

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PEMBEKUAN IKAN KERAPU (*Epinephelus sp.*) DENGAN MENGGUNAKAN KOMBINASI BAKTERI (*Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*) SECARA AEROB

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

Oleh:

**BANGKIT DWI CAHYONO
NIM. 115080300111038**



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

**PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PEMBEKUAN IKAN KERAPU (*Epinephelus*
sp.) DENGAN MENGGUNAKAN KOMBINASI BAKTERI (*Acinetobacter*
baumannii, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas*
putida) SECARA AEROB**

SKRIPSI
PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERAIRAN

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

Oleh:

BANGKIT DWI CAHYONO
NIM. 115080300111038



FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN
UNIVERSITAS BRAWIJAYA
MALANG
2015

PENGOLAHAN LIMBAH CAIR PEMBEKUAN IKAN KERAPU (*Epinephelus sp.*) DENGAN MENGGUNAKAN KOMBINASI BAKTERI (*Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*) SECARA AEROB

Oleh:
BANGKIT DWI CAHYONO
NIM. 115080300111038

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

DOSEN PENGUJI I

(Dr. Ir. Anies Chamidah, MP)
NIP. 19640912 199002 2 001
Tanggal :

DOSEN PENGUJI II

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

**MENYETUJUI,
DOSEN PEMBIMBING I**

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

DOSEN PEMBIMBING II

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

**MENGETAHUI,
KETUA JURUSAN MSP**

Dr. Ir. Arning Wilujeng Ekawati, MS
NIP. 19622825 198603 2 001
Tanggal :

PERNYATAAN ORISINILITAS

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 (plagiasi), maka saya bersedia menerima sanksi atas perbuatan tersebut, sesuai hukum yang berlaku di Indonesia.



Malang, September 2015

Mahasiswa

BANGKIT DWI CAHYONO
NIM. 115080300111038

UCAPAN TERIMAKASIH

Dalam proses penelitian dan penyusunan laporan skripsi ini tidak memungkiri bahwa penulis banyak menemui kesulitan karena terbatasnya kemampuan serta pengetahuan yang dimiliki, namun berkat bimbingan, arahan, koreksi dan saran dari berbagai pihak, akhirnya penulisan laporan skripsi ini dapat terselesaikan. Oleh karena itu penulis mengucapkan banyak terimakasih kepada :

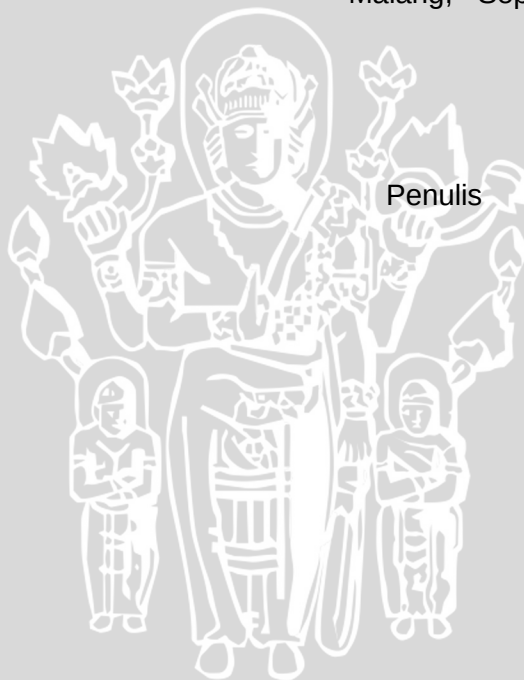
1. Allah S.W.T atas segala rahmat dan hidayahnya serta kemudahan-kemudahan yang telah diberikan kepada saya, juga baginda Rosul Muhammad S.A.W yang telah memberikan tauladan-auladan kepada kita.
2. Kedua Orang Tua dan keluarga atas pengorbanan dan doa yang selalu dipanjatkan dan dukungan yang selalu diberikan.
3. Bapak Dr. Ir. Yahya, MP selaku dosen pembimbing I dan Bapak Dr. Ir. Happy Nursyam selaku pembimbing II yang telah banyak meluangkan waktu guna memberikan arahan dan masukan kepada penulis selama proses penelitian dan penulisan skripsi ini.
4. Bapak Ir. Budi Ekana Prasetya selaku Plant Manager di PT. Inti Luhur Fuja Abadi yang telah banyak berjasa terhadap penelitian ini, mulai dari perizinan pengambilan sampel sampai nasehat-nasehat dari beliau.
5. Rekan-rekan se-tim bakteri yaitu Maleva, Eka, Uky, Aryandi, Nicho, Pandu, Ita, Afi, Nadia, Widyawati, Beta dan Tim asap yaitu Ratna, Eva, Putri, Fafa dan Amin yang banyak memberikan masukan dan semangat.
6. Si Item yang telah mengantar saya kemana-mana mulai dari pengambilan sampel hingga pengujian-pengujian kadarnya.

7. Parah Tetuah Kost Kertosentono No. 66 Alfian, Frengki, Yazid, Udin yang telah memberikan semangat, doa dan dukungan bagi penulis untuk menyelesaikan skripsi.
8. Pihak-pihak lain yang tidak dapat disebutkan penulis satu per satu.

Semoga Allah SWT membalas kebaikan dan ketulusan semua pihak yang telah membantu menyelesaikan skripsi ini dengan melimpahkan rahmat dan karunia-Nya.

Malang, September 2015

Penulis



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah memberikan taufik serta limpahan rahmat dan hidayah-NYA sehingga penulis dapat menyelesaikan Laporan Skripsi yang berjudul Pengolahan Limbah Cair Pembekuan Ikan Kerapu (*Epinephalus sp.*) Dengan Menggunakan Kombinasi Bakteri (*Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantirium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*) Secara Aerob. Dalam tulisan ini, disajikan pokok-pokok bahasan yang meliputi identifikasi karakteristik limbah sebelum dan sesudah diberikan perlakuan penambahan kombinasi bakteri serta hasil-hasil dari pengujian berdasarkan parameternya.

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

Malang, September 2015

Penulis

RINGKASAN

BANGKIT DWI CAHYONO, Skripsi tentang Pengolahan Limbah Cair Pembekuan Ikan Kerapu (*Epinephalus sp.*) Dengan Menggunakan Kombinasi Bakteri (*Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*) Secara Aerob (dibawah bimbingan **Dr. Ir. Yahya, MP dan Dr. Ir. Happy Nursyam, MS**)

Indonesia merupakan suatu negara yang kaya akan potensi perikananannya, berbagai macam jenis olahan hasil perikanan dapat dijumpai di berbagai wilayah di Indonesia. Namun Kebanyakan industri di negara berkembang untuk memenuhi target produksi sering mengabaikan dampak atau kerusakan lingkungan yang ditimbulkan. Umumnya Limbah pengolahan makanan dihasilkan dari pencucian, pemotongan, blanching, pasteurisasi, pembuatan jus bahan mentah, pembersihan peralatan pengolahan, dan pendinginan produk akhir.

Limbah cair industri pembekuan khususnya ikan kerapu banyak mengandung unsur-unsur organik seperti lemak, glukosa, dan protein yang mudah membusuk dan menghasilkan bau. Penanganan yang tepat dengan alternatif penambabahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* diharapkan mampu membantu proses degradasi komposisi kimia yang terlalu tinggi pada limbah pembekuan ikan kerapu.

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh pengolahan limbah cair dengan menggunakan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* terhadap kandungan limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan lama aerasi 10 hari, serta bagaimana pengaruh dari kombinasi bakteri tersebut terhadap kadar pH, TSS (*Total Suspended Solid*), Minyak/ Lemak, Amonia, COD, dan BOD dari limbah cair ikan kerapu setelah diaerasi selama 10 hari.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Variabel yang digunakan yaitu variabel bebas, dan variabel terikat. Variabel bebas diantaranya yaitu model kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus sp*, dan *Pseudomonas putida*. Sedangkan variabel terikat diantaranya kadar pH, TSS, minyak / lemak amonia, COD, dan BOD. Sampel limbah cair pada penelitian ini diperoleh dari PT. Inti Luhur Fuja Abadi, kabupaten Pasuruan.

Hasil dari penelitian ini ketiga perlakuan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus sp*. dan *Pseudomonas putida* didapatkan hasil untuk kadar histamin ND yang artinya *No Detected* (belum terdeteksi adanya kandungan senyawa tersebut), untuk rata-rata analisa pH mengalami kenaikan dari kontrol, hari ke 5 sampai hari ke 10. Sedang pada hasil rata-rata analisa TSS, minyak, lemak, amonia (NH₃), COD, dan BOD yang efektif adalah pada pengamatan hari ke-10 yaitu untuk TSS dengan kombinasi bakteri A + P sebesar 83,75 mg/L, minyak dan lemak dengan kombinasi bakteri A + P sebesar 1,7 mg/L, kadar amoniak (NH₃) dengan kombinasi bakteri A + B sebesar 46,3 mg/L, untuk COD dengan kombinasi bakteri A + P sebesar 129,45 mg/L, dan untuk BOD dengan kombinasi bakteri A + P sebesar 48,05 mg/L. Untuk perhitungan anova pada seluruh kombinasi bakteri memberikan pengaruh dalam mendegradasi limbah cair pembekuan ikan kerapu berdasarkan parameter pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD, dan BOD dengan perlakuan waktu yang berbeda.

DAFTAR ISI

Halaman

HALAMAN JUDUL	i
LEMBAR PENGESAHAN	ii
PERNYATAAN ORISINILITAS	iii
UCAPAN TERIMAKASIH	iv
KATA PENGANTAR	vi
RINGKASAN	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
 1. PENDAHULUAN	
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Hipotesa	4
1.5 Kegunaan	4
1.6 Waktu dan Tempat	5
 2. TINJAUAN PUSTAKA	
2.1 Ikan Kerapu	6
2.2 Limbah Cair	7
2.3 Komposisi Limbah Cair	8
2.4 Karakteristik Limbah Cair	9
2.5 Pengolahan Limbah Cair	11
2.6 Bakteri	13
2.6.1 <i>Acinetobacter baumanii</i>	13
2.6.2 <i>Bacillus megaterium</i>	14
2.6.3 <i>Nitrococcus sp.</i>	16
2.6.4 <i>Pseudomonas putida</i>	17
2.7 Peran Bakteri pada Limbah Cair	18
2.8 Parameter Uji Kualitas Limbah	19
2.8.1 pH (<i>Potential of Hydrogen</i>)	19
2.8.2 TSS (<i>Total Solid Suspended</i>)	20
2.8.3 Minyak dan Lemak	21
2.8.4 Ammonia	22
2.8.5 COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	22
2.8.6 BOD (<i>Biochemical Oxygent Demand</i>)	23
 3. MATERI DAN METODE PENELITIAN	
3.1 Materi Penelitian	25
3.1.1 Bahan Penelitian	25

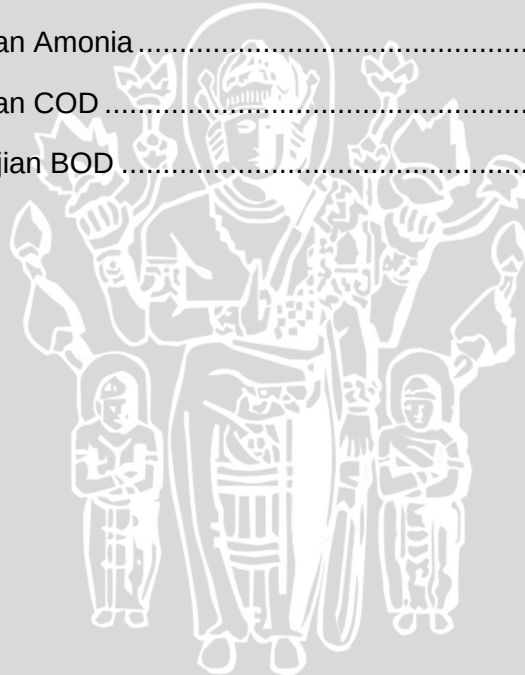
3.1.2	Alat Penelitian	26
3.2	Metode Penelitian	26
3.3	Rancangan Penelitian.....	27
3.4	Prosedur Penelitian	28
3.4.1	Pengambilan Sampel Limbah Cair	28
3.4.2	Pembiakan Bakteri	28
3.4.3	Pengenceran Bakteri	31
3.4.4	Aerasi Limbah	33
3.5	Analisa Beberapa Parameter Uji.....	34
3.5.1	Analisa pH	34
3.5.2	Analisa TSS (<i>Total Suspended Solid</i>)	34
3.5.3	Analisa Minyak dan Lemak	35
3.5.4	Analisa ammonia (NH ₃)	36
3.5.5	Analisa COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	37
3.5.6	Analisa BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>)	38
4.	HASIL DAN PEMBAHASAN	
4.1	Analisa Kandungan Limbah Cair Ikan Kerapu Awal	40
4.2	Analisa Kadar pH	40
4.3	Analisa Kadar TSS (<i>Total Solid Suspended</i>).....	45
4.4	Analisa Kadar Analisa Minyak dan Lemak	48
4.5	Analisa Kadar Amonia.....	52
4.6	Analisa Kadar COD (<i>Chemical Oxygen Demand</i>)	56
4.7	Analisa Kadar BOD (<i>Biologycal Oxygen Demand</i>)	60
4.8	Hubungan Antar Kombinasi Bakteri	64
5.	KESIMPULAN DAN SARAN	
5.1	Kesimpulan	67
5.2	Saran	67
	DAFTAR PUSTAKA.....	69
	LAMPIRAN	75

DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
1. Ikan Kerapu (<i>Epinephelus fuscoguttatus</i>)	6
2. Bakteri <i>Acinetobacter baumannii</i>	14
3. Bakteri <i>Bacillus megaterium</i>	15
4. Bakteri <i>Nitrococcus sp.</i>	17
5. Bakteri <i>Pseudomonas putida</i>	18
6. Skema Kerja Aerasi Limbah	33
7. Grafik Hasil analisa pH limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan kombinasi bakteri <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Nitrococcus sp</i> dan <i>Pseudomonas putida</i>	42
8. Grafik hasil analisa TSS (Total Solid Suspended) limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan kombinasi bakteri <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Nitrococcus sp</i> dan <i>Pseudomonas putida</i>	46
9. Grafik hasil analisa minyak dan lemak limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan kombinasi bakteri <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Nitrococcus sp</i> dan <i>Pseudomonas putida</i>	50
10. Grafik hasil analisa kadar amonia limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan kombinasi bakteri <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Nitrococcus sp</i> dan <i>Pseudomonas putida</i>	53
11. Grafik hasil analisa kadar COD limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan kombinasi bakteri <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Nitrococcus sp</i> dan <i>Pseudomonas putida</i>	57
12. Grafik hasil analisa kadar BOD limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan kombinasi bakteri <i>Acinetobacter baumannii</i> , <i>Bacillus megaterium</i> , <i>Nitrococcus sp</i> dan <i>Pseudomonas putida</i>	61

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
Tabel 1. BML Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan Pengolahan Hasil Perikanan ...	11
Tabel 2. Rancangan percobaan bentuk RAK	28
Tabel 3. Komposisi Media TSB (<i>Tryptthon Soya Broth</i>)	29
Tabel 4. Analisa Analisa Kandungan Limbah Cair Ikan Kerapu Awal.....	40
Tabel 5. Hasil Pengujian pH	41
Tabel 6. Hasil Pengujian TSS (<i>Total Solid Suspended</i>)	45
Tabel 7. Hasil Pengujian Minyak dan Lemak	49
Tabel 8. Hasil Pengujian Amonia.....	53
Tabel 9. Hasil Pengujian COD	57
Tabel 10. Hasil Pengujian BOD	61



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Dokumentasi Proses Pengambilan Limbah Di PT. Inti Luhur Fuja Abadi	75
2. Dokumentasi Pra Aerasi Dan Pemberian Kombinasi Bakteri	76
3. Skema Pengambilan Sampel Limbah Cair Pembekuan Ikan Kerapu	78
4. Prosedur Kerja Pembiakan Bakteri	79
5. Skema Kerja Aerasi Limbah.....	80
6. Prosedur Kerja Analisis Kualitas Air Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu	81
7. Pengamatan Aerasi Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu Dengan Menggunakan Kombinasi Bakteri A+B : (<i>Acinetobacter baumannii</i> dan <i>Bacillus megenterium</i>)	87
8. Pengamatan Aerasi Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu Dengan Menggunakan Kombinasi Bakteri A+N : (<i>Acinetobacter baumannii</i> dan <i>Nitrococcus sp</i>).....	90
9. Pengamatan Aerasi Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu Dengan Menggunakan Kombinasi Bakteri A+M ₃ : (<i>Acinetobacter baumannii</i> dan <i>Pseudomonas putida</i>).....	93
10. Analisis Perhitungan ANOVA.....	96
11. Hasil Pengujian Jasa Tirta Malang.....	108
12. Hasil Pengujian Laboratorium Penanganan dan Pengendalian Mutu Hasil Perikanan Surabaya.....	118

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Indonesia merupakan suatu negara yang kaya akan potensi perikananannya. Umumnya hasil perikanan tersebut dikonsumsi dalam bentuk segar ataupun olahan. Berbagai macam jenis olahan hasil perikanan dapat dijumpai di berbagai wilayah di Indonesia (Oktavia *et al.*, 2012). Kebanyakan industri di negara berkembang untuk memenuhi target produksi sering mengabaikan dampak atau kerusakan lingkungan yang ditimbulkan. Proses produksi yang tidak terkendali tersebut juga menyebabkan tingkat pencemaran yang sangat tinggi (Fauzi, 2005)

Industri pengolahan pangan sangat beragam salah satunya yaitu industri perikanan yang mempunyai kandungan dan kualitas limbah yang berbeda. Limbah pengolahan makanan dihasilkan dari pencucian, pemotongan, blanching, pasteurisasi, pembuatan jus bahan mentah, pembersihan peralatan pengolahan, dan pendinginan produk akhir (Jenie dan Rahayu, 1993). Bahan organik terlarut dan tersuspensi dapat menjadi sangat tinggi pada limbah cair proses pengolahan perikanan karena bahan organik tersebut dapat meningkatkan parameter seperti pH, TSS, minyak lemak, amoniak dan lain-lain namun masih dapat didegrasi oleh peran mikroorganisme. Ditambahkan oleh Oktavia *et al* (2012) kandungan organik pada limbah cair akan meningkatkan BOD dan COD. Limbah cair dari proses pengolahan perikanan mempunyai kandungan BOD, lemak dan nitrogen.

