentrasi keseimbangan gas dalam larutan pada suatu suhu tertentu sebanding dengan tekanan parsial gas dalam air (Benefield, 1980). Bila permukaan air dipaparkan dengan udara atau gas dan belum terjadi kesetimbangan sebelumnya, maka secara serentak dan segera pada bidang kontak antar fase akan terjadi kejenuhan dengan gas dan gas ditransportasikan ke badan air dengan proses difusi molekuler (Benefield, 1980).

Sistem aerasi memerlukan suplai oksigen secara berkesinambungan. Aerator adalah peralatan mekanis yang dapat meningkatkan pemasukan oksigen ke dalam air. Terdapat dua teknik dasar pada perlakuan aerasi tambak dan kolam, yaitu sistem dengan percikan air ke atas permukaan (*splasher*) dan gelembung-gelembung udara yang dilepaskan ke dalam air (*bubbler*). Yang termasuk dalam aerator *splasher* adalah pompa vertikal, pompa *sprayer*, dan kincir air. Kincir air memancarkan air ke udara pada saat roda berputar (Abuzar, 2012).

## e. Pengolahan Biologi

Hampir semua jenis limbah cair dapat diolah secara biologi bila dilakukan melalui analisis dan kontrol lingkungan yang benar. Proses pengolahan biologi merupakan proses pengolahan air limbah dengan memanfaatkan aktivitas pertumbuhan mikroorganisme yang berkontak dengan air limbah, sehingga mikroorganisme tersebut dapat menggunakan bakteri organik pencemar yang ada sebagai bahan makanan dalam kondisi lingkungan tertentu dan mendegradasi atau menstabilisasinya menjadi bentuk yang lebih sederhana (Metcalf *et al.*, 2004)

Tujuan dari pengolahan biologis ialah untuk memindahkan padatan tersuspensi dan bahan organik yang terkandung dalam air limbah dengan menggunakan mikroorganisme. Mikroorganisme digunakan untuk mendegradasi bahan organik dan menstabilkan limbah organik (Metcalf *et al.*, 1991). Berdasarkan pada kebutuhannya akan oksigen, mikroorganisme dapat diklasifikasikan sebagai aerob (membutuhkan oksigen untuk hidup dan tumbuh), anaerob (tumbuh tanpa kehadiran oksigen) dan fakultatif (dapat hidup dengan atau tanpa oksigen) (Fardiaz, 1992). Mikroorganisme yang digunakan pada unit pengolahan air limbah bahan organik menggunakan bahan organik yang terkandung pada air limbah sebagai sumber energi (Gonzales, 1996).

Bahan organik yang terkandung diubah menjadi biomassa oleh mikroorganisme dan hampir seluruh sisanya dibebaskan ke udara sebagai karbon dioksida jika digunakan proses aerob dan karbon dioksida dan metana jika diterapkan proses anaerob. Dalam air limbah industri pengolahan hasil laut, bagian yang tak terdegradasi sangat rendah (Gonzales, 1996).

Metcalf *et al.* (1991) mengatakan bahwa walaupun pengolahan biologis telah merubah bahan organik menjadi biomassa, namun proses pengolahan air limbah belum selesai karena biomassa itu akan menjadi beban limbah tersendiri. Selanjutnya Gonzales (1996) mengatakan bahwa proses pengolahan limbah telah dikatakan berhasil jika fraksi organik ini telah dapat dibebaskan ke udara sebagai gas. Proses pengolahan air limbah secara biologis diklasifikasikan secara aerobik (jika didominasi oleh mikroorganisme aerob dan fakultatif) dan anaerobik (jika didominasi oleh mikroorganisme anaerob).

#### f. *Roughing Filter*

*Roughing filter* merupakan pengolahan pendahuluan yang digunakan untuk menurunkan kekeruhan dan padatan tersuspensi di dalam air yang dilewatkan pada bak dengan media kasar seperti kerikil, *limestone*, atau gerabah. *Roughing filter* merupakan proses pengolahan air limbah yang efisien karena dapat memisahkan partikel padatan tanpa penambahan bahan kimia. Selain itu *roughing filter* mempunyai waktu operasional yang lama dan perawatan yang mudah (Wegelin,

1996). Ada dua jenis tipe *roughing filter* yaitu *Vertical Roughing Filter* (VRF) dan *Horizontal Roughing Filter* (HRF).

Proses utama yang terjadi pada *roughing filter* adalah pengendapan partikel di permukaan bagian atas setiap media di dalam reaktor dan adhesi ke permukaan seluruh media. Keunggulan lain dari *roughing filter* berupa terjadinya proses degradasi bio-kimiawi dalam bentuk penurunan senyawa organik dalam air baku sebesar 70% (Hadi, 2005). Proses degradasi bahan organik dalam air memanfaatkan pertumbuhan mikroorganisme yang menempel pada media seperti koral dan batu kali (Reynold dan Richards, 1996).

Penyisihan yang baik pada *roughing filter* tercapai dengan baik saat kecepatan filtrasi rendah (Boller, 1993). Kecepatan filtrasi sebanding dengan nilai debit, dimana semakin kecil kecepatan filtrasi maka debit akan semakin kecil dan sebaliknya (Wegelin, 1996). Dengan kecepatan filtrasi rendah akan membantu tertahannya partikel secara gravitasi pada bagian atas media filter (Mahvi, 2001).

Menurut Wegelin (1996) penggunaan media filter yang lebih kecil dapat meningkatkan efisiensi penyaringan. Ukuran media filter yang kecil akan menyediakan total area permukaan lebih besar yang akan meningkatkan efisiensi penyisihan. Pengaruh porositas permukaan dan kekasaran media filter pada efisiensi penyisihan partikel pada *roughing filter* tidak signifikan dibandingkan dengan ukuran dan bentuk pori-pori makro pada filter (Wegelin, 1996). Kemampuan penyaringan ditentukan oleh tingkat porositas dan luas permukaan media filter. Tingkat porositas yang tinggi dan luas permukaan yang lebar akan menghasilkan penyaringan yang tinggi pula (Rahmawati, 2009).

## **2.4 Pengolahan Aerob**

Pengolahan cara aerob adalah pengolahan yang membutuhkan adanya oksigen. Beberapa proses pengolahan secara aerob salah satunya ialah kolam oksidasi. Proses ini dilakukan pada sebuah kolam dengan penampang segi empat

dan agak dangkal agar sinar matahari dapat sampai ke dasar kolam dan *algae* dapat melakukan fotosintesis (Ginting, 2007).

Prinsip kolam adalah kemampuan pemulihan diri sendiri karena adanya bantuan dari luar. Air yang mengalir sebenarnya cukup potensial untuk memulihkan diri sendiri karena adanya arus turbulensi, gesekan dengan batuan, sehingga banyak oksigen terserap dalam air. Pada kolam dengan kedalaman 1 sampai dengan 1,5 meter dimasukkan ganggang (*algae*). Karena adanya sinar matahari maka akan terjadi proses fotosintesis yang menghasilkan oksigen. Jasad renik yang terdapat dalam air mengoksidasi bahan pencemar organik (Ginting, 2007).

Faktor-faktor yang berpengaruh terhadap kerja kolam aerob menurut Sakti dan Siregar (2005) ialah sebagai berikut:

a. Kedalaman kolam

Kedalaman kolam yang lebih dari 2 meter mengakibatkan sinar matahari tidak dapat mencapai dasar kolam sehingga *algae* tidak dapat tumbuh dan berkembang.

b. Kondisi limbah

Limbah yang mengandung bahan padat kasar, minyak, lemak serta bahan terapung lainnya akan menghalangi sinar matahari sehingga fotosintesis tidak terjadi. Zat yang tersuspensi dan terlarutpun sangat mengganggu keberlangsungan proses ini. Oleh karena itu limbah yang masuk ke kolam oksidasi harus disaring lebih dahulu. pH limbah harus berada antara 6,5 sampai dengan 8,5 dengan minimal kelarutan oksigen sebesar 1 mg/L.

c. Iklim

Suhu, musim kemarau dan hujan sangat mempengaruhi proses kolam oksidasi. Pada cuaca cerah, disamping proses fotosintesis dapat berlangsung dengan baik, oksigen yang terlarut juga bertambah banyak sehingga nilai BOD akan turun. Sebaliknya, jika hujan turun dan mendung, aktivitas bakteri berkurang, kolam kekurangan oksigen sehingga tercipta kondisi anaerobik.

## 2.5 Dampak Air Limbah

Sesuai dengan batasan air limbah yang merupakan benda sisa, maka telah menjadi ketentuan bahwa air limbah merupakan benda yang sudah tidak dipergunakan lagi. Akan tetapi, tidak berarti bahwa air limbah tersebut tidak perlu dilakukan pengelolaan, karena apabila air limbah ini tidak dikelola secara baik akan dapat menimbulkan gangguan baik terhadap lingkungan maupun terhadap kehidupan yang ada (Notoadmodjo, 1997).

Limbah cair industri dapat menimbulkan dampak negatif pada air, badan air penerima, serta terhadap kesehatan manusia. Dampak negatif terhadap badan air penerima dapat terjadi akibat buangan yang bersifat organik maupun anorganik. Kandungan senyawa organik yang tinggi dapat mengakibatkan peningkatan angka BOD, penurunan oksigen terlarut serta timbulnya bau busuk. Sedangkan pencemaran yang bersifat anorganik dapat berakibat adanya kandungan unsur atau senyawa kimia beracun, logam berat, naik turunnya pH dan kenaikan temperatur (Djabu, 1991).

### 2.5.1 Terhadap Kesehatan

Air limbah sangat berbahaya terhadap kesehatan manusia mengingat bahwa banyak penyakit yang dapat ditularkan melalui air limbah. Air limbah ini ada yang hanya berfungsi sebagai media pembawa saja seperti penyakit kolera, radang usus, hepatitis infektiosa, serta schistosomiasis. Selain pembawa penyakit di dalam air limbah itu sendiri banyak terdapat bakteri patogen penyebab penyakit.

Selain sebagai pembawa dan kandungan kuman penyakit, maka air limbah juga dapat mengandung bahan-bahan beracun, penyebab iritasi, bau dan bahkan suhu yang tinggi serta bahan-bahan lainnya yang mudah terbakar. Keadaan yang demikian ini sangat dipengaruhi oleh sumber asal air limbah (Azwar, 1995).

## 2.5.2 Terhadap Biotik

Banyaknya zat pencemar yang ada di dalam air limbah seperti BOD dan COD yang terlalu tinggi, maka akan menyebabkan menurunnya kadar oksigen yang terlarut di dalam air limbah. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini akan mengurangi perkembangan biota maupun ekosistem air. Selain kematian kehidupan di dalam air dapat juga disebabkan karena adanya zat beracun yang berada di dalam air limbah tersebut. Selain matinya ikan dan bakteri-bakteri di dalam air juga dapat menimbulkan kerusakan pada tanaman atau tumbuhan air. Sebagai akibatnya matinya bakteri-bakteri, maka proses penjernihan sendiri yang seharusnya bisa terjadi pada air limbah akan menjadi terhambat. Sebagai akibat selanjutnya adalah air limbah akan sulit diuraikan (Wardhana, 1995).

Selain bahan-bahan kimia yang dapat mengganggu kehidupan di dalam air, maka kehidupan di dalam air juga dapat terganggu dengan adanya pengaruh fisik seperti adanya temperatur tinggi yang dikeluarkan oleh industri yang memerlukan proses pendinginan. Panasnya air limbah ini dapat mematikan semua organisme apabila tidak dilakukan pendinginan terlebih dahulu sebelum dibuang ke dalam saluran air limbah yang menuju lingkungan perairan (Azwar, 1995).

## **2.6 Baku Mutu Air Limbah Industri *Cold Storage***

Baku Mutu Air Limbah industri adalah batas maksimum limbah cair yang diperbolehkan dibuang ke lingkungan. Parameter yang digunakan dalam pengukuran kualitas air limbah berdasarkan Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Dan Atau Kegiatan Usaha Lainnya.

Untuk industri *cold storage* yang terdapat pada lampiran I, berikut parameter yang harus diukur :

Tabel 2.1 Baku Mutu Air Limbah Industri *Cold Storage*

| Parameter                         | Satuan | Kadar maksimum (mg/l) |
|-----------------------------------|--------|-----------------------|
| pH                                | -      | 6,0 – 9,0             |
| TSS                               | mg/l   | 100                   |
| NH <sub>3</sub> -N (Amonia total) | mg/l   | 10                    |
| Khlor bebas                       | mg/l   | 1                     |
| BOD                               | mg/l   | 100                   |
| COD                               | mg/l   | 200                   |
| Minyak dan lemak                  | mg/l   | 15                    |

### 2.6.1 Derajat Keasaman (pH)

Keasaman air diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hidrogen dalam air. Air buangan yang mempunyai pH tinggi atau rendah menjadikan air steril dan sebagai akibatnya membunuh mikroorganisme air yang diperlukan untuk keperluan biota tertentu. Demikian juga makhluk-makhluk lain tidak dapat hidup seperti ikan. Air yang mempunyai pH rendah membuat air menjadi korosif terhadap bahan-bahan konstruksi besi yang kontak dengan air (Ginting, 2007).

pH air yang tercemar misalnya air buangan, berbeda-beda tergantung jenis buangannya. Pada industri pangan, peningkatan keasaman air buangan umumnya disebabkan oleh kandungan asam-asam organik (Fardiaz, 1992). Jenie dan Rahayu (1990) mengatakan bahwa proses penanganan biologis tidak dapat bekerja dengan baik pada pH diluar kisaran 6,5 hingga 8,5 dan sifat asam ataupun alkali harus mengalami perlakuan pendahuluan terlebih dahulu misalnya dengan netralisasi maupun pengenceran.

Nilai pH air yang normal adalah netral berkisar antara 6 sampai dengan 8. Derajat keasaman suatu perairan akan menentukan tingkat produktivitas potensial. Perubahan nilai pH menunjukkan terjadinya proses ekologis dan penyediaan unsur-unsur hara dalam perairan. Kemungkinan perubahan tersebut dapat terjadi akibat

proses fotosintesis yang menggunakan karbon dioksida dari hasil respirasi dan dekomposisi (Boyd, 1990).

Darsono (1994) menyatakan bahwa perubahan keasaman pada air limbah baik kearah basa (pH naik) ataupun kearah asam (pH turun), akan sangat berbahaya bagi kelangsungan hidup ikan dan fauna air lainnya. Selain itu air limbah yang memiliki pH sangat rendah bersifat korosif dan sering mengakibatkan pipa besi menjadi berkarat.

## 2.6.2 *Total Suspended Solid*

Pada limbah cair, padatan bisa terdapat dalam bentuk terlarut maupun tersuspensi. TSS (*Total Suspended Solid*) adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak mengendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme tertentu dan sebagainya. Zat padat tersuspensi yang mengandung zat-zat organik pada umumnya terdiri dari protein, gangguan, dan bakteri. Pengukuran konsentrasi mikroorganisme dalam limbah diukur dengan zat padat tersuspensi organik sebagai padatan tersuspensi yang menguap pada temperatur tertentu. Padatan tersuspensi memiliki diameter yang lebih besar daripada padatan terlarut. Padatan tersuspensi memiliki diameter antara 0,01 mm sampai 0,001mm. Pemahaman terhadap jenis padatan amat dibutuhkan dalam upaya mengendalikan pencemaran (Ginting, 2007).

Sebagai contoh, air permukaan mengandung tanah liat dalam bentuk suspensi yang dapat tahan berbulan-bulan, kecuali jika terganggu oleh zat-zat lain sehingga mengakibatkan terjadinya penggumpalan, kemudian diikuti dengan pengendapan. Selain mengandung padatan tersuspensi, air buangan juga sering mengandung bahan-bahan yang bersifat koloid, misalnya protein. Padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam air sehingga mempengaruhi regenerasi oksigen serta fotosintesis dan kekeruhan air juga semakin meningkat (Fardiaz, 1992).

Padatan menjadi perhatian utama karena merupakan materi yang tidak diinginkan dengan beberapa pertimbangan. Padatan yang mengendap dapat mempengaruhi pipa-pipa pembuangan limbah cair sehingga mengurangi kapasitas pipa, atau jika padatan tersebut dibuang ke suatu perairan akan dapat menimbulkan pengaruh bagi flora dan fauna air baik yang hidup di dasar maupun terhadap rantai makanan. Bila mengapung, padatan akan menghalangi cahaya yang masuk dari permukaan. Hal ini akan menimbulkan pengaruh yang kurang baik bagi kelangsungan hidup flora dan fauna di perairan tersebut (Gonzales, 1996).

Erosi tanah akibat hujan lebat dapat mengakibatkan naiknya nilai total padatan tersuspensi secara mendadak (Sastrawijaya, 2000). Banyak makhluk hidup memperlihatkan toleransi yang cukup tinggi terhadap kepekatan total padatan tersuspensi, namun total padatan tersuspensi dapat menyebabkan penurunan populasi tumbuhan dalam air, hal ini disebabkan oleh turunnya penetrasi cahaya ke dalam air (Connel dan Miller, 1995).

### 2.6.3 Amonia Total

Amonia merupakan senyawa nitrogen yang menjadi  $\text{NH}_4$  pada pH rendah. Amonia dalam air buangan industri berasal dari oksidasi bahan-bahan organik oleh bakteri diubah menjadi  $\text{CO}_2$ ,  $\text{H}_2\text{O}$ ,  $\text{NH}_3$ . Amonia dalam air limbah sering terbentuk karena adanya proses kimia secara alami. Amonia yang terukur pada perairan alami adalah amonia total ( $\text{NH}_3$  dan  $\text{NH}_4^+$ ). Amonia total adalah salah satu bentuk senyawa nitrogen yang ditemukan di perairan ion amonium ( $\text{NH}_4^+$ ) merupakan bentuk transisi dari amonia. (Boyd 1990).

Amonia merupakan proses reduksi senyawa nitrat (denitrifikasi) atau hasil sampingan dari proses industri. Perbedaan utama amonia dengan nitrat adalah terkait toksisitas dan mobilitasnya, amonia memiliki toksisitas yang lebih tinggi. Pada ekosistem perairan umumnya amoniaterdapat dalam bentuk ion terdisosiasi  $\text{NH}_4^+$  (amonium) menjadi  $\text{NH}_3$  (amonia) yang ketoksitasnya akan semakin meningkat seiring dengan meningkatnya pH. Didaerah perairan, amonia berasal dari pemecahan

nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat dalam tanah dan air (Goldman dan Horne, 1988).

## 2.6.4 Klor Bebas

Klor merupakan zat terlarut dan tidak menyerap. Sebagian klor bebas berfungsi sebagai desinfektan tapi dalam bentuk ion yang bersenyawa dengan ion natrium menyebabkan air menjadi asin dan dapat merusak pipa-pipa instalasi (Ginting, 2007). Klorin adalah bahan kimia yang penting untuk beberapa proses penurunan air, penjangkitan dan dalam pelunturan. Klor merupakan salah satu zat desinfektan yang sering digunakan dalam pengolahan air minum. Zat kimia lain yang dapat digunakan sebagai desinfektan ozon. Dua faktor penting yang mempengaruhi proses desinfektan adalah waktu bereaksi dan konsentrasi zat desinfektan (Andayani, 2007).

Dalam industri *cold storage*, larutan klorin digunakan dalam konsentrasi tertentu sebagai desinfektan pada proses pencucian peralatan, pembersih lantai dan sebagainya. Air pencucian ini kemudian dibuang menjadi air limbah yang masih meninggalkan residu klorin di dalamnya (Dian, 2001). Klorin dalam air limbah akan mengalami penguraian dan penguapan dengan sendirinya secara terus menerus dan kemungkinan sudah terurai secara keseluruhan pada hasil akhir suatu sistem pengolahan limbah cair. Untuk mereduksi kandungan klor yang tinggi dalam air atau air limbah dapat digunakan proses pertukaran ion, evaporasi, dan osmosa balik (Hayati, 1998).

Klorida adalah ion yang terbentuk sewaktu unsur klor mendapatkan satu elektron untuk membentuk suatu anion (ion bermuatan negatif)  $\text{Cl}^-$ . Garam dari asam hidroklorida  $\text{HCl}$  mengandung ion klorida, contohnya adalah garam meja yang disebut natrium klorida dengan rumus kimia  $\text{NaCl}$ . Dalam air, senyawa ini terpecah menjadi ion  $\text{Na}^+$  dan  $\text{Cl}^-$ . Klorida dalam senyawa kimia, satu atau lebih atom klornya memiliki ikatan kovalen dalam molekul. Ini berarti klorida dapat berupa senyawa anorganik maupun organik. Contoh paling sederhana dari suatu klorida anorganik

adalah hidrokarbon klorida (HCl), sedangkan contoh sederhana senyawa organik (suatu organoklorida) adalah klorometana atau sering disebut metil klorida (Panjaitan, 2009).

Dalam konsentrasi yang wajar, klorida tidak akan membahayakan bagi manusia. Rasa asin terhadap air merupakan pengaruh dari klorida dalam jumlah konsentrasi sebesar 250 mg/l. Oleh karena itu, penggunaan klorida ( $Cl_2$ ) dibatasi untuk kebutuhan manusia. Batas maksimum pemakaian atau pengkonsumsian klorida untuk kebutuhan manusia adalah hanya sampai 250 mg/l kandungan klorida dalam air (Andayani, 2007).

### 2.6.5 *Biological Oxygen Demand (BOD)*

Pemeriksaan BOD dalam air limbah didasarkan atas reaksi oksidasi zat-zat organik dengan oksigen dalam air dimana proses tersebut dapat berlangsung karena ada sejumlah bakteri. Diperhitungkan selama dua hari reaksi lebih dari sebagian reaksi telah tercapai. BOD adalah kebutuhan oksigen bagi sejumlah bakteri untuk menguraikan (mengoksidasi) semua zat-zat organik yang terlarut maupun sebagai tersuspensi dalam air menjadi bahan organik yang lebih sederhana (Ginting, 2007).

Nilai BOD hanya merupakan jumlah bahan organik yang dikonsumsi bakteri. Penguraian zat-zat organik ini terjadi secara alami. Aktifnya bakteri menguraikan bahan-bahan organik bersamaan dengan habisnya konsumsi oksigen. Dengan habisnya oksigen yang dikonsumsi membuat biota lainnya yang membutuhkan oksigen menjadi kekurangan dan akibatnya biota yang memerlukan oksigen ini tidak dapat hidup. Semakin tinggi angka BOD semakin sulit bagi makhluk air yang membutuhkan oksigen bertahan hidup (Ginting, 2007).

Menurut Fardiaz (1992) nilai BOD menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme aerob untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. Jadi nilai 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 sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen relatif tinggi.

Konsumsi oksigen dapat diketahui dengan mengoksidasi air pada suhu 20 °C selama 5 hari ( $BOD^5$ ) dan nilai BOD yang menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi dapat diketahui dengan menghitung selisih konsentrasi oksigen terlarut sebelum dan setelah inkubasi. Pengukuran selama 5 hari pada suhu 20 °C ini hanya menghitung sebanyak 68 % bahan organik yang teroksidasi, tetapi suhu dan waktu yang digunakan tersebut merupakan standar uji karena untuk mengoksidasi bahan organik seluruhnya diperlukan waktu yang lebih lama yaitu mungkin sampai 20 hari, sehingga dianggap tidak efisien (Fardiaz, 1992).

Secara tidak langsung, BOD merupakan gambaran kadar bahan organik, yaitu jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroba aerob untuk mengoksidasi bahan organik menjadi karbondioksida dan air. BOD hanya menggambarkan bahan organik yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*). Bahan organik ini dapat berupa lemak, protein, kanji (*starch*), glukosa, aldehyd, ester, dan sebagainya. Dekomposisi selulosa secara biologis berlangsung relatif lambat. Bahan organik merupakan hasil pembusukan tumbuhan dan hewan yang telah mati atau hasil buangan dari limbah domestik dan industri. Nilai BOD perairan dipengaruhi oleh suhu, densitas, plankton, keberadaan mikroba, serta jenis dan kandungan bahan organik (Effendi, 2003).

#### 2.6.6 Chemical Oxygen Demand (COD)

Pengukuran kekuatan pencemaran limbah dengan COD adalah bentuk lain pengukuran kebutuhan oksigen dalam air limbah. Metode ini lebih singkat waktunya dibandingkan dengan analisa BOD. Pengukuran ini menekankan kebutuhan oksigen akan kimia dimana senyawa yang diukur adalah bahan-bahan yang tidak dipecah secara biokimia. Adanya racun atau logam tertentu dalam limbah pertumbuhan bakteri akan terhalang dan pengukuran BOD menjadi tidak realistis. Untuk mengatasinya lebih tepat dengan menggunakan analisa COD (Ginting, 2007).

Menurut Fardiaz (1992) COD merupakan suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan, misalnya kalium dikromat untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. Sebagai contoh selulosa sering tidak terukur melalui uji BOD karena sukar dioksidasi melalui reaksi biokimia, tetapi dapat terukur melalui uji COD. Sembilan puluh enam persen hasil uji COD yang dilakukan 10 menit kira-kira setara dengan hasil uji BOD selama 5 hari. Senyawa khlor, selain mengganggu uji BOD juga dapat mengganggu uji COD karena klor dapat bereaksi dengan kalium dikromat. Namun hal ini dapat dicegah melalui penambahan merkuri sulfat yang akan bereaksi dengan khlor sehingga membentuk senyawa kompleks.

Pengukuran COD didasarkan pada kenyataan bahwa hampir semua bahan organik dapat dioksidasi menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dengan bantuan oksidator kuat (kalium dikromat atau  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ ) dalam suasana asam. Meskipun demikian, terdapat juga bahan organik yang tidak dapat dioksidasi dengan metode ini, misalnya piridin dan bahan organik yang bersifat mudah menguap (*volatile*). Glukosa dan lignin dapat dioksidasi secara sempurna. Asam amino dioksidasi menjadi amonia dan nitrogen. Nitrogen organik dioksidasi menjadi nitrat (Gonzales, 1996).

## 2.6.7 Minyak atau Lemak

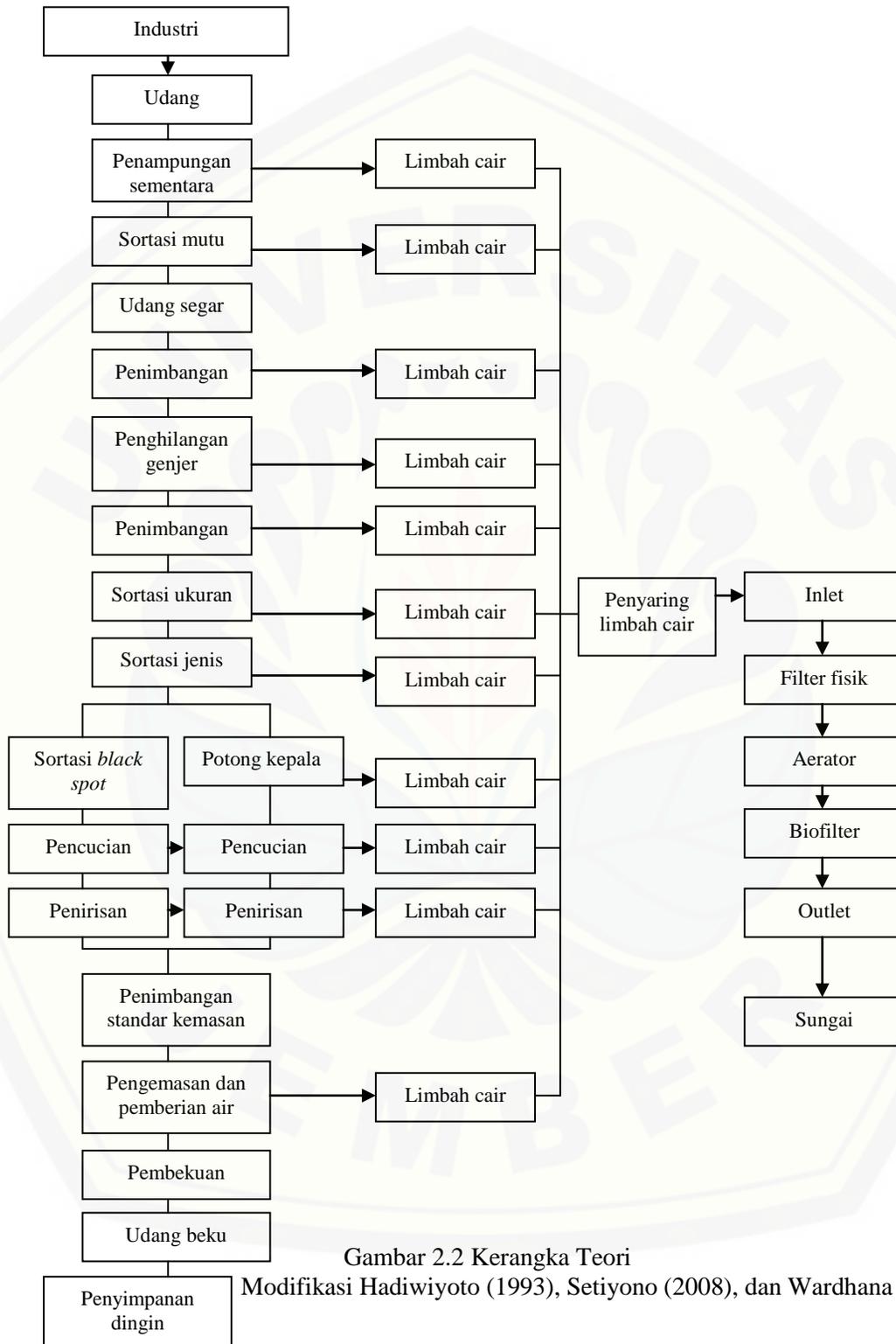
Minyak lemak merupakan bahan organik bersifat tetap dan sukar diuraikan bakteri. Limbah ini membuat lapisan pada permukaan air sehingga membentuk selaput. Karena berat jenisnya lebih kecil dari air maka minyak tersebut membentuk lapisan tipis di permukaan air dan menutupi permukaan yang mengakibatkan terbatasnya oksigen masuk dalam air. Reaksi dengan kimia pada suhu tertentu akan mengakibatkan dekomposisi dengan karbon, oksigen, dan hidrogen (Ginting, 2007).

