

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PEMBEKUAN IKAN KACA PIRING
(*Sillago sihama*) MENGGUNAKAN *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* SECARA AEROB**

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

Oleh:
**NADYAH TRIASAKTI RIZKI
NIM. 115080301111073**



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

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PEMBEKUAN IKAN KACA PIRING
(*Sillago sihama*) MENGGUNAKAN *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* SECARA AEROB**

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

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

**Oleh:
NADYAH TRIASAKTI RIZKI
NIM. 115080301111073**



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

PERNYATAAN AKHIR SKRIPSI

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR INDUSTRI PEMBEKUAN IKAN KACA PIRING
(*Sillago sihama*) MENGGUNAKAN *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* SECARA AEROB

Oleh :

NADYAH TRIASAKTI RIZKI

NIM. 115080301111073

Telah dipertahankan didepan penguji
Pada tanggal 15 Oktober 2015
Dan dinyatakan telah memenuhi syarat
SK Dekan No: _____
Tanggal : _____

Menyetujui,

Dosen Penguji I

Dr. Ir. M. Firdaus, MF
NIP. 19680919 200501 1 001
Tanggal :

15 DEC 2015

Dosen Pembimbing I

Dr. Ir. Yahya, MP
NIP. 19630706 199003 1 003
Tanggal :

15 DEC 2015

Dosen Penguji II

Eko Waluyo, S.Pi, M.Sc
NIP. 19800424 2005001 1 001
Tanggal :

15 DEC 2015

Dosen Pembimbing II

Dr. Ir. Happy Nursyam, MS
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal :

15 DEC 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP



(Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 15 DEC 2015



PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam 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 (plagiat), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, November 2015

Mahasiswa,

Nadyah Triasakti Rizki

UCAPAN TERIMAKASIH

Dengan memanjatkan syukur alhamdulillah kepada Allah SWT, atas limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi, dan tidak lupa penulis menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Kepada Kedua Orang Tua beserta kakak adik yang selalu memberi dukungan moral maupun moril, do'a dan kasih sayang.
2. Bapak Dr. Ir. Yahya, MP dan Dr. Ir. Happy Nursyam, MS selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan pengarahan dan bimbingan sejak penyusunan proposal sampai dengan penyusunan skripsi ini hingga selesai.
3. Bapak Dr. Ir. M. Firdaus, MP dan Eko Waluyo, S.Pi, M.Sc selaku dosen penguji yang telah memberikan pengalaman sidang akhir serta pengarahan dalam penyempurnaan laporan ini hingga selesai.
4. Bapak/ibu dosen, bapak/ibu kepala laboran dan seluruh staf karyawan atas sumbangsih ilmu dan pengalaman berharganya.
5. Universitas Brawijaya Malang khususnya FPIK UB selaku tempat luar biasa, tempat saya berproses dan tempat saya berkembang.
6. Kawan-kawan BEM FPIK serta saudara hidup mati pergerakan yang telah memberikan ilmu kemahasiswaan serta memberikan arti persaudaraan di kampus tercinta ini dimanapun dan kapanpun.
7. Teman-teman tim bakteri (Beta, Aryandi, Bangkit, Afi, Pandu, Nicho, Maleva, Ita dan Widya) yang sangat baik dalam bekerja sama.
8. Danang Eko Purnomo selaku teman kompreku dan teman penutup masa kuliahku.
9. Ratna, Linda dan Basit yang selalu mengingatkan hal apapun via sosial media.
10. Mikha, Lia, Siek, Rere, Baren, Brigit, Lisa, Rani dan Yoga yang selalu menemani hari-hariku di kota perantauan.
11. Teman-teman kos 34B Dinoyo Permai (Koko, Erin, Nana, Banjar, Emus, Emy, Kintan, Ita, Wulan, Mbak Nopi dan Rima) yang memberi arti kebersamaan, kenyamanan dan persaudaraan yang hakiki hingga sekarang.
12. Sahabatku Kuskus terima kasih atas seluruh dorongan dan motivasi hingga aku dapat menyelesaikan skripsiku.
13. Dedik dan Gatut terima kasih pernah melengkapi setengah hidupku temani hari-hariku menyayangiku dengan setulus hati dan selalu temaniku dalam suka maupun duka.
14. Kawan-kawan THP 2011 serta seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya laporan skripsi ini yang tidak bisa disebutkan satu-persatu, saya ucapkan terima kasih.

Semoga Allah SWT membalas segala kebaikan yang telah diberikan oleh pihak-pihak tersebut dengan pahala dan ilmu yang bermanfaat. Sertaapayang saya kerjakan menjadi berkah.Amin.

Malang, November 2015

Penulis

RINGKASAN

NADYAH TRIASAKTI RIZKI. Skripsi tentang Pengolahan Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* Secara Aerob (di bawah bimbingan **Dr. Ir. Yahya, MP** dan **Dr. Ir Happy Nursyam, MS**)

Dari proses pembekuan ikan akan diperoleh berbagai limbah. Limbah tersebut adalah limbah padat maupun cair. Ketika limbah dibiarkan dalam waktu 6-7 jam akan terjadi perubahan pada limbah tersebut. Perubahan yang paling menonjol adalah timbulnya bau. Pada pengolahan limbah cair ini menggunakan sistem penguraian senyawa organik oleh bakteri yang dibantu dengan aerasi pada limbah cair untuk mendukung kehidupan bakteri pengurai. Bakteri yang digunakan dalam penelitian ini adalah *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*. Penggunaan bakteri ini karena sudah banyak digunakan untuk meremediasi berbagai jenis limbah cair.

Tujuan dari penelitian ini adalah Untuk mengetahui pengaruh penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* terhadap limbah cair pembekuan ikan kaca piring. Untuk mengetahui kemampuan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* dalam merubah kualitas limbah cair pembekuan ikan kaca piring berdasarkan indikator Histamin, TSS, minyak dan lemak, pH, amonia, BOD serta COD. 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.

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Tujuan umum penelitian eksperimen adalah untuk menyelidiki adanya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada kelompok percobaan. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan membandingkan antara kelompok perlakuan dengan kontrol. Dalam penelitian ini dilakukan pengamatan yaitu hari ke-0, hari ke-5 dan hari ke-10.

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan pemberian bakteri dalam sampel limbah terjadi perbedaan antara sebelum dan sesudah perlakuan. Pada parameter pH, akibat pemberian bakteri pH pada limbah cair yang semula bersifat asam setelah 10 hari aerasi menjadi bersifat basa namun masih dapat ditoleransi pada standar baku mutu. Pada parameter TSS, minyak dan lemak, amonia, BOD serta COD dengan pemberian bakteri dan 10 hari aerasi dapat menurunkan kadar hingga batas yang ditoleransi oleh Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah.

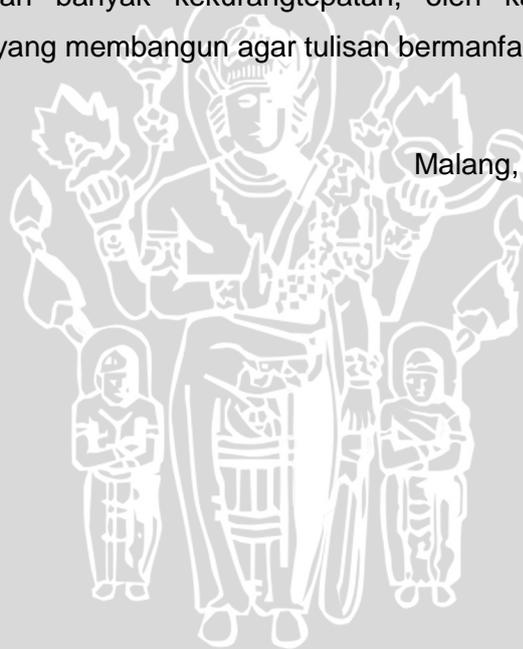
KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan taufik serta limpahan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan laporan skripsi dengan judul Pengolahan Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* Secara Aerob. Dalam tulisan ini disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi identifikasi karakteristik limbah sebelum dan sesudah diberikan perlakuan penambahan bakteri serta hasil-hasil dari pengujian berdasarkan parameternya.

Sangat disadari bahwa dengan kekurangan dan keterbatasan yang dimiliki penulis, walaupun telah dikerahkan segala kemampuan untuk lebih teliti, tetapi masih dirasakan banyak kekurangtepatan, oleh karena itu penulis mengharapkan saran yang membangun agar tulisan bermanfaat bagi pembaca.

Malang, November 2015

Penulis



DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINALITAS	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
RINGKASAN	v
KATA PENGANTAR	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	ix
DAFTAR GAMBAR	x
1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	4
1.3 Tujuan	4
1.4 Hipotesa	4
1.5 Kegunaan	5
1.6 Tempat dan Waktu	5
2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Limbah Cair.....	6
2.2 Pengolahan Limbah	7
2.3 Komposisi Limbah Cair Perikanan	8
2.4 Bakteri <i>Acinetobacter baumannii</i>	9
2.5 Bakteri <i>Bacillus subtilis</i>	10
2.6 Bakteri <i>Enterobacter gergoviae</i>	11
2.7 Parameter Pengolahan Limbah Cair.....	12
2.7.1 Histamin	12
2.7.2 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	13
2.7.3 Minyak dan Lemak	14
2.7.4 pH	15
2.7.5 Amonia	15
2.7.6 BOD	17
2.7.7 COD	17
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Bahan dan Alat	19
3.1.1 Bahan	19
3.1.2 Alat	20
3.2 Metode Penelitian	20
3.3 Rancangan Penelitian.....	21
3.4 Prosedur Penelitian	21
3.4.1 Pengambilan Sampel Limbah	21
3.4.2 Pemiakan Bakteri.....	22
3.4.3 Pengenceran Bakteri	24
3.4.4 Aerasi Limbah	25
3.5 Skema Kerja Penelitian	27
3.6 Analisa Parameter	28
3.6.1 Analisa Histamin	28
3.6.2 Analisa TSS	29
3.6.3 Analisa Minyak dan Lemak	30

3.6.4 Analisa pH	31
3.6.5 Analisa Amonia	32
3.6.6 Analisa BOD	33
3.6.7 Analisa COD	34

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kandungan Limbah Cair Ikan Kaca Piring	36
4.2 Analisa Histamin	36
4.3 Analisa TSS.....	38
4.4Analisa Minak dan Lemak	40
4.5 Analisa pH	43
4.6 Analisa Amonia	45
4.7 Analisa BOD	47
4.8 Analisa COD	50

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan	53
5.2 Saran	53

DAFTAR PUSTAKA	55
-----------------------------	-----------

DAFTAR LAMPIRAN	61
------------------------------	-----------



DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
1. Rancangan Percobaan Bentuk RAK.....	21
2. Hasil Uji Kandungan Limbah Cair Ikan Kaca Piring	36
3. Hasil Pengujian Histamin	37



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. <i>Acinetobacter baumannii</i>	8
2. <i>Bacillus subtilis</i>	9
3. <i>Enterobacter gergoviae</i>	10
4. Hasil Uji TSS Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring	38
5. Hasil Uji Minyak dan Lemak Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring	41
6. Hasil Uji pH Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring	43
7. Hasil Uji Amonia Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring	45
8. Hasil Uji BOD Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring	48
9. Hasil Uji COD Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring	50



1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Semakin menjamurnya berbagai industri di Indonesia 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 disekitar kawasan industri tersebut. Pasuruan adalah salah satu kabupaten di Jawa Timur yang terkenal dengan sebagai kawasan industri pengolahan ikan yaitu pembekuan ikan.

Kawasan industri ini memiliki sekitar empat belas pabrik besar pengolahan ikan. Pabrik tersebut mengeluarkan hasil sampingan dari proses produksi yang sering disebut limbah, limbah merupakan adalah zat, energi atau komponen yang dapat menurunkan kualitas lingkungan umumnya, dapat berbentuk padat, cair atau gas. Limbah memang memberikan dampak negatif dan positif secara bersamaan (Sudarmadji, 2004).

Pembekuan merupakan suatu cara pengawetan bahan pangan dengan cara membekukan bahan pada suhu di bawah titik beku pangan tersebut. Dengan membekunya sebagian kandungan air bahan atau dengan terbentuknya es, maka kegiatan enzim dan jasad renik dapat dihambat atau dihentikan sehingga dapat mempertahankan mutu bahan pangan. Ikan merupakan salah satu bahan makanan sumber protein hewani bermutu tinggi yang sangat digemari oleh konsumen dalam negeri maupun luar negeri karena memiliki rasa yang sangat gurih dan karena kadar kolesterolnya yang lebih rendah daripada hewan mamalia. Salah satu jenis ikan yang merupakan primadona komoditas ekspor non-migas dari sektor perikanan adalah ikan kaca piring (*Sillago sihama*).

Dari proses pembekuan ikan akan diperoleh berbagai limbah. Limbah tersebut adalah limbah padat maupun cair. Ketika limbah dibiarkan dalam waktu

6-7 jam akan terjadi perubahan pada limbah tersebut. Perubahan yang paling menonjol adalah timbulnya bau (Yuwono, 2004). Selama ini belum dilakukan upaya pengolahan dan pemanfaatan limbah yang diharapkan akan mampu menambah nilai ekonomis limbah maupun mengurangi pencemaran lingkungan.

Limbah cair yang dihasilkan industri dari proses pencucian bahan baku mengandung zat-zat biologis terlarut dan senyawa kimia desinfektan. Oleh karena itu limbah cair yang akan dibuang ke lingkungan harus diolah terlebih dahulu agar sesuai standar pembuangan limbah cair. Pada pengolahan limbah cair ini menggunakan sistem penguraian senyawa organik oleh bakteri yang dibantu dengan aerasi pada limbah cair untuk mendukung kehidupan bakteri pengurai.

Salah satu cara untuk pengelolaan dan pemanfaatan limbah dilakukan dengan menggunakan agen biologi yang disebut bioremediasi. Bioremediasi merupakan suatu proses pemulihan (remediasi) lahan yang tercemar limbah organik maupun limbah anorganik dengan memanfaatkan organisme. Pengelolaan dengan menggunakan organisme merupakan alternatif penanggulangan limbah minyak bumi yang murah, efektif, ramah lingkungan dan menyebabkan terjadinya degradasi limbah yang menghasilkan senyawa akhir yang stabil dan tidak beracun, namun metode ini membutuhkan waktu yang lebih lama dibandingkan dengan cara fisika atau kimia (Atlas, 1992).

Mikroorganisme yang biasa digunakan dalam proses pengolahan limbah cair adalah bakteri. Menurut Priadie (2012), hasil isolasi dan identifikasi yang berasal dari "bakteri indigenous" didapatkan: *Corynebacterium*, *Micrococcus*, *Acinetobacter*, *Morrococcus*, *Phenyllobacterium*, *Enhydrobacter*, *Bacillus*, *Pseudomonas*, *Flavobacterium*, dan *Staphylococcus* yang dapat mendegradasi nitrat, nitrit, logam Pb, bahan organik, sulfida, amonia, dan kekeruhan. Sedangkan dari bakteri "commercial product" didapatkan jenis: *Bacillus*,

Escherichia, *Pseudomonas*, *Enterobacter* serta enzim *Amylase*, *Esterase*, *Protease*, *Lipase*, *Cellulase*, *Urease* dapat mendegradasi pencemar organik, fosfat, nitrogen maupun kontrol pertumbuhan alga.

Untuk mengetahui kualitas air limbah perikanan maka digunakan parameter Histamin, pH, amonia, BOD, COD, TSS serta minyak dan lemak. Apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang langsung ke badan penerima, maka akan mengakibatkan pencemaran air. Oleh karena itu sebelum dibuang ke badan penerima air, terlebih dahulu harus diolah sehingga dapat memenuhi standart air yang baik. Pengolahan air limbah perikanan ini juga termasuk pengolahan limbah secara biologis. Pengolahan air limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme mengkonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya. Adapun tujuan dari pengolahan air buangan secara biologis adalah untuk menyisihkan atau menurunkan konsentrasi senyawa-senyawa organik maupun anorganik dengan memanfaatkan berbagai mikroorganisme, terutama bakteri (Metcalf, 1979).

Dalam penelitian ini menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* untuk penanganan limbah cair secara aerob melalui proses aerasi pada air limbah pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*) di PT. Inti Luhur Fuja Abadi Pasuruan, Jawa Timur.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun yang menjadi perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana pengaruh penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* terhadap limbah cair pembekuan ikan kaca piring?
2. Bagaimana kemampuan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* dalam merubah kualitas limbah cair pembekuan ikan kaca piring berdasarkan indikator Histamin, TSS, minyak dan lemak, pH, amonia, BOD serta COD?

1.3 Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui pengaruh penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, dan *Enterobacter gergoviae* terhadap limbah cair pembekuan ikan kaca piring.
2. Untuk mengetahui kemampuan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* dalam merubah kualitas limbah cair pembekuan ikan kaca piring berdasarkan indikator Histamin, TSS, minyak dan lemak, pH, amonia, BOD serta COD.

1.4 Hipotesa

Adapun yang menjadi hipotesa pada penelitian ini adalah:

1. Diduga terdapat pengaruh *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, dan *Enterobacter gergoviae* terhadap limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring.
2. Diduga *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, dan *Enterobacter gergoviae* mampu merubah kualitas limbah cair pembekuan ikan kaca

piring berdasarkan indikator Histamin, TSS, minyak dan lemak, pH, amonia, BOD serta COD.

1.5 Kegunaan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai cara alternatif dalam pengolahan limbah khususnya limbah cair pada industri pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sehingga dapat menyelesaikan permasalahan limbah cair industri perikanan yang ramah lingkungan.

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 Limbah Cair

Limbah cair bersumber dari pabrik yang biasanya banyak menggunakan air dalam sistem prosesnya. Disamping itu ada pula bahan baku mengandung air sehingga dalam proses pengolahannya air harus dibuang. Air terikut dalam proses pengolahan kemudian dibuang misalnya ketika dipergunakan untuk mencuci suatu bahan sebelum diproses lebih lanjut (Tjokrokusumo, 1995).

Secara umum limbah cair industri perikanan mengandung bahan organik berupa protein dan lemak. Bahan organik tersebut apabila terbuang ke dalam badan air dapat menurunkan kualitas dan daya dukung lingkungan badan air. Penurunan daya dukung lingkungan dapat mengakibatkan pencemaran, antara lain: *blooming* alga, kematian organisme air, merangsang pertumbuhan tanaman air (Jenie dan Rahayu, 1993), pencemaran air tanah dan timbulnya bau busuk. Timbulnya bau busuk disebabkan oleh dekomposisi protein dan asam lemak hasil dekomposisi bahan organik. Oleh karena itu, dibutuhkan penanganan terhadap limbah cair agar tidak mencemari lingkungan.

Pengolahan limbah pada umumnya dan limbah cair pada khususnya dimaksudkan untuk memperkecil dampak negatif yang mungkin terjadi akibat pembuangan limbah cair tersebut ke lingkungan sekitar. Air limbah yang mengandung bahan pencemar zat warna dan zat padat tersuspensi pada kenyataannya dapat menyebabkan gangguan estetika lingkungan. Apabila kondisi tersebut berlangsung secara terus menerus dapat mengakibatkan terputusnya siklus pendukung lingkungan hidup (Sumarni, 2012).