Pengolahan limbah cair adalah suatu cara yang dilakukan untuk mengurangi pencemaran lingkungan dengan menambahkan mikroba (pada kepekatan tinggi) yang bertindak secara spesifik terhadap bahan pencemar. Penambahan bakteri bioaugmentasi dapat mendegradasi toksisitas kandungan bahan pencemar (Amerudin, 2007). Bioaugmentasi juga dapat diartikan sebagai

penambahan kultur kering atau basah mikroorganisme asli dan eksogen untuk mempercepat proses remediasi. Walaupun mikroorganisme hidrokarbon tersebar luas di alam, pengolahan limbah dianggap sebagai strategi untuk mempercepat proses bioremediasi. Alasan penambahan mikroorganisme adalah populasi mikroba asli dalam media dianggap belum maksimal menurunkan berbagai substrat atau senyawa dalam campuran kompleks (Zhu *et al.*, 2001 dalam Sarasputri, 2011).

Bakteri memiliki peran penting dalam proses dekomposisi bahan organik. Aktivitas bakteri mampu meningkatkan ketersediaan unsur hara melalui proses mineralisasi karbon dan asimilasi nitrogen. Bakteri hidup dan berkembang biak pada organisme mati dengan menguraikan senyawa organik dan anorganik bermolekul besar melalui proses metabolisme. Dalam proses dekomposisi, peran aktif bakteri mutlak diperlukan seperti bakteri jenis *Pseudomonas* dan *Bacillus*. Bakteri jenis *Pseudomonas* merupakan bakteri kelompok proteolitik yang berperan dalam proses dekomposisi protein (Wijiyono, 2009).

Bakteri jenis *Acinetobacter baumannii* dapat mengoksidasi glukosa dan bersifat non-hemolitik. *Acinetobacter baumannii* adalah bakteri patogen yang dapat menguntungkan sebagai pemantau kesehatan dimana kehadirannya menunjukkan patologi penting ketika diidentifikasi secara klinis (Nugroho, 2012). Sedangkan bakteri *Nitrococcus* sp. bersifat obligat kemolitotrofik, mampu mengoksidasi nitrit menjadi nitrat untuk menghasilkan energi dan memerlukan CO₂ untuk kebutuhan karbonnya (Yahya, 2014).

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

Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri dengan genus *Pseudomonas* memiliki keunggulan metabolik dalam biodegradasi dan mereduksi toksisitas limbah yang mengandung bahan aktif deterjen. Genus *Pseudomonas* yang sudah teradaptasi dengan cemaran deterjen memiliki potensi yang lebih tinggi dalam mendegradasi dibandingkan bakteri dengan genus *Pseudomonas* yang berasal dari ekosistem sungai yang tidak tercemar (Suharjono, 2008). Bakteri dengan genus *Pseudomonas* mampu mengoksidasi rantai alkali dan memecah hasil biodegradasi tersebut dengan menggunakan sistem operon OCT yaitu sistem enzim pendegradasi rantai alkil (Van Beilen *et al.*, 2001).

Peningkatan kandungan seperti COD dan BOD yang terjadi pada limbah perikanan akan mempengaruhi komposisi kimia lainnya pada limbah perikanan. Sehingga apabila diberi bakteri jenis *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* diharapkan mampu membantu proses degradasi komposisi kimia yang terlalu tinggi pada limbah pembekuan ikan kerapu. Penambahan keempat jenis bakteri ini diharapkan dapat membawa perubahan kandungan pH, TSS (*Total Solid Suspended*), minyak/lemak, ammonia, COD, dan BOD setelah melalui proses bioaugmentasi sehingga limbah industri pembekuan ikan khususnya kerapu dinyatakan aman atau tidak mencemari lingkungan. Penelitian tentang pengolahan limbah cair dengan penambahan bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* pada limbah pembekuan ikan kerapu dilakukan secara aerob melalui proses aerasi.

1.2 Perumusan Masalah

Adapun yang menjadi perumusan masalah pada penelitian ini adalah:

1. Bagaimana perubahan kandungan pH, TSS, minyak/ lemak, ammonia, COD dan BOD setelah pemberian kombinasi bakteri tersebut?

2. Apa kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak/lemak, ammonia, COD, dan BOD ?

1.3 Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan pada penelitian ini adalah:

1. Untuk mengetahui perubahan kandungan histamin, pH, TSS, minyak/ lemak, amonia, COD dan BOD setelah pemberian kombinasi bakteri tersebut.
2. Untuk mengetahui kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak/lemak, ammonia, COD, dan BOD.

1.4 Hipotesa

Adapun yang menjadi hipotesa pada penelitian ini adalah:

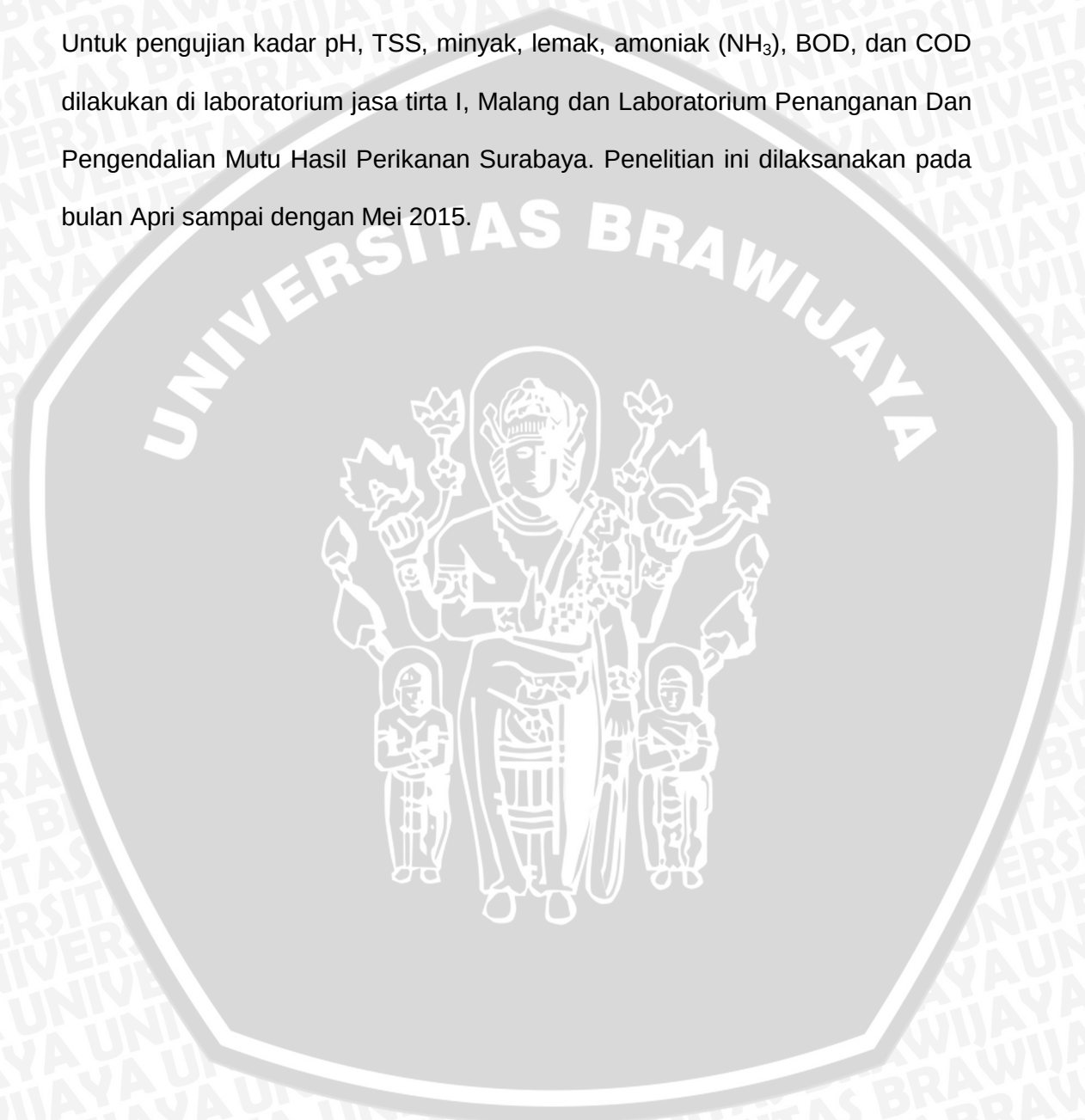
1. Terdapat perubahan kandungan pH, TSS, minyak lemak, amonia, COD dan BOD setelah pemberian kombinasi bakteri tersebut.
2. Terdapat kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak/ lemak, amonia, COD dan BOD.

1.5 Kegunaan

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai cara alternatif dalam pengolahan limbah khususnya limbah cair pada industri pembekuan ikan kerapu dengan penambahan kombinasi metabolit bakteri (*Acinetobacter baumannii*, *Bacillus meganterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*) secara aerob.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium penyakit dan parasit ikan fakultas perikanan dan ilmu kelautan, untuk pembiakan bakteri dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Untuk pengujian kadar pH, TSS, minyak, lemak, amoniak (NH_3), BOD, dan COD dilakukan di laboratorium jasa tirta I, Malang dan Laboratorium Penanganan Dan Pengendalian Mutu Hasil Perikanan Surabaya. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Apri sampai dengan Mei 2015.



2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Ikan Kerapu

Berdasarkan taksonominya, ikan kerapu (*Epinephelus sp.*) menurut

Saanin, (1968) mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Phylum	: Chordata
Sub Phylum	: Vertebrata
Class	: Osteichthyes
Ordo	: Percomorphi
Sub Ordo	: Percoidea
Family	: Serranidae
Sub Famili	: Epinephelinae
Genus	: Epinephelus
Spesies	: Epinephelus fuscoguttatus



Gambar 1. Ikan Kerapu (*Epinephelus fuscoguttatus*)

Ikan kerapu merupakan ikan dengan family *Serranidae* yang banyak tumbuh diperairan dasar atau pada bagian karang dan koral. Ikan dengan family *Serannidae* memiliki komposisi gizi seperti protein $16,84 \pm 0,35$; lemak $0,85 \pm 0,09$; karbohidrat $0,05 \pm 0,01$ dan tidak memiliki kadar histidin pada daging ikan (Kumar *et al*, 2014). .

Ikan kerapu ini mempunyai ciri morfologi antara lain bentuk tubuhnya pipih, yaitu kepala dan badan berwarna coklat kemerahan dengan sirip berwarna kecoklatan dan pada sirip dada berwarna kemerahan. Lebar tubuh lebih kecil dari pada panjang dan tinggi tubunya tersebut, rahang atas dan rahang bawah dilengkapi dengan gigi yang lancip dan kuat, mulut lebar, serong keatas dengan

bentuk bibir bawah yang sedikit menonjol melebihi bibir atas. Sirip ekor berbentuk bundar, sirip punggung tunggal dan memanjang dimana bagian yang berjari-jari keras kurang lebih sama dengan yang berjari-jari lunak. Posisi sirip perut berada dibawah sirip dada, dan badannya ditutupi sirip kecil yang bersisik *stenoid* (Mariskha dan Abdulgani, 2012). Ditambahkan oleh Ismi *et al* (2013) Ikan kerapu adalah salah satu jenis ikan yang termasuk dalam komoditas perikanan Indonesia yang diunggulkan dan mempunyai nilai ekonomis yang tinggi serta merupakan komoditas ekspor.

2.2 Limbah Cair

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

Limbah cair pada umumnya banyak mengandung unsur-unsur organik yang mudah membusuk dan menghasilkan bau sehingga dapat menyebabkan pencemaran udara disekitar daerah industri. Limbah cair sisa proses produksi yang tidak dikelola dengan baik akan menimbulkan bau busuk serta pencemaran sungai dan laut (Wibowo *et al.*, 2013). Pembuangan limbah cair ke sungai tanpa pengolahan terlebih dahulu jelas sebagai bentuk pencemaran lingkungan.

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 06 (2007), air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan/atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah yang dibuang ke perairan umum harus memenuhi baku mutu limbah cair. Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur

pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Limbah cair merupakan penyebab pencemaran lingkungan yang membawa dampak buruk terutama bagi wilayah perairan yang dapat mengganggu ekosistem air dan kesehatan masyarakat.

2.3 Komposisi Limbah Cair

Sektor industri pangan yang bergerak dibidang pengolahan dan pendinginan ikan memiliki potensi sebagai sumber pencemar lingkungan. Limbah cair yang dihasilkan oleh sektor industri tersebut banyak mengandung BOD, COD, TSS serta minyak dan lemak (Singgih, 2008). Limbah cair pengatolahan perikanan yang mengandung sumber protein selama ini belum dimanfaatkan sehingga dapat menimbulkan masalah di lingkungan bila tidak diolah terlebih dahulu (Murniati, 2007).

Pada proses pembekuan ikan salah satunya yaitu ikan kerapu banyak memerlukan air yang diantaranya untuk mencuci *row material*, pembersihan alat-alat produksi, pembekuan dan pembersihan lantai yang nantinya menyisahkan limbah cair dari proses-proses tersebut hal ini juga menimbulkan permasalahan lingkungan apabila tidak diolah terlebih dahulu. Berdasarkan penelitian Setyono dan Yudo (2008), limbah cair industri perikanan mengandung Nitrat (NO_3^-), Pospat (PO_4), Sulfida (H_2S), Amoniak ($\text{NH}_3\text{-N}$), klorin bebas (Cl_2) dan minyak lemak serta kandungan COD dan BOD yang cukup tinggi. Perairan umum seperti sungai, danau, maupun air tanah yang tercemar oleh limbah dapat dideteksi dengan indikator air di daerah tersebut menjadi kotor dan berbau sehingga tidak layak digunakan untuk memenuhi kebutuhan air harian seperti minum, memasak, mencuci dan mandi.

Air pembuangan dari proses industri perikanan juga banyak mengandung nutrisi organik seperti nitrogen, dalam bentuk amoniak, nitrat dan nitrit, yang dapat menyebabkan pencemaran pada badan air penerima, sehingga dapat menurunkan kadar oksigen terlarut, memunculkan toksisitas terhadap kehidupan air, merangsang pertumbuhan tanaman air, bahaya kesehatan masyarakat, dan mempengaruhi kelayakan air untuk digunakan kembali. Selain itu limbah cair industri perikanan dapat juga menghasilkan bau yang mengganggu bagi masyarakat sehingga bisa menurunkan nilai estetika dari badan air (Ibrahim *et al.*, 2009).

2.4 Karakteristik Limbah Cair

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

- Senyawa-senyawa organik terlarut

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

- Padatan tersuspensi

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

- Warna dan kekeruhan

Warna dan kekeruhan ini akan menyebabkan masalah estetika

- Nitrogen dan fosfor

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

- Minyak

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

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

Karakteristik limbah industri perikanan beragam, mulai dari parameter fisiknya seperti suhu dan parameter kimia seperti pH, COD, BOD, Amonnia, minyak lemak dan lain;lain. Berikut adalah karakteristik limbah industri pengolahan ikan berdasarkan hasil analisa limbah industri cold storage serta baku mutunya oleh Setiyono dan Yudo (2008), adalah :

Tabel 1. BML : "Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan"

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

2.5 Pengolahan Limbah Cair

Limbah cair khususnya air limbah perikanan mempunyai parameter BOD, COD, TSS, minyak, lemak dan lain-lain yang apabila keseluruhan parameter tersebut dibuang tanpa diolah terlebih dahulu akan berpotensi menyebabkan pencemaran air. Pengolahan limbah cair adalah suatu proses yang sangat penting untuk direncanakan dan dilakukan oleh industri pengolahan pangan terutama dibidang perikanan. Pengolahan limbah cair ini bertujuan untuk meminimalisir atau meniadakan dampak negatif limbah sebelum dibuang ke perairan sesuai baku mutu limbah cair. Penanganan limbah cair perikanan dengan penambahan nutrisi seperti nitrogen dan fosfor sangat jarang terjadi tetapi oksigen merupakan hal yang penting bagi keberhasilan penanganan limbah cair. Sistem lumpur aktif, laguna, *trickling filter* dan *rotating disc contactor* adalah penanganan limbah secara aerob yang sering diterapkan (Tay *et al.*, 2006). Perusahaan-perusahaan dibidang perikanan banyak menggunakan kolam

aerasi untuk penanganan limbah cair karena sederhana dan murah tetapi hasilnya belum tentu sesuai dengan baku mutu.

Menurut Edahwati dan Suprihatin (2006). Pengolahan limbah cair juga dapat dilakukan secara biologis yaitu dapat di definisikan sebagai suatu proses yang melibatkan kegiatan mikroorganisme dalam air untuk melakukan transformasi senyawa-senyawa kimia yang terkandung dalam air menjadi bentuk atau senyawa lain. Proses pengolahan limbah cair ini meliputi :

1. Proses Penambahan Oksigen (aerasi)

Proses ini merupakan suatu usaha penambahan konsentrasi oksigen yang terkandung dalam air limbah, agar proses oksidasi biologi mikroba akan dapat berjalan dengan baik.