Nugroho (2007) menyebutkan minyak tidak larut air oleh karena itu jika air pencemar oleh minyak, maka minyak akan tetap mengapung kecuali jika terdampar

ke tanah di sekeliling sungai. Tetapi ternyata tidak demikian halnya. Semua jenis minyak mengandung senyawa-senyawa volatile yang segera dapat menguap. Ternyata selama beberapa hari sebanyak 25% dari volume minyak akan hilang karena menguap. Sisa minyak yang tidak menguap akan mengalami emulsifikasi yang mengakibatkan air dan minyak dapat bercampur.

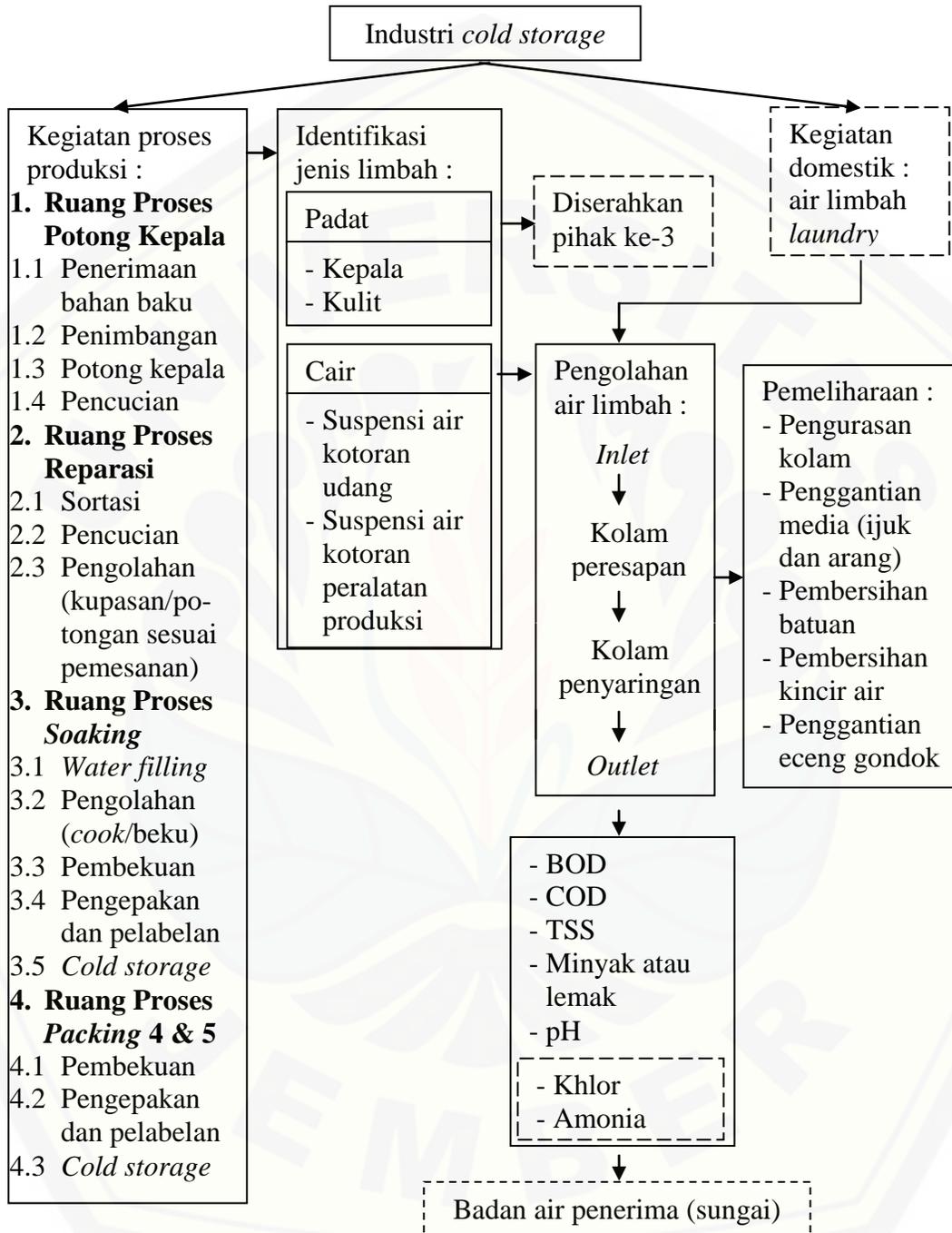
Minyak dan lemak dapat mempengaruhi aktifitas mikroba dan membentuk lapisan di permukaan cairan limbah sehingga menghambat proses oksidasi pada kondisi aerobik. Minyak tersebut dapat dihilangkan saat proses netralisasi dengan penambahan NaOH dan membentuk sabun berbusa (*scum*) yang sering mengapung di permukaan dan bercampur dengan benda-benda lain pada permukaan limbah (Naibaho, 1996). Minyak yang menutupi permukaan air akan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air. Selain itu, lapisan minyak juga dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena fiksasi oksigen bebas menjadi terhambat. Akibatnya, terjadi ketidakseimbangan rantai makanan dalam air (Nugroho, 2006).

### 2.7 Kerangka Teori



Gambar 2.2 Kerangka Teori  
Modifikasi Hadiwiyoto (1993), Setiyono (2008), dan Wardhana (1995)

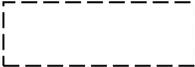
2.8 Kerangka Konseptual



Gambar 2.3 Kerangka Konseptual

Keterangan :

 = variabel diteliti

 = variabel tidak diteliti

Sumber limbah industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT. PMMP) Kapongan-Situbondo berasal dari kegiatan proses produksi udang beku dan kegiatan domestik. Kegiatan proses produksi menghasilkan limbah padat dan cair. Limbah cair dari kegiatan proses produksi berupa suspensi air kotoran udang, suspensi air kotoran peralatan produksi, sedangkan dari kegiatan domestik berupa air limbah *laundry*. Limbah cair dari kedua kegiatan di industri diolah dengan pemasangan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) yang menerapkan filter fisik (*horizontal roughing filter*), aerasi, dan biofilter. Media yang digunakan berupa bebatuan, kerikil, arang, ijuk, kincir air, dan eceng gondok. IPAL dipelihara dengan melakukan pengurasan, pembersihan dan penggantian media pada kolam agar dapat bekerja optimal. Selanjutnya air limbah terolah dibuang melalui *outlet* industri ke badan air penerima (sungai).

Air limbah industri *cold storage* memiliki parameter yang dipersyaratkan berdasarkan Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri Dan/Atau Kegiatan Usaha Lainnya Lampiran I Untuk Industri *Cold Storage*. Parameter yang dipersyaratkan tersebut adalah BOD, COD, TSS, minyak atau lemak, khlor bebas, serta amonia total. Dalam limbah industri pangan seperti industri ini mengandung bahan organik yang dapat meningkatkan kandungan BOD, COD, TSS, dan asam organik pada air limbah juga dapat meningkatkan pH air limbah (Fardiaz, 1992). Limbah cair industri *cold storage* memiliki karakteristik yang berbeda tergantung pada jenis komoditi yang digunakan dan jenis produk yang dihasilkan serta jenis proses produksi yang dilakukan. Namun secara umum kuantitas yang besar dan kandungan bahan organik yang mempengaruhi karakteristik limbah cair industri

*cold storage*. Jarang ditemukan bahan beracun ataupun logam berat, sehingga analisis lebih banyak dipusatkan pada unsur-unsur alam seperti pH, BOD, COD, TSS, kadar minyak lemak pada air limbah industri tersebut.



## BAB 3. METODE PENELITIAN

### 3.1 Jenis Penelitian

Jenis penelitian adalah penelitian deskriptif yang memiliki tujuan utama untuk membuat gambaran atau mendeskripsikan tentang suatu keadaan secara objektif untuk memecahkan atau menjawab permasalahan yang sedang dihadapi pada situasi sekarang (Notoadmodjo, 2010). Berdasarkan aspek pengumpulan data, penelitian ini merupakan jenis penelitian observasional karena penelitian ini mengamati tanpa memberi perlakuan (Budiarto, 2004).

Ditinjau dari segi waktu, penelitian yang dilaksanakan termasuk penelitian *cross-sectional* yaitu suatu penelitian bertujuan untuk dipelajari melalui pendekatan atau pengumpulan data pada suatu saat atau suatu waktu (Notoadmojo, 2010). Pada penelitian ini bertujuan untuk menggambarkan pengolahan air limbah industri dan kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada air limbah di *inlet* dan *outlet* industri *cold storage* PT Panca Mitra Multi Perdana (PT PMMP) Kapongan-Situbondo.

### 3.2 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian dilakukan di industri *cold storage* PT Panca Mitra Multi Perdana (PT PMMP) Kapongan-Situbondo yang dilaksanakan pada bulan Maret – Juni 2015. Pengambilan data di lapangan pada tanggal 04 Maret 2015 dimulai dengan melakukan wawancara terkait proses produksi. Selanjutnya pada tanggal 05 Maret 2015 melakukan observasi proses produksi produk udang beku yang dilaksanakan selama dua hari. Serta melengkapi hasil wawancara yang masih kurang lengkap sebelumnya. Pada tanggal 07 Maret 2015 melakukan observasi dan wawancara terkait pengolahan air limbah industri. kemudian pada tanggal 08 Maret 2015 dilakukan wawancara terkait pemeliharaan IPAL industri.

Tanggal 01 sampai 03 Mei 2015 melakukan wawancara terkait penghitungan limbah padat industri dan menghitung volume limbah cair yang dihasilkan selama tiga hari. Pengambilan sampel air limbah juga dilaksanakan pada tanggal tersebut selama tiga hari. Pengujian sampel air limbah yang dilakukan di Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Negeri Jember. Pengujian sampel dengan parameter BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak juga dilakukan bersamaan dengan pengambilan sampel yaitu sejak 01 sampai 15 Mei 2015. Hasil uji selesai pada tanggal 15 Mei 2015.

### 3.3 Objek Penelitian

#### 3.3.1 Populasi Penelitian

Menurut Sugiyono (2012) populasi atau populasi umum adalah wilayah keseluruhan objek penelitian yang memiliki kualitas serta karakteristik tertentu untuk dipelajari oleh peneliti sehingga dapat ditarik kesimpulan. Populasi dalam penelitian ini adalah air limbah industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT. PMMP) Kapongan-Situbondo yang berada sebelum masuk kolam peresapan atau pada bak penampungan air limbah (*inlet*) dan setelah pada kolam penyaringan atau pada saluran pembuangan air limbah terolah (*outlet*).

#### 3.3.2 Sampel Penelitian

Sedangkan sampel merupakan bagian dari jumlah dan karakteristik populasi, sehingga sampel tersebut harus benar-benar *representative* atau mewakili populasi penelitian (Sugiyono, 2012). Pada penelitian ini dilakukan pengujian kandungan BOD, COD, TSS, minyak atau lemak air limbah industri *cold storage* PT Panca Mitra Multi Perdana (PT PMMP) Kapongan-Situbondo pada dua titik yaitu *inlet* dan *outlet*.

#### 3.3.3 Teknik Pengambilan Sampel

Pada penelitian ini, metode pengambilan sampel air limbah yang digunakan ialah metode *grab sample*. Berdasarkan SNI 6989.59:2008, *grab sample* merupakan

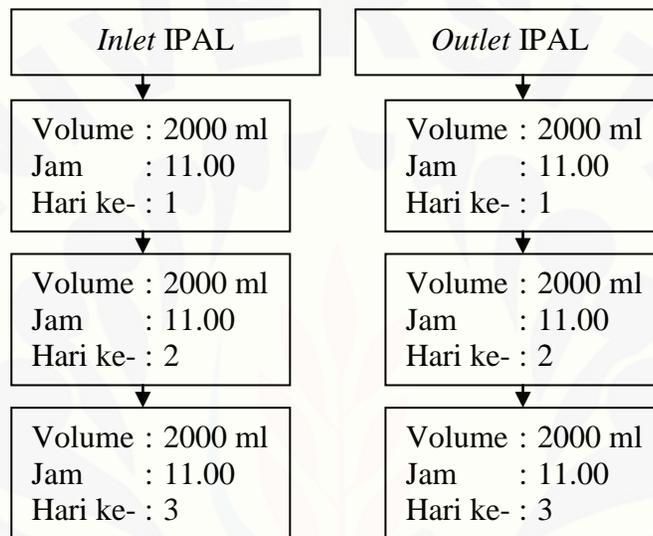
metode pengambilan air limbah yang dilakukan sesaat pada satu lokasi tertentu. Untuk mengetahui ukuran, jumlah, dan volume sampel, pengambilan sampel lingkungan harus mempertimbangkan beberapa hal. Sampel yang diambil harus mempertimbangkan dengan seksama kebutuhan mutlak dari metode pengujian yang digunakan, kebutuhan pengendalian mutu internal yang akan dilakukan, dan arsip sampel yang harus tetap disimpan. Pendekatan dalam menentukan waktu pengambilan sampel adalah dengan mengasumsikan saat media lingkungan yang akan diambil sampelnya cukup homogen atau konstan sehingga sampel dapat mewakili kondisi yang disyaratkan. Pengambilan sampel efluen industri sangat bergantung pada saat produksi berjalan normal dan instalasi pengolahan air limbah yang berjalan optimal (Hadi, 2007).

### 3.3.4 Teknik Pengambilan Sampel

Pertimbangan dalam pemilihan lokasi pengambilan sampel air limbah menurut Effendi (2003), sampel air limbah harus diambil pada lokasi yang mewakili seluruh karakteristik limbah dan kemungkinan pencemaran yang akan ditimbulkannya. Lokasi pengambilan sampel pada sumber air tercemar terdapat pada lokasi yang telah mengalami perubahan atau pada bagian hilir dari sumber pencemar. Berdasarkan SNI 6989.59:2008 pemilihan lokasi pengambilan sampel air limbah industri harus mempertimbangkan ada atau tidaknya Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) dan sampel harus diambil pada lokasi yang telah mengalami pencampuran secara sempurna.

Proses produksi udang beku PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT. PMMP) Kapongan-Situbondo berlangsung pada pukul 08.00-22.00 yang dibagi menjadi dua *shift* kerja yaitu pagi dan sore. Pengambilan sampel air limbah dilakukan sesaat pada satu titik lokasi tertentu (*grab sample*) yang dilaksanakan selama tiga hari. Air limbah yang mengalir dari saluran pembuangan proses produksi menuju bak penampungan air limbah atau pada *inlet* diambil pada satu titik sebanyak tiga kali selama tiga hari. Selanjutnya pengambilan sampel air limbah pada *outlet* air limbah yang mengalir

juga diambil pada satu titik sebanyak tiga kali selama tiga hari. Penentuan waktu pengambilan sampel air limbah yang dilaksanakan pada jam 11.00 karena pada jam tersebut diestimasikan keseluruhan kegiatan yang terjadi di dalam ruang proses produksi telah dilakukan. Sehingga air limbah industri telah homogen dan konstan untuk mewakili yang dipersyaratkan. Waktu pengambilan sampel air limbah industri dapat dilihat pada gambar 3.1.



Gambar 3.1 Waktu Pengambilan Sampel

Penentuan jumlah titik sampel berdasarkan debit air, yaitu :

$$Q = V/t$$

Dengan :

Q = debit air

V = volume air

t = waktu

Perhitungan dilakukan secara manual menggunakan air limbah yang mengalir ditampung dalam botol plastik bervolume 1 liter, sehingga didapatkan hasil sebagai berikut :

Volume (V) yang ditetapkan adalah 1 liter = 0,001 m<sup>3</sup> dan waktu yang didapatkan saat botol plastik bervolume 1 liter penuh adalah 1 menit 15 detik atau 75 detik pada *inlet* industri, sehingga debit air (Q) = 0,001 / 75

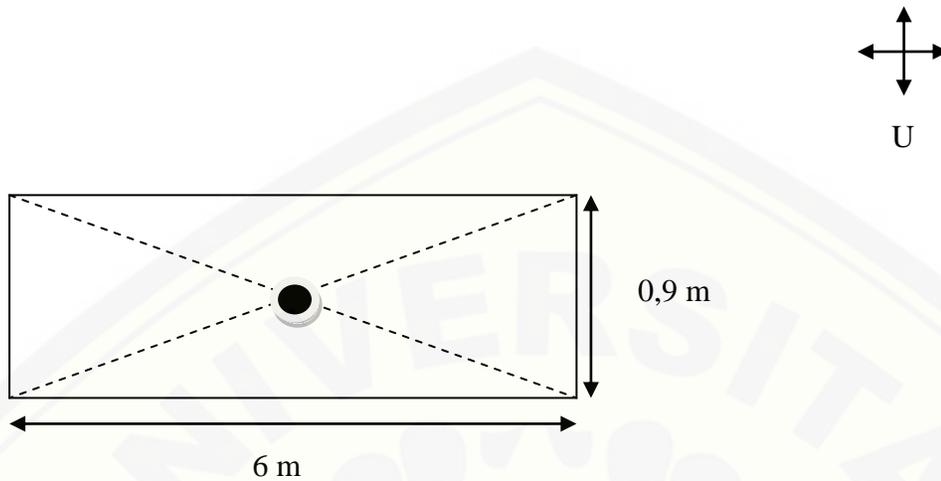
$$= 1,333 \text{ m}^3/\text{s}$$

Sedangkan waktu yang didapatkan saat botol plastik bervolume 1 liter penuh adalah 27 detik pada *outlet* industri, sehingga debit air (Q) = 0,001 / 27

$$= 3,703 \text{ m}^3/\text{s}$$

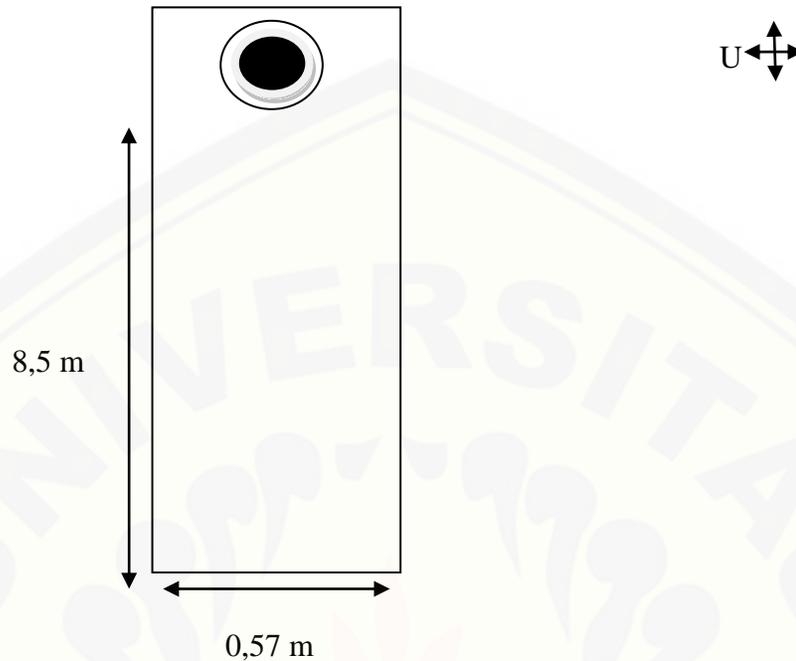
Karena debit yang dihasilkan < 5 m<sup>3</sup>/s, pengambilan sampel air limbah dilakukan pada 1 titik (Hardjobo dan Djokosetiyanto, 2005) di *inlet* dan *outlet* industri.

*Inlet* industri adalah bak penampungan air limbah yang bertujuan untuk menghomogenkan beban dan pengaturan aliran air limbah (SNI 6989.59:2008). Air limbah dalam bak penampungan berasal dari tiga saluran pembuangan yang berasal dari tiga ruang proses produksi. Bak berukuran 6 x 0,9 x 1,5 m<sup>3</sup> sebagai bak penampung air limbah untuk dialirkan menuju bak filter fisik yang merupakan bagian dari kolam peresapan. Air limbah dalam bak penampungan mengalami pengadukan secara alami yaitu mengalir dengan sendirinya. Berdasarkan penghitungan debit air limbah yang menetapkan pengambilan sampel di *inlet* dilakukan pada satu titik dan air limbah telah mengalami pengadukan secara alami, maka pengambilan sampel air limbah dilakukan tepat pada titik tengah bak penampungan seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.2.



Gambar 3.2 Penentuan Titik Sampel Pada *Inlet*

Sedangkan *outlet* industri berupa saluran pipa berdiameter 0,4 meter. Pengambilan sampel air limbah pada *outlet* dilakukan pada pangkal pipa yang berada di saluran pembuangan setelah bak eceng gondok yang merupakan bagian dari kolam penyaringan. Air limbah mengalir dari saluran pembuangan berukuran 0,57 x 1,5 meter dengan panjang 8,5 meter menuju ke pipa pembuangan untuk dibuang ke badan air penerima. Berdasarkan perhitungan debit air limbah yang menetapkan pengambilan sampel di *outlet* dilakukan pada satu titik, maka pengambilan sampel air limbah dilakukan tepat pada mulut pangkal pipa seperti yang ditunjukkan pada gambar 3.3.



Gambar 3.3 Penentuan Titik Sampel Pada *Outlet*

Keterangan :

- = *Outlet* IPAL (pipa)
- = Titik pengambilan sampel

Berikut denah pengolahan air limbah industri *cold storage* PT. PMMP dan lokasi pengambilan sampel air limbah yang dilakukan pada *inlet* dan *outlet* air limbah industri. Pengolahan air limbah industri yang didesain dengan mengaplikasikan teknik *horizontal roughing filter* terdiri dari kolam peresapan dan kolam penyaringan. Pada kolam peresapan mengaplikasikan pengolahan dengan filter fisik yang menggunakan batu-batuan, kerikil, dan ijuk serta pengolahan biologi yang menggunakan eceng gondok. Kemudian pada kolam penyaringan mengaplikasikan pengolahan dengan bak aerasi, pengolahan filter fisik yang sama dengan kolam peresapan dan tambahan media ijuk. Serta pengolahan biologi menggunakan eceng gondok seperti yang ditunjukkan pada lampiran 5.

### 3.4 Variabel dan Definisi Operasional

Definisi operasional adalah suatu definisi yang diberikan kepada suatu variabel atau konstruk dengan cara memberikan arti atau menspesifikasikan kegiatan ataupun memberikan suatu operasional yang diperlukan untuk mengukur konstruk atau variabel tertentu (Nazir, 2003). Definisi operasional yang diberikan pada variabel penelitian ini ialah sebagai berikut :