2.2 Pengolahan Limbah

Pengolahan air limbah perikanan ini juga termasuk pengolahan limbah secara biologis. Pengolahan air limbah secara biologis dapat didefinisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Mikroorganisme mengkonsumsi bahan-bahan organik membuat biomassa sel baru serta zat-zat organik dan memanfaatkan energi yang dihasilkan dari reaksi oksidasi untuk metabolismenya. Adapun tujuan dari pengolahan air buangan secara biologis adalah untuk menyisihkan atau menurunkan konsentrasi senyawa-senyawa organik maupun anorganik dengan memanfaatkan berbagai mikroorganisme, terutama bakteri (Edahwati, 2011).

Teknologi pengolahan limbah yang saat ini mulai diterapkan adalah metode bioremediasi. Berkembangnya teknologi ini adalah karena teknik penerapannya yang relatif mudah dilapangan dengan biaya operasional yang murah. Teknologi proses bioremediasi cukup potensial diterapkan di Indonesia. Kondisi iklim tropis dengan sinar matahari, kelembapan yang tinggi, serta keanekaragaman mikroorganisme yang tinggi sangat mendukung percepatan proses pertumbuhan mikroba (Aini, 2012).

Penangan limbah cair perikanan seperti penambahan nutrisi (umumnya adalah nitrogen dan fosfor) sangat jarang terjadi, akan tetapi adanya oksigen merupakan hal penting untuk suksesnya penanganan limbah cair ini. Proses aerob yang sering terjadi adalah sistem lumpur aktif, laguna, *trickling filter* dan *rotating disc contactor* (Tay, 2006). Kolam aerasi saat ini paling banyak diterapkan oleh industri perikanan, karena paling sederhana dan dianggap murah.

2.3 Komposisi Limbah Cair Perikanan

Selama proses pengolahan ikan, akan menghasilkan cairan yang berasal dari proses pemotongan, pencucian, dan pengolahan produk. Cairan ini mengandung darah dan potongan-potongan ikan kecil dan kulit, isi perut ikan, kepala ikan yang tidak mempunyai nilai ekonomi. Limbah perikanan, khususnya limbah cair, biasanya langsung dibuang ke lingkungan menyebabkan gangguan lingkungan. Menurut Waryanti (2013), limbah cair industri perikanan mengandung banyak protein dan lemak, sehingga mengakibatkan nilai nitrat dan amonia yang cukup tinggi. Limbah ikan dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pupuk organik lengkap.

Limbah cair yang berupa minyak ikan dan darah ikan, sedangkan untuk limbah padat yang dikeluarkan oleh industri pengolahan ikan tersebut berupa kotoran ikan, jeroan ikan, kepala, dan sisa daging. Berdasarkan penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Rizqon (2013) di Kecamatan Muncar menemukan bahwa dalam limbah cair yang dikeluarkan oleh Industri pengolahan ikan mengandung Nitrat, Pospat, Sulfida, Amoniak, klorin bebas dan minyak lemak. Serta berdasarkan parameter BOD dan COD juga memiliki kandungan yang cukup tinggi.

Bahan organik terlarut dan tersuspensi dapat menjadi sangat tinggi pada limbah cair proses pengolahan perikanan karena akan meningkatkan BOD dan COB. Selain itu, peningkatan kadar lemak dan minyak pada limbah juga meningkat. Timbulnya bau busuk disebabkan oleh dekomposisi lanjut protein, yang kaya akan asam amino bersulfur (sistein), menghasilkan asam sulfida, gugus thiol, dan amoniak. Asam lemak rantai pendek hasil dekomposisi bahan organik juga menyebabkan bau busuk. Minyak dan lemak dipermukaan air akan menghambat proses biologis dalam air dan menghasilkan gas yang berbau

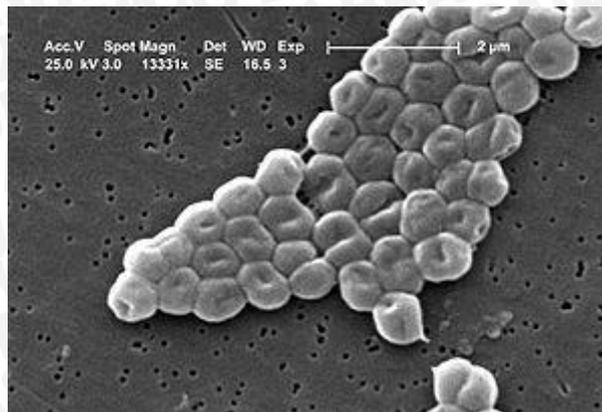
(Suyasa, 2011). Limbah cair dari proses pengolahan perikanan mempunyai kandungan BOD, lemak dan nitrogen.

2.4 *Acinetobacter baumannii*

Menurut Noorhamdani (2014), Bakteri *Acinetobacter baumannii* merupakan patogen oportunistik atau patogen nosokomial, secara alamiah dapat dijumpai di lingkungan, tanah, air dan kotoran, bahkan terdapat di mukosa farings dan kulit yang sehat. Infeksi pada manusia umumnya terjadi pada penderita dengan keadaan umum yang jelek. *Acinetobacter baumannii* merupakan patogen nosokomial, dapat terjadi kolonisasi dan infeksi pada penderita yang di rawat di rumah sakit. Infeksi yang terjadi berupa *pneumonia*, infeksi pada mata, infeksi pada luka bakar atau luka bedah, infeksi kulit, infeksi saluran kemih, bakteremia dan sepsis.

Acinetobacter baumannii merupakan jenis bakteri aerob gram negatif yang patogen pada manusia. Bakteri dengan bentuk koko-basil ini resisten terhadap berbagai antibiotik. Infeksi nosokomial sering terjadi di kamar operasi, unit perawatan luka bakar, ruang bersalin, serta bangsal perawatan. *Acinetobacter baumannii* diketahui tahan terhadap sabun dan antiseptik konvensional sehingga kontaminasi oleh tangan petugas sangat mungkin terjadi (Hidayat, 2015).

A. 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 di baik kondisi lembab atau kering (Abbo *et al.*, 2005).



Gambar 1. *Acinetobacter baumannii*

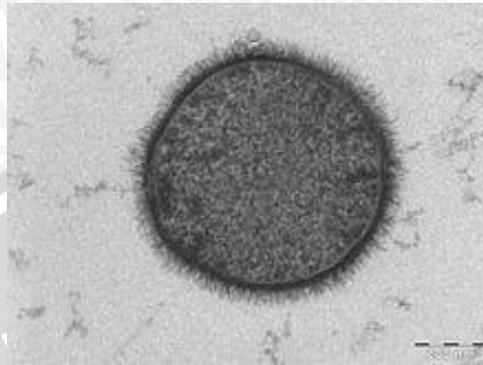
2.5 *Bacillus subtilis*

Menurut Baehaki (2011), *Bacillus sp* merupakan salah satu jenis bakteri yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan protease. Protease merupakan satu diantara tiga kelompok enzim komersial yang diperdagangkan sebagai katalisator hayati. Protease dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi industri pangan dan non-pangan.

Bacillus sp merupakan bakteri berbentuk batang, tergolong bakteri gram positif pada kultur muda, motil (reaksi nonmotil kadang terjadi), menghasilkan spora yang biasanya resisten pada panas, bersifat aerob (beberapa spesies bersifat anaerob fakultatif), katalase positif, dan oksidasi bervariasi. Tiap spesies berbeda dalam penggunaan gula, sebagian melakukan fermentasi dan sebagian tidak (Barrow, 1993).

Bacillus subtilis merupakan bakteri gram-positif yang berbentuk batang, dan secara alami sering ditemukan di tanah dan vegetasi. *Bacillus subtilis* tumbuh di berbagai range suhu mesophilic berkisar 25-35°C. *Bacillus subtilis* juga telah berevolusi sehingga dapat hidup walaupun di bawah kondisi keras dan lebih cepat mendapatkan perlindungan terhadap stress situasi seperti kondisi pH rendah (asam), bersifat alkali, osmosa, atau *oxidative* kondisi, dan panas. Bakteri

ini hanya memiliki satu molekul DNA yang berisi seperangkat set kromosom. Beberapa keunggulan dari bakteri ini adalah mampu mensekresikan antibiotik dalam jumlah besar ke luar dari sel (Fajriana, 2008).



Gambar 2. *Bacillus subtilis*

2.6 *Enterobacter gergoviae*

Enterobacter gergoviae tidak memfermentasi D-sorbitol. Untuk penghasil β -xilosidase dan gelatinase hasil dari bakteri ini adalah negatif dan positif. Bakteri ini merupakan bakteri penghasil ODC dan LDC, tetapi tidak menghasikan ADH. *Enterobacter gergoviae* adalah urease-positif, sedangkan spesies *Enterobacter* lainnya adalah urease-negatif. *Enterobacter gergoviae* kadang muncul menjadi patogen oportunistik dan telah diisolasi dari urin, dahak, darah dan spesimen klinis lainnya. Spesies ini telah terlibat dalam sebuah wabah nosokomial infeksi saluran kemih (Krieg, 1989).

Enterobacter gergoviae adalah bakteri gram-negatif, fakultatif-anaerob, berbentuk batang dan merupakan bakteri dari keluarga *Enterobacteriaceae*. Beberapa koloni dari bakteri ini patogen dan menyebabkan infeksi oportunistik dalam. Kandung kemih dan saluran pernafasan adalah bagian yang sering terinfeksi (Nursanti, 2009). Akan tetapi, bakteri *Enterobacter gergoviae* juga mempunyai manfaat lain yaitu sebagai pelarut zat P dalam meremediasi tanah tercemar.

Klasifikasi *Enterobacter gergoviae* dalam Wikipedia (2015), adalah sebagai berikut:

Kerajaan	: Bacteria
Filum	: Proteobacteria
Kelas	: Gammaproteobacteria
Ordo	: Enterobacteriales
Famili	: Enterobacteriaceae
Genus	: Enterobacter
Spesies	: <i>Enterobacter gergoviae</i>



Gambar 3. *Enterobacter gergoviae*

2.7 Parameter Pengolahan Limbah Cair

2.7.1 Histamin

Histamin adalah senyawa kimia pada ikan berdagang merah. Senyawa ini dapat menyebabkan alergi pada konsumen, bahkan berbahaya bila terlambat diobati. Histamin merupakan hasil uraian histidin (asam amino yang terdapat pada protein ikan) oleh bakteri (Dotulong, 2009).

Ikan berdagang merah ini mengandung asam amino histidin yang dikontaminasi oleh bakteri dengan mengeluarkan enzim histidin dekarboksilase sehingga menghasilkan histamin. Menurut Madigan dan Martiko (2003), histamin merupakan modifikasi dari asam amino yang mengakibatkan alergi dengan gejala-gejala, seperti sulit bernafas, kulit merah atau panas, gatal-gatal, timbul lendir, kudis dan mata berair. Keracunan yang sering terjadi pada ikan tongkol yaitu keracunan histamin (*scombroid fish poisoning*).

Histamin adalah senyawa amin biologis heterosiklik primer aktif yang terbentuk pada fase *post mortem* daging ikan famili *Scombroid* dan *non-Scombroid* yang banyak mengandung histidin bebas. Histamin terbentuk melalui dekarboksilasi terhadap asam amino histidin oleh enzim dekarboksilase eksogenous yang dihasilkan oleh mikroba pada ikan. Histamin stabil terhadap pemanasan dan tahan terhadap proses pengolahan termasuk proses pengalengan (Prasetiawan, 2013).

2.7.2 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. Zat padat tersuspensi merupakan tempat berlangsungnya reaksi-reaksi kimia yang heterogen, dan berfungsi sebagai bahan pembentuk endapan yang paling awal dan dapat menghalangi kemampuan produksi zat organik di suatu perairan. Penetrasi cahaya matahari ke permukaan dan bagian yang lebih dalam tidak berlangsung efektif akibat terhalang oleh zat padat tersuspensi, sehingga fotosintesis tidak berlangsung sempurna (Tarigan, 2003).

Total Suspended Solid (TSS) adalah material padat tersuspensi (diameter > 1 μm) yang tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori 0.45 m. 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 (Pratiwi, 2014).

Menurut SNI 06-6989.3-2004 padatan tersuspensi total (TSS) adalah residu dari padatan total yang tertahan oleh saringan dengan ukuran partikel maksimal 2 μ m atau lebih besar dari ukuran partikel koloid. Metode yang digunakan untuk menentukan residu tersuspensi yang terdapat dalam contoh uji air dan air limbah secara gravimetri. Metode ini tidak termasuk penentuan bahan yang mengapung, padatan yang mudah menguap dan dekomposisi garam mineral.

2.7.3 Lemak dan minyak

Minyak adalah istilah umum untuk semua cairan organik yang tidak larut dalam air (hidrofobik) tetapi larut dalam pelarut organik, ada sifat tambahan lain yang dikenal awam yakni terasa licin apabila dipegang. Minyak merupakan senyawaan trigliserida atau triasgliserol, yang berarti "triestere dari gliserol". Jadi minyak juga merupakan senyawaan ester (Wikipedia, 2015).

Lemak dan minyak adalah salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter, Kloroform (CHCl_3), benzena dan hidrokarbon lainnya, lemak dan minyak dapat larut dalam pelarut yang disebutkan di atas karena lemak dan minyak mempunyai polaritas yang sama dengan pelarut tersebut (Herlina, 2002).

Lemak dan minyak adalah senyawa lipida yang paling banyak di alam. Perbedaan antara keduanya adalah perbedaan konsistensi atau sifat fisik pada suhu kamar, yaitu lemak berbentuk padat sedangkan minyak berbentuk cair. Perbedaan titik cair dari lemak disebabkan karena perbedaan jumlah ikatan

rangkap, panjang rantai karbon, bentuk cis atau trans yang terkandung di dalam asam lemak tidak jenuh (Sartika, 2008).

2.7.4 pH

pH atau derajat keasaman digunakan untuk menyatakan tingkat keasaaman atau basa yang dimiliki oleh suatu zat, larutan atau benda. pH normal memiliki nilai 7 sementara bila nilai $\text{pH} > 7$ menunjukkan zat tersebut memiliki sifat basa sedangkan nilai $\text{pH} < 7$ menunjukkan keasaman. pH 0 menunjukkan derajat keasaman yang tinggi, dan pH 14 menunjukkan derajat kebasaan tertinggi. Umumnya indikator sederhana yang digunakan adalah kertas lakmus yang berubah menjadi merah bila keasamannya tinggi dan biru bila keasamannya rendah.

pH adalah suatu satuan ukur yang menguraikan derajat tingkat kadar keasaman atau kadar alkali dari suatu larutan. Unit pH diukur pada skala 0 sampai 14. Istilah pH berasal dari "p" lambang matematika dari negatif logaritma, dan "H" lambang kimia untuk unsur Hidrogen. Definisi yang formal tentang pH adalah negatif logaritma dari aktivitas ion Hidrogen (Noorulil, 2010).

Derajat keasaman (pH) dalam suatu perairan merupakan salah satu parameter kimia yang penting dalam memantau kestabilan perairan. Perubahan nilai pH suatu perairan terhadap organisme akuatik mempunyai batasan tertentu dengan nilai pH yang bervariasi. Pada beberapa perairan diperoleh nilai pH yang hampir sama dengan di perairan Sulawesi Tengah (Simanjuntak, 2012).

2.7.5 Amonia (NH_3)

Amonia adalah senyawa kimia dengan rumus NH_3 . Biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. Walaupun amonia memiliki sumbangan penting bagi keberadaan nutrisi di bumi, amonia sendiri adalah

senyawa kaustik dan dapat merusak kesehatan. Amonia yang digunakan secara komersial dinamakan *amonia anhidrat*. Istilah ini menunjukkan tidak adanya air pada bahan tersebut. Karena amonia mendidih di suhu $-33\text{ }^{\circ}\text{C}$, cairan amonia harus disimpan dalam tekanan tinggi atau temperatur amat rendah (Wikipedia, 2015).

Amonia NH_3 adalah gas atau cairan tak berwarna yang memiliki bau yang berbeda. Amonia merupakan kontaminasi yang umum di tanah maupun air limbah. Konsentrasi NH_3 dapat bervariasi dari 5 sampai 1000mg/L dalam air limbah industri kokas, pupuk kimia, gasifikasi batubara, pemurnian minyak bumi, farmasi dan industri katalis. Amonia hadir dalam konsentrasi rendah dan jumlah debit mungkin rendah. Namun, amonia yang terlarut dalam air limbah tidak dapat diuapkan karena gas amonia akan menyebabkan masalah lingkungan yang serius (Ekasari, 2013).

Amonia merupakan salah satu senyawa yang keberadaannya di alam diperlukan oleh makhluk hidup, dalam jumlah yang besar senyawa kimia ini mempunyai sifat yang toksik dan dapat mengganggu estetika karena dapat menghasilkan bau yang menusuk dan terjadinya *eutrofikasi* di daerah sekitarnya. Usaha-usaha yang dilakukan untuk menyisihkan amonia adalah dilakukan proses pengolahan amonia menjadi senyawa lain yang lebih aman bagi lingkungan perairan. Pengolahan limbah secara biologis merupakan salah satu alternatif pengolahan limbah saat ini dengan melibatkan aktivitas mikroorganisme sehingga mengakibatkan terjadinya transformasi senyawa-senyawa kimia menjadi senyawa lain yang mempunyai sifat dan karakter yang berbeda dengan senyawa asalnya (Titiresmi, 2006).

2.7.6 BOD

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan buangan dalam air atau merupakan suatu nilai empiris yang mendekati secara global terjadinya proses penguraian bahan-bahan yang terdapat dalam air dan sebagai hasil dari proses oksidasi tersebut akan terbentuk CO₂, air, dan NH₃). Menurut Alamsyah (2008), BOD merupakan parameter utama dalam menentukan tingkat pencemaran perairan.

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).

2.7.7 COD

Air Limbah Perikanan mengandung parameter BOD, COD, TSS, minyak dan lemak. Apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang langsung ke badan penerima, maka akan mengakibatkan pencemaran air. Menurut Endahwati (2011), Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik

yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikroorganisme yang ada dalam air limbah.

COD (*Chemical Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan (misal: Kalium Dikromat) untuk menguraikan bahan organik (Fardiaz, 1992). Uji COD sebagai alternatif uji penguraian beberapa komponen yang stabil terhadap reaksi biologi atau tidak dapat diurai atau dioksidasi oleh mikroorganisme. Baku mutu limbah cair industri atau usaha untuk parameter COD adalah maksimum 100 mg/l.

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).



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Bahan dan Alat

3.1.1 Bahan

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 subtilis*, dan *Enterobacter gergoviae*. 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, NaOH 1 N dan cairan OPT (Orto Pital Dehyde).

3.1.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan pengambilan sampel, peralatan aerasi limbah cair, peralatan pembiakan bakteri dan peralatan analisa. Peralatan pengambilan sampel yakni *coolbox* dan jerigen. Peralatan yang digunakan saat aerasi limbah antara lain: aerator, selang, toples, dan beaker glass. Peralatan yang digunakan saat pembiakan dan pengenceran bakteri antara lain: tabung reaksi, rak tabung reaksi, erlemeyer, pipet volume, beaker glass, timbangan digital, gelas ukur, spatula, laminaran flow, bunsen, sprayer, nampan, lemari es, laminaran, autoklaf, inkubator, osse, dan gelas arloji. Sedangkan peralatan untuk pengujian kadar histamin, TSS, minyak dan lemak, pH, dan ammonia antara lain: kertas saring kasar, plastik, karet, pengikat, corong dan botol *filtrat*, kolom resin 20 cm x 0,8 cm, *reservoir* 2 cm x 5cm, labu ukur 25 ml, 50 ml, 100 ml, dan 1000 ml, pipet *volumetric*, *spektrofluorometer*, *stirrer-plate*, tabung reaksi 5 ml bertutup, timbangan analitik, waterbath, *spektrofotometer UV-Vis*, *hot plate*, *magnetic stirrer*, gelas ukur, wadah air pengencer, inkubator, oven, desikator, vacuum pam penyaring solid, cawan porselin, pH meter, labu didih, labu pisah, dan destilator horizontal.

