

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PEMBEKUAN IKAN KACA PIRING  
(*Sillago sihama*) MENGGUNAKAN KOMBINASI BAKTERI *Acinetobacter  
baumanii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* DAN *Pseudomonas putida*  
SECARA AEROB**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

Oleh:

**MAGHFIROTIN MARTA BANIN  
NIM. 115080300111032**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015**

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PEMBEKUAN IKAN KACA PIRING  
(*Sillago sihama*) MENGGUNAKAN KOMBINASI BAKTERI *Acinetobacter  
baumanii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* DAN *Pseudomonas putida*  
SECARA AEROB**

**SKRIPSI  
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN  
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN**

**Sebagai Salah Satu Syarat untuk Meraih Gelar Sarjana Perikanan  
di Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan  
Universitas Brawijaya**

**Oleh:**

**MAGHFIROTIN MARTA BANIN  
NIM. 115080300111032**



**FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN  
UNIVERSITAS BRAWIJAYA  
MALANG  
2015**

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PEMBEKUAN IKAN KACA PIRING  
(*Sillago sihama*) MENGGUNAKAN KOMBINASI BAKTERI *Acinetobacter*  
*baumanii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* DAN *Pseudomonas putida*  
SECARA AEROB

Oleh:  
MAGHFIROTIN MARTA BANIN  
NIM. 115080300111032

Telah dipertahankan di depan penguji  
pada tanggal 09 Oktober 2015  
dan dinyatakan telah memenuhi syarat  
SK Dekan No : \_\_\_\_\_  
Tanggal : \_\_\_\_\_

Dosen Penguji I

(Dr. Ir. Anies Chamidah, MP)

NIP. 19640912 199002 2 001

Tanggal :

Dosen Penguji II

(Eko Waluyo, S.Pi, M.Sc)

NIP. 19800424 2005001 1 001

Tanggal :

Menyetujui,  
Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Yahya, MP)

NIP. 19630706 199003 1 003

Tanggal :

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)

NIP. 19600322 198601 1 001

Tanggal :

Mengetahui,  
Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)

NIP. 19622825 198603 2 001

Tanggal :

## PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa data skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain kecuali yang tertulis dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila kemudian hari terbukti atau dapat dibuktikan skripsi ini hasil penjiplakan (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.

Malang, November 2015

Mahasiswa

Maghfirotin Marta Banin



## RINGKASAN

**MAGHFIROTIN MARTA BANIN.** Skripsi Pengolahan Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* Secara Aerob (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Yahya, MP** dan **Dr. Ir. Happy Nursyam, MS**).

---

Industri perikanan menghasilkan dua macam keluaran yaitu produk serta limbah, baik limbah padat maupun limbah cair. Industri pembekuan (*cold storage*) sangat besar mengkonsumsi air untuk proses pencucian bahan baku dan peralatan. Dalam pengolahan limbah cair yang tidak baik dapat menimbulkan dampak pada perairan, khususnya sumber daya air. Salah satu pengolahan limbah yaitu secara biologi diarahkan untuk menurunkan substrat tertentu yang terkandung dalam limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme. Bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida*. Penggunaan bakteri ini karena sudah banyak digunakan untuk meremediasi berbagai jenis limbah cair.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida* terhadap limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*), dengan melihat perubahan kandungan pH, TSS (*Total Solid Suspended*), ammonia, minyak dan lemak, serta BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*). Penelitian ini dilaksanakan pada bulan april-mei 2015 di Laboratorium Penyakit Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Laboratorium Lingkungan Perum Jasa Tirta 1 Malang, Laboratorium Pengendalian dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan Surabaya. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen dengan menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) dan membandingkan kelompok perlakuan dengan kontrol. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan yaitu hari ke-0, hari ke-5 dan hari ke-10.

Limbah cair yang berasal dari pabrik pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*) yang diperoleh dari PT. Inti Luhur Fuja Abadi, kabupaten Pasuruan. Dimasukkan kedalam toples sebanyak 2000 mL dan ditambahkan 1 mL pada masing-masing bakteri yang telah diencerkan sampai  $10^{-6}$  dengan kombinasi *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megaterium*, *Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp.* dan *Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*. Kemudian dilakukan pengujian pada hari ke 0 sebelum perlakuan dan hari ke 5 dan 10 setelah pengujian. Parameter utama yang diujikan adalah pH, TSS, ammonia, minyak dan lemak, serta BOD dan COD.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa semua kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P memberikan pengaruh hingga hari ke 10 dan menyebabkan nilai pH menjadi naik. Tetapi pemberian kombinasi bakteri hingga hari ke 10 mampu menurunkan kadar TSS, kadar minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD. Perlakuan terbaik didominasi kombinasi bakteri A+P. Pada kombinasi bakteri A+P dapat menurunkan kadar TSS sebesar 63,85 mg/L, kadar amoniak ( $\text{NH}_3$ ) sebesar 1,02 mg/L, minyak dan lemak sebesar 1,95 mg/L, BOD sebesar 20,05 mg/L, dan COD sebesar 79,95 mg/L.

## KATA PENGANTAR

Dengan mengucapkan puji syukur kehadirat Allah SWT, atas limpahan rahmat dan hidayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan Skripsi yang berjudul Pengolahan Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan Kombinasi Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* Secara Aerob. Dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi identifikasi karakteristik limbah sebelum dan sesudah diberikan perlakuan penambahan kombinasi bakteri.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki oleh penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan ini bermanfaat bagi pembaca dan memberikan kontribusi positif bagi perkembangan perikanan di masa depan.

Malang, November 2015

Penulis

## UCAPAN TERIMA KASIH

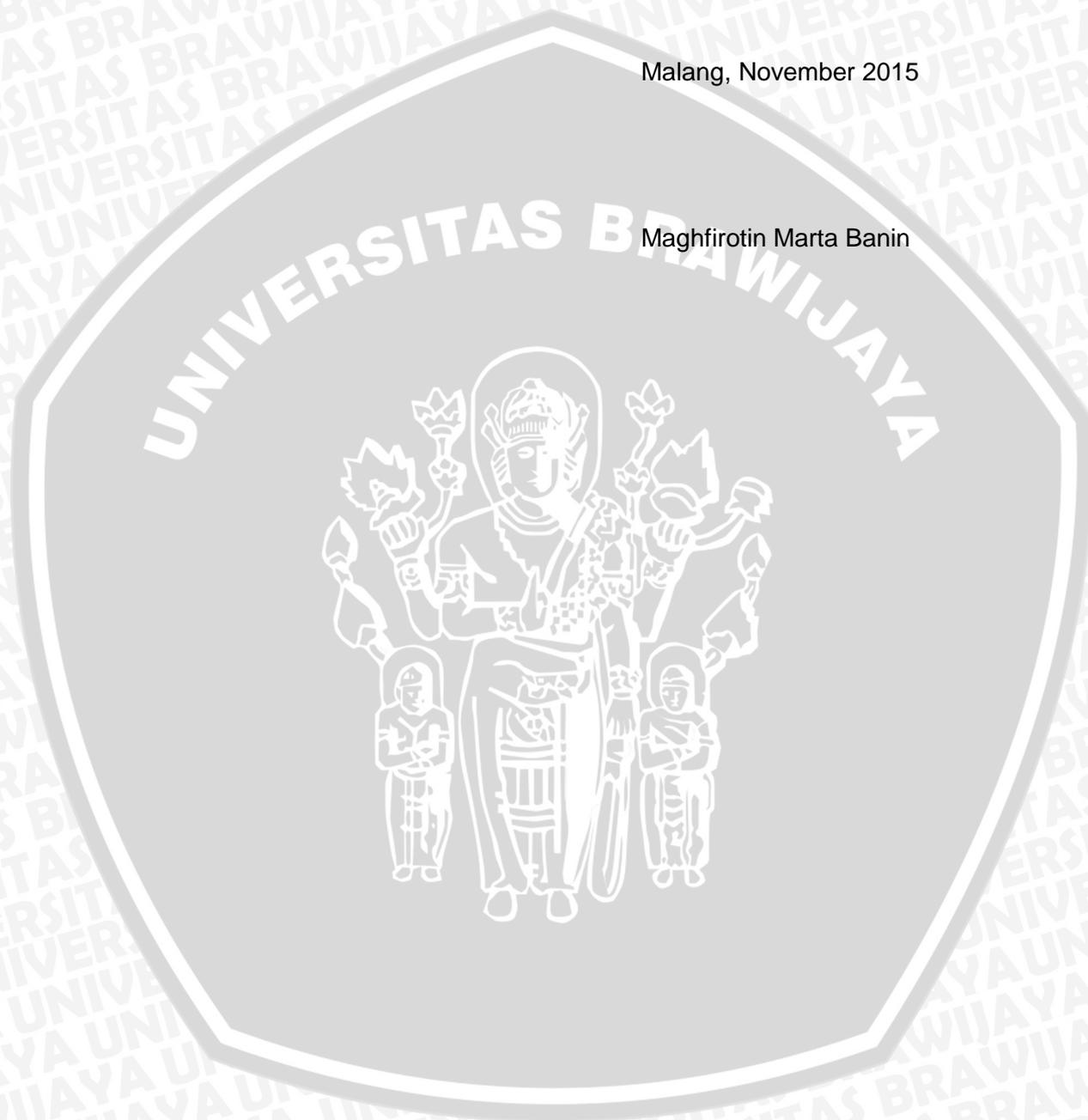
Atas terselesaikannya Laporan Skripsi ini penulis menyampaikan terima kasih sedalam-dalamnya kepada :

1. ALLAH SWT yang telah memberikan rahmad dan hidayah-Nya sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.
2. Kedua orang tua saya, Bapak Nuryo Utomo dan Ibu Mulyani serta adik saya Feny Qurota Akyuni yang selalu memberikan kekuatan, dukungan dan do'a.
3. Bapak Dr. Ir Yahya, MP selaku dosen pembimbing I dan Dr. Ir. Happy Nursyam, MS selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing jalannya skripsi hingga laporan ini dapat terselesaikan.
4. Untuk teman-teman satu bimbingan Bangkit, Aryandi, Pandu, Beta, Ratna yang telah membantu dan menjaga kekompakan hingga laporan ini terselesaikan.
5. Untuk teman-teman dekat saya yang telah bersedia mendengarkan curahan hati dan pikiran saya. Terima kasih semok, rofi, dewinta, emi, dyah ayu, ovil, indes, lisnia, ayunur, novia, dan novi.
6. Teman-teman asrama yang telah lulus terlebih dahulu ifa, ayu, eri, feby, dina dan tifani yang masih berjuang. Semoga saya bisa mengikuti jejak kalian, see you on top girls.
7. Teman - Teman THP 2011 yang telah membantu dan memberikan semangat, dukungan serta kenangan selama 4 tahun ini.
8. Seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya Laporan Skripsi ini.

Penulis menyadari laporan Skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan, untuk itu penulis mengharapkan kritik dan saran demi sempurnanya laporan ini sehingga dapat bermanfaat bagi banyak pihak.

Malang, November 2015

Maghfirotin Marta Banin



DAFTAR ISI

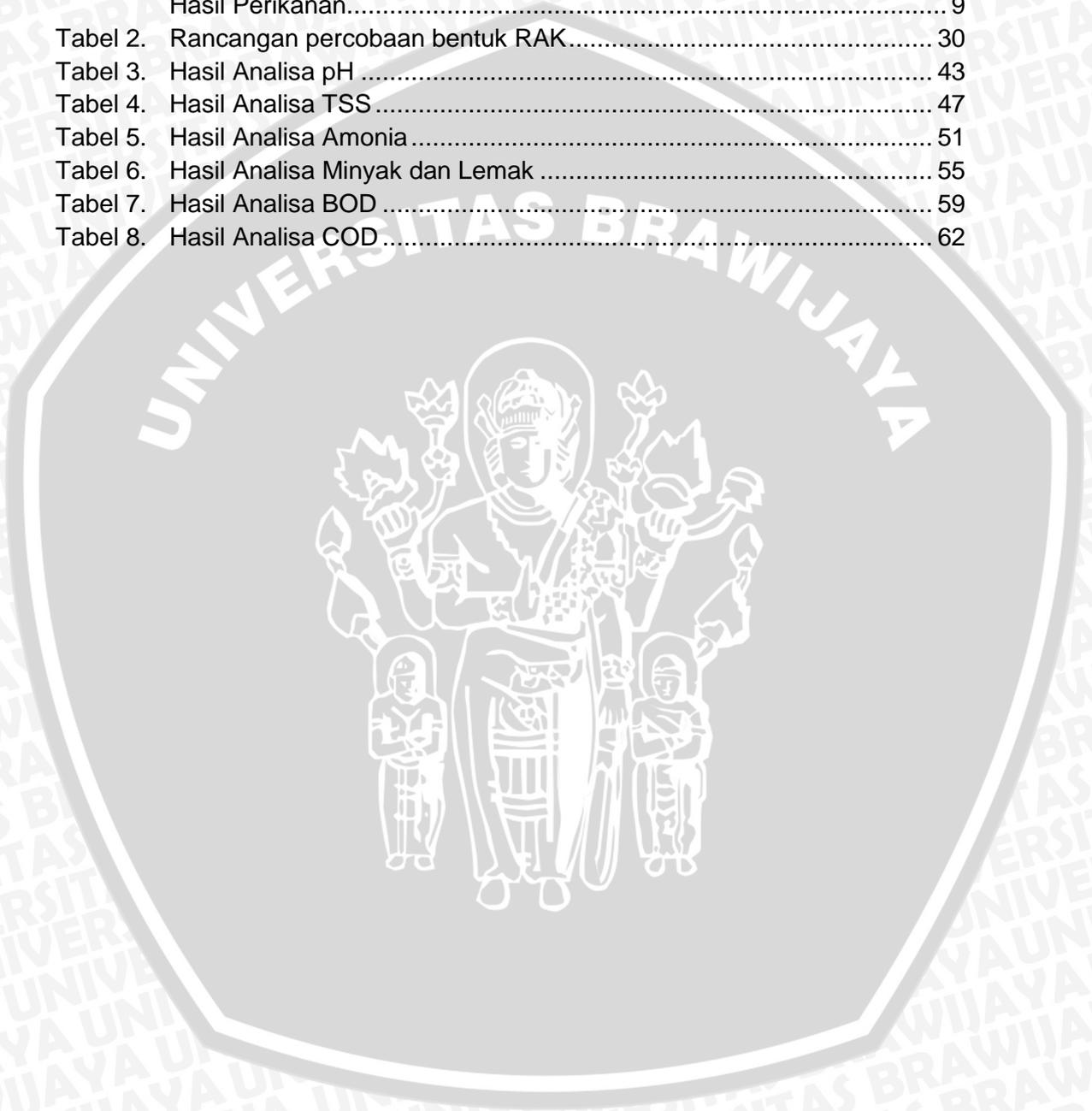
	Halaman
<b>HALAMAN JUDUL</b> .....	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b> .....	<b>ii</b>
<b>LEMBAR PERNYATAAN ORISINALITAS SKRIPSI</b> .....	<b>iii</b>
<b>RINGKASAN</b> .....	<b>iv</b>
<b>KATA PENGANTAR</b> .....	<b>v</b>
<b>UCAPAN TERIMAKASIH</b> .....	<b>vi</b>
<b>DAFTAR ISI</b> .....	<b>viii</b>
<b>DAFTAR TABEL</b> .....	<b>x</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b> .....	<b>xi</b>
<b>DAFTAR LAMPIRAN</b> .....	<b>xii</b>
<b>1. PENDAHULUAN</b> .....	<b>1</b>
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	4
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Hipotesa.....	5
1.5 Kegunaan Penelitian.....	5
1.6 Waktu dan Tempat.....	5
<b>2. TINJAUAN PUSTAKA</b> .....	<b>6</b>
2.1 Ikan Kaca Piring.....	6
2.2 Limbah Cair.....	7
2.3 Karakter Limbah Cair.....	8
2.4 Pengolahan Limbah Cair.....	11
2.5 Aerob.....	13
2.6 Bakteri.....	15
2.4.1 <i>Acinetobacter baumannii</i> .....	15
2.4.2 <i>Bacillus megaterium</i> .....	16
2.4.3 <i>Nitrococcus sp.</i> .....	18
2.4.4 <i>Pseudomonas putida</i> .....	19
2.7 Parameter Kualitas Limbah Cair.....	21
2.7.1 pH.....	21
2.7.2 TSS ( <i>Total Solid Suspended</i> ).....	22
2.7.3 Ammonia.....	23
2.7.4 Minyak dan Lemak.....	23
2.7.5 BOD ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ).....	25
2.7.6 COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ).....	25
<b>3. MATERI DAN METODE PENELITIAN</b> .....	<b>27</b>
3.1 Bahan Penelitian.....	27
3.2 Alat Penelitian.....	28
3.3 Metode Penelitian.....	28
3.4 Rancangan Penelitian.....	29
3.5 Prosedur Penelitian.....	30
3.4.1 Pengambilan Sampel Limbah Cair.....	30
3.4.2 Pemiakan Bakteri.....	31
3.4.3 Pemasangan Aerator.....	33

3.4.4 Skema Kerja Penelitian .....	35
3.5 Analisa Kualitas Limbah .....	36
3.5.1 Analisa pH .....	36
3.5.2 Analisa TSS ( <i>Total Solid Suspended</i> ) .....	36
3.5.3 Analisa Minyak dan Lemak .....	37
3.5.4 Analisa Ammonia .....	39
3.5.6 Analisa BOD ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ) .....	39
3.5.7 Analisa COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....	41
<b>4 HASIL DAN PEMBAHASAN .....</b>	<b>43</b>
4.1 Analisa pH .....	43
4.2 Analisa TSS ( <i>Total Solid Suspended</i> ) .....	47
4.3 Analisa Kadar Minyak dan Lemak .....	51
4.4 Analisa Kadar Ammonia .....	55
4.5 Analisa BOD ( <i>Biochemical Oxygen Demand</i> ) .....	58
4.6 Analisa COD ( <i>Chemical Oxygen Demand</i> ) .....	62
4.7 Hubungan Antar Kombinasi Bakteri .....	65
<b>5 KESIMPULAN DAN SARAN .....</b>	<b>69</b>
5.1 Kesimpulan .....	69
5.2 Saran .....	69
<b>DAFTAR PUSTAKA .....</b>	<b>71</b>
<b>LAMPIRAN .....</b>	<b>79</b>



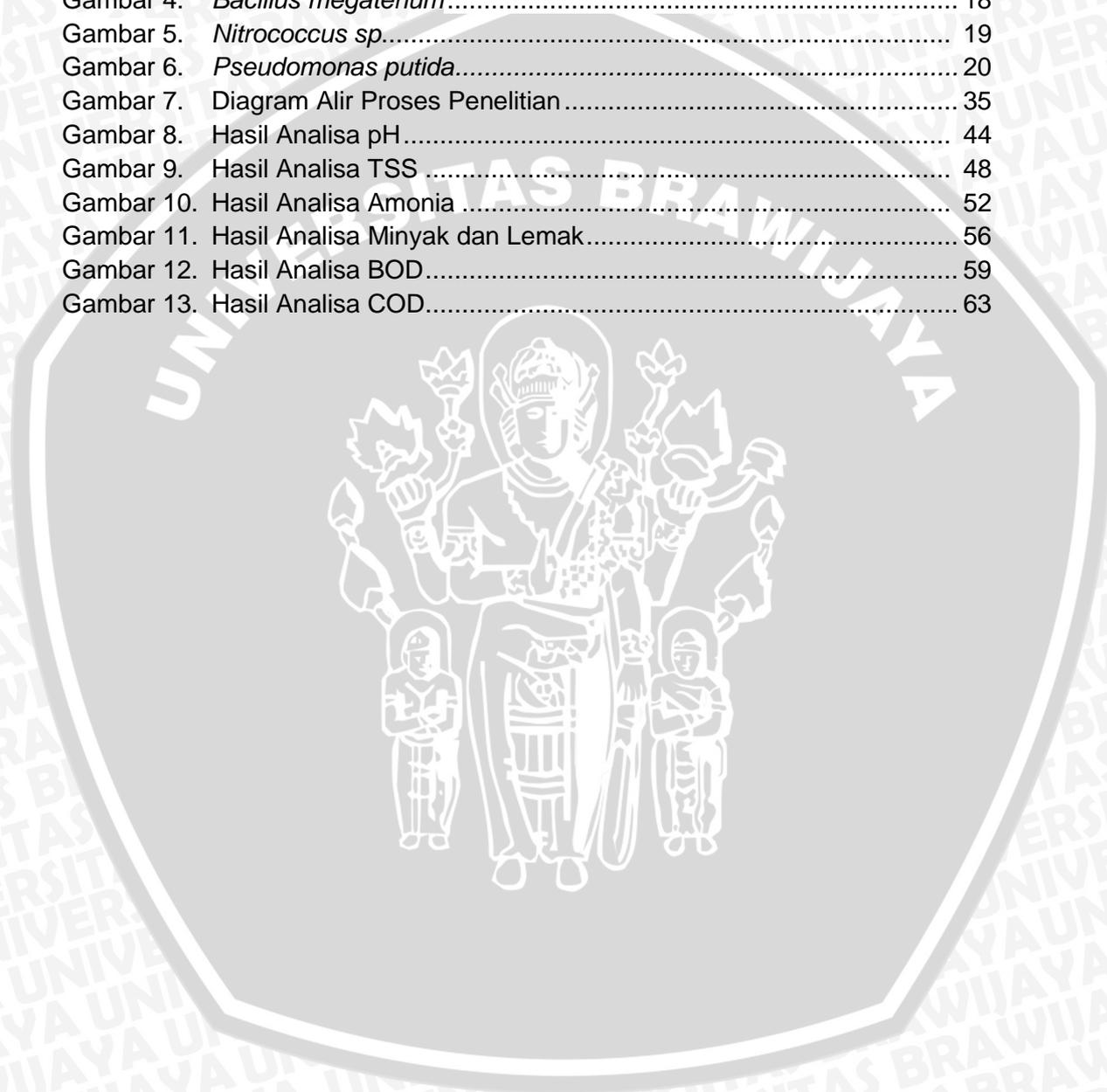
DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan.....	9
Tabel 2. Rancangan percobaan bentuk RAK.....	30
Tabel 3. Hasil Analisa pH.....	43
Tabel 4. Hasil Analisa TSS.....	47
Tabel 5. Hasil Analisa Amonia.....	51
Tabel 6. Hasil Analisa Minyak dan Lemak.....	55
Tabel 7. Hasil Analisa BOD.....	59
Tabel 8. Hasil Analisa COD.....	62



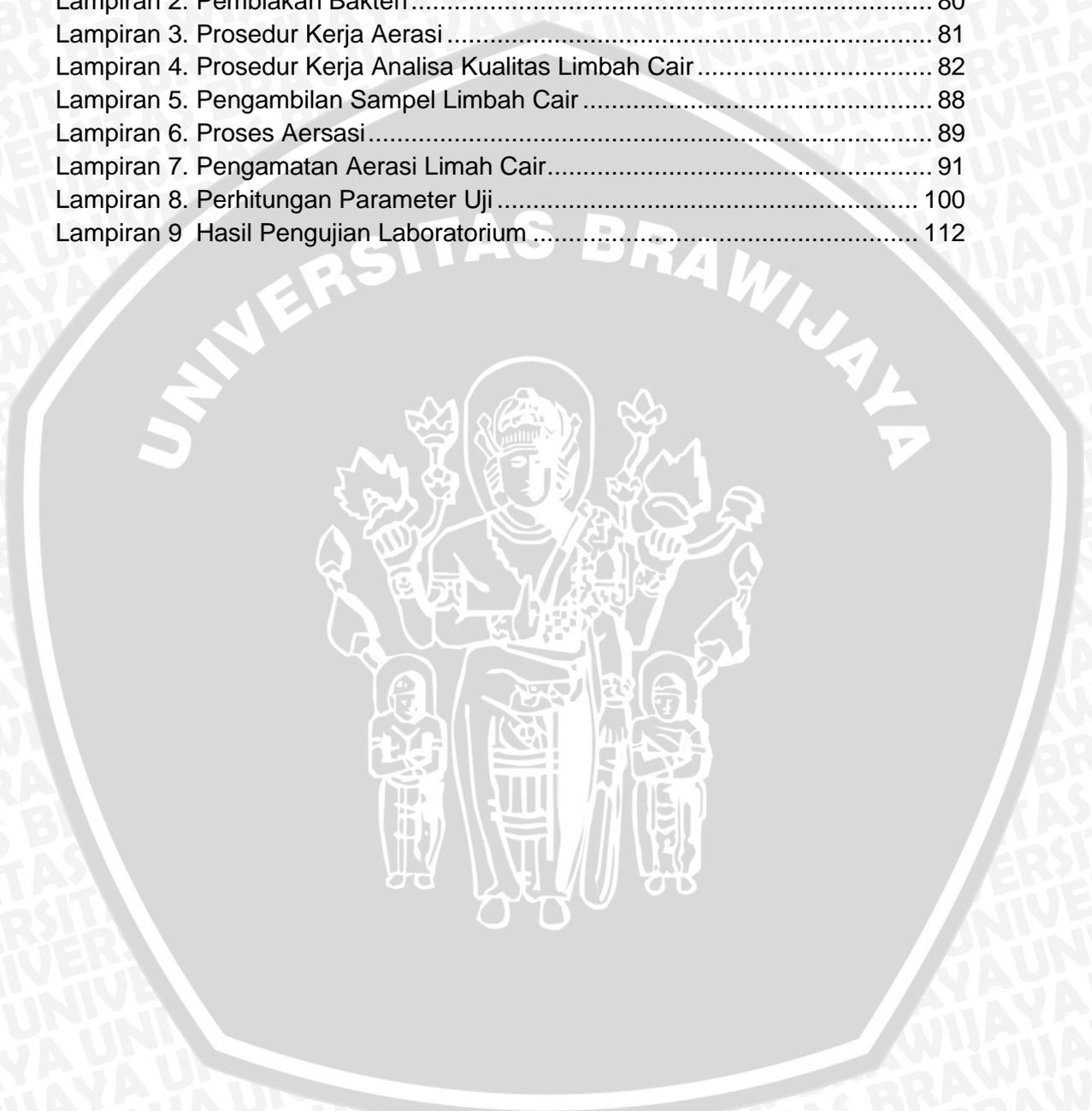
## DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
Gambar 1. Ikan Kaca Piring ( <i>Sillago sihama</i> ).....	6
Gambar 2. Kandungan air limbah .....	11
Gambar 3. <i>Acinetobacter baumannii</i> .....	16
Gambar 4. <i>Bacillus megaterium</i> .....	18
Gambar 5. <i>Nitrococcus sp.</i> .....	19
Gambar 6. <i>Pseudomonas putida</i> .....	20
Gambar 7. Diagram Alir Proses Penelitian.....	35
Gambar 8. Hasil Analisa pH.....	44
Gambar 9. Hasil Analisa TSS .....	48
Gambar 10. Hasil Analisa Amonia .....	52
Gambar 11. Hasil Analisa Minyak dan Lemak.....	56
Gambar 12. Hasil Analisa BOD.....	59
Gambar 13. Hasil Analisa COD.....	63



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
Lampiran 1. Pengambilan Sampel Limbah Cair .....	79
Lampiran 2. Pembiakan Bakteri .....	80
Lampiran 3. Prosedur Kerja Aerasi .....	81
Lampiran 4. Prosedur Kerja Analisa Kualitas Limbah Cair .....	82
Lampiran 5. Pengambilan Sampel Limbah Cair .....	88
Lampiran 6. Proses Aersasi .....	89
Lampiran 7. Pengamatan Aerasi Limah Cair .....	91
Lampiran 8. Perhitungan Parameter Uji .....	100
Lampiran 9 Hasil Pengujian Laboratorium .....	112



## 1. PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Semakin meningkatnya berbagai industri di Indonesia termasuk industri pengolahan ikan menyebabkan sering terjadinya pencemaran, baik berupa pencemaran air, udara dan tanah. Adanya pencemaran tersebut pada akhirnya yang menjadi korban adalah makhluk hidup dan lingkungan yang berada di sekitar kawasan industri tersebut (Hikamah dan Mubarak, 2012). Ditambahkan menurut Mukhtasor (2007), industri pengolahan hasil perikanan dengan berbagai jenis olahannya serta teknologi yang digunakan dalam proses pengolahan maupun penangkapannya akan menghasilkan limbah, baik itu limbah cair maupun limbah padat yang memiliki potensi untuk merusak keseimbangan ekologi, terutama ekologi air, sungai maupun laut.