Tabel 3.1 Definisi Operasional

| No. | Variabel                                     | Definisi Operasional   | Cara Pengukuran |
|-----|--|--|-----------------|
| 1.  | Proses produksi                              | Serangkaian kumpulan kegiatan pembuatan produk dari bahan baku mentah hingga menjadi produk siap jual.   |                 |
|     | 1.1 Penerimaan bahan baku                    | Bahan baku mentah udang <i>venamei</i> yang dipindahkan dari keranjang bongkar ke keranjang sortir.  | Observasi       |
|     | 1.2 Pencucian                                | Bahan baku dicuci ke dalam bak-bak berisi air tawar, air dingin, dan klorin yang dilakukan di ruang proses potong kepala dan ruang proses reparasi.  | Observasi       |
|     | 1.3 Penimbangan                              | Perhitungan berat bahan baku yang dilakukan pada saat penerimaan bahan baku dan setelah penyortiran untuk diukur beratnya sesuai pemesanan bentuk dan jenis beku produknya.                      | Observasi       |
|     | 1.4 Potong kepala                            | Membuang bagian atas udang yaitu kepala udang yang berisi kotoran udang.   | Observasi       |
|     | 1.5 Sortasi                                  | Pemilahan bahan baku udang berdasarkan bentuk dengan menggunakan mesin maupun secara manual.   | Observasi       |
|     | 1.6 Pengolahan bentuk                        | Membentuk udang berdasarkan pemesanan yang dilakukan dengan cara kupas kulit, ekor, kaki, cukit, belah, dan <i>skeewed</i> udang.  | Observasi       |
|     | 1.7 Pengolahan jenis beku                    | Melakukan pembekuan udang berdasarkan pemesanan dengan bentuk <i>vacum pack</i> , <i>block frozen</i> , <i>individual quick frozen</i> , dan semi <i>individual quick frozen</i> .               | Observasi       |
|     | 1.8 <i>Water filling</i> atau <i>soaking</i> | Perendaman udang yang telah diolah berdasarakan bentuk dan pemesanan <i>cook</i> maupun mentah ke dalam bak berisi air aquades dan kepingan es yang bersuhu dibawah 0 °C.                        | Observasi       |
|     | 1.9 Pembekuan                                | Udang yang diolah berdasarakan jenis pembekuannya disusun dalam pan yang dimasukkan ke dalam alat pembeku yaitu <i>contact plate freezer</i> selama 2,5 jam dengan suhu – 18 °C untuk dibekukan. | Observasi       |
|     | 1.10 <i>Cold storage</i>                     | Tempat berupa ruangan yang dirancang khusus dengan sistem <i>air blast</i> untuk menghembuskan   | Observasi       |

| No. | Variabel   | Definisi Operasional   | Cara Pengukuran         |
|-----|--|--|-------------------------|
|     |  | udara dingin ke produk supaya produk tetap dalam keadaan beku.   |                         |
| 2.  | Jenis limbah   | Pengelompokan limbah berdasarkan bentuk atau wujud limbah.   |                         |
|     | 2.1 Padat  | Menghitung berat limbah padat kelompok limbah organik berupa maupun lunak berupa kepala dan kulit udang yang diserahkan kepihak ketiga.  | Observasi dan wawancara |
|     | 2.1.1 Kepala udang   | Limbah diukur berdasarkan banyaknya jumlah drum yang dihasilkan perharinya.  | Observasi dan wawancara |
|     | 2.1.2 Kulit udang  | Limbah diukur berdasarkan banyaknya jumlah drum yang dihasilkan perharinya.  | Observasi dan wawancara |
|     | 2.2 Cair   | Menghitung volume air limbah pada bak penampungan yang berasal dari suspensi air kotoran udang, peralatan, dan ruang proses produksi.  | Observasi dan wawancara |
|     | 2.2.1 Suspensi air kotoran udang   | Air bekas pencucian udang yang diukur menggunakan perhitungan volume bak penampung air limbah.   | Observasi dan wawancara |
|     | 2.2.2 Suspensi air kotoran peralatan dan ruang proses produksi                 | Air bekas pencucian alat dan pembersihan ruang proses produksi yang diukur menggunakan perhitungan volume bak penampung air limbah.  | Observasi dan wawancara |
| 3.  | Pengolahan air limbah industri <i>cold storage</i> PT. PMMP Kapongan-Situbondo | Penerapan teknik <i>horizontal roughing filter</i> , aerasi, dan pengolahan biologi untuk menurunkan zat pencemar dalam air limbah industri pembekuan udang.   | Observasi dan wawancara |
|     | 3.1 <i>Inlet</i>   | Bak terbuka berbentuk persegi panjang yang menampung air limbah dari tiga saluran pembuangan yang berasal dari ruang proses produksi.  | Observasi dan wawancara |
|     | 3.2 Kolam resapan  | Bangunan terbuka, kedap air, berbentuk balok persegi panjang berukuran 6 x 3,6 x 1,4 m <sup>3</sup> , terdiri dari empat bak yang berisi media batu sedang, batu besar, arang dan eceng gondok.  | Observasi dan wawancara |
|     | 3.3 Kolam penyaringan  | Bangunan terbuka, kedap air, berbentuk balok persegi panjang, berukuran 6 x 5,4 x 1,5 m <sup>3</sup> , terdiri dari enam bak yang berisi kincir air sebagai penyuplai oksigen dan lima media batu besar, batu sedang, kerikil, ijuk, dan eceng gondok. | Observasi dan wawancara |
|     | 3.4 <i>Outlet</i>  | Saluran terbuka berbentuk persegi panjang dengan panjang sembilan meter dan lubang pipa untuk aliran pembuangan air limbah menuju sungai.  | Observasi dan wawancara |
| 4.  | Pemeliharaan IPAL  | Melakukan kegiatan perawatan untuk menjaga kinerja pengolahan air limbah industri supaya tetap optimal.  | Observasi dan wawancara |

| No. | Variabel                           | Definisi Operasional   | Cara Pengukuran                                |
|-----|------------------------------------|--|--|
| 4.1 | Pengurasan kolam                   | Mengalirkan air bersih pada <i>inlet</i> , kolam peresapan, kolam penyaringan, dan <i>outlet</i> industri sebanyak dua kali dalam seminggu.  | Observasi dan wawancara                        |
| 4.2 | Penggantian media (ijuk dan arang) | Mengubah ijuk yang terdapat pada kolam penyaringan dan arang yang terdapat pada kedua kolam dengan ijuk dan arang yang baru sebanyak satu kali dalam sebulan.                                      | Observasi dan wawancara                        |
| 4.3 | Pembersihan batuan                 | Menyikat batuan (batu besar, batu sedang, dan kerikil) sebanyak satu kali selama sebulan.  | Observasi dan wawancara                        |
| 4.4 | Pembersihan kincir air             | Menyikat komponen pada kincir air sebanyak satu kali dalam minggu.   | Observasi dan wawancara                        |
| 4.5 | Penggantian eceng gondok           | Mengubah eceng gondok yang sudah layu dengan eceng gondok baru sebanyak dua kali dalam sebulan.  | Observasi dan wawancara                        |
| 5.  | Parameter air limbah               | Unsur pencemar dalam air limbah yang beresiko menimbulkan pencemaran jika tidak diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan.  |  |
| 5.1 | BOD                                | Jumlah kebutuhan oksigen dalam satuan mg/l yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan zat organik diukur sesuai SNI 06-6989.14-2004.  | Uji laboratorium menggunakan sampel air limbah |
| 5.2 | COD                                | Jumlah kebutuhan oksigen dalam satuan mg/l yang untuk mengoksidasi zat organik diukur sesuai SNI 06-6989.14-2004.  | Uji laboratorium menggunakan sampel air limbah |
| 5.3 | TSS                                | Jumlah berat dalam mg/l total padatan tersuspensi pada air limbah yang dihitung menggunakan rumus sesuai SNI 6989.73-2009 setelah disaring dengan kertas millipore berpori-pori 0,45 µm.           | Uji laboratorium menggunakan sampel air limbah |
| 5.4 | Minyak dan lemak                   | Jumlah berat dalam mg/l lapisan pada permukaan air limbah membentuk selaput yang dihitung menggunakan rumus sesuai SNI 6989.73-2009 setelah disaring dengan kertas millipore berpori-pori 0,45 µm. | Uji laboratorium menggunakan sampel air limbah |
| 5.5 | pH                                 | Indeks derajat keasaman pada air limbah <i>cold storage</i> udang yang diukur sesuai SNI 6989.73-2009.   | Uji laboratorium menggunakan sampel air limbah |

## 3.5 Prosedur Penelitian

### 3.5.1 Pengambilan Sampel

Perhitungan debit air limbah menetapkan pengambilan sampel di *inlet* dan *outlet* industri dilakukan pada satu titik. Air limbah yang telah mengalami pengadukan secara alami di *inlet*, maka pengambilan sampel air limbahnya dilakukan tepat pada titik tengah bak penampungan. Sedangkan pengambilan sampel air limbah pada *outlet* dilakukan pada pangkal pipa yang berada di saluran pembuangan setelah bak eceng gondok yang merupakan bagian dari kolam penyaringan.

Pengambilan sampel air limbah ini dilakukan oleh laboran Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Negeri Jember pada satu waktu yaitu pada pukul 11.00 WIB sebanyak tiga kali selama tiga hari. Diestimasi pada jam tersebut proses produksi telah berlangsung secara keseluruhan dan air limbah industri telah homogen. Sehingga sampel yang diambil sudah mewakili populasi dari limbah cair industri *cold storage* PT Panca Mitra Multi Perdana (PT PMMP) Kapongan-Situbondo.

### 3.5.2 Pemeriksaan Kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak

Pengujian sampel dengan parameter BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak diuji di Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Negeri Jember. Berikut merupakan prosedur penelitian yang meliputi alat dan bahan yang dibutuhkan dengan tahapan persiapan dan pelaksanaan pengujian:

#### a. Tahap persiapan

1. Survei lokasi tempat pengambilan sampel air limbah
2. Menyiapkan alat dan bahan saat uji laboratorium

#### b. Tahap pelaksanaan

1. Bilas jurigen dengan air limbah sebanyak 3 kali
2. Letakkan jurigen menghadap sesuai dengan aliran air limbah
3. Isi jurigen tersebut dengan air limbah industri hingga volume maksimal, lalu tutup dengan rapat
4. Masukkan jurigen yang berisi sampel air limbah ke dalam *ice box*

Alat dan bahan yang dibutuhkan dalam pengujian sampel air limbah dengan parameter BOD, COD, TSS, minyak atau lemak ialah sebagai berikut:

## 1. Alat dan Bahan Pengujian BOD dan COD

- a. Botol winkler
- b. Botol plastik
- c. Pipet volumetric 100
- d. Jurigen volume 2 liter sebanyak 3 buah
- e. Erlenmeyer 500 ml dan 1 liter
- f. Inkubator
- g. Sampel air limbah industri pengalengan ikan
- h. Larutan  $MnSO_4$
- i. Larutan kalium iodide
- j. Asam sulfat pekat
- k. Aquades
- l.  $K_2Cr_2O_7$
- m.  $HgSO_4$
- n. NaOH
- o. Buffer fosfat
- p. Larutan kanji
- q. Asam thiosulfat 0,0125 N
- r. Thiosulfat 0,025 N

(SNI 06-6989.14-2004 dan SNI 6989.73-2009)

## 2. Alat dan Bahan Pengujian TSS

- a. Botol plastic bervolume 1 liter
- b. Oven
- c. Timbangan analitik
- d. Desikator
- e. Icebox
- f. Pengaduk magnetic

- g. Pipet volum
  - h. Gelas ukur
  - i. Cawan *Gooch*
  - j. Erlenmeyer
  - k. Pompa vacuum
  - l. Kaca arloji
  - m. Labu takar, labu ukur dan labu kjeldahl
  - n. Sampel air limbah
  - o. Kertas saring
  - p. Indikator merah metal
  - q. Aquades
3. Alat dan Bahan Pengujian TSS
- a. Neraca analitik
  - b. Corong pisah (2000 mL)
  - c. Labu destilasi (125 mL)
  - d. Corong gelas
  - e. Kertas saring diameter 11 cm
  - f. Alat sentrifugal
  - g. Pompa vakum
  - h. *Adapter* destilasi dengan *drip tip*
  - i. Penangas air yang dilengkapi pengatur suhu
  - j. Wadah buangan pelarut
  - k. Desikator
  - l. Botol gelas mulut lebar
  - m.  $\text{H}_2\text{SO}_4$  atau  $\text{HCl}$  (1 : 1)
  - n. Pelarut organik
  - o. n-heksan dengan titik didih  $69^\circ\text{C}$
  - p. Kristal natrium sulfat,  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat
  - q. 80% n-heksan : 20% MTBE v/v

r. Pelarut lain : *dichloro methane* (DMC)

Tahap pengukuran masing-masing parameter dilakukan dengan cara sebagai berikut :

## 1. Pengukuran BOD

- a) Masukkan sampel air ke dalam 2 botol winkler yang telah diteliti dan dikalibrasi volumenya. Salah satu botol winkler diinkubasi dengan suhu 20°C selama 5 hari, dan satu botol winkler lainnya diperiksa kandungan oksigen terlarutnya.
- b) Untuk percobaan blanko siapkan 2 botol winkler masing-masing botol diisi dengan air suling. Botol pertama diinkubasi selama 5 hari pada temperatur 20°C dan satu botol winkler lainnya diperiksa kandungan oksigen.
- c) Penentuan kandungan oksigen terlarut sama dengan metode penentuan DO.
- d) Pengamatan dilakukan dengan rumus perhitungan pada BOD 5 hari 20°C sebagai berikut:

$$mg/l = (D1-D2) - (B1-B2) \times P$$

Keterangan :

D1 = DO 0 hari blanko (mg/liter)

D2 = DO 5 hari blanko (mg/liter)

B1 = DO 0 hari sampel (mg/liter)

B2 = DO 5 hari sampel (mg/liter)

P = angka pengenceran

(SNI 06-6989.14-2004)

## 2. Pengukuran COD

- a) Siapkan 2 buah tabung Erlenmeyer 500 ml, lalu isi masing-masing dengan 1 ml larutan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> . dalam tabung pertama isi 5 ml contoh air limbah, sedangkan untuk tabung yang lainnya isi dengan 5 ml air suling.
- b) Tambahkan 20 ml larutan pengoksidasi K<sub>2</sub>Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub> pada masing-masing tabung, kemudian kocok. Jika kandungan COD dalam air sampel melebihi

14400 ppm maka seluruh  $K_2Cr_2O_7$  akan berubah menjadi asam kromat sehingga larutan menjadi berwarna hijau. Dan apabila warna larutan berubah menjadi hijau maka sampel harus diencerkan terlebih dahulu.

- c) Panaskan tabung selama 10 menit, kemudian dinginkan (direndam) sampai bersuhu ruang dan tambahkan dengan 150 ml air suling.
- d) Pada masing-masing contoh sampel tambahkan 1,5 gram Kristal KI atau 10 ml larutan KI (55 gram KI dalam 200 ml air suling). Selanjutnya dititrasikan dengan  $Na_2S_2O_3$  0,025 N sehingga warna yodium menjadi kuning pucat. Kemudian tambahkan 1-2 ml indikator pati dan lanjutkan titrasi hingga warna biru berubah menjadi hijau muda.
- e) Lakukan pengamatan dengan mencatat penggunaan tiosulfat dari kedua titrasi tersebut dan hitung nilai COD dengan rumus:

$$COD(ppm) = \frac{(\text{blanko} - \text{contoh}) \times N \text{ tiosulfat} \times 8 \times \text{pengenceran}}{\text{ml contoh}}$$

(SNI 06-6989.14-2004)

### 3. Pengukuran TSS

- a) Basahi saringan dengan sedikit air suling, lalu lakukan penyaringan menggunakan vakum.
- b) Contoh uji diaduk menggunakan pengaduk magnetik agar contoh atau sampel uji tersebut homogen.
- c) Cuci kertas saring dengan 3 x 10 ml air suling, biarkan hingga kering, kemudian lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan yang sempurna. Contoh uji dengan padatan terlarut yang cukup tinggi memerlukan pencucian tambahan.
- d) Selanjutnya ambil kertas saring dari peralatan penyaring secara perlahan dan pindahkan ke tempat wadah timbang aluminium sebagai penyangga. Dalam hal ini jika mempergunakan cawan *Gooch*, maka pindahkan cawan dari rangkaian peralatannya.

- e) Keringkan dalam oven selama 1 jam pada suhu 103°C, kemudian dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu lalu timbang.
- f) Lakukan pengulangan pada proses pengeringan, pendinginan dalam desikator dan juga lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4 % terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.
- g) Lakukan perhitungan dengan rumus:

$$TSS = \frac{(A - B) \times 1000}{V \text{ sampel (ml)}}$$

Keterangan:

A = berat kertas saring + residu kering (mg)

B = berat kertas saring (mg)

(SNI 06-6989.3-2004)

#### 4. Pengukuran minyak & lemak

- a) Pindahkan contoh uji ke corong pisah. Tentukan volume contoh uji seluruhnya (tandai botol uji pada meniskus air atau timbang berat contoh uji). Bilas botol contoh uji dengan 30 mL pelarut organik dan tambahkan pelarut pencuci ke dalam corong pisah.
- b) Kocok dengan kuat selama 2 menit. Biarkan lapisan memisah, keluarkan lapisan air.
- c) Keluarkan lapisan pelarut melalui corong yang telah dipasang kertas saring dan 10 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat, yang keduanya telah dicuci dengan pelarut, ke dalam labu bersih yang telah ditimbang.
- d) Jika tidak dapat diperoleh lapisan pelarut yang jernih (tembung tebus), dan terdapat emulsi lebih dari 5 mL, lakukan sentrifugasi selama 5 menit pada putaran 2400 rpm. Pindahkan bahan yang disentrifugasi ke corong pisah dan keringkan lapisan pelarut melalui corong dengan kertas saring dan 10 g Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, yang keduanya telah dicuci sebelumnya, ke dalam labu bersih yang telah ditimbang.

- e) Gabungkan lapisan air dan emulsi sisa atau padatan dalam corong pisah. Ekstraksi 2 kali lagi dengan pelarut 30 mL tiap kalinya, sebelumnya cuci dahulu wadah contoh uji dengan tiap bagian pelarut.
- f) Ulangi langkah pada point e) jika terdapat emulsi dalam tahap ekstraksi berikutnya.
- g) Gabungkan ekstrak dalam labu destilasi yang telah ditimbang, termasuk cucian terakhir dari saringan dan  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat dengan tambahan 10 mL sampai dengan 20 mL pelarut.
- h) Destilasi pelarut dalam penangas air pada suhu  $85\text{ }^\circ\text{C}$ . Untuk memaksimalkan perolehan kembali pelarut lakukan destilasi.
- i) Saat terjadi kondensasi pelarut berhenti, pindahkan labu dari penangas air. Dinginkan dalam desikator selama 30 menit pastikan labu kering dan timbang sampai diperoleh berat tetap.
- j) Lakukan perhitungan dengan rumus:

$$\text{Minyak \& Lemak} = \frac{(A - B) \times 1000}{V \text{ sampel (ml)}}$$

Keterangan:

A = berat kertas labu + ekstrak (mg)

B = berat labu kosong (mg)

(SNI 06-6989.10-2004)

### 3.6 Data dan Sumber Data

Sumber data dalam penelitian adalah subjek dari data yang dapat diperoleh. Sumber data yang digunakan dalam penelitian ini merupakan sumber data primer dan sumber data sekunder. Data primer merupakan data sumber utama yang diperoleh dari objek yang akan diteliti, baik dengan cara wawancara maupun dengan memberikan kuisioner (Arikunto, 2006). Data primer pada penelitian ini ialah melalui observasi dan wawancara langsung terhadap kepala bagian sanitasi dan kepala bagian

produksi industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT. PMMP) Kapongan-Situbondo. Data yang digali mengenai hasil uji laboratorium air limbah oleh industri, kapasitas produksi industri, bahan tambahan produk industri, alat produksi yang digunakan industri, kebutuhan air bersih industri, volume air limbah industri, debit air limbah industri, pengolahan air limbah industri, dan perawatan pengolahan air limbah industri.

Data sekunder adalah sumber yang tidak langsung memberikan data kepada pengumpul data, misalnya lewat orang lain atau dokumen (Sugiyono, 2010). Data sekunder dalam penelitian ini diperoleh melalui studi kepustakaan dalam buku, laporan, jurnal dan data lain yang berhubungan dengan industri *cold storage* serta parameter air limbah industri *cold storage*.

### **3.7 Teknik Pengumpulan Data**

Teknik pengumpulan data yang dilakukan dalam penelitian ini terdapat beberapa cara, antara lain adalah penelitian kepustakaan dan penelitian lapangan.

#### **a. Wawancara**

Teknik pengumpulan data melalui wawancara dapat dilakukan untuk menemukan permasalahan dan ingin mengetahui hal yang lebih mendalam mengenai obyek penelitian melalui komunikasi dengan subyek yang mengetahui informasi tersebut (Sugiyono, 2012). Dalam penelitian ini, wawancara dilakukan dengan proses tanya jawab dengan bagian sanitasi dan higienen serta bagian produksi industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT. PMMP) Kapongan-Situbondo. Wawancara mengenai proses produksi udang beku blok dan penanganan air limbah industri serta pengolahan yang diterapkan industri untuk mengolah air limbahnya sebelum dibuang ke badan air penerima (sungai).

b. Observasi

Observasi atau pengamatan ini merupakan kegiatan mengamati secara mendalam menggunakan indra manusia bukan hanya terbatas pada orang, namun juga obyek alam yang lainnya (Sugiyono, 2012). Pengamatan yang dilakukan pada penelitian ini yaitu dengan mengamati proses produksi, penanganan dan pengolahan air limbah industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT. PMMP) Kapongan-Situbondo.

c. Uji Laboratorium

Pengujian laboratorium dilakukan untuk menguji sampel air limbah pada *inlet* dan *outlet* industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT. PMMP) Kapongan-Situbondo.

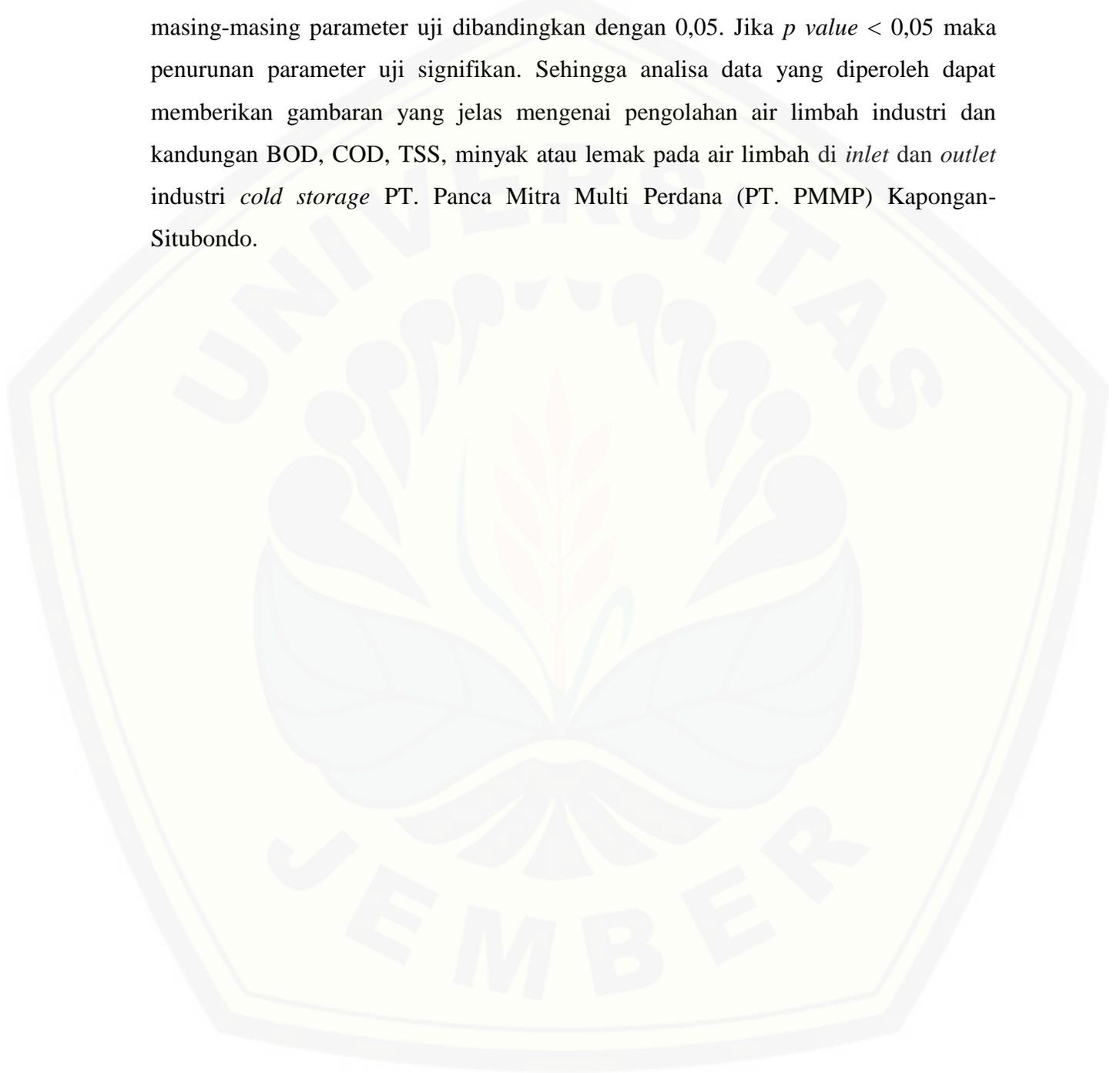
d. Dokumentasi

Dokumentasi dilakukan dengan mengadakan penelitian terhadap data yang telah ada dan menggali teori-teori yang telah berkembang dalam bidang ilmu yang berkepentingan, mencari metode-metode serta teknik peneliti-peneliti terdahulu, serta memperoleh orientasi yang lebih luas dalam permasalahan yang dipilih dan menghindarkan dari terjadinya duplikasi-duplikasi yang tidak diinginkan (Nazir, 2003).

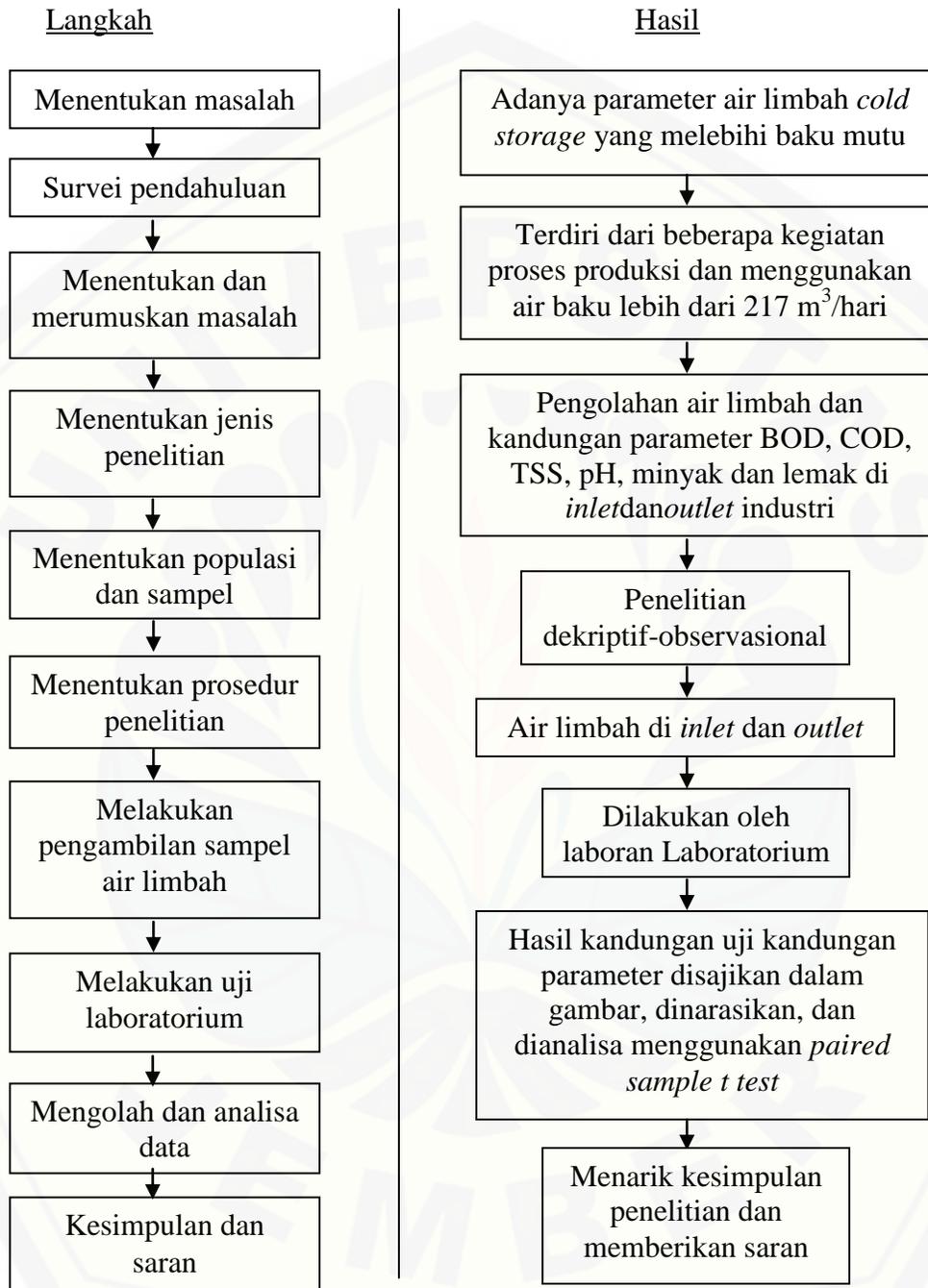
### 3.8 Teknik Penyajian Dan Analisis Data

Teknik penyajian data adalah salah satu rangkaian kegiatan dalam membuat laporan hasil penelitian yang dilakukan sehingga dapat mudah dipahami, dianalisis serta ditarik kesimpulan guna memberikan gambaran yang jelas mengenai penelitian. Dalam penelitian ini, data yang didapatkan berupa hasil observasi dan wawancara serta data tentang hasil uji laboratorium kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak lemak air limbah di *inlet* dan *outlet* industri. data tersebut akan dianalisa secara deskriptif dengan memperhatikan pedoman-pedoman pemecahan masalah yang sesuai di dalamnya.

Data terkait hasil parameter uji dianalisis menggunakan *paired sample t test* untuk mengetahui penurunan signifikan dari *inlet* ke *outlet* industri. Nilai *p value* masing-masing parameter uji dibandingkan dengan 0,05. Jika *p value* < 0,05 maka penurunan parameter uji signifikan. Sehingga analisa data yang diperoleh dapat memberikan gambaran yang jelas mengenai pengolahan air limbah industri dan kandungan BOD, COD, TSS, minyak atau lemak pada air limbah di *inlet* dan *outlet* industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT. PMMP) Kapongan-Situbondo.



### 3.9 Kerangka Alur Penelitian



Gambar 3.5 Alur Penelitian

## BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Gambaran Umum

PT PMMP merupakan salah satu industri yang termasuk dalam sektor agroindustri dan bergerak dalam pengolahan bahan pangan berupa produk udang beku. Berdiri sejak 16 September 1998, karena suatu hal pernah tidak melakukan produksi selama dua tahun (2002-2004). Aktif kembali melakukan produksinya pada 8 September 2004 dengan kantor pusat di Surabaya.

PT PMMP menggunakan udang sebagai bahan baku produknya, Jenis produk yang dihasilkan PT PMMP sampai sekarang menerima pemesanan pengolahan pembekuan udang jenis *vennamei*. Macam-macam jenis produk PT PMMP yaitu berupa *frozen raw shrimp*, *frozen cooked shrimp*, *frozen raw breaded*, dan, *frozen cephalopoda*. Kebutuhan produksi produk udang beku rata-rata mencapai 400 sampai dengan 500 ton per bulan atau 13 sampai 16 ton per harinya. Produksi tersebut bergantung pada banyaknya jumlah pemesanan macam-macam produk udang beku.