3.2 Metode Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen. Metode eksperimen dilakukan untuk mengetahui sebab akibat dua variabel atau lebih, dengan mengendalikan pengaruh variabel lain. Metode ini dilaksanakan dengan memberikan variabel bebas secara sengaja kepada objek penelitian untuk diketahui akibatnya di dalam variabel terikat. Tujuan umum penelitian eksperimen adalah untuk menyelidiki adanya hubungan sebab akibat serta seberapa besar hubungan sebab akibat tersebut dengan cara memberikan perlakuan-perlakuan tertentu pada kelompok percobaan (Nazir, 2003). Penelitian ini bertujuan untuk

mendapatkan pengaruh penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, dan *Enterobacter gergoviae* dalam merubah kualitas limbah cair pembekuan ikan kaca piring berdasarkan indikator Histamin, TSS, minyak dan lemak, pH, amonia, BOD serta COD.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok (RAK) dengan membandingkan antara kelompok perlakuan dengan kontrol. Bakteri yang digunakan antara lain: P1: *Acinetobacter baumannii*, P2: *Bacillus subtilis* dan P3: *Enterobacter gergoviae*. Pengamatan dilakukan selama 10 hari dengan selang waktu 5 hari yaitu Q1: hari ke 0, Q2: hari ke 5 dan Q3: hari ke 10. Berikut merupakan rancangan penelitian tentang pengolahan limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Enterobacter gergoviae*, dan *Bacillus subtilis* secara aerob.

Tabel 1. Rancangan Percobaan Bentuk RAK

Perlakuan Bakteri	Pengamatan / Ulangan		
	Q1	Q2	Q3
P1	P1Q1	P1Q2	P1Q3
P2	P2Q1	P2Q2	P2Q3
P3	P3Q1	P3Q2	P3Q3

Keterangan :

- P (1,2, dan 3) = Jenis bakteri yang digunakan (ml)
- Q (1,2, dan 3) = Lama aerasi, pengamatan dan pengujian sampel pada 0 hari, 5 hari dan 10 hari

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel Limbah

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 dirigen steril. Setelah itu dirigen dimasukkan ke dalam *coolbox* yang telah diisi es batu dan dibawa menuju Laboratorium. Fungsi *coolbox* dan es batu yaitu untuk menjaga suhu sampel agar tetap konstan dan tidak terjadi reaksi kimia maupun fisika selama proses perjalanan menuju laboratorium. Setelah sampai dilaboratorium, sampel langsung dimasukkan kedalam toples sesuai dengan kode.

3.6.1 Pemiakan Bakteri

Pemiakan bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Pada proses pemiakan bakteri pertama-tama dilakukan sterilisasi alat. Menurut Adji (2007), Sterilisasi merupakan proses yang menghancurkan semua bentuk kehidupan. Suatu benda yang steril dipandang dari sudut mikrobiologi, artinya bebas dari mikroorganisme hidup. Ditambahkan oleh Nicklin *et al* (1999), mesin ini beroperasi pada suhu 121°C dan dapat membunuh mikroba. Sterilisasi menggunakan uap panas dilakukan pada suhu dan tekanan yang tinggi di dalam autoklaf. Autoklaf bekerja dengan sistem sterilisasi basah pada suhu 121°C selama 15 menit pada tekanan 1 atm. Pada penelitian ini alat-alat yang perlu dilakukan sterilisasi antara lain : cawan petri, tabung reaksi, dan pipet volume. Tujuan dilakukannya sterilisasi

pada alat tersebut adalah untuk menghindari kontaminasi silang oleh mikroorganisme selama proses pembiakan bakteri.

Tahap selanjutnya yaitu dilakukan reisolasi dari stok kultur bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, dan *Enterobacter gergoviae*, tujuannya adalah untuk memastikan ada tidaknya kontaminasi sehingga didapatkan koloni murni. Metode yang digunakan untuk reisolasi ini adalah metode striking kuadran.

Metode striking kuadran yaitu membuat peta kuadran di balik cawan petri dengan menggunakan spidol marker. Metode ini digunakan karena praktis, hemat biaya dan waktu. Kemudian menuangkan medium TSA (*Tryptone Soya Agar*) yang telah mencair (dipanaskan/ dicairkan terlebih dahulu di atas *Hot Plate*) sebanyak 20 mL ke dalam cawan petri steril, ratakan. Diamkan dan biarkan memadat di dekat bunsen. Dengan jarum ose, ambil 1 loop *suspense* dari stock bakteri, goreskan ke atas Agar Plate di daerah sector I. Pijarkan Jarum Ose dan dibiarkan dingin. Goreskan Jarum Ose pada sector I disusul gerakan ke tepi luar sector II lalu kembali ke sector I. Lakukan bolak-balik sebanyak 3 kali. Kemudian selesaikan penggoresan di sector II tanpa menyentuh sector I kembali hingga seluruh permukaan sector II penuh goresan yang tidak bertumpang tindih. Hal tersebut diulangi lagi untuk sector III dan IV. Pada setiap perlakuan jarum ose harus dipijarkan kembali setiap akan berpindah sector. Bungkus cawan petri dengan plastik wrap, kemudian diinkubasi dengan posisi terbalik di dalam inkubator selama 24 jam pada suhu 37°C.

Kemudian dilakukan pewarnaan gram secara mikroskopis untuk melihat gambaran sel apakah terdapat cemaran atau tidak. Setelah dipastikan bahwa koloni yang tumbuh adalah biakan murni, dari kuadran IV diambil satu sampai dua koloni dengan menggunakan jarum osse dan dimasukkan ke dalam medium cair TSB (*Trypthone Soya Broth*) yang terdapat dalam tabung reaksi dengan

volume 10 mL. Kemudian dilakukan inkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C. Indikator tumbuhnya koloni bakteri pada media cair TSB adalah pada media yang digunakan untuk pembiakan bakteri akan berwarna keruh jika dibandingkan dengan media cair TSB yang kosong. Selanjutnya dilakukan pewarnaan gram untuk memastikan ada atau tidaknya cemaran pada koloni yang dibiakkan.

Tahapan dalam pewarnaan gram yaitu diambil isolat bakteri diambil 1 ose dan digores-goreskan pada permukaan preparat steril kemudian dilakukan fiksasi. Kristal violet sebanyak 1 tetes ditambahkan ke permukaan preparat yang terdapat lapisan bakteri tersebut dan didiamkan selama 1 menit. Setelah 1 menit, preparat dibilas dengan aquadest sampai zat warna luntur. Preparat dikeringkan di atas api spiritus. Setelah kering, larutan iodium sebanyak 1 tetes ditambahkan ke permukaan preparat tersebut dan didiamkan selama 1 menit. Setelah 1 menit, preparat dibilas dengan aquadest. Preparat dibilas dengan alkohol 96% sampai semua zat warna luntur kemudian dicuci dengan aquadest. Preparat dikeringkan di atas api spiritus. Setelah kering, safranin sebanyak 1 tetes ditambahkan ke permukaan preparat dan didiamkan selama 45 detik. Preparat dicuci dengan aquadest dan dikeringkan.

Selanjutnya yaitu amati preparat dibawah mikroskop dengan perbesaran 100 objek. Jika hasil yang didapatkan tidak terdapat kontaminasi atau cemaran maka didapatkan koloni murni. Kemudian dilakukan spektrofotometri dengan panjang gelombang 625 nm untuk mendapatkan nilai OD (*Optical Density*) 0,1 atau 10^8 (Niswah, 2014).

3.6.2 Pengenceran Bakteri

Tujuan pengenceran bakteri untuk mengurangi kepadatan mikroba yang akan ditanam menurut Fardiaz (1993), bahan pangan yang diperkirakan mengandung lebih dari 300 sel mikroba tiap mili, per gram atau per cm

diperlukan memerlukan perlakuan pengenceran sebelum ditumbuhkan pada media agar didalam cawan petri, sehingga setelah diinkubasi akan terbentuk koloni dalam jumlah yang dapat dihitung. Ditambahkan oleh Dwijosaputro (1989), tujuan pengenceran adalah untuk mendapatkan satu koloni murni dan selanjutnya koloni yang didapat akan dijadikan piaraan murni. Kondisi lingkungan disekitarnya harus aseptis dengan menyalakan bunsen dan menyemprotkan alkohol dalam melakukan pengenceran agar mikroorganismenya yang tumbuh nantinya benar-benar bakteri yang diinginkan.

Pada penelitian ini digunakan tiga jenis bakteri yaitu *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sehingga disiapkan tiga buah tabung reaksi untuk masing-masing pengenceran dengan larutan NaCl sebanyak 9,9 mL tiap tabung reaksi. Kemudian ditambahkan 0,1 mL biakan bakteri ke dalam tabung reaksi masing-masing satu spesies bakteri untuk setiap tabungnya dan diberi label.

3.6.3 Pemasangan Aerator

Pemasangan aerator berfungsi sebagai penyuplai 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 :

- Aerator, selang, kran, pemecah udara dan toples dirangkai sedemikian rupa
- Setiap toples diberi label sesuai dengan jenis *treatment* yang akan digunakan
- Sampel limbah cair dimasukkan ke dalam toples masing-masing sebanyak 2 liter

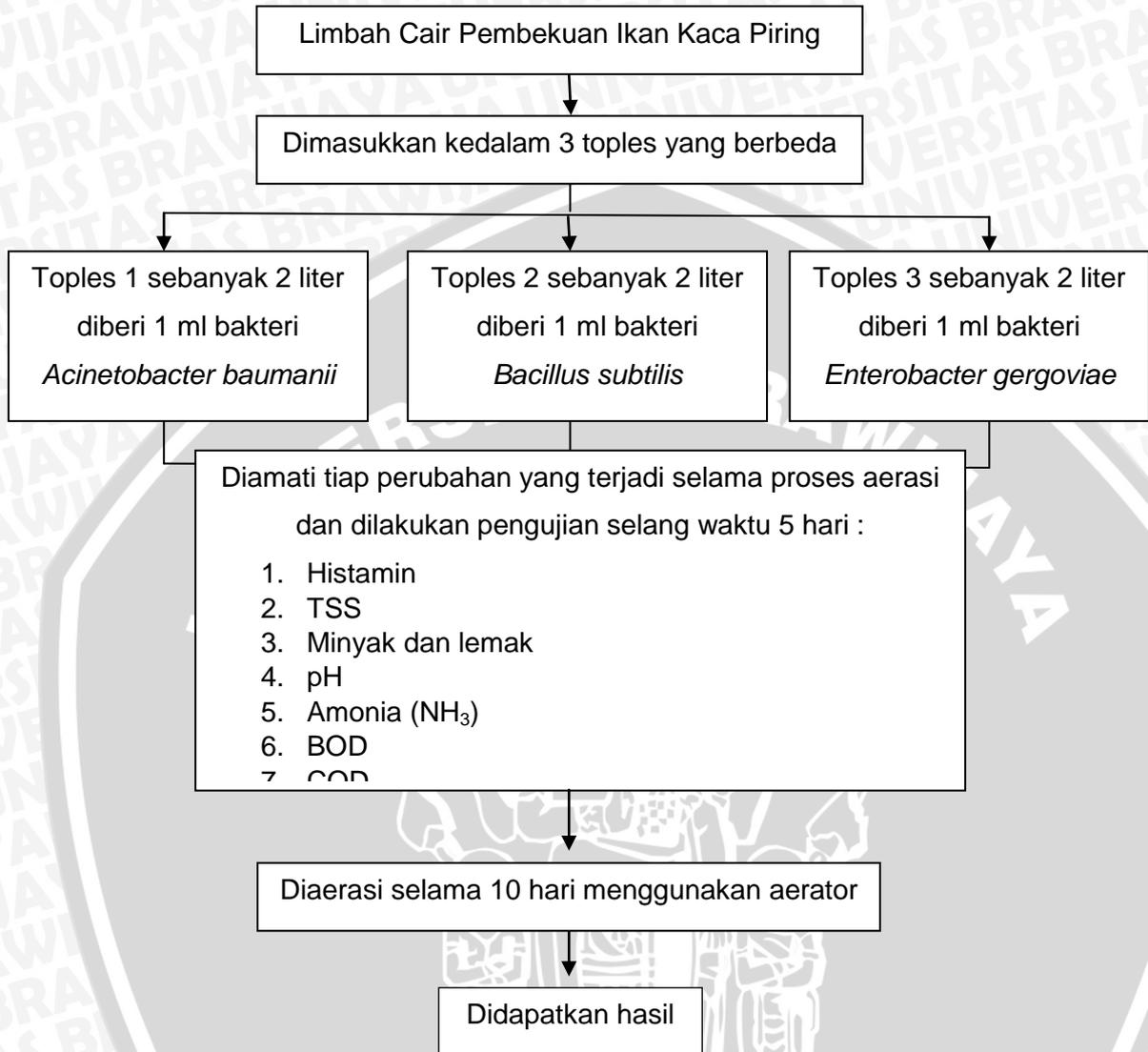
- d. Selang aerator yang telah dilengkapi dengan kran dan pemecah udara dimasukkan atau dipasangkan ke dalam toples
- e. Rekatkan selang dengan menggunakan selotip pada toples jika dibutuhkan agar selang tidak bergeser

Tahapan penambahan bakteri dengan kepadatan 10^6 CFU/mL sebanyak 1ml 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 *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*, kedalam limbah cair adalah sebagai berikut :

- a. Setelah *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis*, dan *Enterobacter gergoviae*, 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

Kemudian dilakukan uji parameter setiap 5 hari sekali selama 10 hari.

3.5 Skema Kerja Penelitian



Gambar 4. Prosedur Kerja Aerasi Limbah

3.6 Analisa parameter

3.6.1 Analisis Histamin

Analisis histamin dilakukan di Laboratorium Pembinaan dan Pengawasan Mutu Hasil Perikanan Surabaya, Pengujian histamin dilakukan sebelum sampel limbah diberi perlakuan bakteri dan sesudah diberi perlakuan bakteri. Setelah sampel limbah yang diberi perlakuan bakteri diaerasi selama 0 hari, 5 hari dan 10 hari, maka dilakukan pengujian kadar histamin menggunakan metode spektrofotometri. Prosedur pengujian histamin berdasarkan SNI 01-2360-1991 adalah sebagai berikut:

a. Tahap ekstraksi

Sepuluh gram sampel ditimbang lalu ditambahkan dengan methanol sebanyak 50 ml kemudian dihomogenkan dengan menggunakan homogenizer (blender) kurang lebih selama 1-2 menit. Setelah homogen maka sampel tersebut dipanaskan dalam waterbath pada suhu 60°C selama 15 menit, kemudian didinginkan pada suhu ruang. Selanjutnya setelah dingin, sampel tersebut dimasukkan ke dalam labu ukur 100 ml dan ditambahkan methanol sampai tanda tera lalu dikocok agar homogen. Setelah itu, larutan sampel disaring menggunakan kertas saring dan dimasukkan ke dalam erlenmeyer.

b. Tahap *clean up* atau tahap elusi

Pertama-tama disiapkan kolom kromatografi (panjang 20 cm dan diameter 7 mm) kemudian ke dalam kolom tersebut dimasukkan glass wool secukupnya (tingginya 1 cm). Selanjutnya masukkan resin penukar ion (dowex 1-x800-100-mesh) ke dalam kolom sampai tingginya kurang lebih 8 cm (diusahakan resin tidak sampai kering dengan cara dibilas dengan aquades karena akan mempengaruhi daya kerja penukar ion tersebut). Selanjutnya sampel dilewatkan ke dalam kolom sebanyak 1 ml dan ditampung hasilnya dalam labu ukur 50 ml yang telah diberi 5 ml HCl 1 N.

c. Tahap pembentukan

Kedalam masing-masing tabung reaksi dipipet sebanyak 10 ml HCl 0,1 N kemudian ditambahkan 5 ml sampel (hasil elusi), 5 ml standar histamin (sebagai larutan standar), dan 5 ml HCl 0,1 N (sebagai blanko). Setelah itu, ditambahkan 3 ml NaOH 1 N lalu dihomogenkan dan dibiarkan selama 5 menit. Kemudian ditambahkan lagi *ortoptalatdikarboksilaldehyde* (OPT) 1% sebanyak 1 ml lalu dihomogenkan dan didiamkan selama 4 menit. Selanjutnya ditambahkan 3 ml H₃PO₄ 3,57 N lalu dihomogenkan. Setelah selesai, sampel siap untuk dibaca menggunakan spektrofotometer pada panjang gelombang eksitasi 350 nm dan panjang gelombang emisi 444 nm.