Industri perikanan menghasilkan dua macam keluaran yaitu produk serta limbah, baik limbah padat maupun limbah cair. Untuk industri perikanan seperti pengalengan, pembekuan (*cold storage*), rumput laut, tepung ikan, dan lain sebagainya, sangat besar mengkonsumsi air untuk proses pengolahan, pencucian bahan baku dan peralatan. Oleh karena itu limbah cair yang dikeluarkan oleh industri perikanan sudah dipastikan besar volumenya (Ibrahim, 2004).

Permasalahan pada lingkungan saat ini yang dominan salah satunya adalah limbah cair berasal dari industri. Dalam pengolahan limbah cair yang tidak baik dapat menimbulkan dampak pada perairan, khususnya sumber daya air. Alam dapat menetralsisir pencemaran yang terjadi apabila jumlahnya kecil, akan tetapi apabila dalam jumlah besar akan mengakibatkan terjadinya perubahan keseimbangan lingkungan sehingga limbah tersebut dikatakan telah mencemari

lingkungan. Hal ini dapat dicegah dengan mengelola limbah yang industri sebelum dibuang ke badan air. Sebelum limbah dibuang ke sungai, limbah harus memenuhi persyaratan baku mutu, karena sungai adalah salah satu sumber air bersih bagi masyarakat, sehingga diharapkan tidak tercemar dan dapat digunakan untuk keperluan lainnya (Junaidi dan Hatmanto, 2006).

Pengolahan limbah cair dalam proses produksi dimaksudkan untuk meminimalkan limbah yang dihasilkan meliputi volume, konsentrasi dan toksisitas. Sedangkan pengelolaan limbah cair setelah proses produksi dimaksudkan untuk menghilangkan atau menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung didalamnya sehingga limbah cair tersebut memenuhi syarat untuk dapat dibuang atau dimanfaatkan kembali (Junaidi dan Hatmanto, 2006).

Proses pengolahan limbah cair dapat dilakukan melalui tiga kegiatan yaitu pengolahan secara fisik, kimiawi, dan biologis. Dalam proses pengolahan limbah secara fisik yaitu dengan pemisahan berdasarkan ukuran partikel melalui beberapa tahapan yaitu flokulasi, sedimentasi, dan penyaringan. Pengolahan limbah secara kimia merupakan salah satu bagian yang penting dalam proses pengolahan limbah cair. Bahkan di dalam proses biologi dan fisika pun di dalamnya sering terjadi proses kimia secara bersamaan. (Susana dan Suyaningsih, 2006). Pengolahan limbah secara biologi diarahkan untuk menurunkan substrat tertentu yang terkandung dalam limbah dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme yang menggunakan zat pencemar sebagai substratnya (sumber energi dan karbon) untuk pertumbuhan dan sintesa sel (Suligundi, 2013).

Salah satu penanganan limbah dengan cara biologi, yaitu bioremediasi. Bioremediasi merupakan alternatif pengolahan limbah dengan cara degradasi oleh mikroorganisme yang menghasilkan senyawa akhir yang stabil dan tidak

beracun. Proses degradasi ini relatif murah, efektif, dan ramah lingkungan (Charlena *et al.*, 2010).

Mikroorganisme yang biasa digunakan dalam proses pengolahan limbah cair adalah bakteri. Beberapa jenis bakteri yang dapat digunakan untuk dalam pengolahan limbah cair menurut Zahidah dan Shovitri (2013), antara lain adalah *Pseudomonas spp.*, *Achromobacter spp.*, *Bacillus spp.*, *Flavobacterium spp.*, *Clostridium spp.*, *Streptomyces spp.*, *Thermonospora spp.*, *Microplyspora spp.*, *Thermoactinomyces spp.*, dan lain sebagainya.

Pada umumnya, bahan organik yang terkandung dalam limbah industri makanan cukup tinggi, biasanya diukur dengan parameter *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Biological Oxygen Demand* (BOD) yang merupakan parameter pencemaran air oleh bahan-bahan organik (Indriyati, 2005). Ditambahkan oleh Indriyati dan Susanto (2009), pengamatan yang dilakukan dalam pengolahan limbah dalam waktu 3 bulan berturut-turut memperhatikan beberapa parameter yaitu BOD, COD, TSS, oil pada grease, TDS, total N dan pH limbah cair. Sedangkan limbah cair yang akan diukur tingkat pemanfaatannya sebagai nutrisi digunakan parameter yaitu analisa protein, lemak, C total, N total, fosfor dan kalium (Waryanti *et al.*, 2014).

Limbah cair industri perikanan umumnya terdiri dari senyawa organik yang mudah didegradasi oleh bakteri. Bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* adalah jenis-jenis bakteri indigenous limbah cair perikanan yang digunakan sebagai pengendali patogen. Bakteri tersebut menghasilkan enzim katalase yang dapat mendegradasi senyawa organik pada limbah (Wijaya, 2012). Diharapkan pada penelitian ini dapat diketahui pengaruh kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* untuk menurunkan beban limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring.

## 1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini ialah :

- a. Bagaimana pengaruh perubahan kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD limbah cair pembekuan ikan kaca piring piring (*Sillago sihama*) setelah pemberian kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida*?
- b. Bagaimana kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring piring (*Sillago sihama*)?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun yang menjadi tujuan pada penelitian ini adalah:

- a. Untuk mengetahui pengaruh perubahan kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*) setelah pemberian kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida*.
- b. Untuk mengetahui kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD pada limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*).

## 1.4 Hipotesa

Adapun yang menjadi hipotesa pada penelitian ini adalah:

- a. Terdapat pengaruh perubahan kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring

(*Sillago sihama*) setelah pemberian kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*.

- b. Terdapat kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD pada limbah cair cair industri pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*).

### 1.5 Kegunaan Penelitian

Kegunaan dari penelitian ini adalah untuk memberikan informasi kepada masyarakat, lembaga, institusi lain mengenai pengaruh penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida* dalam proses pengolahan limbah cair pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*) terhadap kandungannya.

### 1.6 Tempat dan Waktu

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Penyakit dan Kesehatan Ikan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Universitas Brawijaya Malang, Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya, Laboratorium Lingkungan PERUM Jasa Tirta I Malang, dan Laboratorium Pengendalian dan Pengujian Mutu Hasil Perikanan (LPPMHP) Surabaya, pada bulan April – Mei 2015.

## 2. TINJAUAN PUSTAKA

### 2.1 Ikan Kaca Piring

Klasifikasi ikan kaca piring menurut Weber (1953), sebagai berikut :

Filum	: Chordata
Kelas	: Pisces
Sub Kelas	: Teleostei
Ordo	: Percomorphi
Sub Ordo	: Percoidea
Family	: Sillaginidae
Genus	: Sillago
Spesies	: <i>Sillago sihama</i>



**Gambar 1. Ikan Kaca piring**

Ikan kaca piring mempunyai bentuk memanjang, agak bulat dan sedikit kompres. Bentuk moncong runcing, mulutnya kecil dan terdapat dibagian ujung serta dapat disembulkan. Celah insangnya lebar dengan tutup insang bagian depan bergerigi dibelakang. Pada tutup insang ditemukan sisik sikloid, linea literalnya sejajar dengan punggung (Widyaningsih, 2004).

Hampir semua sillaginid (*family Sillaginidae*) termasuk jenis ikan berkelompok yang tempat hidupnya berada dipesisir laut disepanjang pantai dengan gelombang yang keras. Beberapa jenis ikan kaca piring (*S. sihama*) memasuki daerah estuary dan bahkan terdapat di air tawar pada waktu tertentu. Hanya sedikit ikan kaca piring ini ditemukan diperairan laut dalam. Ikan sillaginid ini mempunyai banyak kelebihan sebagai ikan konsumsi yaitu dagingnya lembut

warnanya putih, dan rasanya cukup nikmat. Ikan ini mempunyai potensi cukup besar untuk budidaya ikan terutama dalam perairan estuary seperti pada perairan kolam payau. Ikan ini dapat memberikan keuntungan ekonomi terutama di Asia (Sulistiono, 2011).

## 2.2 Limbah cair

Limbah cair adalah limbah yang bersifat cair dimana kandungannya meliputi bahan organik, anorganik, dan lainnya. Bahan organik dan anorganik merupakan bahan yang dapat mengalami degradasi oleh mikroorganisme (Tarigan *et al.*, 2013). Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 3 Tahun 1998 pasal 1 butir (4) yang dimaksud dengan limbah Cair Kawasan Industri adalah limbah dalam bentuk cair yang dihasilkan oleh kegiatan Kawasan Industri yang dibuang ke lingkungan hidup dan diduga dapat menurunkan kualitas lingkungan hidup.

Air limbah berasal dari dua jenis sumber yaitu air limbah rumah tangga dan air limbah industri. Pada umumnya didalam limbah rumah tangga tidak terkandung zat-zat berbahaya, sedangkan limbah industri dibedakan menjadi dua yaitu antara limbah yang mengandung zat-zat yang berbahaya dan yang tidak berbahaya. Untuk limbah yang mengandung zat-zat yang berbahaya harus dilakukan penanganan khusus tahap awal sehingga kandungannya bisa di minimalisasi terlebih dahulu sebelum dialirkan ke sewage plant, karena zat-zat berbahaya tersebut dapat menghentikan fungsi dari mikroorganisme itu sendiri, yaitu menguraikan senyawa-senyawa di dalam air limbah. Misalnya zat-zat berbahaya jika dialirkan ke sawage plant hanya melewatinya saja tanpa terjadi perubahan yang berarti, misalnya logam berat (Santi, 2004).

Air pembuangan dari proses industri perikanan banyak mengandung nutrisi organik seperti nitrogen, dalam bentuk amoniak, nitrat dan nitrit, yang

dapat menyebabkan pencemaran pada badan air penerima, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut, memunculkan toksisitas terhadap kehidupan air, merangsang pertumbuhan tanaman air, bahaya kesehatan masyarakat, dan mempengaruhi kelayakan air untuk digunakan kembali. Selain itu limbah cair industri perikanan dapat juga menghasilkan bau yang mengganggu bagi masyarakat sehingga bisa menurunkan nilai estetika dari badan air (Ibrahim *et al.*, 2009).

### 2.3 Karakteristik Limbah Cair

Limbah cair industri perikanan mengandung bahan organik yang cukup tinggi. Pada pencemaran limbah cair industri pengolahan perikanan tergantung pada tipe proses pengolahannya dan spesies ikan yang diolah oleh industri. Jumlah debit air limbah industri perikanan pada efluen umumnya berasal dari proses pengolahan dan pencucian. Pada setiap operasi pengolahan ikan akan menghasilkan limbah cair dari pemotongan, pencucian, dan pengolahan hingga menjadi produk. Cairan ini mengandung darah, potongan-potongan kecil ikan, kulit, isi perut, kondensat dari proses pemasakan, dan air pendinginan dari kondensor (Ibrahim, 2005).

Limbah cair pada industri pengolahan perikanan mengandung bahan organik terlarut dan tersuspensi yang tinggi. Hal ini dapat meningkatkan BOD, COD, kadar minyak dan lemak. Bau busuk juga akan timbul karena dekomposisi lanjut dari protein yang banyak mengandung asam amino bersulfur (sistein), menghasilkan asam sulfide, gugus thiol dan amoniak. Asam lemak rantai pendek juga merupakan hasil dekomposisi dari bahan organik yang juga menghasilkan bau busuk. Lemak dan minyak di permukaan air dapat menghambat proses biologi dalam air dan menghasilkan gas yang berbau (Oktavia *et al.*, 2012)

Karakteristik limbah industri pengolahan ikan berdasarkan hasil analisa limbah industri cold storage oleh Setiyono dan Yudo (2008), adalah sebagai berikut:

**Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan**

No.	Parameter	Satuan	Baku Mutu	Hasil Uji
<b>I. Fisika</b>				
1	Suhu	°C	-	27,2
2	Total Suspended Solid	mg/L	100	98,5
<b>I. Kimia</b>				
1	Ph	-	6 -9	7.66
2	Sulfida (H <sub>2</sub> S)	mg/L	-	0,89
3	Khlorin Bebas (Cl <sub>2</sub> )	mg/L	1	0,02
4	Amoniak Bebas (NH <sub>3</sub> -N)	mg/L	10	0,0038
5	BOD <sub>5</sub>	mg/L	100	46
6	COD	mg/L	200	100
7	Nitrat (NO <sub>3</sub> -N)	mg/L	-	1,03
8	Detergent	mg/L	-	0,76
9	Pospat (PO <sub>4</sub> )	mg/L	-	0,75
10	Minyak Lemak	mg/L	15	0,02

Menurut Suriawiria (2003), sebelum pengolahan air buangan terlebih dahulu harus diketahui karakteristik air buangan antara lain :

a. Karakteristika Fisis

Parameter fisis di dalam pengolahan meliputi : temperature. Total solid, warna, bau, dan kekeruhan.

b. Karakteristika Kimia

Parameter kimia di dalam pengolahan meliputi : senyawa organik, senyawa anorganik, dan gas.

c. Karakteristika Biologi

Karakteristika biologis yang menjadi parameter di dalam pengolahan yaitu kandungan mikroba, tumbuhan dan hewan di dalamnya.

Limbah cair terutama yang berasal dari industri pengolahan makanan atau perikanan umumnya terdiri dari senyawa-senyawa organik yang mudah didegradasi oleh mikroorganisme. Menurut Prayudi *et al.*, (2000), secara umum kondisi bahan pencemar dapat diklasifikasikan sebagai berikut :

- Senyawa-senyawa organik terlarut

Senyawa ini dapat menyebabkan berkurangnya kadar oksigen terlarut dalam badan air. Hal ini akan membahayakan kehidupan biota di perairan. Disamping itu dalam suasana anaerob akan menimbulkan bau yang tidak menyenangkan (bau busuk)

- Padatan tersuspensi

Bahan ini merupakan senyawa organik yang tidak larut dalam air. Bahan ini juga relatif mudah terdekomposisi sehingga menyebabkan berkurang atau habisnya oksigen terlarut di dalam air yang pada gilirannya akan mengganggu kehidupan hewan dan tumbuh-tumbuhan air.

- Warna dan kekeruhan

Warna dan kekeruhan ini akan menyebabkan masalah estetika

- Nitrogen dan fosfor

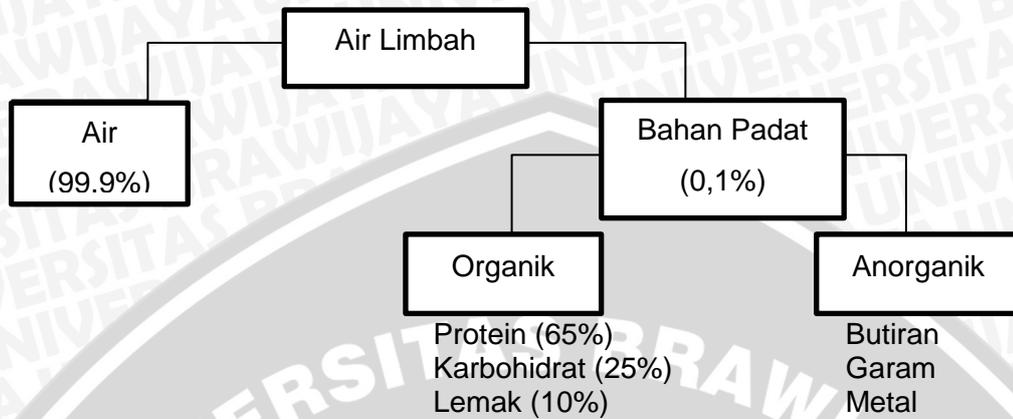
Adanya senyawa nitrogen dan fosfor di dalam limbah cair yang dibuang langsung ke dalam badan air, akan menimbulkan proses eutrofikasi dan pertumbuhan algae yang tidak terkontrol.

- Minyak

Pembuangan limbah cair yang mengandung minyak akan memperbesar kandungan bahan organik di dalam limbah cair tersebut.

Menurut Sugiharto (1987), sesuai dengan asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap

waktu. Akan tetapi, secara garis besarnya zat-zat yang terdapat di dalam air limbah dapat dikelompokkan seperti pada skema berikut ini:



**Gambar 2. Kandungan air limbah**

#### **2.4 Pengolahan Limbah cair**

Menurut Suriawira (2003), tujuan dari pengolahan air buangan antara lain adalah :

- a. Ditinjau dari segi kesehatan agar terhindar dari penyakit menular. Pada dasarnya air merupakan media yang baik untuk pertumbuhan dan kelangsungn hidup mikroba penyebab penyakit menular.
- b. Ditinjau dari segi estetika untuk menghindari air dari bau dan warna yang tidak diinginkan dan tidak menyenangkan.
- c. Ditinjau dari segi kelangsungan kehidupan di dalam air seperti kelompok tanaman dan hewan air.

Tujuan dasar dari pengolahan limbah cair adalah untuk menurunkan kandunan bahan organik, biological oxygen demand (BOD), chemical oxygen demand (COD) serta bahan pencemar, dan untuk menstabilkan bahan organik pada limbah sehingga jika produk akhir dibuang kelingkungan tidak mempengaruhi dan membahayakan lingkungan (Triatmojo, 2003).

Pengolahan limbah industri dapat dilakukan dengan proses biologi, kimia maupun fisik. Pengolahan dengan proses biologi menggunakan mikroorganisme untuk mengoksidasi bahan atau zat yang terkandung pada limbah tersebut. Untuk proses pengolahan secara kimia dapat dilakukan proses seperti ozonisasi, pertukaran ion dan oksidasi kimia. Sedangkan untuk pengolahan limbah secara fisik meliputi proses *skimming*, flotasi udara terlarut, evaporasi mekanik dan karbon aktif. (Widjaja dan Sunarko, 2007).

Prinsip dalam pengolahan limbah secara biologi adalah memanfaatkan aktivitas mikroorganisme seperti bakteri, protozoa, dan fungi. Mikroorganisme tersebut akan merombak limbah yang bersifat organik menjadi senyawa organik sederhana dan akan mengkonversikannya menjadi gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>), air (H<sub>2</sub>O) dan energi untuk pertumbuhan serta reproduksinya (Doraja *et al.*, 2012). Ditambahkan oleh Indriyati dan Susanto (2009), pengolahan biologis memiliki prinsip yaitu menyisihkan senyawa organik terlarut, yang melibatkan mikroba aktif untuk kontak dengan air limbah, agar mikroba tersebut dapat mengonsumsi impuritas (pencemar) sebagai makanannya.

Penanganan limbah cair industri perikanan yang banyak mengandung nitrogen dilakukan dengan cara biologis melalui proses nitrifikasi dan denitrifikasi. proses ini secara umum dilakukan dengan sistem yang berkelanjutan (Ibrahim *et al.*, 2009).

## 2.5 Aerob

Salah satu cara dalam pengolahan limbah adalah pengolahan limbah secara aerob dengan memanfaatkan bakteri aerob. Bakteri aerob merupakan bakteri yang membutuhkan oksigen sebagai electron acceptor terakhir dalam proses respirasinya. Respirasi adalah oksidasi bahan organik (glukosa, lemak, dan protein) menjadi karbondioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O) serta energi. Aktivitas

sel dapat berlangsung dengan memanfaatkan energi untuk perkembangbiakan, pembentukan spora, pergerakan, dan biosintesa. Sedangkan bakteri anaerob fakultatif adalah bakteri yang dapat hidup dengan atau tanpa  $O_2$ , akan tetapi lebih suka menggunakan  $O_2$  sebagai electron acceptor terakhir untuk respirasi secara aerob (Rahmawati *et al.*, 2011).

Mikroba aerob yang hidup pada limbah cair sangat tergantung kepada kualitas limbah sebagai habitatnya. Untuk menciptakan kondisi habitat, ada beberapa faktor lingkungan yang harus diperhatikan seperti suhu, pH, DO dan nutrient (Komarawidjaja, 2007).

Pada sistem aerobik, diperlukan aerator sebagai penyuplai udara atau oksigen ke dalam limbah cair. Jika hanya bakteri yang berasal dari limbah maka yang tumbuh bermacam-macam jenis bakteri dari mulai yang bersifat patogen. Dalam kondisi semacam ini maka proses hanya dapat berlangsung secara aerobik karena diperlukan hembusan oksigen untuk melipat gandakan jumlah bakteri yang ada (Akhirruliawati dan Amal, 2005).

Dalam menggunakan metode aerasi yang terpenting adalah pengaturan penyediaan udara pada bak aerasi, dimana bakteri aerob dengan bantuan  $O_2$  akan dapat memakan bahan organik yang berada dalam air limbah. Tujuannya agar meningkatkan kenyamanan lingkungan dan kondisi, sehingga bakteri pemakan bahan organik dalam kelangsungan hidupnya dapat tumbuh dan berkembang dengan baik. Pengendapan pada bak aerasi dapat dicegah dengan penyediaan udara yang lancar, adanya endapan dapat berpengaruh pada penahanan pembiakan oksigen kedalam sel. Hal ini dapat menimbulkan situasi bakteri anaerobik. Sehingga, pemberian oksigen dengan cepat melalui jet aerator untuk mencegah timbulnya endapan akan meningkatkan penyerapan oksigen (Sugiharto, 1987).

Menurut Suriawira (2003), prinsip pengolahan air limbah secara aerobik yaitu menguraikan senyawa organik dari air limbah secara sempurna dalam periode waktu yang relative singkat. Penguraian dilakukan oleh sejumlah bakteri atau mikroba. selama proses berlangsungnya metabolisme penguraian oleh bakteri dipengaruhi oleh beberapa faktor, antara lain :

- a. Jumlah sumber nutrient
- b. Jumlah oksigen

Kedua faktor diatas saling berkaitan dalam mempengaruhi dan membantu pertumbuhan bakteri. Selama sumber nutrient cukup dan jumlah oksigen tidak berkurang, kelangsungan hidup bakteri akan baik dan menghasikan energi yang cukup untuk mengurangi senyawa organik. Aktifitas mikroorganisme akan merata selama perbandingan jumlah nutrisi cukup.

## 2.6 Bakteri

Bakteri merupakan agen biologi penting yang mempunyai kemampuan dalam biodegradasi limbah. Kemampuan adaptasi bakteri yang tinggi memungkinkan untuk tumbuh pada substrat dan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan organisme lain (Puspita *et al.*, 2006).

Banyak mikroba yang berbeda (setidaknya 160 genus) mampu menurunkan hidrokarbon minyak bumi yang telah berhasil diisolasi dari perairan di seluruh dunia, bakteri menjadi yang paling penting, tetapi ragi dan jamur berfilamen juga berpengaruh. Kebanyakan isolat yang mendegradasi hidrokarbon bersifat heterotrof seperti *Proteobacteria* (adalah *Pseudomonas*, *Acinetobacter*, *Cycloclasticus* dan *Alcanivorax*). photoautotrophs seperti alga *Ochromonas* dan *Cyanobacteria* (adalah *Agmenellum*, *Microcoelus* dan *Phormidium*) juga telah dikaitkan dengan degradasi hidrokarbon (Munn, 2004).

### 2.6.1 *Acinetobacter baumannii*

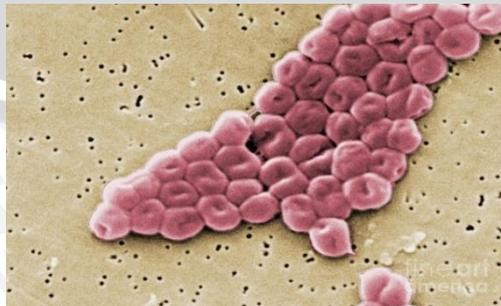
Genus *Acinetobacter* berbentuk batang dengan diameter 0,9-1,6  $\mu\text{m}$ , menjadi bola fase pertumbuhan stasioner dan sel tidak membentuk spora. Genus ini tumbuh dengan baik pada semua media kompleks. Bakteri ini secara alami hidup di dalam tanah, air dan limbah ( Holt *et al.*, 2000).

*Acinetobacter baumannii* tidak memiliki persyaratan pertumbuhan yang rumit dan mampu tumbuh pada berbagai suhu dan kondisi pH. Mikroorganisme ini tumbuh dalam media yang mengandung karbon tunggal dan sumber energi nitrogen. Hal ini menjelaskan kemampuan spesies *Acinetobacter* untuk bertahan baik kondisi lembab atau kering (Abbo *et al.*, 2005).

*Acinetobacter baumannii* adalah bakteri gram negatif yang dapat menyebabkan infeksi nosokomial pada manusia. Bakteri ini dapat tumbuh pada suhu 44°C, menggunakan berbagai jenis karbohidrat sebagai sumber nutrisi, dan mampu melekat pada sel epitel manusia. Karakteristik dari bakteri ini adalah aerobik dan dapat dengan cepat tahan (resisten) terhadap berbagai antibiotik (Rini, 2011).

Klasifikasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dalam Rini (2011), adalah :

Kerajaan	: Bacteria
Filum	: Proteobacteria
Kelas	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Pseumonadales
Family	: Moraxellaceae
Genus	: Acinetobacter
Spesies	: <i>Acinetobacteria baumannii</i>



Sumber : Kunkel (2013)

**Gambar 3. *Acinetobacter baumannii***

### 2.6.2 *Bacillus megaterium*

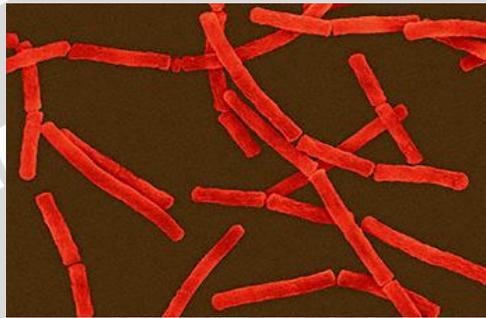
Genus *Bacillus* merupakan bakteri yang dapat ditemukan di berbagai habitat baik di tanah, air dan makanan, disamping memiliki kemampuan fisiologi yang seragam terhadap panas, pH dan salinitas tinggi (Ningsih dan Dini, 2012). *Bacillus megaterium* merupakan bakteri aerob yang termasuk dalam gram positif, berbentuk batang dengan ukuran diameter 1,2-1,5  $\mu\text{m}$  dan panjang 2,0-2,4  $\mu\text{m}$ , bentuk sel-sel silindris sampai oval atau bentuk pear, dan motil endospora kebanyakan dibentuk dalam 48 jam suhu optimum untuk pertumbuhan antara 28-35  $^{\circ}\text{C}$  dan suhu maksimumnya antara 40-45  $^{\circ}\text{C}$  (Yahya *et al.*, 2012).

Menurut Holt *et al.* (2000), genus *Bacillus* mempunyai sel yang berbentuk batang dan lurus, dengan ukuran 0,5 – 2,5 x 1,2 – 1,0  $\mu\text{m}$ , sering disusun dalam pasangan atau rantai, dengan ujung bulat atau kuadrat. Endospora berbentuk oval, kadang – kadang bulat atau silinder dan sangat tahan dengan kondisi yang buruk. Bakteri genus ini merupakan bakteri aerobik atau fakultatif anaerob, dengan keanekaragaman kemampuan fisiologis terhadap panas, pH dan salinitas. Dapat ditemukan diberbagai habitat, beberapa spesies bersifat patogen pada vertebrata atau invertebrata. Bakteri ini tidak membentuk spora dan bereaksi negatif terhadap pewarnaan gram.

Menurut Zarkasyi, (2008) bakteri *Bacillus megaterium* mempunyai enzim katalase (katalase positif) yang dapat memecah senyawa hidrogen peroksida, dimana hidrogen peroksida ini merupakan hasil dari respirasi aerobik bakteri itu sendiri yang bersifat racun atau toksik terhadap bakteri. Bakteri ini juga memiliki kemampuan untuk mereduksi senyawa glukosa menjadi asam dari darah hasil pencucian ikan setelah difillet.

Klasifikasi bakteri *Bacillus megaterium* dalam Zipcodezoo (2015), yaitu sebagai berikut:

Kerajaan	: Bacteria
Filum	: Firmicutes
Kelas	: Bacilli
Ordo	: Bacillales
Famili	: Bacillaceae
Genus	: Bacillus
Spesies	: <i>Bacillus megaterium</i>



Sumber : Kunkel (2013)

**Gambar 4. *Bacillus megaterium***

### 2.6.3 *Nitrococcus sp*

Bentuk sel *Nitrococcus sp* adalah bulat, sel tunggal sebelum mengalami pembelahan adalah batang, setelah mengalami pembelahan menjadi berpasangan, diameter 1,5  $\mu\text{m}$  atau lebih, gram negatif, aerob, mesofilik, motil dengan flagella satu atau dua. *Nitrococcus* bersifat obligat kemolitotrofik, mampu mengoksidasi nitrit menjadi nitrat untuk menghasilkan energi dan memerlukan  $\text{CO}_2$  untuk kebutuhan karbonnya. Media pertumbuhannya adalah air laut. *Nitrococcus* dapat tumbuh pada suhu 15-30  $^{\circ}\text{C}$  dan pH antara 6,8-8,0. Tidak aktif pada suhu 4  $^{\circ}\text{C}$ , pertumbuhan optimal terjadi pada 70-100% air laut (Yahya *et al.*, 2014).