Produksi produk udang beku yang terdiri dari beberapa macam kegiatan pengolahan menghasilkan limbah industri yaitu limbah padat dan limbah cair. Kebutuhan air baku industri digunakan untuk beberapa kegiatan proses produksi. Berdasarkan Dokumen Pengelolaan dan Pemantauan Lingkungan PT (2014) PMMP kebutuhan air yang digunakan untuk proses produksi rata-rata mencapai 430 m<sup>3</sup>/hari. air baku digunakan untuk kegiatan proses produksi dan kegiatan domestik yang 99% menjadi limbah cair. Neraca penggunaan air PT PMMP dapat dilihat pada lampiran 6. Kemudian dari kegiatan tersebut dihasilkan limbah cair sebagai sisa hasil buangan air bekas yang digunakan pada masing-masing kegiatan tersebut. Limbah cair industri berupa suspensi air kotor yang kontak dengan bahan baku maupun peralatan dan tempat produksi produk udang beku. Sedangkan limbah padat industri yang dominan yaitu kelompok limbah organik berupa kepala dan kulit udang.

PT. PMMP memiliki saluran air limbah dan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) untuk mengolah air limbahnya. Saluran air limbah berupa saluran semi terbuka dan terpisah dengan saluran drainase. Saluran air limbah menampung seluruh buangan air limbah dari proses produksi, buangan *laundry* dan dialirkan menuju IPAL yang kemudian dibuang ke badan air penerima (sungai). IPAL PT. PMMP menerapkan teknik *horizontal roughing filter*, bak aerator, dan bak pengolahan biologi.

Industri yang terletak di Jalan Raya Banyuwangi Km 10, Desa Landangan, Kecamatan Kapongan, Kabupaten Situbondo. Secara geografis berada pada koordinat 7°41'35.87" LS dan 114°5'27.16" BT. Berdiri diatas lahan seluas 2,48 Ha, PT PMMP memiliki beberapa gedung yang dibangun di dalamnya. Bangunan gedung terdiri dari proses produksi, *cold storage*, kantor, laboratorium, *mess*, mushalla, ruang istirahat karyawan, lapangan olahraga, lahan parkir, taman, Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL), bengkel, Tempat Penampungan Sementara Bahan Berbahaya dan Beracun (TPS B3), dan bangunan penunjang lainnya.

Tata letak merupakan satu keputusan penting yang menentukan efisiensi sebuah operasi dalam jangka panjang. Tata letak memiliki banyak dampak strategis karena tata letak menentukan daya saing perusahaan dalam hal kapasitas, proses fleksibilitas, dan biaya, serta kualitas lingkungan kerja, kontak pelanggan, dan citra perusahaan. Tata letak pabrik (*plant layout*) atau tata letak fasilitas (*facilities layout*) menurut Abdul (2010) dapat didefinisikan sebagai tata cara pengaturan fasilitas-fasilitas pabrik guna menunjang kelancaran proses produksi. Tata letak pabrik merupakan hal utama dalam mendirikan sebuah industri. Jadi *plant layout* berhubungan dengan masalah penataan pabrik dan peralatan produksi dalam pabrik. *Layout* industri PT PMMP dapat dilihat pada lampiran 7.

Industri terbesar yang ada di Kabupaten Situbondo tersebut menerima bahan baku udang yang umumnya berasal dari budidaya warga sekitar maupun hasil tangkapan perikanan di perairan Jawa Timur, Kalimantan, dan Sulawesi. Industri ini bekerja sama dengan organisasi nirlaba *SEAFOOD SAVER* yang berada dalam

naungan *World Wildlife Fund for Nature* (WWF). Tujuan dari kerjasama tersebut yaitu untuk menggunakan bahan baku yang berasal dari hasil perikanan yang ditangkap dengan alat tangkap ramah lingkungan seperti jaring tiga lapis.

## 4.1.1 Proses Produksi

PT Panca Mitra Multi Perdana (PT PMMP) yang memproduksi produk udang bekunya memiliki beberapa macam kegiatan proses produksi. Kegiatan-kegiatan ini dilakukan di dalam ruang proses produksi yang terbagi atas ruang potong kepala, ruang reparasi, ruang *soaking*, dan ruang *packing*. Antar ruang proses produksi dibatasi tembok maupun penyekat yang kuat dan kokoh. Ruang proses saling berhubungan untuk menjamin mutu produk. Berikut rincian kegiatan yang dilakukan di dalam ruang proses industri *cold storage* PT PMMP ialah:

### 1. Ruang proses potong kepala (PK)

Ruang PK merupakan ruangan untuk membuang bagian atas udang yaitu bagian kepala. Di dalam ruangan ini terdiri dari beberapa macam kegiatan proses berupa penerimaan bahan baku, pencucian menggunakan air dingin, penimbangan awal, pemotongan kepala, dan pencucian ke dalam tiga bak. Kegiatan-kegiatan tersebut menjadi kegiatan awal pengolahan produk udang beku yang dilakukan oleh industri terhadap bahan bakunya.

Penerimaan bahan baku dilakukan pengontrolan terhadap suhu dan kenampakan fisik dari udang. Kualitas bahan baku pada industri mengacu pada pada SNI 01-2346-2006 tentang standar organoleptik dan mikrobiologi udang *vennamei* segar. Kemudian udang dipindahkan dari keranjang bongkar berkapasitas 50 Kg yang digunakan untuk mengangkut bahan baku dari proses pembongkaran di truk ke keranjang sortir berkapasitas 15 Kg.

Udang yang telah dipindahkan ke keranjang sortir dicuci menggunakan air dingin dengan tujuan untuk menghilangkan kotoran yang menempel yang nantinya mampu mempengaruhi tingkat kesegaran *black spot*. Suhu air yang digunakan adalah 0 °C. Hal ini bertujuan agar tidak terjadi kenaikan suhu tubuh yang akan dapat

mempercepat penurunan mutu. Untuk menjaga suhu air yang digunakan dalam pencucian tetap dingin, sekitar 0 °C dilakukan penambahan es setiap suhu air mulai menghangat.

Kegiatan penimbangan awal ialah untuk mengetahui berat awal bahan baku yang akan dilakukan pemotongan kepala. Selain untuk mendapatkan keseragaman berat pada produk akhir, penimbangan juga sekaligus dilakukan sebagai usaha pengawasan hasil sortasi. Dengan mengetahui jumlah udang pada setiap kali penimbangan maka diketahui ukuran udang yang akan diproduksi (Hadiwiyoto, 1993). Penimbangan dilakukan dengan cara menggunakan mesin timbangan digital analitik yang mempunyai titik ketelitian sampai  $1 \times 10^{-4}$ . Hal ini dimaksudkan agar untuk mengetahui batas ketelitian diambil dari dua angka desimal. Selanjutnya hasil timbangan dicatat untuk kesesuaian berat pada produk kemasannya.

Kegiatan berikutnya ialah pemotongan kepala yang dilakukan dengan cara membuang bagian kepala udang. Kegiatan ini dilakukan di atas meja timbang terbuat dari *stainless steel* berukuran  $2,5 \times 1 \text{ m}^2$  dengan menggunakan alat kuku ninja. Kuku ninja merupakan alat yang digunakan di ibu jari yang terbuat dari bahan *stainless* yang di ujungnya sangat tajam. Pemotongan kepala dilakukan karena didalam kepala udang merupakan tempat kandungan toksin yang dapat menimbulkan penyakit yang ada didalam tubuh udang seperti memerahnya mulut udang (Hadiwiyoto, 1993). Serta pemotongan kepala juga dilakukan karena adanya pemesanan permintaan pasar.

Kegiatan potong kepala harus dilakukan hati-hati dengan cara udang dipisahkan antara bagian tubuhnya dengan bagian kepala. Pemotongan yang sempurna harus menyisakan *hanging meat* yang sesuai standar yaitu panjangnya setengah dari panjang kaki renang pertama atau separuh dari penampang tubuh udang (Anjarsari, 2004). Selanjutnya menurut Hadiwiyoto (1993) pada proses tersebut juga dilakukan penghilangan genjer, namun PT PMMP tidak dilakukan penghilangan genjer pada bahan baku udangnya.

Kegiatan berikutnya ialah pencucian ke dalam tiga bak yang dilakukan dengan cara mencelupkan udang ke dalam bak pada meja sortasi yang terbuat dari *stainless*

*steel* dengan ukuran  $2,5 \times 1,5 \text{ m}^2$ . Desain meja sortasi dibuat dengan tiga bak yang menyatu dengan meja. Bak meja berukuran  $0,7 \times 0,4 \times 0,5 \text{ m}^3$  masing-masing diisi air tawar dan klorin. Bak pertama berisi air tawar berfungsi untuk membersihkan kotoran udang yang masih menempel pada udang. Bak kedua berisi klorin murni berfungsi membunuh mikroorganisme berbahaya yang terdapat pada udang. Sedangkan bak ketiga berisi air tawar sebagai pembilas pencelupan sebelumnya berfungsi membersihkan kadar klorin yang menempel pada bahan baku agar tetap terjamin mutunya.

*Good Manufacturing Practice* (GMP) mempersyaratkan penggunaan zat kimia yang cukup dalam dosis yang dianggap aman. Sangat penting untuk mengikuti petunjuk penggunaannya dari produsennya. Efektifitas dari desinfektan bergantung pada jenis dan konsentrasinya, lama kontak, suhu dan pH. Desinfeksi akan tidak berfungsi dengan baik jika digunakan untuk suatu permukaan alat yang kotor, karena desinfektan menjadi tidak efektif. Desinfektan tersebut biasanya dilarutkan dalam air.

Klorin yang digunakan industri merupakan bentuk larutan hipoklorit yang mengandung 100 sampai 120 mg klorin/liter. Desinfektan ini bekerja cepat terhadap sejumlah mikroorganisme dan harganya relatif murah. Oleh karena itu, pembilasan perlu segera dilakukan setelah cukup waktu kontak bahan baku dengan larutan ini. Desinfektan tersebut memiliki daya untuk menghilangkan kotoran organik dan sebagai pembunuh mikroorganisme patogen yang melekat pada bahan baku. Selanjutnya udang tanpa kepala yang telah dibersihkan siap diangkut menuju ruang proses reparasi untuk diolah lebih lanjut.

## 2. Ruang proses reparasi

Ruang reparasi merupakan serangkaian kegiatan pengolahan udang yang meliputi kegiatan sortasi, pencucian lanjutan, dan pengolahan pengupasan sesuai pemesanan produk. Pengolahan udang berdasarkan jenis pengupasannya dilakukan dalam ruangan ini. Industri lebih dominan menerima pemesanan udang dengan kupas kulit dan kepala.

Kegiatan awal yang dilakukan di ruang reparasi yaitu kegiatan penyortiran udang berdasarkan ukuran udang. Sortasi ialah kegiatan pemilahan atau pemisahan udang berdasarkan ukuran. Proses penyortiran merupakan proses pemberian label dengan adanya keterangan ukuran udang, berat udang, tanggal penerimaan udang, dan bentuk morfologi udang serta asal suplay udang. Hal ini bertujuan agar dalam proses ini dapat diketahui ukuran udang yang telah dipotong kepala berdasarkan beratnya.

PT PMMP menyortir bahan baku produk udang bekunya berdasarkan ukuran udang. Tujuan sortasi untuk mendapatkan hasil yang seragam, baik dalam hal kesegarannya, ukurannya, jenisnya, maupun mutunya (Hadiwiyoto, 1993). Pada ruang proses reparasi terdapat mesin *grading* sebagai alat penyortir ukuran udang. Selain dilakukan dengan alat berupa mesin *grading*, penyortiran juga dilakukan dengan cara manual yaitu mengamati menggunakan mata telanjang untuk memilih udang berdasarkan ukuran yang dipesan. Udang-udang yang mempunyai berat yang hampir sama dikelompokkan dalam satu *size*. Udang ditampung pada keranjang sortir berkapasitas 20 kg yang selanjutnya diangkut untuk dilakukan pencucian kembali.

Pencucian lanjutan pada ruang proses reparasi dilakukan dengan cara membilas kembali udang yang telah disortir. Udang diletakkan pada meja sortasi yang didesain dengan tiga bak berisi air tawar dan air dingin bersuhu 0° sampai 5° C. Kemudian udang dicelupkan ke dalam bak air tawar pertama, kedua, dan dilanjutkan ke bak ketiga yang berisi air dingin. Hal ini dilakukan agar udang tetap terjamin kebersihannya setelah kegiatan penyortiran.

Pengolahan selanjutnya udang diberi perlakuan sesuai dengan pemesanan produk. Beberapa jenis pemesanan yang umum diproduksi PT PMMP yaitu pemesanan udang dengan kupas kulit, kupas ekor, kupas kaki, cukit (membuang usus), belah, dan *skeewed* (tusuk sate). Cukit udang menggunakan alat kecil menyerupai jarum yang terbuat dari logam. Selanjutnya udang diangkut menuju ruang proses *soaking* untuk mendapatkan pengolahan lebih lanjut.

### 3. Ruang proses *soaking*

Ruang *soaking* merupakan ruangan untuk menjaga suhu udang agar tetap berada pada suhu dibawah 0 °C. Inti pada ruang *soaking* adalah perendaman udang dengan menggunakan air aquades ditambah kepingan es agar suhu udang tetap berada dibawah 0 °C.. Ada dua jenis pengolahan yang umum dipesan yaitu udang diolah dengan cara setengah matang kemudian direndam, dan udang diolah dengan cara langsung direndam.

Istilah diolah setengah matang di industri disebut proses *cook* (memasak). Udang yang dipesan melalui proses *cook* dengan cara di *steam*. *Steam* merupakan proses penguapan air yang menghasilkan gas akibat air yang dipanaskan, atau biasa disebut dengan pengukusan. Kemudian udang *steam* ditiriskan sesaat dan dimasukkan ke dalam bak berukuran 1,5 x 1,5 x 1,5 m<sup>3</sup> berisi air aquades yang ditambah dengan kepingan es hingga suhu air dibawah 0 ° C. Udang direndam selama dua jam agar suhunya tetap terjaga di bawah 0 ° C.

Udang diolah dengan cara langsung dibekukan tidak melalui proses *steam*, udang langsung direndam selama dua jam pada bak berukuran 1,5 x 1,5 x 1,5 m<sup>3</sup> berisi air murni yang ditambah dengan es hingga suhu air dibawah 0 ° C. Hal ini juga bertujuan agar suhu udang tetap terjaga di bawah 0 ° C. Setelah dua jam, udang ditiriskan kemudian diolah sesuai bentuk beku pemesanan produknya.

Udang disusun pada pan-pan yang telah disiapkan. Pan yang digunakan untuk menempatkan dan memosisikan udang yang akan dibekukan memiliki ukuran 30 x 18 x 7 cm<sup>3</sup> dengan berat isi produk antara ± 1,5 Kg. Ada empat macam jenis pembekuan produk udang dari PT PMMP yaitu *vacum pack*, *block frozen*, *individual quick frozen*, dan semi *individual quick frozen*. Pembekuan udang ini dilakukan pada ruang proses *soaking*, ruang *packing* 4 dan 5 untuk menjamin mutu produk dan mengejar target pemesanan agar tepat waktu. Udang ditimbang sesuai dengan pemesanan banyaknya produk udang berdasarkan jenis produk beku dan jenis bentuknya.

Industri menggunakan alat pembekuan udang dengan mesin *contact plate freezer*. Menurut Afrianto dan Liviawaty (2010), proses pembekuan produk bertujuan untuk mengawetkan sifat-sifat alami produk dengan cara menghambat aktivitas bakteri maupun aktivitas enzim. Selama proses pembekuan berlangsung, terjadi pemindahan panas dari tubuh produk yang bersuhu lebih tinggi ke *refrigerant* yang bersuhu rendah.

Mesin pembeku berukuran  $4 \times 2 \times 2 \text{ m}^3$  membutuhkan waktu  $2 \frac{1}{2}$  jam dengan suhu  $-18^\circ \text{C}$ . Jumlah mesin yang digunakan industri sebanyak dua mesin yang diletakkan berdekatan pada ruang *soaking*. Mesin *contact plate freezer* dalam satu kali operasi menghasilkan 300 pan produk udang beku. Estimasinya dalam satu hari kerja rata-rata mesin *contact plate freezer* dapat digunakan  $\pm$  tiga kali pada masing-masing mesin. Sehingga rata-rata jumlah pan produk udang beku yang dihasilkan dua mesin tersebut perharinya sebanyak  $\pm 2100$  pan.

Setelah udang dibekukan dalam mesin *contact plate freezer*, dilakukan proses *glazing* pada udang. *Glazing* merupakan proses menyelimuti produk udang dengan cara menyiram atau mencelupkannya ke dalam air bersuhu  $0^\circ \text{C}$  sampai  $5^\circ \text{C}$ . Bertujuan untuk melindungi produk agar terlindung dari peristiwa dehidrasi dan oksidasi. Selimut tersebut juga menjauhkan produk dari udara sehingga oksidasi dapat menurun.

Selanjutnya dalam ruang *soaking* juga dilakukan pengepakan dan pelabelan pada produk udang beku yang siap diangkut menuju ruang *cold storage*.

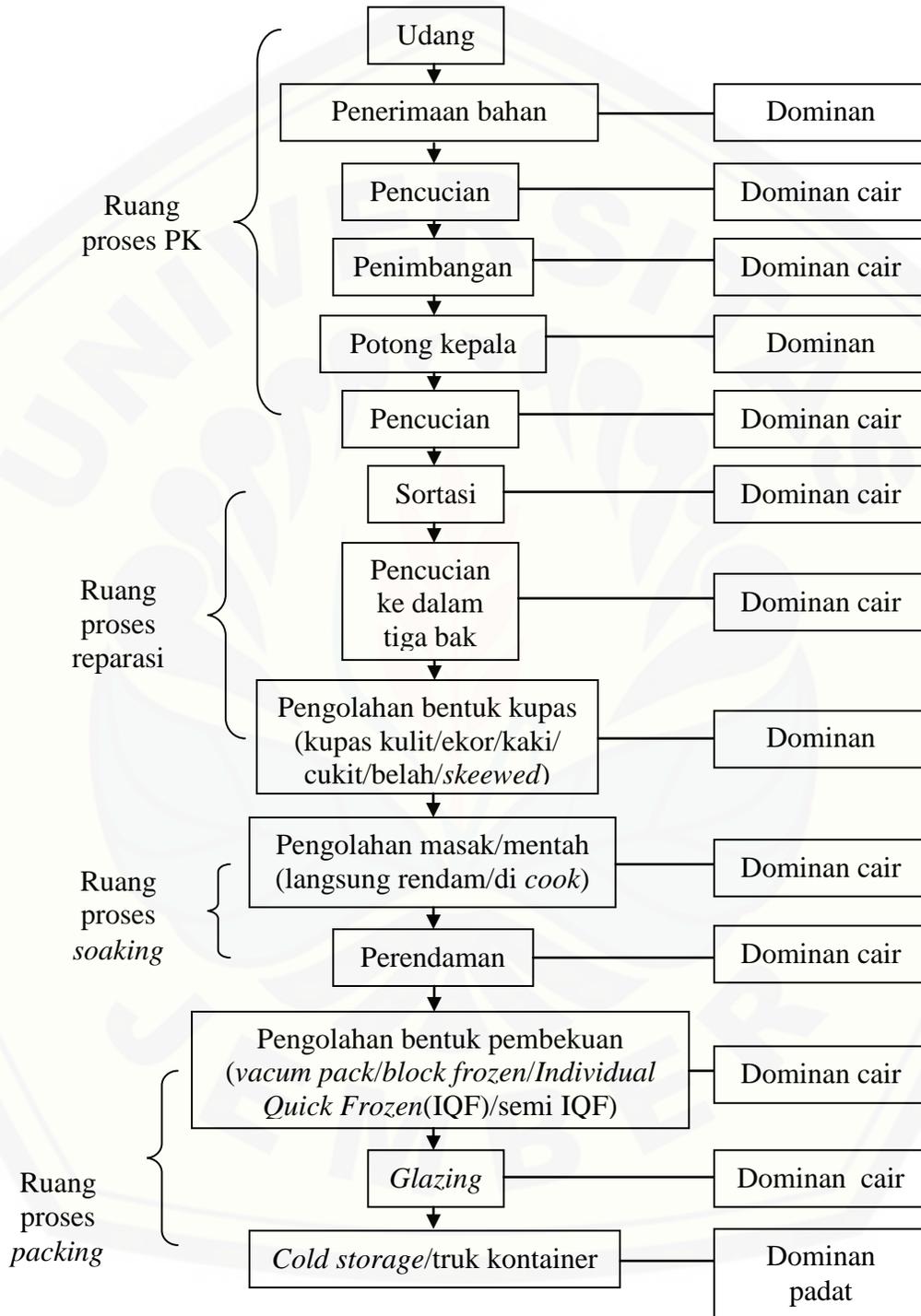
Pengepakan produk udang beku dikemas sebanyak dua lapis. Bahan pengemas primer merupakan bahan pengemas yang langsung bersinggungan atau berhubungan langsung dengan produk yaitu plastik berupa plastik jenis *Polyethylen* (PE). Sedangkan bahan pengemas sekunder berfungsi untuk memudahkan pengangkutan dan penyimpanan yaitu *Master Carton* (MC) dengan jenis *double whole*.

Karton ini mempunyai dua lapisan gelombang pada permukaannya, sehingga dapat mencegah kerusakan mekanis saat pengangkutan. Pada karton tercantum keterangan produk, namun lebih lengkap pada *Inner Carton* (IC) karena berkaitan

dengan pemasaran ke luar negeri. Keterangan yang tertera pada MC antara lain; brand, asal ikan, size, jenis produk, bentuk, kandungan gizi produk, *traceability code*, tanggal produksi, tanggal kadaluarsa, menunjukkan asal atau identitas produk dan lain-lain. MC juga diikat dengan tali nilon (*strapping band*) dengan warna yang disesuaikan berdasarkan jenis produk beku dan jenis bentuknya.

Kemudian produk yang terkemas dimasukkan pada alat *metal detector* untuk mendeteksi adanya kandungan logam berat pada produk kemasan. Jika terdapat kandungan logam berat, alarm *metal detector* akan berbunyi diikuti nyala lampu berwarna merah pada alatnya. Selanjutnya produk terkemas siap diangkut menuju ruang *cold storage* menggunakan *forklift* (kereta pengangkut barang). *Cold storage* merupakan ruangan yang diinsulasi dan direfrigrasi yang khusus dirancang bagi penyimpanan beku. Sistem pembekuan yang dilakukan oleh PT. PMMP ialah sistem *Air Blast*. Prinsip *Air Blast* yaitu menghembuskan udara dingin dari refrigerator ke bahan pangan.

Berikut proses produksi dan limbah yang dihasilkan secara lengkap dapat dilihat pada gambar 4.1 sebagai berikut:



Gambar 4.1 Diagram Alur Proses Produksi dan Limbah yang Dihasilkan

## 4.2 Jenis Limbah yang Dihasilkan

### 4.2.1 Limbah Padat

Limbah padat yang ditemukan di ruang proses produksi industri berupa kepala, kulit, kaki, dan ekor udang yang termasuk kelompok limbah organik. Limbah organik adalah limbah padat semi basah berupa bahan-bahan organik yang mudah busuk atau terurai mikroorganisme. Serta terdapat potongan kertas kecil bekas pemberian label pada bak-bak penampungan bahan baku maupun produk industri, kantong plastik bekas, dan kemasan rusak yang termasuk sampah padat kering yang sulit terurai oleh mikroorganisme.

Limbah padat berupa kepala, kulit, ekor, dan kaki udang dikumpulkan menjadi satu menuju tempat penampungan limbah padat. Sedangkan limbah padat berupa potongan kertas kecil ditempatkan pada tempat pembuangan sampah sementara yang terdapat dalam masing-masing ruang proses produksi. Limbah padat industri telah mendapatkan penanganan dari sumber limbah dihasilkan. Pengelolaan limbah padat dilakukan dengan mengirimkan ke pihak ketiga untuk diolah lebih lanjut.

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilaksanakan pada tanggal 01 Mei 2015 selama tiga hari berturut-turut, berat limbah organik yang dihasilkan PT PMMP bervariasi. Pengukuran estimasi berat limbah organik dilakukan dengan cara menghitung banyaknya tumpukan drum per hari yang dikirimkan ke pihak ketiga. Satu drum terisi penuh limbah organik memiliki berat  $\pm 160$  kg.

Pada tanggal 01 Mei 2015, estimasi berat limbah organik yang dikirimkan ke pihak ketiga sebanyak 37 drum dengan berat  $\pm 5920$  Kg. Selanjutnya pada tanggal 02 Mei 2015, estimasi berat limbah organik yang dikirimkan sebanyak 51 drum dengan berat  $\pm 8160$  Kg. Kemudian pada tanggal 03 Mei 2015, estimasi berat limbah organik yang dikirimkan sebanyak 43 drum dengan berat  $\pm 6880$  Kg. Limbah organik yang dikirimkan ke pihak ketiga berupa kepala, kulit, kaki, dan ekor udang. Namun limbah yang paling dominan dikirimkan berupa limbah kepala dan kulit udang.

Estimasi berat limbah organik berupa kepala udang yang dikirimkan ke pihak ketiga selama tiga hari berturut-turut dapat dilihat pada tabel 4.1 sebagai berikut:

Tabel 4.1 Estimasi Berat Limbah Kepala Udang

| No. | Hari / Tanggal | Limbah kepala udang (Kg) |
|-----|----------------|--------------------------|
| 1.  | 01 Mei 2015    | 3935,00                  |
| 2.  | 02 Mei 2015    | 5170,00                  |
| 3.  | 03 Mei 2015    | 4180,00                  |
|     | Total          | 13285,00                 |
|     | Rata-rata      | 4428,33                  |

Berdasarkan tabel 4.1 diketahui bahwa industri menghasilkan limbah kepala udang rata-rata sebanyak 4428,33 Kg per harinya. Sedangkan Estimasi berat limbah organik berupa kulit udang yang dikirimkan ke pihak ketiga selama tiga hari berturut-turut dapat dilihat pada tabel 4.2 sebagai berikut:

Tabel 4.2 Estimasi Berat Limbah Kulit Udang

| No. | Hari / Tanggal | Limbah kulit udang (Kg) |
|-----|----------------|-------------------------|
| 1.  | 01 Mei 2015    | 1985,00                 |
| 2.  | 02 Mei 2015    | 2990,00                 |
| 3.  | 03 Mei 2015    | 2700,00                 |
|     | Total          | 7675,00                 |
|     | Rata-rata      | 2558,33                 |

Berdasarkan tabel 4.2 diketahui bahwa industri menghasilkan limbah kulit udang rata-rata sebanyak 2558,33 Kg per harinya.

#### 4.2.2 Limbah Cair

Limbah cair yang ditemukan di industri berupa air limbah hasil penggunaan selama kegiatan proses produksi. Air limbah industri memiliki warna keruh yang disebabkan oleh bekas penggunaan untuk membersihkan bahan baku, membilas peralatan industri yang dicuci, dan mengkesut lantai ruang proses industri. Limbah cair industri *cold storage* memiliki karakteristik yang berbeda tergantung pada jenis komoditi yang digunakan dan jenis produk yang dihasilkan serta jenis proses produksi yang dilakukan. Namun secara umum kuantitasnya besar dan memiliki kandungan bahan organik yang tinggi. Limbah cair yang dihasilkan oleh industri

pengolahan hasil laut mempunyai pH mendekati 7 (netral) yang disebabkan oleh dekomposisi bahan yang mengandung protein dan senyawa amonia. Kandungan air limbah industri *cold storage* ini bergantung pada derajat kontaminasi dan kualitas air baku yang digunakan oleh industri (Gonzales, 1996).

Karakteristik limbah cair yang berasal dari industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri tersebut. Rata-rata sebesar 85 sampai 90 % dari jumlah air yang dipergunakan dalam industri akan menjadi air limbah. Makin banyak jumlah air yang digunakan, maupun makin banyak bahan-bahan asing yang masuk ke dalam air buangan akan mengakibatkan semakin sulitnya pengolahan yang harus diterapkan untuk memperbaiki mutu air buangan tersebut (Suryadiputra, 1995). Adanya bau yang timbul dari limbah cair PT PMMP disebabkan oleh dekomposisi bahan organik yang menghasilkan senyawa amina mudah menguap, diamina dan amonia (Sari, 2005).