3.6.2 Analisis TSS

Analisa TSS (*Total Suspended Solid*) ini dilakukan di laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta Malang, pengujian ini dilakukan setelah sampel limbah diberi perlakuan bakteri dan diaerasi selama 0 hari, 5 hari dan 10 hari. Prosedur uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid/TSS*) secara gravimetri berdasarkan SNI 06-6989.3-2004 dapat dijelaskan adalah sebagai berikut :

- a. Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi dengan sedikit air suling
- b. Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetik 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 dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang alumunium sebagai penyangga
- f. Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°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 Analisis Minyak dan Lemak

Analisa minyak dan lemak sampel limbah cair dilakukan di laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta Malang. Sampel yang dianalisa ini terlebih dahulu diaerasi selama 0 hari, 5 hari dan 10 hari, kemudian dianalisa untuk mengetahui kadar minyak dan lemak dalam limbah setelah diaerasi. Prosedur pengujian minyak dan lemak berdasarkan SNI 06-6989.10-2004 secara gravimetri untuk air dan air limbah 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 Na_2SO_4 anhidrat, yang keduanya telah dicuci dengan pelarut, ke dalam labu bersih yang telah ditimbang
- d. Jika tidak dapat diperoleh lapisan pelarut yang jernih (tembus 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 Na_2SO_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 Na_2SO_4 anhidrat dengan tambahan 10 mL sampai dengan 20 mL pelarut
 - h. Destilasi pelarut dalam penangas air pada suhu 85°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 Analisis pH

Analisis pH dilakukan di laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta Malang, Sampel limbah yang telah diberi perlakuan bakteri dan diaerasi selama 0 hari, 5 hari dan 10 hari duji pH dengan menggunakan pH meter, pengujian ini dilakukan di laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta Malang. Prosedur pengujian derajat keasaman (pH) dengan menggunakan alat pH meter berdasarkan SNI 06-6989.11-2004. Metode pengukuran pH berdasarkan pengukuran aktifitas ion hidrogen secara potensial/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

3.6.5 Analisis Amonia

Analisis ammonia dilakukan di laboratorium Kualitas Air Jasa Tirta Malang, sampel limbah diuji setelah dilakukan aerasi selama 5 hari dan 10 hari. Prosedur pengujian kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat berdasarkan SNI 06-6989.30-2005. Prinsip pengujian amonia bereaksi hipoklorit dan fenol yang dikatalisis oleh natrium nitroprusida membentuk senyawa biru indofenol. Adapun prosedur pengujian kadar amonia 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 mL 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 ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, baca dan catat serapannya pada panjang gelombang 640 nm

3.6.6 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_2 dalam lemari inkubator $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari
- e. Lakukan pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan dalam botol A_1 dengan alat DO meter yang terkalibrasi sesuai dengan *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st 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_1). Pengukuran oksigen terlarut pada nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran
- f. Ulangi pengerjaan butir e) untuk botol A_2 yang telah diinkubasi 5 hari \pm 6 jam. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan nilai oksigen terlarut 5 hari (A_2)
- 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_1) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (B_2)
- 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_1) dan nilai oksigen terlarut 5 hari (C_2)

- i. Lakukan kembali pengerjaan burit a) sampai f) terhadap beberapa macam pengenceran contoh uji

Perhitungan Nilai BOD₅

$$\text{BOD}_5 = \frac{(A_1 - A_2) - \left(\frac{B_1 - B_2}{V_B}\right)V_C}{P}$$

keterangan :

BOD₅ = nilai BOD₅ contoh uji (mg/L)

A₁ = Kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A₂ = Kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (5 hari) (mg/L)

B₁ = Kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B₂ = Kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (5 hari) (mg/L)

V_B = Volume suspense mikroba (mL) dalam botol DO blanko

V_C = Volume suspense mikroba dalam botol contoh uji (mL)

P = Perbandingan volume uji (V₁) per volume total (V₂)

3.6.7 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 Cr₂O₇²⁻ yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mg O₂ 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

- e. Jika konsentrasi COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L lakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm, gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi
- f. Ukur absorbansi blanko yang tidak direluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji
- g. 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 Kandungan Limbah Cair Ikan Kacaping

Hasil analisa kandungan limbah cair ikan kaca piring sebelum diberi *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Uji Kandungan Limbah Cair Ikan Kaca Piring

No	Parameter	Satuan	Hasil Uji Laboratorium*)	Baku Mutu**)
1	Histamin	mg/kg	No Detected	Maks 100
2	pH	-	6,8	6-9
3	TSS	mg/L	105,1	Maks 100
4	Amonia	mg/L	16,4	Maks 10
5	Minyak dan Lemak	mg/L	2,5	Maks 15
6	BOD	mg/L	87,9	Maks 100
7	COD	mg/L	257,1	Maks 200

*) Permen LH No.5 Tahun 2004 Tentang Baku Mutu Air Limbah Hasil Perikanan

Dari data hasil pengujian sampel limbah cair ikan kaca piring diketahui kandungan histamin <1,1163 mg/L (Not Detected), TSS sebesar 105,1 mg/L, minyak dan lemak sebesar 2,5 mg/L, pH sebesar 6,8, amonia sebesar 16,4 mg/L, BOD sebesar 87,9 mg/L dan COD sebesar 257,1 mg/L. Pada tabel diatas diketahui hasil uji parameter TSS, Amonia, COD diatas batas maksimal yang telah ditentukan oleh PermenLH No.5 Tahun 2014, sedangkan pada hasil uji laboratorium histamin, pH minyak dan lemak serta BOD masih dibawah batas baku mutu.

4.1 Analisa Histamin

Hasil analisa kandungan histamin pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada **Tabel 3**

Tabel 3. Hasil Pengujian Histamin

Perlakuan	Lama Aerasi		
	0 Hari	5 Hari	10 Hari
A	ND	ND	ND
B	ND	ND	ND
C	ND	ND	ND

Keterangan :

A : *Acinetobacter baumannii*

B : *Bacillus subtilis*

C : *Enterobacter gergoviae*

ND (Not Detected) : nilai absorbansi sampai dibawah absorbansi blanko (1,163) nilai absorbansi = 0,350 sehingga jika masuk dalam perhitungan regresi nilainya = 0,7206 mg/kg

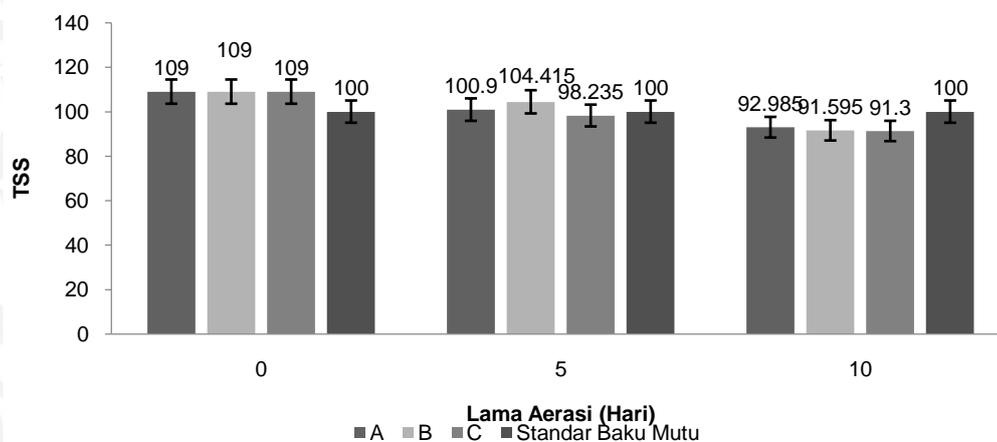
Berdasarkan tabel di atas dengan pemberian *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari menunjukkan tidak terdapat kandungan histamin, hal ini ditunjukkan dengan nilai absorbansi sampel lebih kecil dari absorbansi blanko sebesar 1,163 mg/kg serta ikan kaca piring bukan dari golongan ikan *scombroid*. Menurut Wikipedia (2015), ikan kaca piring bukan termasuk golongan dari ikan *scombroid*. Menurut McLauchlin (2005), ikan golongan *scombroid* banyak mengandung histidin bebas di dalam jaringan daging maupun jeroan, yang dapat diubah menjadi histamin melalui dekarboksilasi dan aktivitas bakteri penghasil histamin. Histamin adalah senyawa kimia pada ikan berdaging merah. Senyawa ini dapat menyebabkan alergi pada konsumen, bahkan berbahaya bila terlambat diobati. Histamin

merupakan hasil uraian histidin (asam amino yang terdapat pada protein ikan) oleh bakteri.

Menurut Taylor (1980), bahwa histamin menimbulkan masalah apabila levelnya melebihi 54 mg/144 g (SDD ppm) pada ikan dan bahan makanan lainnya. Menurut Yoswaty (2005), menyebutkan ada beberapa jenis ikan dari famili *Scombridae* mempunyai kandungan histidin bebas yang tertinggi seperti tongkol mencapai 491 mg/100g daging, mahi-mahi 344 mg/100g, cakalang 1192 mg/100g, tuna ekor kuning 740 mg/100g, kembung 600 mg/100g dan albakor 2 g/100g. Ikan yang mengandung histidin bebas lebih dari 100 mg/100g daging, maka mampu menghasilkan histamin. Ditambahkan Hardiana (2009) menyatakan berbagai jenis bakteri yang mampu menghasilkan enzim histidin dekarboksilase (HDC) termasuk famili Enterobacteriaceae dan Bacillaceae. Umumnya spesies *Bacillus*, *Citrobacter*, *Clostridium*, *Escherichia*, *Klebsiella*, *Lactobacillus*, *Pediococcus*, *Photobacterium*, *Proteus*, *Pseudomonas*, *Salmonella*, *Shigella*, dan *Streptococcus* menunjukkan aktivitas dekarboksilase asam amino.

4.2 Analisa TSS

Hasil analisa TSS pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada **Gambar 4**



Gambar 4. Hasil uji TSS limbah cair pembekuan ikan kaca piring

Berdasarkan grafik hasil analisa TSS diatas, dapat diketahui bahwa limbah cair pembekuan ikan kaca piring yang telah diberi penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*, dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hasil uji hari ke-0 sampai dengan hari ke-10 kadar TSS mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada hari ke-0 hasil rata-rata analisa kandungan TSS yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring sebesar 109 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri A hasil rata-rata analisa kandungan TSS mengalami penurunan menjadi 100,9 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 92,985 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri B hasil rata-rata analisa kandungan TSS mengalami penurunan menjadi 104,415 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 91,595 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri C hasil rata-rata analisa kandungan TSS mengalami penurunan menjadi 98,235 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 91,3 mg/L.

Dari hasil analisa TSS dapat ditunjukkan bahwa *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* mampu menurunkan

kadar TSS pada sampel, hal ini diduga dengan pemberin bakteri tersebut mampu mempercepat proses dekomposisi senyawa organik pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring menjadi senyawa yang lebih sederhana. Penurunan total solid dapat disebabkan proses degradasi oleh mikroorganisme seperti *Bacillus*, hal initerjadi karena bahan organik mengalami degradasi pada saat proses hidrolisis. Selama proses hidrolisis, padatan tersuspensi berkurang karena telah berubah menjadi terlarut (Paramita, 2012). Enterobacter mampu bertahan dan berkembang biak pada sisa-sisa bahan organik dan juga berperan sebagai antibiotik (Khaeruni, 2013) sehingga mampu menghambat perkembangan mikroorganisme patogen lainnya yang tidak diinginkan serta mampu menurunkan kadar TSS pada limbah.

Lama aerasi juga berpengaruh terhadap penurunan kadar TSS. Menurut Menurut Wigyanto (2009), penurunan kadar TSS disebabkan oleh aktivitas pendegradasi senyawa organik oleh bakteri pendegradasi (*Acinetobacter*) selama aerasi. Selama proses degradasi berlangsung, molekul kompleks bahan cemaran organik dipecah oleh enzim-enzim bakteri pendegradasi melalui proses hidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa-senyawa sederhana tersebut digunakan oleh bakteri untuk metabolisme tubuhnya sehingga menghasilkan energi, CO₂, H₂O dan sisa metabolisme yang berupa lumpur yang mudah mengendap ke dasar, sehingga dengan mekanisme tersebut bahan cemaran organik berupa padatan tersuspensi yang berada pada limbah semakin lama semakin berkurang sehingga nilai TSS-nya juga semakin menurun.

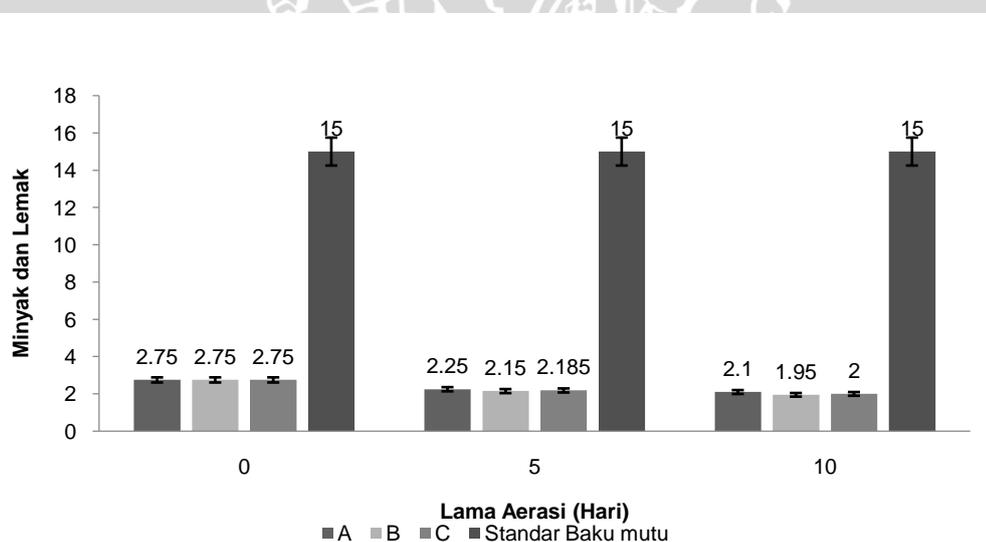
Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan TSS maksimal yaitu sebesar 100 mg/L. Dengan demikian dari hasil akhir penelitian kadar TSS yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring memenuhi standar baku mutu air limbah yakni <100 mg/L, karena nilai TSS yang tinggi pada suatu perairan dapat menyebabkan kekeruhan air yang

dapat menghambat masuknya intensitas cahaya dalam air dan dapat menyebabkan pendangkalan pada perairan.

Berdasarkan analisa ANOVA dari pemberian bakteri A, B, dan C didapatkan F hitung sebesar 0,098 lebih kecil dari F5% yaitu 6,94, sehingga kadar TSS tidak berbeda nyata dengan pemberian bakteri yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian bakteri yang berbeda pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dapat menurunkan kadar TSS.

4.3 Analisa Minyak dan Lemak

Hasil analisa Minyak dan Lemak pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada **Gambar 5**



Gambar 5. Hasil uji minyak dan lemak limbah cair pembekuan ikan kaca piring

Berdasarkan grafik hasil analisa minyak dan lemak diatas, dapat diketahui limbah cair pembekuan ikan kaca piring yang telah diberi penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*, dan

diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hasil uji hari ke-0 sampai dengan hari ke-10 kadar minyak dan lemak mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada hari ke-0 hasil rata-rata analisa kandungan minyak dan lemak yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring sebesar 2,75 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri A hasil rata-rata analisa kandungan minyak dan lemak mengalami penurunan menjadi 2,25 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 2,1 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri B hasil rata-rata analisa kandungan minyak dan lemak mengalami penurunan menjadi 2,15 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 1,95 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri C hasil rata-rata analisa kandungan minyak dan lemak mengalami penurunan menjadi 2,185 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 2 mg/L.

Dari hasil analisa minyak dan lemak dapat ditunjukkan bahwa bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* mampu menurunkan kadar minyak dan lemak pada sampel, hal ini diduga dengan pemberian bakteri tersebut mampu mempercepat proses dekomposisi senyawa organik pada limbah cair pembekuan ikan piring menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut Priadie (2012) *Acinetobacter* dan *Enterobacter* dapat mendegradasi lipid, sedangkan *Bacillus* dapat mendegradasi pencemar organik. Menurut Dharmawibawa (2004) bahwa, *Bacillus* merupakan mikroorganisme yang potensial dalam mendegradasi minyak solar. Bakteri ini kemungkinan juga mampu hidup dan memanfaatkan limbah lipid yang ada pada tempat pembuangan.

Lama aerasi juga berpengaruh terhadap penurunan kadar minyak dan lemak. Menurut Darmayasa (2008), degradasi lipid ditentukan oleh faktor seperti: komposisi kimia hidrokarbon, temperature, lama aerasi, nutrisi dan derajat keasaman (pH). Pada lapisan lipid terdapat sejumlah karbon yang menunjang

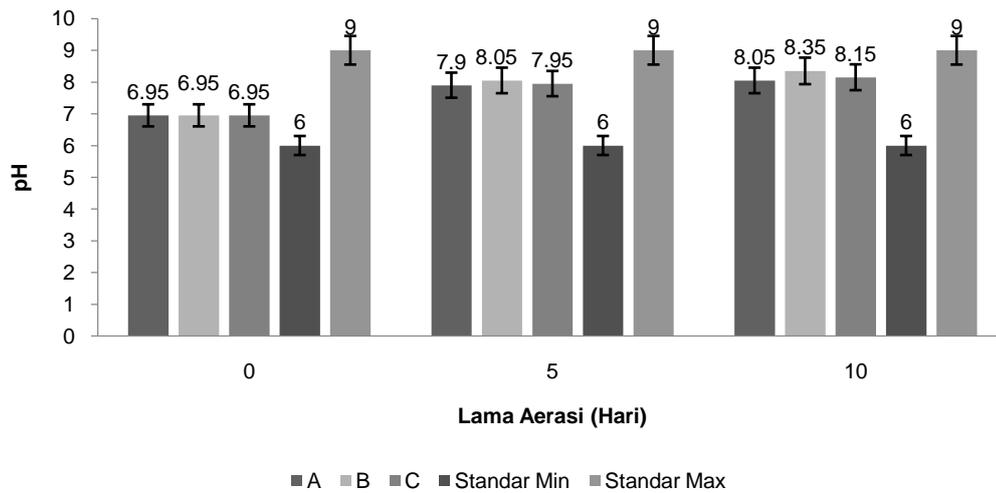
pertumbuhan mikroba. Semakin lama dilakukan aerasi pada limbah dapat menunjang pertumbuhan bakteri sehingga memberikan kemampuan bakteri dalam merombak komponen lipid dengan baik.

Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No. 5 tahun 2014 kandungan minyak dan lemak maksimal yaitu sebesar 15 mg/L. Dengan demikian dari hasil akhir penelitian kadar minyak dan lemak yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring memenuhi standar baku mutu air limbah yakni <15 mg/L, karena kadar minyak dan lemak yang tinggi pada suatu perairan dapat menghambat masuknya intensitas cahaya dalam air. Menurut Tresna (1991), 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.

Berdasarkan analisa ANOVA dari pemberian bakteri A, B, dan C didapatkan F hitung sebesar 0,074 lebih kecil dari F5% yaitu 6,94, sehingga kadar minyak dan lemak tidak berbeda nyata dengan pemberian bakteri yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian bakteri yang berbeda pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dapat menurunkan kadar minyak dan lemak.

4.4 Analisa pH

Hasil analisa pH pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada **Gambar 6**



Gambar 6. Hasil uji pH limbah cair pembekuan ikan kaca piring

Berdasarkan grafik hasil analisa pH diatas, dapat diketahui limbah cair pembekuan ikan kaca piring yang telah diberi penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*, dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hasil uji hari ke-0 sampai dengan hari ke-10 kadar pH mengalami kenaikan. Hal ini dapat dilihat pada hari ke-0 hasil rata-rata analisa pH yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring sebesar 6,95. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri A hasil rata-rata analisa pH mengalami kenaikan menjadi 7,9 dan pada hari ke-10 mengalami kenaikan menjadi 8,05. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri B hasil rata-rata analisa pH mengalami kenaikan menjadi 8,05 dan pada hari ke-10 mengalami kenaikan menjadi 8,35. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri C hasil rata-rata analisa pH mengalami kenaikan menjadi 7,95 dan pada hari ke-10 mengalami kenaikan menjadi 8,15.

Dari tabel diatas dapat disimpulkan bahwa nilai pH pada limbah cair sesudah dilakukan perlakuan dari hari ke 0, 5 dan 10 hari 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. Berdasarkan analisa ANOVA dari pemberian bakteri A, B,

dan C didapatkan F hitung sebesar 0,52 lebih kecil dari F5% yaitu 6,94, sehingga dapat diartikan bahwa tidak ada perbedaan antara masing-masing bakteri dengan nilai pH pada limbah cair.