*Nitrococcus* merupakan bakteri yang berguna pada pengolahan limbah dengan proses bioremediasi. Bakteri ini penting pada siklus nitrogen dengan meningkatkan availability dan nitrogen. Jenis bakteri ini ditemukan di tanah,

limbah air tawar, dan permukaan bangunan, terutama pada area kotor yang mengandung senyawa nitrogen dalam jumlah besar. Nitrococcus mampu bertahan pada pH 6,0-9,0 dan suhu antara 20°C-30°C (Fidiawati, 2010).

Bakteri nitrifikasi yang dikenal paling penting untuk proses nitrifikasi adalah Nitrosomonas atau Nitrococcus yang mengoksidasi ammonia menjadi nitrit dan Nitrobacter yang mengoksidasi nitrit menjadi nitrat. Faktor utama yang mempengaruhi kecepatan proses nitrifikasi adalah konsentrasi mikroba nitrifikasi. Jumlah mikroba nitrifikasi tersebut dapat mencerminkan waktu generasi mikroba yang akan berhubungan dengan jumlah energi yang dibutuhkan selama proses oksidasi (Jenie dan Rahayu, 1993).



Sumber : Kunkel (2013)

**Gambar 5. Bakteri Nitrococcus sp**

#### 2.6.4 *Pseudomonas putida*

*Pseudomonas putida* memiliki ciri bentuk batang  $0,7 \pm 1 - 2,0 \pm 4,0 \mu\text{m}$ . Beberapa strain mempunyai bentuk oval, bersifat motil, karena mempunyai multitrichous flagella, menghasilkan fluorescent pigmen, *egg yolk* reaksi negatif, sifat tumbuh obligate aerob, optimal tumbuh pada kisaran suhu 25-30 °C, tidak tumbuh pada suhu 42 °C, beberapa strain mampu tumbuh pada suhu 4 °C bahkan lebih rendah (Yahya *et al.*, 2014).

*Pseudomonas putida* bersel tunggal, batang lurus atau melengkung namun tidak berbentuk heliks. Pada umumnya berukuran 0,5 – 1,0 µm x 4,0 µm, motil dengan flagellum polar, monotrikus atau multitrikus, tidak menghasilkan selongsong prosteka, tidak dikenal adanya stadium istirahat, gram negatif, metabolisme dengan respirasi tidak pernah fermentatif. Beberapa merupakan kemolitotrof fakultatif dapat menggunakan H<sub>2</sub> atau CO sebagai sumber energi. Oksigen molekuler merupakan penerima electron universal aerobik sejati katalase positif (Pelczar dan Chan, 2009).

Bakteri *Pseudomonas putida* dimasukkan dalam famili Pseudomonadaceae dan mudah ditemukan di tanah, air dan pada permukaan yang bersentuhan dengan tanah atau air. *Pseudomonas putida* diketahui mampu memanfaatkan senyawa hidrokarbon aromatik seperti toluen, xilen dan metil benzoat sebagai satu-satunya sumber karbon. Ciri-ciri penting *P. putida* antara lain adalah berbentuk batang, gram negatif, tidak berspora, sebagian besar bergerak aktif, dan aerob. Motilitas bakteri ini menggunakan satu atau beberapa flagela yang polar. Temperatur pertumbuhan optimumnya adalah 25-30 °C (termasuk kelompok mesofilik). Tipe bakteri *Pseudomonas* di alam dapat sebagai biofilm yang menempel pada beberapa permukaan atau substrat, atau dalam bentuk planktonik sebagai organisme uniseluler, aktif berenang/melayang-layang dengan flagella (Chasanah, 2007).



Sumber : Kunkel, (2013).

**Gambar 6. *Pseudomonas putida***

## 2.7 Parameter Kualitas Limbah

### 2.7.1 pH

pH menyatakan intensitas keasaman atau alkalinitas dari suatu cairan encer, dan mewakili konsentrasi hydrogen ionnya. Pengukuran pH merupakan sesuatu yang penting dan praktis, karena banyak reaksi-reaksi kimia dan biokimia yang penting terjadi pada tingkat pH tertentu. Dalam pencernaan anaerobik dari zat-zat organik penentuan pH sangat berguna, apabila nilai pH mendekati 5 tingkat keasaman pencernaan jadi tidak normal sehingga hasilnya kurang memuaskan. Apabila nilai pH kurang dari 5 atau lebih besar dari pada 10, maka proses-proses aerobik biologis dapat menjadi kacau (Mahida, 1993).

Berdasarkan SNI 06-6989.11-2004, prinsip metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hydrogen secara potensial/elektrometri dengan menggunakan pH meter. Konsentrasi ion hydrogen merupakan kualitas dari air maupun air limbah. Kadar yang baik adalah kadar dimana memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi air limbah yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral (6). Semakin kecil nilai pH, maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam (Sugiharto, 1987).

Nilai pH pada limbah cair adalah ukuran keasaman atau kebasahan limbah. Air yang tidak tercemar memiliki pH antara 6,5 – 7,5. Sifat air bergantung pada besar kecilnya pH. Air yang memiliki pH lebih kecil dari pH normal akan bersifat masam, sedangkan air yang memiliki pH lebih besar dari pH normal akan bersifat basa. Perubahan pH air tergantung pada polutan air tersebut. Air yang memiliki pH lebih kecil atau lebih besar dari kisaran pH normal tidak sesuai untuk kehidupan bakteri asidofil atau organisme lainnya (Aryulina *et al.*, 2006).

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

TSS (*Total Suspended Solid*) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Bagian yang termasuk TSS adalah lumpur, tanah liat, logam oksida, sulfida, ganggang, bakteri dan jamur. TSS umumnya dihilangkan dengan flokulasi dan penyaringan. TSS memberikan kontribusi untuk kekeruhan (*turbidity*) dengan membatasi penetrasi cahaya untuk fotosintesis dan visibilitas di perairan sehingga nilai kekeruhan tidak dapat dikonversi ke nilai TSS (Muhajir, 2013).

TSS adalah jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah limbah mengalami penyaringan dengan membrane berukuran 0,45 mikron (Sugiharto, 1987).

Merunut Munawaroh *et al.* (2013), zat tersuspensi merupakan 40% bagian zat padat total dalam keadaan terapung, zat padat tersuspensi tersebut dapat mengambang dan dapat membentuk tumpukan lumpur yang berbau bila dibuang.

TSS terdiri dari lumpur, pasir halus dan jasad-jasad renik yang sebagian besar disebabkan oleh adanya pengikisan tanah atau erosi tanah yang terbawa ke badan air. Pengamatan terhadap sebaran TSS sering dilakukan untuk mengetahui kualitas air di suatu perairan, karena nilai TSS yang tinggi menunjukkan tingginya tingkat pencemaran dan menghambat penetrasi cahaya kedalam air sehingga mengakibatkan terganggunya proses fotosintesis dari biota air (Parwati, 2014).

### 2.7.3 Amonia

Amonia merupakan senyawa yang keberadaannya dalam diperlukan oleh makhluk hidup, dalam jumlah yang besar senyawa kimia ini mempunyai sifat toksik dan dapat mengganggu estetika karena dapat menghasilkan bau yang menusuk dan terjadinya eutrofikasi di daerah sekitarnya (Titiresmi dan Sopiah, 2006).

Berdasarkan SNI 06-6989.20-2005, prinsip pengujian ammonia bereaksi hipoklorit dan fenol yang dikatalis oleh natrium nitroprusida membentuk senyawa biru indofenol. Amoniak ( $\text{NH}_3$ ) adalah salah satu senyawa yang keberadaannya di alam diperlukan oleh makhluk hidup, dalam jumlah yang besar senyawa kimia ini bersifat toksik atau racun yang dapat mengganggu estetika karena dapat menghasilkan bau yang menusuk dan terjadinya eutrofikasi di daerah sekitarnya. Usaha yang dilakukan untuk menyisihkan ammonia yaitu dilakukannya proses pengolahan amonia menjadi senyawa lain yang lebih aman bagi lingkungan perairan (Titiresmi dan Sopiah, 2006).

Amoniak atau nitrogen amoniak dihasilkan dari pembusukan secara bakterial zat-zat organik. Untuk air limbah yang segar atau baru memiliki kadar amoniak bebas rendah dan kadar nitrogen organik tinggi. Jika air limbah dibenahi keseimbangannya tercapai. maka dapat menurunkan nitrogen amoniak (Mahida, 1993).

### 2.7.4 Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah salah satu kelompok yang termasuk dalam golongan lipida. Sifat dan ciri khusus golongan lipida (termasuk) lemak dan minyak adalah adanya pelarut organik (misalnya ether, benzene, khloroform) atau ketidak larutannya dalam pelarut air. Senyawa lemak dan minyak dapat dipelajari dan prosedur-prosedur analisa sudah banyak berkembang. Tujuan

dalam analisa lemak adalah untuk menentukan kadar lemak dan minyak yang terdapat pada bahan pangan. Selain itu juga berfungsi untuk menentukan kualitas minyak (murni) sebagai bahan makanan yang berkaitan dengan proses ekstraksi serta untuk menentukan sifat fisis maupun kimiawi yang mencirikan minyak tertentu (Sudarmadji *et al.*, 2007).

Lemak dan minyak terdapat hampir disemua bahan pangan. Lemak pada jaringan hewan ditemukan pada jaringan adiposa. Dalam tanaman, lemak disintesa dari satu molekul gliserol dengan tiga molekul asam lemak yang terbentuk dari kelanjutan oksidasi karbohidrat pada proses respirasi (Winarno, 2004).

Lipid (lemak) adalah kelompok senyawa heterogen yang berkaitan baik secara aktual maupun potensial dengan asam lemak. Sifat dari lemak secara umum tidak larut dalam air, sehingga limbah yang mengandung lemak yang terdapat dalam badan air mempunyai dampak yang cukup besar dalam mengganggu ekosistem perairan. Lapisan lipid yang ada pada permukaan perairan akan menghalangi masuknya cahaya dalam badan air sehingga proses fotosintesis berlangsung terhambat dengan demikian kadar oksigen akan rendah yang akan menyebabkan organisme aerobik akan mati (Darmayasa, 2008).

Lemak dan minyak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak didapatkan di dalam air limbah. Apabila lemak tidak dihilangkan sebelum dibuang ke saluran air limbah dapat mempengaruhi kehidupan yang ada dipermukaan air dan menimbulkan lapisan tipis di permukaan sehingga membentuk selaput. Kadar lemak sebesar 15-20 mg/l merupakan batas yang bisa ditolerer apabila lemak ini berada di dalam air limbah (Sugiharto, 1987).

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

BOD (*Biological Oxygen Demand*) didefinisikan sebagai banyaknya oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk memecahkan bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air. Tujuan dari pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan industri atau penduduk, untuk mendesain sistem pengolahan biologis bagi air yang tercemar tersebut. Pemecahan bahan organik diartikan bahwa bahan organik ini digunakan oleh organisme sebagai bahan makanan dan energinya diperoleh dari proses oksidasi (Muhajir, 2013).

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram/liter (mg/l) yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, maka limbah tersebut menjadi jernih kembali. Semakin besar angka BOD ini menunjukkan bahwa derajat pengotoran air limbah adalah semakin tinggi (Sugiharto, 1987).

Uji coba kebutuhan oksigen biokimia (BOD) merupakan salah satu ujicoba-ujicoba yang paling penting untuk menentukan kekuatan atau daya cerna air limbah, sampah industry, selokan-selokan dan air yang telah tercemar. Ujicoba biokimialah yang mengukur jumlah zat organik yang kemungkinan akan dioksidasi oleh kegiatan-kegiatan bakteri aerobik (bakteri yang hidup dengan oksigen) biasanya dalam masa lima hari pada 20°C (Mahida, 1993).

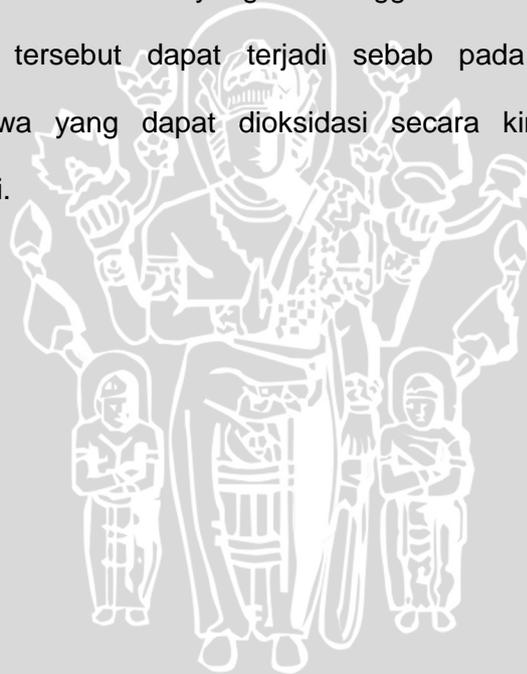
### 2.7.6 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimiawi. COD atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana pengoksidasinya adalah  $\text{KMnO}_4$  atau  $\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$ . Angka COD merupakan ukuran

bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Muhajir, 2013).

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah banyaknya oksigen dalam ppm atau milligram per liter yang dibutuhkan dalam kondisikhusus untuk menguraikan benda organik secara kimiawi (Sugiharto, 1987).

Menurut Sihaloho (2008), COD merupakan parameter penentuan kualitas air limbah secara kimia, yang digunakan untuk mengetahui jumlah oksigen dan zat organik yang dibutuhkan untuk pengoksidasian materi organik dalam air limbah. COD biasanya memiliki nilai yang lebih tinggi dibandingkan dengan nilai daripada BOD. Hal tersebut dapat terjadi sebab pada pengujian COD menggunakan senyawa yang dapat dioksidasi secara kimia dibandingkan oksidasi secara biologi.



### 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

#### 3.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain adalah bahan utama penelitian, bahan pembiakan bakteri, bahan dalam proses aerasi dan bahan yang digunakan dalam pengujian sampel.

Bahan utama dalam penelitian ini adalah limbah cair pembekuan ikan Kaca Piring yang diperoleh dari PT. Inti Luhur Fuja Abadi, kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Dalam proses pengambilannya dibutuhkan ea batu yang berfungsi untuk menjaga sampel agar tidak mengalami perubahan kimia maupun fisika saat proses menuju laboratorium.

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembiakan bakteri antara lain adalah biakan murni bakteri yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi, Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya. Biakan murni bakteri yang digunakan antara lain *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*. Bahan-bahan yang digunakan dalam pembiakan bakteri adalah *Trypticase Soy Broth* (TSB), *Trypticase Soy Agar* (TSA), aquadest, larutan NaCl, kristal violet, iodium, alkohol, kertas saring, air, tissue, sarung tangan, sabun cair, waring dan masker.

Dalam aerasi limbah, bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kertas label, sarung tangan, masker, alkohol dan plastik hitam. Sedangkan bahan-bahan yang digunakan dalam pengujian kualitas air limbah antara lain kertas saring,  $K_2C_2O_7$ ,  $H_2SO_4$ , KHP (Kalium Hidrogen Ptalat), n-heksan, HCL, natrium sulfat, aquadest jenuh oksigen,  $MgSO_4$ ,  $CaCl_2$ , Hidrofosfat,  $FeCl_3$ ,  $H_2SO_4$  0,04 N, NaOH 6 N, reagen fenol, sodium nitroprusida, larutan oksida, dan NaOH 1 N.

### 3.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan pengambilan sampel, peralatan aerasi, peralatan pembiakan bakteri dan peralatan analisa. Alat yang digunakan dalam pengambilan sampel antara lain coolbox, jerigen, corong dan gayung. Peralatan yang digunakan dalam aerasi limbah antara lain adalah toples 2,5 liter, selang, sambungan T, aerator, gunting, spuit dan kain kasa.

Dalam pembiakan bakteri peralatan yang digunakan antara lain tabung reaksi, cawan petri, jarum ose, erlenmeyer, pipet volume, beaker glass, autoclave, incase, bola hisap, bunsen, botol cuffet, gelas ukur, mikroskop dan pipet volume. Sedangkan peralatan yang digunakan pada uji kualitas air limbah adalah DO meter, hot plate, magnetic stirrer, gelas ukur, wadah air pengencer, wadah bahan kimia ( $MgSO_4$ ,  $CaCl_2$ , Hidrofosfat,  $FeCl_3$ ), wadah bakteri, inkubator, tabung COD, reactor COD, spektrofotometer Uv-Vis, pH meter, timbangan analitik, oven, desikator, vacuum pump penyaring solid, labu didih, labu pisa, destilator horizontal, cawan porselin, labu ukur 15 mL, cuvet, vapodest, botol kaca, vortex mixer dan sentrifuge.

### 3.3 Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Metode eksperimen bertujuan untuk mengetahui ada atau tidaknya sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan tertentu pada suatu kelompok eksperimen (Nazir, 1989). Ditambahkan oleh Setyanto (2005), bahwa penelitian eksperimen bertujuan untuk melelitasi kemungkinan sebab akibat dengan mengenakan satu atau lebih kondisi perlakuan pada satu atau lebih kelompok eksperimen dan membandingkan hasilnya dengan satu atau lebih kelompok kontrol yang tidak diberi perlakuan.

Menurut Surachmadi (1994), dalam suatu penelitian terdapat dua variable yaitu variable bebas dan variable terikat. Variable bebas adalah variable yang diselidiki pengaruhnya, sedangkan variable terikat adalah variable yang diperkirakan akan timbul sebagai pengaruh dari variable bebas.

Dalam penelitian ini terdapat tiga variable yaitu variable control, variable bebas dan variable terikat. Variabel bebas dalam penelitian ini adalah penambahan bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megaterium*, *Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp* dan *Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*, dengan kadar bakteri 1 mL/L. Variabel terikat adalah jumlah penurunan kandungan yang dapat didegradasi oleh bakteri antara pH, TSS, amonia, minyak/lemak, BOD dan COD.

### 3.4 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK), yaitu dengan membandingkan kelompok perlakuan dengan kontrol. Sampel yang digunakan adalah Ikan Kaca Piring (*Sillago sp.*). Perlakuan yang digunakan antara lain A+B yaitu penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megaterium*, A+N yaitu penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp* dan A+P yaitu penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*. Pengamatan dan pengujian selama aerasi dilakukan dengan selang waktu 10 hari dan diuji selama setiap 5 hari. Pada pengamatan 0 merupakan kontrol atau hari ke 0, untuk pengamatan 5 adalah hari ke 5 aerasi dan pada pengamatan 10 adalah hari ke 10 aerasi.

Rancangan penelitian tentang pengolahan limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* secara aerob.

**Tabel 2. Rancangan percobaan bentuk RAK**

Perlakuan Kombinasi Bakteri	Pengamatan / Ulangan		
	0	5	10
Kontrol	(Kontrol)0	(Kontrol)5	(Kontrol)10
A+B	(A+B)0	(A+B)5	(A+B)10
A+N	(A+N)0	(A+N)5	(A+N)10
A+P	(A+P)0	(A+P)5	(A+P)10

Keterangan :

- A+B : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*
- A+N : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*
- A+P : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*
- 0, 5, 10 : Lama aerasi, pengamatan dan pengujian sampel pada 0 hari, 5 hari, dan 10 hari

### 3.5 Prosedur Penelitian

#### 3.5.1 Pengambilan Sampel Limbah Cair

Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari limbah cair pembekuan ikan Kaca piring (*Sillago sihama*) yang diperoleh dari PT. Inti Luhur Fuja Abadi, kabupaten Pasuruan, propinsi Jawa Timur. Sampel diambil dari bak pencucian ikan yang pertama dan kedua, kemudian dari kedua tahap pencucian tersebut kemudian di campur rata dan dihomogenkan menggunakan ember. Sampel kemudian dimasukkan ke dalam jirigen steril. Setelah itu jirigen dimasukkan ke dalam *coolbox* yang telah diisi es batu dan dibawa menuju Laboratorium. Fungsi *coolbox* dan es batu adalah untuk menjaga suhu sampel agar konstan dan tidak terjadi reaksi kimia maupun fisika selama proses perjalanan menuju laboratorium. Setelah sampai dilaboratorium, sampel langsung dimasukkan kedalam toples sesuai dengan kode. Sampel dimasukkan kedalam toples berfungsi sebagai tempat perlakuan sampel.

### 3.5.2 Pemiakan Bakteri

Pemiakan bakteri dilaksanakan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Langkah pertama dalam pemiakan bakteri adalah menyiapkan laminaran yang akan digunakan sebagai tempat pemiakan bakteri. Sebelum digunakan laminaran harus disterilkan. Menurut Dart (2003), sterilisasi merupakan proses penguapan yang digunakan untuk beberapa produk dalam situasi dimana produk–produk tersebut terhindar dari infeksi. Sterilisasi menggunakan uap panas dilakukan pada suhu dan tekanan yang tinggi di dalam autoklaf. Ditambahkan oleh Nicklin *et al* (1999), mesin ini beroperasi pada suhu 121°C dan dapat membunuh mikroba. pada laminaran disterilkan dengan menyemprotkan alkohol 70% pada bagian dalam laminaran, kemudian lap semua bagian laminaran dengan menggunakan serbet steril agar aseptis. Kemudian kaca laminaran ditutup dan ditekan tombol UV untuk menghidupkan sinar UV selama 1 jam yang berfungsi sebagai pensteril laminaran. Selama menunggu proses pensterilan laminaran disiapkan media TSB (*Trypton Soya Broth*) yang berfungsi sebagai media pemiakan bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*.

TSB yang berbentuk serbuk ditimbang sebanyak 12 gram, kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer 1000 ml dan dimasukkan aquadest sebanyak 400 ml. Selanjutnya dihomogenkan agar TSB dengan aquadest dapat tercampur rata. Media cair yang sudah homogen kemudian dimasukkan kedalam 4 tabung reaksi, masing-masing berisi 10 mL. kemudian mulut tabung ditutup dengan kapas dan dilapisi aluminium foil lalu ditali. Tabung reaksi yang telah berisi media cair dan tertutup kemudian disterilkan menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C tekanan 1 atm selama 15 menit dengan tujuan untuk menghilangkan

kontaminan yang ada pada media cair. Setelah disterilkan, media cair didiamkan sampai dingin untuk dapat dilakukan perlakuan selanjutnya.

Setelah 1 jam, sinar UV pada laminaran dimatikan dan lampu pada laminaran dinyalakan untuk mempermudah dalam penghilatan saat penanaman bakteri. Pada bagian dalam laminaran dan tangan disemprot dengan alcohol 70% agar aseptis dan tidak terjadi kontaminasi. Bunsen yang telah dinyalakan dimasukkan kedalam laminaran beserta isolat murni bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* dan media cair dalam tabung yang diletakkan pada arak tabung. Pada ujung ose disemprot dengan alcohol 70% dan dipanaskan diatas bunsen sampai ose menyala. Tujuan dari perlakuan itu adalah agar alat yang digunakan untuk penanaman tidak terkontaminasi. Selanjutnya tabung reaksi dibuka sedikit dan didekatkan dengan bunsen, jarum ose disentukan pada media isolat bakteri untuk mengurangi panas dari ose, sehingga saat pengambilan bakteri tidak mati. Kemudian diambil 1 ose bakteri dengan cara menggoreskan isolate dan dimasukkan kedalam media cair baru yang telah disiapkan (ose digoreskan dipermukaan saja). Bakteri yang telah diinokulasi pada media baru didekatkan pada bunsen dan ditutup kembali. Ose yang sudah digunakan dipanaskan lagi pada bagian ujungnya agar kembali steril dan dapat digunakan untuk membiakkan bakteri yang lain.

Tabung reaksi dikocok-kocok agar bakteri dan media dapat homogen, setelah itu diletakkan pada inkubator dalam suhu 37°C selama 24 jam. Tabung reaksi diberi label nama bakteri dan dilakukan langkan pembiakan yang sama terhadap isolat murni bakteri yang lain. Setelah semua bakteri telah dibiakkan maka bakteri siap untuk digunakan pada aerasi limbah.

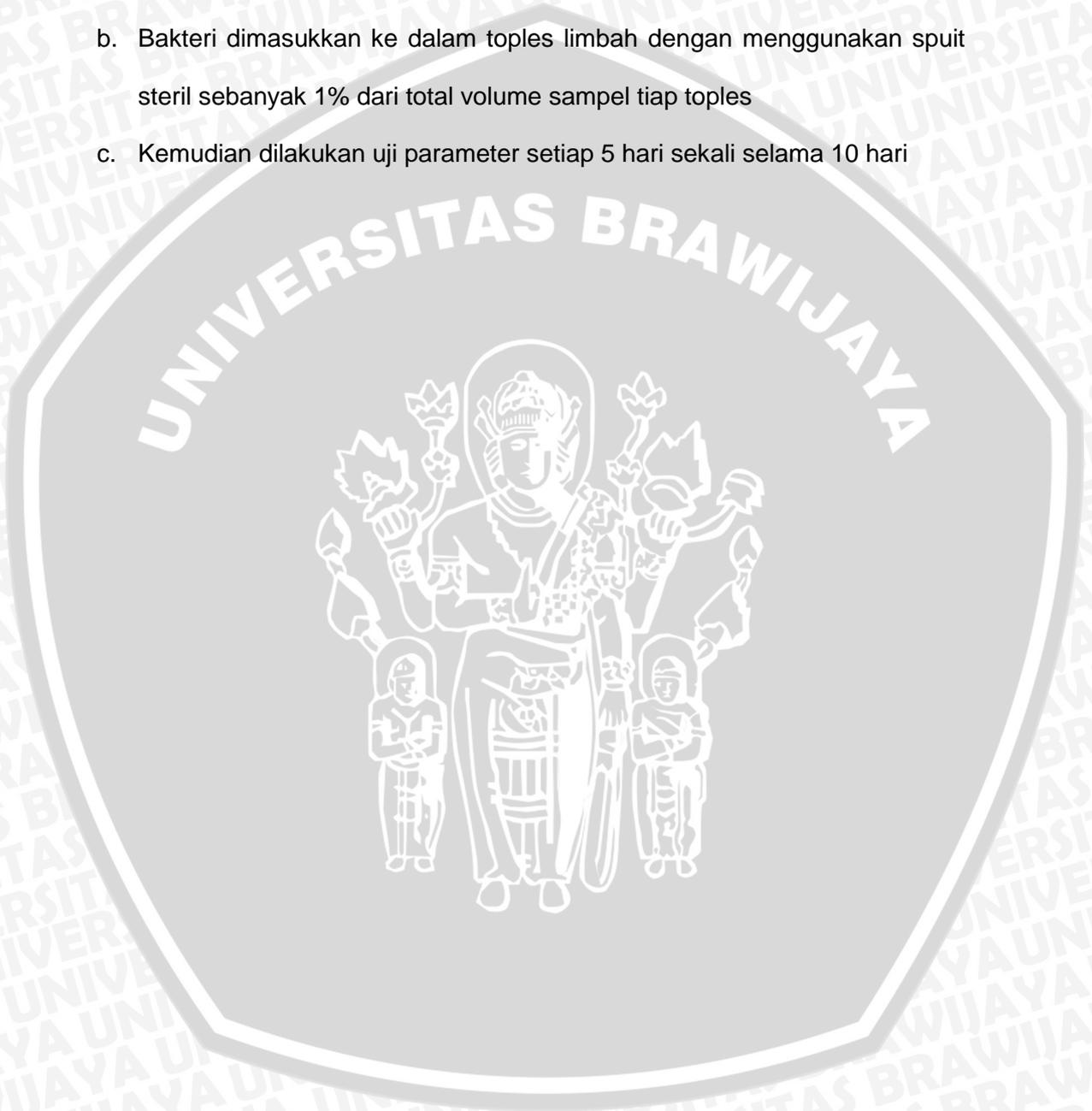
### 3.5.3 Pemasangan Aerator

Pemasangan aerator berfungsi sebagai pensuspensi oksigen ( $O_2$ ) ke dalam limbah cair yang kemudian akan digunakan oleh bakteri aerob yang ditambahkan ke dalam limbah untuk proses metabolisme. Tahapan pemasangan aerator adalah sebagai berikut :