2. Pengolahan Limbah Cair Dengan Proses Fisik Adsorpsi

Proses ini yaitu pemisahan bahan dari campuran gas atau cair, bahan yang harus dipisahkan ditarik oleh permukaan sorben padat dan diikat oleh gaya-gaya yang bekerja pada permukaan tersebut.

3. Pengolahan Limbah Cair dengan Proses Fisik Filtrasi

Proses ini merupakan proses penjernihan atau penyaringan air limbah melalui media (bahan yang digunakan Batu Apung), dimana selama air melalui media akan terjadi perbaikan kualitas. Hal ini disebabkan adanya pemisahan partikel-partikel tersuspensi dan koloid, reduksi bakteri dan organisme lainnya dan juga pertukaran konstituen kimia yang ada dalam air limbah.

Berdasarkan Peraturan Pemerintah Republik Indonesia No. 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air menerangkan bahwa klasifikasi mutu air digolongkan menjadi 4 (empat) kelas antara lain:

- a) Kelas Satu : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk air baku air minum dan atau peruntukan lain yang mempersyaratkan mutu air yang sama dengan kegunaan tersebut
- b) Kelas Dua : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk prasarana/sarana rekreasi air, pembudidayaan ikan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut.
- c) Kelas Tiga : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk pembudidayaan air tawar, peternakan, air untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang sama dengan peruntukan tersebut.
- d) Kelas Empat : Air yang peruntukannya dapat digunakan untuk mengairi pertanaman dan atau peruntukan lain yang sama dengan kegunaan tersebut

2.6 Bakteri

2.6.1 *Acinetobacter baumannii*

Bakteri genus *Acinetobacter* merupakan bakteri aerob dari golongan bakteri gram negatif. Pada pewarnaan gram, golongan bakteri ini sering digambarkan sebagai coccobacillus yang memiliki bentuk peralihan antara batang (basil) dan bulat (kokus). Bakteri *Acinetobacter* sering muncul lebih basil selama fase pertumbuhan, mudah tumbuh pada media dengan suhu antara 20-30 °C. Jenis *Acinetobacter baumannii* dapat mengoksidasi glukosa dan bersifat non-hemolitik. *Acinetobacter baumannii* adalah bakteri patogen yang dapat

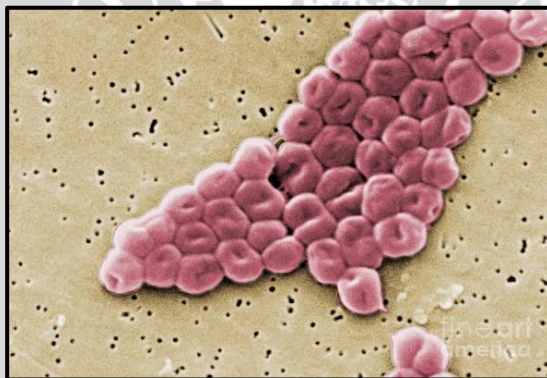
menguntungkan sebagai pemantau kesehatan dimana kehadirannya menunjukkan patologi penting ketika diidentifikasi secara klinis (Nugroho, 2012).

Acinetobacter baumannii umum ditemukan di lingkungan rumah sakit dan pasien yang sedang dirawat. Bakteri ini bersifat patogen pada manusia dan biasanya menginfeksi pada daerah luka, sistem pernafasan, dan urin. Taksonomi bakteri ini meliputi : Bacteria; Proteobacteria; Gammaproteobacteria; Pesudomonadales; *Moraxellaceae*; *Acinetobacter*; *Acinetobacter baumannii* complex (Narita et al., 2012).

Berikut merupakan klasifikasi bakteri *Acinetobacter baumannii* menurut

Rini (2011), yaitu sebagai berikut :

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



Sumber : Kunkel (2013)

Gambar 2. *Acinetobacter baumannii*

2.6.2 *Bacillus megaterium*

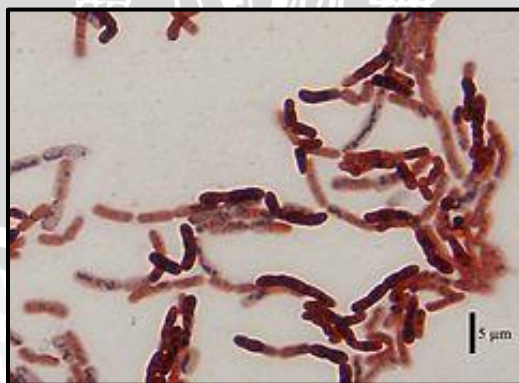
Beberapa golongan *Bacillus* sp. seperti *Bacillus megaterium* merupakan bakteri aerob, gram positif, berbentuk batang dengan ukuran diameter 1,2-1,5 μm dan panjang 2,0-2,4 μm , bentuk sel-sel silindris sampai oval atau bentuk

pear, dan motil endospora kebanyakan dibentuk dalam 48 jam suhu optimum untuk pertumbuhan antara 28-35 °C dan suhu maksimumnya antara 40-45 °C (Holt et al., 1994) dalam Yahya (2014).

Menurut Badjoeri, (2008) Komposisi kimia membran sel *B.megaterium* terdiri dari protein (58-75%), lipid (20-28%), heksosa (0,2-8,0%), dan asam ribonukleat (1,2-5,1). Selain itu ditambahkan juga oleh Zarkasyi, (2008) bakteri *Bacillus meganterium* mempunyai enzim katalase (katalase positif) yang dapat memecah senyawa hidrogen peroksida, dimana hidrogen peroksida ini merupakan hasil dari respirasi aerobik bakteri itu sendiri yang bersifat racun atau toksik terhadap bakteri. Bakteri ini juga memiliki kemampuan untuk mereduksi senyawa glukosa menjadi asam dari darah hasil pencucian ikan setelah difillet, juga dapat memfermentasikan senyawa seperti arabinosa, dan mannitol.

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

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



Sumber : Kunkel (2013)

Gambar 3. Bakteri *Bacillus meganterium*

2.6.3 *Nitrococcus* sp

Bentuk sel *Nitrococcus* sp. adalah bulat, sel tunggal sebelum mengalami pembelahan adalah batang, setelah mengalami pembelahan menjadi berpasangan, diameter 1,5 μm atau lebih, gram negatif, aerob, mesophilik, motil dengan flagella satu atau dua. *Nitrococcus* bersifat obligat kemolitotrofik, mampu mengoksidasi nitrit menjadi nitrat untuk menghasilkan energi dan memerlukan CO_2 untuk kebutuhan karbonnya. Media pertumbuhannya adalah air laut. *Nitrococcus* dapat tumbuh pada suhu 15-30 $^{\circ}\text{C}$ dan pH antara 6,8-8,0. Tidak aktif pada suhu 4 $^{\circ}\text{C}$, pertumbuhan optimal terjadi pada 70-100% air laut (Yahya *et al.*, 2014).

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

Nitrococcus merupakan bakteri yang berguna pada pengolahan limbah dengan proses bioremediasi. Selain itu bakteri jenis ini penting pada siklus nitrogen dengan meningkatkan availability dan nitrogen. Bakteri ini banyak ditemukan di tanah, limbah air tawar, dan permukaan bangunan, terutama pada area kotor yang mengandung senyawa nitrogen dalam jumlah besar. *Nitrococcus* mampu bertahan pada pH 6,0-9,0 dan suhu antara 20 $^{\circ}\text{C}$ -30 $^{\circ}\text{C}$ (Fidiawati, 2010).



Sumber : Kunkel (2013)

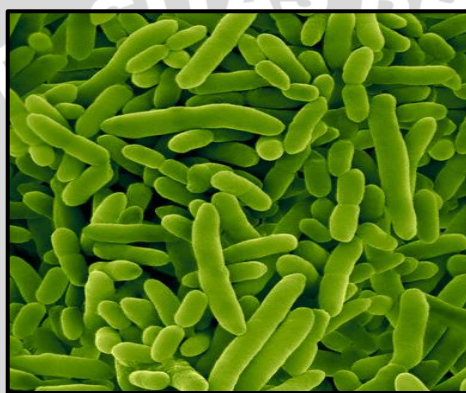
Gambar 4. Bakteri *Nitrococcus* sp

2.6.4 *Pseudomonas putida*

Pseudomonas putida memiliki ciri bentuk batang $0,7 \pm 1 - 2,0 \pm 4,0 \mu\text{m}$. Beberapa strain mempunyai bentuk oval, bersifat motil, karena mempunyai multitrichous flagella, menghasilkan fluorescent pigmen, *egg yolk* reaksi negatif, sifat tumbuh obligate aerob, optimal tumbuh pada kisaran suhu $25-30^\circ\text{C}$, tidak tumbuh pada suhu 42°C , beberapa strain mampu tumbuh pada suhu 4°C bahkan lebih rendah (Yahya *et al.*, 2014). Ditambahkan oleh Pelczar dan Chan, (2009) bahwa *Pseudomonas* merupakan bakteri bersel tunggal, berbentuk batang batang lurus atau lengkung, namun tidak berbentuk heliks. Pada umumnya berukuran $0,5-1,0 \mu\text{m}$. Terdapat motil dengan flagelum polar, monotrikus atau multitrikus. Tidak menghasilkan selongsong prosteka. Tidak dikenal adanya stadium istirahat. Termasuk bakteri gram negatif dan kemoorganotrof. Metabolismenya dengan respirasi, tidak fermentatif. Beberapa diantaranya merupakan kemolitotrof fakultatif dan dapat menggunakan H_2 dan CO sebagai sumber energi. Metabolismenya menggunakan oksigen molekular sebagai penerima elektron. Termasuk bakteri aerobik dan katalase positif.

Jenis bakteri *Pseudomonas putida* dimasukkan dalam famili Pseudomonadaceae dan mudah ditemukan di tanah, air dan pada permukaan

yang bersentuhan dengan tanah atau air. *Pseudomonas putida* diketahui mampu memanfaatkan senyawa hidrokarbon aromatik seperti toluen, xilen dan metil benzoat sebagai satu-satunya sumber karbon. Ciri-ciri penting *P. putida* antara lain adalah berbentuk batang, gram negatif, tidak berspora, sebagian besar bergerak aktif, dan aerob. Motilitas bakteri ini menggunakan satu atau beberapa flagela yang polar. Temperatur pertumbuhan optimumnya adalah 25-30 °C (termasuk kelompok mesofilik) (Chasanah, 2007).



Sumber : Kunkel (2013)

Gambar 5. *Pseudomonas putida*

2.7 Peran Bakteri pada Limbah Cair

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

Bakteri juga merupakan komponen biotik yang berperan penting dalam proses dekomposisi. Proses dekomposisi dimulai dengan kolonisasi bahan organik mati oleh bakteri yang mampu mendekomposisi jaringan mati melalui mekanisme enzimatik. Bakteri mengeluarkan enzim yang menghancurkan molekul-molekul organik kompleks seperti protein dan karbohidrat dari tumbuhan yang telah mati. Beberapa enzim yang terlibat dalam perombakan bahan

organik. Proses dekomposisi bakteri sangat dipengaruhi oleh kondisi lingkungan terutama ketersediaan oksigen terlarut khususnya bakteri aerobik (Wijiyono, 2009).

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

2.8 Parameter Uji Kualitas Limbah

2.8.1 pH (*Potential of Hydrogen*)

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

Menurut Kristanto (2002), bahwa perubahan keasaman pada air limbah, baik kearah alkali (pH naik) maupun kearah asam (pH turun), akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air. Selain itu, air limbah yang mempunyai pH rendah akan bersifat korosif terhadap baja dan sering mengakibatkan pipa besi menjadi berkarat.

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

2.8.2 TSS (*Total Solid Suspended*)

Total solid suspended (TSS) adalah bahan tersuspensi yang terdapat didalam air, biasanya terdiri dari mineral, lumpur, pasir, dan bahan organik. Partikel dalam suspensi memiliki peranan penting dalam sistem kimiawi sebuah perairan. Partikulat biasanya mempengaruhi derajat dan tingkat dimana banyak reaksi kimia didalam yang air terjadi, khususnya, reaksi pertukaran ion antara mineral sedimen dan kation (Sullivan, 2000)

Menurut Parwati (2014) total suspended solid (TSS) adalah material padat tersuspensi ($\text{diameter} > 1 \mu\text{m}$) 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. Ditambahkan oleh Munawaroh (2013), zat tersuspensi merupakan 40% bagian zat padat total dalam keadaan terapung, zat padat tersuspensi tersebut

dapat mengambang dan dapat membentuk tumpukan lumpur yang berbau bila dibuang.

2.8.3 Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak (lipid) adalah kelompok senyawa heterogen yang berkaitan baik secara aktual maupun potensial dengan asam lemak. Sifat dari lemak secara umum tidak larut dalam air, sehingga limbah yang mengandung lemak 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 akan terhambat, dengan demikian kadar oksigen akan semakin rendah dan organisme aerobik akan mati (Darmayasa, 2008).

Menurut Jenie dan Rahayu (1993), bahwa lemak, minyak dan lemak berbahaya untuk biota dan tidak diinginkan karena sifat – sifatnya yang tidak estetik. Ikatan antara udara dan air akan terhalang oleh lapisan tipis yang dibentuk lemak. Sehingga berbahaya untuk ikan dan makhluk air lainnya. Senyawa – senyawa ini akan meningkatkan kebutuhan oksigen untuk oksidasi sempurna.

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

2.8.4 Ammonia

Ammonia merupakan salah satu senyawa yang keberadaannya di alam diperlukan oleh makhluk hidup, dalam jumlah yang besar senyawa kimia ini bersifat toksik dan dapat mengganggu estetika karena dapat menghasilkan bau yang menusuk dan terjadinya eutrofikasi di daerah sekitarnya. Usaha – usaha yang dilakukan untuk menyisihkan ammonia adalah dilakukan proses pengolahan ammonia menjadi senyawa lain yang lebih aman bagi lingkungan perairan. Pengolahan limbah saat ini dengan melibatkan aktivitas mikroorganisme mengakibatkan perubahan senyawa kimia menjadi senyawa lain yang mempunyai sifat berbeda dengan senyawa asalnya (Titiresmi dan Nida, 2006).

Menurut Zaman dan Sutrisno (2006) Amonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga dalam air akan membentuk ammonium hidroksida. Kadar ammonia yang melebihi batas dapat menyebabkan senyawa bersifat toksik. Karena dapat menyebabkan batuk, sesak nafas hingga lemas serta dapat mengganggu selaput konjungtiva pada mata. Dijumpai juga pula efek kronis pada bronchus dan peningkatan ekskresi air liur. Menurut Waryanti *et al* (2014), dalam limbah cair industri perikanan mengandung banyak protein dan lemak, sehingga mengakibatkan nilai nitrat dan amonia yang cukup tinggi. Nilai nitrat dan ammonia yang cukup tinggi pada limbah ikan dapat juga dimanfaatkan sebagai bahan nutrisi yang lengkap.

2.8.5 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Chemical Oxygen Demand (COD) atau kebutuhan oksigen kimia merupakan salah satu parameter penentuan kualitas air limbah yang digunakan untuk mengukur seberapa banyak kebutuhan oksigen guna penguraian bahan

organik secara kimiawi yang menyebabkan berkurangnya oksigen terlarut dalam air (Yuliastuti, 2011).

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

Penggunaan penilaian COD bertujuan untuk mengetahui seberapa besar jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat organik. Jika nilai BOD mendekati nilai COD maka hal tersebut menunjukkan bahwa semakin sedikit zat-zat organik yang dapat dioksidasi dengan bahan kimia. Pengoksidasian tersebut dapat menggunakan $K_2Cr_2O_7$ atau menggunakan $KMnO_4$ (Muhajir, 2013).

2.8.6 BOD

Salah satu parameter penentu dalam proses penetralan air limbah adalah jumlah dari kadar BOD pada limbah cair. BOD atau *Biochemical Oxygen Demand* yang merupakan suatu analisa yang digunakan untuk mengetahui jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan oleh mikroorganisme untuk mengoksidasi senyawa organik yang terdapat dalam limbah cair (Septiawan et al., 2014).

BOD merupakan suatu analisa pada air limbah yang Menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau

mengoksidasi bahan–bahan buangan di dalam air (Junaidi dan Bima, 2006).

Ditambahkan menurut sihaloho (2008), hasil dari tes BOD digunakan untuk:

- a. Menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan guna menstabilkan zat organik yang ada secara biologi
- b. Menentukan ukuran dari fasilitas pengolahan air limbah
- c. Menyesuaikan baku mutu effluent dari air limbah.

Jumlah oksigen (mg/L) yang diperlukan dalam oksidasi biologi aerob dari limbah industri baik cair maupun padatan disebut sebagai kebutuhan oksigen biokimia (*Biochemical Oxygen Demand*) yang pengujiannya selama 5 hari yang diinkubasi dengan suhu 20°C (BOD₅). Nilai dari pengujian BOD₅ tersebut dapat digunakan sebagai acuan dari ukuran polusi dari limbah yang artinya seberapa besar limbah tersebut mengalami degradasi biologis (Muhajir, 2013).