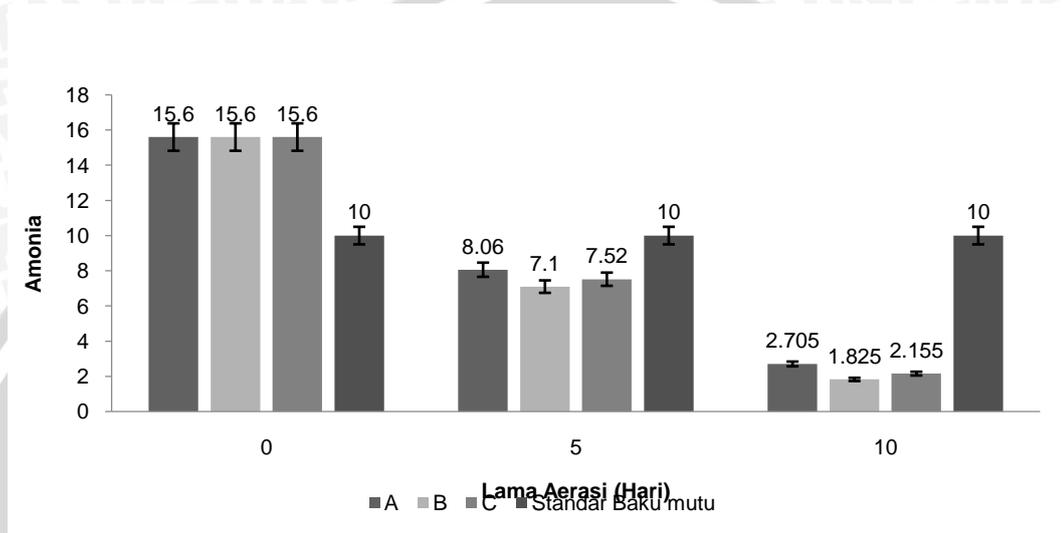
Pada penelitian ini terjadi kenaikan pH setelah limbah diberikan perlakuan, namun kenaikan ini masih dalam kisaran baku mutu air yang telah ditetapkan. Menurut Pramudya (2001) *Acinetobacter* mampu merombak bahan organik akan menyesuaikan diri pada kisaran pH 6,5-8,3. Ewies (1998) menambahkan bahwa pertumbuhan *Enterobacter* sangat tinggi pada pH antara 6-8 dan hampir semua bakteri menyukai kondisi netral, sehingga dalam hal ini bakteri tersebut dapat menaikkan nilai pH dari limbah.

Lama aerasi juga berpengaruh terhadap kenaikan nilai pH. Kenaikan pH pada sampel limbah cair diperkirakan oleh aktifitas bakteri yang menguraikan bahan organik yang menghasilkan gas berbau seperti amonia (NH_3) selama aerasi. Mekanisme mikroorganisme pada proses dekomposisi bahan organik yang terdapat pada limbah cair menunjukkan bahwa lingkungan bersifat basa karena terbentuk amonia (Munawaroh *et al.*, 2013). Menurut Ibad (2013), peningkatan pH dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu bakteri bisa menghasilkan senyawa yang bersifat basa atau netral.

Proses pengolahan air limbah ini memerlukan mikroorganisme yang cocok untuk menguraikan bahan organik yang terkandung di dalamnya. Semakin lama waktu tinggal maka penyisihan bahan organik yang terjadi akan semakin besar. Untuk nilai pH (derajat keasaman) sendiri, menurut Burton (2003), mikroorganisme aerob seperti *Bacillus* dapat hidup dan berkembang optimal pada pH 6,5 - 7,5 sedangkan rentang pH pada reaktor aerob adalah 7,09 - 7,56 untuk meningkatkan efisiensi penurunan kadar bahan organik.

4.5 Analisa Amonia

Hasil analisa amonia pada limbah cair ikan kaca piring menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada **Gambar 7**



Gambar 7. Hasil uji amonia limbah cair pembekuan ikan kaca piring

Berdasarkan grafik hasil analisa amonia diatas, dapat diketahui limbah cair pembekuan ikan kaca piring yang telah diberi penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*, dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hasil uji hari ke-0 sampai dengan hari ke-10 kadar amonia mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada hari ke-0 hasil rata-rata analisa kandungan amonia yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring sebesar 15,6 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri A hasil rata-rata analisa kandungan amonia mengalami penurunan menjadi 8,06 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 2,705 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri B hasil rata-rata analisa kandungan amonia mengalami penurunan menjadi 7,1 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 1,825 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri C hasil rata-rata analisa kandungan amonia mengalami

penurunan menjadi 7,52 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 2,155 mg/L.

Dari hasil analisa amonia dapat ditunjukkan bahwa *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* mampu menurunkan kadar amonia pada sampel, hal ini diduga dengan pemberian bakteri tersebut mampu mempercepat proses dekomposisi senyawa organik pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring menjadi senyawa yang lebih sederhana. Menurut Khaeruni(2013), *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* merupakan kelompok bakteri termofilik fakultatif yang optimal bekerja pada suhu 35-55°C. Bakteri tersebut juga merupakan kelompok bakteri proteolitik dan lipolitik yang mampu mendegradasi senyawa-senyawa protein dan lemak seperti unsur C, H dan N.

Lama aerasi juga berpengaruh terhadap penurunan kadar dari amonia. Menurut Rosmaniar (2011) Oksigen sangat diperlukan oleh bakteri untuk menguraikan buangan sisa pakan dan nitrogen. Pertumbuhan bakteri sangat bergantung terhadap ketersediaan oksigen sehingga lama aerasi sangat mempengaruhi bakteri dalam menurunkan kadar amonia. Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan amonia maksimal yaitu sebesar 10 mg/L. Dengan demikian dari hasil akhir penelitian amonia yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring memenuhi standar baku mutu air limbah yakni <10 mg/L.

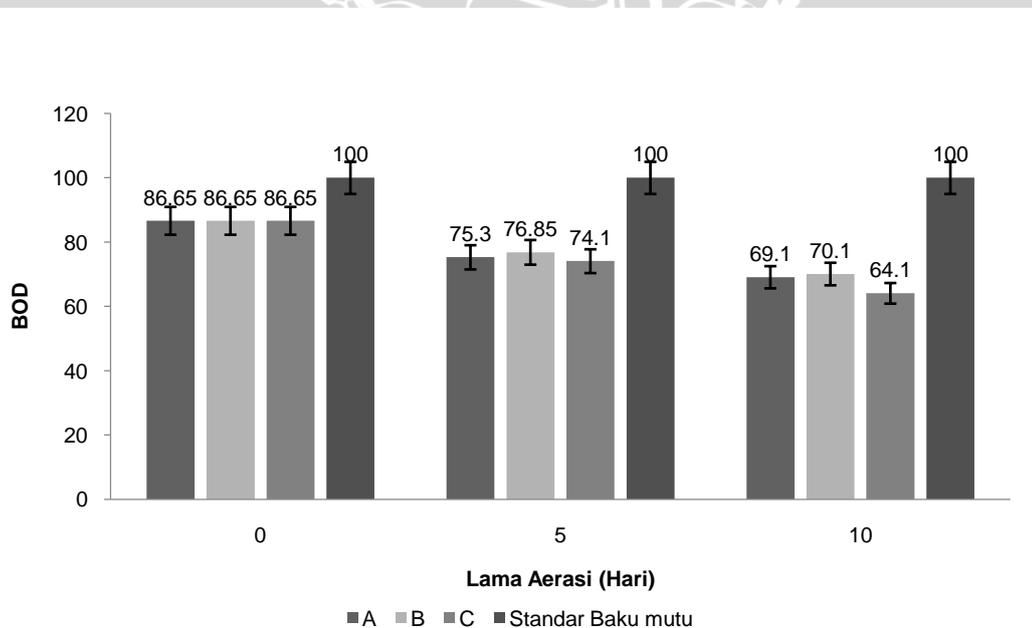
Berdasarkan analisa ANOVA dari pemberian bakteri A, B, dan C didapatkan F hitung sebesar 0,19 lebih kecil dari F5% yaitu 6,94, sehingga kadar amonia tidak berbeda nyata dengan pemberian bakteri yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian bakteri yang berbeda pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dapat menurunkan kadar amonia. Lama aerasi juga

tidak memberikan pengaruh nyata terhadap penurunan kadar amonia dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring.

Keberadaan amonia sebagai hasil dekomposisi protein dapat bersifat toksik dalam perairan. Kadar amonia yang masih tinggi berkontribusi terhadap terjadinya proses eutrofikasi, sehingga menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam perairan dan mengganggu proses fotosintesis. Kondisi tersebut dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen terlarut pada air. Jika kadar oksigen terlarut dalam perairan menurun, maka dapat menyebabkan proses respirasi biota akan terganggu bahkan menyebabkan kematian (Widiyanto, 2002).

4.6 Analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Hasil analisa BOD pada limbah cair ikan kaca piring menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada **Gambar 8**



Gambar 7. Hasil uji BOD limbah cair pembekuan ikan kaca piring

Berdasarkan grafik hasil analisa BOD diatas, dapat diketahui limbah cair pembekuan ikan kaca piring yang telah diberi penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*, dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hasil uji hari ke-0 sampai dengan hari ke-10 kadar BOD mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada hari ke-0 hasil rata-rata analisa kandungan BOD yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring sebesar 86,65 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri A hasil rata-rata analisa kandungan BOD mengalami penurunan menjadi 75,3 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 69,1mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri B hasil rata-rata analisa kandungan BOD mengalami penurunan menjadi 76,85 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 70,1 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri C hasil rata-rata analisa kandungan BOD mengalami penurunan menjadi 74,1 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 64,1 mg/L.

Dari hasil analisa BOD dapat ditunjukkan bahwa bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* mampu menurunkan kadar BOD pada sampel, hal ini diduga dengan pemberin bakteri tersebut mampu mempercepat proses dekomposisi senyawa organik pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring menjadi senyawa yang lebih sederhana. Penurunan BOD disebabkan oleh penguraian bahan organik. Hal tersebut merupakan proses alami yang dilakukan oleh bakteri aerob seperti *Bacillus*. Menurut Mahida (1993), hancurnya bahan organik menjadi CO₂ dan amoniak oleh aktivitas bakteri *Acinetobacter* maupun *Enterobacter* yang terjadi pada tahap awal akan mengakibatkan penurunan nilai oksigen terlarut. Menurunnya populasi bakteri karena penurunan oksigen terlarut dalam air limbah mengakibatkan penurunan proses peruraian bahan organik yang ditunjukkan dengan penurunan BOD. Lama aerasi juga berpengaruh terhadap penurunan nilai BOD. Menurut Metclaf (1979),

proses aerasi dengan suplai oksigen mampu menurunkan kandungan organik dalam air limbah hingga 90-95%.

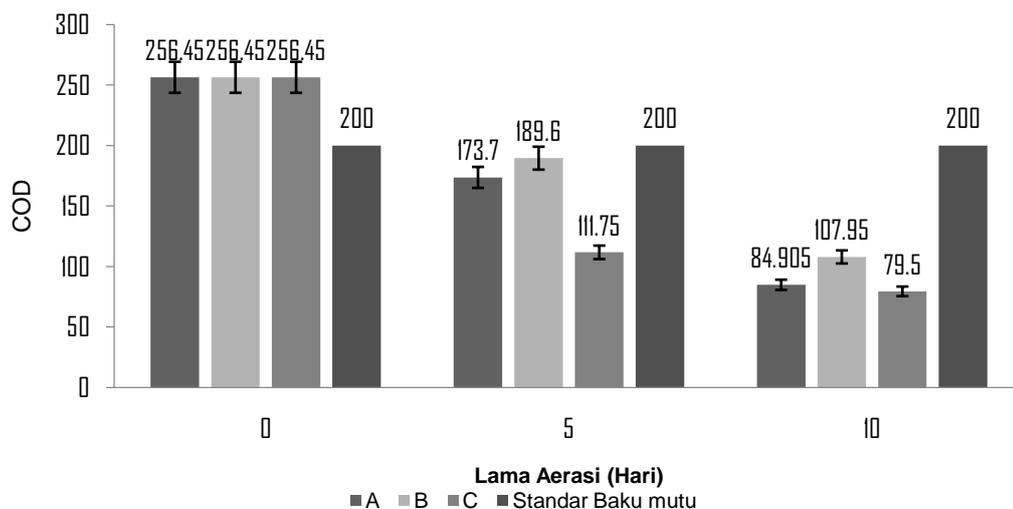
Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan BOD maksimal yaitu sebesar 100 mg/L. Dengan demikian dari hasil akhir penelitian BOD yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring memenuhi standar baku mutu air limbah yakni <100 mg/L.

Berdasarkan analisa ANOVA dari pemberian bakteri A, B, dan C didapatkan F hitung sebesar 0,33 lebih kecil dari F5% yaitu 6,94, sehingga kadar BOD tidak berbeda nyata dengan pemberian bakteri yang berbeda. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pemberian bakteri yang berbeda pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dapat menurunkan kadar BOD.

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 CO₂ dan amoniak karena kekurangan bahan organik sebagai sumber substrat (Romayanto *et al.*, 2006).

4.7 Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Hasil analisa COD pada limbah cair ikan kaca piring menggunakan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10⁶ CFU/mL dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada **Gambar 9**



Gambar 9. Hasil uji COD limbah cair pembekuan ikan kaca piring

Berdasarkan grafik hasil analisa COD diatas, dapat diketahui limbah cair pembekuan ikan kaca piring yang telah diberi penambahan *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*, dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hasil uji hari ke-0 sampai dengan hari ke-10 kadar COD mengalami penurunan. Hal ini dapat dilihat pada hari ke-0 hasil rata-rata analisa kandungan COD yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring sebesar 256,45 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri A hasil rata-rata analisa kandungan COD mengalami penurunan menjadi 173,7 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 84,905 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri B hasil rata-rata analisa kandungan COD mengalami penurunan menjadi 189,6 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 107,95 mg/L. Pada hari ke-5 dengan pemberian bakteri C hasil rata-rata analisa kandungan COD mengalami penurunan menjadi 111,75 mg/L dan pada hari ke-10 mengalami penurunan menjadi 79,5 mg/L.

Dari hasil analisa COD dapat ditunjukkan bahwa *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* mampu menurunkan kadar COD pada sampel serta lama aerasi juga berpengaruh terhadap

penurunan nilai COD. Menurut Wignyanto (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 seperti *Acinetobacter*, *Bacillus* dan *Enterobacter* 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. Lama aerasi juga memberikan pengaruh terhadap penurunan kadar COD dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring. Menurut Metclaf (1979), proses aerasi dengan suplai oksigen mampu meurunkan kandungan organik dalam air limbah hingga 90-95%.

Menurut peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014 kandungan COD maksimal yaitu sebesar 100 mg/L. Dengan demikian dari hasil akhir penelitian COD yang terdapat dalam limbah cair pembekuan ikan kaca piring memenuhi standar baku mutu air limbah yakni <100 mg/L.

Berdasarkan analisa ANOVA dari pemberian bakteri A, B, dan C didapatkan F hitung sebesar 2,00 lebih kecil dari F5% yaitu 6,94, sehingga kadar COD tidak berbeda nyata dengan pemberian bakteri yang berbeda..

Kemudian menurut Septiawan *et al.*, (2014) COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan nilai dari jumlah oksigen dalam air yang dibutuhkan untuk mengoksidasi atau menguraikan unsur pencemaran yang ada secara kimiawi. Nilai dari COD biasanya lebih tinggi dibandingkan dengan nilai BOD, hal tersebut dikarenakan bahan buangan yang dapat dioksidasi melalui proses kimia lebih banyak dibandingkan dengan bahan yang dapat dioksidasi secara biologi.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengaruh penambahan bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobactergergoviae* pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*) secara aerob didapatkan kesimpulan sebagai berikut :

- Pemberian bakteri A (*Acinetobacter baumannii*), B (*Bacillus subtilis*), dan C (*Enterobacter gergoviae*) ke dalam sampel limbah cair pembekuan ikan kaca piring tidak terdapat perbedaan yang nyata antara setiap perlakuan ($F_{hitung} < F_{5\%}$, terima H_0).
- Pemberian bakteri yang berbeda pada parameter histamin masih belum terdeteksi kadar histamin. Pada parameter pH, akibat pemberian bakteri yang berbeda pH pada limbah cair yang semula bersifat asam setelah 10 hari aerasi menjadi bersifat basa namun masih dapat ditoleransi pada standar baku mutu. Pada parameter TSS, minyak dan lemak, kadar amonia, BOD serta COD dengan pemberian bakteri yang berbeda dan 10 hari aerasi dapat menurunkan kadar hingga batas yang ditoleransi oleh Peraturan Menteri Negara lingkungan hidup No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian pengaruh penambahan bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus subtilis* dan *Enterobactergergoviae* pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring (*Sillago sihama*) secara aerob, disarankan untuk melakukan pengujian elektroforesis terhadap sampel limbah cair perikanan untuk mengurangi masalah terhadap pengolahan limbah cair khususnya industri di

bidang perikanan serta mengaplikasikan metode ini pada bak-bak pengolahan limbah cair.



DAFTAR PUSTAKA

- Abbott, G. N.; F. White.; M. A. Charles, 2005. Linking values and organizational commitment: A correlational and experimental investigation in two organizations. *Journal of Occupational and Organizational Psychology*, Vol. **78**. 531 - 551.
- Aini, S. N.; Junaidi; Sudarno. 2012. Pengaruh Penambahan *Extracellular Polymeric Substances* Dan Agri Simba Sebagai Biostimulan Dan Bioaugmentasi Terhadap Laju Degradasi Limbah Lumpur Minyak Dari Ipal Pt. Indofood Cbp.
- Alamsyah, Y. 2008. Nugget. Gramedia Pustaka Utama, Jakarta.
- Atlas, R. M., and Bartha, R. 1992. *Microbial Ecology*. Benjamin Cummings Science, California.
- Badan Standarisasi Nasional. 2004. Air dan Air Limbah – Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) dengan Refluks tertutup secara Spektrofotometri. SNI 06-6979.2-2004.
- Badan Standarisasi Nasional. 2009. Air dan Air Limbah – Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand*). SNI 6979.72:2009.
- Baehaki, A.; Rinto; B. Arif. 2011. Isolasi dan Karakterisasi Protease dari Bakteri Tanah Rawa Indralaya, Sumatera Selatan. *Teknologi dan Industri Pangan*, Vol. **XXII** (1) : 10-16.
- Barrow, B. D. 1993. *Identification and Characterization Bacillus thuringiensis*. *J. Bacteriol.* 186 : 7736–7744.
- Burton, F. L.; Tchobanoglous. 2003, *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse*, 4th Ed. McGraw-Hill, Inc., New York.
- Darmayasa, I. B. G. 2008. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Lipid (Lemak) Pada Beberapa Tempat Pembuangan Limbah Dan Estuari Dam Denpasar. *Jurnal Bumi Lestari*, Vol. **8** No. 2.

Dharmawibawa, I. D. 2004. Isolasi, Identifikasi dan Uji Kemampuan Bakteri Pengurai Minyak Solar dari Perairan Pelabuhan Benoa Bali. Universitas Udayana, Bali.

Dwijosaputro. 1989. Dasar-Dasar Mikrobiologi. Djambatan. Malang.

Dotulong, V. 2009. Studi Kadar Histamin Ikan Tongkol (*Auxis thazard*) Asap yang Diawet dengan Asam Asetat.

Edahwati, L.; Suprihatin, 2011. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, Dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. *Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan*, Vol.1 No. 2.

Ekasari, S. R. 2013. Penyisihan Amonia dari Limbah Menggunakan Gabungan Proses Membran dan Oksidasi Lanjut dalam Reaktor Hibrida Ozon-Plasma Menggunakan Larutan Penyerap Asam Sulfat. Tesis. Universitas Inadonesia.

Ewies, J. B.; Sarina J. E.; Daniel P. Y. C.; Edward D. S. 1998. Bioremediation Principles. MC Graw Hill Companies, Inc. United States.

Fardiaz, S., 1992. Polutan Air dan Polusi Udara, Fak, Pangan dan Gizi IPB, Bogor.

Fardiaz, S. 1993. Mikrobiologi Pangan 1. Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.

Hardiana, P. K. 2009. Evaluasi Risiko Semi-Kuantitatif kadar Histamin Ikan Tuna Pada Proses Pembongkaran Di Transit Dan Pengolahan Produk Tuna Loinbeku. Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor.

Herlina, N.; M. H. S. Ginting, 2002. Minyak dan Lemak. Universitas Sumatra Utara.