Berdasarkan hasil observasi dan wawancara yang dilaksanakan pada tanggal 01 Mei 2015 selama tiga hari berturut-turut, volume limbah cair yang dihasilkan industri menunjukkan angka yang berbeda-beda. Pengukuran estimasi volume limbah cair dilakukan dengan mengukur luas bak penampung air limbah terlebih dahulu. Kemudian mengukur kedalaman air limbah selama 15 menit sekali selama proses produksi berlangsung yaitu dari jam 07.00 sampai 22.00 dengan cara menenggelamkan tali dengan pemberat. Panjang tali yang basah merupakan kedalaman limbah cair pada bak penampung.

Volume air limbah dihitung dengan cara luas bak dikalikan panjang tali yang basah. Pengukuran volume limbah cair pada bak penampung air limbah dilakukan setiap 15 menitnya. Kemudian hasil diakumulasikan selama 15 jam untuk memperoleh estimasi volume limbah cair yang dihasilkan selama satu hari kerja.

Pengukuran volume limbah cair di *inlet* yang dilakukan pada tanggal 01 Mei 2015 selama tiga hari berturut-turut diketahui estimasi volume limbah cair pada hari pertama pengukuran sebanyak  $\pm 291,6$ . Kemudian pada hari kedua diketahui estimasi

volume limbah cair di *inlet* sebanyak  $\pm 421,2 \text{ m}^3$ . Sedangkan pada hari ketiga diketahui estimasi volume limbah cair di *inlet* sebanyak  $\pm 324 \text{ m}^3$ .

Estimasi volume limbah cair di *inlet* industri selama tiga hari berturut-turut dapat dilihat pada tabel 4.3 sebagai berikut:

Tabel 4.3 Estimasi Volume Limbah Cair di *Inlet*

| No. | Hari/Tanggal | Volume Limbah Cair ( $\text{m}^3$ ) |
|-----|--------------|-------------------------------------|
| 1.  | 01 Mei 2015  | 291,6                               |
| 2.  | 02 Mei 2015  | 421,2                               |
| 3.  | 03 Mei 2015  | 324,0                               |
|     | Total        | 1036,8                              |
|     | Rata-rata    | 345,6                               |

Berdasarkan tabel 4.3 diketahui bahwa industri menghasilkan limbah cair rata-rata sebanyak  $345,6 \text{ m}^3$  per harinya. Dalam industri *cold storage* limbah cair dikeluarkan dalam volume yang tidak sama untuk setiap harinya dari industri sebab laju kesibukan yang cenderung berbeda. pada suatu waktu tertentu banyak sekali dikeluarkan ampas dan lemak cair yang terutama mengandung protein dan garam. Sedangkan pada waktu yang lain, air limbah yang dikeluarkan lebih dominan mengandung protein dan juga lemak (Hayati, 1998).

Dampak pencemaran lingkungan akibat limbah industri pengolah hasil laut dapat diligat dari menurunnya kualitas air permukaan di badan-badan air sekitar kawasan industri. Menurunnya kualitas air secara visual dapat terlihat bahwa air berwarna keruh, coklat kehitaman, bercampur minyak dan memiliki bau busuk yang menyengat (Hikmah *et al.*, 2012). Dari hasil penelitian Musafiri *et al.* (2013) menunjukkan bahwa pencemaran akibat kegiatan industri semacam ini mempengaruhi kondisi air di sumur-sumur warga yang dekat dengan dengan kawasan industri. Sumur warga yang dekat dengan kawasan industri tersebut memiliki pH lebih rendah, suhu lebih tinggi, dan kandungan bahan organik yang lebih tinggi dibandingkan dengan sumur warga yang memiliki jarak lebih jauh. Akan tetapi kondisi pH, suhu, serta bahan organik yang terkandung dalam sumur warga masih

dalam batas normal. Salah satu penyebab normalnya kondisi tersebut karena jenis tanah kawasan sumur warga.

Penelitian lain menyebutkan adanya limbah cair yang berasal dari industri pengolahan hasil laut menimbulkan dampak bagi masyarakat. Munculnya beberapa penyakit seperti peningkatan diare pada anak terutama usia balita, peningkatan penyakit batuk dan gatal-gatal (Mustaruddin, 2012). Semakin berkembangnya industri pengolahan hasil laut akan meningkatkan potensi pencemaran lingkungan disekitarnya. Akibat pencemaran lingkungan tersebut dapat menurunkan kualitas perairan dan meningkatkan serangan penyakit, pencemaran lingkungan oleh industri semacam ini disebabkan rendahnya tingkat pemahaman mengenai pengolahan air limbah dan pengawasan dari pemerintah setempat (Priambodo, 2011).

### **4.3 Pengolahan Air Limbah dan Pemeliharaan IPAL**

#### **4.3.1 Pengolahan Air Limbah**

Penanganan limbah yang dilakukan PT PMMP menjadi salah satu upaya untuk mengelola lingkungan di sekitar industri. limbah cair industri dikelola dimulai dari sumber air limbah dihasilkan. Industri mempunyai unit alat penyaring awal atau pendahuluan, proses penyaringan awal ini disebut *screening* yang bertujuan untuk menyaring atau menghilangkan sampah atau benda padat yang besar agar proses berikutnya dapat lebih mudah lagi menanganinya, dengan hilangnya sampah-sampah padat besar maka transportasi limbah cair pasti tidak akan terganggu (Rahardjo, 2011). Kemudian air limbah diolah menggunakan Instalasi Pengolahan Air Limbah (IPAL) industri sebelum dibuang ke lingkungan yaitu sungai sebagai badan air penerima.

Konsep IPAL industri didesain dengan menggunakan prinsip *roughing filter*, aerasi, pengolahan biologi, yang dilengkapi *inlet* dan *outlet*. *Inlet* (bak penampungan air limbah) terdapat pada sebelum kolam peresapan merupakan bak untuk menampung air limbah yang berasal dari saluran pembuangan air limbah ruangan

proses produksi. Sedangkan *outlet* merupakan saluran yang terdapat pada setelah kolam penyaringan sebagai saluran pembuangan air limbah menuju pipa pembuangan air limbah ke badan air penerima (sungai).

IPAL industri berupa kolam dengan beberapa bak pada masing-masing kolamnya yang menggunakan media filter berupa batuan, kerikil, arang, dan ijuk. IPAL juga dilengkapi dengan bak aerasi yang terdapat kincir air sebagai aerator dan bak eceng gondok sebagai pengolahan biologi air limbah industri. Desain IPAL dibuat terbuka tanpa menggunakan atap. Berdasarkan hasil wawancara hal ini dimaksudkan untuk memperlancarkan proses aerob yang terjadi dalam air limbah.

Kolam peresapan PT PMMP ini terbuat dari semen yang kedap air, kuat, dan kokoh dengan bentuk balok persegi panjang berukuran  $6 \times 3,6 \times 1,4 \text{ m}^3$ . Masing-masing bak pada kolam peresapan memiliki lebar 90 cm. Pada kolam terdapat empat bak yang berisi tiga media filter dan satu pengolahan biologi. Tiga media filter pada masing-masing bak secara berurutan berupa batu sedang dengan diameter 5 sampai dengan 7 cm, batu besar dengan diameter 10 sampai dengan 20 cm, dan arang dengan diameter 3 sampai dengan 10 cm.

Bak pengolahan biologi berisi tanaman eceng gondok. Setiap bagian bak dibatasi dengan dinding yang bercelah untuk mengalirkan air limbah supaya tetap mengalir dari *inlet* (bak penampungan air limbah) menuju kolam peresapan keseluruhan. Kolam peresapan menjadi proses pengolahan awal dalam menurunkan zat-zat pencemar yang terdapat pada air limbah industri.

Selanjutnya kolam penyaringan yang hampir sama dengan kolam peresapan hanya ukuran dan penambahan bak aerasi yang menjadi pembeda. Kolam terdiri dari enam bak yaitu empat bak media filter, satu bak aerator, dan satu bak pengolahan biologi. Bak aerasi terdapat kincir air sebagai penyuplai oksigen pada air limbah. Empat media filter pada masing-masing bak secara berurutan berupa batu besar dengan diameter 10 sampai dengan 20 cm, batu sedang dengan diameter 5 sampai dengan 7 cm, kerikil, dan ijuk. Bak pengolahan biologi berisi tanaman eceng gondok sama halnya dengan yang terdapat pada kolam peresapan.

*Roughing filter* merupakan pengolahan pendahuluan yang bertujuan menurunkan kekeruhan dan padatan tersuspensi didalam air baku. Melalui penggunaan beberapa media saring seperti kerikil, arang, dan *limestone* (gerabah). Pengolahan air limbah dengan teknik *roughing filter* dianggap efisien karena dapat memisahkan partikel padatan tanpa penambahan bahan kimia. Teknik tersebut juga unggul dalam waktu operasional yang lama dan perawatannya yang mudah (Wegelin, 1996).

Penerapan teknik aerasi dilakukan untuk menyuplai oksigen secara berkelanjutan. Aerator yang digunakan industri dengan pemasangan kincir air pada kolam penyaringan. Kincir aerator bertujuan untuk memperluas kontak antara udara dan air yaitu saat air disemburkan ke udara dan untuk mempermudah udara masuk ke dalam air yaitu saat pedal bergerak masuk ke dalam air.

Pengolahan biologi pada IPAL industri dengan penambahan bak berisi eceng gondok pada kolam peresapan dan kolam penyaringannya. Tujuan pengolahan dengan teknik tersebut ialah memindahkan padatan tersuspensi dan bahan organik yang terkandung dalam air limbah dengan menggunakan mikroorganisme. Penggunaan eceng gondok dalam pengolahan air limbah ialah dapat menurunkan kandungan BOD, COD,  $\text{NH}_3$ , fosfat, dan padatan tersuspensi yang merupakan tolak ukur pencemaran oleh zat-zat organik. Kecepatan penyerapan zat pencemar dari dalam air limbah oleh eceng gondok dipengaruhi oleh beberapa faktor diantaranya komposisi dan kadar zat yang terkandung dalam air limbah, dan kerapatan eceng gondok dalam air limbah (Suardhana, 2009).

Media filter memiliki fungsinya masing-masing untuk menurunkan zat pencemar yang terdapat pada air limbah industri. Kerikil berfungsi menyaring padatan besar seperti kayu, daun akar dan sebagainya, ijuk berfungsi menyaring padatan kecil, seperti jentik-jentik, cacing dan sebagainya (Subarnas, 2006). Arang atau karbon aktif berfungsi untuk menyerap klor yang terlarut dalam air dan mengurangi bau (Entjang, 2000). Selain itu arang juga berfungsi sebagai karbon aktif

menyerap fenol, racun, dan mikroorganisme yang dampaknya menghilangkan warna, bau dan rasa (Subarnas, 2006).

Penggunaan media filter yang memiliki kerapatan cukup tinggi dapat meningkatkan efisiensi penyaringan. Karena media akan menyediakan area permukaan lebih besar untuk penyisihan padatan tersebut. Sesuai dengan penelitian Nkwonta dan Ochieng (2010) bahwa media filter berdiameter 1,2 sampai dengan 0,2 cm lebih efisien karena celah antar media semakin kecil. Sehingga area permukaan yang tersedia lebih besar untuk mengadsorpsi partikel padatan.

Menurut Rahmawati (2009) kemampuan penyaringan ditentukan oleh tingkat porositas dan luas permukaan media filter. Tingkat porositas yang tinggi dengan luas permukaan yang lebar dapat menghasilkan penyaringan yang tinggi pula. Arang memiliki porositas dan area permukaan yang besar untuk meningkatkan sedimentasi dan proses filtrasi lainnya.

Selanjutnya bak aerasi pada kolam penyaringan terdapat aerator kincir yaitu alat mekanik yang berfungsi untuk meningkatkan nilai oksigen air sehingga lebih banyak oksigen yang terlarut dalam air. Kincir air bekerja mengangkat air ke udara untuk disebarkan sehingga akan memperbesar luas permukaan kontak udara dan air (Prasetia, 2005). Sedangkan bak pengolahan biologi pada masing-masing kolam yang terdapat tanaman eceng gondok ditujukan untuk mampu menyerap berbagai zat yang terkandung di dalam air, baik terlarut maupun tersuspensi.

Bak pengolahan biologi dengan media tanaman eceng gondok diletakkan di bak paling akhir pada masing-masing kolam. Pada air limbah terjadi fluktuasi suhu limbah cair yang berkaitan erat dengan kepadatan eceng gondok. Semakin banyak permukaan kolam yang tertutupi oleh tanaman, semakin besar menghalangi pertukaran panas antara atmosfer dengan permukaan air. Air yang lebih jernih secara fisik pada sistem biofiltrasi disebabkan karena eceng gondok akan menangkap padatan tersuspensi dalam air limbah melalui sistem perakarannya sehingga akan mempercepat proses koagulasi dan flokulasi (Rudiyanto, 2004).

Berdasarkan kondisi tersebut, maka dapat disebutkan bahwa partikel-partikel solid yang terdapat dalam air limbah sebagian besar terbentuk dari bahan organik. Fungsi dari gulma air eceng gondok dalam menjernihkan limbah cair adalah mengurangi kecepatan air, sehingga akan menciptakan kondisi yang baik untuk sedimentasi atau pengendapan dari *suspended solid* serta mengurangi resiko dari resuspensi (Kurniadie, 2011). Dalam pengaplikasian pengolahan air limbahnya, industri ini dinyatakan mengolah limbah cairnya dengan unit pengolahan standar minimal yang terdiri dari teknik filtrasi, aerasi, dan pengolahan biologi sederhana (Suryati *et al.*, 2009).

#### 4.3.2 Pemeliharaan IPAL

Hasil observasi dan wawancara menyatakan bahwa PT PMMP melakukan pemeliharaan terhadap IPAL industri. Hal ini dilakukan agar tetap dapat bekerja secara optimal untuk menurunkan zat pencemar dalam air limbah industri. Pemeliharaan dilakukan dengan beberapa cara yaitu pengurasan, penggantian media (ijuk, arang, dan eceng gondok), pembersihan batu, dan pembersihan kincir air serta penyikatan pada bak-bak yang terdapat pada masing-masing kolam. Pemeliharaan kolam peresapan dan kolam penyaringan dilakukan bergantung pada tingkat kebersihan kolam tersebut.

Pengurasan IPAL dilakukan dengan cara mengalirkan air bersih dari ruang proses hingga volume tak terhingga. Hal tersebut dilakukan sekaligus untuk membersihkan ruang proses produksi agar kotoran yang masih tercecer dalam ruangan ikut tersapu air menuju IPAL. Selanjutnya pengurasan dilakukan dengan aliran air yang mengalir dari ruang proses produksi menuju masing-masing kolam.

Penggantian media berupa ijuk dan arang umumnya dilakukan satu kali dalam sebulan. Media ijuk dan arang yang terdapat pada bak masing-masing kolam terbungkus jaring sehingga pemeliharannya cukup mudah dilakukan dengan mengangkat jaring tersebut dan menggantinya dengan media yang baru. Sedangkan penggantian media tanaman eceng gondok sebagai media pada bak pengolahan

biologi dilakukan satu kali dalam sebulan. Sebaiknya penggantian tanaman eceng gondok dilakukan penggantian ketika tanaman sebelum layu berkisar antara tujuh sampai 10 hari. Hal tersebut dilakukan supaya efektifitas tanaman eceng gondok menurunkan zat-zat pencemar air limbah industri dapat terus berlangsung dengan baik.

Pembersihan batu besar dan sedang dilakukan dengan cara menyikat permukaan batu dengan menggunakan sikat berukuran 40 x 10 cm. Penyikatan juga dilakukan pada pinggir bak untuk membersihkan kotoran yang menempel pada dinding-dinding kolam. Umumnya penyikatan dilakukan satu kali dalam seminggu. Begitu juga sama halnya dengan pembersihan kincir air yang dilakukan penyikatan pada bagian-bagian kincir, terutama komponen pedal yang terus bergerak untuk mengayuh air supaya terjadi perputaran air yang kontak dengan udara.

Bak-bak yang terdapat pada kolam peresapan dan kolam penyaringan juga dilakukan penyikatan pada bagian bak yang tidak terisi media. Penyikatan juga dilakukan pada bagian dasar bak yang berisi media arang dan ijuk ketika dilakukan penggantian media tersebut. Penyikatan pada bak kolam dilakukan guna mengurangi kotoran yang menempel seperti lumut dan kotoran lainnya. Sehingga air limbah juga dapat mengalir menuju ke bak-bak selanjutnya dalam sistem pengolahan air limbah industri.

Pemeliharaan IPAL industri dimaksudkan supaya kinerja IPAL dapat berfungsi dengan baik dalam menurunkan zat-zat pencemar yang ada pada air limbah industri. Sehingga dibutuhkan manajemen yang tepat dalam melaksanakan pemeliharaannya yaitu diantaranya dengan membentuk penanggungjawab dan pelaksana kebersihan IPAL, menetapkan biaya operasional pemeliharaan, dan pemantauan kinerja IPAL yang dilakukan setiap harinya.

## 4.4 Hasil Kandungan dan Penurunan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak di *Inlet* dan *Outlet*

Pengujian sampel air limbah industri dilakukan untuk mengetahui kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada sampel air limbah yang diambil dari *inlet* dan *outlet* IPAL PT PMMP. Selanjutnya akan didapatkan grafik hasil penurunan atau kenaikan kandungan masing-masing parameter yang terdapat pada sampel air limbah *inlet* dan *outlet* IPAL PT PMMP. Sampel air limbah diambil dengan menggunakan metode *grab sampling* yaitu pengambilan sampel sesaat yang dilakukan pada satu lokasi tertentu.

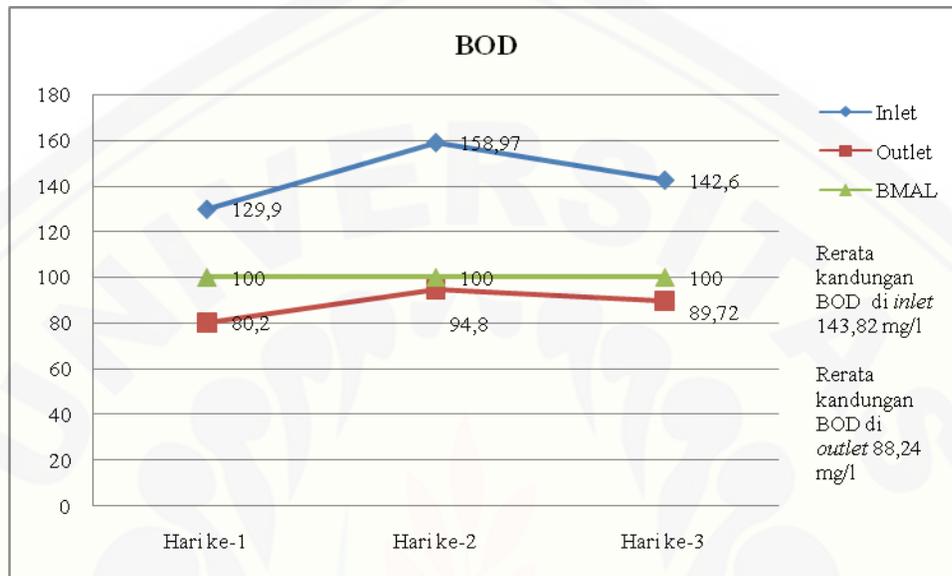
Pengambilan sampel dilakukan tiga kali pada hari yang berbeda yaitu hari pertama, kedua, dan ketiga. Waktu pengambilan sampel dilakukan serentak pada jam 11.00 WIB. Proses produksi pada jam tersebut diprediksi telah dilakukan keseluruhan kegiatan yang terdapat dalam ruang proses, dan kegiatan proses produksi masih sedang berlangsung. Sehingga memungkinkan semua kandungan zat pencemar terdapat dalam air limbah industri.

Pengambilan sampel yang dilakukan sebanyak tiga kali bertujuan untuk mengetahui kandungan rata-rata BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak pada *inlet* dan *outlet* IPAL. Pengambilan dilakukan pada satu titik yaitu tepat ditengah *inlet* (bak penampungan air limbah) dengan kedalaman setengah dari kedalaman bak berdasarkan metode pengambilan sampel lingkungan. Sedangkan pada *outlet*, pengambilan sampel dilakukan tepat pada pangkal pipa saluran pembuangan air limbah.

Bak penampungan air limbah (*inlet*) terdapat pada kolam peresapan. Bak berbentuk persegi panjang ini digunakan untuk menampung air limbah yang berasal dari saluran pembuangan air limbah ruangan proses produksi. Sedangkan saluran pembuangan air limbah terolah (*outlet*) terdapat pada kolam penyaringan. Saluran pembuangan merupakan bangunan terbuka berbentuk persegi panjang yang mengalirkan air limbah terolah ke pipa pada ujung bangunan untuk dibuang menuju badan air penerima (sungai).

#### 4.4.1 Kandungan BOD di *Inlet* dan *Outlet*

Hasil kandungan dan penurunan BOD dari pengambilan sampel hari kesatu, kedua, dan ketiga di *inlet* dan *outlet* disajikan dalam gambar 4.2 berikut:



Gambar 4. 2 Grafik Kandungan dan Penurunan BOD

Gambar 4.2 merupakan gambar kandungan BOD pada pengambilan sampel hari pertama, kedua, dan ketiga di *inlet* dan *outlet*. BOD ialah jumlah oksigen yang dibutuhkan bakteri untuk menguraikan zat organik. Sedangkan pengertian lain menyebutkan BOD merupakan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh mikroorganisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan yang terdapat dalam air (Rahayu, 2007). Pengambilan yang dilakukan pada hari pertama diperoleh hasil 129,90 mg/l. Sedangkan pengambilan pada hari kedua dan ketiga diperoleh hasil 158,97 mg/l dan 142,60 mg/l kandungan BOD yang terdapat pada *inlet* industri. Hasil pengukuran tersebut menunjukkan hasil rata-rata kandungan BOD pada *inlet* perhari sebanyak 143,82mg/l, dan kandungan BOD tertinggi terdapat pada pengambilan sampel hari kedua yaitu sebesar 158,97 mg/l.

Pengambilan sampel di *outlet* IPAL pada hari pertama diperoleh hasil kandungan BOD sebesar 80,2 mg/l. Pengambilan hari kedua diketahui hasil kandungan BOD sebesar 94,8 mg/l dan pengambilan hari ketiga diketahui hasil

sebesar 89,72 mg/l. Hasil rata-rata kandungan BOD perhari sebanyak 88,24 mg/l dan kandungan tertinggi terdapat pada waktu pengambilan hari kedua yaitu sebesar 89,72 mg/l. Penurunan kandungan BOD pada pengambilan sampel air limbah di *inlet* dan *outlet* pada hari pertama sebanyak 49,7 mg/l, hari kedua sebanyak 64,17 mg/l, dan hari ketiga sebanyak 52,88 mg/l. Persentase penurunan kandungan BOD pada hari pertama di *inlet* dan *outlet* sebesar 38,26 %, pada hari kedua sebesar 40,36 %, dan pada hari ketiga sebesar 37,08 %. Tingginya angka BOD dalam suatu perairan bergantung pada konsentrasi bahan organiknya, selain itu faktor suhu dan kepadatan plankton juga mempengaruhi angka BOD tersebut (Boyd, 1988).

Kandungan BOD mencapai nilai tertinggi pada pengambilan sampel hari kedua. Estimasi pengukuran berat limbah organik dan volume air limbah pada *inlet* industri dapat diprediksikan bahwa adanya peningkatan jumlah produksi pada saat pengambilan sampel air limbah hari kedua. Menurut Sjafei (2002) peningkatan jumlah produksi yang membutuhkan bahan baku lebih banyak akan mempengaruhi kandungan bahan organik pada udang. Tingginya nilai BOD disebabkan kandungan nitrogen yang berasal dari darah dan proses pembersihan bahan baku.

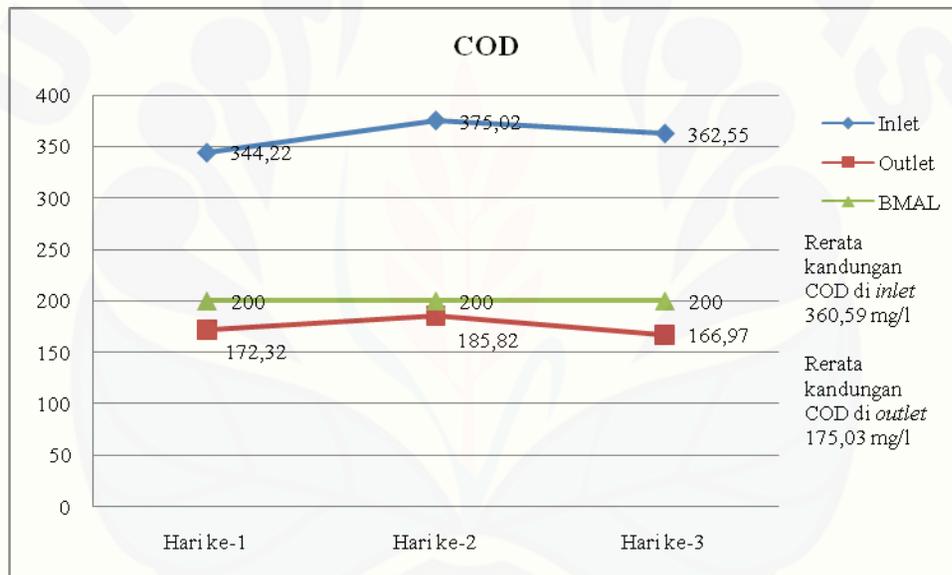
Kandungan rata-rata BOD pada *inlet* sebesar 143,82 mg/l menunjukkan angka yang berada di atas baku mutu air limbah menurut Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013. empersyaratkan baku mutu BOD pada air limbah industri *cold storage* sebesar 100 mg/l. Dari rata-rata hasil pengukuran tersebut menyatakan air limbah harus mendapatkan perlakuan untuk diolah terlebih dahulu supaya tidak mencemari lingkungan. Sehingga industri harus mengolah air limbah yang dihasilkannya sebelum dibuang ke lingkungan dengan pemasangan IPAL.

Menurut Siregar (2005) kandungan BOD yang tinggi menunjukkan besarnya kandungan bahan organik yang terdapat pada air limbah, karena semakin tinggi nilai BOD semakin banyak oksigen yang dibutuhkan untuk mendegradasi bahan organik yang ada. Bahan organik yang dibuang ke perairan merupakan bahan yang mudah membusuk atau terdegradasi oleh mikroorganisme, karena akan menaikkan populasi mikroorganisme di dalam air. Tidak menutup kemungkinan akan terjadi

perkembangbiakan bakteri patogen yang berbahaya bagi manusia (Wardhana, 1995). Setelah air limbah melalui proses pengolahan terjadi penurunan kandungan yang nilainya berada di bawah baku mutu air limbah untuk industri *cold storage*. Diketahui hasil pengukuran kandungan BOD pada *outlet* diperoleh rata-rata sebesar 88,24 mg/l menunjukkan angka yang berada di bawah baku mutu BOD untuk air limbah industri *cold storage*.

#### 4.4.2 Kandungan COD di *Inlet* dan *Outlet*

Hasil kandungan dan penurunan COD dari pengambilan sampel hari kesatu, kedua, dan ketiga di *inlet* dan *outlet* disajikan dalam gambar 4.3 berikut:



Gambar 4. 3 Grafik Kandungan dan Penurunan COD

Gambar 4.3 merupakan gambar kandungan COD adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah tidak dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologi sehingga menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Sastrawijaya, 2000). Pengambilan sampel pada hari pertama diperoleh hasil sebesar 344,22 mg/l. Selanjutnya pengambilan sampel pada hari kedua dan ketiga diperoleh hasil kandungan COD sebesar 375,02 mg/l dan 362,55 mg/l *inlet*.

Hasil rata-rata kandungan COD di *inlet* perhari sebanyak 360,59 mg/l dan kandungan COD tertinggi diketahui terdapat pada pengambilan sampel hari kedua sebesar 375,02 mg/l.

Penurunan kandungan COD pada pengambilan sampel air limbah di *inlet* dan *outlet* hari pertama sebanyak 171,90 mg/l, hari kedua sebanyak 189,20 mg/l, dan hari ketiga sebanyak 195,58 mg/l. Persentase penurunan kandungan COD pada hari pertama di *inlet* dan *outlet* sebesar 49,93 %, pada hari kedua sebesar 50,45 %, dan pada hari ketiga sebesar 53,94 %. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada uji BOD. Hal ini disebabkan bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD (Fardiaz, 1992).