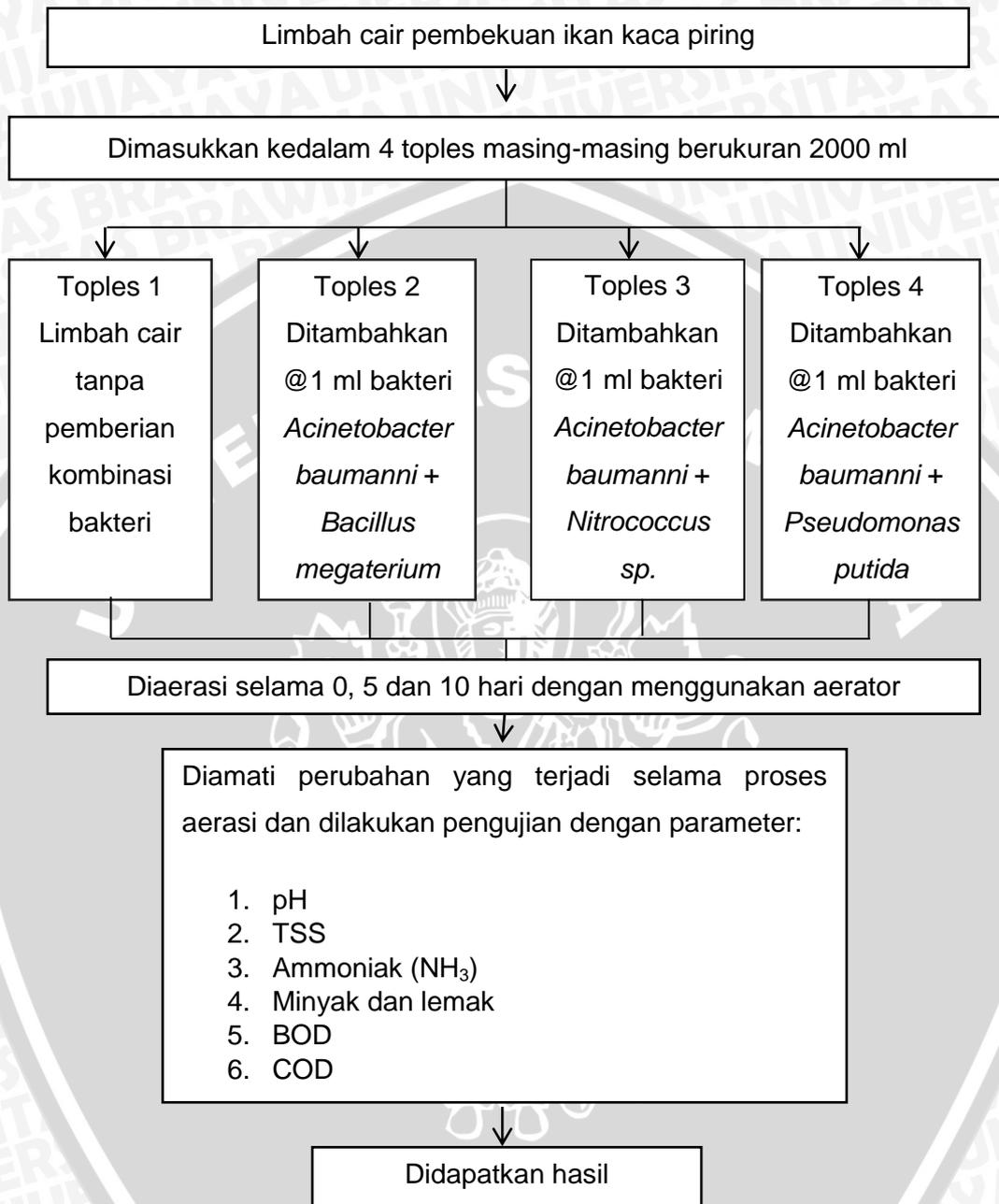
- a. Aerator, selang, kran, pemecah udara dan toples dirangkai sedemikian rupa
- b. Setiap toples diberi label sesuai dengan jenis *treatment* yang akan digunakan
- c. Sampel limbah cair dimasukkan ke dalam toples masing-masing sebanyak 2 liter
- d. Selang aerator yang telah dilengkapi dengan kran dan pemecah udara dimasukkan atau dipasang ke dalam toples
- e. Rekatkan selang dengan menggunakan selotip pada toples jika dibutuhkan agar selang tidak bergeser

Tahapan penambahan bakteri dengan kepadatan  $10^6$  CFU/ml sebanyak 2 ml yang dikombinasi ke dalam masing-masing toples yang berisi limbah. Pada penelitian yang dilakukan Ishartanto (2009), dalam penentuan dosis bakteri memaparkan bahwa dosis bakteri sebesar 0,5ml/l, 1ml/l, 2ml/l dan 3ml/l merupakan dosis yang paling efektif dalam menurunkan bahan organik air limbah domestik. Namun dalam penelitian ini dosis bakteri yang digunakan sebesar 1ml/l. Karena dengan dosis 1ml/l telah mampu memenuhi standar baku mutu, meskipun dosis 2ml/l dan 3ml/l menghasilkan reduksi bahan organik yang lebih tinggi. Penambahan bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* ke dalam limbah cair adalah sebagai berikut :

- a. Setelah bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* dibiakkan dan dilakukan pengenceran sampai  $10^{-6}$  CFU/ml, bakteri tersebut dimasukkan ke dalam limbah cair sesuai dengan *treatment*
- b. Bakteri dimasukkan ke dalam toples limbah dengan menggunakan spuit steril sebanyak 1% dari total volume sampel tiap toples
- c. Kemudian dilakukan uji parameter setiap 5 hari sekali selama 10 hari



### 3.5.4 Skema Kerja Penelitian



Gambar 7. Diagram Alir Proses Penelitian

### 3.6 Analisa Kualitas Limbah Utama

#### 3.6.1. Analisa PH

Prosedur pengujian derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter berdasarkan SNI 06-6989.11-2004. Prinsip metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hydrogen secara potensial atau elektrometri dengan menggunakan pH meter. Adapun prosedur pengujian pH adalah sebagai berikut :

- a. Keringkan dengan kertas tisu selanjutnya bilas elektroda dengan air suling
- b. Bilas elektroda dengan contoh uji
- c. Celupkan elektroda ke dalam contoh uji sampai pH meter menunjukkan pembacaan yang tetap
- d. Catat hasil pembacaan skala atau angka pada tampilan dari pH meter

#### 3.6.2. Analisa TSS (*Total Suspended Solid*)

Prosedur uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid/TSS*) secara gravimetri berdasarkan SNI 06-6989.3-2004. Prinsip kerja uji TSS adalah contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai berat konstan pada suhu 103<sup>0</sup>C sampai dengan 105<sup>0</sup>C. Adapun prosedur pengujian TSS adalah sebagai berikut :

- a. Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi dengan sedikit air suling
- b. Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetic untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen
- c. Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik

- d. Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna
- e. Pindahkan kertas saring secara hati-hati dan peralatan penyaringan dan pindahkan ke wadah timbang aluminium sebagai penyangga
- f. Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103<sup>o</sup>C sampai dengan 105<sup>o</sup>C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang
- g. Ulangi tahapan pengeringan, pendinginan dalam desikator dan lakukan penimbangan sampai diperoleh berat konstan atau sampai perubahan berat lebih kecil dari 4% terhadap penimbangan sebelumnya atau lebih kecil dari 0,5 mg.

### 3.6.3. Analisa Minyak dan Lemak

Prosedur pengujian minyak dan lemak berdasarkan SNI 06-6989.10.2004 secara gravimetri untuk air dan air limbah. Prinsip uji minyak dan lemak dalam contoh uji air diekstraksi dengan pelarut organik dalam corong pisah dan untuk menghilangkan air yang masih tersisa digunakan Na<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> anhidrat. Ekstrak minyak dan lemak dipisahkan dari pelarut organik secara destilasi. Residu yang tertinggal pada labu destilasi ditimbang sebagai minyak dan lemak. Adapun prosedur pengujian minyak dan lemak adalah sebagai berikut:

- a. Pindahkan contoh uji ke corong pisah. Tentukan volume contoh uji seluruhnya. 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  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  anhidrat, yang keduanya telah dicuci dengan pelarut, kedalam labu bersih yang telah ditimbang
- d. Jika tidak dapat diperoleh lapisan pelarut yang jernih (tembuh pandang), dan terdapat emulsi lebih dari 5 mL, lakukan sentrifugasi ke corong pisah dan keringkan lapisan pelarut melalui corong dengan kertas saring dan 10 g  $\text{Na}_2\text{SO}_4$  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 butir e) jika terdapat emulsi dengan tambahan 10 mL sampai dengan 20 mL pelarut
- 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  $85^\circ\text{C}$ . untuk memaksimalkan perolehan kembali pelarut lakukan destilasi
- i. Saat terlihat kondensasi pelarut berhenti, pindahkan labu dari penangas air. Dinginkan dalam desikator selama 30 menit pastikan labu kering dan timbang sampai diperoleh berat tetap

#### 3.6.4. Analisa Amonia

Prosedur pengujian kadar ammonia dengan spektrofotometer secara fenat berdasarkan SNI 06-6989.20-2005. Prinsip pengujian ammonia bereaksi hipoklorit dan fenol yang dikatalis oleh natrium nitroprusida membentuk senyawa

biru indofenol. Adapun prosedur pengujian kadar ammonia adalah sebagai berikut :

- a. Pipet 25 mL contoh uji masukkan ke dalam erlenmeyer 50 mL
- b. Tambahkan 1 mL larutan fenol, dihomogenkan
- c. Tambahkan 1 L natrium natrium nitroprusid, dihomogenkan
- d. Tambahkan 2,5 mL larutan pengoksidasi, dihomogenkan
- e. Tutup erlenmeyer tersebut dengan plastik atau parafin film
- f. Biarkan selama 1 jam untuk membentuk warna
- g. Masukkan kedalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm

### 3.6.5. Analisa BOD

Prosedur uji kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/ BOD*) menurut SNI 6989.72:2009. Prinsip uji BOD yaitu sejumlah contoh uji ditambahkan kedalam larutan pengencer jenuh oksigen yang telah ditambah larutan nutrisi dan bibit mikroba, kemudian diinkubasi dalam ruang gelap pada suhu  $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$  selama 5 hari. Bahan kontrol standar dalam uji BOD ini menggunakan larutan glukosa asam glutamat. Adapun prosedur uji BOD adalah sebagai berikut :

- a. Siapkan 2 buah botol DO, tandai masing-masing botol dengan notasi  $A_1; A_2$
- b. Masukkan larutan contoh uji ke dalam masing-masing botol DO  $A_1$  dan  $A_2$ ; sampai meluap, kemudian tutup masing-masing botol secara hati-hati untuk menghindari terbentuknya gelembung udara
- c. Lakukan pencocokan beberapa kali, kemudian tambahkan air bebas mineral pada sekitar mulut botol DO yang telah ditutup

- d. Simpan botol A<sub>2</sub> dalam lemari inkubator 20°C ± 1°C selama 5 hari
- e. Lakukan pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan dalam botol A<sub>1</sub> dengan alat DO meter yang terkalibrasi sesuai dengan *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater 21<sup>st</sup> Edition*, 2005. *Membrane electrode method (4500-O G)* atau dengan metode titrasi secara iodometri (modifikasi Azida) sesuai dengan SNI 06-6989.14-2004. Hasil pengukuran merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (A<sub>1</sub>). Pengukuran oksigen terlarut pada nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran
- f. Ulangi pengerjaan butir e) untuk botol A<sub>2</sub> yang telah diinkubasi 5 hari ± 6 jam. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari (A<sub>2</sub>)
- g. Lakukan pengerjaan butir a) sampai f) untuk penetapan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa contoh uji. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (B<sub>1</sub>) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (B<sub>2</sub>)
- h. Lakukan pengerjaan butir a) sampai f) untuk penetapan kontrol standar dengan menggunakan larutan glukosa-asam glutamat. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (C<sub>1</sub>) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (C<sub>2</sub>)
- i. Lakukan kembali pengerjaan butir a) sampai f) terhadap beberapa macam pengenceran contoh uji

Perhitungan Nilai BOD<sub>5</sub>

$$BOD_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{VB}\right)V_c}{P}$$

keterangan :

BOD<sub>5</sub> = nilai BOD<sub>5</sub> contoh uji (mg/L)

A<sub>1</sub> = Kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A<sub>2</sub> = Kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (5 hari) (mg/L)

B<sub>1</sub> = Kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B<sub>2</sub> = Kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (5 hari) (mg/L)

V<sub>B</sub> = Volume suspense mikroba (mL) dalam botol DO blanko

V<sub>C</sub> = Volume suspense mikroba dalam botol contoh uji (mL)

P = Perbandingan volume uji (V<sub>1</sub>) per volume total (V<sub>2</sub>)

### 3.6.6. Analisa COD

Prosedur uji kebutuhan oksigen kimia (*Chemical Oxygen Demand*/COD) dengan refluks tertutup secara spektrofotometri berdasarkan SNI 06-6989.2-2004. Prinsip uji COD adalah jumlah oksidan Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup> yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mg O<sub>2</sub> untuk setiap 1000 mL contoh uji. Adapun prosedur pengujian COD adalah sebagai berikut :

- Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan
- Biarkan suspense mengendapnya dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih.
- Ukur contoh larutan standar pada panjang gelombang yang telah ditentukan (420 nm atau 600 nm)
- Pada panjang gelombang 600 nm, gunakan blanko yang tidak direluks sebagai larutan referensi
- Jika konsentrasi COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L lakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm, gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi
- Ukur absorbansi blanko yang tidak direluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji
- Perbedaan absorbansi antara contoh yang direluks dan yang tidak direluks adalah pengukuran COD contoh uji

- h. Plot perbedaan absorbansi antara blanko yang direluks dan absorbansi larutan standar yang direluks terhadap nilai COD untuk masing-masing standar
- i. Lakukan analisa duplo



## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Analisa pH

Nilai pH digunakan sebagai dasar untuk menentukan apakah limbah cair pembekuan ikan yang diolah secara aerob dapat memenuhi standart air limbah sebelum dibuang kesungai. pH normal untuk kehidupan air adalah 6–8. pH menjadi faktor penentu dalam proses biologis, karena pH mempengaruhi kinerja mikroba yang berperan dalam degradasi materi organik dalam limbah, oleh karena itu pH air limbah harus netral sebelum dibuang kesungai (Junaidi dan Hatmanto, 2006).

Hasil analisa pH pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan  $10^6$  CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat dalam Tabel 3 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada Gambar 8.

**Tabel 3. Hasil Analisa pH**

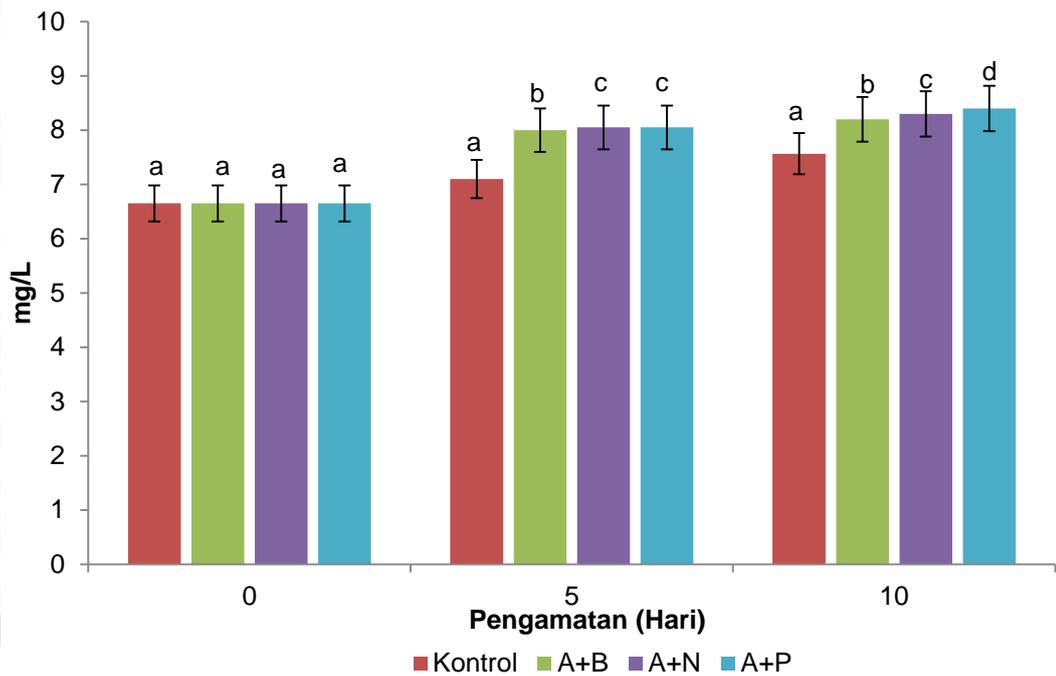
Jenis Kombinasi Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
Kontrol	6.65 <sup>a</sup>	7.1 <sup>a</sup>	7.57 <sup>a</sup>
A+B	6.65 <sup>a</sup>	8 <sup>b</sup>	8.2 <sup>b</sup>
A+N	6.65 <sup>a</sup>	8.05 <sup>c</sup>	8.3 <sup>c</sup>
A+P	6.65 <sup>a</sup>	8.05 <sup>c</sup>	8.4 <sup>d</sup>

Keterangan :

A+B : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megaterium*

A+N : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp*

A+P : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*



**Gambar 8. Hasil analisa pH**

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% ( $P < 0,05$ ) didapatkan hasil  $F_{hit} > F_{tabel}$ , artinya analisa pH memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hari ke 0. Pada hari ke 5 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 5 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5 dan kombinasi bakteri A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5 dan kombinasi bakteri A+B, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan

kombinasi bakteri A+N. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+N.

Pada grafik hasil analisa pH, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri A+B, A+N, dan A+P dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, pH limbah cair pembekuan ikan kaca piring dianalisa dengan menggunakan pH meter dan didapatkan hasil 6,65. Kemudian diberi perlakuan Tanpa Pemberian, kombinasi A+B, A+N dan A+P. Pada perlakuan Tanpa Pemberian bakteri hari ke 5 mengalami kenaikan sebesar 7,1 dan pada hari ke 10 mengalami kenaikan sebesar 7,57. Pada analisa pH hari ke 5 pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami kenaikan pH menjadi 8. Setelah 10 hari pada perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + B masih mengalami kenaikan sebesar 8,2. Pada perlakuan kombinasi A + N hasil analisa pada hari ke 5 didapatkan pH 8,05 dan pada hari ke 10 mengalami kenaikan sebesar 8,3. Pada kombinasi bakteri A + P hasil analisa pada hari ke 5 didapatkan pH 8,05 dan pada hari ke 10 mengalami kenaikan sebesar 8,4. Dari gambar diatas dapat disimpulkan bahwa nilai pH pada limbah cair sesudah dilakukan perlakuan dari hari ke 0, 5 dan 10 mengalami peningkatan. Namun dalam peningkatan nilai pH ini masih dalam baku mutu air limbah yang ditetapkan oleh peraturan pemerintahan No. 06 tahun 2007 yaitu berkisar antara 6-9.

Menurut Jasmiati *et al.*(2010), peningkatan nilai pH disebabkan oleh mikroorganisme yang merombak sisa bahan organik dari limbah cair. Dari

penguraian senyawa organik dapat menghasilkan amoniak dan karbondioksida yang secara otomatis meningkatkan nilai pH. Bahan-bahan organik dari limbah, dengan tersedianya oksigen maka limbah tersebut akan terurai menjadi gas CO<sub>2</sub>, NH<sub>4</sub> pada kondisi pH larutan basa, sehingga mengurangi kadar bahan organik di dalam limbah (Fardiaz, 1993).

Menurut Ibad (2013), peningkatan pH dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu bakteri bisa menghasilkan senyawa yang bersifat basa atau netral, serta bakteri tersebut dapat mengubah senyawa yang bersifat asam. Terdapat bakteri yang bisa mendegradasi dan menggunakan asam organik dalam proses metabolisme yaitu *Pseudomonas* dan *Bacillus* yang memiliki kemampuan menghasilkan enzim tunggal maupun beberapa enzim untuk degradasi asam organik. Secara umum pemecahan bahan organik diperlukan untuk pembentukan energi dan biosintesis sebab dapat menyediakan karbon untuk berbagai senyawa penting dalam sel.

Derajat keasaman pH air limbah akan sangat menentukan aktivitas mikroorganisme, pH optimum adalah berkisar antara 6,5 – 8,3. Mikroorganisme, tidak tahan terhadap kondisi lingkungan dengan pH > 9,5 dan < 4, karena pada pH yang sangat kecil atau sangat besar, mikroorganisme tidak aktif, atau bahkan akan mati (Jenie dan Rahayu, 2007). Ditambah oleh Sarbini (2012), mikroorganisme akan beraktifitas dan berkembang biak secara optimal pada pH netral (7), pada kondisi asam (pH 3-5) aktivitas mikroorganisme akan berjalan lambat, sedangkan pada kondisi basa (pH 9-12) aktivitas mikroorganisme akan mengalami penurunan.

#### 4.2 Analisa TSS (*Total Suspended Solid*)

Zat padat tersuspensi (*Total Suspended Solid*) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air

dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik (Tarigan dan Edward, 2003). Ditambahkan oleh Agustria *et al.* (2013), TSS adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas millipore berporipori 0,45  $\mu\text{m}$ .

Hasil analisa TSS (*Total Suspended Solid*) secara gravimetri berdasarkan SNI 06-6989.3-2004 pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan  $10^6$  CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat dalam Tabel 4 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada Gambar 9.

**Tabel 4. Hasil analisa TSS (*Total Suspended Solid*)**

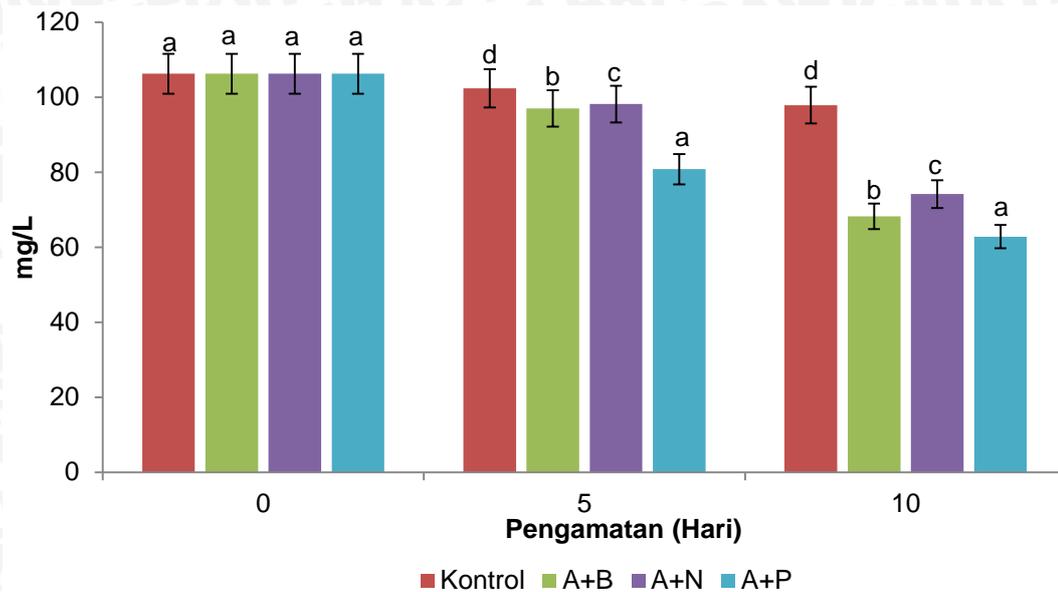
Jenis Kombinasi Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
Kontrol	106.3 <sup>a</sup>	102.4 <sup>d</sup>	98 <sup>d</sup>
A+B	106.3 <sup>a</sup>	97.05 <sup>b</sup>	68.25 <sup>b</sup>
A+N	106.3 <sup>a</sup>	98.2 <sup>c</sup>	74.2 <sup>c</sup>
A+P	106.3 <sup>a</sup>	80.85 <sup>a</sup>	62.85 <sup>a</sup>

Keterangan :

A+B : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megaterium*

A+N : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp*

A+P : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*



**Gambar 9. Hasil analisa TSS (Total Suspended Solid)**

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% ( $P < 0,05$ ) didapatkan hasil  $F_{hit} > F_{tabel}$ , artinya analisa TSS memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hari ke 0. Pada hari ke 5 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 5 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+N, A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B dan A+N. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari

ke 10, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+N.

Pada grafik hasil analisa kadar TSS, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri A+B, A+N, dan A+P dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar TSS limbah cair pembekuan ikan kaca piring didapatkan hasil 106,3 mg/L. Kemudian diberi perlakuan Tanpa Pemberian, kombinasi A + B, A + N dan A + P. Pada perlakuan Tanpa Pemberian bakteri hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 102,4 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 98 mg/L. Pada analisa TSS (*Total Solid Suspended*) hari ke 5 dengan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan sebesar 97,05 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + B masih mengalami penurunan sebesar 68,25 mg/L. Pada pemberian kombinasi A + N, dianalisa pada hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 98,2 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + N juga mengalami penurunan sebesar 74,2 mg/L. Pada pemberian kombinasi bakteri A + P hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 80,85 mg/L dan setelah hari ke 10 mengalami penurunan, masing – masing sebesar 62,85 mg/L.

Dari hasil analisa TSS yang didapatkan menunjukkan bahwa semua kombinasi bakteri antara A+B, A+N dan A+N pada hari ke-5 sampai hari ke-10 terus mengalami penurunan bila dibandingkan dengan hasil analisa TSS hari ke-0, hal ini diduga akibat pemberian kombinasi bakteri tersebut yang dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan TSS maksimal yaitu sebesar 100 mg/L, maka hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa

kandungan TSS telah memenuhi standar karena nilai yang dihasilkan dibawah 100 mg/L.

Pada parameter *Total Suspended Solid* (TSS) ini merupakan jumlah berat zat yang tersuspensi dalam volume tertentu di dalam air yang dinyatakan dengan mg/l. Semakin kecil penurunan nilai TSS pada pengolahan limbah, menunjukkan proses degradasi bahan organik juga semakin kecil. Penurunan total solid dapat disebabkan proses degradasi oleh mikroorganisme yang mengandung bahan organik berupa protein, lemak, dan karbohidrat rantai panjang. Semakin menurunnya kadar TSS terjadi karena bahan organik mengalami degradasi pada saat proses hidrolisis. Selama proses hidrolisis, padatan tersuspensi berkurang karena telah berubah menjadi terlarut (Paramita *et al.*, 2012).

Berkurangnya padatan tersuspensi ini menurut Wigyanto *et al.* (2009), disebabkan aktivitas pendegradasian senyawa organik oleh bakteri pendegradasi. Hal ini karena selama proses degradasi berlangsung, molekul kompleks bahan cemaran organik dipecah oleh enzim-enzim bakteri pendegradasi melalui proses hidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa yang lebih sederhana tersebut digunakan untuk metabolisme bakteri sehingga dihasilkan energi, CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan sisa metabolisme yang berupa lumpur yang mudah mengendap, sehingga dengan mekanisme tersebut bahan cemaran organik yang keberadaannya di dalam limbah yang merupakan padatan tersuspensi semakin lama semakin berkurang sehingga nilai TSSnya juga semakin kecil. Ditambahkan oleh Doraja *et al.* (2012), bahan organik kompleks dihidrolisis menjadi organik sederhana (asam organik). Nilai TSS akan turun karena bahan organik yang berukuran besar diubah menjadi ukuran yang lebih kecil (proses degradasi).

#### 4.3 Analisa Amonia

Amonia merupakan bentuk nitrogen dalam air limbah yang berasal dari pembusukan senyawa nitrogen organik seperti protein dan sebagainya. Kandungan amonia dalam perairan akan menyebabkan keadaan kekurangan oksigen pada air. Hal ini disebabkan konversi amonia menjadi nitrat membutuhkan 4,5 bagian oksigen untuk setiap bagian amonia (Sjafei, 2002).

Hasil analisa kadar ammonia pada limbah cair pembekuan ikan Kaca Piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan  $10^6$  CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari, dapat dilihat pada Tabel 5 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada Gambar 10.