Hidayat, I. N.; Suwarman, Surahman. E. 2015. Gambaran Jenis Bakteri pada Ujung Kateter Epidural di Rumah Sakit Dr. Hasan Sadikin Bandung. *JAP*, Volume 3 Nomor 1.

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.

Jenie, B. S. L; W. P. Rahayu, 1993. Penanganan Limbah Industri Pangan. Kanisius. Jogjakarta.

Khaeruni, A.; Asrianti; Abdul. 2013. Efektivitas Limbah Cair Pertanian Sebagai Media Perbanyakan Dan Formulasi *Bacillus subtilis* Sebagai Agens Hayati Patogen Tanaman. *Jurnal Agroteknos* Vol. 3 No. 3. Hal 144-151
Issn: 2087-7706.

Krieg, N.R.; J.G. Holt. 1984. *Bergeys's Manual of Systemic Bacteriology*, Vol.1. The Williams and Wilkins Co. Baltimore.

Madigan, M. T.; J. M. Martinko, 2003. *Biology of Microorganisms*. Southern Illinois University Carbondale. Tenth Edition. 1019 hal.

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

Metcalf and Eddy. 1979. *Waste Water Engineering : Treatment Disposal Reuse*. 2nd Edition. New Delhi : McGraw-Hill Publishing Company LTD.

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.

McLauchlin, J.; C. L. Little.; K. A. Grant.; V. Mithani. 2005. *Scombrotoxic fish poisoning*. *Public Health* 28: 61-62. DOI: 10.1093/pubmed/fdi063. Metcalf, 1979.

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

Nicklin, Y. K.; C. Gloema.; T. Fogel. 1999. *Miclobiology*. Scientist Publisher.

Noorhamdani, 2014. Aktivitas Hemaglutinasi Bakteri *Acinetobacter Baumanni* Yang Berasal Dari Spesimen Klinik Dan Lingkungan. *Jurnal Kedokteran Brawijaya*, Vol. XX, No. 2, Agustus 2004.

Noorulil, B.; Adil. R. 2010. Rancang Bangun Model Mekanik Alat untuk Mengukur Kadar Keasaman Susu Cair, Sari Buah dan Soft Drink. *Jurnal Teknik Lingkungan*, Vol. 2, No.3

Nursanti, I; Madjid. 2009. Pengelolaan Kesuburan Tanah Mineral Masam untuk Pertanian. <http://dasar2ilmutanah.blogspot.com>. Diakses 26 Mei 2012.

Paramita, 2012. Tentang Manual Book Logo. dkv-unpas.blogspot.com. Diakses pada 1 juli 2015.

peraturan menteri lingkungan hidup No 5 tahun 2014. Baku Mutu Air Limbah Domestik. Kantor Menteri Lingkungan Hidup. Jakarta.

Pramudya, 2001. Rekayasa Konfigurasi Sistem Adsorpsi dan Biocycle untuk Pengolahan Air Limbah Domestik yang Mengandung Deterjen". Laporan Penelitian. Pusat Penelitian KLH Lembaga Penelitian ITS. Surabaya.

Prasetiawan, N. R.; Agustini. T.W.; Ma'ruf. W. F.; 2013. Penghambatan Pembentukan Histamin Pada Daging Ikan Tongkol (*Auxis thazard*) Oleh Quercetin Selama Penyimpanan. *JPHPI 2013*, Volume 16 Nomor 2.

Pratiwi, E. 2014. Analisis Dinamika Fluktuasi TSS (Total Suspended Solid) Sepanjang Das-Muara-Laut Di Perairan Berau Kalimantan Timur. Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014.

Priadie Bambang. 2012. Teknik Bioremediasi Sebagai Alternatif Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Program Studi Ilmu Lingkungan Program Pasca Sarjana Universitas Diponegoro. Semarang. Jurnal Ilmu Lingkungan. Volume 10, Issue 1: 38-48

Rizqon, M.; D. Hari; D. Taryana. 2013. Pengaruh Pencemaran Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan Terhadap Kualitas Air Tanah Di Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi.

Romayanto, M. E. B.; Wiryanto; Sajidan. 2006. Pengolahan Limbah Domestik Dengan Aerasi Dan Penambahan Bakteri *Pseudomonas putida*. Jurusan Biologi FMIPA dan Ps. Ilmu Lingkungan PPS Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta.

Rosmaniar. 2011. Dinamika Biomassa Bakteri dan Kadar Limbah Nitrogen pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Intensif Sistem Heterotrofik. Skripsi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta. 100 hal.

Sartika, R. A. D. 2008. Pengaruh Asam Lemak Jenuh, Tidak Jenuh dan Asam Lemak Trans terhadap Kesehatan. *Jurnal Kesehatan Masyarakat Nasional* Vol. 2, No. 4.

Septiawan, M.; M. R. S. Sri; W. M. Fransiska. 2014. Penurunan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Cattail* Dengan Sistem *Constructed Wetland*. *Indonesia Journal of Chemical Science* 3 (1)

Simanjuntak, M. 2012. Kualitas Air Laut Ditinjau Dari Aspek Zat Hara, Oksigen Terlarut Dan pH Di Perairan Banggai, Sulawesi Tengah. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis*, Vol. 4, No. 2, Hlm. 290-303.

SNI 01-2360,1991. Produk perikanan, Penentuan kadar histamin.

SNI 06-6989.10. 2004. Air dan air limbah – bagian 10: cara uji minyak dan lemak secara gravimetri.

SNI 06-6989.30. 2005. Air dan air limbah – bagian 30: cara uji kadar amonia dengan spektrofotometer secara fenat.

SNI 06-6989.3. 2004. Air dan limbah – bagian 3: cara uji padatan tersuspensi total secara gravimetri.

SNI 2345.10. 2009. Air dan air limbah – bagian 11: cara uji derajat keasamaan (pH) dengan menggunakan alat pH meter.

Sudarmaji. 2004. Dinamika populasi tikus sawah (*Rattus argentiventer*) pada ekosistem sawah irigasi teknis dengan pola tanam padi-padi-bera. Disertasi Sekolah Pasca Sarjana, Universitas Gadjah Mada Yogyakarta.

Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Universitas Indonesia Press. Jakarta.

Sumarni, 2012. Adsorpsi Zat Warna Dan Zat Padat Tersuspensi Dalam Limbah Cair Baik. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) Periode III.

Suyasa, I. W. B. 2011. Isolasi bakteri pendegradasi lemak atau minyak dari beberapa sedimen perairan tercemar dan bak penampungan limbah.

Tarigan, M. S.; Edward. 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (*Total Suspended Solid*) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. *Makassar, Jurnal Sains*, Vol.7, No. 3.

Tay, J. H.; Yeow. S. K.; Tse. H. Y. 2006. *Seafood Processing Wastewater Treatment*. Taylor and Francis Group, LLC.

Taylor, C. A. 1980. *Biotechnology, A Text Book of Industrial Microbiology*. Sinaeur Associates, Inc. Sunderland.

Titiresmi, S. N. 2006. Teknologi Biofilter Untuk Pengolahan Limbah Ammonia. *Jurnal Teknologi Lingkungan*, Vol.7 NO. 2.

Tjokrokusumo. 1995. Pengantar Konsep Teknologi Bersih Khusus Pengelolaan dan Pengolahan Air. STTL, Yogyakarta.

Tresna, S. 1991. *Pencemaran Lingkungan Hidup*, Rineke Cipta, Jakarta, 1991.

Waryanti, A.; Sudarno; E. Sutrisno. 2013. Studi Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Pada Pembuatan Pupuk Cair Dari Limbah Air Cucian Ikan Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro. *Jurnal Lingkungan Hidup*, Vol. 1, No. 2.

Widiyanto, M. A. K. 2002. *Dasar-dasar Ilmu Gizi*, Malang: UMM Press. Hal. 149.

Wignyanto, N. H.; A. Ariningrum. 2009. Bioremediasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Sanan Serta Perencanaan Unit Pengolahannya (Kajian Pengaturan Kecepatan Aerasi Dan Waktu Inkubasi). *Jurnal Teknologi Pertanian*. Vol. 10, No.2. Hal: 123-135.

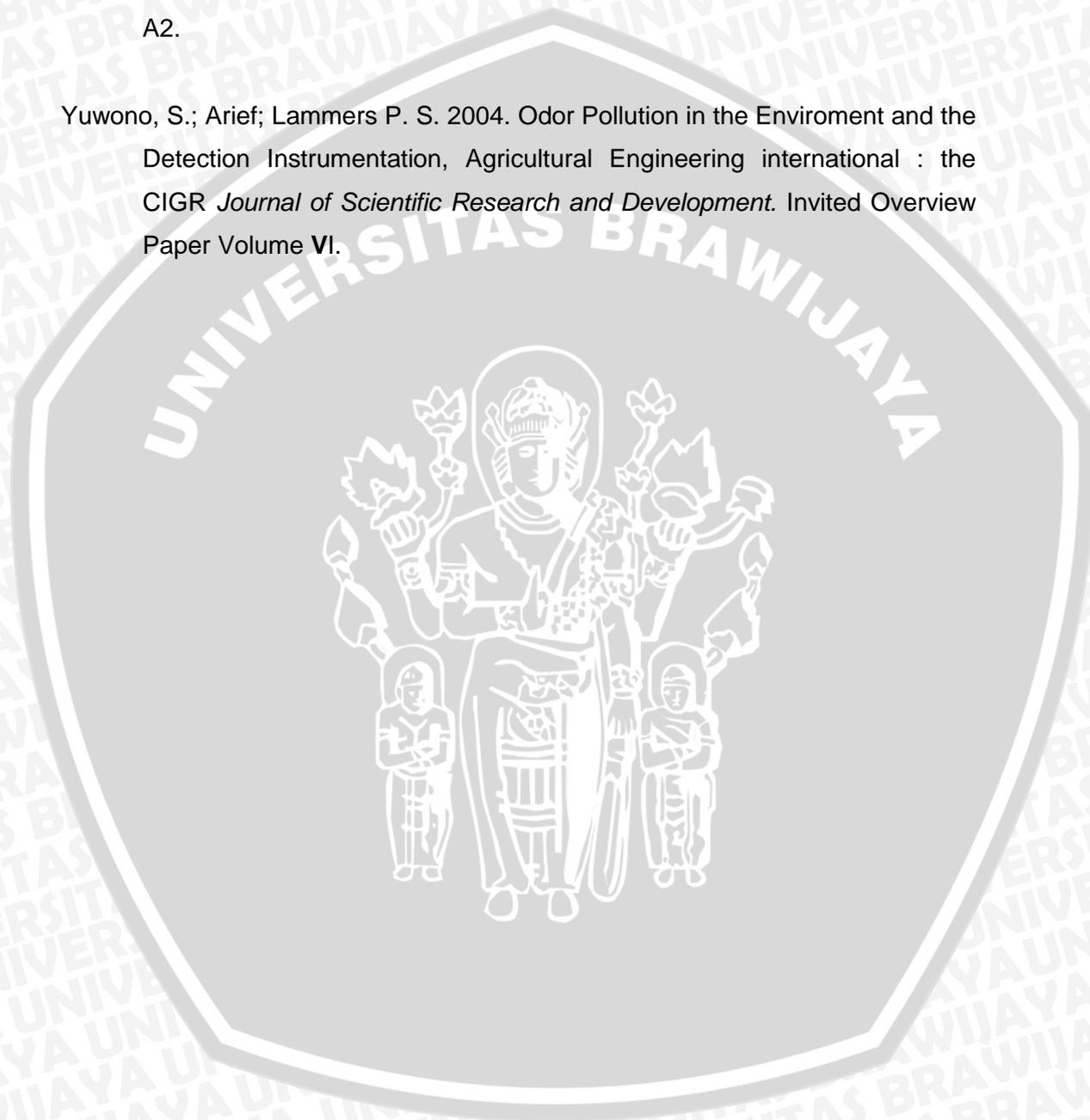
Wikipedia, 2015. http://id.wikipedia.org/wiki/Acinetobacter_baumannii. Diakses 20 Mei 2015 pukul 20.27.

Wikipedia, 2015. https://en.wikipedia.org/wiki/Bacillus_subtilis. Diakses 20 Mei 2015 pukul 20.27.

Wikipedia, 2015. <https://en.wikipedia.org/wiki/Enterobacter>. Diakses 20 Mei 2015 pukul 20.27.

Yoswaty, D. 2005. Analisis Bakteri Pembentuk Histamin pada Ikan Tongkol diperairan Pantai Kecamatan Dumai Barat. Pekanbaru: Penelitian PHK-A2.

Yuwono, S.; Arief; Lammers P. S. 2004. Odor Pollution in the Enviroment and the Detection Instrumentation, Agricultural Engineering international : the CIGR *Journal of Scientific Research and Development*. Invited Overview Paper Volume VI.



LAMPIRAN

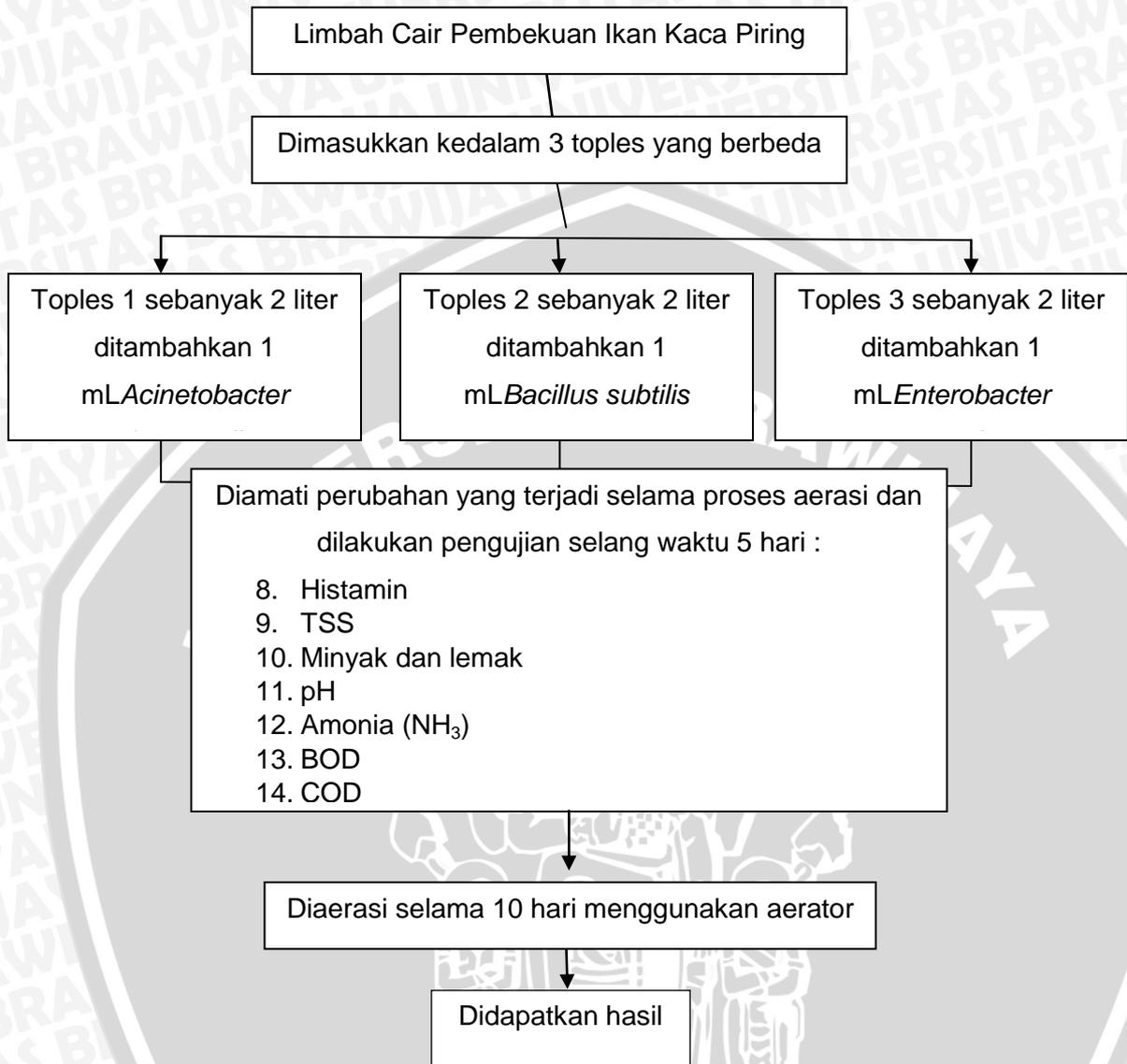
Lampiran 1. Proses Pengambilan Limbah

No	Gambar	Keterangan
1		Ikan disortir berdasarkan ukuran
2		Dilakukan pencucian untuk membersihkan ikan dari kotoran dan bakteri yang ada dipermukaan tubuh
3		Air hasil Pencucian ikan kaca piring
4		Air hasil pencucian dimasukkan ke dalam jerigen

Lampiran 2. Proses Aerasi

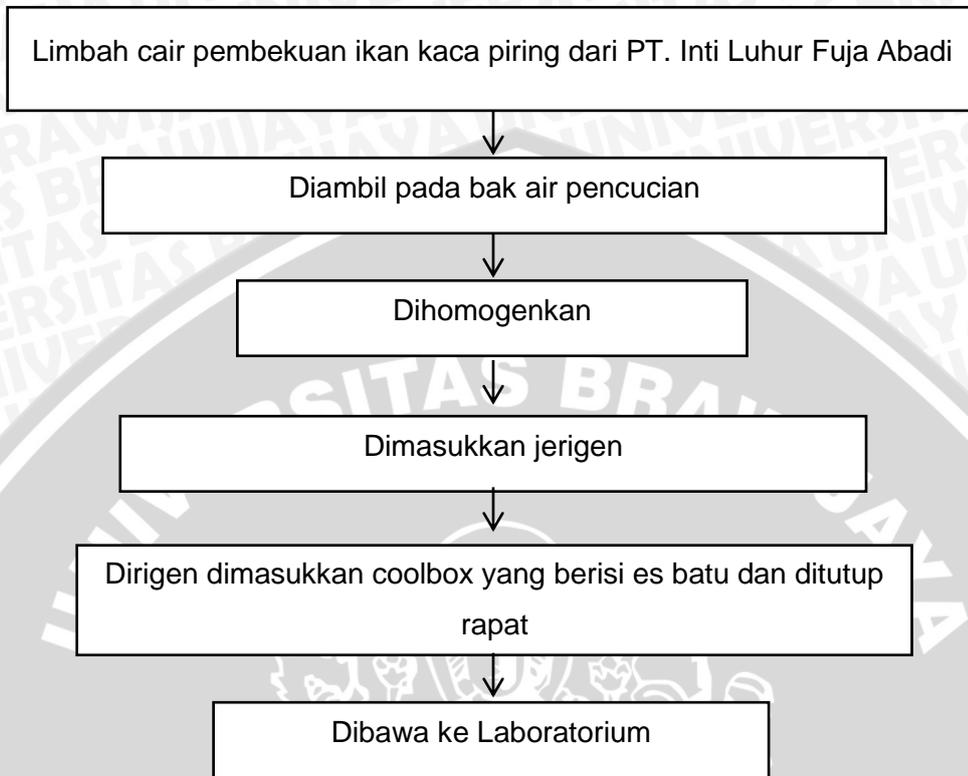
No	Gambar	Keterangan
1		Air hasil pencucian
2		Diukur dan dimasukkan ke dalam toples
4		Diberi bakteri sebanyak 1 mL
5		Diareasi selama 10 hari