Kandungan COD mencapai nilai tertinggi pada pengambilan sampel hari kedua. Estimasi pengukuran berat limbah organik dan volume air limbah pada *inlet* industri diprediksi adanya pemesanan produk udang beku yang meningkat sehingga kebutuhan bahan baku dan bahan pendukung pembekuan lainnya juga meningkat (Dian, 2001). Pengukuran COD dalam air limbah dapat mendeteksi jumlah bahan organik di air sampai 90%, sehingga hasil pengukuran COD akan lebih besar dari BOD. Nilai COD merupakan jumlah total oksigen yang diperlukan untuk oksidasi bahan organik menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O, sehingga bila nilai COD tinggi menunjukkan adanya bahan organik yang tinggi pula (Suryadiputra, 1995).

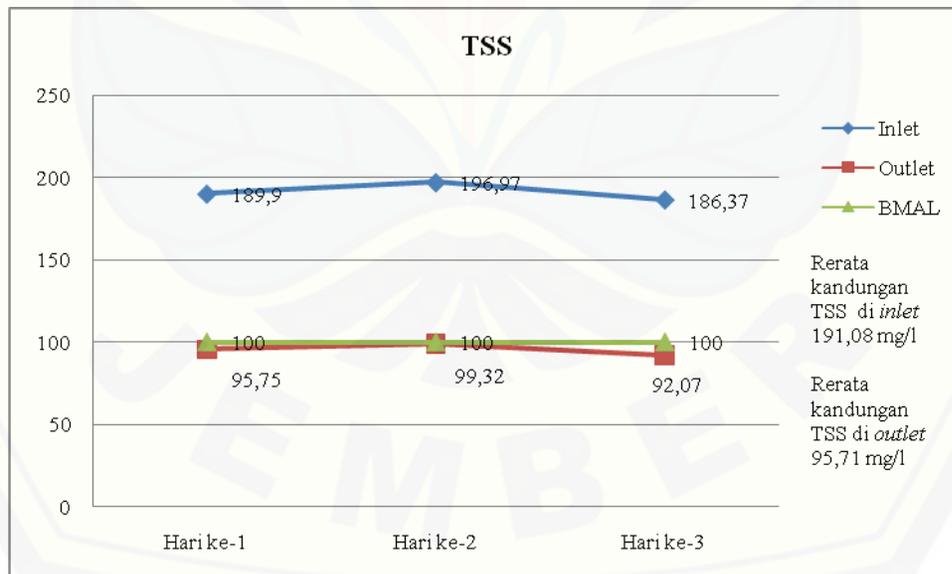
Pendapat lain menyebutkan bila limbah memiliki nilai COD yang tinggi namun nilai BOD rendah berarti kandungan yang terdapat di dalam air limbah tersebut dapat dikatakan bukan merupakan bahan organik karena tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme. Terdapat kemungkinan bahwa limbah tersebut mengandung senyawa kimia atau bahkan racun yang tidak terurai secara mikrobiologis (Fardiaz, 1992). Nilai kandungan rata-rata COD sebesar 360,59 mg/l yang menunjukkan berada di atas baku mutu air limbah untuk industri *cold storage* menurut Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013. Mempersyaratkan baku mutu COD pada air limbah industri *cold storage* sebesar 200 mg/l. Hasil tersebut mempersyaratkan air

limbah harus mendapatkan perlakuan diolah terlebih dahulu supaya tidak mencemari lingkungan. Sehingga industri harus mengolah air limbah yang dihasilkannya sebelum dibuang ke lingkungan dengan pemasangan IPAL.

Setelah melalui proses pengolahan air limbah, nilai kandungan COD pada *outlet* menunjukkan hasil di bawah baku mutu COD untuk air limbah industri *cold storage* sebesar 175,03 mg/l. Sama halnya dengan kandungan BOD yang tinggi, jika kandungan COD pada suatu perairan menunjukkan angka yang tinggi disebabkan banyaknya bahan organik yang buang ke perairan. Bahan organik yang mudah membusuk dan terdegradasi oleh mikroorganisme menaikkan populasi mikroorganisme di dalam perairan. Sehingga tidak tertutup kemungkinan menyebabkan berkembangbiaknya bakteri patogen yang membahayakan bagi manusia (Wardhana, 1995).

#### 4.4.3 Kandungan TSS di *Inlet* dan *Outlet*

Hasil kandungan dan penurunan TSS dari pengambilan sampel hari kesatu, kedua, dan ketiga di *inlet* dan *outlet* disajikan dalam gambar 4.4 berikut:



Gambar 4.4 Grafik Penurunan Kandungan TSS

Gambar 4.4 merupakan gambar kandungan TSS ialah jumlah total padatan tersuspensi pada air limbah yang telah disaring dengan kertas millipore berpori-pori 0,45  $\mu\text{m}$ . Pengambilan sampel hari pertama di *inlet* diperoleh hasil pengukuran kandungan TSS sebesar 189,90 mg/l pada air limbah industri. Sedangkan pengambilan sampel pada hari kedua mengalami peningkatan yang sama halnya dengan pengambilan sampel untuk kandungan BOD dan COD. Kandungan TSS pada waktu pengambilan sampel hari kedua sebesar 196,97 mg/l, dan pada waktu pengambilan sampel hari ketiga diketahui hasil kandungan TSS sebesar 186,37 mg/l. Hasil rata-rata kandungan TSS perhari sebanyak 191,08 mg/l di *inlet*. Kandungan TSS tertinggi di *inlet* terjadi pada waktu pengambilan sampel hari kedua yaitu sebesar 196,97 mg/l.

Pengambilan sampel hari pertama di *outlet* diperoleh hasil pengukuran TSS sebesar 95,75 mg/l. Kemudian pengambilan sampel hari kedua diperoleh hasil pengukuran sebesar 99,32 mg/l, dan pengambilan sampel hari ketiga diperoleh hasil sebesar 92,07 mg/l. Hasil rata-rata kandungan TSS perhari sebanyak 95,71 mg/l dan kandungan tertinggi diketahui terjadi pada waktu pengambilan sampel hari kedua yaitu sebesar 99,32 mg/l.

Penurunan kandungan TSS pada pengambilan sampel air limbah di *inlet* dan *outlet* hari pertama sebanyak 94,15 mg/l. Sedangkan penurunan kandungan TSS pada hari kedua dan ketiga sebanyak 97,65 mg/l dan 94,30 mg/l. Persentase penurunan kandungan TSS pada hari pertama di *inlet* dan *outlet* sebesar 49,57 %, pada hari kedua sebesar 49,57 %, dan pada hari ketiga sebesar 50,59 %. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen dan mengandung bahan-bahan yang bersifat koloid (Fardiaz, 1992). Pembentukan koloidal yang melayang di dalam suatu perairan menyebabkan air menjadi keruh sehingga menghalangi penetrasi matahari. Akibatnya proses fotosintesis tanaman di dalam air tidak dapat berlangsung. Kandungan oksigen di dalam air juga menurun dan mempengaruhi kehidupan hewan air (Wardhana, 1995).

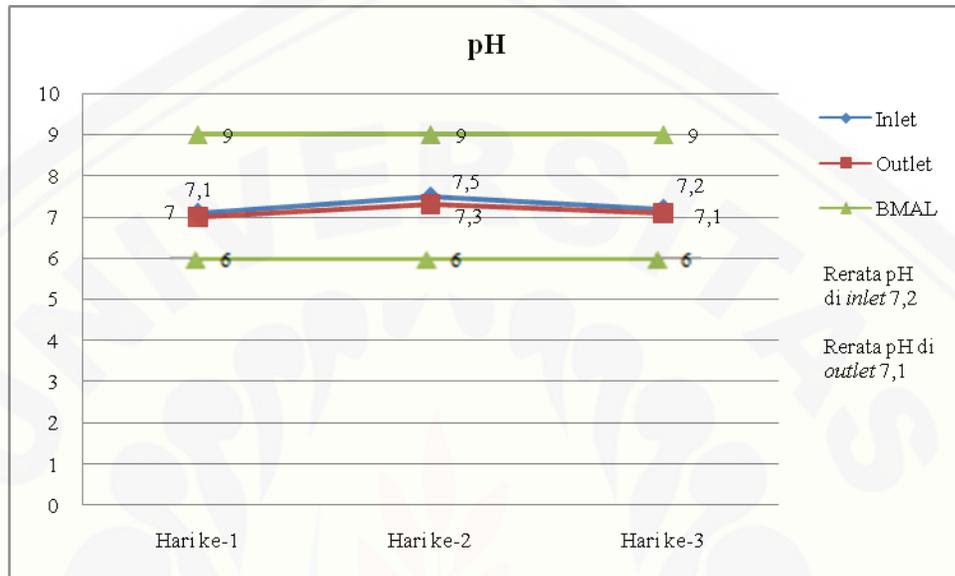
Menurut Aris (2006) analisis kandungan padatan tersuspensi menjadi penting dalam keperluan mengatur atau menentukan proses pengolahan limbah baik secara biologi maupun fisika. Nilai uji TSS juga menjadi salah satu syarat kunci untuk perizinan pembuangan air limbah ke lingkungan. Sama halnya dengan nilai kandungan BOD dan COD tertinggi terdapat pada pengambilan sampel hari kedua, kandungan TSS juga memiliki nilai kandungan tertinggi pada pengambilan sampel hari kedua. Hasil estimasi pengukuran limbah organik dan limbah cair industri menunjukkan adanya perkiraan peningkatan jumlah produksi produk udang beku. Hal ini berarti kebutuhan bahan baku dan bahan pembantu pembeku lainnya juga meningkat. Sumber polutan TSS adalah bahan-bahan kimia baik organik maupun anorganik yang membentuk suspensi pada air limbah tersebut (Aris, 2006).

Hasil rata-rata kandungan TSS pada *inlet* menunjukkan angka berada di atas baku mutu air limbah yaitu sebesar 191,08 mg/l. Sedangkan Pergub Jatim No 72 Tahun 2013 mempersyaratkan kandungan TSS untuk industri *cold storage* yaitu sebesar 100 mg/l. Industri membutuhkan teknik pengolahan air limbah untuk dapat menekan kandungan TSS pada limbah cairnya.

Menurut Huda (2009) materi yang tersuspensi mempunyai dampak buruk terhadap kualitas air karena mengurangi penetrasi matahari ke dalam badan air, kekeruhan air meningkat yang menyebabkan gangguan pertumbuhan bagi organisme produser. Selain itu TSS juga menyebabkan kekeruhan air karena dapat mempengaruhi pipa-pipa pembuangan air limbah dan mengurangi kapasitasnya. Padatan yang tidak diolah dengan tepat, jika dibuang ke lingkungan maka menimbulkan pengaruh terhadap flora dan fauna maupun rantai makanan dalam perairan (Gozales, 1996). Adanya IPAL untuk mengolah air limbah dari *inlet* menuju *outlet* mampu menurunkan kandungan TSS pada air limbah industri. Rata-rata kandungan TSS menunjukkan hasil dibawah baku mutu TSS untuk air limbah industri *cold storage* yaitu sebesar 95,71 mg/l.

#### 4.4.4 Nilai pH di *Inlet* dan *Outlet*

Nilai dan penurunan pH dari pengambilan sampel hari kesatu, kedua, dan ketiga di *inlet* dan *outlet* disajikan dalam gambar 4.5 berikut:



Gambar 4.5 Grafik Penurunan pH

Gambar 4.5 merupakan gambar nilai pH yang menunjukkan indeks derajat keasaman pada air. Nilai pH di *inlet* antara 7,1 sampai dengan 7,5 dengan hasil pH tertinggi diketahui terdapat pada pengambilan sampel hari kedua. Rata-rata pH di *inlet* perhari menunjukkan pada angka 7,2. Pengambilan sampel di *outlet* pada hari pertama diketahui nilai pH menunjukkan angka 7,0, pada hari kedua menunjukkan angka 7,3, dan hari ketiga pengambilan sampel menunjukkan angka pH 7,1. Hasil rata-rata pH di *outlet* perhari sebesar 7,1 dan pengambilan sampel hari kedua menunjukkan nilai pH tertinggi yaitu 7,3.

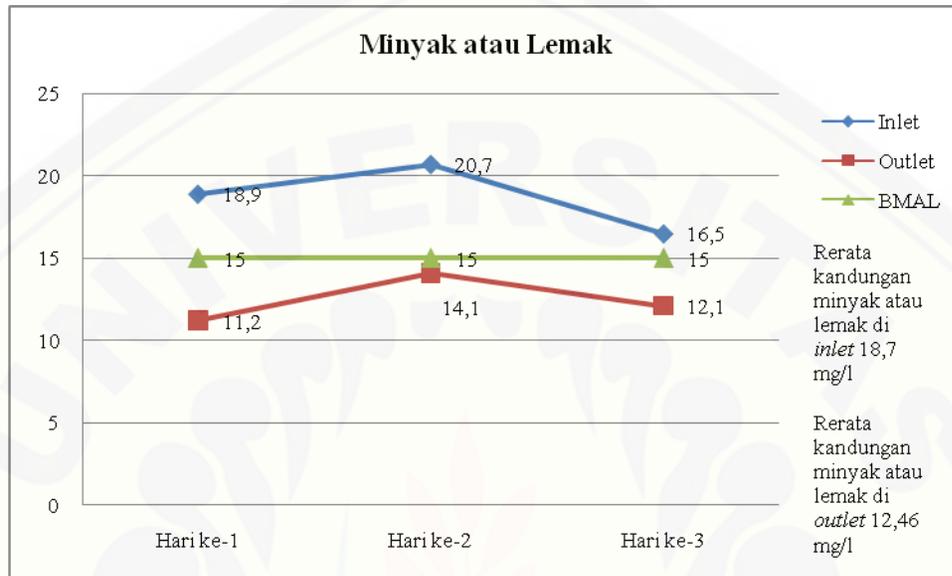
Penurunan pH pada pengambilan sampel air limbah di *inlet* dan *outlet* hari pertama sebanyak 0,1. Sedangkan pH pada hari kedua menurun sebanyak 0,2, dan hari ketiga sebanyak 0,1. Persentase penurunan pH pada hari pertama di *inlet* dan *outlet* sebesar 1,4 %, pada hari kedua sebesar 2,6 %, dan pada hari ketiga sebesar 1,4 %. Perubahan pH menuju ke angka yang lebih tinggi maupun lebih rendah disebabkan kandungan asam-asam organik pada air limbah industri *cold storage*

(Fardiaz, 1992). Menurut Sari (2005) air limbah industri pengolahan hasil laut memiliki pH mendekati 7 (netral) karena adanya dekomposisi bahan-bahan mengandung protein dan banyaknya senyawa amonia. Begitu pula bau yang ditimbulkan disebabkan oleh terdekomposisinya bahan tersebut.

Perubahan nilai pH akan sangat membahayakan kelangsungan hidup biota perairan jika air limbah tidak diolah terlebih dahulu. Selain itu pH rendah bersifat korosif yang mengakibatkan pipa besi berkarat (Darsono, 1994). Limbah cair industri *cold storage* termasuk kelompok limbah cair industri pengolahan pangan umumnya memiliki nilai nitrogen, BOD dan padatan tersuspensi yang tinggi serta berlangsung dengan proses dekomposisi yang cepat. Limbah cair segar akan memiliki nilai pH mendekati netral dan nilai pH menjadi turun ketika dilakukan penyimpanan, maka sebaiknya pengukuran pH segera dilakukan di lapangan. Umumnya limbah cair industri semacam ini bersumber dari kegiatan pencucian, pemotongan, pembersihan alar, dan produk pendingin akhir (Jenie dan Rahayu, 1993).

#### 4.4.5 Kandungan Minyak atau Lemak di *Inlet* dan *Outlet*

Hasil kandungan dan penurunan minyak atau lemak dari pengambilan sampel hari kesatu, kedua, dan ketiga di *inlet* dan *outlet* disajikan dalam gambar 4.6 berikut:



Gambar 4.6 Grafik Penurunan Kandungan Minyak atau Lemak

Gambar 4.6 merupakan kandungan minyak atau lemak ialah jumlah berat lapisan pada permukaan air limbah yang membentuk selaput setelah disaring dengan kertas millipore berpori-pori 0,45  $\mu\text{m}$ . Pengambilan sampel hari pertama di *inlet* diperoleh hasil kandungan minyak atau lemak sebesar 18,9 mg/l. Sedangkan pengambilan sampel hari kedua dan ketiga diperoleh hasil pengukuran kandungan minyak atau lemak sebesar 20,7 mg/l dan 16,5 mg/l. Hasil rata-rata kandungan minyak atau lemak di *inlet* perhari sebanyak 18,7 mg/l dan kandungan tertinggi terdapat pada waktu pengambilan sampel hari kedua sebesar 20,7 mg/l.

Pengambilan sampel hari pertama di *outlet* diperoleh hasil kandungan minyak atau lemak sebesar 11,2 mg/l. Pengambilan sampel hari kedua diperoleh hasil pengukuran sebesar 14,1 mg/l dan pengambilan sampel hari ketiga diperoleh hasil sebesar 12,1 mg/l. Hasil rata-rata kandungan minyak atau lemak di *outlet* perhari sebanyak 12,46 mg/l dan kandungan tertinggi pada waktu pengambilan sampel hari kedua yaitu sebesar 14,1 mg/l.

Penurunan kandungan minyak atau lemak pada pengambilan sampel air limbah di *inlet* dan *outlet* hari pertama sebanyak 94,15 mg/l. Sedangkan penurunan minyak atau lemak pada hari kedua sebanyak 6,6 mg/l, dan hari ketiga sebanyak 4,4 mg/l. Persentase penurunan kandungan minyak atau lemak pada hari pertama di *inlet* dan *outlet* sebesar 40,74 %, pada hari kedua sebesar 31,88 %, dan pada hari ketiga sebesar 26,66 %. Bahan baku organik mengandung protein dan lemak yang memiliki asam lemak rantai pendek hasil dekomposisi sehingga dapat menimbulkan bau busuk (Suyasa, 2011).

Hasil pengukuran menunjukkan nilai kandungan berada di atas baku mutu air limbah yaitu sebesar 18,7 mg/l. Sedangkan Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 mempersyaratkan kandungan minyak atau lemak untuk industri *cold storage* sebesar 15 mg/l. Kegiatan semacam proses pemotongan kepala, pencucian, dan *cook* dapat mengandung lemak dan protein tinggi yang terdapat pada air limbah industri. Setiyono *et al.* (2007), menyebutkan kandungan minyak dan lemak yang terdapat dalam limbah industri pengolahan hasil laut bersumber dari pencucian, pembersihan, dan pengolahan. Pada proses ini, minyak lemak akan keluar dan menjadi limbah. Untuk menekan kandungan minyak atau lemak pada air limbah industri, perlu dilakukan pengolahan terlebih dahulu terhadap air limbah industri. Pemasangan IPAL industri yang tepat menjadi salah satu upaya penekanan kandungan minyak atau lemak pada air limbah industri.

Minyak tidak dapat larut dalam air, melainkan mengapung diatas permukaan air. Bahan buangan cairan berminyak yang dibuang ke perairan akan menutupi permukaan air. Adanya lapisan minyak pada permukaan air akan menghalangi difusi oksigen dari udara ke dalam air sehingga jumlah oksigen terlarut berkurang dan mengganggu kehidupan hewan air. Kemudian lapisan minyak akan menghalangi masuknya sinar matahari sehingga fotosintesis oleh tanaman air tidak berlangsung. Akibatnya oksigen yang seharusnya dihasilkan pada proses fotosintesis tidak terjadi dan oksigen dalam air menipis (Wardhana, 1995).

Nilai rata-rata kandungan minyak atau lemak pada *outlet* sebesar 12,46 mg/l menunjukkan angka yang berada di bawah baku mutu minyak atau lemak untuk air limbah industri *cold storage*. Minyak yang terdapat di saluran pembuangan air limbah akan ditemukan mengapung dan sebagian mengendap terbawa oleh lumpur. Sehingga petunjuk adanya permasalahan dalam sistem pengolahan air limbah juga dapat dilihat dari nilai kandungan minyak atau lemak (Sugiharto, 1987).

#### 4.5 Hasil Penurunan Signifikan Kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan Minyak atau Lemak di *Inlet* dan *Outlet*

Kandungan parameter uji selama tiga hari di *inlet* dan *outlet* dihitung rerata masing-masing, kemudian diketahui angka hasil penurunan rerata masing-masing kandungan parameter uji dari *inlet* ke *outlet*. Adapun persentase penurunan rerata kandungan parameter uji secara lengkap dapat dilihat pada tabel 4.5 sebagai berikut:

Tabel 4.5 Persentase Penurunan Rerata Parameter Uji

| No. | Parameter         | <i>Inlet</i> | <i>Outlet</i> | Persentase |
|-----|-------------------|--------------|---------------|------------|
| 1.  | BOD               | 143,82 mg/l  | 88,24 mg/l    | 38,64 %    |
| 2.  | COD               | 360,59 mg/l  | 175,03 mg/l   | 51,46 %    |
| 3.  | TSS               | 191,08 mg/l  | 95,71 mg/l    | 49,91 %    |
| 4.  | pH                | 7,2          | 7,1           | 1,8 %      |
| 5.  | Minyak atau lemak | 18,7 mg/l    | 12,4 mg/l     | 33,33 %    |

Berdasarkan tabel 4.5 diketahui persentase penurunan rerata masing-masing parameter uji secara berurutan yaitu kandungan BOD sebesar 38,64 %, kandungan COD sebesar 51,46 %, kandungan TSS sebesar 49,91 %, pH sebesar 1,8 %, dan kandungan minyak atau lemak sebesar 33,33 %.

Pengukuran penurunan kandungan parameter uji dari *inlet* ke *outlet* juga dilakukan untuk mengetahui penurunan angka yang signifikan pada masing-masing parameter uji. Angka kandungan parameter uji di *inlet* dan *outlet* diuji menggunakan *paired sample t test* sehingga diketahui *p value* yang dibandingkan dengan 0,05. Jika *p value* < 0,05 maka penurunan parameter uji signifikan. Sedangkan jika *p value* >

0,05 maka penurunan parameter uji tidak signifikan. Berikut hasil pengukuran penurunan signifikan kandungan masing-masing parameter uji di *inlet* dan *outlet* disajikan pada tabel 4.6 sebagai berikut:

Tabel 4.6 Penurunan Signifikan Kandungan Parameter Uji

| No. | Parameter Uji<br>Waktu Pengambilan Sampel | <i>Inlet</i><br>(mg/l) | <i>Outlet</i><br>(mg/l) | <i>p value</i> |
|-----|---|------------------------|-------------------------|----------------|
| 1.  | BOD                                       |                        |                         |                |
|     | Hari ke-1                                 | 129,90                 | 80,20                   | 0,006          |
|     | Hari ke-2                                 | 158,97                 | 94,80                   |                |
|     | Hari ke-3                                 | 142,60                 | 89,72                   |                |
| 2.  | COD                                       |                        |                         |                |
|     | Hari ke-1                                 | 344,22                 | 172,32                  | 0,001          |
|     | Hari ke-2                                 | 375,02                 | 185,82                  |                |
|     | Hari ke-3                                 | 362,55                 | 166,97                  |                |
| 3.  | TSS                                       |                        |                         |                |
|     | Hari ke-1                                 | 189,90                 | 95,75                   | 0,000          |
|     | Hari ke-2                                 | 196,97                 | 99,32                   |                |
|     | Hari ke-3                                 | 186,37                 | 92,07                   |                |
| 4.  | pH  |                        |                         |                |
|     | Hari ke-1                                 | 7,1                    | 7,0                     | 0,057          |
|     | Hari ke-2                                 | 7,5                    | 7,3                     |                |
|     | Hari ke-3                                 | 7,2                    | 7,1                     |                |
| 5.  | Minyak atau lemak                         |                        |                         |                |
|     | Hari ke-1                                 | 18,9                   | 11,2                    | 0,023          |
|     | Hari ke-2                                 | 20,7                   | 14,1                    |                |
|     | Hari ke-3                                 | 16,5                   | 12,1                    |                |

Berdasarkan tabel 4.6 diketahui parameter BOD, COD, TSS, dan minyak atau lemak memiliki *p value* < 0,05 maka parameter tersebut mengalami penurunan angka yang signifikan dari *inlet* ke *outlet* industri. Sedangkan parameter pH memiliki *p value* > 0,05 maka tidak terjadi penurunan angka yang signifikan dari *inlet* ke *outlet* industri. Pengukuran dengan menggunakan *paired sample t test* dimaksudkan untuk mengetahui angka penurunan signifikan dari masing-masing parameter uji.

Instalasi pengolahan air limbah milik industri *cold storage* PT PMMP menggunakan pengolahan air limbah secara aerob berupa kolam peresapan dan kolam penyaringan tanpa atap. Kedua kolam mengaplikasikan teknik *horizontal roughing filter* dengan menggunakan media batuan, kerikil, arang, dan ijuk. Kemudian kedua

kolam juga terdapat bak biofilter dengan media tanaman eceng gondok. Pada kolam penyaringan terdapat bak aerasi berupa bak kincir air.

Air limbah yang melewati kolam peresapan dan kolam penyaringan dengan aplikasi pengolahan air limbahtersebut diharapkan dapat menurunkan zat pencemar yang terdapat dalam air limbah industri. Supaya air limbah yang dibuang ke lingkungan tidak melebihi baku mutu air limbah yang dipersyaratkan berdasarkan Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri *Cold Storage*.

Terdapat beberapa faktor yang mempengaruhi kandungan BOD dan COD pada pengolahan air limbah secara aerob. Menurut Rahayu (2007) adanya mikroorganisme berupa bakteri yang berperan penting dalam penguraian materi organik pada air limbah. Kemudian kandungan oksigen terlarut menjadi kebutuhan bakteri aerob untuk metabolismenya. Dengan adanya oksigen yang mencukupi selama proses biologi, maka bakteri akan dapat bekerja secara optimal. Hal tersebut bermanfaat dalam menurunkan konsentrasi zat organik di dalam air limbah yaitu suplai oksigen yang dilakukan dengan mengontakkan air limbah dengan udara.

Faktor angin pada permukaan air limbah menyebabkan kontak oksigen dengan permukaan air limbah. Hal ini dapat mengurangi kandungan zat pencemar akibat terdapatnya bakteri aerob pada permukaan air limbah yang dapat menguraikan bahan-bahan organik pada air limbah (Sakti dan Siregar, 2005).

Sinar matahari berkaitan dengan suhu air limbah. Bakteri aerob membutuhkan suhu optimum agar dapat bekerja secara optimal dalam menguraikan materi organik dalam air limbah yaitu 20 sampai dengan 30° C. Selanjutnya pH atau derajat keasaman juga berpengaruh terhadap kinerja bakteri aerob dalam menguraikan materi organik air limbah, dan pH optimum yang dibutuhkan bakteri pada pH antara 6,5 sampai dengan 8 (Wahyu, 2010).

Berdasarkan hasil pengukuran kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak yang dilakukan di Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Jember diperoleh hasil keseluruhan parameter yang diuji mengalami penurunan dari *inlet* ke

*outlet*. Penurunan kandungan masing-masing parameter uji mencapai angka dibawah baku mutu air limbah industri *cold storage*.

Nilai pH atau derajat keasaman yang dihasilkan dari *inlet* dan *outlet* antara 7,1 dan 7,2. Hal ini berarti pH berada pada nilai pH optimum bagi kinerja bakteri aerob dalam menguraikan materi organik air limbah. Zat organik yang terkandung dalam air limbah mengalami proses degradasi sehingga menyebabkan terjadinya penurunan angka BOD. Turunnya kandungan BOD dan COD disebabkan oleh bakteri aerob yang diberi aerasi dan nutrisi. Bakteri aerob mampu tumbuh berkembang biak memakan zat organik tersebut sehingga terurai menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O (Salimin et al., 2012).

Salah satu metode pengolahan air limbah yang paling banyak diaplikasikan adalah metode pengolahan secara aerob karena operasionalnya yang mudah dan praktis. Penambahan pemasangan kincir air sebagai aerator dalam air limbah menjadi semakin efektif untuk meningkatkan kandungan oksigen dalam pengolahan secara aerob tersebut. Lingkungan aerob adalah lingkungan dengan oksigen terlarut terdapat dalam jumlah yang cukup sehingga tidak merupakan faktor pembatas di dalam prosesnya. Pada lingkungan ini oksigen dapat bertindak sebagai akseptor elektron pada metabolisme mikroba. Hal ini menjadi salah satu alasan PT PMMP memilih pengolahan air limbahnya secara aerob.