**Tabel 5. Hasil Analisa Kadar Amonia**

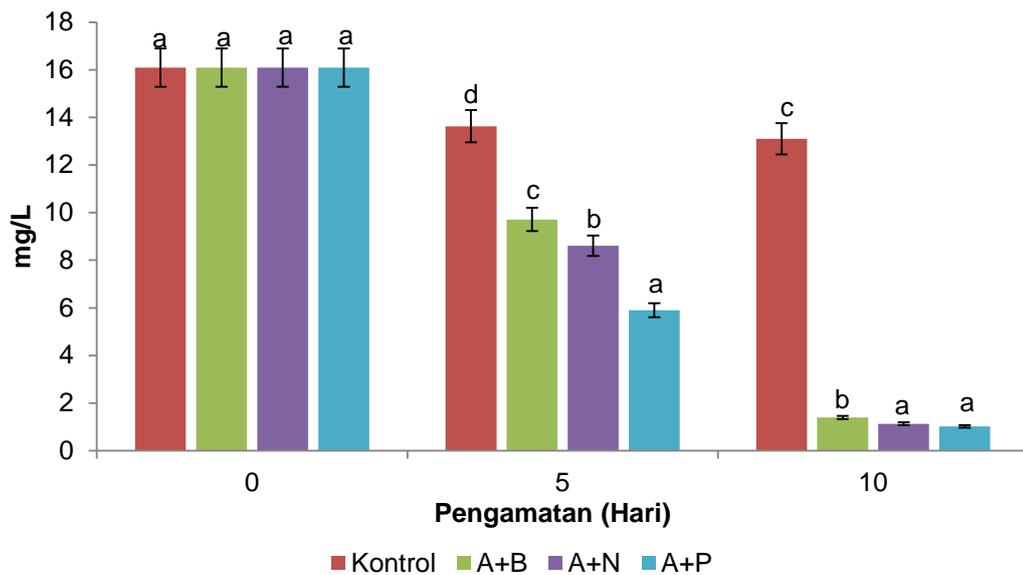
Jenis Kombinasi Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
Kontrol	16.1 <sup>a</sup>	13.6 <sup>d</sup>	13 <sup>c</sup>
A+B	16.1 <sup>a</sup>	9.72 <sup>c</sup>	1.40 <sup>b</sup>
A+N	16.1 <sup>a</sup>	8.62 <sup>b</sup>	1.13 <sup>a</sup>
A+P	16.1 <sup>a</sup>	5.90 <sup>a</sup>	1.02 <sup>a</sup>

Keterangan :

A+B : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megaterium*

A+N : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp*

A+P : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*



**Gambar 10. Hasil Analisa Ammonia**

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% ( $P < 0,05$ ) didapatkan hasil  $F_{hit} > F_{tabel}$ , artinya analisa ammonia memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hari ke 0. Pada hari ke 5 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 5 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+N, A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B dan A+N. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari

ke 10 dan kombinasi bakteri A+B, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10 dan kombinasi bakteri A+B, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+N.

Pada grafik hasil analisa kadar Amonia, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri A+B, A+N, dan A+P dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar ammonia limbah cair pembekuan ikan kaca piring didapatkan hasil 16,1 mg/L. Kemudian diberi perlakuan Tanpa Pemberian, kombinasi A + B, A + N dan A + P. Pada perlakuan Tanpa Pemberian bakteri hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 13,6 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 13 mg/L. Pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan menjadi 9,72 mg/L. Setelah 10 hari ternyata pada perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan sebesar 1,40 mg/L. Pada perlakuan kombinasi A + N pada hari ke 5 mengalami penurunan menjadi 8,62 mg/L, hingga pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 1,13 mg/L. Pada perlakuan kombinasi A + P hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 5,90 mg/L, hingga pada hari ke 10 masih mengalami penurunan sebesar 1,02 mg/L.

Pada umumnya dalam penelitian ini terjadi penurunan kadar amonia setelah limbah diberikan perlakuan, penurunan kadar amonia ini telah memenuhi standar baku mutu air pada hari ke 10. Penurunan kadar amonia yang signifikan diduga akibat pemberian kombinasi bakteri yang berbeda-beda dan perlakuan aerasi terus menerus untuk menjamin ketersediaan oksigen. Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan ammonia maksimal yaitu sebesar 10 mg/L, maka hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan

bahwa kandungan minyak dan lemak telah memenuhi standar karena nilai yang dihasilkan dibawah 10 mg/L.

Bakteri heterotrof dan autotrof menggunakan oksigen dalam proses pemanfaatan ammonia. Bakteri heterotrofik adalah bakteri yang mengkonsumsi oksigen dalam proses perubahan ammonia dengan produk akhir berupa biomassa sel. Beberapa bakteri yang memiliki sifat heterotrof ialah *E. Coli*, *Lactobacillus bulgaricus* dan *Bacillus sp.* (Rosmaniar, 2011). Ditambahkan oleh Agustiyani *et al.* (2004), bakteri pengoksidasi amonia yang bersifat autotrofik adalah kelompok bakteri yang berperan dalam proses oksidasi amonia menjadi nitrit pada siklus nitrogen, juga pada proses peruraian nitrogen dalam sistem pengolahan limbah cair. Bakteri autotrofik yang berperan dalam oksidasi amonia menjadi nitrit adalah *Nitrosomonas*, *Nitrosococcus*, *Nitrospira*, *Nitrosolobus*, dan *Nitrosovibrio*. Bakteri autotrofik menggunakan CO<sub>2</sub> sebagai sumber karbon. Derajat keasaman (pH) merupakan salah satu faktor lingkungan yang berpengaruh terhadap pertumbuhan dan aktivitas bakteri pengoksidasi amonia. Derajat keasaman (pH) optimum untuk pertumbuhan bakteri pengoksidasi amonia yang bersifat autotrofik berkisar dari 7,5 sampai 8,5

Adanya peningkatan pH ditandai dengan adanya bau gas amonia, bau busuk ini disebabkan oleh mikroorganisme yang memecah protein, sehingga dihasilkan senyawa NH<sub>3</sub> yang akan dilepas ke atmosfer. (Effendi *et al.*. 2003). Ditambahkan oleh Munawaroh *et al.* (2013), dalam bahan tersuspensi air limbah akan terbentuk senyawa-senyawa nitrogen. Senyawa amonia dapat diserap oleh bahan-bahan tersuspensi yang mengendap di dasar, sehingga menghasilkan bau amonia. Jika bahan tersuspensi yang mengendap dalam limbah berjumlah banyak maka kadar amonia yang diserap oleh bahan tersuspensi akan meningkat, begitu pula sebaliknya jika kandungan bahan-bahan tersuspensi yang

mengendap didasar limbah cair sedikit maka kadar amonia yang diserap oleh bahan tersuspensi tersebut juga makin sedikit.

#### 4.4 Analisa Minyak dan Lemak

Lemak dan minyak merupakan salah satu kelompok yang termasuk golongan lipida. Satu sifat yang khusus dan mencirikan golongan lipida (termasuk) minyak dan lemak adalah adanya larutan dalam pelarut organik misalnya ether, benzene, chloroform) atau sebaliknya ketidak larutannya dalam pelarut air (Sudarmadji *et al.*, 2007).

Hasil analisa kadar minyak dan lemak pada limbah cair pembekuan ikan Kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan  $10^6$  CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari, dapat dilihat pada Tabel 6 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada Gambar 11.

**Tabel 6. Hasil Analisa Minyak dan Lemak**

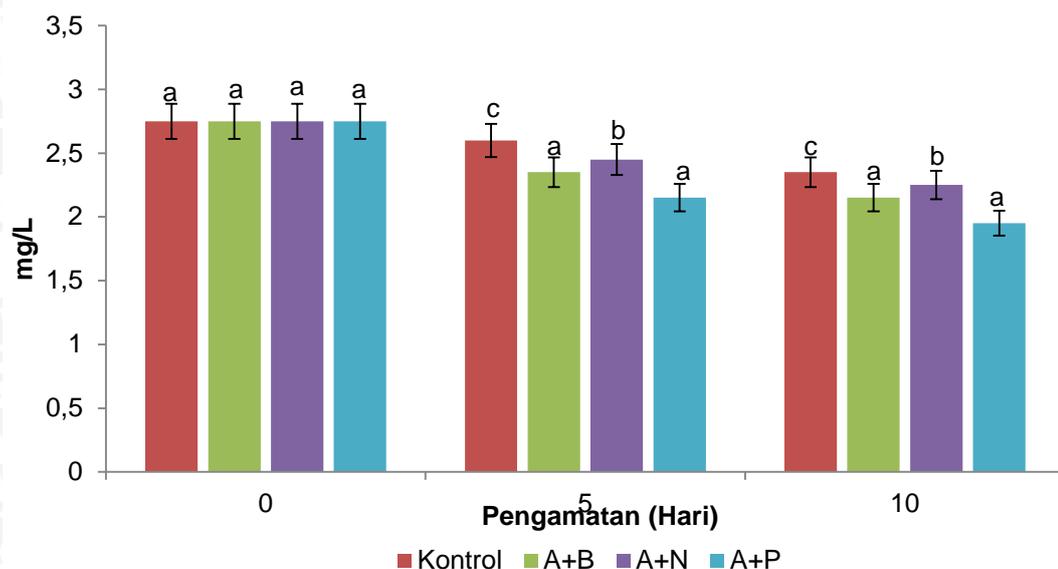
Jenis Kombinasi Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
Kontrol	2.75 <sup>a</sup>	2.6 <sup>c</sup>	3 <sup>c</sup>
A+B	2.75 <sup>a</sup>	2.35 <sup>a</sup>	2.15 <sup>a</sup>
A+N	2.75 <sup>a</sup>	2.45 <sup>b</sup>	2.25 <sup>b</sup>
A+P	2.75 <sup>a</sup>	2.15 <sup>a</sup>	1.95 <sup>a</sup>

Keterangan :

A+B : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megaterium*

A+N : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp*

A+P : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*



**Gambar 11. Hasil Analisa Minyak dan Lemak**

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% ( $P < 0,05$ ) didapatkan hasil  $F_{hit} > F_{tabel}$ , artinya analisa Minyak dan Lemak memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hari ke 0. Pada hari ke 5 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 5 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+N, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5 dan kombinasi bakteri A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5 dan kombinasi bakteri A+N, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+B. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P.

Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10 dan A+N, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10 dan A+N, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan A+B.

Pada grafik hasil analisa kadar Minyak dan Lemak, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri A+B, A+N, dan A+P dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar minyak dan lemak limbah cair pembekuan ikan kaca piring didapatkan hasil 2,75 mg/L. Kemudian diberi perlakuan Tanpa Pemberian, kombinasi A + B, A + N dan A + P. Pada perlakuan Tanpa Pemberian bakteri hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 2,6 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 2 mg/L. Kemudian analisa kadar minyak dan lemak hari ke 5 dengan pemberian kombinasi bakteri, Pada A + B mengalami penurunan sebesar 2,35 mg/L. Pada perlakuan kombinasi A + C mengalami penurunan sebesar 2,45 mg/L. kemudian pada perlakuan kombinasi A + P sebesar 2,15 mg/L. Kemudian setelah 10 hari ternyata pada perlakuan pemberian kombinasi bakteri masih mengalami penurunan. Pada A + B mengalami penurunan sebesar 2,15 mg/L. Pada perlakuan kombinasi A + N mengalami penurunan sebesar 2,25 mg/L. kemudian pada perlakuan kombinasi A + P sebesar 1,95 mg/L. Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan minyak dan lemak maksimal yaitu sebesar 15 mg/L, maka hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan minyak dan lemak telah memenuhi standar karena nilai yang dihasilkan dibawah 15 mg/L.

Pada limbah cair industri, kandungan minyak dan lemak berasal dari kegiatan pengolahan ikan mulai dari pencucian, pembersihan isi perut ikan, dan pengolahan ikan, serta pada industri pengalengan ikan terdapat proses perebusan ikan. Sehingga sebagian kandungan minyak dan lemak yang terkandung pada ikan akan ikut terbuang menjadi limbah cair (Setiyono dan Yudo, 2008).

Pada pengujian minyak dan lemak pada hari ke-5 dan ke-10 selalu mengalami penurunan. Penurunan kadar lemak pada limbah cair disebabkan lemak terpecah dalam limbah cair sehingga menentukan konsentrasi lemak dalam limbah atau tingkat cemaran limbah cair. Tingginya konsentrasi lemak pada limbah cair memerlukan bahan pengurai (surfaktan) dengan konsentrasi lebih tinggi dan dibutuhkan waktu lebih lama dalam menguraikan padatan lemak (Dano *et al.*, 2013). Ditambahkan oleh Januar *et al.* (2013), penurunan kadar lipid disebabkan oleh aktivitas kultur bakteri untuk merombak senyawa organik pada limbah tersebut. Perombakan oleh kultur bakteri disebabkan enzim membrane-bound oxygenase yang dikeluarkan bakteri. Fungsi dari enzim tersebut adalah untuk meningkatkan kontak secara langsung antara minyak dan bakteri. Dengan demikian minyak dapat dimanfaatkan oleh bakteri sebagai sumber karbon.

#### **4.5 Analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)**

Hasil analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan  $10^6$  CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada Tabel 7 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada Gambar 12.

Tabel 7. Hasil analisa kadar BOD

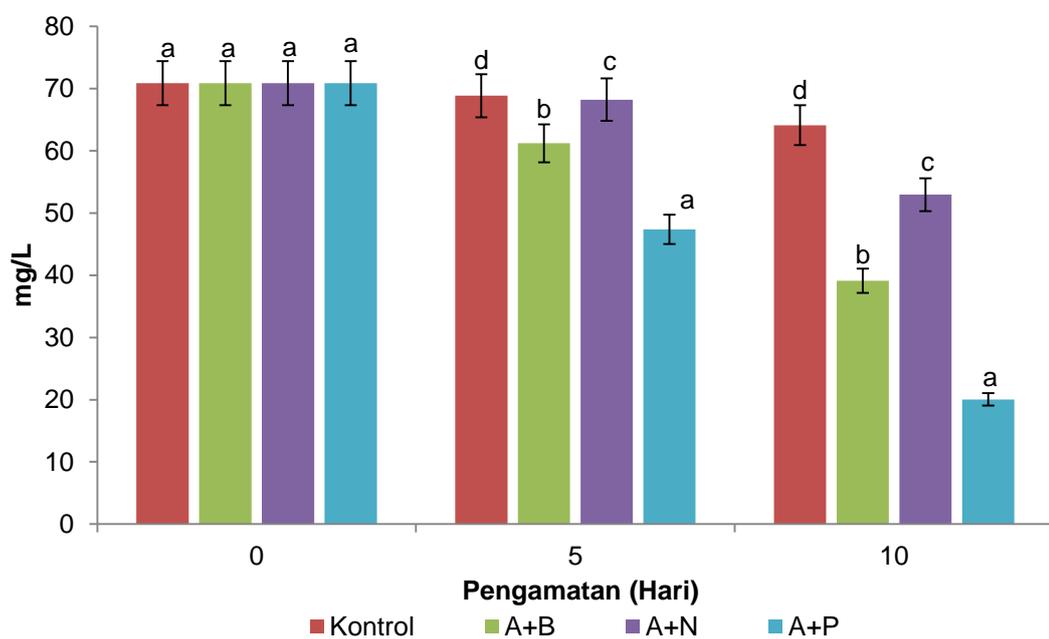
Jenis Kombinasi Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
Kontrol	70.85 <sup>a</sup>	68.8 <sup>d</sup>	64 <sup>d</sup>
A+B	70.85 <sup>a</sup>	61.2 <sup>b</sup>	39.1 <sup>b</sup>
A+N	70.85 <sup>a</sup>	68.2 <sup>c</sup>	52.95 <sup>c</sup>
A+P	70.85 <sup>a</sup>	47.35 <sup>a</sup>	20.05 <sup>a</sup>

Keterangan :

A+B : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megaterium*

A+N : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp*

A+P : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*



Gambar 12. Hasil Analisa BOD

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% ( $P < 0,05$ ) didapatkan hasil  $F_{hit} > F_{tabel}$ , artinya analisa BOD memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hari ke 0. Pada hari ke 5 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 5 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata

dengan kontrol hari ke 5, A+N, A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B dan A+N. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+N.

Pada grafik hasil analisa kadar BOD, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri A+B, A+N, dan A+P dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar BOD limbah cair pembekuan ikan kaca piring dianalisa dengan menggunakan DO meter. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar BOD limbah cair pembekuan ikan kaca piring didapatkan hasil 70,85 mg/L. Kemudian diberi perlakuan Tanpa Pemberian, kombinasi A+B, A+N, dan A+P. Pada perlakuan Tanpa Pemberian bakteri hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 68,8 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 64 mg/L, pada analisa BOD hari ke 5 dengan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan sebesar 61,2 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + B masih mengalami penurunan sebesar 39,1 mg/L. Pada pemberian kombinasi A + N, dianalisa pada hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 68,2 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + N juga mengalami penurunan sebesar 52,95 mg/L. Pada pemberian kombinasi bakteri A + P hari ke 5 masing – masing mengalami penurunan sebesar 47,35 mg/L dan setelah hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 20,05 mg/L.

Dari hasil rata-rata analisa BOD yang didapatkan menunjukkan bahwa semua kombinasi bakteri antara A+B, A+N dan A+N pada hari ke-5 sampai hari ke-10 terus mengalami penurunan bila dibandingkan dengan hasil analisa BOD hari ke-0, hal ini diduga akibat pemberian kombinasi bakteri tersebut yang dapat mempercepat proses dekomposisi bahan organik. Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan BOD maksimal yaitu sebesar 100 mg/L, maka hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan BOD telah memenuhi standar karena nilai yang dihasilkan dibawah 100 mg/L.

Penurunan BOD disebabkan oleh penguraian bahan organik. Hal tersebut merupakan proses alami yang dilakukan oleh bakteri aerob. Proses ini dapat terjadi jika air mengandung oksigen yang cukup. Nilai BOD merupakan jumlah oksigen yang digunakan oleh bakteri untuk menguraikan hampir semua zat organik yang terlarut dan sebagian zat organik yang tersuspensi dalam air limbah. Penurunan nilai BOD terjadi karena menurunnya jumlah bahan organik dan menurunnya jumlah bakteri yang menguraikan bahan organik dalam limbah menjadi CO<sub>2</sub> dan amoniak karena kekurangan bahan organik sebagai sumber substrat (Romayanto *et al.*, 2006). Ditambahkan oleh Winarno dan Fardiaz (1974), berkurangnya oksigen pada umumnya digunakan untuk oksidasi bahan organik, sintesa sel dan oksidasi sel dari mikroorganisme.

Menurut Junaidi dan Hatmanto (2006), penurunan kadar BOD disebabkan karena kandungan bahan organik yang mampu diuraikan oleh bakteri dalam limbah cair berangsur-angsur menurun, sehingga proses oksidasi yang dilakukan oleh bakteri untuk mengurangi bahan-bahan organik dari limbah cair juga menurun, sehingga menyebabkan nilai dari BOD menurun.

#### 4.6 Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Hasil analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp.* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan  $10^{-6}$  CFU/mL yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada Tabel 8 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada Gambar 13.

**Tabel 8. Hasil analisa kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

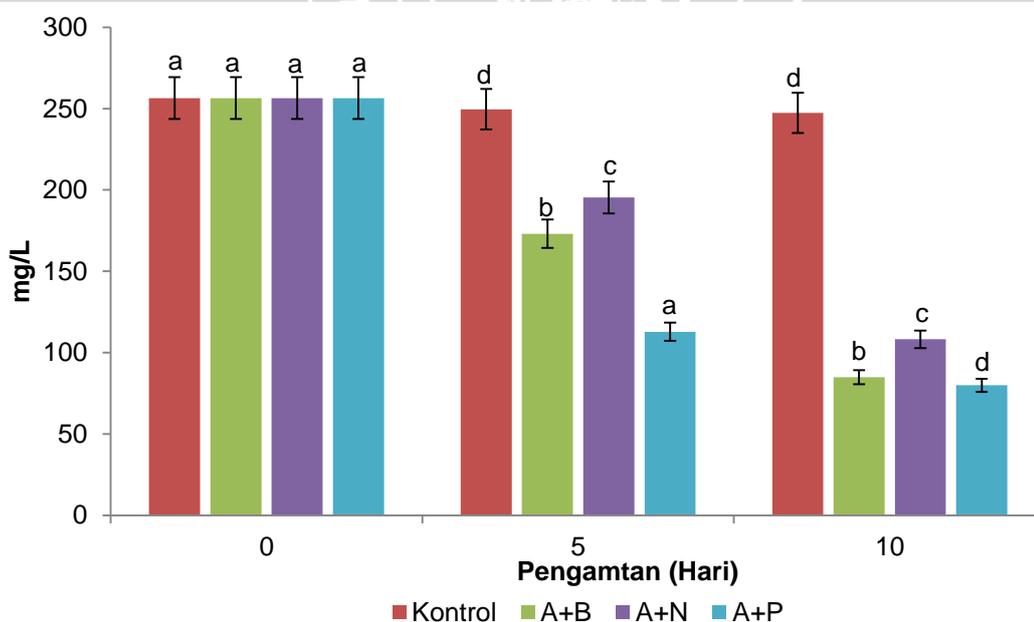
Jenis Kombinasi Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
Kontrol	256.45 <sup>a</sup>	249.6 <sup>d</sup>	247 <sup>d</sup>
A+B	256.45 <sup>a</sup>	173.1 <sup>b</sup>	84.91 <sup>b</sup>
A+N	256.45 <sup>a</sup>	195.35 <sup>c</sup>	108.15 <sup>c</sup>
A+P	256.45 <sup>a</sup>	112.85 <sup>a</sup>	79.95 <sup>a</sup>

Keterangan :

A+B : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megaterium*

A+N : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp*

A+P : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*



**Gambar 13. Hasil Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% ( $P < 0,05$ ) didapatkan hasil  $F_{hit} > F_{tabel}$ , artinya analisa COD memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hari ke 0. Pada hari ke 5 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 5 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+N, A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5 dan kombinasi bakteri A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5 dan kombinasi bakteri A+B dan A+N. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+N.

Berdasarkan grafik hasil analisa kadar COD, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P dengan diaerasi selama 0,5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar COD limbah cair pembekuan ikan kaca piring didapatkan hasil 256,45 mg/L. Kemudian diberi perlakuan Tanpa Pemberian, kombinasi A+B, A+N dan A+P Pada perlakuan Tanpa Pemberian bakteri hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 249,6 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan

sebesar 247 mg/L, pada analisa COD hari ke 5 dengan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan sebesar 173,1 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + B masih mengalami penurunan sebesar 84,91 mg/L. Pada pemberian kombinasi A + N, dianalisa pada hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 195,35 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + N juga mengalami penurunan sebesar 108,15 mg/L. Pada pemberian kombinasi bakteri A + P hari ke 5 masing – masing mengalami penurunan sebesar 112,85 mg/L dan setelah hari ke 10 juga mengalami penurunan sebesar 79,95 mg/L. Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan COD maksimal yaitu sebesar 200 mg/L, maka hasil yang didapatkan dari penelitian ini menunjukkan bahwa kandungan COD telah memenuhi standar karena nilai yang dihasilkan dibawah 200 mg/L.

Dari grafik diatas didapatkan bahwa hasil kadar COD dari hari ke 0, 5 dan 10 selalu mengalami penurunan. Menurut Wignyanto *et al.*(2009), interaksi antara faktor pengaturan kecepatan aerasi dan waktu inkubasi juga berpengaruh nyata pada kualitas *effluent* limbah yang dihasilkan. Adanya penurunan COD menunjukkan bahwa bakteri pendegradasi mampu menguraikan bahan organik dalam limbah. Nilai COD yang kecil menunjukkan residu zat organik sedikit. Semakin kecil nilai COD menunjukkan kualitas limbah cair hasil pengolahan semakin baik. Ditambahkan oleh Doraja *et al.* (2012), makin lama waktu tinggal mikroorganisme akan memberikan waktu kontak antara bahan organik yang terdapat dalam limbah cair dengan mikroorganisme juga semakin lama, sehingga degradasi senyawa organik (penurunan COD) menjadi besar.

Aktivitas mikroorganisme dalam reaktor mampu mendegradasi sebagian besar bahan organik dalam air limbah yang akan menurunkan konsentrasi COD (Muhajir, 2013). Ditambahkan oleh Hasan *et al.* (2013), penurunan kadar COD

disebabkan karena proses pemberian aerator yang mampu menghasilkan oksigen sehingga kebutuhan oksigen dalam limbah cair menurun. Suplai oksigen kedalam air limbah bertujuan untuk konsumsi bakteri agar dengan aktif dapat memakan kandungan organik dalam limbah. Bakteri pengurai mengkonsumsi bahan-bahan organik sehingga berurai menjadi bahan-bahan sederhana seperti  $\text{CO}_2$ , CO dan  $\text{H}_2\text{O}$  pada akhirnya  $\text{CO}_2$  terbang ke udara dan  $\text{H}_2\text{O}$  menyatu dengan air (Mubarokah, 2010).

#### 4.7 Hubungan Antar Kombinasi Bakteri

Pada penelitian ini menggunakan beberapa bakteri antara lain kombinasi bakteri A+B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*); A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*) dan A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*). Pada dasarnya setiap bakteri yang digunakan mempunyai sifat, karakteristik, dan peran dan menghasilkan enzim yang berbeda-beda. Hubungan antar kombinasi bakteri berperan dalam memperbaiki kualitas limbah cair, apakah kombinasi bakteri dapat saling menguntungkan atau tidak menguntungkan.

##### a. A+B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*)

Pada kombinasi bakteri A + B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*). Genus *Acinetobacter* termasuk gram negative, tumbuh dengan baik pada semua media kompleks dengan suhu 20-30<sup>0</sup>C. Bakteri ini secara alami hidup di dalam tanah, air dan limbah ( Holt *et al.*, 2000). Sedangkan genus *Bacillus* termasuk gram positif, dapat ditemukan di berbagai habitat baik di tanah, air dan makanan (Ningsih dan Dini, 2012).

Menurut Dwipayana dan Ariesyady (2009), *Basillus megaterium* memiliki beberapa sifat seperti memproduksi enzim katalase, dapat mendegradasi senyawa organik (protein, pati, selulosa, dan hidrokarbon), dapat

memfermentasikan senyawa glukosa. Sedangkan *Acinetobacter baumannii* juga dapat memproduksi enzim katalase atau katalase positif (Wijaya, 2012). Ditambahkan oleh Giyanto *et al.* (2009) *Acinetobacter baumannii* dapat tumbuh dengan menggunakan berbagai jenis karbohidrat sebagai sumber nutrisi dan resisten terhadap berbagai antibiotik, sedangkan *Bacillus megaterium* mampu bertahan dan berkembang biak pada sisa-sisa bahan organik dan juga berperan sebagai antibiotik. Sehingga mampu menghambat perkembangan mikroorganisme patogen lainnya yang tidak diinginkan

Genus *Bacillus* mempunyai sifat fisiologis yang sangat berguna bagi proses degradasi limbah karena mampu mendegradasi senyawa organik seperti protein, selulosa, dan hidrokarbon. Selain itu bakteri dengan genus *Bacillus* mampu berperan dalam proses nitrifikasi atau merubah nitrit menjadi nitrat, serta bersifat aerob (Claus, 1986).

**b. A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*)**

Pada A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*) kombinasi ini juga memiliki beberapa kesamaan sifat yaitu sama-sama bakteri gram negatif, termasuk golongan bakteri aerob, dan suhu pertumbuhannya 15-30<sup>0</sup>C (Yahya *et al.*, 2012). Menurut Wijaya (2012) *Acinetobacter baumannii* dapat memproduksi enzim katalase atau katalase positif. Ditambahkan oleh Holt *et al.* (2000), bakteri *Nitrococcus* juga memiliki enzim katalase atau katalase positif, bakteri ini juga dapat mengoksidasi amonia menjadi nitrit kecepatan proses nitrifikasinya dipengaruhi oleh jumlah dan konsentrasi mikroba tersebut. Dari penjelasan tentang kedua bakteri ini maka dapat dikatakan bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp.* bersinergi satu sama lain. Ditambahkan oleh Yahya (2014), bakteri *Nitrococcus sp.* bersifat obligat kemolitotrofik, mampu mengoksidasi nitrit

menjadi nitrat untuk menghasilkan energi dan memerlukan CO<sub>2</sub> untuk kebutuhan karbonnya.

**c. A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*)**

Pada kombinasi A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*).

Kombinasi bakteri ini memiliki kesamaan sifat sehingga bisa dikatakan sinergis. Menurut Nugroho (2012), Genus *Acinetobacter* anggota Moraxellaceae keluarga di urutan *Pseudomonadales*. *Acinetobacter baumannii* termasuk bakteri aerob dari golongan bakteri gram negatif, suhu pertumbuhannya 20-30°C dan mempunyai kelebihan dapat mengoksidasi glukosa. Ditambahkan oleh Wijaya (2012), bahwa *Acinetobacter baumannii* dapat memproduksi enzim katalase atau katalase positif, dapat bertahan hidup pada berbagai suhu, pH, dan media seperti tanah, air dan limbah. Bakteri ini juga resisten pada semua jenis antibiotik yang artinya bakteri ini tidak akan terganggu dengan kehadiran bakteri lain meski bersifat antibiotik, dan bakteri ini akan tetap bertahan.