3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan utama dan bahan tambahan. Bahan utama yang digunakan ialah limbah cair pembekuan ikan kerapu yang diperoleh dari PT Inti Luhur Fuja Abadi, Kabupaten Pasuruan, Jawa Timur. Bahan tambahan yang digunakan ialah isolat bakteri, isolat bakteri dikultur dari fakultas kedokteran Universitas Brawijaya Malang didapat dari lingkungan mangrove sebagai berikut : *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp*, dan *Pseudomonas putida*. Media yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri tersebut ialah media *Trypticase Soy Broth* (TSB), dan *Trypticase Soy Agar* (TSA), serta bahan – bahan lain yang digunakan dalam pembiakan bakteri antara lain : aquadest, larutan NaCl, kristal violet, iodium, alkohol, kertas saring, air, tissue, sarung tangan, sabun cair, waring dan masker. Sedangkan bahan-bahan yang diperlukan untuk mengambil limbah cair adalah : es batu, kertas label dan aluminum foil.

Sedangkan bahan-bahan yang diperlukan dalam pengujian kualitas air limbah antara lain $K_2C_2O_7$, H_2SO_4 , $HgSO_4$, KHP (Kalium Hidrogen Ptalat), DPD (Diphosphonate), chlorin, buffer, n-heksan, HCL, natrium sulfat, aquadest jenuh oksigen, $MgSO_4$, $CaCl_2$, Hidrofosfat, $FeCl_3$, H_2SO_4 0,04 N, NaOH 6 N, buffer borat, reagen fenol, sodium nitroprusida, sodium nitroklorit, alkali sitrat, larutan oksida, NaOH 1 N, natrium dihidrogen fosfat, aseton nitryl (ACN) dan cairan OPT (Orto Pital Dehyde).

3.1.2 Alat Penelitian

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan pembiakan bakteri, pengambilan sampel, proses aerasi dan peralatan analisa. Peralatan pembiakan bakteri, antara lain : tabung reaksi, Laminaran, kulkas, gelas arloji, rak tabung reaksi, pipet volum, bola hisap, pipet serologis, beaker glass, timbangan digital, jarum oase, erlenmeyer, gelas ukur, spatula, bunsen, botol semprot, nampan, inkubator, autoklaf. Peralatan pengambilan sampel limbah cair pembekuan ikan kerapu meliputi : coolbox dan derigen. Sedangkan peralatan aerasi antara lain : selang kecil, toples dan aerator. Sedangkan peralatan yang digunakan pada uji kualitas air limbah adalah DO meter, hot plate, magnetic stirrer, gelas ukur, wadah air pengencer, wadah bahan kimia (MgSO_4 , CaCl_2 , Hidrofوسفat, FeCl_3), wadah bakteri, inkubator, tabung COD, reactor COD, spektrofotometer Uv-Vis, chlorin meter, pH meter, timbangan analitik, oven, desikator, vacuum pump penyaring solid, labu didih, labu pisa, destilator horizontal, cawan porselin, labu ukur 15 mL, cuvet, vapodest, botol kaca, pipet transfer, micro tube, vortex mixer, sentrifuge dan HPLC

3.2 Metode Penelitian

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

Pada penelitian ini variabel yang digunakan yaitu variabel bebas, dan variabel terikat. Variabel bebas diantaranya yaitu model kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp*, dan *Pseudomonas putida*. Sedangkan variabel terikat diantaranya kadar pH, TSS, minyak / lemak amonia, COD, dan BOD. Metode pada penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok (RAK) yang merupakan rancangan percobaan dimana kondisi tempat yang digunakan tidak homogen.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan ulangan pertama, kedua, dan ketiga yang diambil rata-ratanya dan diaplikasikan dengan rancangan acak kelompok dengan membandingkan antara kelompok perlakuan dengan control yang kemudian akan diberi notasi sesuai dengan nilainya. Sampel yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah cair ikan kerapu dengan kode K. Kontrol merupakan limbah cair ikan kerapu tanpa penambahan kombinasi bakteri. Adapun bakteri yang dikombinasikan meliputi : A+B = Penambahan kombinasi bakteri (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*), A+N = Penambahan kombinasi bakteri (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*), A+P = Penambahan kombinasi bakteri (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*). Pengamatan dan pengujian dilakukan selama 10 hari dengan selang waktu 5 hari, yaitu Q1 = hari ke 0, Q2 = hari ke 5, dan Q3 = hari ke 10. Berikut adalah rancangan penelitian tentang pengolahan limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan penambahan kombinasi bakteri (*Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp*, dan *Pseudomonas putida*) secara aerob.

Tabel 2. Rancangan Penelitian pengolahan Limbah Cair Pembekuan Ikan Kerapu dengan Kombinasi Bakteri Secara Aerob

Jenis kombinasi bakteri	Pengamatan Hari Ke		
	0	5	10
Kontrol	Kontrol Q1	Kontrol Q2	Kontrol Q3
A+B	K A+B Q1	K A+B Q2	K A+B Q3
A+N	K A+N Q1	K A+N Q2	K A+N Q3
A+P	K A+P Q1	K A+P Q2	K A+P Q3

Keterangan :

Kontrol : sampel limbah cair tanpa penambahan bakteri.

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

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

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

0, 5, 10 : pengamatan, lama arerasi, dan pengujian sampel.

3.4 Prosedur Penelitian

3.4.1 Pengambilan Sampel Limbah Cair

Limbah cair yang digunakan dalam penelitian ini diperoleh dari limbah industri pembekuan ikan kerapu di PT. Inti Luhur Fuja Abadi (ILUFA), Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Sampel langsung diambil dari bak hasil pencucian ikan kerapu. Sampel kemudian dimasukkan dalam dua derigen berukuran 30 liter. Sampel yang sudah dimasukkan derigen dibawa menuju laboratorium dengan wadah coolbox yang telah diberi es batu. Fungsi es batu yaitu menjaga suhu sampel agar tetap konstan selama perjalanan dan mencegah perubahan fisikokimia pada komponen sampel yang akan diuji.

3.4.2 Pembiakan Bakteri

Proses pembiakan bakteri dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Sebelum melakukan proses pembiakan terlebih dahulu disiapkan laminaran yang akan digunakan sebagai tempat pembiakan bakteri. Kemudian dilakukan sterilisasi alat. Menurut Dart

(2003), sterilisasi merupakan proses penguapan yang digunakan untuk beberapa produk dalam situasi dimana produk-produk tersebut terhindar dari infeksi mikroorganisme hidup semisal (bakteri, jamur, virus dan organisme lain yang memiliki sel satu) . 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. Ditambahkan oleh Nicklin *et al* (1999), mesin ini beroperasi pada suhu 121°C dan dapat membunuh mikroba. Adapun alat yang harus di sterilisasi yaitu cawan petri, tabung reaksi dan pipet volume. Tujuan dari perlakuan sterilisasi tersebut adalah untuk menghindari kontaminasi silang oleh mikroorganisme selama proses pembiakan bakteri.

Pada tahap selanjutnya laminaran disterilkan dengan menyemprotkan alkohol 70% pada bagian dalam laminaran, kemudian lap semua bagian laminaran dengan menggunakan serbet steril agar aseptis. Kemudian kaca laminaran ditutup dan ditekan tombol UV untuk menghidupkan sinar UV selama 1 jam yang berfungsi sebagai pensteril laminaran. Selama menunggu proses pensterilan laminaran disiapkan media TSB (*Tryptone Soya Broth*) yang berfungsi sebagai media pembiakan bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*.

Tabel 3. Komposisi Media TSB (*Tryptone Soya Broth*)

Formula	Gram / Liter
<i>Pandreactic Digest of Casein</i>	17
<i>Papaic Digest of Soybean Meal</i>	3
<i>Sodium Chloride</i>	5
<i>Dibasic Potasium Phosphat</i>	2,5
<i>Dextrose</i>	2,5

Sumber : Ishartanto (2009)

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

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

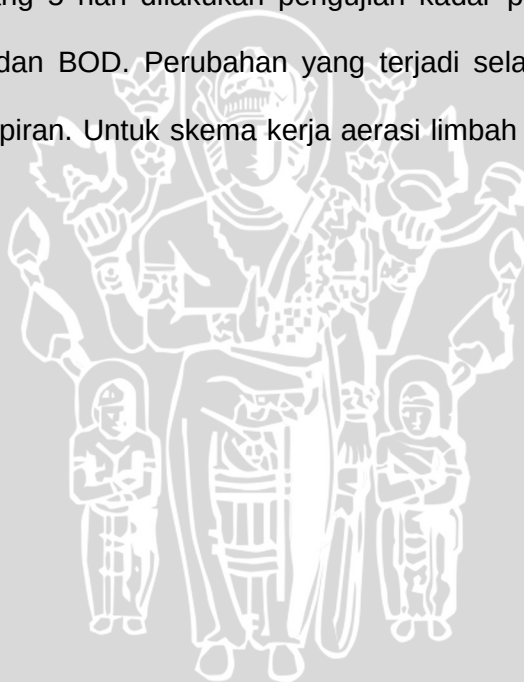
lagi pada bagian ujungnya agar kembali steril dan dapat digunakan untuk membiakkan bakteri yang lain.

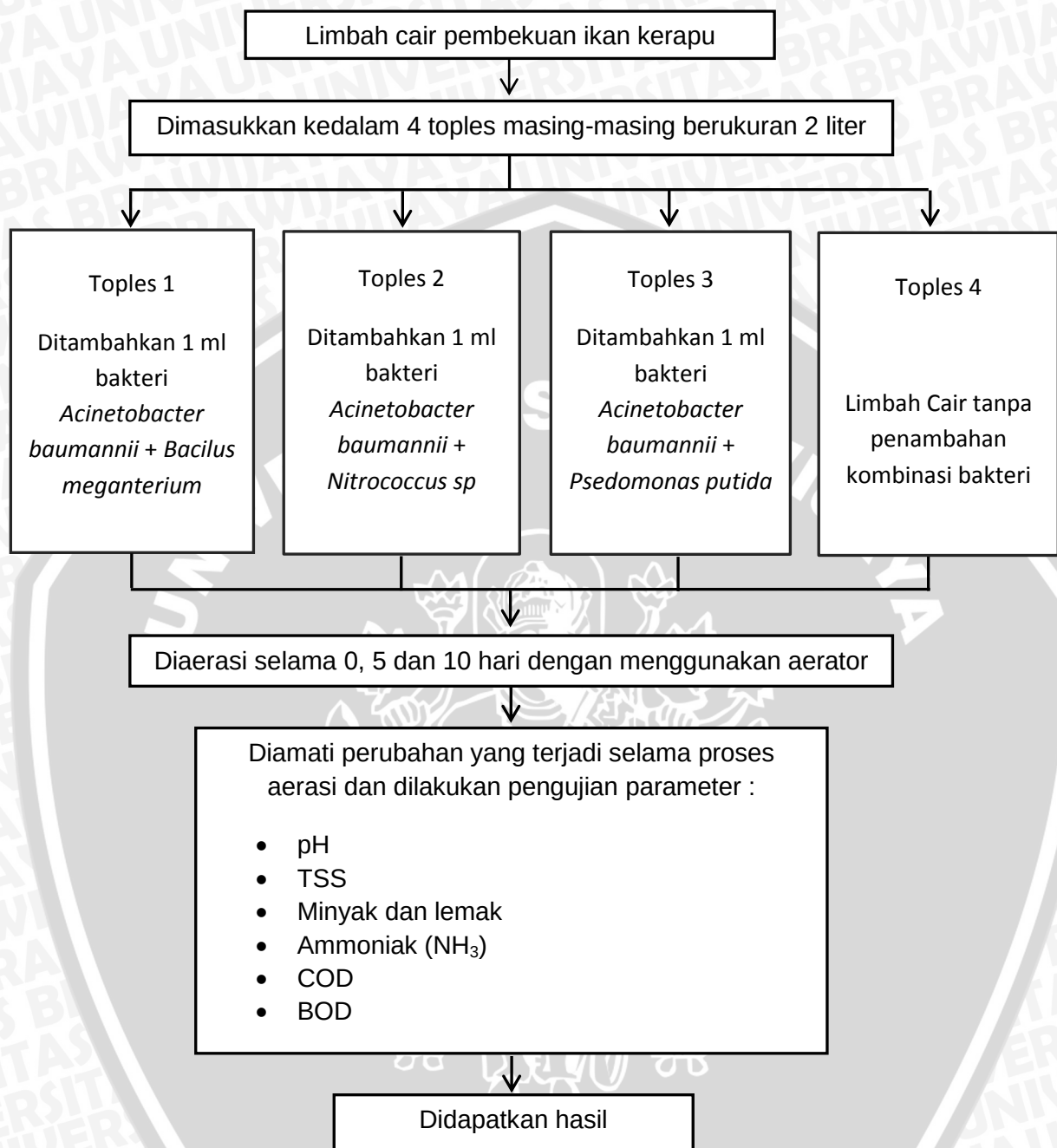
Tabung reaksi dikocok-kocok agar bakteri dan media dapat homogen, setelah itu diletakkan pada inkubator dalam suhu 37°C selama 24 jam. Tabung reaksi diberi label nama bakteri dan dilakukan langkan pembiakan yang sama terhadap isolat murni bakteri yang lain.

3.4.3 Aerasi Limbah

Pada tahap aerasi limbah pertama dilakukan pemasangan aerator yang berfungsi sebagai pensupplay oksigen (O_2) kedalam limbah cair yang kemudian akan digunakan oleh bakteri aerob yang ditambahkan ke dalam untuk proses metabolisme limbah cair, kemudian sampel limbah cair sebanyak 2 liter dipisahkan untuk diuji kadar pH, TSS, lemak/minyak, amoniak, COD, dan BOD sebagai kontrol hari ke 0 sebanyak 3 toples. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai kadar awal kandungan limbah cair (kontrol). Kemudian sisa sampel limbah dimasukkan kedalam 6 toples, dengan masing masing toples sebanyak 2 liter limbah. Masing-masing limbah tersebut kemudian diaerasi menggunakan aerator untuk pengondisian oksigen didalam toples agar bakteri dapat bertahan hidup. Kemudian dimasukkan bakteri dengan kepadatan 10^6 CFU/ml sebanyak 2 ml yang dikombinasi kedalam masing-masing toples yang berisi limbah. Pada penelitian yang dilakukan Ishartanto (2009) dalam penentuan dosis bakteri memaparkan bahwa dosis bakteri sebesar 0,5 ml/l, 1 ml/l, 2 ml/l dan 3 ml/l merupakan dosis yang paling efektif dalam menurunkan bahan organik air limbah domestik. Namun dalam penelitian ini dosis bakteri yang digunakan sebesar 1 ml/l. Karena dengan dosis 1 ml/l telah mampu memenuhi standar baku mutu, meskipun dosis 2 ml/l dan 3 ml/l menghasilkan reduksi bahan organik yang lebih tinggi. Kemudian ke 6 toples tersebut masing-masing diberi tanda sebagai

berikut, 3 toples diberi tanda 5 A+B, 5 A+N dan 5 A+P untuk memberi tanda bahwa toples tersebut akan diuji hari ke 5, sedangkan 3 toples lainnya diberi tanda 10 A+B, 10 A+N dan 10 A+P untuk memberi tanda bahwa toples tersebut akan diuji hari ke 10. Setelah itu, dimasukkan 4 jenis bakteri dengan kombinasi seperti berikut: A+B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*), A+N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp.*) dan A+P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*) kedalam 6 toples yang masing-masing sebesar 0,5 ml per bakteri. Setelah diberi perlakuan bakteri, limbah kemudian diaerasi selama 10 hari. Selama waktu aerasi diamati tiap perubahan fisik yang terjadi pada limbah dan pada selang 5 hari dilakukan pengujian kadar pH, TSS, amoniak, lemak/minyak, COD, dan BOD. Perubahan yang terjadi selama proses aerasi dapat dilihat pada lampiran. Untuk skema kerja aerasi limbah dapat dilihat pada gambar 6.





Gambar 6. Diagram Alir Proses Aerasi Limbah

3.5 Analisa Beberapa Parameter Uji

3.5.1 Analisa pH (*Potential of Hydrogen*)

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

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

3.5.2 Analisa TSS (*Total Suspended Solid*)

Prosedur uji padatan tersuspensi total (*Total Suspended Solid/TSS*) secara gravimetri berdasarkan SNI 06-6989.3-2004. Prinsip kerja uji TSS adalah contoh uji yang telah homogen disaring dengan kertas yang telah ditimbang. Residu yang tertahan pada saringan dikeringkan sampai berat konstan pada suhu 103⁰C sampai dengan 105⁰C. Adapun prosedur pengujian TSS adalah sebagai berikut :

- Lakukan penyaringan dengan peralatan vakum. Basahi dengan sedikit air suling
- Aduk contoh uji dengan pengaduk magnetic untuk memperoleh contoh uji yang lebih homogen

- c. Pipet contoh uji dengan volume tertentu, pada waktu contoh diaduk dengan pengaduk magnetik
- d. Cuci kertas saring atau saringan dengan 3 x 10 mL air suling, biarkan kering sempurna dan lanjutkan penyaringan dengan vakum selama 3 menit agar diperoleh penyaringan sempurna
- e. Pindahkan kertas saring secara hati-hati dan peralatan penyaringan dan pindahkan ke wadah timbang 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.