Hasil penelitian menunjukkan rerata kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak mengalami penurunan dari *inlet* dan *outlet* IPAL. Penurunan parameter tertinggi terjadi pada rerata kandungan COD yang menurun hingga 51% selama tiga hari pengambilan sampel. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikroorganisme yang ada dalam air limbah.

Media arang pada bak yang terdapat di kolam penyaringan merupakan pengolahan air limbah dengan proses adsorpsi. Menurut Handojo (1995) adsorpsi adalah proses pemisahan bahan dari campuran gas atau cair, bahan yang harus dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang

bekerja pada permukaan tersebut. Berkat selektivitasnya yang tinggi, proses adsorpsi sangat sesuai untuk memisahkan bahan dengan konsentrasi yang kecil dari campuran yang mengandung bahan lain yang berkonsentrasi tinggi.

Kecepatan adsorpsi tidak hanya tergantung pada perbedaan konsentrasi dan pada luas permukaan adsorben, melainkan juga pada suhu, ukuran partikel dan porositas adsorben. Juga tergantung pada ukuran molekul bahan yang akan diadsorpsi dan pada viskositas campuran yang akan dipisahkan (Handoyo, 1995). Sehingga rerata kandungan COD mengalami persentase penurunan yang paling tinggi diantara parameter uji lainnya.

Pengukuran penurunan signifikan masing-masing parameter uji untuk mengetahui adanya penurunan yang signifikan. Dari hasil pengukuran diperoleh adanya penurunan yang signifikan dari *inlet* ke *outlet* pada keempat parameter uji yaitu BOD, COD, TSS, dan minyak atau lemak. Teknik pengolahan air limbah dengan proses filter fisik mengalami perbaikan kualitas selama air melalui media. Hal ini disebabkan adanya pemisahan partikel-partikel tersuspensi dan koloid, reduksi bakteri dan organisme lainnya dan pertukaran konstituen kimia yang ada dalam air limbah. Filter fisik merupakan salah satu bentuk untuk menghasilkan *effluent* limbah dengan efisiensi tinggi. Pada proses ini terdapat kombinasi antara beberapa proses yang berbeda.

Proses pertama yaitu *mechanical straining* merupakan proses penyaringan partikel tersuspensi yang terlalu besar untuk dapat lolos melalui ruang antara butiran media. Kedua yaitu sedimentasi ialah proses mengendapnya partikel tersuspensi yang berukuran lebih kecil dari lubang pori-pori pada permukaan butiran. Ketiga adsorpsi, prinsip proses ini adalah akibat adanya perbedaan muatan antara permukaan butiran dengan partikel tersuspensi yang ada di sekitarnya sehingga terjadi gaya tarik-menarik. Keempat yaitu aktifitas proses kimia partikel yang terlarut diuraikan menjadi substansi sederhana dan tidak berbahaya atau diubah menjadi partikel tidak terlarut, sehingga dapat dihilangkan dengan proses penyaringan, sedimentasi dan

adsorpsi pada media berikutnya. Kelima ialah aktifitas biologi merupakan mikroorganisme yang hidup di dalam filter.

Pengolahan air limbah dengan proses aerasi merupakan suatu usaha penambahan konsentrasi oksigen yang terkandung dalam air limbah, agar proses oksidasi biologi oleh mikroba akan dapat berjalan dengan baik. Industri menggunakan prinsip memaksa air ke atas untuk berkontak dengan oksigen. Cara ini yaitu dengan mengontakkan air limbah dengan oksigen melalui pemutaran baling-baling yang diletakkan pada permukaan air limbah. Akibat dari pemutaran ini, air limbah akan terangkat ke atas dan dengan terangkatnya maka air limbah akan mengadakan kontak langsung dengan udara sekitarnya.

Media eceng gondok yang terdapat pada kedua kolam merupakan pengolahan air limbah secara biologis. Pengolahan air limbah secara biologis ialah suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme mengkonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya. Adapun tujuan dari pengolahan air buangan secara biologis adalah untuk menyisihkan atau menurunkan konsentrasi senyawa-senyawa organik maupun anorganik dengan memanfaatkan berbagai mikroorganisme, terutama bakteri. Pengolahan biologis ini sangat dipengaruhi oleh lingkungan biokimianya. Sehingga parameter BOD, COD, TSS, dan minyak atau lemak mengalami penurunan yang signifikan dari *inlet* ke *outlet* industri.

Parameter pH tidak terjadi penurunan yang signifikan dari *inlet* ke *outlet*. Nilai pH yang berada di *inlet* telah berada pada pH normal dan keluar di *outlet* tetap berada pada pH yang normal pula. Hal ini dapat disebabkan oleh kinerja IPAL yang mengolah air limbahnya dengan pengolahan fisik hanya difokuskan untuk menurunkan parameter yang memiliki angka kandungan lebih tinggi yaitu BOD, COD, dan TSS. Nilai pH mempengaruhi kandungan BOD dan COD pada air limbah,

karena jika nilai pH tidak normal maka akan mengganggu kinerja bakteri aerob untuk menguraikan materi organik dalam air limbah.

Disebutkan dalam beberapa penelitian bahwa penggunaan teknik *horizontal roughing filter* dapat menurunkan angka BOD, COD, dan TSS masing-masing hingga mencapai 67 %, 3 %, dan 95 %. Akhirruliawati dan Amal menyebutkan pada sistem aerobik diperlukan aerator sebagai penyuplai oksigen. Kebutuhan oksigen dalam pengolahan air limbah secara aerob diperlukan untuk pertumbuhan maupun respirasi bakteri aerob. Pemasangan aerator untuk mengontakkan air limbah dengan udara akan dapat menekan angka BOD dan COD dalam air limbah 70 sampai 95 % (Raharjo, 2006).

Desain IPAL yang menerapkan beberapa prinsip pengolahan air limbah tersebut cukup layak untuk menurunkan zat-zat pencemar pada air limbah industri *cold storage* karena berdasarkan hasil parameter uji menunjukkan angka yang berada di bawah baku mutu. Mengacu pada Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013. Menurut penelitian Anggraeni, et al. (2013) pengolahan limbah menggunakan lumpur aktif dengan proses kontak stabilisasi juga dapat menurunkan nilai BOD, COD, TSS air limbah *cold storage*. Penurunan terjadi pada *outlet* air limbah dengan parameter BOD mampu mencapai BOD 52,475 %, parameter COD mencapai 56,350 %, dan parameter TSS mencapai 32,148 %.

Menurut penelitian yang dilakukan Devi A, et al., (2012) pengolahan air limbah industri hasil laut juga dapat dilakukan dengan menggunakan konsorsium mikroba *indigenous* proteolitik dan lipolitik. Berdasarkan formulasi yang dihasilkan terjadi penurunan beberapa parameter uji antara lain pH, lemak dan protein. Kisaran nilai pH pada air limbah yang diolah menggunakan formulasi konsorsium ini berada pada standar baku mutu. Penurunan lemak dan protein dengan menggunakan pengolahan ini juga mampu mencapai 12,59 % dan 70,27 %.

Pengetahuan terkait karakteristik, jenis, dan sifat limbah yang dihasilkan industri dibutuhkan untuk menangani dan mengelola limbah industri. Penanganan dan pengelolaan limbah sebaiknya dilakukan dari sumber limbah itu dihasilkan, sehingga

limbah yang dibuang ke lingkungan dapat diminimalisir zat pencemarnya. Uji kandungan parameter air limbah industri menjadi salah satu acuan untuk menentukan teknik pengolahan air limbah yang tepat bagi industrinya. Penentuan teknik pengolahan air limbah harus disesuaikan menurut tujuan dan manfaat pengolahan air limbah (Rizal, 2013). Pengolahan air limbah yang ada harus dilakukan pemeliharaan agar tetap dapat bekerja secara optimal dalam menurunkan zat pencemar yang terkandung dalam air limbah. Limbah industri yang dikelola seperti yang disebutkan diatas dapat mengurangi pencemaran lingkungan maupun terganggunya kesehatan masyarakat sekitar industri.



## BAB 5. PENUTUP

### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan hasil analisis dan pembahasan terkait kandungan BOD, COD, TSS, minyak atau lemak pada air limbah *inlet* dan *outlet* industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT PMMP) Kapongan-Situbondo tersebut, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Proses produksi yang berlangsung di PT PMMP terbagi dalam ruang proses potong kepala, reparasi, *soaking*, dan *packing* yang mencakup beberapa macam kegiatan yaitu penerimaan bahan baku, penimbangan, potong kepala, pencucian, sortasi, pengolahan sesuai pemesanan, perendaman, pembekuan sesuai pemesanan, *glazing*, pengepakan, dan terakhir masuk *cold storage* atau truk kontainer yang siap untuk dikirim.
2. Pengolahan air limbah di PT PMMP memasang IPAL dengan dua kolam yaitu peresapan dan penyaringan yang mengaplikasikan teknik *horizontal roughing filter* sebagai filter fisik, bak aerasi, dan bak eceng gondok sebagai biofilter melalui pengolahan secara aerob. Desain kolam yang mendapatkan sinar matahari secara langsung yaitu tidak menggunakan atap yang ketika musim penghujan, air hujan juga akan secara langsung mengisi air kolam sehingga dapat mempengaruhi volume dan pH air limbah. Pemeliharaan IPAL dilakukan dengan cara pengurasan, penggantian media (ijuk, arang, dan eceng gondok), penyikatan batuan, kincir air dan bak-bak yang terdapat pada masing-masing kolam yang dilakukan dengan jangka waktu rata-rata satu sampai empat kali dalam sebulan.
3. Proses produksi yang berlangsung di PT PMMP menghasilkan limbah padat berupa kepala, kulit, kaki, ekor udang dengan estimasi seberat  $\pm 6986$  Kg perhari. Sedangkan limbah cair dihasilkan berupa air bekas penggunaan

proses produksi diestimasikan volume limbah cair industri sebesar  $\pm 345,6 \text{ m}^3/\text{hari}$ .

4. Kandungan BOD, COD, TSS, minyak atau lemak pada *inlet* dan *outlet* ialah sebagai berikut:
  - a. Rata-rata kandungan BOD, COD, TSS, minyak atau lemak pada *inlet* masing-masing sebesar 143,83 mg/l, 360,59 mg/l, 191,08 mg/l, dan 18,7 mg/l dengan pH 7,2. Keseluruhan rata-rata kandungan parameter yang diuji melebihi baku mutu untuk air limbah industri *cold storage* yang mengacu pada Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013.
  - b. Rata-rata kandungan BOD, COD, TSS, minyak atau lemak pada *outlet* masing-masing sebesar 88,24 mg/l, 175,03 mg/l, 95,71 mg/l, dan 12,46 mg/l dengan pH 7,1. Keseluruhan rata-rata kandungan parameter yang diuji setelah melewati IPAL industri mengalami penurunan dengan hasil pengukuran yang tidak melebihi baku mutu untuk air limbah industri *cold storage* mengacu pada Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013.
  - c. Persentase penurunan kandungan BOD, COD, TSS, pH, dan minyak atau lemak masing-masing secara berurutan sebesar 38,64 %, 51,46 %, 49,91 %, 1,8 %, dan 33,36 %. BOD, COD, TSS, dan minyak atau lemak mengalami penurunan secara signifikan dengan *p value* masing-masing 0,006; 0,001; 0,000; dan 0,023.

## 5.2 Saran

Berdasarkan hasil analisis dan kesimpulan tersebut maka disarankan sebagai berikut:

1. Bagi industri *cold storage* PT. Panca Mitra Multi Perdana (PT PMMP) Kapongan-Situbondo:

- a. Membuat kebijakan dalam penggunaan bahan baku, peralatan, dan proses produksi yang efisien untuk menghemat air, energi, dan kebutuhan produk udang beku lainnya.
  - b. Perlu melakukan sistem pengelolaan lingkungan industri untuk pengendalian pencemaran yaitu melakukan minimalisasi limbah pada sumber limbah di masing-masing proses produksi.
  - c. Perlu pemeliharaan sistem pengolahan air limbah secara aerob dengan penanganan yang lebih intensif. Penggantian tanaman eceng gondok dilakukan setiap satu sampai dua minggu sekali agar media tetap efektif menurunkan zat pencemar dalam air limbah.
  - d. Sebaiknya kolam diberi atap berwarna bening supaya sinar matahari tetap dapat masuk ke dalam kolam dan kolam tidak *overload* ketika musim penghujan.
  - e. Perbaiki sistem manajemen agar dapat melakukan pemantauan kinerja IPAL setiap harinya supaya kinerja IPAL tetap terjamin untuk menurunkan zat pencemar dalam air limbah industri.
2. Bagi peneliti lain
- a. Perlu dilakukan penelitian terkait penurunan keseluruhan parameter air limbah industri *cold storage* yang mengacu pada Pergub Jatim No. 72 Tahun 2013
  - b. Perlu dilakukan penelitian terkait kandungan zat pencemar pada badan air penerima (sungai) sebelum dan sesudah pembuangan air limbah terolah industri

**DAFTAR PUSTAKA**

- Afrianto dan Liviawaty. 1989. *Pengawetan dan Pengolahan Ikan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Alert. 1984. *Metode Penelitian Air*. Surabaya: Usaha Nasional.
- Anjarsari, O. 2004. Pengawasan Mutu Udang Beku Peeled Tailed On Stretch di PT. Adijaya Guna Satwatama Kab. Cirebon, Jabar. *Laporan Kerja Praktek*. Semarang: Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata.
- Arikunto, S. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktik*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Azwar, A. 1995. *Pengantar Ilmu Kesehatan Lingkungan*. Cetakan ketujuh. Jakarta: Mutiara Sumber Widya.
- Basrowi dan Suwandi. 2008. *Memahami Penelitian Kuantitatif*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Betty, S.L.J & Winiati, H.P.R. 2007. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Boyd, C. E. 1990. *Water Quality in Ponds for Aquaculture*. Alabama: Alabama Agriculture Experiment Station. Auburn University.
- Budiarto. 2004. *Metode Penelitian Kedokteran cetakan I*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Colic, M., Murse, W., Hicks, J., Lechter, A., & Miller, J.D. 2011. *Case Study: Fish Processing Plant Wastewater Treatment Clean Water Technology*. CA: Coleta Inc.
- Connell, D.W. and G.J. Miller. 1995. *Kimia dan Ekotoksikologi Pencemaran*. Y. Koestoer [Penerjemah]; *Terjemahan dari: Chemistry and Ecotoxicology of Pollution*. Jakarta: UI-Press.
- Darsono, N. L., 1994. *Ilmu Lingkungan*. Yogyakarta: Universitas Atmajaya.
- Daryanto. 1995. *Ekologi dan Sumber Daya Alam*. Bandung: Tarsito.

- Dhahiyat. 1974. *Aspek Ekologi Gulma Air Dalam Analisa Dampak Lingkungan Kursus Dasar-dasar Analisa Lingkungan*. Bandung: Lembaga Ekologi Universitas Padjajaran.
- Dian, V. 2001. Studi Mengenai Karakteristik Limbah Cair di PT. Indomaguro Tunas Unggul. *Skripsi*. Bogor: Jurusan Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-IPB.
- Eckenfelder, W.W. 1989. *Industrial Water Pollution Control, 2nd ed.*. New York: McGraw-Hill Inc.
- Effendi, H. 2003. *Telaah Kualitas Air: Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Endahwati, L., Suprihatin. Tanpa tahun. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, dan Filtrasi pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol. 1(2)*. Surabaya: Fakultas Teknologi Industri-UPN Jatim
- Entjang, Indan. 2000. *Ilmu Kesehatan Masyarakat*. Bandung: PT Citra Aditya Bakti.
- Fardiaz, S. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Yogyakarta: Kanisius.
- Fitri, I.T., Samudro, G., Sumiyati, S. 2012. *Studi Penurunan Parameter Tss Dan Turbidity Dalam Air Limbah Domestik Artifisial Menggunakan Kombinasi Vertical Roughing Filter Dan Horizontal Roughing Filter*. <http://eprints.undip.ac.id/42214> diakses 11 Desember 2014.
- Gintings, P. 1992. *Mencegah dan Mengendalikan Pencemaran Industri. Edisi 1*. Jakarta: Pustaka Sinar Harapan.
- Goldman, C.R. dan Horne, A.J. 1989. *Limnology*. New York: McGraw-Hill Company.
- Gonzalez. 1996. *Wastewater Treatment in Fisheries Industry*. Rome: FAO Fishery Technical Paper 335.
- Hadi, A. 2007. *Prinsip Pengelolaan Pengambilan Sampel Lingkungan*. Jakarta: PT. Gramedia Pustaka Utama.
- Hadiwiyoto, S. 1993. *Teknologi Pengolahan Hasil Perikanan Jilid I*. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Handoyo, Lienda. 1995. *TEKNIK KIMIA 2*. Jakarta: Pradnya Paramita.

- Hardjobo, B dan Djokosetiyanto. 2005. *Pengukuran dan Analisis Kualitas Air Edisi kesatu*. Jakarta: UT Jakarta.
- Hariadi, S. 1992. *Pengolahan Udang Beku*. Surabaya: Karya Anda.
- Hasan, A. 2006. Dampak Penggunaan Klorin. *Jurnal Teknik Lingkungan*. P3TL-BPPT.7.(1): 90-96. <http://ejurnal.bppt.go.id/index.php/JTL/article/view/456/472> diakses 17 April 2015
- Hayati, M. 1998. Mempelajari Proses Produksi Udang Beku dan Pengolahan Limbah di PT. Kalimantan Fishery. *Laporan Praktek Lapang*. Bogor: Jurusan TIN FATETA-IPB.
- Heriyanto. 2006. Pengaruh rasio COD/TKN pada proses denitrifikasi limbah cair industri perikanan dengan lumpur aktif. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-IPB.
- Ibrahim, B. 2005. Kaji Ulang Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan Secara Biologis dengan Lumpur Aktif. *Buletin Teknologi Hasil Perikanan*. 7 (1): 731-741.
- Jenie, B.S.L. dan Rahayu, W.P. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Yogyakarta: Kanisius.
- Kasam, Yulianto, Andik, dkk. 2009. Penurunan COD dan Warna pada Limbah Cair Industri Batik dengan Menggunakan Aerobic Roughing Filter Aliran Horizontal. *Jurnal LOGIKA* Vol. 6 Nomor 1, ISSN 1410-2315. [http://eprints.undip.ac.id%2F40955%2F1%2FJURNAL\\_TA\\_FLORA\\_R\\_UTAMI.docx](http://eprints.undip.ac.id%2F40955%2F1%2FJURNAL_TA_FLORA_R_UTAMI.docx) diakses 22 April 2015
- Kristanto, P. 2004. *Ekologi Industri*. Yogyakarta: Penerbit Andi.
- Kurniadie, D. 2011. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Secara Biologis*. Bandung: Widya Padjajaran.
- Laksmi, J. dan Rahayu, W. 1993. *Penanganan Limbah Industri Pangan*. Jakarta: Kanisius.
- Manik, K.E.S. 2003. *Pengelolaan Lingkungan*. Jakarta: Djambatan.
- Manjang, Y. 1993. Analisa Ekstrak Berbagai Jenis Kulit Udang Terhadap Mutu Khitosan. *Jurnal Penelitian Andalas* V(12)(1993) Hlmn. 138-143.

<http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/jtl/article/download/17554/17469>  
diakses 13 Mei 2015

Masyamsir. 2001. *Penanganan Hasil Perikanan*. Jakarta: Depdiknas Proyek Pengembangan Sistem & Standar Pengelolaan SMK Direktorat Pendidikan Mengengah Kejuruan.

Mays, L.W. 1996. *Water resources handbook*. New york: McGraw-Hill, p:8.27-8.28.

Metcalf and Eddy. 1991. *Waste Water Engineering, Treatment and Reuse*. 3<sup>rd</sup> ed. New York: Mc. Grawhill Inc.

Metcalf and Eddy. 2003. *Waste Water Engineering, Treatment and Reuse*. New York: Mc. Grawhill Inc.

Naibaho, P. M. 1998. *Teknologi Pengolahan Kelapa Sawit*. Pusat Penelitian Kelapa Sawit. Medan

Nazir, M. 2003. *Metode Penelitian*. Jakarta: Ghalia Indonesia.

Nemerow NL, Dasgupta A. 1991. *Industrial and Hazardous Waste Treatment*. New York : Van Nostrand Reinhold.

NKwonta, Onyeka. 2010. A Comparison of horizontal roughing filters and vertical roughing filters in wastewater treatment using gravel as a filter media. *International Journal of the Physical Sciences Vol. 5(8), pp. 1240-1247*. [http://www.academicjournals.org/article/article1380797583\\_Nkwonta.pdf](http://www.academicjournals.org/article/article1380797583_Nkwonta.pdf)  
diakses 11 Desember 2014

NKwonta, Onyeka., Ochieng, George. 2009. Roughing filter for water pre-treatment technology in developing countries: A review. *International Journal of Physical Sciences Vol. 4 (9), pp. 455-463*. [http://www.academicjournals.org/article/article1380626843\\_Nkwonta%20and%20Ochieng.pdf](http://www.academicjournals.org/article/article1380626843_Nkwonta%20and%20Ochieng.pdf) diakses 11 Desember 2014

Notoadmodjo, S. 1997. *Ilmu Kesehatan Masyarakat Prinsip-Prinsip Dasar*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

Notoadmodjo, S. 2010. *Metodologi Penelitian Kesehatan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.

- Nontji, A. 1984. Biomassa dan Produktivitas Fitoplankton di perairan Teluk Jakarta serta Kaitannya dengan Faktor-faktor Lingkungan. *Tesis*. Fakultas Pasca Sarjana Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Novotny, V. and Olem, H. 1994. *Water Quality, Prevention, Identification and Management of Diffuse Pollution*. New York: Van Nostrans Reinhold.
- Nugroho, A. 2006. *Bioremediasi Hidrokarbon Minyak Bumi "Makara Teknologi"*. Jakarta: Graha Ilmu.
- Nurdini, A. 2006. "Cross-Sectional Vs Longitudinal: Pilihan Rancangan Waktu dalam Penelitian Perumahan Pemukiman". *Dimensi teknik arsitektur* Vol. 34, No. 1, Juli 2006:52-58. <http://puslit2.petra.ac.id/ejournal/index.php/ars/article/download/.../16449> diakses 25 November 2014.
- Nurjali. 2001. Kemampuan Batu Gamping dan Karbon Aktif dari Tempurung Kelapa sebagai Media Saring dalam Menurunkan Kadar Total Suspended Solid dan Biological Oxygen Demand pada Limbah Cair Industri Pembekuan Udang PT. Dharma Niaga Kabupaten Cirebon. *Skripsi*. Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat-UNDIP.
- Nuryani, AG.B. 2006. Pengendalian Mutu Penanganan Udang Beku dengan Konsep HACCP ( Studi Kasus di Kota Semarang dan Kabupaten Cilacap ). *Tesis*. Semarang: Magister Manajemen Sumberdaya Pantai-Universitas Diponegoro.
- Nybakken, J.W. 1992. *Biologi Laut Suatu Pendekatan Ekologis*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Peraturan Gubernur Jawa Timur No. 72 Tahun 2013 *Tentang Baku Mutu Air Limbah Industri dan atau Jenis Kegiatan Usaha Lainnya*.
- Peraturan Daerah No. 2 Tahun 2008 *Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air di Propinsi Jawa Timur Klas III*.
- Rabindra, B.N. 2008. Estimation and Calculation Of A Relationship Between Dispersion Number, Reynold Number, Porosity And Hydraulic Gradient In Horizontal Roughing Fillter. *Journal of Agricultural, Food, and Environmental Science* Vol. 2 (1). ISSN 1934-7235. [www.scientificjournals.org/journals2008/articles/1284.pdf](http://www.scientificjournals.org/journals2008/articles/1284.pdf) diakses 13 Desember 2014

- Rahayu, D., 2007, Produksi Polihidroksialkanoat Dari Air Limbah Industri Tapioka dengan Sequencing Batch Reaktor, *Jurnal Penelitian Fakultas Farmasi*. [http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/01/produksi\\_polihidroksialkanoat.pdf](http://pustaka.unpad.ac.id/wp-content/uploads/2009/01/produksi_polihidroksialkanoat.pdf) diakses 20 April 2015
- Rudiyanto, F. 2004. Tingkat Kemampuan Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*) Dalam Memperbaiki Kualitas Limbah Cair Hasil Deasidifikasi Nata De Coco. *Skripsi*. Departemen Manajemen Sumber Daya Perairan. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor.
- Sahubawa, L. 2011. Analisis & Prediksi Beban Pencemaran Limbah Cair Pabrik Pengalengan Ikan. *Jurnal Manusia & Lingkungan, Vol. 18, No.1, hal. 9-18*. <http://eprints.undip.ac.id/view/year/2010.html> diakses 26 September 2014
- Sakti, A. dan Siregar. 2005. *Instalasi Pengolahan Air Limbah*. Yogyakarta: Penerbit Kanisius.
- Sari, N. 2005. Pengaruh Rasio COD/NO<sub>3</sub> pada Parameter Biokinetika Denitrifikasi Pengolahan Limbah Cair Perikanan dengan Lumpur Aktif. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan-IPB.
- Sastrawijaya, T. 2009. *Pencemaran Lingkungan*. Jakarta: PT. Rineka Cipta.
- Setiyono dan Yudo S. 2008. *Potensi Pencemaran dari Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan di Kecamatan Muncar, Kabupaten Banyuwangi*. Jakarta: BPPT.
- Sjafei, A. 2002. Studi Mengenai Karakteristik dan Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan. *Skripsi*. Bogor: Fakultas Perikanan dan Kelautan-IPB.
- Soeparman dan Suparmin. 2001. *Pembuangan Tinja dan Limbah Cair*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Standar Nasional Indonesia 6989-59-2008. 2008. *Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah*. Jakarta: BSN.
- Suardhana IW. 2009. Pemanfaatan Eceng Gondok/*Eichhornia crassipes* (Mart) Solm) Sebagai Teknik Alternatif dalam Pengolahan Biologis Air Limbah Asal Rumah Pemotongan Hewan (RPH) Pesanggaran, Denpasar Bali. *Jurnal Biologi* Desember: 9(6): 759-760. <http://isjd.pdii.lipi.go.id/index.php/Search.html?act=tampil&id=60946&idc=27> diakses 11 Maret 2015

- Subarnas, Nandang. 2006. *Terampil Berkreasi*. Jakarta: PT Grafindo Media Pratama.
- Sugiharto. 1987. *Dasar – Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: Universitas Indonesia.
- Sugiyono. 2010. *Metode Penelitian Pendidikan*. Bandung: Alfabeta.
- Suryadiputra, I. N. N, 1995. *Pengantar Kuliah Pengolahan Air Limbah: Pengolahan Air Limbah Dengan Metode Kimia Koagulasi dan Flokulasi*. Bogor: IPB Press/
- Suyasa, IWB. 2011. *Isolasi bakteri pendegradasi minyak/lemak dari beberapa sedimen perairan tercemar dan bak penampung limbah*. <http://ojs.unud.ac.id/index.php/blje/article/download/6521/5019> diakses 25 November 2014.
- Tjokrokusumo. 1995. *Pengantara Konsep Teknologi Bersih*. Yogyakarta: Sekolah Tinggi Teknik Lingkungan YLH.
- Utami, F.R. Samudro, G. Sumiyati, S. 2013. *Studi Penurunan Parameter Bod, Cod Dan Bod/Cod Menggunakan Gabungan Vertical Roughing Filter Dan Horizontal Roughing Filter Pada Limbah Cair Domestik Artificial*. <http://download.portalgaruda.org/article.php?=73403&val=4690> diakses 11 Desember 2014.
- Wardoyo, S.T.H. 1975. *Pengelolaan Kualitas Air. Proyek Peningkatan Mutu*. Bogor: Intitut Pertanian Bogor.
- Wegelin, M. 1996. *Surface Water Treatment by Roughing Filter*. Switzerland: SANDEC.