Lampiran 3. Skema Kerja Penelitian



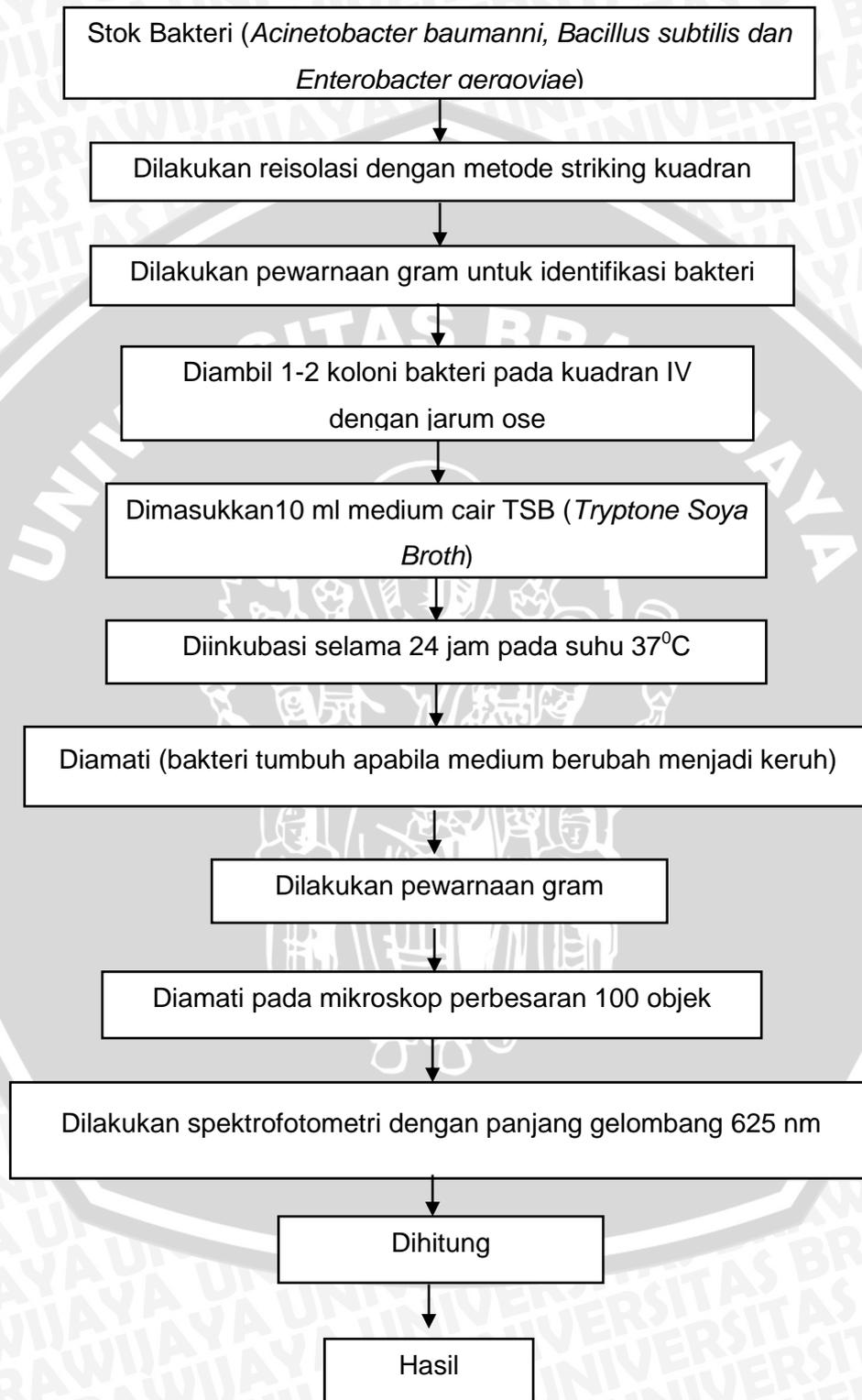
Lampiran 4.

Pengambilan Sampel Limbah Cair Pembekuan Kaca Piring

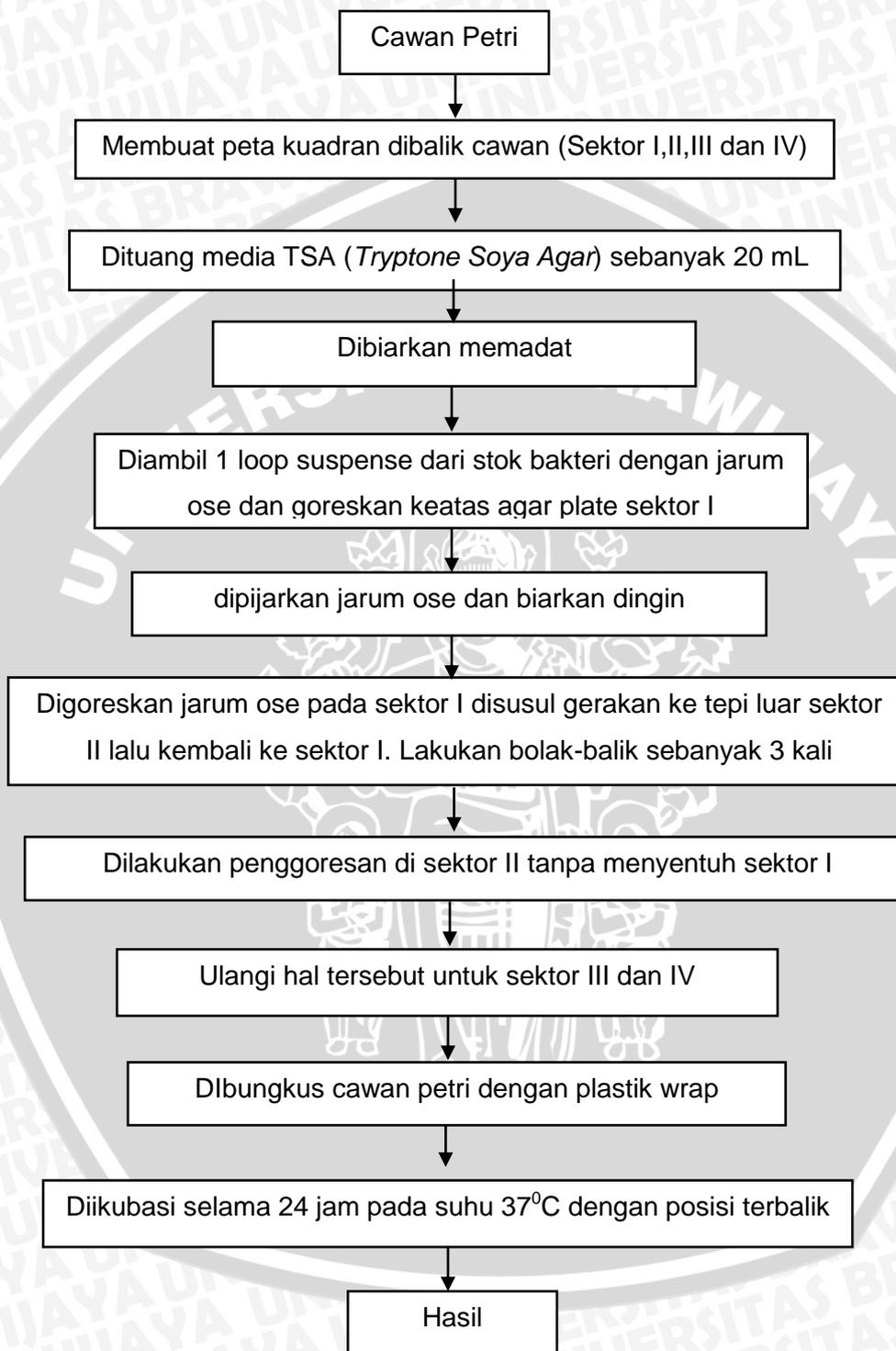


Lampiran 5.

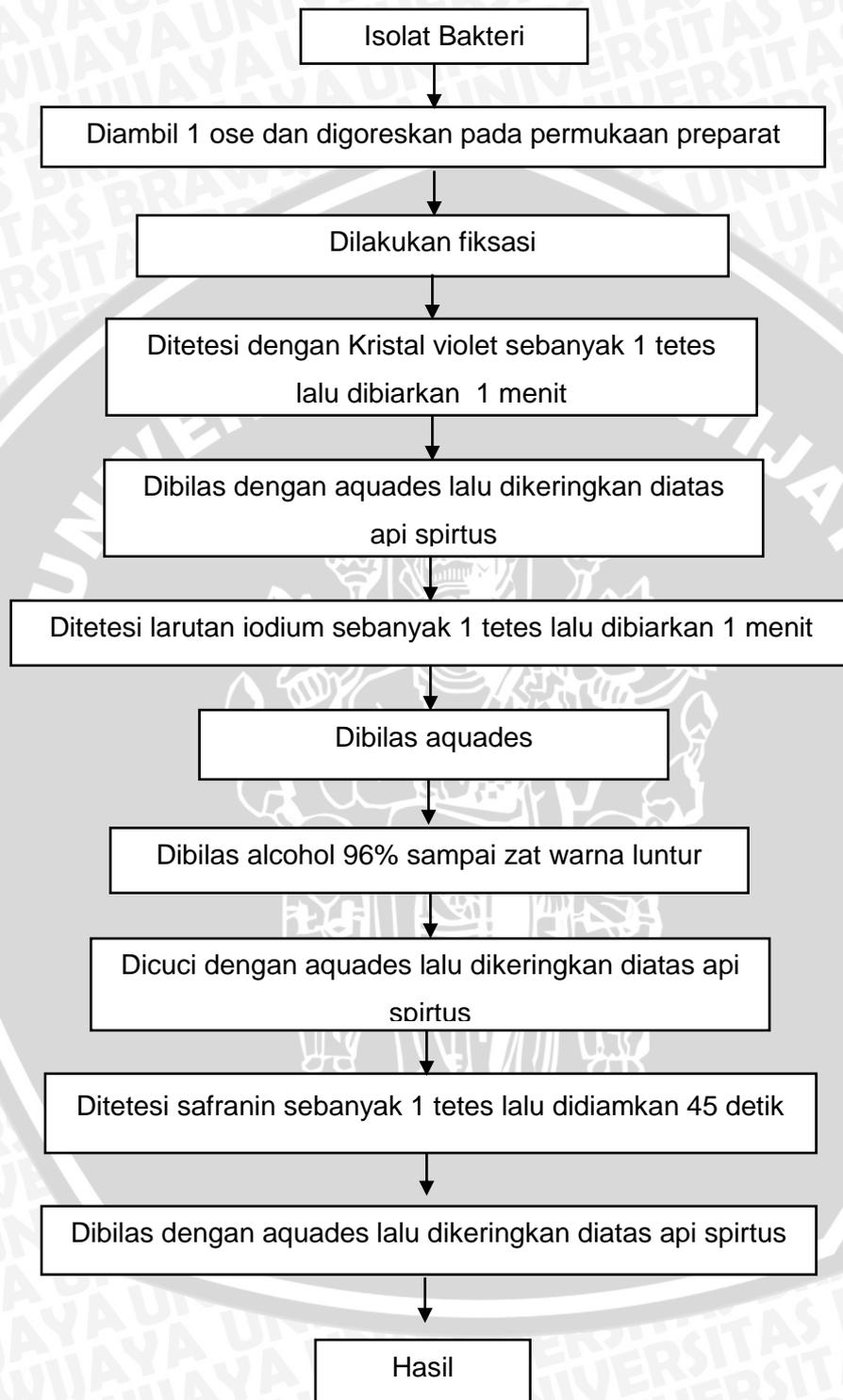
Pembiakan Bakteri



a. Metode Striking Kuadran



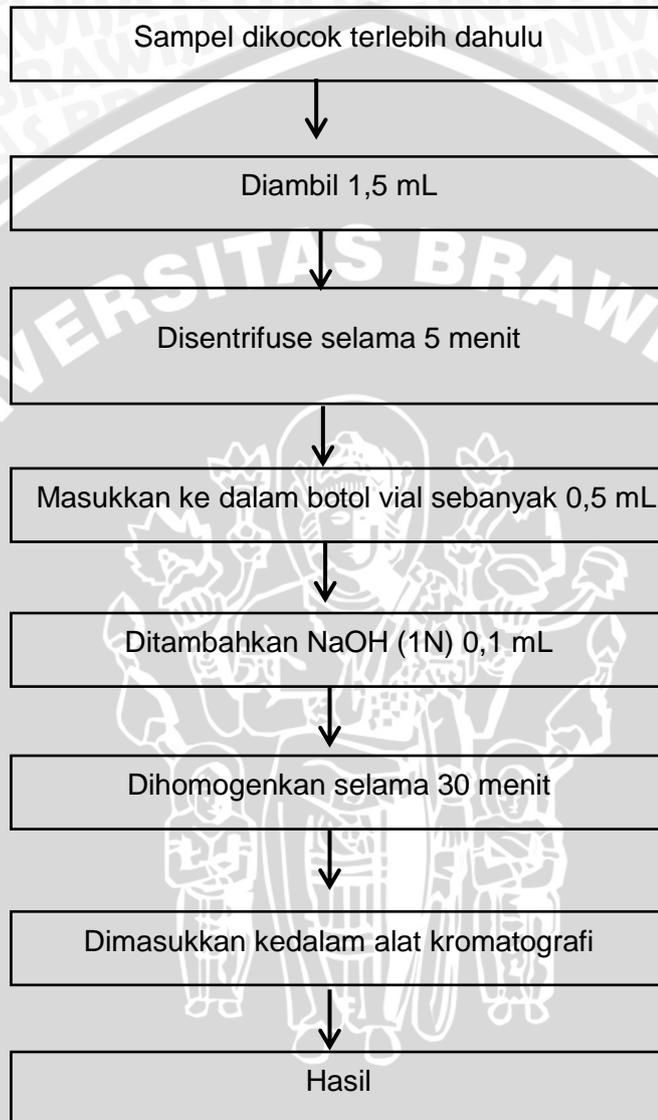
b. Pewarnaan Gram



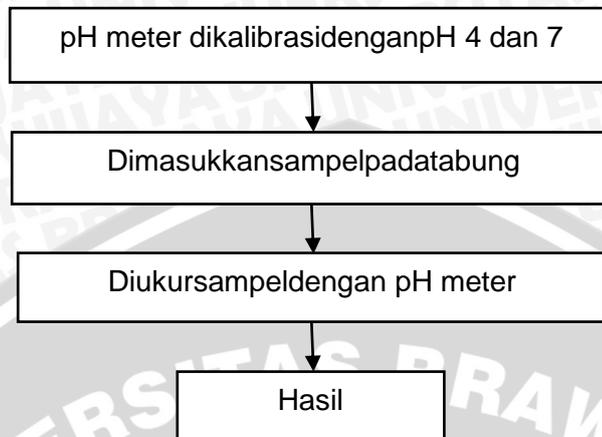
Lampiran6.

Prosedur Kerja Analisa Kualitas Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring

- Prosedur kerja pengujian histamin



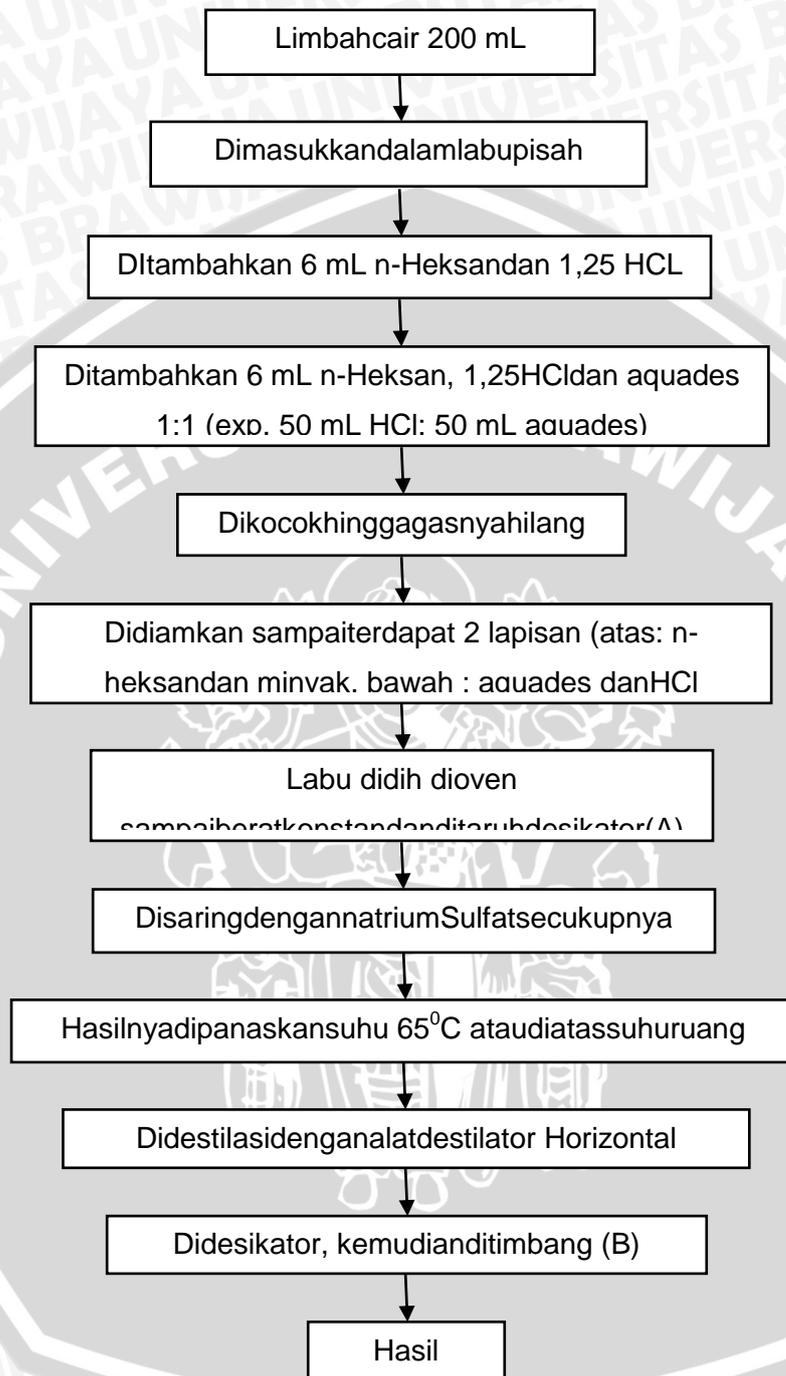
➤ Prosedur kerja pengujian pH



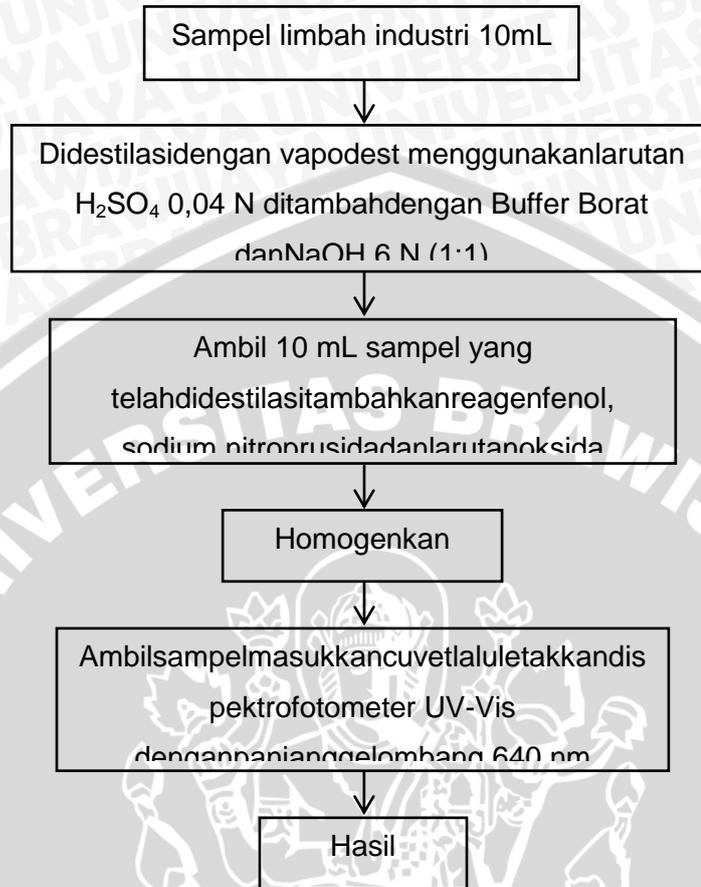
➤ Prosedur kerja pengujian kadar TSS (*Total Suspended Solid*)