3.5.3 Analisa Minyak dan Lemak

Prosedur pengujian minyak dan lemak berdasarkan SNI 06-6989.10.2004 secara gravimetri untuk air dan air limbah. Prinsip uji minyak dan lemak dalam contoh uji air diekstraksi dengan pelarut organik dalam corong pisah dan untuk menghilangkan air yang masih tersisa digunakan Na_2SO_4 anhidrat. Ekstrak minyak dan lemak dipisahkan dari pelarut organik secara destilasi. Residu yang tertinggal pada labu destilasi ditimbang sebagai minyak dan lemak. Adapun prosedur pengujian minyak dan lemak adalah sebagai berikut:

- a. Pindahkan contoh uji ke corong pisah. Tentukan volume contoh uji seluruhnya. Bilas botol contoh uji dengan 30 mL pelarut organik dan tambahkan pelarut pencuci ke dalam corong pisah

- b. Kocok dengan kuat selama 2 menit. Biarkan lapisan memisah, keluarkan lapisan air
- c. Keluarkan lapisan pelarut melalui corong yang telah dipasang kertas saring dan 10 g Na_2SO_4 anhidrat, yang keduanya telah dicuci dengan pelarut, kedalam labu bersih yang telah ditimbang
- d. Jika tidak dapat diperoleh lapisan pelarut yang jernih (tembuh pandang), dan terdapat emulsi lebih dari 5 mL, lakukan sentrifugasi ke corong pisah dan keringkan lapisan pelarut melalui corong dengan kertas saring dan 10 g 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

3.5.4 Analisa ammonia (NH_3)

Prosedur pengujian kadar ammonia dengan spektrofotometer secara fenat berdasarkan SNI 06-6989.20-2005. Prinsip pengujian ammonia bereaksi

hipoklorit dan fenol yang dikatalis oleh natrium nitroprusida membentuk senyawa biru indofenol. Adapun prosedur pengujian kadar ammonia adalah sebagai berikut :

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

3.5.5 Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*)

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 $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$ yang bereaksi dengan contoh uji dan dinyatakan sebagai mg O_2 untuk setiap 1000 mL contoh uji. Adapun prosedur pengujian COD adalah sebagai berikut :

- Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan
- Biarkan suspensi 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 direfluks 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.

3.5.6 Analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

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 A1;A2
- b. Masukkan larutan contoh uji (4.4, 2.4) ke dalam masing-masing botol DO A1 dan A2; 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 A2 dalam lemari inkubator $20^{\circ}\text{C} \pm 1^{\circ}\text{C}$ selama 5 hari
- e. Lakukan pengukuran oksigen terlarut terhadap larutan dalam botol A1 dengan alat DO meter yang terkalibrasi sesuai dengan *Standart Methods for the Examination of Water and Wastewater 21st Edition*, 2005. Hasil pengukuran merupakan nilai oksigen terlarut nol hari (A1). Pengukuran oksigen terlarut pada nol hari harus dilakukan paling lama 30 menit setelah pengenceran
- f. Ulangi pengerjaan butir e) untuk botol A2 yang telah diinkubasi 5 hari
- g. Lakukan pengerjaan butir a) sampai f) untuk penetapan blanko dengan menggunakan larutan pengencer tanpa contoh uji
- h. Lakukan pengerjaan butir a) sampai f) untuk penetapan kontrol standar dengan menggunakan larutan glukosa-asam glutamat
- i. Lakukan kembali pengerjaan butir a) sampai f) terhadap beberapa macam pengenceran contoh uji

Perhitungan Nilai BOD_5

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

keterangan :

BOD_5 = nilai BOD_5 contoh uji (mg/L)

A_1 = Kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

A_2 = Kadar oksigen terlarut contoh uji sebelum inkubasi (5 hari) (mg/L)

B_1 = Kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (0 hari) (mg/L)

B_2 = Kadar oksigen terlarut blanko sebelum inkubasi (5 hari) (mg/L)

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

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

P = Perbandingan volume uji (V_1) per volume total (V_2)

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Analisa Kandungan Limbah Cair Ikan Kerapu Awal

Hasil analisa kandungan awal sampel limbah cair ikan kerapu sebelum dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^{-6} CFU/mL dapat dilihat pada tabel 4 berikut :

Tabel 4. Analisa Kandungan Limbah Cair Ikan Kerapu Awal

Parameter	Satuan	Hasil Uji	Baku Mutu *)
pH	-	7,3	6 – 9
TSS	mg/L	206	Maks 100
Minyak	mg/L	5,65	Maks 15
Amonia	mg/L	83	Maks 10
COD	mg/Kg	907,2	Maks 200
BOD	mg/Kg	402,4	Maks 100

*) PermenLH No. 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah

Dari data hasil pengujian sampel limbah cair ikan kerapu diketahui pH sebesar 7,3; TSS sebesar 206 mg/L; kandungan minyak sebesar 5,65 mg/L; amonia sebesar 83 mg/L; COD sebesar 907,2 mg/L; BOD sebesar 402,4 mg/L. Hasil pengujian sampel limbah cair ikan kerapu awal tersebut sebagian melebihi batas maksimal yang telah ditentukan oleh PermenLH No. 5 Tahun 2014 sebagaimana tertera pada tabel 4.

4.2 Analisa Kadar pH (*Potential of Hydrogen*)

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

karena itu pH air limbah harus netral sebelum dibuang kesungai (Junaidi dan Hatmanto, 2006).

Hasil rata-rata analisa pH pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan ulangan 1, 2, dan 3 menggunakan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^{-6} CFU/mL yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari, menggunakan alat pH meter berdasarkan SNI 06-6989.11-2004 dapat dilihat dalam tabel 5 berikut.

Tabel 5. Hasil Pengujian pH

Jenis Kombinasi Bakteri	Pengamatan Hari Ke		
	0	5	10
Kontrol	7,3 a	7,5 a	8 a
A + B	7,3 a	7,75 b	8,3 b
A + N	7,3 a	7,95 c	8,3 b
A + P	7,3 a	7,75 b	8,55 c

Keterangan :

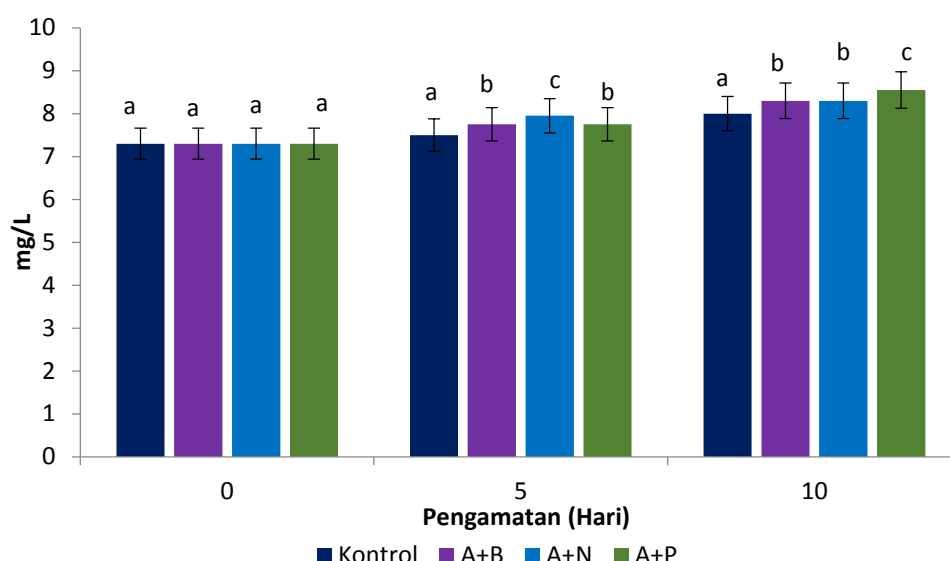
Kontrol: tanpa kombinasi bakteri

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

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

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

Sedang untuk hasil analisa grafik pH pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari dapat dilihat pada gambar 7 berikut.



Gambar 7. Grafik hasil analisa pH limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*

Pada analisa pH setelah dilakukan analisa data dengan menggunakan uji ANOVA (*Analysis of Variance*), ternyata dihasilkan perhitungan perlakuan F hitung 19 lebih besar daripada F tabel 4,76. Sehingga pada analisa pH perlakuan kombinasi bakteri dihasilkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan.

Pada hasil analisa hari ke 0 tidak memberikan pengaruh yang nyata terdapat perlakuan yang nyata terhadap perlakuan kombinasi. Pada hari ke 5 terdapat pengaruh yang nyata, diketahui pada perlakuan kontrol terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5 dan kombinasi bakteri A+P, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+N. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, kombinasi bakteri A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, dan kombinasi bakteri A+N, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+B. Pada hari ke 5 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+B dan A+P dengan nilai sebesar 7,75. Selanjutnya pada

hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada perlakuan kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, dan kombinasi bakteri dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+N. Pada hari ke 10 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+B, dan A+N dengan nilai sebesar 8,3.

Berdasarkan hasil rata-rata analisa pH dengan ulangan 1, 2, dan 3 dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*, dan diaerasi selama 0,5, dan 10 hari kemudian diuji dengan pH meter mengalami perubahan. Pada hari ke 0 atau sebelum diberi perlakuan bakteri, pH limbah cair pembekuan ikan kerapu dianalisa dengan menggunakan pH meter dan didapatkan hasil 7,3 pada hari ke 5 didapatkan hasil 7,5 dan pada hari ke 10 didapatkan hasil 8. Kemudian setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada analisa pH hari ke 5 dengan menggunakan pH meter perlakuan pemberian kombinasi A + B mengalami kenaikan pH menjadi 7,75. Setelah hari ke 10 ternyata pada pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami kenaikan lagi menjadi 8,3. Pada hari ke 5 dengan menggunakan pH meter dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + N didapatkan hasil 7,95 kemudian pada hari ke 10 mengalami kenaikan menjadi 8,3. Pada hari ke 5 dengan menggunakan pH meter dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + P didapatkan hasil 7,75 kemudian pada hari ke 10 mengalami kenaikan menjadi 8,55.

Jika dilihat pada grafik analisa pH pada perlakuan kombinasi bakteri seluruhnya mengalami kenaikan mendekati basa, menurut hasil pengamatan. Pada saat sebelum memasuki hari ke 5 aerasi mulai tercium bau menyengat pada masing – masing limbah cair. Hal ini sesuai dengan penelitian Munawaroh *et al.* (2013), yang menyatakan kenaikan pH dari asam hingga netral pada limbah cair pembekuan ikan disebabkan karena aktivitas bakteri. Proses penguraian berjalan dengan sempurna bila pH telah mendekati netral. Adapun ciri dari salah satu hasil penguraian bakteri antara lain menghasilkan gas yang berbau seperti ammonia (NH_3). Ditambahkan Pandit *et al* (2014), Pemecahan protein dapat menghasilkan 95 % amonia dan CO_2 , disamping itu akibat langsung pemecahan protein menjadi total N non protein pada tubuh ikan akan menyebabkan bau busuk dan pH menjadi naik.

Menurut Ibad (2013), peningkatan pH juga dapat disebabkan oleh beberapa hal, yaitu bakteri bisa menghasilkan senyawa yang bersifat basa atau netral, serta bakteri tersebut dapat menggubah senyawa yang bersifat asam. Terdapat bakteri yang bisa mendegradasi dan menggunakan asam organik dalam proses metabolisme yaitu *Pseudomonas* dan *Bacillus* yang memiliki kemampuan menghasilkan enzim tunggal maupun beberapa enzim untuk degradasi asam organik.

Pada standar baku mutu (2014) bahwa untuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar antara 6 – 9. Hasil dari analisa pH pada limbah cair ikan kerapu hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu masih dapat ditoleransi, karena pada hasil penelitian pemberian kombinasi bakteri pada limbah cair pembekuan ikan kerapu perlakuan A + B didapatkan pH sebesar 8,3, perlakuan A + N didapatkan pH sebesar 8,3, dan pada perlakuan A + P didapatkan pH sebesar 8,55.

4.3 Analisa Kadar TSS (Total Solid Suspended)

Zat padat tersuspensi (Total Suspended Solid) adalah semua zat padat (pasir, lumpur, dan tanah liat) atau partikel-partikel yang tersuspensi dalam air dan dapat berupa komponen hidup (biotik) seperti fitoplankton, zooplankton, bakteri, fungi, ataupun komponen mati (abiotik) seperti detritus dan partikel-partikel anorganik (Tarigan dan Edward, 2003). Ditambahkan oleh Agustria *et al.* (2013), TSS adalah padatan yang tersuspensi di dalam air berupa bahan-bahan organik dan anorganik yang dapat disaring dengan kertas millipore berporipori 0,45 μm .

Hasil rata-rata analisa TSS (*Total Solid Suspended*) pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan ulangan 1,2, dan 3 menggunakan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^{-6} CFU/mL yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari, secara gravimetri berdasarkan SNI 06-6989.3-2004 dapat dilihat pada tabel 6 berikut.

Tabel 6. Hasil Pengujian TSS (*Total Solid Suspended*)

Jenis Kombinasi Bakteri	Pengamatan Hari ke		
	0	5	10
Kontrol	206 a	199,8 d	194 d
A + B	206 a	167,75 b	102,2 b
A + N	206 a	170,1 c	116,45 c
A + P	206 a	97,5 a	83,75 a

Keterangan :

Kontrol: tanpa kombinasi bakteri

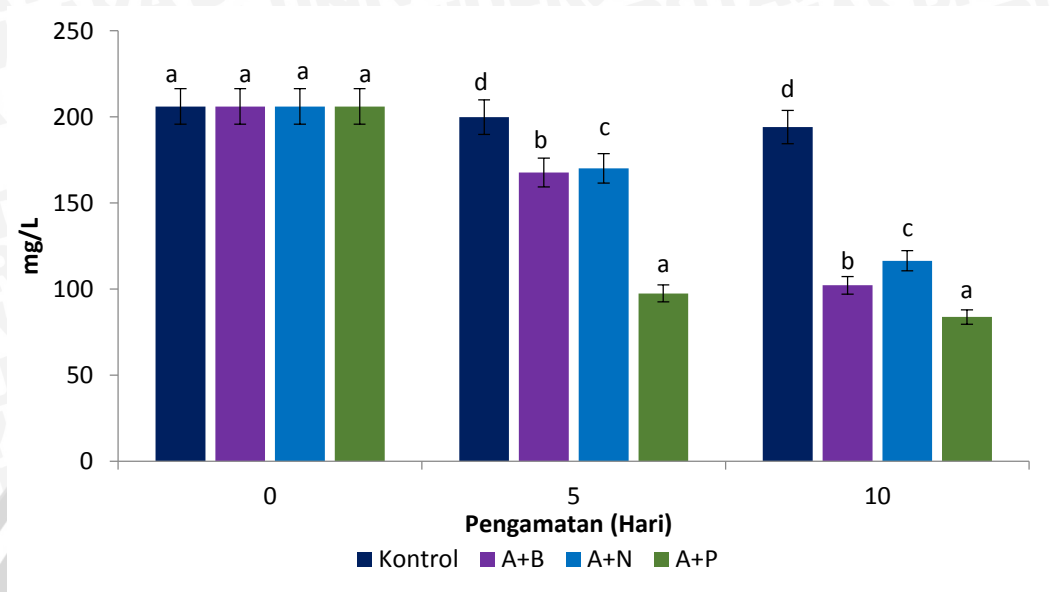
A + B : kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megantherium*

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

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

Sedang untuk Hasil analisa grafik TSS pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus sp* dan

Pseudomonas putida yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari dapat dilihat dalam gambar 8 berikut.



Gambar 8. Grafik hasil analisa TSS (Total Solid Suspended) limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*

Pada analisa TSS setelah dilakukan analisa data dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*), ternyata dihasilkan perhitungan perlakuan F hitung 16772,5 lebih besar daripada F tabel 4,76. Sehingga pada analisa TSS perlakuan kombinasi bakteri dihasilkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan.

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

A+P dengan nilai sebesar 97,5 mg/L. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+N. Pada hari ke 10 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+P dengan nilai sebesar 83,75 mg/L.

Berdasarkan hasil rata-rata analisa TSS (Total Solid Suspended) dengan ulangan 1, 2 dan 3 dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*, dan diaerasi selama 0,5 dan 10 hari kemudian diuji dengan metode gravimetri mengalami perubahan. Pada hari ke 0 atau sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar TSS (Total Solid Suspended) limbah cair pembekuan ikan kerapu didapatkan hasil 206 mg/L, pada hari ke 5 didapatkan hasil 199,8 mg/L dan pada hari ke 10 didapatkan hasil 194 mg/L. Kemudian setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada analisa TSS (Total Solid Suspended) hari ke 5 dengan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan menjadi 167,75 mg/L setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 102,2 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi A + N mengalami penurunan sebesar 170,1 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 116,45 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi A + P mengalami penurunan menjadi 97,5 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan mejadi 83,75 mg/L.

Berkurangnya padatan tersuspensi ini menurut Wignyanto *et al.* (2009), disebabkan aktivitas pendegradasian senyawa organik oleh bakteri

pendegradasi. Hal ini karena selama proses degradasi berlangsung, molekul kompleks bahan cemaran organik dipecah oleh enzim-enzim bakteri pendegradasi melalui proses hidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa yang lebih sederhana tersebut digunakan untuk metabolisme bakteri sehingga dihasilkan energi, CO_2 , H_2O dan sisa metabolisme yang berupa lumpur yang mudah mengendap, sehingga dengan mekanisme tersebut bahan cemaran organik yang keberadaannya di dalam limbah merupakan padatan tersuspensi semakin lama semakin berkurang sehingga nilai TSSnya juga semakin kecil. Ditambahkan oleh Doraja *et al.* (2012), bahan organik kompleks dihidrolisis menjadi organik sederhana (asam organik). Pada fase non-methanogenic ini nilai TSS akan turun karena bahan organik yang berukuran besar diubah menjadi ukuran yang lebih kecil (proses degradasi).

Pada standar baku mutu (2014) hasil dari analisa TSS untuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar 100mg/L. Hasil dari analisa TSS limbah cair ikan kerapu hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu sedikit melebihi standar baku mutu yang ditetapkan karena pemberian kombinasi bakteri pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan A + B didapatkan kadar TSS sebesar 102,2 ml/L, kemudian pada perlakuan A + N didapatkan kadar TSS sebesar 116,45 mg/L. Namun pada perlakuan A + P didapatkan kadar TSS sebesar 83,75 mg/L yang berarti hanya dengan pemberian A + P saja tidak melebihi standar baku mutu yang telah ditetapkan.