**LAMPIRAN 1. Lembar Wawancara**

**A. Karakteristik Responden**

1. Nama Lengkap :
2. Jenis Kelamin :
3. Usia :
4. Jabatan :
5. Pendidikan Terakhir :
6. Masa Kerja :

**B. Unit Produksi Industri**

1. Berapa rata-rata jumlah bahan baku yang dibutuhkan untuk proses produksi produk udang beku setiap harinya ?
2. Apakah ada bahan tambahan bahan baku yang digunakan untuk proses produksi produk udang beku ? Jika ya, sebutkan dan jelaskan untuk apa penambahan tersebut dilakukan ?
3. Terdapat tahapan apa sajakah untuk memproduksi produk udang beku ?
4. Bagaimana masing-masing tahapan proses produksi produk udang beku ?
5. Apa saja tujuan masing-masing tahapan proses produksi produk udang beku ?
6. Menggunakan alat apa sajakah dalam proses produksi produk udang beku ?
7. Berapa kapasitas produk yang dihasilkan dari masing-masing alat produksi ?
8. Air bersih yang digunakan berasal darimana ?
9. Berapa rata-rata jumlah kebutuhan air bersih yang digunakan untuk proses produksi produk udang beku ?
10. Berapa rata-rata volume air limbah yang dihasilkan dari masing-masing tahapan proses produksi ?
11. Berapa estimasi berat limbah organik (kepala, kulit, ekor, dan kaki udang) yang dihasilkan industri ?

12. Berapa rata-rata berat limbah organik (kepala, kulit, ekor, dan kaki udang) yang dihasilkan industri ?

## **C. Unit Penanganan Air Limbah Industri**

1. Bagaimana penanganan air limbah pada masing-masing tahapan proses produksi yang menghasilkan air limbah pada proses produksi produk udang beku ?
2. Adakah sumber daya manusia yang bertanggung jawab dalam pemeliharaan sarana/prasarana saluran pembuangan air limbah yang terdapat di lingkungan industri (di dalam maupun di luar ruang proses) ? Jika ada, berapa orang ? Jika tidak ada, mengapa ?
3. Bagaimana proses pemeliharaannya ?
4. Apakah terdapat biaya operasional untuk pemeliharaan tersebut ?

## **D. Unit Pengolahan Air Limbah Industri**

1. Teknik pengolahan apa yang digunakan industri untuk mengolah air limbahnya sebelum dibuang ke badan air penerima ?
2. Bagaimana kinerja pengolah air limbah tersebut ?
3. IPAL menggunakan kincir air sebagai pemasok oksigen dalam air limbah, berapa kecepatan putaran kincir air ?
4. Adakah sumber daya manusia yang bertanggung jawab dalam pemeliharaan sarana/prasarana pengolah air limbah industri ? Jika ada, berapa orang ? Jika tidak ada, mengapa ?
5. Bagaimana prose pemeliharaannya ?
6. Apakah terdapat biaya operasional untuk pemeliharaan tersebut ?
7. Dalam setahun, berapa kali pemeriksaan kualitas air limbah industri dilakukan ?

**LAMPIRAN 2. Lembar Observasi**

| No. | Proses Produksi<br>(Macam-macam kegiatan)  | Rincian Kegiatan | Limbah yang dihasilkan | Penanganan limbah | Ket. |
|-----|--|------------------|------------------------|-------------------|------|
| 1.  | Ruang proses potong kepala<br>1.1 Penerimaan bahan baku<br>1.2 Penimbangan<br>1.3 Potong kepala<br>1.4 Pencucian   |                  |                        |                   |      |
| 2.  | Ruang proses reparasi<br>2.1 Sortasi<br>2.2 Pencucian<br>2.3 Pengolahan  |                  |                        |                   |      |
| 3.  | Ruang proses <i>soaking</i><br>3.1 <i>Water filling</i><br>3.2 Pengolahan ( <i>cook</i> /beku)<br>3.3 Pembekuan<br>3.4 Pengepakan dan pelabelan<br>3.5 <i>Cold storage</i> |                  |                        |                   |      |
| 4.  | Ruang proses <i>packing</i> 4 & 5<br>4.1 Pembekuan<br>4.2 Pengepakan dan pelabelan<br>4.3 <i>Cold storage</i>  |                  |                        |                   |      |

## Digital Repository Universitas Jember

| No. | Jenis limbah organik                                | Jumlah drum (buah) yang diangkut ke pihak ketiga | Berat dalam Kg | Ket. |
|-----|---|--|----------------|------|
| 1.  | Kepala udang<br>Hari ke-1<br>Hari ke-2<br>Hari ke-3 |  |                |      |
| 2.  | Kulit udang<br>Hari ke-1<br>Hari ke-2<br>Hari ke-3  |  |                |      |

| No. | Waktu pengukuran | Volume limbah cair (p x l x t) | N o. | Waktu pengukuran | Volume limbah cair (p x l x t) | No. | Waktu pengukuran | Volume limbah cair (p x l x t) |
|-----|------------------|--------------------------------|------|------------------|--------------------------------|-----|------------------|--------------------------------|
|     | Hari ke-1        |                                |      | Hari ke-2        |                                |     | Hari ke-3        |                                |
| 1   | 07.15            |                                | 1    | 07.15            |                                | 1   | 07.15            |                                |
| 2   | 07.30            |                                | 2    | 07.30            |                                | 2   | 07.30            |                                |
| 3   | 07.45            |                                | 3    | 07.45            |                                | 3   | 07.45            |                                |
| 4   | 08.00            |                                | 4    | 08.00            |                                | 4   | 08.00            |                                |
| 5   | 08.15            |                                | 5    | 08.15            |                                | 5   | 08.15            |                                |
| 6   | 08.30            |                                | 6    | 08.30            |                                | 6   | 08.30            |                                |
| 7   | 08.45            |                                | 7    | 08.45            |                                | 7   | 08.45            |                                |
| 8   | 09.00            |                                | 8    | 09.00            |                                | 8   | 09.00            |                                |
| 9   | 09.15            |                                | 9    | 09.15            |                                | 9   | 09.15            |                                |
| 10  | 09.30            |                                | 10   | 09.30            |                                | 10  | 09.30            |                                |
| 11  | 09.45            |                                | 11   | 09.45            |                                | 11  | 09.45            |                                |
| 12  | 10.00            |                                | 12   | 10.00            |                                | 12  | 10.00            |                                |
| 13  | 10.15            |                                | 13   | 10.15            |                                | 13  | 10.15            |                                |
| 14  | 10.30            |                                | 14   | 10.30            |                                | 14  | 10.30            |                                |
| 15  | 10.45            |                                | 15   | 10.45            |                                | 15  | 10.45            |                                |

# Digital Repository Universitas Jember

|    |       |  |    |       |  |    |       |
|----|-------|--|----|-------|--|----|-------|
| 16 | 11.00 |  | 16 | 11.00 |  | 16 | 11.00 |
| 17 | 11.15 |  | 17 | 11.15 |  | 17 | 11.15 |
| 18 | 11.30 |  | 18 | 11.30 |  | 18 | 11.30 |
| 19 | 11.45 |  | 19 | 11.45 |  | 19 | 11.45 |
| 20 | 12.00 |  | 20 | 12.00 |  | 20 | 12.00 |
| 21 | 12.15 |  | 21 | 12.15 |  | 21 | 12.15 |
| 22 | 12.30 |  | 22 | 12.30 |  | 22 | 12.30 |
| 23 | 12.45 |  | 23 | 12.45 |  | 23 | 12.45 |
| 24 | 13.00 |  | 24 | 13.00 |  | 24 | 13.00 |
| 25 | 13.15 |  | 25 | 13.15 |  | 25 | 13.15 |
| 26 | 13.30 |  | 26 | 13.30 |  | 26 | 13.30 |
| 27 | 13.45 |  | 27 | 13.45 |  | 27 | 13.45 |
| 28 | 14.00 |  | 28 | 14.00 |  | 28 | 14.00 |
| 29 | 14.15 |  | 29 | 14.15 |  | 29 | 14.15 |
| 30 | 14.30 |  | 30 | 14.30 |  | 30 | 14.30 |
| 31 | 14.45 |  | 31 | 14.45 |  | 31 | 14.45 |
| 32 | 15.00 |  | 32 | 15.00 |  | 32 | 15.00 |
| 33 | 15.15 |  | 33 | 15.15 |  | 33 | 15.15 |
| 34 | 15.30 |  | 34 | 15.30 |  | 34 | 15.30 |
| 35 | 15.45 |  | 35 | 15.45 |  | 35 | 15.45 |
| 36 | 16.00 |  | 36 | 16.00 |  | 36 | 16.00 |
| 37 | 16.15 |  | 37 | 16.15 |  | 37 | 16.15 |
| 38 | 16.30 |  | 38 | 16.30 |  | 38 | 16.30 |
| 39 | 16.45 |  | 39 | 16.45 |  | 39 | 16.45 |
| 40 | 17.00 |  | 40 | 17.00 |  | 40 | 17.00 |
| 41 | 17.15 |  | 41 | 17.15 |  | 41 | 17.15 |
| 42 | 17.30 |  | 42 | 17.30 |  | 42 | 17.30 |
| 43 | 17.45 |  | 43 | 17.45 |  | 43 | 17.45 |
| 44 | 18.00 |  | 44 | 18.00 |  | 44 | 18.00 |
| 45 | 18.15 |  | 45 | 18.15 |  | 45 | 18.15 |

## Digital Repository Universitas Jember

|      |       |  |      |       |  |      |       |  |
|------|-------|--|------|-------|--|------|-------|--|
| 46   | 18.30 |  | 46   | 18.30 |  | 46   | 18.30 |  |
| 47   | 18.45 |  | 47   | 18.45 |  | 47   | 18.45 |  |
| 48   | 19.00 |  | 48   | 19.00 |  | 48   | 19.00 |  |
| 49   | 19.15 |  | 49   | 19.15 |  | 49   | 19.15 |  |
| 50   | 19.30 |  | 50   | 19.30 |  | 50   | 19.30 |  |
| 51   | 19.45 |  | 51   | 19.45 |  | 51   | 19.45 |  |
| 52   | 20.00 |  | 52   | 20.00 |  | 52   | 20.00 |  |
| 53   | 20.15 |  | 53   | 20.15 |  | 53   | 20.15 |  |
| 54   | 20.30 |  | 54   | 20.30 |  | 54   | 20.30 |  |
| 55   | 20.45 |  | 55   | 20.45 |  | 55   | 20.45 |  |
| 56   | 21.00 |  | 56   | 21.00 |  | 56   | 21.00 |  |
| 57   | 21.15 |  | 57   | 21.15 |  | 57   | 21.15 |  |
| 58   | 21.30 |  | 58   | 21.30 |  | 58   | 21.30 |  |
| 59   | 21.45 |  | 59   | 21.45 |  | 59   | 21.45 |  |
| 60   | 22.00 |  | 60   | 22.00 |  | 60   | 22.00 |  |
| Ket. |       |  | Ket. |       |  | Ket. |       |  |

| No. | Jenis pemeliharaan IPAL        | Rincian kegiatan | Ket. |
|-----|--------------------------------|------------------|------|
| 1.  | Pengurasan                     |                  |      |
| 2.  | Penggantian media ijuk         |                  |      |
| 3.  | Penggantian media arang        |                  |      |
| 4.  | Penggantian media eceng gondok |                  |      |
| 5.  | Penyikatan kincir air          |                  |      |
| 6.  | Penyikatan batuan              |                  |      |
| 7.  | Penyikatan masing-masing bak   |                  |      |

LAMPIRAN 3. Uji Statistik

Paired Samples Test

|                               | Paired Differences |                |                 |   |         | t      | df | Sig. (2-tailed) |
|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|---|---------|--------|----|-----------------|
|                               | Mean               | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference |         |        |    |                 |
|                               |                    |                |                 | Lower                                     | Upper   |        |    |                 |
| Pair 1 BOD Inlet - BOD Outlet | 55,5833            | 7,60436        | 4,39038         | 36,6931                                   | 74,4736 | 12,660 | 2  | ,006            |

Paired Samples Test

|                             | Paired Differences |                |                 |   |       | t     | df | Sig. (2-tailed) |
|-----------------------------|--------------------|----------------|-----------------|---|-------|-------|----|-----------------|
|                             | Mean               | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference |       |       |    |                 |
|                             |                    |                |                 | Lower                                     | Upper |       |    |                 |
| Pair 1 pH inlet - pH outlet | ,1333              | ,05774         | ,03333          | -,0101                                    | ,2768 | 4,000 | 2  | ,057            |

Paired Samples Test

|                               | Paired Differences |                |                 |   |          | t      | df | Sig. (2-tailed) |
|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|---|----------|--------|----|-----------------|
|                               | Mean               | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference |          |        |    |                 |
|                               |                    |                |                 | Lower                                     | Upper    |        |    |                 |
| Pair 1 COD Inlet - COD Outlet | 185,5600           | 12,25246       | 7,07396         | 155,1232                                  | 215,9968 | 26,231 | 2  | ,001            |

**Paired Samples Test**

|                               | Paired Differences |                |                 |   |          | t      | df | Sig. (2-tailed) |
|-------------------------------|--------------------|----------------|-----------------|---|----------|--------|----|-----------------|
|                               | Mean               | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference |          |        |    |                 |
|                               |                    |                |                 | Lower                                     | Upper    |        |    |                 |
| Pair 1 TSS Inlet - TSS Outlet | 95,3667            | 1,97885        | 1,14249         | 90,4509                                   | 100,2824 | 83,473 | 2  | ,000            |

**Paired Samples Test**

|  | Paired Differences |                |                 |   |         | t     | df | Sig. (2-tailed) |
|--|--------------------|----------------|-----------------|---|---------|-------|----|-----------------|
|  | Mean               | Std. Deviation | Std. Error Mean | 95% Confidence Interval of the Difference |         |       |    |                 |
|  |                    |                |                 | Lower                                     | Upper   |       |    |                 |
| Minyak/lemak outlet - Minyak/lemak inlet | 6,2333             | 1,68028        | ,97011          | 2,0593                                    | 10,4074 | 6,425 | 2  | ,023            |

- a. *Paired Sample t-test* of BOD
- b. *Paired Sample t-test* of COD
- c. *Paired Sample t-test* of pH
- d. *Paired Sample t-test* of TSS
- e. *Paired Sample t-test* of oil/fat

LAMPIRAN 4. Hasil Uji Laboratorium

Kode dokumen: FR-AUK/064  
Revisi : 0



**KEMENTERIAN PENDIDIKAN DAN KEBUDAYAAN  
POLITEKNIK NEGERI JEMBER**

Jalan Mastrip Kotak Pos 164 Jember 68101  
Telp. (0331)333532-34; Faks. (0331) 333531; e-mail: politeknik@polije.ac.id

**LAPORAN HASIL ANALISA**

Tanggal terima : Jum'at, 01 Mei 2015  
 Tanggal selesai : Jum'at, 15 Mei 2015  
 Dikirim oleh : Dila Maufida  
 Alamat : FKM UNEJ  
 Jenis sample : Air Limbah Industri Cold Storage Udang  
 Jenis Analisa : BOD, COD, TSS, pH dan Minyak (lemak)

**HASIL ANALISA**

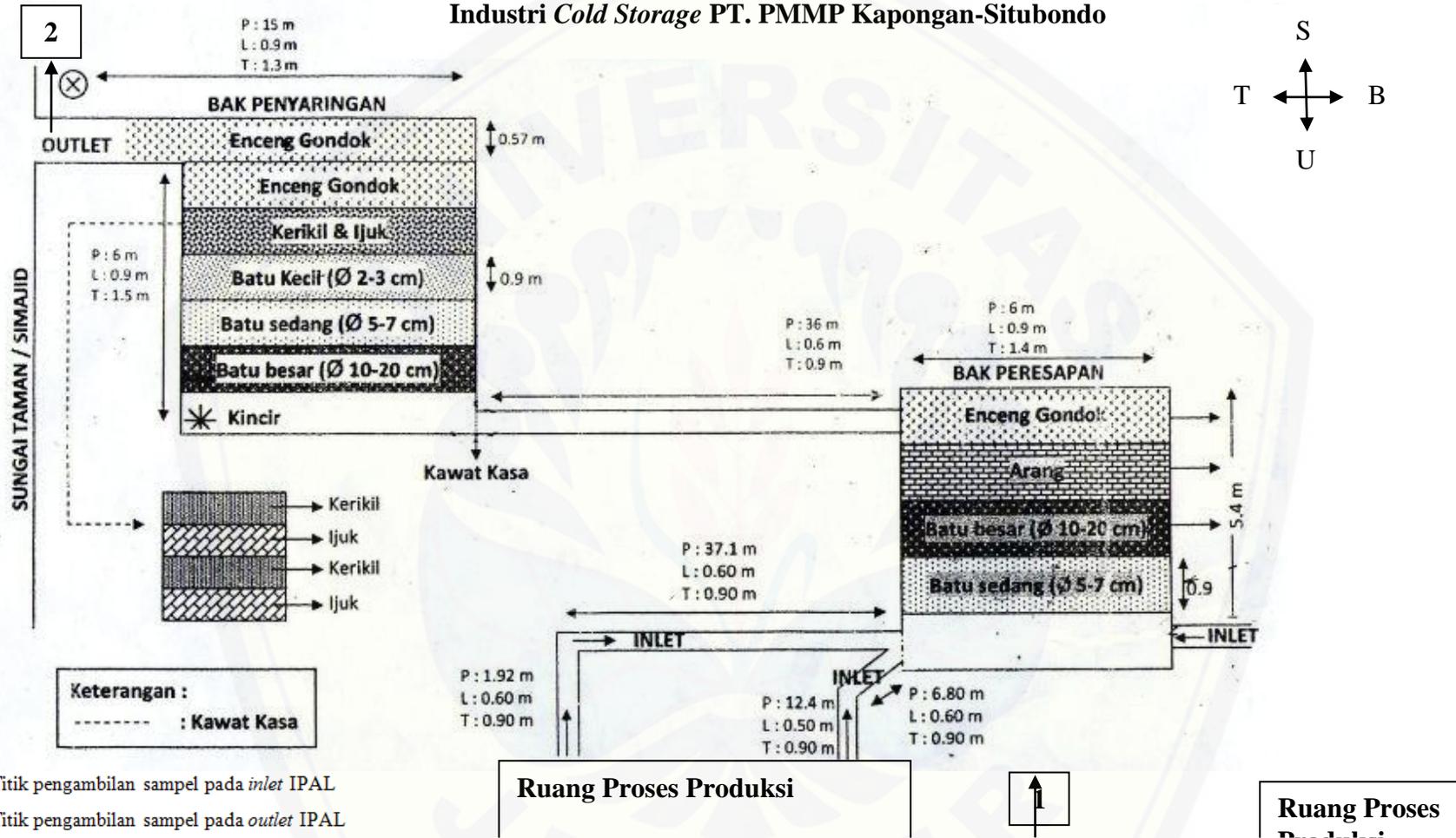
| No | Jenis Analisa           |               | Outlet H-1    | Inlet H-1     | Outlet H-2    | Inlet H-2     | Outlet H-3    | Inlet H-3     |
|----|-------------------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| 1  | BOD ( mg/l )            | U1            | 89,90         | 139,45        | 96,40         | 160,10        | 90,30         | 144,50        |
|    |                         | U2            | 70,50         | 120,35        | 93,20         | 157,85        | 89,15         | 140,70        |
|    |                         | <b>Rata-2</b> | <b>80,20</b>  | <b>129,90</b> | <b>94,80</b>  | <b>158,97</b> | <b>89,72</b>  | <b>142,60</b> |
| 2  | COD ( mg/l )            | U1            | 179,25        | 348,80        | 190,70        | 380,60        | 170,75        | 365,35        |
|    |                         | U2            | 165,40        | 339,65        | 180,95        | 369,45        | 163,20        | 359,75        |
|    |                         | <b>Rata-2</b> | <b>172,32</b> | <b>344,22</b> | <b>185,82</b> | <b>375,02</b> | <b>166,97</b> | <b>362,55</b> |
| 3  | TSS ( mg/l )            | U1            | 98,30         | 190,70        | 99,70         | 198,50        | 93,35         | 188,55        |
|    |                         | U2            | 93,20         | 189,10        | 98,95         | 195,45        | 90,80         | 184,20        |
|    |                         | <b>Rata-2</b> | <b>95,75</b>  | <b>189,90</b> | <b>99,32</b>  | <b>196,97</b> | <b>92,07</b>  | <b>186,37</b> |
| 4  | pH                      | U1            | 7,0           | 7,2           | 7,4           | 7,6           | 7,2           | 7,3           |
|    |                         | U2            | 7,0           | 7,0           | 7,2           | 7,4           | 7,0           | 7,1           |
|    |                         | <b>Rata-2</b> | <b>7,0</b>    | <b>7,1</b>    | <b>7,3</b>    | <b>7,5</b>    | <b>7,1</b>    | <b>7,2</b>    |
| 5  | Minyak / lemak ( mg/l ) | U1            | 12,4          | 19,6          | 14,8          | 21,3          | 13,4          | 17,9          |
|    |                         | U2            | 10,1          | 18,2          | 13,5          | 20,2          | 10,8          | 15,2          |
|    |                         | <b>Rata-2</b> | <b>11,2</b>   | <b>18,9</b>   | <b>14,1</b>   | <b>20,7</b>   | <b>12,1</b>   | <b>16,5</b>   |

Ket. Hasil analisa tersebut di atas sesuai dengan sampel yang kami terima.

Mengetahui  
Ketua Lab. Analisis Pangan  
  
M. Idra  
NIP. 19581010 198703 1 003

Jember, 15 Mei 2015  
Analisis  
  
M. Djabir S, SE  
NIP. 19670512 199203 1 003

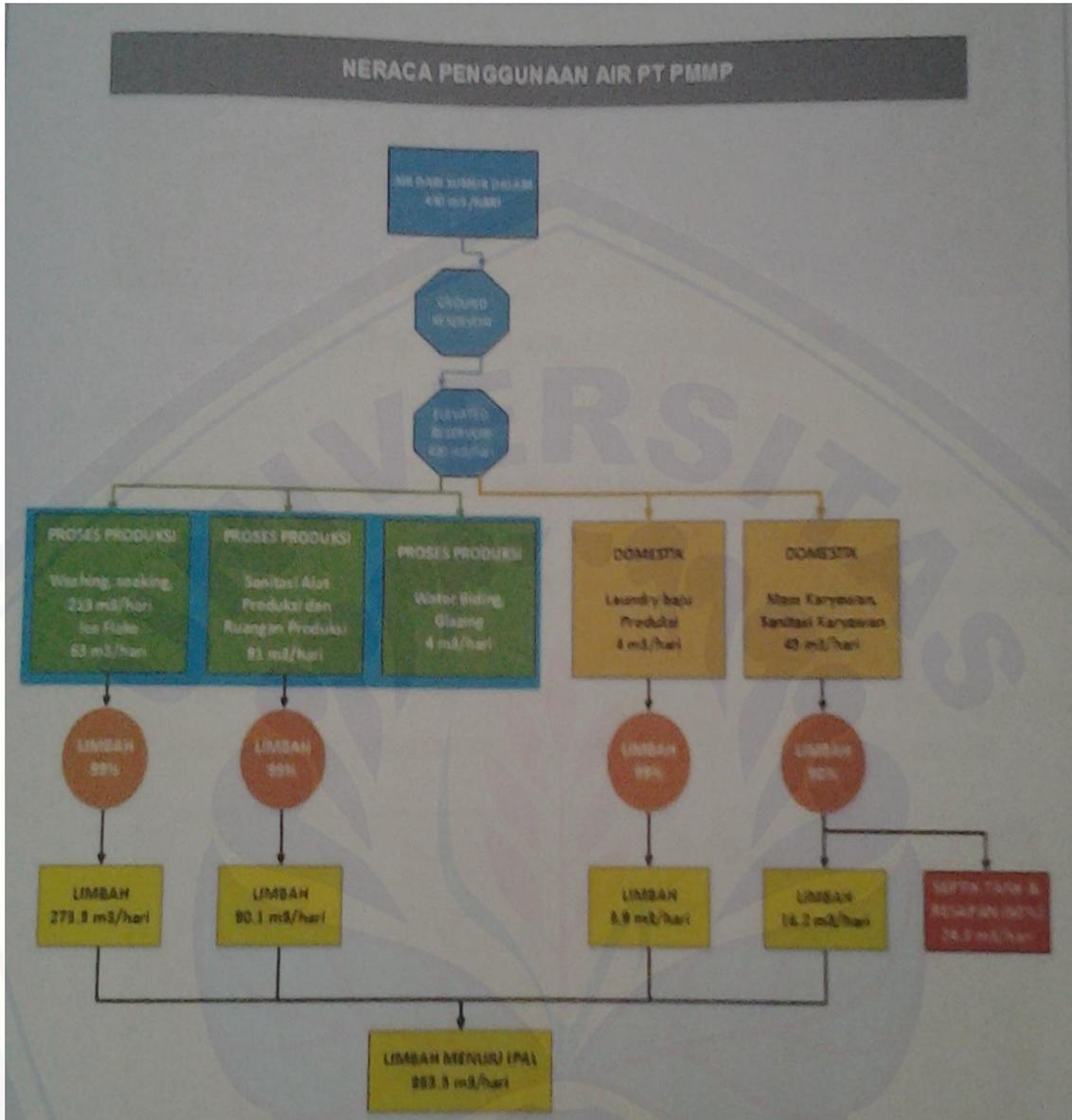
LAMPIRAN 5. Denah Pengolahan Air Limbah Industri Cold Storage PT. PMMP Kapongan-Situbondo



1. Titik pengambilan sampel pada inlet IPAL
2. Titik pengambilan sampel pada outlet IPAL

Gambar 3.4 Denah Pengolahan Air Limbah dan Titik Pengambilan Sampel

LAMPIRAN 6. Neraca Air Industri Cold Storage PT PMMP



LAMPIRAN 7. Layout Industri Cold Storage PT PMMP



**LAMPIRAN 8. Dokumentasi**

1. Kegiatan dalam ruang proses potong kepala (ruang PK)



Gambar 1. Penerimaan bahan baku



Gambar 2. Potong kepala dan pencucian udang



Gambar 3. Penimbangan udang



Gambar 4. Tempat pembuangan sementara limbah kepala udang



Gambar 5. Penanganan limbah kepala udang



Gambar 6. Bar screen untuk menyaring air limbah

2. Kegiatan dalam ruang proses reparasi



Gambar 1. Kupas kulit/ekor/cukit udang serta sortasi manual



Gambar 2. Sortasi menggunakan mesin griding



Gambar 3. Pengolahan pemesanan udang *skewered*



Gambar 4. Tempat penampungan sementara limbah kulit, ekor, usus udang, serta kertas bekas



Gambar 5. Bar screen penyaring air limbah ruang proses reparasi



Gambar 6. Penanganan limbah padat yang tersaring

3. Kegiatan dalam ruang proses *soaking* (*packing 3*)



Gambar 1. Wadah perendaman udang



Gambar 2. Mengalirkan air aquades pada wadah perendaman udang



Gambar 3. Perendaman udang dalam air aquades dan kepingan es (*soaking*)



Gambar 4. Udang yang telah di-*steam*



Gambar 5. Perendaman udang *steam* (*soaking*)



Gambar 6. Pengolahan beku sesuai pemesanan



Gambar 7. Saluran pembuangan air limbah



Gambar 8. Pembuangan air limbah ruang proses *soaking*

4. Kegiatan ruang proses *packing 3,4,5*



Gambar 1. Penyusunan pan udang yang akan dibekukan



Gambar 2. Pembekuan udang menggunakan *contact plate freezer*



Gambar 3. Kemasan produk udang beku



Gambar 4. Pengepakan Produk udang beku



Gambar 5. *Metal detector* untuk mendeteksi kandungan logam berat dalam kemasan

### 5. Limbah padat organik



Gambar 1. Wadah pengangkut limbah padat organik



Gambar 2. Limbah siap angkut



Gambar 3. Penghitungan berat limbah

### 6. Pengolahan air limbah industri



Gambar 1. Kolam peresapan



Gambar 2. Kolam penyaringan



Gambar 3. Media batu besar



Gambar 4. Media batu sedang



Gambar 5. Media batu kecil



Gambar 6. Media arang kecil



Gambar 7. Media ijuk



Gambar 8. Media eceng gondok

7. Pengambilan sampel dan pengukuran volume air limbah



Gambar 1. Pengambilan sampel di *inlet*



Gambar 2. Pengambilan sampel di *outlet*



Gambar 3. Penyimpanan sampel



Gambar 4. Pengukuran volume limbah cair di *inlet*



Gambar 5. Pengukuran volume limbah cair di *inlet*

8. Pemeriksaan sampel air limbah di Laboratorium Analisis Pangan Politeknik Negeri Jember oleh Laboran



Gambar 1. Persiapan alat dan bahan



Gambar 2. Botol BOD



Gambar 3. Pemeriksaan uji parameter