Sedangkan *Pseudomonas putida* menurut Yahya et al, (2014) yaitu bakteri aerob, golongan bakteri gram negatif, tumbuh pada kisaran suhu 25-30°C. Bakteri jenis *Pseudomonas* merupakan bakteri kelompok proteolitik yang berperan dalam proses dekomposisi protein (Wijiyono, 2009). Ditambahkan oleh Pelczar dan Chan (2009), bakteri *Pseudomonas putida* juga memproduksi enzim katalase, hidup di tanah, air, dan permukaan yang bersentuhan dengan tanah atau air. Selain itu bakteri ini juga mampu memanfaatkan senyawa hidrokarbon aromatik (toulen, xilen, dan metil benzoat) sebagai sumber karbon. Genus *Pseudomonas* juga mempunyai keunggulan metabolik dalam biodegradasi dan mereduksi toksisitas limbah yang mengandung bahan aktif seperti deterjen.

Ditambahkan oleh Suharjono (2008), bakteri dengan genus *Pseudomonas* memiliki keunggulan metabolik dalam biodegradasi dan

mereduksi toksisitas limbah yang mengandung bahan aktif deterjen. Genus *Pseudomonas* yang sudah teradaptasi dengan cemaran deterjen memiliki potensi yang lebih tinggi dalam mendegradasi dibandingkan bakteri dengan genus *Pseudomonas* yang berasal dari ekosistem sungai yang tidak tercemar



## 5. KESIMPULAN DAN SARAN

### 5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian penanganan limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*) menggunakan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* secara aerob dapat disimpulkan sebagai berikut:

- a. Perlakuan pemberian kombinasi bakteri A+B (*Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megaterium*), A+N (*Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp*), dan A+P (*Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*) memberikan pengaruh hingga hari ke 10 dan menyebabkan nilai pH menjadi naik. Tetapi pemberian kombinasi bakteri hingga hari ke 10 mampu menurunkan kadar TSS, kadar minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD.
- b. Perlakuan terbaik didominasi kombinasi bakteri A+P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*). Pada kombinasi bakteri A+P dapat menurunkan kadar TSS sebesar 63,85 mg/L, kadar amoniak (NH<sub>3</sub>) sebesar 1,02 mg/L, minyak dan lemak sebesar 1,95 mg/L, BOD sebesar 20,05 mg/L, dan COD sebesar 79,95 mg/L.

### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian pengolahan limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* secara aerob dapat diambil saran :

- Disarankan agar menggunakan 1 jenis bakteri dalam mendegradasi limbah

- Disarankan dalam penelitian selanjutnya tidak dilakukan pengujian minyak dan lemak karena nilai yang didapat pada penelitian ini sangat rendah.



## DAFTAR PUSTAKA

- Abbo, Aharon, Shiri, Navon, O.H. Muntz., T. Krichall., Y.S. Igra dan Y. Carmel. 2005. *Multidrug Resistant Acinetobacter baumannii*. *Jurnal Emerging Infectious Diseases*. 11(1) : 41-46.
- Agustira, R., K.S. Lubis., Jamilah. 2013. Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan. *Jurnal Agroekoteknologi*. 1(3) : 13-25.
- Agustiyan, D., H. Imamuddin., E.N. Faridah dan Oedjijono. 2004 . Pengaruh pH dan Substrat Organik Terhadap Pertumbuhan dan Aktivitas Bakteri Pengoksidasi Amonia. Bidang Mikrobiologi, Pusat Penelitian Biologi-LIPI, Bogor. Fakultas Biologi Universitas Jenderal Soedirman Purwokerto. 5(2) : 43-47
- Akhirruliawati, M.S., dan A. Shofiyatul. 2005. Pengolahan Limbah Cair Pati Secara Aerob Menggunakan Mikroba Degra Simba. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro, Semarang. 2(1): 41-46.
- Anonymous. 2004. Air dan Air Limbah – Bagian 3 : Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid, TSS*) Secara Gravimetri. SNI 06-6989.3:2004. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2004. Air dan Air Limbah – Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) dengan Refluks tertutup secara Spektrofotometri. SNI 06-6979.2-2004. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2004. Air dan Air Limbah – Bagian 10: Cara Uji Minyak dan Lemak Secara Gravimetri. SNI 06-6989.10-2004. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2004. Air dan Air Limbah – Bagian 11: Cara Uji Derajat Keasaman (pH) dengan Menggunakan Alat pH Meter. SNI 06-6989.11-2004. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2005. Air dan Air Limbah – Bagian 30 : Cara Uji Kadar Amonia dengan Spektrofotometer Secara Fenat. SNI 06-6989.30-2005. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2005. Cara Uji Kadar Amonia Dengan Spektrofotometer Secara Fenat. Bagian 30. SNI 06-6989.30-2005. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2009. Air dan Air Limbah – Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/ BOD*). SNI 6979.72:2009. Jakarta.
- \_\_\_\_\_. 2014. Buku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan Atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan. Nomor. 06.

- Aryulina, D., C. Muslim., S Manaf dan E.W. Winarni. 2006. Biologi 1. ESIS. Penerbit Erlangga. Surabaya.
- Charlena, Z.A. Mas'ud., I. Anas., Y. Setiadi dan M. Yani. 2010. Produksi Gas Karbon Dioksida Selama Proses Bioremediasi Limbah *Heavy Oil* Dengan Teknik Landfarmin. Departemen Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 3(1).
- Chasanah, A. N. 2007. Efektivitas Biofilm *Pseudomonas putida* Dengan Medium Pendukung Pipa Pvc Dan Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Kromium (Cr) Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Dano, I. R., C. Masdiana., Padaga dan D. A. Oktavianie. 2013. Pengaruh Pemberian Biosurfaktan Asal *Pseudomonas Sp.* Dengan Media Limbah Minyak Goreng Terhadap Kadar *Total Suspended Solids* (TSS) Dan Lemak Pada Limbah Cair Rumah Potong Ayam (RPA) Tradisional. Program Studi Kedokteran Hewan Universitas Brawijaya. Malang.
- Darmayasa, I. B. G. 2008. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Lipid (Lemak) Pada Beberapa Tempat Pembuangan Limbah Dan Estuari Dam Denpasar. Jurusan Biologi, FMIPA, Universitas Udayana. Denpasar. 8(2).
- Dart, R. K. 2003. *Microbiology For The Analytical Chemist*. Loughborough University. Leicestershire. Inggris.
- Doraja, P.H., M. Shovitri., N.D. Kuswytasari. 2012. Biodegradasi Limbah Domestik Dengan Menggunakan Inokulum Alami Dari Tangki Septik. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya.
- Dwijosaputro. 1989. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Djambatan. Malang.
- Dwipayana dan H.D. Ariesyady. 2009. Identifikasi Keberagaman Bakteri Pada Lumpur Hasil Pengolahan Limbah Cat Dengan Teknik Konvensional Program Studi Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Effendi, H. 2013. Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Sumber Daya dan Lingkungan Perairan. Kasinus. Yogyakarta.
- Fardiaz, S. 1993. Mikrobiologi Pangan 1. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Fidiawati, E. 2010. Pengaruh penambahan Bakteri *Acinetobacter sp.* Secara Aerob Terhadap Karakteristik Limbah Cair pembekuan Ikan. Teknologi Hasil Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Giyanto, A., Suhendar dan Rustam. 2009. Kajian pembiakan bakteri kitinolitik *Pseudomonas fluorescens* dan *Bacillus sp.* pada limbah organik

dan formulasinya sebagai pestisida hayati (BIO Pesticide). Prosiding Seminar hasil penelitian. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Hasan, M I., C P. Masdiana dan Herawati. 2013. Pengaruh Biosurfaktan Asal Bakteri *Pseudomonas sp* Media Limbah Minyak Goreng Terhadap Kadar (COD) dan (BOD) Pada Bioremediasi Limbah Cair Rumah Potong Ayam (RPA) Tradisional Malang. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Brawijaya. Malang.

Hikamah, S R., dan H. Mubarak. 2012. Studi Deskriptif Pengaruh Limbah Industri Perikanan Muncar, Banyuwangi Terhadap Lingkungan Sekitar. *Bioshell*. 1(1): 1-12

Holt, J. G., N. R. Kreig., P. H. A. Sneath., J. T. Staley dan S. T. Williams. 2000. *Bergey's Manual of Systemic Bacteriology. Ninth Edition. Lippincott Williams and Wilkins A Wolters Kluwer Company*. Baltimore. London.

Ibrahim, B. 2004. Pendekatan Penerapan Produksi Bersih Pada Industri Pengolahan Hasil Perikanan. Teknologi Hasil Perikanan. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 7(1): 9-14.

Ibrahim, B. 2005. Kaji Ulang Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Ibrahim, B., A.C. Erungan dan Heriyanto. 2009. Nilai Parameter Biokinetika Proses Denitrifikasi Limbah Cair Industri Perikanan Pada Rasio Cod/Tkn Yang Berbeda. Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. 12(1).

Indriyati dan S.J. Prayitno. 2009. Pengolahan Limbah Cair Industri Minuman Ringan. Pusat Teknologi Lingkungan. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta. 10(1):83-96.

Indriyati. 2005. Pengolahan Limbah Cair Organik Secara Biologi Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT. JAI. 1(3).

Ishartanto, W. A. 2009. Pengaruh Aerasi dan Penambahan Bakteri *Bacillus sp.* dalam Mereduksi Bahan Pencemar Organik Air Limbah Domestik. (Skripsi). Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Institut Pertanian Bogor. Bogor.

Januar W., S. Khotimah dan A. Mulyadi. 2013. Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Lipid dari Instalasi Pengolahan Limbah Cair PPKS PTPN-XIII Ngabang. Kabupaten Landak. Program Studi Biologi, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura. Pontianak. 2(3).

Jasmiati., A. Sofia dan Thamrin. 2010. Bioremediasi Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme (Em4). Program Studi Ilmu Lingkungan. Universitas Riau. Pekanbaru. 2(4)

Jenie, B. S.L dan W.P.R. Rahayu. 1993. Penanganan Limbah Industri Pangan. Penerbit Kasinus. Yogyakarta.

Junaidi dan B.P.D. Hatmanto. 2006. Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pada Industri Tekstil (Studi Kasus PT. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta). Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang. 1(1).

Komarawidjaja, W. 2007. Peran Mikroba Aerob Dalam Pengolahan Limbah Cair Tekstil. Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan, Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi. Jakarta. 8(3).

Kunkel, D. 2013. *Acinetobacter baumannii*. *Scientific stock photography library of light microscope pictures and electron microscopy images featuring science and biomedical microscopy photo*. Pennsylvania.

\_\_\_\_\_.2013. *Bacillus megaterium* Gram negative. *Scientific stock photography library of light microscope pictures and electron microscopy images featuring science and biomedical microscopy photo*. Pennsylvania.

\_\_\_\_\_.2013. *Pseudomonas putida*. Gram negative, rod prokaryote (bacterium). *Scientific stock photography library of light microscope pictures and electron microscopy images featuring science and biomedical microscopy photo*. New York.

Mahida, U.N. 1993. Pencemaran air dan Pemanfaatan Limbah Industri. PT. Raja Grafindo Persada. Jakarta.

Mubarokah, I. 2010. Gabungan Metode Aerasi Dan Adsorpsi Dalam Menurunkan Fenol Dan Cod Pada Limbah Cair Ukm Batik Purnama Di Desa Kliwonan Kecamatan Masaran Kabupaten Sragen Tahun 2010. Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Muhajir, M.S. 2013. Penurunan Limbah Cair Bod Dan Cod Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (*Typha Angustifolia*) Dengan Sistem Constructed Wetland. Skripsi. Jurusan Kimia. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Semarang. Semarang.

Mukhtasor. 2007. Pencemaran Pesisir Laut. Penerbit Pradnya Paramita. Jakarta.

Munawaroh, U., S. Mumu., P. Kancira. 2013. Penyisihan parameter pencemar Lingkungan Pada Limbah Cair Industri tahu menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. Jurusan Teknik Lingkungan. Institut Teknologi Nasional Bandung. Bandung. 1(2).

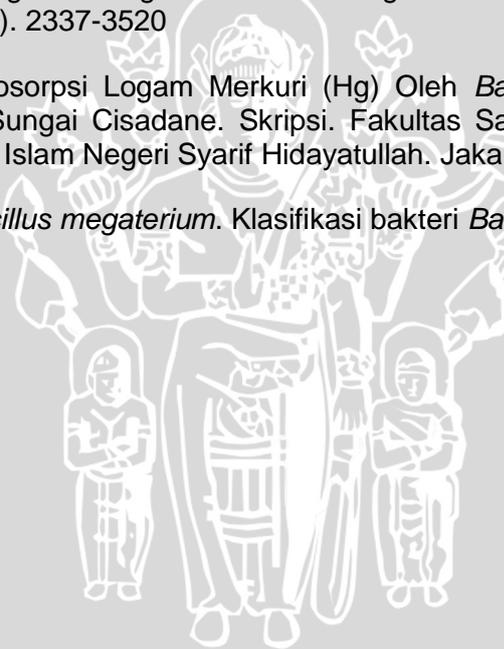
Munn, C.B. 2004. Marine Microbiology Ecology and Applications. BIOS Scientific Publishers. Taylor and Francis Group. London and New York.

- Nazir. 1989. *Metode Penelitian*. Ghalia Indonesia. Jakarta. Hal: 21
- Nicklin, Y. K. Gloema, C. and T. Fogel. 1999. *Miclobiology*. Scientit Publisher. Plymount. New York.
- Ningsih, R.S., dan D. Ermavitalini. 2012. Bioaugmentasi Bakteri Pelarut Fosfat Genus Bacillus pada Modifikasi Media Tanam Pasir dan Kompas (1:1) untuk Pertumbuhan Tanaman Sawi (*Bressica sinensis*). Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh November. Surabaya.
- Nugraha, A.W., A. Supriyanto., Ni'matuzahroh. 2012. Isolasi dan Biodegradasi Limbah Daduk oleh Kapang Selulolitik dari Perkebunan Tebu. Prodi Sarjana Biologi, Departemen Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Airlangga. Surabaya.
- Nugroho, R.B.A. 2012. Hubungan Faktor Risiko Terjadinya Acinetobacter sp MDRO terhadap Kematian Penderita Sepsis di Picu Rumah Sakit Dr Kariadi Semarang. Universitas Diponegoro. Semarang
- Oktavia, D.A., M. Djumali., S. Wibowo., T.C. Sunarti., dan M. Rahayuningsih. 2012. Pengolahan Limbah Cair Perikanan Menggunakan Konsorsium Mikroba Indigenous Proteolitik dan Lipolitik. *Teknologi Industri Pertanian FATETA*. Institut Pertanian Bogor. Bogor. 6(2).
- Paramita, P., M. Shovitri., dan N.D. Kuswytasari. 2012. Biodegradasi Limbah Organik Pasar dengan Menggunakan Mikroorganisme Alami Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni*. Jurusan Biologi, Fakultas MIPA, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya. Surabaya. 1(1).
- Parwati, E. 2014. Analisis Dinamika Fluktuasi TSS (*Total Suspended Solid*) Sepanjang Das Muara Laut Di Perairan Berau Kalimantan Timur. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN. Kalimantan.
- Pelczar, M. J., dan E.C.S. Chan. 2009. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 2*. Penerjemah Hadioetomo R.S., T. Imas., S.S. Tjotroso., S.L. Angka. Penerbit Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta.
- Puspita, D.A., P. Artini dan W. Kusumo. 2006. Isolasi Bakteri Pendegradasi Limbah Industri Karet dan Uji Kemampuannya dalam Perbaikan Kualitas Limbah Industri Karet. Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret. Surakarta. 2(2).
- Rahmawati, A., S. Maya., dan K.N. Dwianita. 2011. Bakteri Aerob Sebagai Bioremediator Limbah Organik Yang Menghasilkan Gas Hidrogen. Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Surabaya.
- Razif, M. 2001. Reayasa Konfigurasi Sistem Adsorpsi dan Biocycle untuk Pengolahan Air Limbah Domestik yang Mengandung Deterjen. Pusat Penelitian KLH Lembaga Penelitian. Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya. Surabaya.

- Rini, M.D.C. 2011. Bioaugmentasi Dalam Limbah Cair Pemindangan Menggunakan Bakteri Indigenous Lingkungan Limbah (*Acinetobacter baumannii*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus subtilis*) Secara Aerob, Untuk Menurunkan Kadar Histamin. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang.
- Romayanto, M.E.B., Wiryanto dan Sajidan. 2006. Pengolahan Limbah Domestik Dengan Aerasi Dan Penambahan Bakteri *Pseudomonas putida*. Jurusan Biologi FMIPA dan Ps. Ilmu Lingkungan PPS Universitas Sebelas Maret. Surakarta.
- Rosmaniar. 2011. Dinamika Biomassa Bakteri dan kadar Limbah Nitrogen Pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Intensif Sistem Heterotrofik. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Santi, D.N. 2004. Pengelolaan Limbah Cair Pada Industri Penyamakan Kulit Industri Pulp Dan Kertas Industri Kelapa Sawit. Fakultas Kesehatan Masyarakat. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sarbini, K. 2012. Biodegradasi Pyrena Menggunakan *Bacillus Subtilis* C19. Fakultas Teknik Program Studi Teknologi Bioproses. Departemen Teknik Kimia. Universitas Indonesia. Depok.
- Setiyono dan Y. Satmoko. 2008. Dampak Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Industri Pengolahan Ikan di Muncar. Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Banyuwangi. 4(1).
- Sihaloho, R.M. 2008. Penentuan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Limbah Cair Pulp Dengan Metode *Spektrofotometri Visible* di PT. Toba Pulp Lestari, Tbk. Karya Ilmiah, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Sjafei, A. 2001. Studi Mengenai Karakteristik dan Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan . Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Skinner, F.A dan D.W. Lovelock. 1979. Identification Methods For Microbiologists. Academic Press Inc. London.
- Sudarmadji, S., B. Haryono, dan Suhardi. 2007. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta.
- Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Suligundi B. T. 2013. Penurunan Kadar Cod (*Chemical Oxygen Demand*) Pada Limbah Cair Karet Dengan Menggunakan Reaktor Biosand Filter Yang Dilanjutkan Dengan Reaktor Activated Carbon. Prodi Teknik Lingkungan Jurusan Teknik Sipil Fakultas Teknik Universitas Tanjungpura. 13(1).

- Sulistiono. 2011. Reproduksi Ikan Rejung (*Sillago sihama* Forsskal) Diperairan mayangan, Subang, Jawa Barat. Jurnal Ichtiologi Indonesia. 11(1):55-65.
- Surachmadi, W. 1994. Pengantar Penelitian Dasar. Penerbit Tarsito. Bandung.
- Suriawira, U. 2003. Mikrobiologi Air dan Dasar-Dasar Pengolahan Buangan Secara Biologis. P.T Alumni. Bandung.
- Susana, E. dan S. Tri. 2006. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Rambut Palsu Dengan Cara Kimia Dan Biologi Aerob. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro. Semarang.
- Tarigan, M.S. dan Edward. 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. Bidang Dinamika Laut, Pusat Penelitian Oseanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 7(3).
- Tarigan, A., T. Markus., Lasut dan S.O. Tilaar. 2013. Kajian Kualitas Limbah Cair Domestik Di Beberapa Sungai Yang Melintasi Kota Manado Dari Aspek Bahan Organik Dan Anorganik. Program Studi Ilmu Kelautan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Sam Ratulangi Manado. 1(1).
- Titiresmi dan S. Nida. 2006. Teknologi Biofilter Untuk Pengolahan Limbah Ammonia. Balai Teknologi Lingkungan, BPPT. Jakarta. 7(2).
- Triatmojo, S. 2003. Pengomposan Feses Sapi Perah dan Lumpur Limbah Penyamakan Kulit. Fakultas Peternakan, Universitas Gajah Mada.. Yogyakarta.
- Umar, U. 2003. Metode Riset Bisnis. PT. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Waryanti, A., Sudarno dan E. Sutrisno. 2014. Studi Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Pada Pembuatan Pupuk Cair Dari Limbah Air Cucian Ikan Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro (CPNK). Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP. Semarang.
- Widjaja, T. dan L. Sunarko. 2007. Pengaruh Perbandingan Nutrisi Terhadap Pengolahan Minyak Secara Biologis Dengan Bakteri Mixed-Culture. Jurusan Teknik Kimia FTI. ITS. Surabaya. 6(3).
- Widyaningsih, L. 2004. Reproduksi Ikan Rejung (*Sillago sihama*) di Perairan Pantai Mayang, Subang, Jawa Barat. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Wigyanto, N. Hidayat, dan A. Ariningrum. 2009. Bioremediasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Sanan Serta Perencanaan Unit Pengolahannya (Kajian Pengaturan Kecepatan Aerasi Dan Waktu Inkubasi). Jurnal Teknologi Pertanian. Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fak. Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Malang. 10(2).

- Wijaya, R.S. dan Cucunawangsih. 2012. Bakteri *Acinetobacter baumannii*. Departemen Immunologi dan Mikrobiologi. Fakultas Kedokteran Universitas Pelita Harapan. Tangerang.
- Winarno, F.G dan S. Fardiaz. 1974. Polusi dan Analisa Air. Departemen Teknologi Hasil Pertanian. FATEMETA IPB. Bogor.
- Winarno, F. G. 2004. Kimia Pangan dan Gizi. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- Yahya., Soemarno., Y. Risjani dan H. Nursyam. 2012. *Effectiveness Of Bacteria Decarboxylase That Is Isolated From Mangrove Waters For Decompose Histidine To Histamine*. Faculty of Fisheries and Marine Brawijaya University. Malang.
- Yahya., H. Nursyam., Y. Risjani dan Soemarno. 2014. Karakteristik Bakteri di Perairan Mangrove Pesisir Kraton Pasuruan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya. Malang. 19 (1) : 35-42.
- Zahidah, D dan M. Shovitri. 2013. Isolasi, Karakterisasi dan Potensi Bakteri Aerob Sebagai Pendegradasi Limbah Organik. Jurnal Sains Dan Seni Pomits. 2(1). 2337-3520
- Zarkasyi, H. 2008. Biosorpsi Logam Merkuri (Hg) Oleh *Bacillus megaterium* Asal Hilir Sungai Cisadane. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Zipcodezoo. 2015. *Bacillus megaterium*. Klasifikasi bakteri *Bacillus megaterium*.



Lampiran 1.

**Pengambilan Sampel Limbah Cair Pembekuan Kaca Piring**

Limbah cair pembekuan ikan kaca piring dari PT. Inti Luhur Fuja Abadi

Diambil pada bak air pencucian pertama dan kedua

Dihomogenkan

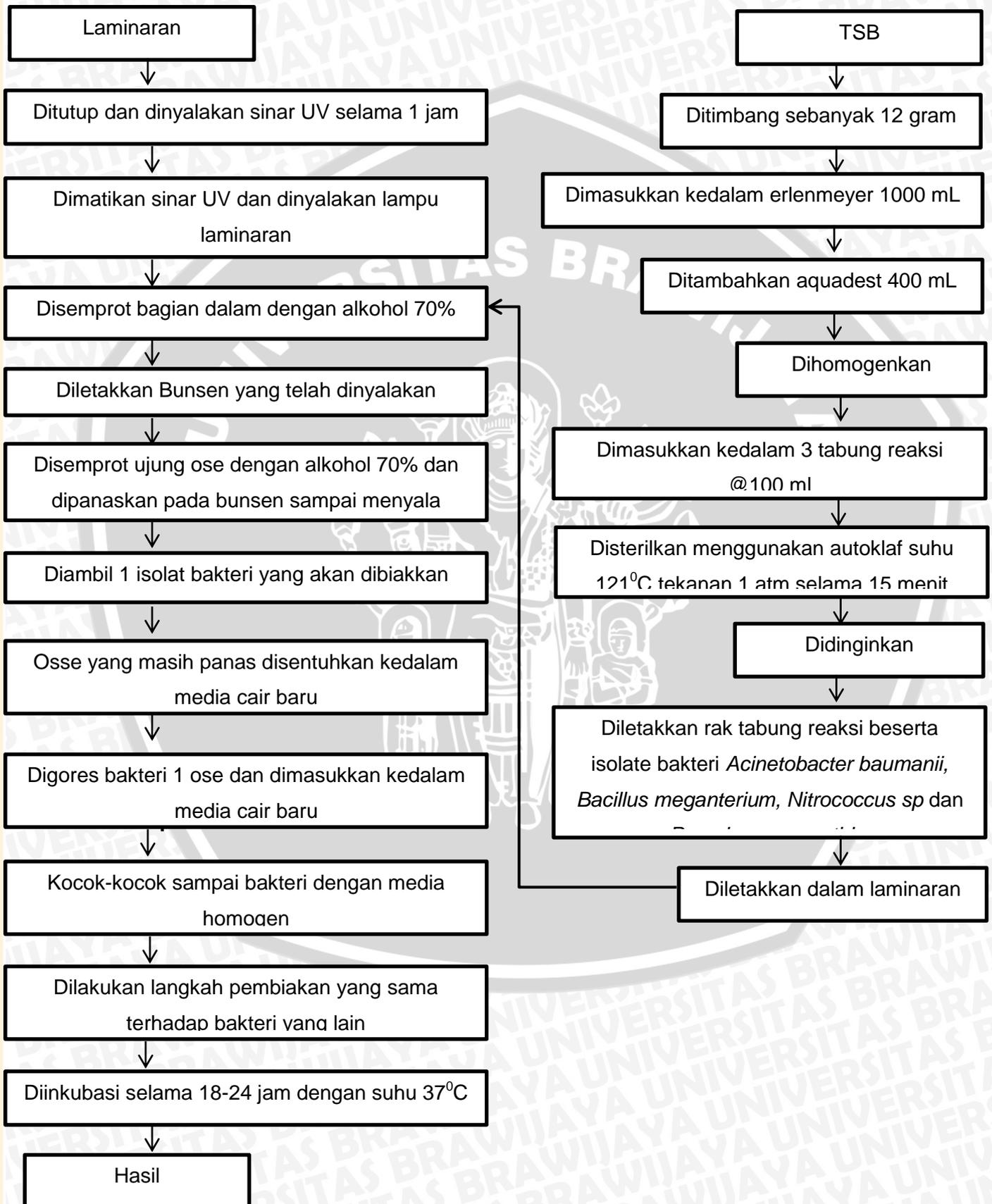
Dimasukkan kedalam dirigen steril

Dirigen dimasukkan kedalam coolbox yang berisi es batu dan ditutup rapat

Dibawa ke Laboratorium

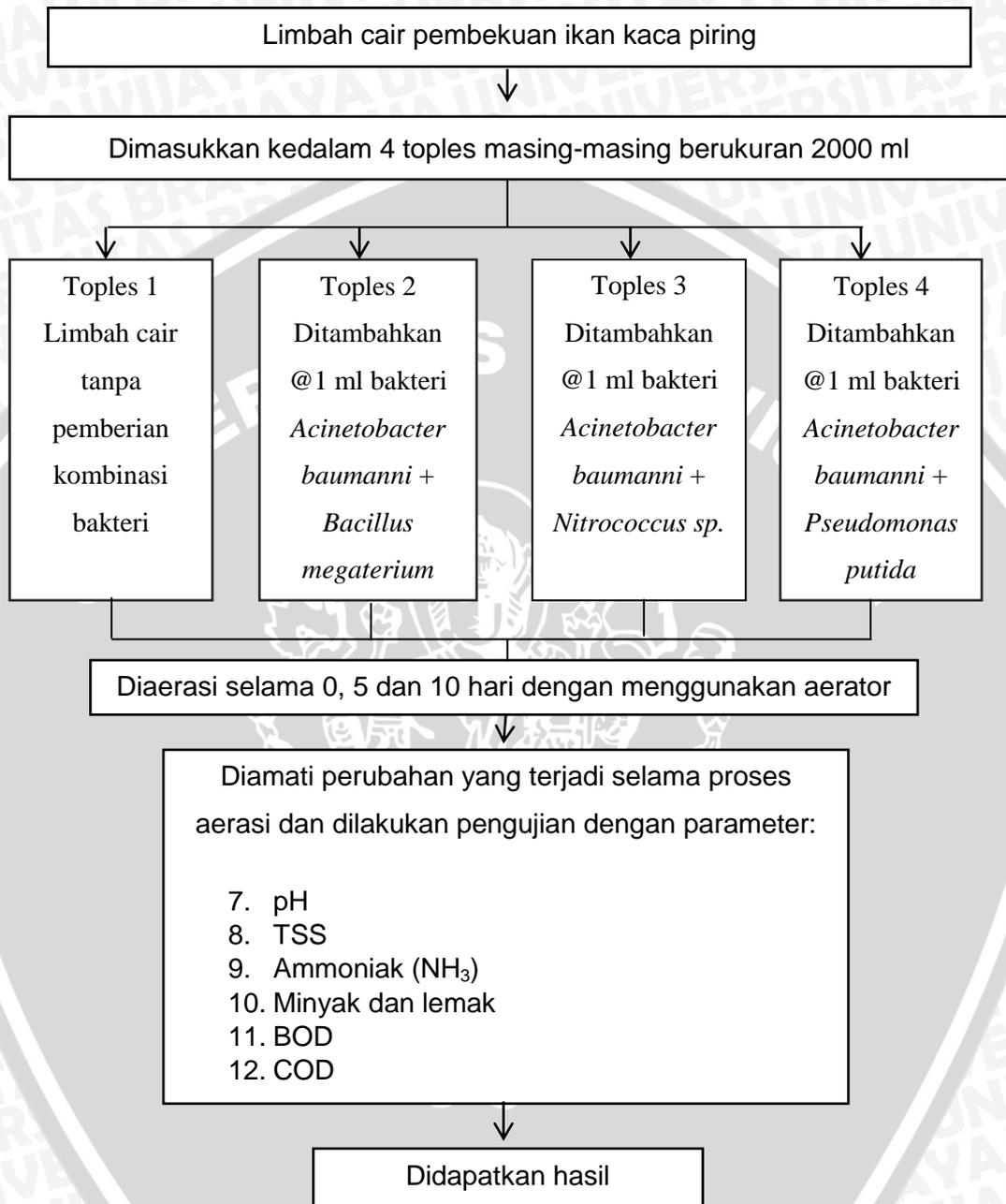
Lampiran 2.