4.4 Analisa Kadar Minyak/ Lemak

Lemak/ minyak merupakan salah satu kelompok yang termasuk golongan lipida. Satu sifat yang khusus dan mencirikan golongan lipida (termasuk) minyak dan lemak adalah adanya larutan dalam pelarut organik misalnya ether,

benzene, chloroform) atau sebaliknya ketidak larutannya dalam pelarut air (Sudarmadji *et al.*, 2007).

Hasil rata-rata analisa kadar minyak/ lemak pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan ulangan 1, 2, dan 3 menggunakan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL yang diaerasi selama 0,5 dan 10, menggunakan metode gravimetri berdasarkan SNI 06-6989.10-2004 hari dapat dilihat pada Tabel 7 berikut.

Tabel 7. Hasil Pengujian Minyak/ Lemak

Jenis Kombinasi Bakteri	Pengamatan Hari ke		
	0	5	10
Kontrol	5,65 a	5,4 d	5 d
A + B	5,65 a	4,85 c	3,3 c
A + N	5,65 a	3,2 b	2,5 b
A + P	5,65 a	1,95 a	1,7 a

Keterangan :

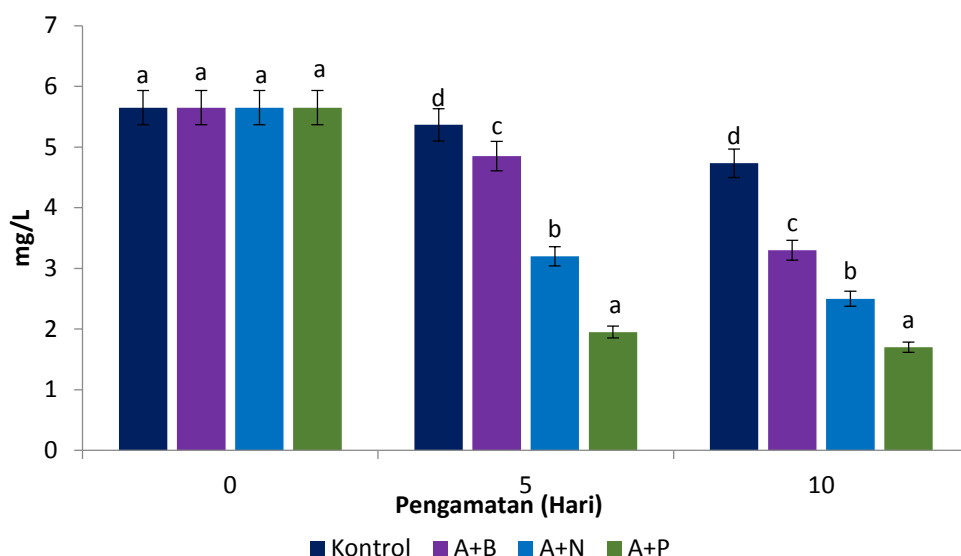
Kontrol: tanpa kombinasi bakteri

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

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

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

Sedang untuk Hasil analisa grafik minyak/ lemak pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari dapat dilihat dalam gambar 9 berikut.



Gambar 9. Grafik hasil analisa kadar minyak/ lemak limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*.

Pada analisa kadar minyak/ lemak setelah dilakukan analisa data dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*), ternyata dihasilkan perhitungan perlakuan F hitung 152,56 lebih besar daripada F tabel 4,76. Sehingga pada analisa minyak dan lemak perlakuan kombinasi bakteri dihasilkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan.

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

kombinasi bakteri A+P dengan nilai sebesar 1,95 mg/L. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+N. Pada hari ke 10 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+P dengan nilai sebesar 1,7 mg/L.

Berdasarkan hasil rata-rata analisa kadar minyak/ lemak dengan ulangan 1, 2, dan 3 dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*, dan diaerasi selama 0,5 dan 10 hari kemudian diuji dengan metode gravimetri mengalami perubahan. Pada hari ke 0 atau sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar minyak/ lemak limbah cair pembekuan ikan kerapu didapatkan hasil 5,65 mg/L, pada hari ke 5 didapatkan hasil 5,4 mg/L dan pada hari ke 10 didapatkan hasil 14,2 mg/L. Kemudian setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada analisa kadar minyak/ lemak hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan menjadi 4,85 mg/L, setelah hari ke 10 mengalami penurunan menjadi 3,3 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + N mengalami penurunan menjadi 3,2 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 2,5 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + P kembali mengalami penurunan menjadi 1,95 mg/L, setelah hari ke 10 mengalami menurun lagi menjadi 1,7 mg/L. Menurut Januar *et al* (2013) berdasarkan penelitian kemampuan bakteri dalam mendegradasi senyawa lipid, aktivitas bakteri mampu menurunkan kadar lipid hingga 25%. Menurunnya kadar lipid adalah indikasi

berperannya bakteri dalam merombak senyawa organik yang terdapat dalam kultur. Kultir bakteri yang mengalami aktivitas perombakan disebabkan oleh enzim membrane-bound oxygenase yang dikeluarkan oleh bakteri untuk meningkatkan kontak secara langsung antara minyak dan bakteri, sehingga bakteri tersebut dapat memanfaatkan minyak tersebut sebagai sumber karbon. Adapun jenis – jenis bakteri pendegradasi lipid yang sering dijumpai seperti *Bacillus sp*, *Klebsiella sp*, dan *Staphylococcus sp*

Pada standar baku mutu (2014) hasil dari analisa minyak/ lemak untuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar 15 mg/L. Hasil dari analisa minyak dan lemak limbah cair ikan kerapu hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu masih dapat ditoleransi. Karena pemberian kombinasi bakteri pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan A + B didapatkan kadar minyak dan lemak sebesar 3,3 mg/L, kemudian pada perlakuan A + N didapatkan kadar minyak dan lemak sebesar 2,5 mg/L, dan pada perlakuan A + P didapatkan kadar minyak/ lemak sebesar 1,7 mg/L.

4.5 Analisa Kadar Ammonia

Amonia merupakan bentuk nitrogen dalam air limbah yang berasal dari pembusukan senyawa nitrogen organik seperti protein dan sebagainya. Kandungan amonia dalam perairan akan menyebabkan keadaan kekurangan oksigen pada air. Hal ini disebabkan konversi amonia menjadi nitrat membutuhkan 4,5 bagian oksigen untuk setiap bagian amonia (Sjafei, 2001).

Hasil rata-rata analisa kadar ammonia pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan ulangan 1, 2, dan 3 menggunakan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^6 CFU/mL yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari, menggunakan metode

spektrofotometer secara fenat berdasarkan SNI 06-6989.30-2005 dapat dilihat pada tabel 8 berikut.

Tabel 8. Hasil Pengujian Amonia

Jenis Kombinasi Bakteri	Blok Pengamatan		
	0	5	10
Kontrol	83 a	81,2 d	79 d
A + B	83 a	52,36 a	46,3 a
A + N	83 a	76,08 b	55,91 b
A + P	83 a	79,9 c	74,18 c

Keterangan :

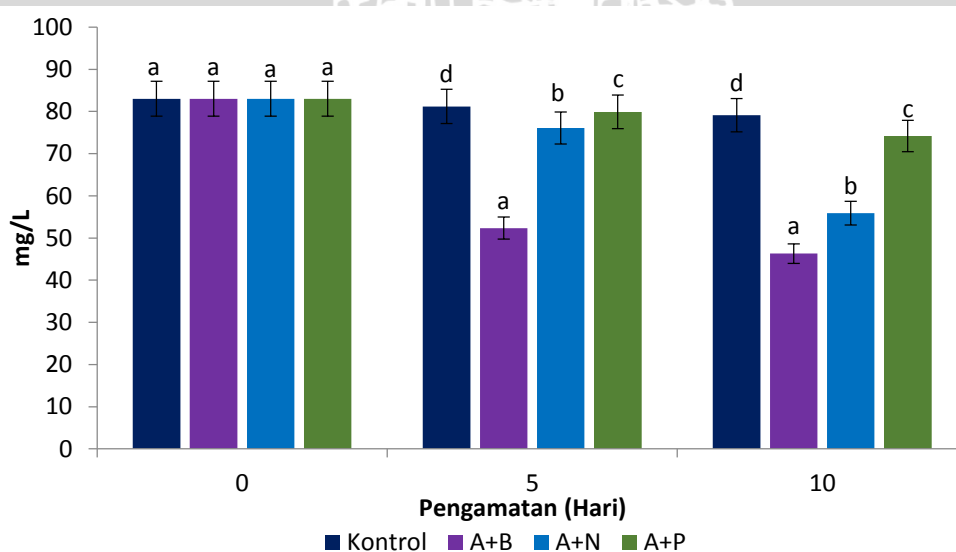
Kontrol: tanpa kombinasi bakteri

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

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

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

Sedang untuk Hasil analisa grafik amonnia pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari dapat dilihat dalam gambar 10 berikut.



Gambar 10. Grafik hasil analisa kadar amonia limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*

Pada analisa kadar amonia setelah dilakukan analisa data dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*), ternyata dihasilkan perhitungan perlakuan F hitung 1589,23 lebih besar daripada F tabel 4,76. Sehingga pada analisa ammonia perlakuan kombinasi bakteri dihasilkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan.

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hari ke 0. Pada hari ke 5 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 5 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+N, A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B dan A+N. Pada hari ke 5 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+B dengan nilai sebesar 52,36 mg/L. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10 dan kombinasi bakteri A+B, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10 dan kombinasi bakteri A+B, tetapi tidak terdapat perbedaan yang nyata dengan kombinasi bakteri A+N. Pada hari ke 10 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+B dengan nilai 46,3 mg/L.

Berdasarkan hasil rata-rata analisa kadar amonia dengan ulangan 1, 2, dan 3 dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri

Bacillus megaterium, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*, dan diaerasi selama 0,5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 atau sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar amonia limbah cair pembekuan ikan kerapu dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer dan didapatkan hasil 83 mg/L, pada hari ke 5 didapatkan hasil 81,2 mg/L, dan pada hari ke 10 didapatkan hasil 79 mg/L. Kemudian setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada analisa kadar ammonia hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + B dan diuji dengan spektrofotometer didapatkan hasil 52,36 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 46,3 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + N dan diuji dengan spektrofotometer didapatkan hasil 76,08 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 55,91 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + P dan diuji dengan spektrofotometer didapatkan hasil 79,9 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 74,18 mg/L. Menurut Munawaroh *et al.*(2013), mikroorganisme mampu memecah protein dan menghasilkan senyawa NH_3 yang akan dilepas ke atmosfer sehingga menimbulkan bau busuk dari gas amonia pada lingkungan basa tersebut. Senyawa-senyawa nitrogen yang terdapat dalam air limbah terbentuk dalam bahan tersuspensi. bahan-bahan yang tersuspensi mengendap di dasar mampu menyerap senyawa amonia, sehingga pada endapan tersebut menimbulkan bau gas NH_3 . Dengan demikian semakin banyak bahan tersuspensi yang mengendap dalam limbah cair maka kadar amonia yang terserap oleh bahan tersuspensi tersebut juga akan meningkat, begitu pula sebaliknya jika kandungan bahan-bahan tersuspensi yang mengendap didasar limbah cair sedikit maka kadar amonia yang diserap oleh bahan tersuspensi juga semakin sedikit.

Pemecahan konsentrasi ammonia, memiliki proses yang berbeda – beda bergantung pada karakteristik bakteri yang ditambahkan. Proses pertama yaitu

proses heterotrofik bakterial dan yang kedua ialah autotrofik bakterial, menurut Rosmaniar (2011) menyatakan bakteri heterotrof dan autotrof menggunakan oksigen dalam proses pemanfaatan ammonia. Bakteri heterotrofik adalah bakteri yang mengkonsumsi oksigen dalam proses perubahan ammonia dengan produk akhir berupa biomassa sel. Sedangkan bakteri autotrofik nitrifikasi mengkonsumsi oksigen dan karbondioksida pada saat oksidasi ammonia menjadi produk akhir berupa nitrat.

Pada standar baku mutu (2014) hasil dari analisa ammonia untuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar 10 mg/L. Hasil analisa ammonia limbah cair ikan kerapu pada hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu tidak dapat ditoleransi, karena melebihi standar baku mutu ammonia yang telah ditetapkan. Hal ini dapat dilihat pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan A + B didapatkan kadar ammonia sebesar 46,3 mg/L, kemudian perlakuan A + N sebesar 55,91, dan perlakuan A + P sebesar 74,18 mg/L.

4.6 Analisa Kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*)

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 (Septiawan *et al.*, 2014).

Hasil rata-rata analisa COD pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan ulangan 1, 2, dan 3 dengan perlakuan kontrol dan menggunakan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^{-6}

CFU/mL yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari, menggunakan metode spektrofotometer berdasarkan SNI 2004 dapat dilihat pada tabel 9

Tabel 9. Hasil Pengujian COD

Jenis Kombinasi Bakteri	Blok Pengamatan		
	0	5	10
Kontrol	907,2 a	892,8 d	833 d
A + B	907,2 a	706,2 b	569,25 b
A + N	907,2 a	863,4 c	689,25 c
A + P	907,2 a	345,5 a	129,45 a

Keterangan :

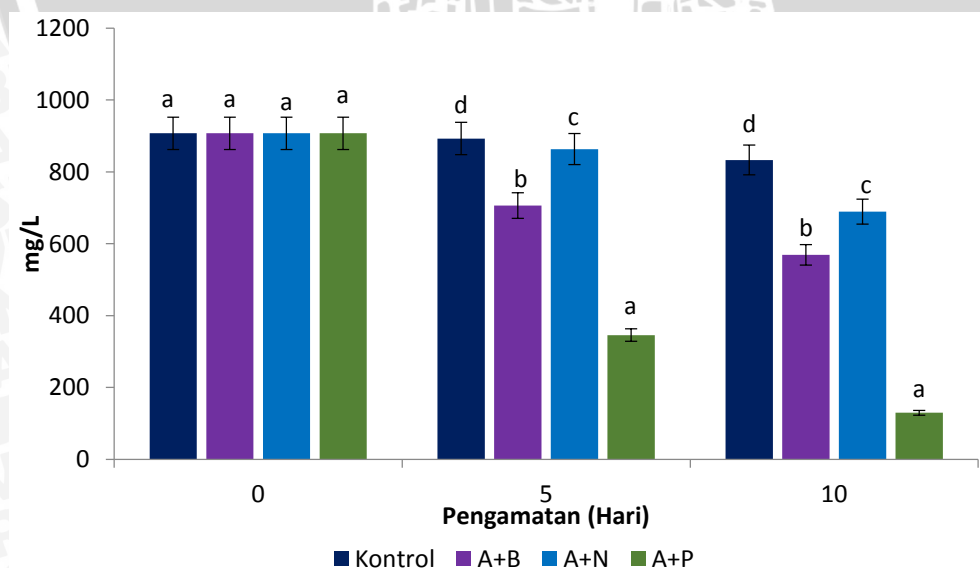
Kontrol: tanpa kombinasi bakteri

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

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

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

Sedang untuk Hasil analisa grafik COD pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari dapat dilihat dalam gambar 11 berikut.



Gambar 11. Grafik hasil analisa kadar COD limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*

Pada analisa kadar COD setelah dilakukan analisa data dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*), ternyata dihasilkan perhitungan F hitung 144626 lebih besar daripada F tabel 4,76. Sehingga pada analisa COD perlakuan kombinasi bakteri dihasilkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan.

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hari ke 0. Pada hari ke 5 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 5 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+N, dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B, dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B, dan A+N. Pada hari ke 5 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+P dengan nilai 345,5 mg/L. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+N. Pada hari ke 10 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+P dengan nilai sebesar 129,45 mg/L.

Berdasarkan hasil rata-rata analisa kadar COD dengan ulangan 1, 2, dan 3 dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*, dan diaerasi selama 0,5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 atau sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar COD limbah cair pembekuan ikan kerapu

dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer dan didapatkan hasil 907,2 mg/L, pada hari ke 5 didapatkan hasil 892,8 mg/L, dan pada hari ke 10 didapatkan hasil 833 mg/L. Kemudian setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada analisa kadar ammonia hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + B dan diuji dengan spektrofotometer didapatkan hasil 706,2 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 569,26 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + N dan diuji dengan spektrofotometer didapatkan hasil 863,4 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 689,25 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + P dan diuji dengan spektrofotometer didapatkan hasil 345,5 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 129,45 mg/L.

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

Penurunan kadar COD pada pengolahan limbah cair khususnya ikan kerapu disebabkan proses pemberian aerator yang mampu menghasilkan oksigen sehingga kebutuhan oksigen dalam limbah cair menurun. Suplai oksigen kedalam air limbah bertujuan untuk konsumsi bakteri agar dengan aktif dapat memakan kandungan organik dalam limbah. Bakteri pengurai mengkonsumsi bahan-bahan organik sehingga berurai menjadi bahan-bahan sederhana seperti CO_2 , CO dan H_2O pada akhirnya CO_2 terbang ke udara dan H_2O menyatu dengan air (Mubarokah, 2010), ditambahkan oleh Ishartanto (2009), menyatakan

bahwa pemberian aerasi dan penambahan bakteri *Bacillus* sp. dalam pengolahan air limbah domestik memberikan pengaruh besar pada penurunan nilai COD pada air hasil olahan. Kemudian pemanfaatan bakteri untuk mengolah limbah domestik menunjukkan bakteri *Bacillus* sp. mampu menurunkan nilai COD sebesar 66,44 % dengan waktu retensi 3 hari.