- Prosedur kerja pengujian kadar minyak dan lemak



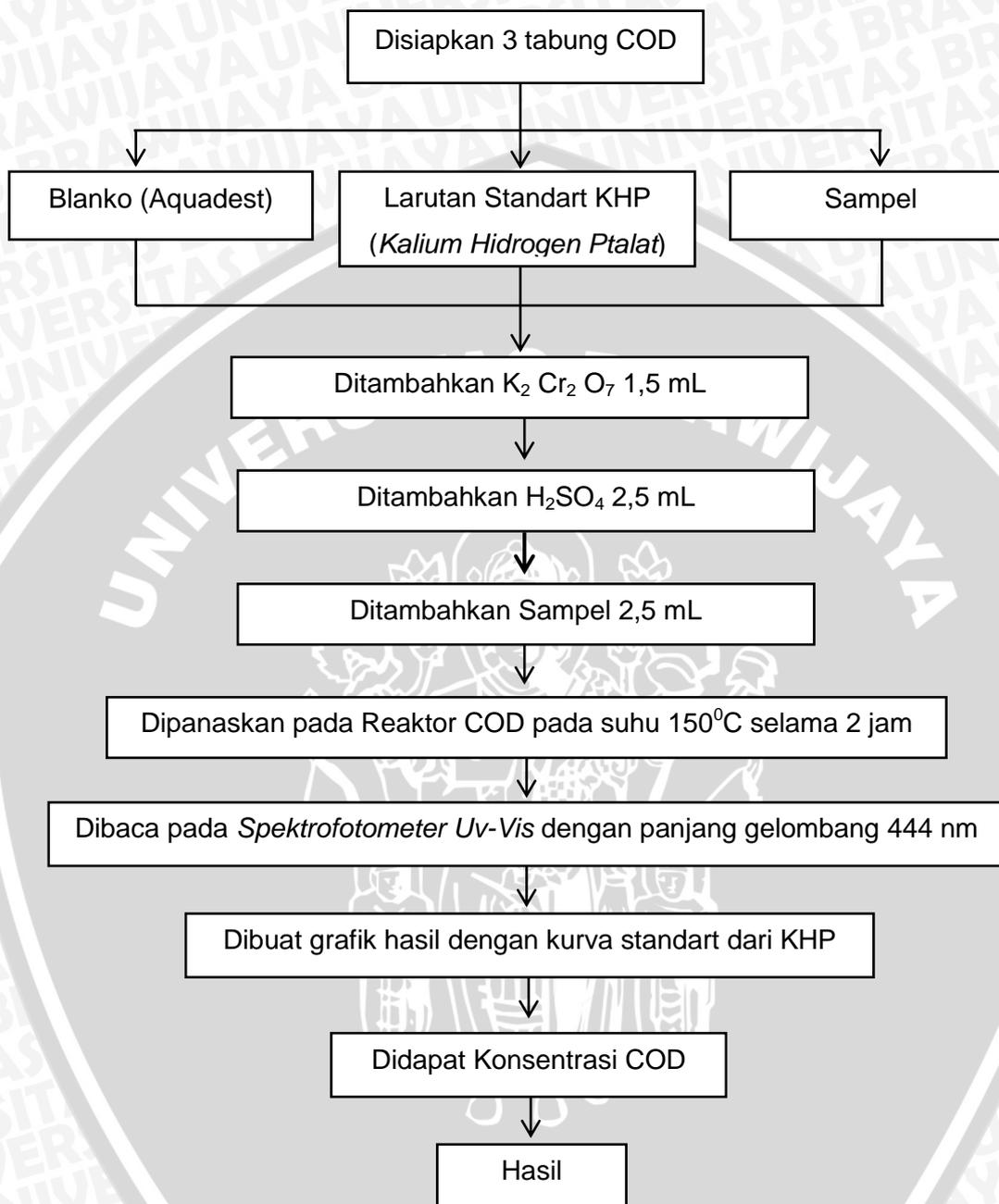
- Prosedur kerja pengujian kadar amonia



➤ Prosedur Pengujian Kadar BOD



➤ Prosedur Kerja Kadar COD



Lampiran 7. Pengamatan Aerasi Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan kaca piring dengan Menggunakan *Acinetobacter baumannii*

Pengamatan	Foto Pengamatan	Keterangan
0		<ul style="list-style-type: none"> — Warna putih keruh — Bau menyengat — Terdapat endapan
1		<ul style="list-style-type: none"> — Warna putih keruh — Bau agak menyengat — Terdapat banyak buih
2		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
3		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
4		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan

<p>5</p>		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
<p>6</p>		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
<p>7</p>		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
<p>8</p>		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
<p>9</p>		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning

		kecoklatan
10		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan

Pengamatan Aerasi Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring dengan Menggunakan *Bacillus subtilis*

Pengamatan	Foto Pengamatan	Keterangan
0		<ul style="list-style-type: none"> — Warna putih keruh — Bau menyengat — Terdapat endapan
1		<ul style="list-style-type: none"> — Warna putih keruh — Bau agak menyengat — Terdapat buih

2		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
3		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
4		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
5		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
6		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
7		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan

8		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
9		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
10		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan

Pengamatan Aerasi Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring dengan Menggunakan *Enterobacter gergoviae*

Pengamatan	Foto Pengamatan	Keterangan
0		<ul style="list-style-type: none"> — Warna putih keruh — Bau menyengat — Terdapat endapan

1		<ul style="list-style-type: none"> — Warna putih keruh — Bau agak menyengat
2		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
3		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
4		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
5		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
6		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan

7		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
8		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
9		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan
10		<ul style="list-style-type: none"> — Bening — Tidak berbau — Terdapat endapan kuning kecoklatan

UNIVERSITAS BRAWIJAYA



Lampiran 8. Perhitungan Parameter Uji

1. TSS

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata	STDEV
		I	II			
0		105,1	112,9	218	109	5,51543
		105,1	112,9	218	109	5,51543
		105,1	112,9	218	109	5,51543
5	A	98,1	103,7	201,8	100,9	3,9598
	B	97,73	111,1	208,83	104,415	9,45402
	C	96,87	99,6	196,47	98,235	1,9304

10	A	89,37	96,6	185,97	92,985	5,11238
	B	87,78	95,41	183,19	91,595	5,39522
	C	88,9	93,7	182,6	91,3	3,39411
Total		874,05	938,81	1812,86		

Jenis Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
A	109	100,9	92,985
B	109	104,415	91,595
C	109	98,235	91,3
Standar Baku Mutu	100	100	100

FK	182581,1878
JK Total	1181,545444
JK Perlakuan	14,52527778
JK Kelompok	873,0635111
JK Galat	293,9566556

ANOVA						
SK	DB	JK	KT	Fhitung	F5%	F1%
Kelompok	2	873,0635111	436,5317556	5,94008	6,94	18
Perlakuan	2	14,52527778	7,262638889	0,09883	6,94	18
Galat	4	293,9566556	73,48916389			
Total	8	1181,545444				

2. Minyak dan Lemak

Lama Aerasi	Perlakuan	Ulangan	Total	Rata-	STDEV
-------------	-----------	---------	-------	-------	-------

(Hari)	I	II	rata			
0	2,5	3	5,5	2,75	0,35355	
	2,5	3	5,5	2,75	0,35355	
	2,5	3	5,5	2,75	0,35355	
5	A	2	2,5	4,5	2,25	0,35355
	B	2,2	2,1	4,3	2,15	0,07071
	C	2,27	2,1	4,37	2,185	0,12021
10	A	2	2,2	4,2	2,1	0,14142
	B	1,9	2	3,9	1,95	0,07071
	C	1,9	2,1	4	2	0,14142
Total	19,77	22	41,77			

Jenis Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
A	2,75	2,25	2,1
B	2,75	2,15	1,95
C	2,75	2,185	2
Standar Baku mutu	15	15	15

FK	96,9296
JK Total	2,35329
JK Perlakuan	0,02154
JK Kelompok	1,75521
JK Galat	0,57654

ANOVA

	SK	DB	JK	KT	Fhitung	F5%	F1%
Kelompok	2	1,75521	0,87761	6,08879	6,94	18	
Perlakuan	2	0,02154	0,01077	0,07474	6,94	18	

Galat	4	0,57654	0,14413
Total	8	2,35329	

3. pH

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata	STDEV
		I	II			
0		6,8	7,1	13,9	6,95	0,21213
		6,8	7,1	13,9	6,95	0,21213
		6,8	7,1	13,9	6,95	0,21213
5	A	8	7,8	15,8	7,9	0,14142
	B	8	8,1	16,1	8,05	0,07071
	C	8	7,9	15,9	7,95	0,07071
10	A	8,1	8	16,1	8,05	0,07071
	B	8,3	8,4	16,7	8,35	0,07071
	C	8	8,3	16,3	8,15	0,21213
Total		68,8	69,8	138,6		

Jenis Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
A	6,95	7,9	8,05
B	6,95	8,05	8,35
C	6,95	7,95	8,15
Standar Min	6	6	6
Standar Max	9	9	9

FK 1067,22

JK Total	5,54
JK Perlakuan	0,07
JK Kelompok	5,20333
JK Galat	0,26667

ANOVA

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F5%	F1%
Kelompok	2	5,20333	2,60167	39,025	6,94	18
Perlakuan	2	0,07	0,035	0,525	6,94	18
Galat	4	0,26667	0,06667			
Total	8	5,54				

4. Amonia

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata	STDEV
		I	II			
0		16,4	14,8	31,2	15,6	1,13137
		16,4	14,8	31,2	15,6	1,13137
		16,4	14,8	31,2	15,6	1,13137
5	A	9,09	7,03	16,12	8,06	1,45664
	B	8,03	6,17	14,2	7,1	1,31522
	C	8,64	6,4	15,04	7,52	1,58392



10	A	3,01	2,4	5,41	2,705	0,43134
	B	2,3	1,35	3,65	1,825	0,67175
	C	2,5	1,81	4,31	2,155	0,4879
Total		82,77	69,56	152,33		

Jenis Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
A	15,6	8,06	2,705
B	15,6	7,1	1,825
C	15,6	7,52	2,155
Standar Baku mutu	10	10	10

FK	1289,134939
JK Total	556,5321611
JK Perlakuan	1,141377778
JK Kelompok	543,7394778
JK Galat	11,65130556

ANOVA						
SK	DB	JK	KT	Fhitung	F5%	F1%
Kelompok	2	543,7394778	271,8697	93,3354	6,94	18
Perlakuan	2	1,141377778	0,570689	0,19592	6,94	18
Galat	4	11,65130556	2,912826			
Total	8	556,5321611				

5. BOD

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata	STDEV
		I	II			
0		87,9	85,4	173,3	86,65	1,76777
		87,9	85,4	173,3	86,65	1,76777
		87,9	85,4	173,3	86,65	1,76777
5	A	76,4	74,2	150,6	75,3	1,55563
	B	78,4	75,3	153,7	76,85	2,19203
	C	75,7	72,5	148,2	74,1	2,26274
10	A	71,1	67,1	138,2	69,1	2,82843
	B	74,9	65,3	140,2	70,1	6,78823
	C	69,8	58,4	128,2	64,1	8,06102
Total		710	669	1379		

Jenis Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
A	86,65	75,3	69,1
B	86,65	76,85	70,1
C	86,65	74,1	64,1
Standar Baku mutu	100	100	100

FK	105646,72
JK Total	1272,2978
JK Perlakuan	27,001111
JK Kelompok	1082,5811
JK Galat	162,71556

ANOVA

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F5%	F1%
Kelompok	2	1082,5811	541,291	13,3064	6,94	18

Perlakuan	2	27,001111	13,5006	0,33188	6,94	18
Galat	4	162,71556	40,6789			
Total	8	1272,2978				

6. COD

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan		Total	Rata-rata	STDEV
		I	II			
0		257,1	255,8	512,9	256,45	0,91924
		257,1	255,8	512,9	256,45	0,91924
		257,1	255,8	512,9	256,45	0,91924
5	A	174,7	172,7	347,4	173,7	1,41421
	B	191,9	187,3	379,2	189,6	3,25269
	C	112,4	111,1	223,5	111,75	0,91924
10	A	85,31	84,5	169,81	84,905	0,57276
	B	110,5	105,4	215,9	107,95	3,60624
	C	80,1	78,9	159	79,5	0,84853
Total		1526,21	1507,3	3033,51		

Jenis Bakteri	Lama Aerasi		
	0	5	10
A	256,45	173,7	84,905
B	256,45	189,6	107,95
C	256,45	111,75	79,5
Standar Baku mutu	200	200	200

JK Total	90977,7
JK Perlakuan	3856,24
JK Kelompok	83267,1
JK Galat	3854,38

ANOVA

SK	DB	JK	KT	Fhitung	F5%	F1%
Kelompok	2	83267,1	41633,5	43,2064	6,94	18
Perlakuan	2	3856,24	1928,12	2,00096	6,94	18
Galat	4	3854,38	963,596			
Total	8	90977,7				



Lampiran 9. Hasil Pengujian Laboratorium



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) : 10 April - 19 April 2015

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Kerapu Kontrol (K2P1U1)					
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	-
Cakalang Kontrol (K3P1U1)					
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	-
Kaca Piring Kontrol (K1P1U1)					
1	pH	-	6,8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	87,9	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	16,4	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) : 17 April - 2 Mei 2015

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Kerapu Kontrol (K2P1U1)					
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 (NH ₃ 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	-
Cakalang Kontrol (K3P1U1)					
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 (NH ₃ 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	-
Kaca Piring Kontrol (K1P1U1)					
1	pH	-	7,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	85,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	255,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	112,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	14,8	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,02	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 Lengkrong 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
A Kaca Piring Kontrol					
S1P1U2					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	76,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	174,7	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	98,1	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	9,09	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0.011	QI/LKA/50	-
S1P2U2					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	78,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	191,9	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	97,73	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	8,03	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,05	QI/LKA/50	-
S1P3U2					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	75,7	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	112,4	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	96,87	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	8,64	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,27	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,16	QI/LKA/50	-
S1P4U2					
1	pH	-	8,0	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	63,90	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	139,0	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	67,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	10,73	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	<1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,23	QI/LKA/50	-

Halaman 2
 Page 2



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 Lengkung 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 : 22 April - 7 Mei 2015
 Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
A Kaca Piring Kontrol					
S1P1U2					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	74,2	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	172,7	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	103,7	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	7,03	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,2	QI/LKA/50	-
S1P2U2					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	75,3	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	187,3	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	111,1	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	6,17	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,04	QI/LKA/50	-
S1P3U2					
1	pH	-	7,9	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	72,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	111,1	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	99,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	6,4	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,13	QI/LKA/50	-
S1P4U2					
1	pH	-	8,0	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	63,90	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	139,0	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	67,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	10,73	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	<1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,23	QI/LKA/50	-

Halaman 2
 Page 2



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





JASA TIRTA I

LABORATORIUM KUALITAS AIR

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



Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Pengujian
LP - 227 - IDN

No : 1918 S/LKA MLG/V/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
Periakuan B					
S1P2U2 Kaca Piring					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	74,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	110,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	87,78	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	2,3	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,74	QI/LKA/50	-
S2P2U3 Kerapu					
1	pH	-	8,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	49,90	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	133,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	65,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	0,625	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	<1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,21	QI/LKA/50	-
S3P2U3 Cakalang					
1	pH	-	8,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	67,90	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	233,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	149,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	16,74	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	<1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,98	QI/LKA/50	-
Periakuan C					
S1P3U2 Kaca Piring					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	69,8	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	80,1	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	88,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	2,5	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,09	QI/LKA/50	-

Halaman 2
Page 2



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 : 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 : 27 April - 12 Mei 2015
 Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Periakuan B					
S1P2U2 Kaca Piring					
1	pH	-	8,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	65,3	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	105,4	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	95,41	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	1,35	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,69	QI/LKA/50	-
S2P2U3 Kerapu					
1	pH	-	8,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	49,90	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	133,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	65,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	0,625	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	<1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,21	QI/LKA/50	-
S3P2U3 Cakalang					
1	pH	-	8,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	67,90	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	233,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	149,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	16,74	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	<1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,98	QI/LKA/50	-
Periakuan C					
S1P3U2 Kaca Piring					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	58,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	78,9	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	93,7	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	1,81	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,09	QI/LKA/50	-

Halaman 2
 Page 2



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



JASA TIRTA I

No : 1954 S/LKA MLGVI/2015

Kode Contoh Uji : Ext. 521 - 525 /PC/IV/2015/ 588 - 592
Sample Code
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method
Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 21 April - 05 Mei 2015
Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Perlakuan A					
S1P1U2 Kaca Piring					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/l.	71,1	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	85,31	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	89,37	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	3,01	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L		QI/LKA/50	-
S2P1U3 Kerapu					
1	pH	-	8,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	456,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	1360	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	127,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	37,72	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,17	QI/LKA/50	-
S3P1U3 Cakalang					
1	pH	-	8,0	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	58,40	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	156,0	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	7,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	0,280	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	5,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,29	QI/LKA/50	-
Perlakuan A+M2					
S2P8U3 Kerapu					
1	pH	-	8,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	423,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	1170	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	101,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	86,85	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	7,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,31	QI/LKA/50	-

Halaman 2
Page 2



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 : 1954 S/LKA MLGVI/2015

Kode Contoh Uji : Ext. 521 - 525 /PC/IV/2015/ 588 - 592
Sample Code
Metode Pengambilan Contoh Uji : -
Sampling Method
Tempat Analisa : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang
Place of Analysis
Tanggal Analisa : 27 April - 06 Mei 2015
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Perlakuan A					
S1P1U2 Kaca Piring					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/l.	67,1	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	8,45	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	96,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	2,4	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L		QI/LKA/50	-
S2P1U3 Kerapu					
1	pH	-	8,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	456,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	1360	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	127,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	37,72	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,17	QI/LKA/50	-
S3P1U3 Cakalang					
1	pH	-	8,0	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	58,40	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	156,0	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	7,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	0,280	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	5,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,29	QI/LKA/50	-
Perlakuan A+M2					
S2P8U3 Kerapu					
1	pH	-	8,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	423,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	1170	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	101,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	86,85	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	7,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,31	QI/LKA/50	-

Halaman 2
Page 2



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