Pembiakan Bakteri



Lampiran 3.

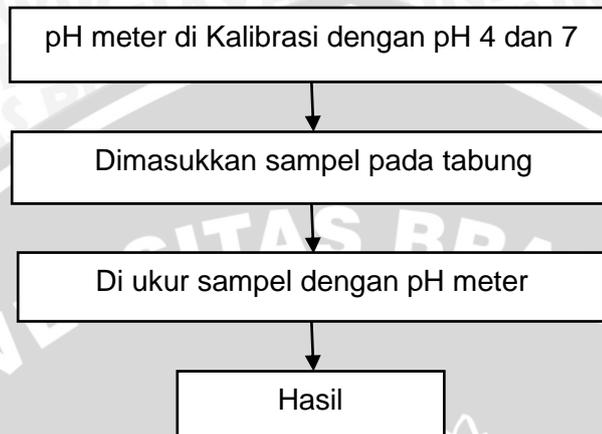
Prosedur Kerja Aerasi



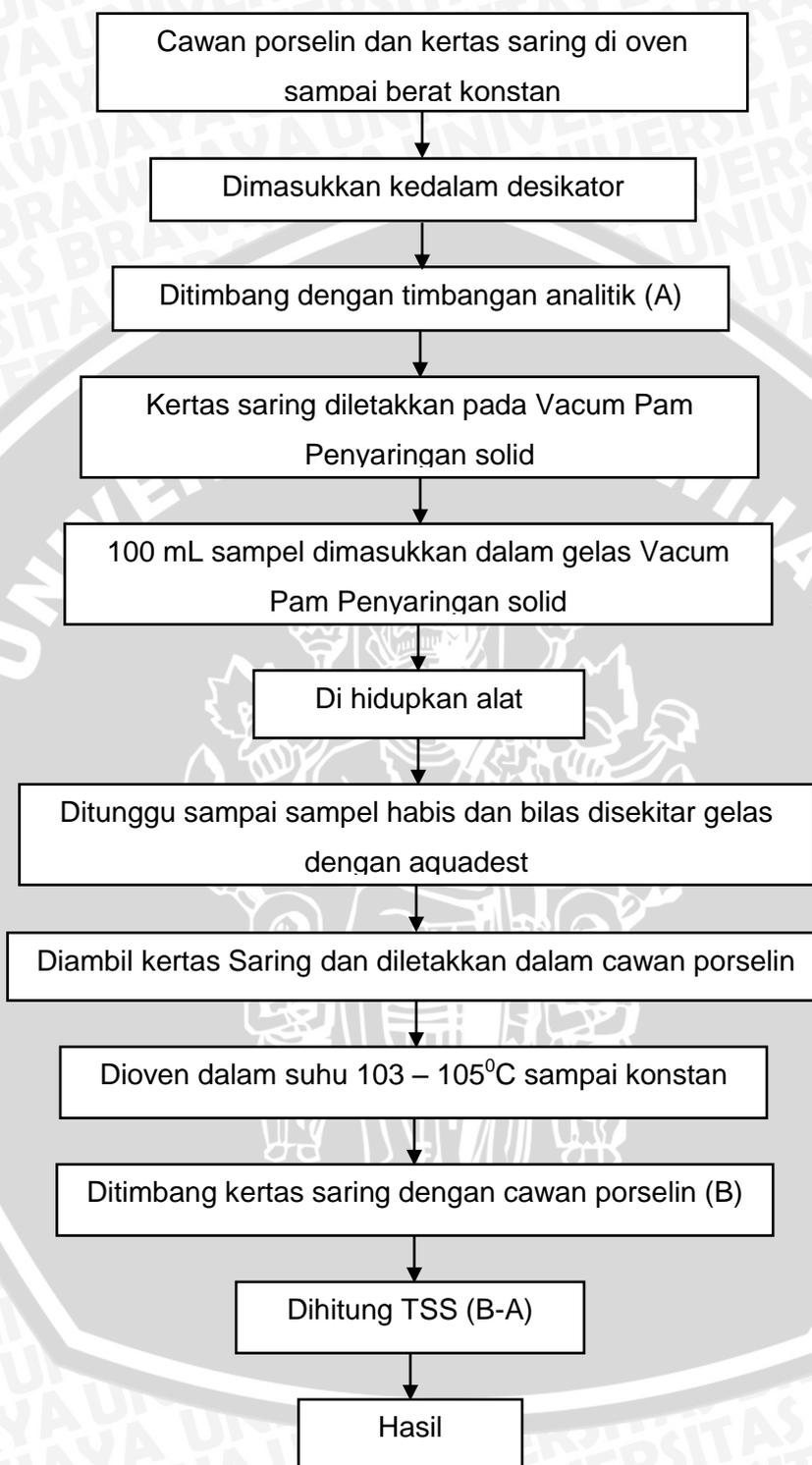
Lampiran 4.

**Prosedur Kerja Analisa Kualitas Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring**

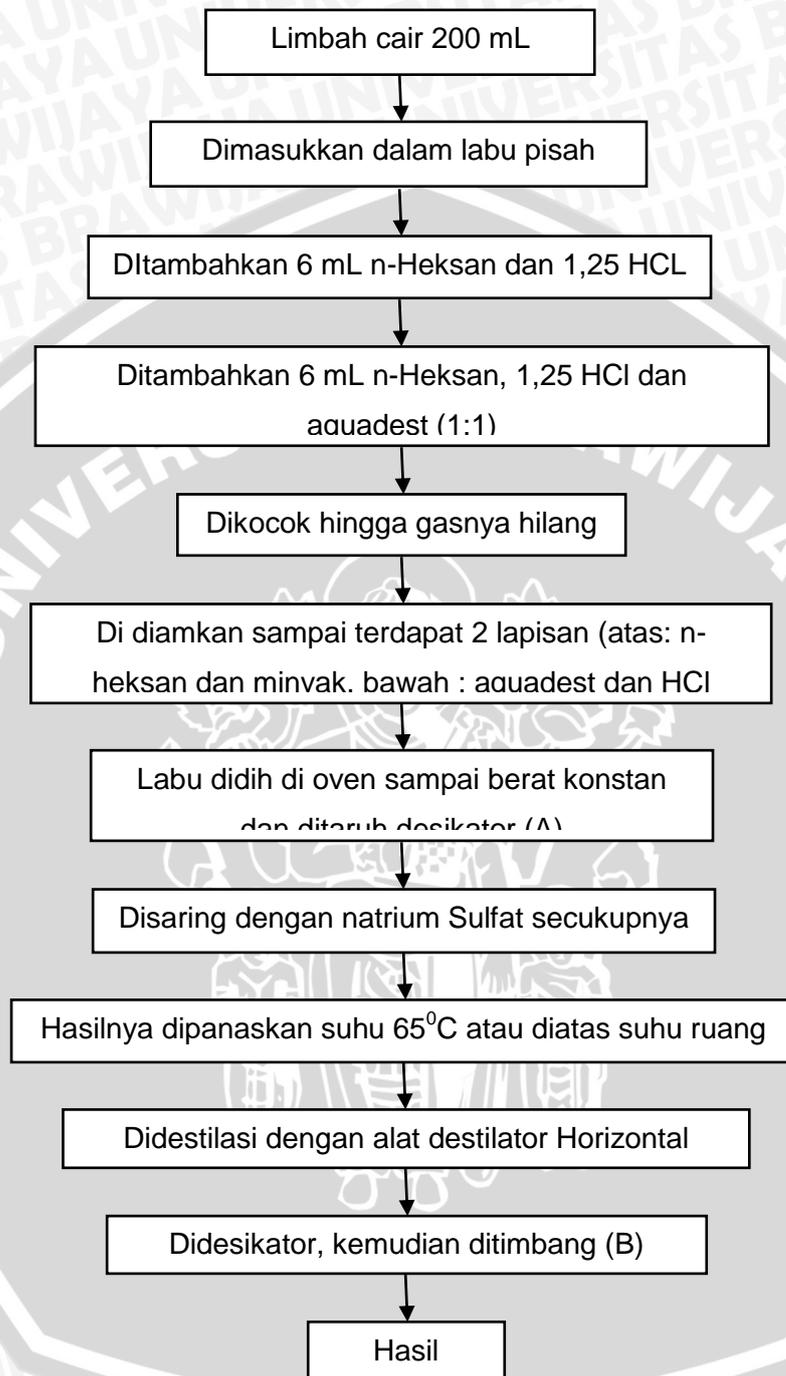
- Prosedur kerja pengujian pH



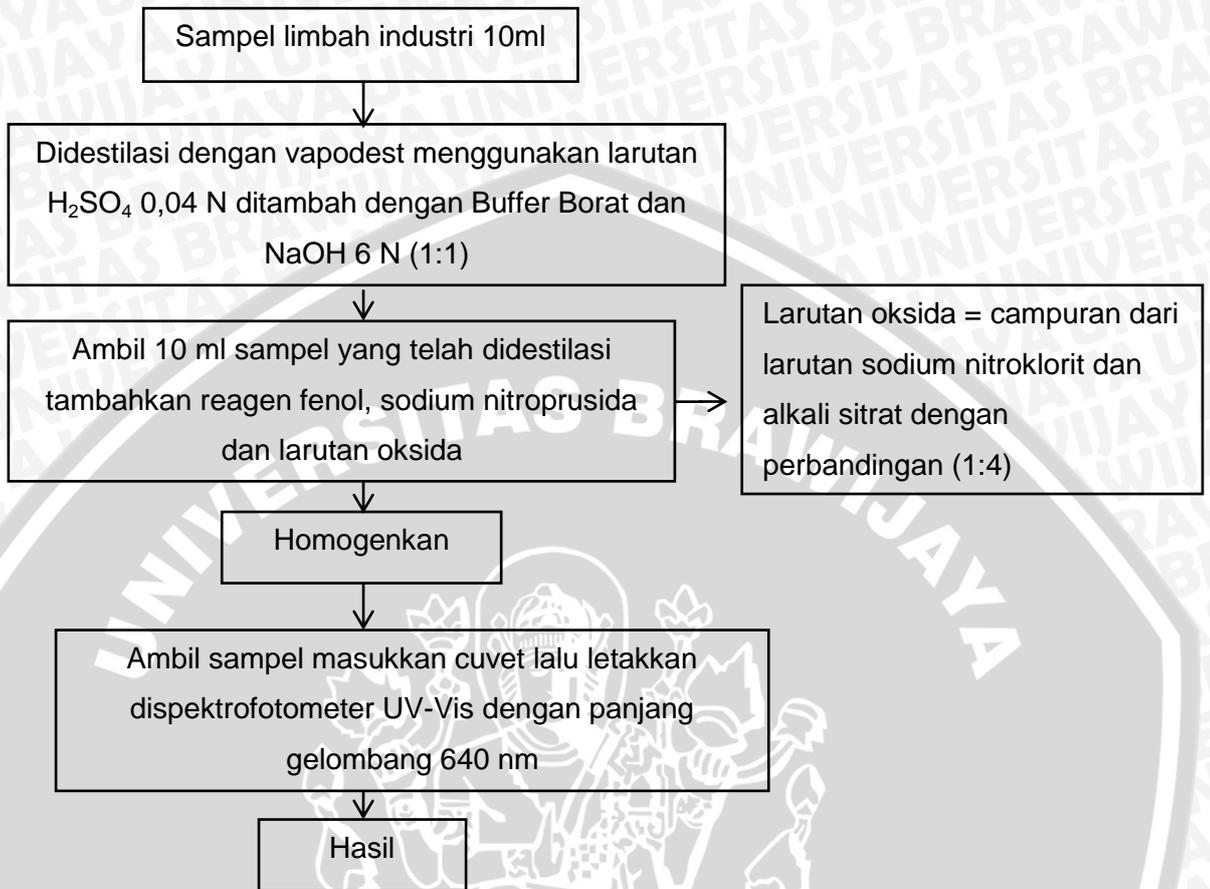
- Prosedur kerja pengujian kadar TSS (*Total Suspended Solid*)



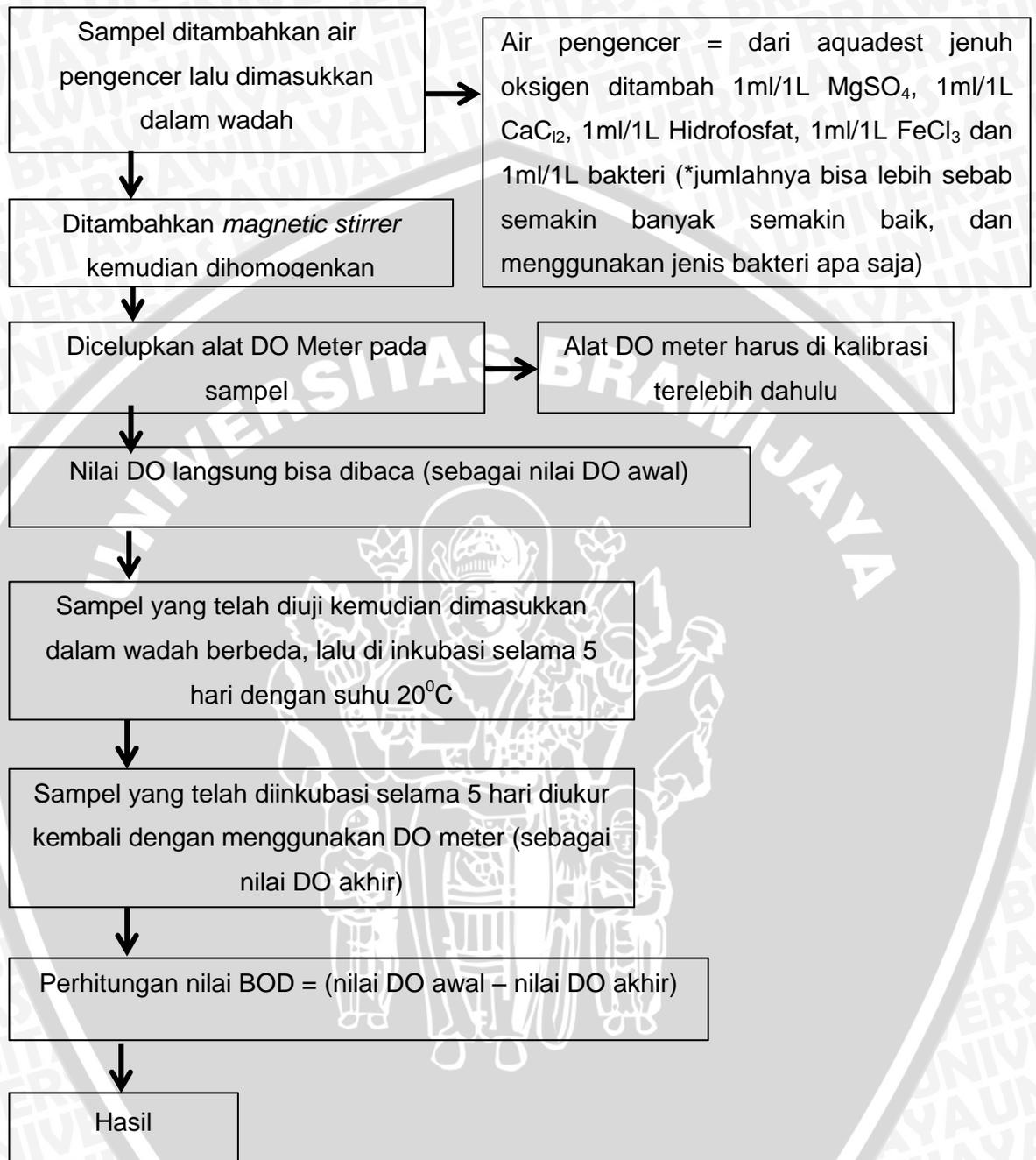
- Prosedur kerja pengujian kadar minyak dan lemak



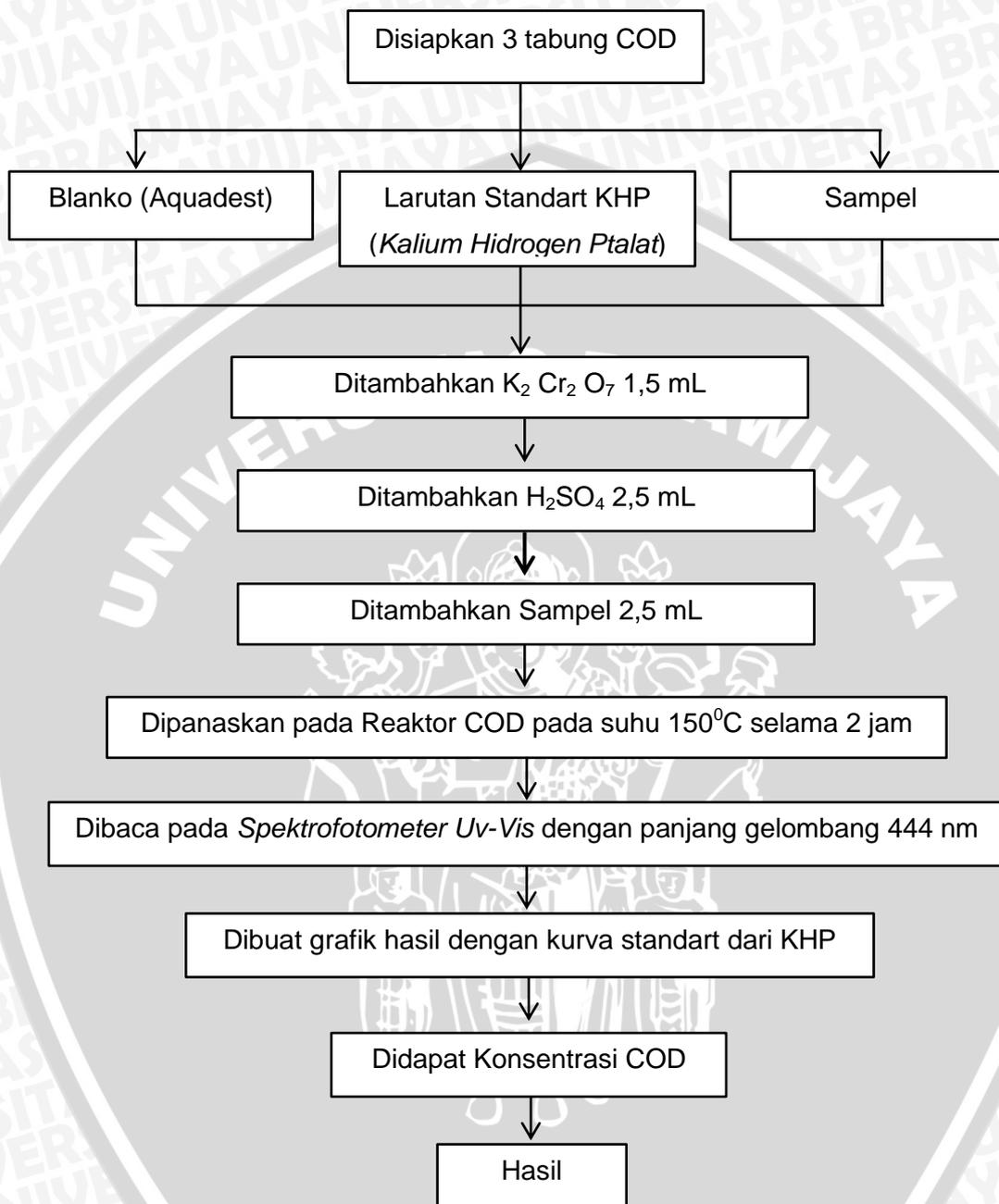
- Prosedur kerja pengujian kadar amonia



➤ Prosedur Pengujian Kadar BOD



➤ Prosedur Kerja Kadar COD



Lampiran 5.

Pengambilan Sampel Limbah Cair

Gambar	Proses
	Ikan Kaca Piring ( <i>Sillago sihama</i> ).
	Proses pencucian ikan kaca piring
	Limbah pencucian 1 dan 2 ikan kaca piring
	Pemindahan limbah pencucian ikan kaca piring ke dalam dirigen untuk dijadikan sampel penelitian.

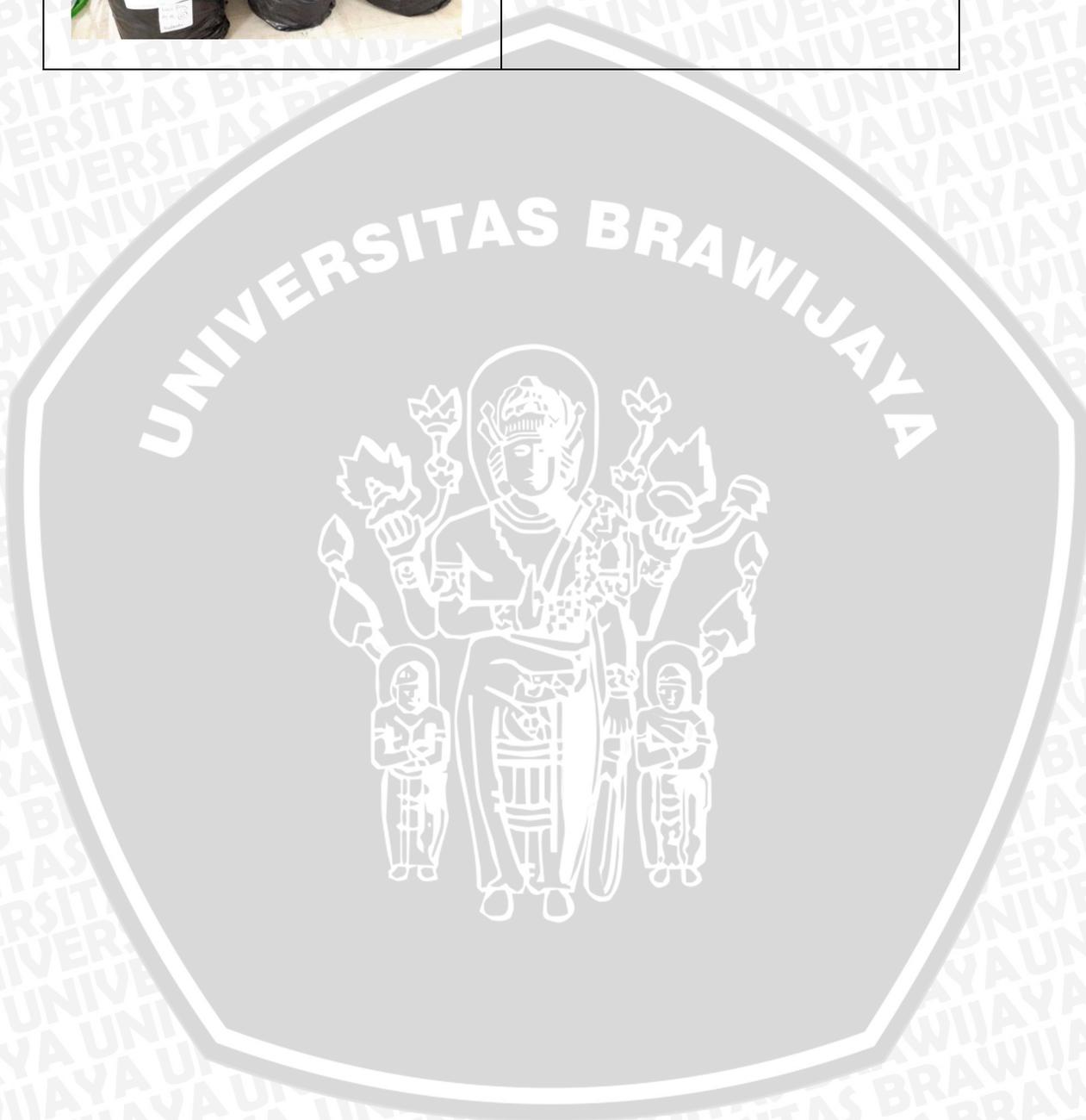
Lampiran 6.

Proses Aerasi

Gambar	Proses
	Limbah cair
	Penuangan limbah cair ke dalam toples
	Persiapan Bakteri
	Penyuntikan bakteri kedalam limbah cair



Aerasi Limbah



Lampiran 7.

Pengamatan Aerasi Limbah Cair

- Pengamatan aerasi limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan menggunakan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumani* dan *Bacillus megaterium*.

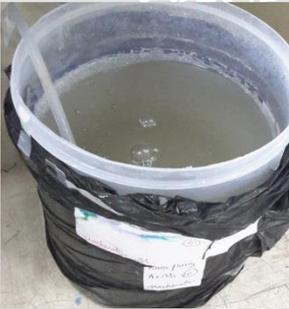
Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		<ul style="list-style-type: none"><li>— Warna putih keruh</li><li>— Bau amis</li><li>— Tidak ada endapan</li><li>— Tidak ada buih</li></ul>
1		<ul style="list-style-type: none"><li>— Warna putih keruh</li><li>— Bau amis</li><li>— Tidak ada endapan</li><li>— Sedikit berbuih</li></ul>
2		<ul style="list-style-type: none"><li>— Warna putih keruh</li><li>— Bau agak menyengat</li><li>— Terdapat endapan</li><li>— Sedikit berbuih</li></ul>
3		<ul style="list-style-type: none"><li>— Warna putih keruh</li><li>— Bau menyengat</li><li>— Terdapat endapan</li><li>— Sedikit berbuih</li></ul>

<p>4</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih agak keruh</li> <li>— Bau agak menyengat</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih agak bening</li> <li>— Bau agak menyengat</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Ada buih</li> </ul>
<p>6</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih bening</li> <li>— Bau agak menyengat</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>7</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih bening</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>

<p>8</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih bening</li> <li>— Sedikit berbau</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>9</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih bening</li> <li>— Tidak menyengat</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>10</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna bening</li> <li>— Tidak menyengat</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>

- Pengamatan aerasi limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan Menggunakan kombinasi bakteri A+N (*Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp*) secara aerob

Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau amis</li> <li>— Tidak ada endapan</li> <li>— Tidak ada buih</li> </ul>
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau amis</li> <li>— Tidak ada endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
2		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Sedikit endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>

<p>3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— berbuih</li> </ul>
<p>4</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Berbuih</li> </ul>
<p>5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau menyengat</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Berbuih</li> </ul>
<p>6</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih agak bening</li> <li>— Bau menyengat</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Berbuih</li> </ul>

<p>7</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih agak bening</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>8</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih bening</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Sedikit ada endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>9</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna bening</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Sedikit ada endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>10</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna bening</li> <li>— Tidak berbau</li> <li>— Terdapat endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>

- Pengamatan aerasi limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan Menggunakan kombinasi bakteri A+P (*Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*) secara aerob

Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau amis</li> <li>— Tidak ada endapan</li> <li>— Tidak ada buih</li> </ul>
1		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau amis</li> <li>— Tidak ada endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
2		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau agak menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Berbuih</li> </ul>

<p>3</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>4</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih keruh</li> <li>— Bau menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>5</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih agak bening</li> <li>— Bau menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>6</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih agak bening</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>

<p>7</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih bening</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>8</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna putih bening</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>9</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna bening</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>
<p>10</p>		<ul style="list-style-type: none"> <li>— Warna bening</li> <li>— Bau sedikit menyengat</li> <li>— Terdapat sedikit endapan</li> <li>— Sedikit berbuih</li> </ul>

Lampiran 8.