Pada standar baku mutu (2014) hasil dari analisa COD untuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar 200 mg/L. Hasil dari analisa COD ikan kerapu hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu masih tidak dapat ditoleransi. Karena pemberian kombinasi bakteri pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan A + B didapatkan kadar COD sebesar 569,26 mg/L, perlakuan A + N sebesar 689,25 mg/L, sedangkan A + P sebesar 129,45 mg/L. Artinya hanya dengan pemberian kombinasi bakteri A + P yang memenuhi standar baku mutu untuk limbah cair untuk kadar COD.

4.7 Analisa Kadar BOD (*Biologycal Oxygen Demand*)

Hasil rata-rata analisa BOD pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan ulangan 1, 2, dan 3 dengan perlakuan kontrol dan menggunakan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megantherium*, *Nitrococcus* sp dan *Pseudomonas putida* sebanyak 0,1% dengan kepadatan 10^{-6} CFU/mL yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari, dapat dilihat pada tabel 10

Tabel 10. Hasil Pengujian BOD

Jenis Kombinasi Bakteri	Blok Pengamatan		
	0	5	10
Kontrol	402,4 a	389,5 d	384 d
A + B	402,4 a	385,6 c	322,9 c
A + N	402,4 a	331,45 a	276,8 b
A + P	402,4 a	335,8 b	48,05 a

Keterangan :

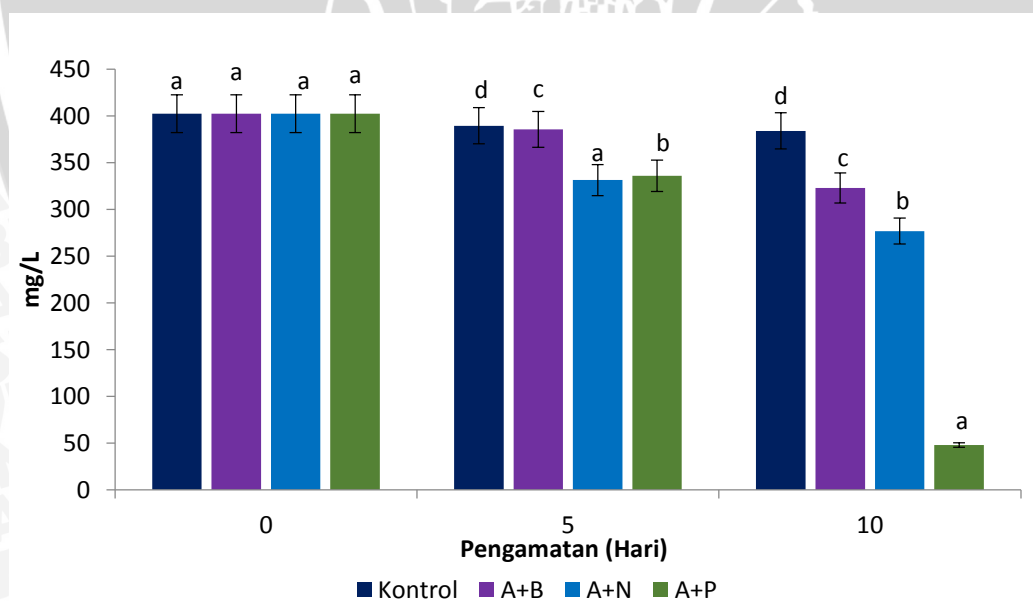
Kontrol: tanpa kombinasi bakteri

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

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

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

Sedang untuk Hasil analisa grafik amonnia pada limbah cair pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* yang diaerasi selama 0,5 dan 10 hari dapat dilihat dalam gambar 12 berikut



Gambar 12. Grafik hasil analisa kadar BOD limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*

Pada analisa kadar BOD setelah dilakukan analisa data dengan menggunakan ANOVA (*Analysis of Variance*), ternyata dihasilkan perhitungan F hitung 33218,6 lebih besar daripada F tabel 4,76. Sehingga pada analisa BOD perlakuan kombinasi bakteri dihasilkan perbedaan yang nyata pada setiap perlakuan.

Berdasarkan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) didapatkan hasil yaitu tidak terdapat perbedaan yang nyata pada hari ke 0. Pada hari ke 5 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 5 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+N, dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B, dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 5, A+B, dan A+N. Pada hari ke 5 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+N dengan nilai 331,45 mg/L. Selanjutnya pada hari ke 10 terdapat perbedaan yang nyata pada kontrol hari ke 10 dengan kombinasi bakteri A+B, A+N dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+B terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+N, dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+N terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B, dan A+P. Pada kombinasi bakteri A+P terdapat perbedaan yang nyata dengan kontrol hari ke 10, A+B dan A+N. Pada hari ke 10 didapatkan perlakuan terbaik yaitu pada kombinasi bakteri A+P dengan nilai sebesar 48,05 mg/L.

Berdasarkan hasil rata-rata analisa kadar BOD dengan ulangan 1, 2, dan 3 dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kerapu dengan perlakuan kontrol dan yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Bacillus megenterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida*, dan diaerasi selama 0,5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 atau sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar BOD limbah cair pembekuan ikan kerapu

dianalisa dengan menggunakan DO meter dan didapatkan hasil 402,4 mg/L, pada hari ke 5 didapatkan hasil 389,5 mg/L, dan pada hari ke 10 didapatkan hasil 384 mg/L. Kemudian setelah diberi perlakuan kombinasi bakteri, pada analisa kadar ammonia hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + B dan diuji dengan spektrofotometer didapatkan hasil 385,6 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 322,9 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + N dan diuji dengan spektrofotometer didapatkan hasil 331,45 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 276,8 mg/L. Pada hari ke 5 dengan perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + P dan diuji dengan spektrofotometer didapatkan hasil 335,8 mg/L, setelah hari ke 10 kembali mengalami penurunan menjadi 48,05 mg/L.

Penurunan kadar BOD (*Biological Oxygen Demand*) untuk limbah cair pembekuan ikan kerapu ini disebabkan karena Biological oxygen demand atau kebutuhan oksigen biologis yang merupakan kebutuhan jumlah oksigen oleh mikroorganisme di dalam air untuk memecah atau mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat didalam air (Metcalf and Eddy, 2003). Ditambahkan Romayanto *et al.* (2006), penuruna kadar BOD (BOD turun) terjadi karena proses dekomposisi bahan organik (substrat) yang terkandung dalam air limbah domestik berlangsung secara terus menerus baik proses aerobik maupun anaerobik. Selain itu proses aerasi juga turut berperan dalam memenuhi oksigen terlarut sehingga dapat mengurangi BOD. Proses dekomposisi secara aerobik terus berlangsung sepanjang kandungan oksigen terlarut (*Dissolved Oxygen*) masih ada dalam air limbah hingga mencapai nol yang mengakibatkan mikroorganisme aerobik mati. Selanjutnya proses dekomposisi diambil alih tugasnya dengan proses anaerobik. Proses dekomposisi anaerobik berlangsung sebagai kelanjutan proses aerobik untuk

mendekomposisikan bahan organik yang masih ada dalam air limbah domestik dengan bantuan mikroorganisme anaerobik.

Pada standar baku mutu (2014) hasil dari analisa BOD untuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar 100 mg/L. Hasil dari BOD limbah cair ikan kerapu hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu yaitu melebihi standar. Karena pemberian kombinasi bakteri pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring perlakuan A + B didapatkan kadar BOD sebesar 322,9 mg/L, perlakuan A + N sebesar 276,8 mg/L, A + P sebesar 48,05 mg/L. Artinya hanya limbah cair dengan kombinasi bakteri A + P yang memenuhi standar baku mutu limbah cair untuk kadar BOD.

4.8 Hubungan Antar Kombinasi Bakteri

Pada penelitian ini menggunakan 4 jenis bakteri berbeda yang dikombinasikan, dan masing-masing bakteri memiliki sifat dan karakteristik yang berbeda-beda pula. Ditinjau dari pembahasan diatas diketahui bahwa dengan penambahan kombinasi A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*) adalah yang paling efektif untuk menurunkan beberapa parameter seperti TSS, minyak/lemak, BOD, dan COD. Dikarenakan kombinasi bakteri ini banyak memiliki kesamaan sifat sehingga bisa dikatakan sinergis. Menurut Nugroho, (2012) *Acinetobacter baumannii* termasuk bakteri aerob dari golongan bakteri gram negatif, berbentuk batang (basil), suhu pertumbuhannya 20-30°C dan mempunyai kelebihan dapat mengoksidasi glukosa dan bersifat non hemolitik. Ditambahkan oleh Wijaya, (2012) bahwa *Acinetobacter baumannii* dapat memproduksi enzim katalase atau katalase positif, dapat bertahan hidup pada berbagai suhu, pH, dan media seperti tanah, air dan limbah. Bakteri ini juga resisten pada semua jenis antibiotik yang artinya bakteri ini tidak akan terganggu

dengan kehadiran bakteri lain meski bersifat antibiotik, dan bakteri ini akan tetap bertahan. Sedangkan *Pseudomonas putida* menurut Yahya et al, (2014) yaitu bakteri obligat aerob, golongan bakteri gram negatif, tumbuh pada kisaran suhu 25-30°C, ditambahkan oleh Pelczar, dan Chan, (2009) bakteri *Pseudomonas putida* juga memproduksi enzim katalase, hidup di tanah, air, dan permukaan yang bersentuhan dengan tanah atau air. Selain itu bakteri ini juga mampu memanfaatkan senyawa hidrokarbon aromatik (toulén, xilen, dan metil benzoat) sebagai sumber karbon. Genus *pseudomonas* juga mempunyai keunggulan metabolik dalam biodegradasi dan mereduksi toksisitas limbah yang mengandung bahan aktif deterjen.

Pada A + B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*) dan A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*) kedua kombinasi tersebut tidak seefektif jika dibandingkan dengan A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*), namun kedua kombinasi tersebut masih bisa dikatakan sinergis hal ini dapat dilihat pada hasil pembahasan diatas bahwa kedua kombinasi tersebut masih dapat menurunkan beberapa parameter pada hari ke 5 dan hari ke 10. Sejalan dengan itu A + B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*) juga memiliki beberapa kesamaan sifat seperti sama-sama memproduksi enzim katalase, dapat mendegradasi senyawa organik (protein, pati, selulosa, dan hidrokarbon), dan juga dapat memfermentasikan senyawa glukosa (Dwipayana, 2009). Namun bakteri *Bacillus megenterium* ini termasuk bakteri gram positif dan dapat menghasilkan antibiotik yang pada dasarnya bertentangan dengan *Acinetobacter baumannii* yang bersifat resisten terhadap semua jenis antibiotik yang kemungkinan hal ini mengakibatkan kombinasi kedua bakteri ini kurang efektif.

Pada A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*) kombinasi ini juga memiliki beberapa kesamaan sifat yaitu sama-sama bakteri gram negatif,

termasuk golongan bakteri aerob, dan suhu pertumbuhannya 15-30°C (Yahya et al, 2012). Ditambahkan oleh Holt et al, (1994) bakteri *Nitrococcus* juga memiliki enzim katalase atau katalase positif, bakteri ini juga dapat mengoksidasi amonia menjadi nitrit kecepatan proses nitrifikasinya dipengaruhi oleh jumlah dan konsentrasi mikroba tersebut.



5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengolahan limbah cair pembekuan ikan kerapu (*Epinephelus sp.*) dengan menggunakan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* secara aerob dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Pada perlakuan kombinasi bakteri A + B (*Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megaterium*), kemudian A + N (*Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus sp.*), dan A + P (*Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*) hingga hari ke 10 menyebabkan nilai pH menjadi naik. Tetapi pemberian kombinasi bakteri tersebut hingga hari ke 10 mampu menurunkan kadar TSS, minyak dan lemak, amonia, COD dan BOD.
- Perlakuan terbaik didominasi oleh kombinasi bakteri A+P. Pada kombinasi bakteri A+P dapat menurunkan kadar TSS sebesar 83,75 mg/L, minyak dan lemak sebesar 1,7 mg/L, BOD sebesar 48 mg/L, dan COD sebesar 129,45 mg/L.

5.2 Saran

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

- Disarankan agar menggunakan 1 jenis bakteri dalam mendegradasi limbah dan disarankan dalam penelitian selanjutnya tidak dilakukan

pengujian minyak dan lemak karena nilai yang didapat pada penelitian ini sangat rendah

- Sebaiknya dilakukan penelitian berkelanjutan mengenai pengolahan limbah cair industri pembekuan ikan kerapu (*Epinephelus sp.*) dengan pemberian kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacillus megaterium*, *Nitrococcus sp* dan *Pseudomonas putida* secara aerob ini, yang nantinya dapat menjadi alternatif pengolahan secara biologis dan bisa diterapkan pada industri perikanan dengan skala kecil atau menengah kebawah yang belum mempunyai modal yang tinggi dan lahan yang luas.



DAFTAR PUSTAKA

- Agustira, R., K. S. Lubis, dan Jamilah. 2013. Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air Dan Debit Sungai Pada Kawasan Das Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka. *Jurnal Agroekoteknologi* Vol. 1 (3). Program Studi Agroekoteknologi, Fakultas Pertanian USU, Medan.
- Amerudin, A. B. 2007. Penggunaan Biopartikel di Kilang Petrokimia. Universitas Teknologi Malaysia. Malaysia.
- Anonymous. 2004. Cara Uji Derajat Keasaman (pH) Dengan Menggunakan Alat pH Meter. Badan Standarisasi Nasional Indonesia Nomor 06-6989.10 Jakarta.
- _____. 2004. Cara Uji Minyak Dan Lemak Secara Gravimetri. Badan Standarisasi Nasional Indonesia Nomor 06-6989.10-2004 Jakarta.
- _____. 2004. Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (*Total Suspended Solid*, TSS) Secara Gravimetri. Badan Standarisasi Nasional Indonesia Nomor 06-6989.3 Jakarta.
- _____. 2004. Cara Uji Air dan Air Limbah – Bagian 2: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) dengan Refluks tertutup secara Spektrofotometri. Badan Standarisasi Nasional Nomor 06-6979.2-2004.
- _____. 2004. Cara Uji Kimia Bagian 10 : Penentuan Kadar Histamin dengan Spektrofluorometri dan Kromatografi Cair Kinerja Tinggi (KCKT) pada Produk Perikanan. Badan Standarisasi Nasional Indonesia Nomor 2354.10 Jakarta.
- _____. 2005. Cara Uji Kadar Amonia Dengan *Spektrofotometer* Secara Fenat. Badan Standarisasi Nasional Indonesia Nomor 06-6989.30 Jakarta.
- _____. 2007. Pengolahan Limbah Industri Pangan. Jakarta.
- _____. 2007. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha Dan atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan. Menteri Negara Lingkungan Hidup.
- _____. 2009. Cara Uji Air dan Air Limbah – Bagian 72: Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (*Biochemical Oxygen Demand/ BOD*). Badan Standarisasi Nasional Nomor 6979.72:2009.
- Badjoeri, M. 2008. Uji Kemampuan *Bacillus megaterium* Menyerap Logam Berat Merkuri. LIPI. Bogor
- Chasanah, A. N. 2007. Efektivitas Biofilm *Pseudomonas putida* Dengan Medium Pendukung Pipa Pvc Dan Tempurung Kelapa Untuk Menurunkan Kadar Kromium (Cr) Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit. Jurusan Biologi. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret. Surakarta.

- Claus, D., dan C. W. Berkeley. 1986. *The Genus Bacillus. In Bergey's Manual of Systematic Bacteriology*. Vol. 2 (34): 1105-1139. PHA (Ed). Williams, Wilkins, Baltimore London.
- Darmayasa, I. B. G. 2008. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Lipid (Lemak) Pada Beberapa Tempat Pembuangan Limbah Dan Estuari Dam Denpasar. Vol. 8 (2) Jurusan Biologi, F MIPA, Universitas Udayana. Bali..
- Dart, R. K. 2003. *Microbiology For The Analytical Chemist*. Loughborough University
- Doraja, P. H., M. Shovitri., dan N. D. Kuswyasari. 2012. Biodegradasi Limbah Domestik Dengan Menggunakan Inokulum Alami Dari Tangki Septik. Jurnal Sains Dan Seni ITS. Vol. 1 (1). Jurusan Biologi, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Dwipayana, dan H. D. Ariesyady. 2009. Identifikasi Keberagaman Bakteri Pada Lumpur Hasil Pengolahan Limbah Cat Dengan Teknik Konvensional. Program Studi Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Sipil dan Lingkungan, ITB. Bandung
- Edahwati, L., Suprihatin. 2006. Kombinasi Proses Aerasi, Adsorpsi, dan Filtrasi Pada Pengolahan Air Limbah Industri Perikanan. Jurnal Ilmiah Teknik Lingkungan Vol.1 (2). UPN Veteran, Surabaya.
- Fauzi, A. 2005., Kebijakan Perikanan dan Kelautan Issue, Sintesis, dan Gagasan. Gramedia Pustaka. Jakarta.
- Fidiawati, E. 2010. Pengaruh penambahan Bakteri *Acinetobacter sp*, Secara Aerob Terhadap Karakteristik Limbah Cair pembekuan Ikan. Teknologi Hasil Perikanan Universitas Brawijaya. Malang.
- Holt, J. G., N. R. Kreig, P. H. A. Sneath., J. T. Staley., dan S. T. Williams. 1994. *Bergey's Manual of Systemic Bacteriology. Ninth Edition. Lippincott Williams and Wilkins A Wolters Kluwer Company*. Baltimore London.
- Ibad, M. M. 2013. Bioremediasi Limbah Cair PT Petrokimia Gresik dengan Bakteri Indigenus. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Institut Teknologi Sepuluh Nopember. Surabaya.
- Ibrahim Bustami., 2005. Kaji Ulang Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. Jurusan Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. IPB. Bogor.
- Ibrahim B., Anna C., Erungan dan Heriyanto., 2009. Nilai Parameter Biokinetika Proses Denitrifikasi Limbah Cair Industri Perikanan Pada Rasio Cod/Tkn Yang Berbeda. Vol. 12 (1). Departemen Teknologi Hasil Perairan Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.
- Ishartanto, W. A. 2009. Pengaruh Aerasi Dan Penambahan Bakteri *Bacillus Sp*. Dalam Mereduksi Bahan Pencemar Organik Air Limbah Domestik. Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan IPB. Bogor.