Perhitungan Parameter Uji

A. pH

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	6.8	6.5	6.65	19.95	6.65	0.15
	A+B	6.8	6.5	6.65	19.95	6.65	0.15
	A+N	6.8	6.5	6.65	19.95	6.65	0.15
	A+P	6.8	6.5	6.65	19.95	6.65	0.15
5	Kontrol	7.2	7	7.1	21.3	7.1	0.1
	A+B	8.2	7.8	8	24	8	0.2
	A+N	8.1	8	8.05	24.15	8.05	0.05
	A+P	8	8.1	8.05	24.15	8.05	0.05
10	Kontrol	7.5	7.2	8	22.7	8	0.40
	A+B	8.3	8.1	8.2	24.6	8.2	0.1
	A+N	8.2	8.4	8.3	24.9	8.3	0.1
	A+P	8.5	8.3	8.4	25.2	8.4	0.1
Total		91.2	88.9	90.7	270.8		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata - rata
Kontrol	19.95	21.3	22.7	63.95	21.32
A+B	19.95	24	24.6	68.55	22.85
A+N	19.95	24.15	24.9	69	23
A+P	19.95	24.15	25.2	69.3	23.1
Total	79.8	93.6	97.4	270.8	

FK	=	2037.017778
JK Total	=	18.20722222
JK Ulangan	=	0.243888889
JK Perlakuan Kombinasi	=	17.53055556
JK Galat	=	0.432777778

## ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%
Ulangan	2	18.2072	9.10361	126.212	5.14
Perlakuan Kombinasi	3	17.5306	5.84352	81.0141	4.76
Galat	6	0.43278	0.07213		
Total	11				
BNT	2.447				
	0.309802				

### Pengamatan Hari 0

Perlakuan	Notasi
Kontrol	a
A+B	a
A+N	a
A+P	a

### Pengamatan Hari 5

Perlakuan	Notasi
Kontrol	a
A+B	b
A+N	c
A+P	c

### Pengamatan Hari 10

Perlakuan	Notasi
Kontrol	a
A+B	b
A+N	c
A+P	d

Karena  $F_{\text{hitung}} > F_{5\%}$ , maka terima  $H_1$  pada taraf kepercayaan 95%, artinya ada perbedaan pengaruh antara masing-masing perlakuan kombinasi bakteri terhadap nilai pH pada limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring.

## B. TSS (Total Suspended Solid)

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	105.1	107.5	106.3	318.9	106.3	1.2
	A+B	105.1	107.5	106.3	318.9	106.3	1.2
	A+N	105.1	107.5	106.3	318.9	106.3	1.2
	A+P	105.1	107.5	106.3	318.9	106.3	1.2
5	Kontrol	101.3	103.5	102.4	307.2	102.4	1.1
	A+B	96.7	97.4	97.05	291.15	97.05	0.35
	A+N	98.8	97.6	98.2	294.6	98.2	0.6
	A+P	80.4	81.3	80.85	242.55	80.85	0.45
10	Kontrol	98.2	97.5	98	293.7	98	0.36
	A+B	68.7	67.8	68.25	204.75	68.25	0.45
	A+N	74.9	73.5	74.2	222.6	74.2	0.7
	A+P	62.4	63.3	62.85	188.55	62.85	0.45
Total		1101.8	1111.9	1107	3320.7		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata – rata
Kontrol	318.9	307.2	293.7	919.8	306.6
A+B	318.9	291.15	204.75	814.8	271.6
A+N	318.9	294.6	222.6	836.1	278.7
A+P	318.9	242.55	188.55	750	250
Total	1275.6	1135.5	909.6	3320.7	

FK	=	306307
JK Total	=	8654.72
JK Ulangan	=	4.25167
JK Perlakuan Kombinasi	=	8637.36
JK Galat	=	13.1083

### ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	8654.72	4327.36	1980.74	5.14	10.92
Perlakuan Kombinasi	3	8637.36	2879.12	1317.84	4.76	9.78
Galat	6	13.1083	2.18472			
Total	11					
BNT	2.447					
	1.70501					

## Pengamatan Hari 0

Perlakuan	Notasi
Kontrol	a
A+B	a
A+N	a
A+P	a

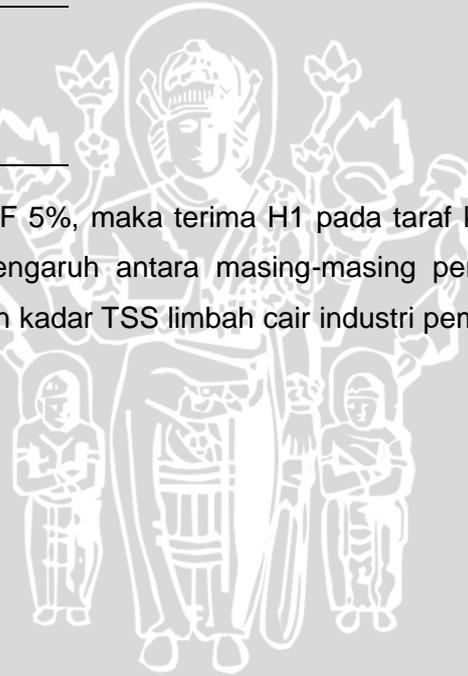
## Pengamatan Hari 5

Perlakuan	Notasi
Kontrol	d
A+B	b
A+N	c
A+P	a

## Pengamatan Hari 10

Perlakuan	Notasi
Kontrol	d
A+B	b
A+N	c
A+P	a

Karena  $F$  hitung  $>$   $F$  5%, maka terima  $H_1$  pada taraf kepercayaan 95%, artinya ada perbedaan pengaruh antara masing-masing perlakuan kombinasi bakteri terhadap penurunan kadar TSS limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring.



### C. Amonia

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	16.4	15.8	16.1	48.3	16.1	0.3
	A+B	16.4	15.8	16.1	48.3	16.1	0.3
	A+N	16.4	15.8	16.1	48.3	16.1	0.3
	A+P	16.4	15.8	16.1	48.3	16.1	0.3
5	Kontrol	14.5	12.8	13.6	40.9	13.6	0.85
	A+B	9.58	9.85	9.715	29.15	9.72	0.14
	A+N	8.5	8.73	8.615	25.85	8.62	0.12
	A+P	5.89	5.9	5.90	17.685	5.90	0.005
10	Kontrol	12.8	13.5	13	39.3	13	0.36
	A+B	1.74	1.05	1.395	4.185	1.40	0.345
	A+N	1.51	0.752	1.131	3.39	1.13	0.38
	A+P	1.35	0.692	1.021	3.06	1.02	0.33
Total		121.47	116.474	118.772	356.716		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata – rata
Kontrol	48.3	40.9	39.3	128.5	42.83
A+B	48.3	29.145	4.185	81.63	27.21
A+N	48.3	25.845	3.393	77.538	25.85
A+P	48.3	17.685	3.063	69.048	23.02
Total	193.2	113.575	49.941	356.716	

FK = 3534.62  
 JK Total = 1274.42  
 JK Ulangan = 1.04222  
 JK Perlakuan Kombinasi = 1271.19  
 JK Galat = 2.18921

### ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	1274.42	637.21	1746.41	3.44	5.75
Perlakuan Kombinasi	3	1271.19	423.729	1161.32	2.26	3.18
Galat	6	2.18921	0.36487			
Total	11					
BNT	2.447	0.69678				

## Pengamatan Hari 0

Perlakuan	Notasi
Kontrol	a
A+B	a
A+N	a
A+P	a

## Pengamatan Hari 5

Perlakuan	Notasi
Kontrol	d
A+B	c
A+N	b
A+P	a

## Pengamatan Hari 10

Perlakuan	Notasi
Kontrol	c
A+B	b
A+N	a
A+P	a

Karena  $F_{hitung} > F_{5\%}$ , maka terima  $H_1$  pada taraf kepercayaan 95%, artinya ada perbedaan pengaruh antara masing-masing perlakuan kombinasi bakteri terhadap penurunan kadar amonia limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring.

#### D. Minyak dan Lemak

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	2.5	3	2.75	8.25	2.75	0.25
	A+B	2.5	3	2.75	8.25	2.75	0.25
	A+N	2.5	3	2.75	8.25	2.75	0.25
	A+P	2.5	3	2.75	8.25	2.75	0.25
5	Kontrol	2.4	2.8	2.6	7.8	2.6	0.20
	A+B	2.3	2.4	2.35	7.05	2.35	0.05
	A+N	2.4	2.5	2.45	7.35	2.45	0.05
	A+P	2.2	2.1	2.15	6.45	2.15	0.05
10	Kontrol	2.3	2.4	2.35	7.05	2	0.05
	A+B	2.1	2.2	2.15	6.45	2.15	0.05
	A+N	2.2	2.3	2.25	6.75	2.25	0.05
	A+P	1.9	2	1.95	5.85	1.95	0.05
Total		27.8	30.7	29.25	87.75		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata - rata
Kontrol	8.25	7.8	7.05	23.1	7.70
A+B	8.25	7.05	6.45	21.75	7.25
A+N	8.25	7.35	6.75	22.35	7.45
A+P	8.25	6.45	5.85	20.55	6.85
Total	33	28.65	26.1	87.75	

FK	=	213.891
JK Total	=	3.22688
JK Ulangan	=	0.35042
JK Perlakuan Kombinasi	=	2.61187
JK Galat	=	0.26458

#### ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	3.22688	1.61344	36.5882	3.44	5.75
Perlakuan Kombinasi	3	2.61187	0.87062	19.7433	2.26	3.18
Galat	6	0.26458	0.0441			
Total	11					
BNT	2.447					
	0.242233					

## Pengamatan Hari 0

Perlakuan	Notasi
Kontrol	a
A+B	a
A+N	a
A+P	a

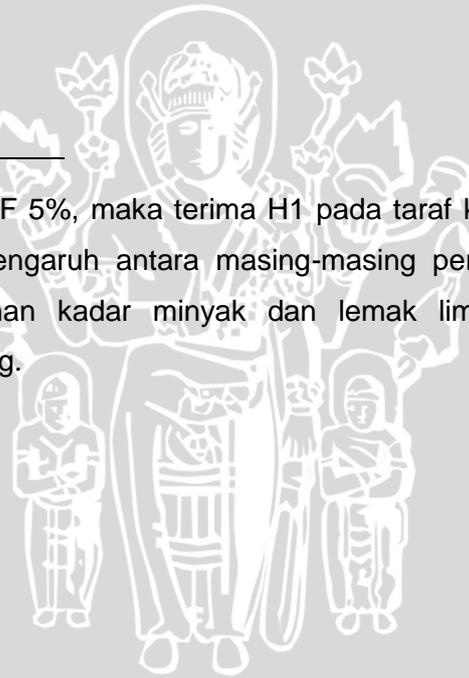
## Pengamatan Hari 5

Perlakuan	Notasi
Kontrol	c
A+B	a
A+N	b
A+P	a

## Pengamatan Hari 10

Perlakuan	Notasi
Kontrol	c
A+B	a
A+N	b
A+P	a

Karena  $F_{hitung} > F_{5\%}$ , maka terima  $H_1$  pada taraf kepercayaan 95%, artinya ada perbedaan pengaruh antara masing-masing perlakuan kombinasi bakteri terhadap penurunan kadar minyak dan lemak limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring.



### E. BOD (Biochemical Oxygen Demand)

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	71.1	70.6	70.85	212.55	70.85	0.25
	A+B	71.1	70.6	70.85	212.55	70.85	0.25
	A+N	71.1	70.6	70.85	212.55	70.85	0.25
	A+P	71.1	70.6	70.85	212.55	70.85	0.25
5	Kontrol	69.2	68.5	68.8	206.5	68.8	0.35
	A+B	61.9	60.5	61.2	183.6	61.2	0.7
	A+N	68.9	67.5	68.2	204.6	68.2	0.7
	A+P	47.9	46.8	47.35	142.05	47.35	0.55
10	Kontrol	64.5	63.8	64	192.3	64	0.36
	A+B	39.4	38.8	39.1	117.3	39.1	0.3
	A+N	53.4	52.5	52.95	158.85	52.95	0.45
	A+P	19.4	20.7	20.05	60.15	20.05	0.65
Total		709	701.5	705.05	2115.55		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata - rata
Kontrol	212.55	206.5	192.3	611.35	203.78
A+B	212.55	183.6	117.3	513.45	171.15
A+N	212.55	204.6	158.85	576	192
A+P	212.55	142.05	60.15	414.75	138.25
Total	850.2	736.75	528.6	2115.55	

FK	=	124321
JK Total	=	8580.95
JK Ulangan	=	2.34597
JK Perlakuan Kombinasi	=	8575.95
JK Galat	=	2.65569

### ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	8580.95	4290.48	9693.46	3.44	5.75
Perlakuan Kombinasi	3	8575.95	2858.65	6458.54	2.26	3.18
Galat	6	2.65569	0.44262			
Total	11					
BNT		2.447				
		0.767434				

## Pengamatan Hari 0

Perlakuan	Notasi
Kontrol	a
A+B	a
A+N	a
A+P	a

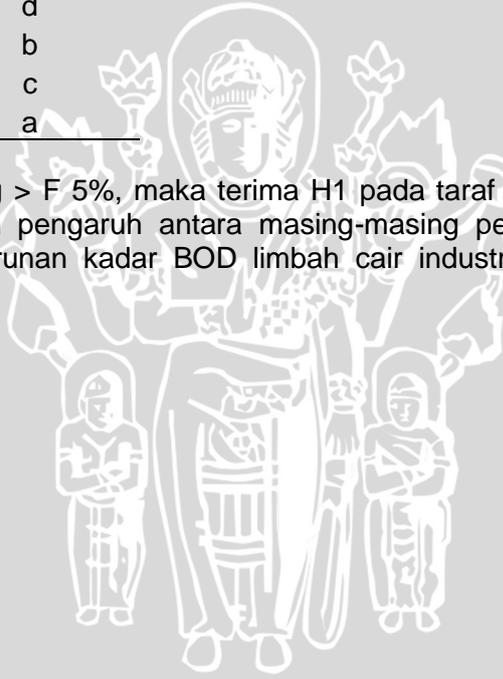
## Pengamatan Hari 5

Perlakuan	Notasi
Kontrol	d
A+B	b
A+N	c
A+P	a

## Pengamatan Hari 10

Perlakuan	Notasi
Kontrol	d
A+B	b
A+N	c
A+P	a

Karena  $F_{hitung} > F_{5\%}$ , maka terima  $H_1$  pada taraf kepercayaan 95%, artinya ada perbedaan pengaruh antara masing-masing perlakuan kombinasi bakteri terhadap penurunan kadar BOD limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring.



## F. COD (Chemical Oxygen Demand)

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	257.1	255.8	256.45	769.35	256.45	0.65
	A+B	257.1	255.8	256.45	769.35	256.45	0.65
	A+N	257.1	255.8	256.45	769.35	256.45	0.65
	A+P	257.1	255.8	256.45	769.35	256.45	0.65
5	Kontrol	250.3	248.8	249.6	748.7	249.6	0.75
	A+B	173.5	172.7	173.1	519.3	173.1	0.4
	A+N	195.9	194.8	195.35	586.05	195.35	0.55
	A+P	113.5	112.2	112.85	338.55	112.85	0.65
10	Kontrol	248.7	246.2	247	741.9	247	1.28
	A+B	85.31	84.5	84.905	254.715	84.905	0.405
	A+N	108.5	107.8	108.15	324.45	108.15	0.35
	A+P	80.39	79.5	79.945	239.835	79.945	0.445
Total		2284.5	2269.7	2276.7	6830.9		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata – rata
Kontrol	769.35	748.7	741.9	2259.95	753.32
A+B	769.35	519.3	254.715	1543.365	514.46
A+N	769.35	586.05	324.45	1679.85	559.95
A+P	769.35	338.55	239.835	1347.735	449.25
Total	3077.4	2192.6	1560.9	6830.9	

FK = 1296144

JK Total = 181858

JK Ulangan = 9.13556

JK Perlakuan Kombinasi = 181848

JK Galat = 1.37021

### ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	181858	90929.19	398168.69	3.44	5.75
Perlakuan Kombinasi	3	181848	60615.96	265430.46	2.26	3.18
Galat	6	1.37021	0.228369			
Total	11					
BNT	2.447					
	0.551246					

## Pengamatan Hari 0

Perlakuan	Notasi
Kontrol	a
A+B	a
A+N	a
A+P	a

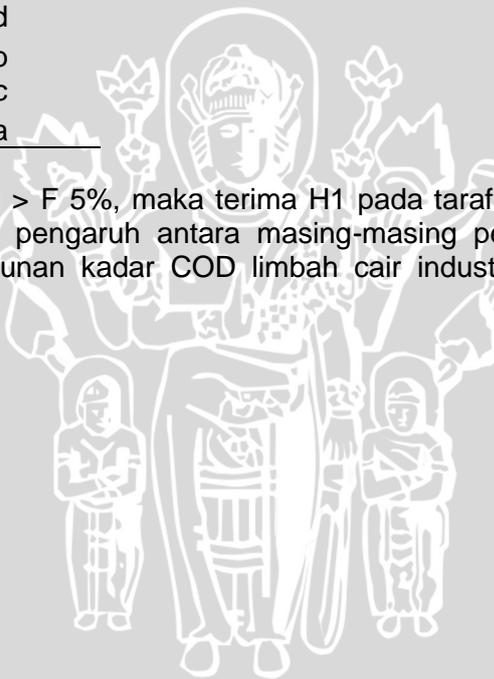
## Pengamatan Hari 5

Perlakuan	Notasi
Kontrol	d
A+B	b
A+N	c
A+P	a

## Pengamatan Hari 10

Perlakuan	Notasi
Kontrol	d
A+B	b
A+N	c
A+P	a

Karena  $F_{hitung} > F_{5\%}$ , maka terima  $H_1$  pada taraf kepercayaan 95%, artinya ada perbedaan pengaruh antara masing-masing perlakuan kombinasi bakteri terhadap penurunan kadar COD limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring.



Lampiran 9.

Hasil Pengujian Laboratorium

IN EAST JAVA  
INDONESIA

KETERANGAN HASIL ANALISA  
CERTIFICATE OF ANALYSIS

3280

No. : 523.3 / 3280 / 116.06 / 2015

- Menerangkan bahwa  
This is to certify that :
1. Nama barang  
Commodity : LIMBAH CAIR PEMBEKUAN IKAN CAKALANG  
HARI KE-0
2. Jumlah dan type kemasan  
Number and type packaging : 3 (THREE) SAMPLES a ..... gram
3. Kode produksi  
Code of batch :
4. Pemilik  
Owner : DIAN MALEVA
5. No. Bukti penerimaan contoh  
Number of sample received :
6. Tanggal pemeriksaan  
Date of examination : APRIL 11, 2015
7. Hasil pemeriksaan  
Result of examination :

No.	Code	Jenis Analisa		
		Histamin		
1	Limbah Cair K1	ND		
2	Limbah Cair K2	ND		
3	Limbah Cair K3	1.38		
		Histamin	METODE UJI SNI 01-2354.10-2009	SATUAN mg/kg STANDART MUTU LoD 1.63 LoQ 4.40 MRL 100

Surabaya, APRIL 22, 2015

The Analysis Report only valid  
for the above sample  
Hasil pengujian hanya berlaku  
untuk contoh diatas



**KETERANGAN HASIL ANALISA**  
**CERTIFICATE OF ANALYSIS**

3514

No. : 523.3/3514 / 116.06 / 2015

- Menerangkan bahwa \_\_\_\_\_ :  
This is to certify that \_\_\_\_\_ : **LIMBAH CAIR PEMBEKUAN IKAN CAKALANG HARI KE-5**
1. Nama barang \_\_\_\_\_ :  
Commodity \_\_\_\_\_ :
  2. Jumlah dan type kemasan \_\_\_\_\_ : **9 (NINE) SAMPLES** a ..... gram  
Number and type packaging
  3. Kode produksi \_\_\_\_\_ :  
Code of batch
  4. Pemilik \_\_\_\_\_ : **DIAN MALEVA**  
Owner
  5. No. Bukti penerimaan contoh \_\_\_\_\_ :  
Number of sample received
  6. Tanggal pemeriksaan \_\_\_\_\_ : **APRIL 16, 2015**  
Date of examination
  7. Hasil pemeriksaan \_\_\_\_\_ :  
Result of examination

ORIGINAL

No.	Code	Jenis Analisa	
		Histamin	
1	\$1P8U2	ND	
2	\$1P9U2	ND	
3	\$1P10U2	ND	
4	\$2P8U2	ND	
5	\$2P9U2	ND	
6	\$2P10U2	ND	
7	\$3P8U2	ND	
8	\$3P9U2	ND	
9	\$3P10U2	ND	

METODE UJI      SATUAN      STANDART MUTU  
 SNI 01-2354.10-2009      mg/kg      LoD 1.63 LoQ 4.40 MRL 100

The Analysis Report only valid  
for the above sample  
Hasil pengujian hanya berlaku  
untuk contoh diatas

Surabaya, APRIL 29, 2015  
Kepala laboratorium  
Head of laboratory



This report is valid for...





## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



No : 1752 S/LKA MLG/IV/2015

Halaman 2 dari 2  
 Page 2 of 2

Kode Contoh Uji  
*Sample Code*

Ext. 254 - 256 /PC/IV/2015/ 291 - 293

Metode Pengambilan Contoh Uji  
*Sampling Method*

:-

Tempat Analisa  
*Place of Analysis*

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa  
*Testing Date(s)*

: 06 April - 19 April 2015

### HASIL ANALISA *Result of Analysis*

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Kerapu Kontrol (K2P1U1)</b>					
1	pH	-	7,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	401,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	907,6	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	206,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3 N)	mg/L	83,70	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	5,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,01	QI/LKA/50	-
<b>Cakalang Kontrol (K3P1U1)</b>					
1	pH	-	7,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	100,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	323,1	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	132,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3 N)	mg/L	54,80	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,03	QI/LKA/50	-
<b>Kaca Piring Kontrol (K1P1U1)</b>					
1	pH	-	6,8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	71,10	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	257,1	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	105,1	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3 N)	mg/L	16,40	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,03	QI/LKA/50	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation





## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar-Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



No : 1752 S/LKA MLG/IV/2015

Halaman 2 dari 2  
 Page 2 of 2

Kode Contoh Uji  
 Sample Code

Ext. 254 - 256 /PC/IV/2015/ 291 - 293

Metode Pengambilan Contoh Uji  
 Sampling Method

:-

Tempat Analisa  
 Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa  
 Testing Date(s)

: 23 April - 28 April 2015

### HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Kerapu Kontrol (K2P1U2)</b>					
1	pH	-	7,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	403,2	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	906,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	205,8	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	82,3	APHA. 4500-NH <sub>3</sub> F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	6,3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,01	QI/LKA/50	-
<b>Cakalang Kontrol (K3P1U2)</b>					
1	pH	-	7,5	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	101,5	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	322,3	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	131,4	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	53,4	APHA. 4500-NH <sub>3</sub> F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,03	QI/LKA/50	-
<b>Kaca Piring Kontrol (K1P1U2)</b>					
1	pH	-	6,5	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	70,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	255,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	107,5	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	15,8	APHA. 4500-NH <sub>3</sub> F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,03	QI/LKA/50	-



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji di atas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation  
 This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation





## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



No : 1809 S/LKA MLG/IV/2015

Kode Contoh Uji : Ext. 356 - 394 /PC/IV/2015/ 414 - 452  
*Sample Code*  
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sampling Method*  
 Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*  
 Tanggal Analisa : 15 April - 28 April 2015  
*Testing Date(s)*

### HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Kaca Piring A+M1</b>					
1	pH	-	8,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	61,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	173,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	96,7	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3 N)	mg/L	9,58	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,16	QI/LKA/50	-
<b>Kaca Piring A+M2</b>					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	68,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	195,9	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	98,8	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3 N)	mg/L	8,5	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,4	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	2,20	QI/LKA/50	-
<b>Kaca Piring A+M3</b>					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	47,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	113,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	80,4	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3 N)	mg/L	5,89	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,20	QI/LKA/50	-
<b>Cakalang A+M1</b>					
1	pH	-	7,6	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	89,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	117,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	118,5	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3 N)	mg/L	9,211	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,49	QI/LKA/50	-

Halaman 3  
 Page 3



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji diatas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

**Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I**

*This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or publicated without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation*

*This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation*





## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331880, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



No : 1809 /SLKA MLG/IV/2015

Kode Contoh Uji : Ext. 356 - 394 /PC/IV/2015/ 414 - 452  
*Sample Code*  
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
*Sampling Method*  
 Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
*Place of Analysis*  
 Tanggal Analisa : 15 April - 28 April 2015  
*Testing Date(s)*

### HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Kaca Piring A+M1</b>					
1	pH	-	7,8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	60,5	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	172,7	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	97,4	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	9,85	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,4	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,02	QI/LKA/50	-
<b>Kaca Piring A+M2</b>					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	67,5	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	194,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	97,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	8,73	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,02	QI/LKA/50	-
<b>Kaca Piring A+M2</b>					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	46,8	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	112,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	81,3	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	5,9	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,01	QI/LKA/50	-
<b>Caknlang A+M1</b>					
1	pH	-	7,8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	88,8	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	118,3	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	117,7	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	8,7	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,05	QI/LKA/50	-

Halaman 7  
 Page 7



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji diatas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I  
 This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation





## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 651971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjastirta1@yahoo.co.id



No : 1918 S/LKA MLGV/2015

Kode Contoh Uji : Ext. 450 - 483 /PC/IV/2015/ 512 - 545  
 Sample Code  
 Metode Pengambilan Contoh Uji : -  
 Sampling Method  
 Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
 Place of Analysis  
 Tanggal Analisa : 20 April - 04 Mei 2015  
 Testing Date(s)

### HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Kaca Piring A+M1</b>					
1	pH	-	8,3	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	39,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	85,31	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	68,7	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> N)	mg/L	1,74	APHA. 4500-NH <sub>3</sub> F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,74	Q/LKA/50	-
<b>Kaca Piring A+M2</b>					
1	pH	-	8,2	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	53,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	108,5	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	74,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> N)	mg/L	1,51	APHA. 4500-NH <sub>3</sub> F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,80	Q/LKA/50	-
<b>Kaca Piring A+M3</b>					
1	pH	-	8,5	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	19,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	80,39	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	62,4	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> N)	mg/L	1,35	APHA. 4500-NH <sub>3</sub> F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	<1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,63	Q/LKA/50	-
<b>Cakalang A+M3</b>					
1	pH	-	8,3	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	46,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	87,9	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	61	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> N)	mg/L	7,6	APHA. 4500-NH <sub>3</sub> F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,50	Q/LKA/50	-

Halaman 3  
 Page 3



Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji diatas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari

Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from  
 Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation





## LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976  
 Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370  
 E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id




---

No : 1918 S/LKA MLG/V/2015

Kode Contoh Uji / Sample Code : Ext. 450 - 483 /PC/IV/2015/ 512 - 545  
 Metode Pengambilan Contoh Uji / Sampling Method : -  
 Tempat Analisa / Place of Analysis : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang  
 Tanggal Analisa / Testing Date(s) : 20 April - 04 Mei 2015

### HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
<b>Kaca Piring A+M1</b>					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	38,8	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	84,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	67,8	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	1,05	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,97	QI/LKA/50	-
<b>Kaca Piring A+M2</b>					
1	pH	-	8,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	52,5	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	107,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	73,5	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	0,752	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	<1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,76	QI/LKA/50	-
<b>Kaca Piring A+M3</b>					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	20,7	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	79,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	63,3	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	0,692	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,35	QI/LKA/50	-
<b>Cakalang A+M1</b>					
1	pH	-	8,5	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	45,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	86,7	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	59,8	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH <sub>3</sub> _N)	mg/L	6,4	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,77	QI/LKA/50	-

Halaman 7  
 Page 7

Sertifikat atau laporan ini hanya berlaku pada contoh uji diatas dan dilarang memperbanyak dan atau mempublikasikan isi sertifikat ini tanpa izin dari

Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

Sertifikat atau laporan ini sah bila dibubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or published without any approval from  
 Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta I Public Corporation