- Ismi, S., Y. N Asih., D. Kusumawati. 2013. Peningkatan Produksi Dan Kualitas Benih Ikan Kerapu Melalui Program Hibridisasi. Jurnal Ilmu dan Teknologi Kelautan Tropis. Vol. 5 (2): 333–334. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Budidaya Laut, Balitbang KP - KKP, Gondol – Bali.
- Januar, W., S. Khotimah dan A. Mulyadi. 2013. Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Lipid dari Instalasi Pengolahan Limbah Cair PPKS PTPN-XIII. Jurnal Protobiont Vol. 2 (3): 136-140. Ngabang Kabupaten Landak.
- Jenie, B. S. L., dan W. P Rahayu., 1993. Penanganan Limbah Industri Pangan. Kanisius. Jogja
- Junaidi., dan P. D. H. Bima. 2006. Analisa Teknologi Pengolahan Limbah Cair pada Industri Tekstil Jurnal Presipitasi Vol. 1: (1) :1907-187X. (Studi Kasus PT. Iskandar Indah Printing Textil Surakarta). Surakarta.
- Kumar, P.M., A.A. Ruba., S.R. Jeya., dan S.A. Shanmuggam., 2014. *Proximate and Major Mineral Composition of 23 Medium Sized Marine Fin Fishes Landed in the Thoothukudi Coast of India*. Nutrition and Food Sciences. Vol. 4 (1). India.
- Kunkel, D. 2013. *Pseudomonas putida* Gram-negative rod prokaryote (bacterium) *Photographic*. Jurnal Microscopic World. Vol. 3 (2): 18-22. California.
- Mariskha, PR., N. Abdulgani. 2012. Aspek Reproduksi Ikan Kerapu Macan (*Epinephelus sexfasciatus*) di Perairan Glondonggede Tuban. Jurnal Sains dan Seni ITS Vol. 1: (1). Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, ITS. Tuban.
- Metcalf, and Eddy. 2003. Wastewater Engineering : Treatment and Reuse, Fourth Edition, International Edition. McGraw-Hill. New York.
- Mubarokah, I. 2010. Gabungan Metode Aerasi Dan Adsorpsi Dalam Menurunkan Fenol Dan Cod Pada Limbah Cair Ukm Batik Purnama Di Desa Kliwonan Kecamatan Masaran Kabupaten Sragen Tahun 2010. Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Keolahragaan. Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Muhajir, M S. 2013. Penurunan Limbah Cair BOD dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (*Typha angustifolia*) Dengan Sistem *Constructed Wetland*. Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Semarang
- Munawaroh, U., M. Sutisna., K. Pharmawati. 2013. Penyisihan parameter pencemar Lingkungan Pada Limbah Cair Industri tahu menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. Vol. 1 (2) Jurusan Teknik Lingkungan. ITB. Bandung.
- Munn, C.B. 2004. Marine Microbiology Ecology and Applications. BIOS Scientific Publishers. Taylor and Francis Group. London and New York

Murniati, Dewi., 2007. Pemanfaatan Kitosan sebagai Koagulan untuk Memperoleh Kembali Protein yang Dihasilkan dari Limbah Cair Industri Pemindangan Ikan. Universitas Sumatera Utara. Medan.

Narita, V., A. L. Arum., S. Isnaeni., N. Y. Fawzya., 2012. Analisis Bioinformatika Berbasis WEB untuk Eksplorasi Enzim Kitosanase Berdasarkan Kemiripan Sekuens. Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi, Vol 1 (4) : 197-203

Nazir. 1989. Metode Penelitian. Ghalia Indonesia. Jakarta. Hal: 21.

Nicklin, Y.K., C. Gloema., dan T. Fogel. 1999. *Microbiology*. Blog Scienties. London.

Nugroho, R. B. Aji., 2012. Hubungan Faktor Risiko Terjadinya Acinetobacter sp MDRO terhadap Kematian Penderita Sepsis di Picu Rumah Sakit Dr Kariadi Semarang. Universitas Diponegoro. Semarang.

Oktavia, DA., D. Mangunwidjaja., S. Wibowo., TC. Sunarti., M. Rahayuningsih., 2012. Pengolahan Limbah Cair Perikanan Menggunakan Konsorsium Mikroba Indigenous Proteolitik dan Lipolitik. Agrotek, Vol. 6 (2) : 65-71. Semarang

Pandit, I. G. S., T. Suryadhi, I. B. Arka dan N. Adiputra. 2014. Pengaruh Penyilangan Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Mutu Kimiawi, Mikrobiologis Dan Organoleptik Ikan Tongkol (*Auxis thazard*, Lac). Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa. Program Pascasarjana Universitas Udayana. Denpasar

Parwati, E. T. Y. 2014. Analisis Dinamika Fluktuasi Tss (Total Suspended Solid) Sepanjang Das-Muara-Laut Di Perairan Berau Kalimantan Timur. Pusat Pemanfaatan Penginderaan Jauh, LAPAN. Kalimantan.

Pelczar, M.J dan Chan, E.C.S. 2009. Dasar-Dasar Mikrobiologi 2. Universitas Indonesia (UI Press). Jakarta.

Prayudi, T., Prasetyadi., A. Mulyanto., 2008. Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Makanan Dengan Bahan Baku Ikan, Udang, Unggas, dan Daging. Buku Panduan Pengolahan Limbah Cair.

Puspita Dyah Ayu, Pangastuti artini dan Winarno Kusumo. 2006. Isolasi Bakteri Pendegradasi Limbah Industri Karet dan Uji Kemampuannya dalam Perbaikan Kualitas Limbah Industri Karet. Vol. 2 (2) Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sebelas Maret (UNS) Surakarta..

Rini, M. D. C. 2011. Bioaugmentasi Dalam Limbah Cair Pemindangan Menggunakan Bakteri Indigenous Lingkungan Limbah (*Acinobacter baumannii*, *Enterobacter gergoviae*, *Bacillus subtilis*) Secara Aerob Untuk Menurunkan Kadar Histamin. (SKRIPSI). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya, Malang.

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

- Rosmaniar. 2011. Dinamika Biomassa Bakteri dan kadar Limbah Nitrogen Pada Budidaya Ikan Lele (*Clarias gariepinus*) Intensif Sistem Heterotrofik. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Saanin, H 1968. Taksonomi Dan Kunci Identifikasi Ikan. Banatjipta. Bandung
- Sarasputri, D.A., 2011. Perbandingan Biostimulasi dan Bioaugmentasi dalam Bioremediasi Pantai Tercemar Minyak Bumi (Skripsi). Universitas Indonesia. Depok.
- Septiawan, M., M. R. S. Sri., dan W. M. Fransiska., 2014. Penurunan Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Cattail* Dengan Sistem *Constructed Wetland*. Indonesia Journal of Chemical Science 3 (1)
- Setiyono dan Yudo, S., 2008. Dampak Pencemaran Lingkungan Akibat Limbah Industri Pengolahan Ikan di Muncar (Studi Kasus Kawasan Industri Pengolahan Ikan di Muncar – Banyuwangi). Vol. 4 (1). Peneliti di Pusat Teknologi Lingkungan, BPPT. Banyuwangi.
- Sihaloho, R M. 2008. Penentuan *Chemical Oxygen Demand* (COD) Limbah Cair Pulp Dengan Metode *Spektrofotometri Visible* di PT. Toba Pulp Lestari, Tbk. Karya Ilmiah, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sumatera Utara.
- Singgih, M.L. 2008. Penerapan *Green Productivity* pada Pabrik Pengolahan dan Pendinginan Ikan. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS). Surabaya.
- Sjafei, A. 2001. Studi Mengenai Karakteristik dan Proses Pengolahan Limbah Cair Industri Perikanan. Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan . Institut Pertanian Bogor. Bogor.
- Sudarmadji, S., B. Haryono., dan Suhardi., 2007. Analisa Bahan Makanan dan Pertanian. Liberty. Yogyakarta
- Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah. Universitas Indonesia Press. Jakarta.
- Suharjono. 2008. Keanekaragaman dan Potensi *Pseudomonas* Strain *Indigenous* Pendegradasi Surfaktan Anionik di Ekosistem Sungai Tercemar Deterjen.
- Sullivan, D. J. 2000. *Nutrients and Suspended Solids in Surface Waters of Upper Illinois River Basin in Illinois, Indiana, and Wisconsin, 1978-97*. Water-Resources Investigations Report 99-4275.
- Tarigan, M. S.. Dan Edward., 2003. Kandungan Total Zat Padat Tersuspensi (Total Suspended Solid) Di Perairan Raha, Sulawesi Tenggara. Bidang Dinamika Laut. Vol. 7 (3). Pusat Penelitian Oseanografi. Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.
- Tay J. H., S. K. Yeow., and H. Yungte., 2006. *Seafood Processing Waste Water Teratment*. Taylor & Francis Group. LLC.

- Titiresmi., dan S. Nida., 2006. Teknologi Biofilter Untuk Pengolahan Limbah Ammonia. Vol. 7 (2). Balai Teknologi Lingkungan, BPPT. Jakarta.
- Van Beilen, J. B., S. Panke., S. Lucchini., A. G. Ranchini., M. Rothlisberger., dan B. Witholt., 2001. *Analysis of Pseudomonas putida Alkane-Degradation Gene Clusters and Flanking Insertion Sequences: Evolution and Regulation of the alk Genes*. *Microbiology* 147: 1621-1630.
- Waryanti, A., Sudarno., dan E. Sutrisno., 2014. Studi Pengaruh Penambahan Sabut Kelapa Pada Pembuatan Pupuk Cair Dari Limbah Air Cucian Ikan Terhadap Kualitas Unsur Hara Makro (CPNK). Program Studi Teknik Lingkungan FT UNDIP. Semarang.
- Wijaya, R. A., Cucunawaningsih. 2012. *Medicinus*. Jurnal Kedokteran Universitas Pelita Harapan: 1978-3094 Fakultas Kedokteran, Universitas Pelita Harapan, Indonesia.
- Wijiyono. 2009. Keanekaragaman Bakteri Serasah Daun *Avicennia marina* yang Mengalami Dekomposisi pada Berbagai Tingkat Salinitas di Teluk Tapian Nauli (Skripsi). Universitas Sumatera Utara. Medan
- Wignyanto, N. Hidayat., dan A. Ariningrum., 2009. Bioremediasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Sanan Serta Perencanaan Unit Pengolahannya (Kajian Pengaturan Kecepatan Aerasi Dan Waktu Inkubasi). Jurnal Teknologi Pertanian. Vol. 10 (2). Jurusan Teknologi Industri Pertanian, Fak. Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya, Malang.
- Yahya., H. Nursyam., Y. Risjani., Soemarno., 2014. Karakteristik Bakteri di Perairan Mangrove Pesisir Kraton Pasuruan. *Ilmu Kelautan*, Vol. 19 (1) : 35-42. Malang.
- Yuliasuti, E. 2011. Kajian Kualitas Air Sungai Ngringo Karanganyar Dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Universitas Diponegoro, Semarang.
- Zaman, B. dan E. Sutrisno., 2006. Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok Terhadap Ammonia Dalam Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Umur Dan Lama Kontak (Studi Kasus : RS. Panti Wilasa, Semarang). Jurnal Presipitasi Vol. 1 No. 1, September 2006, Semarang.
- Zarkasyi, H. 2008. Biosorpsi Logam Merkuri (Hg) Oleh *Bacillus megantherium* Asal Hilir Sungai Cisadane. Skripsi. Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah. Jakarta.
- Zhu, Xueqing, Albert D. Venosa, Makram T. Suidan, Kenneth Lee. 2001. *Guidelines for the Bioremediation of Marine Shorelines and Freshwater Wetlands*. Cincinnati. U S Environmental Protection Agency. U S.
- Zipcodezoo.2015. *Bacillus megantherium*. Klasifikasi bakteri *Bacillus megantherium*.

LAMPIRAN 1. Dokumentasi Proses Pengambilan Limbah Di PT. Inti Luhur Fuja Abadi

Gambar	Keterangan
	Penuangan air limbah pencucian ikan kerapu kedalam bak penampungan
	Limbah cair pencucian ikan kerapu
	Hasil penampungan air limbah pencucian ikan kerapu kemudian dipindahkan ke dalam dirigen berukuran 30 liter yang kemudian akan dimasukkan ke dalam coolbox.

LAMPIRAN 2. Dokumentasi Pra Aerasi dan Pemberian Kombinasi Bakteri

Gambar	Keterangan
	Dituangkan sampel limbah cair ikan kerapu dari dalam dirigen ke dalam bak
	Di masukkan ke dalam toples dengan takaran 200 ml
	Persiapan bakteri (<i>Acinetobacter baumannii</i>, <i>Bacillus megenterium</i>, <i>Nitrococcus</i> sp, dan <i>Pseudomonas putida</i>)



Persiapan penyuntikan bakteri, yaitu diambil biakan murni bakteri dari dalam cuvet sebanyak 2 ml



Dilakukan proses penyuntikan bakteri ke dalam limbah cair ikan kerapu



Aerasi limbah selama 10 hari

LAMPIRAN 3. Skema Pengambilan Sampel Limbah Cair Pembekuan Ikan Kerapu

Limbah cair pembekuan ikan Kerapu dari PT. Inti Luhur Fuja Abadi

Diambil pada bak air pencucian pertama dan kedua

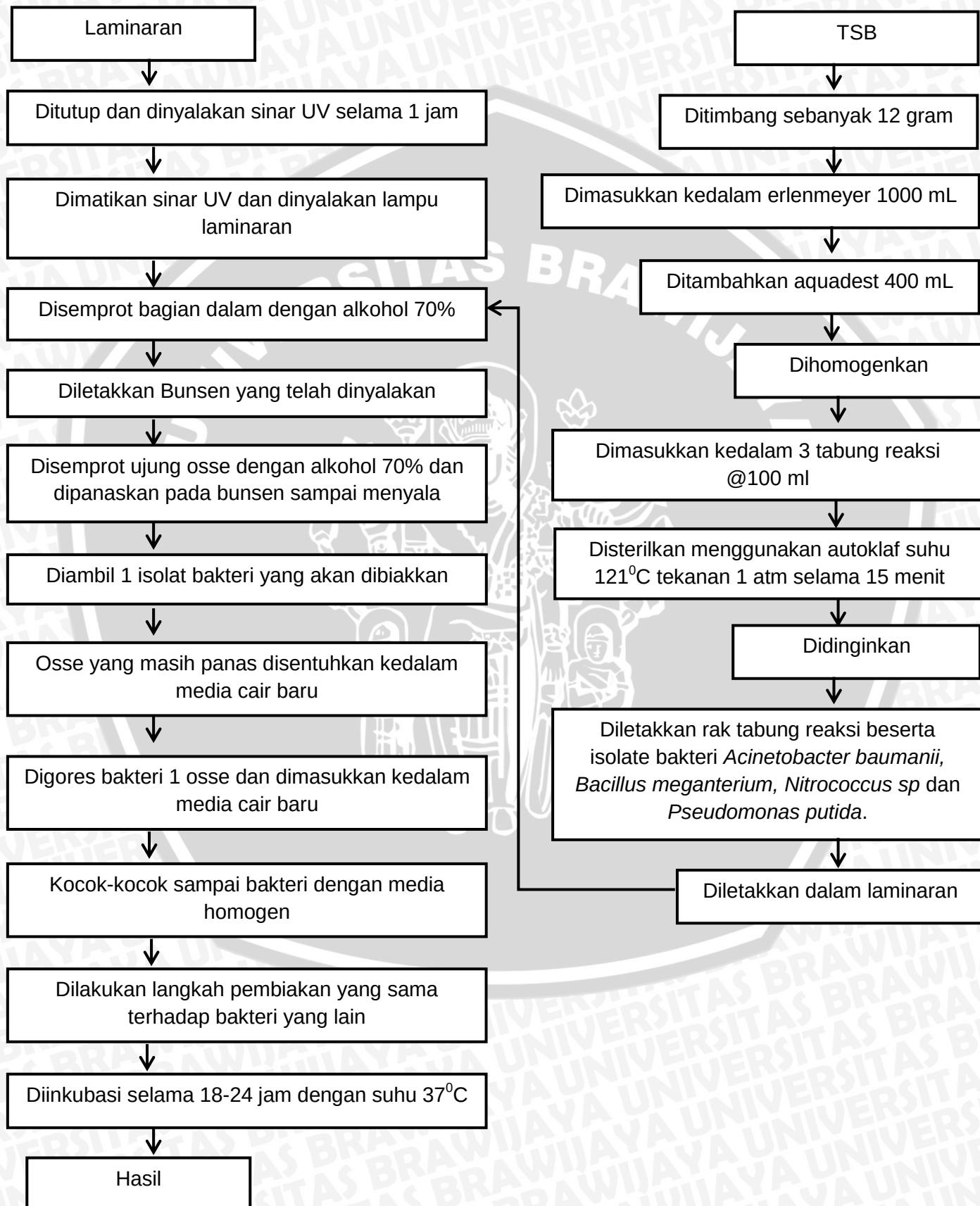
Dihomogenkan

Dimasukkan kedalam dirigen steril

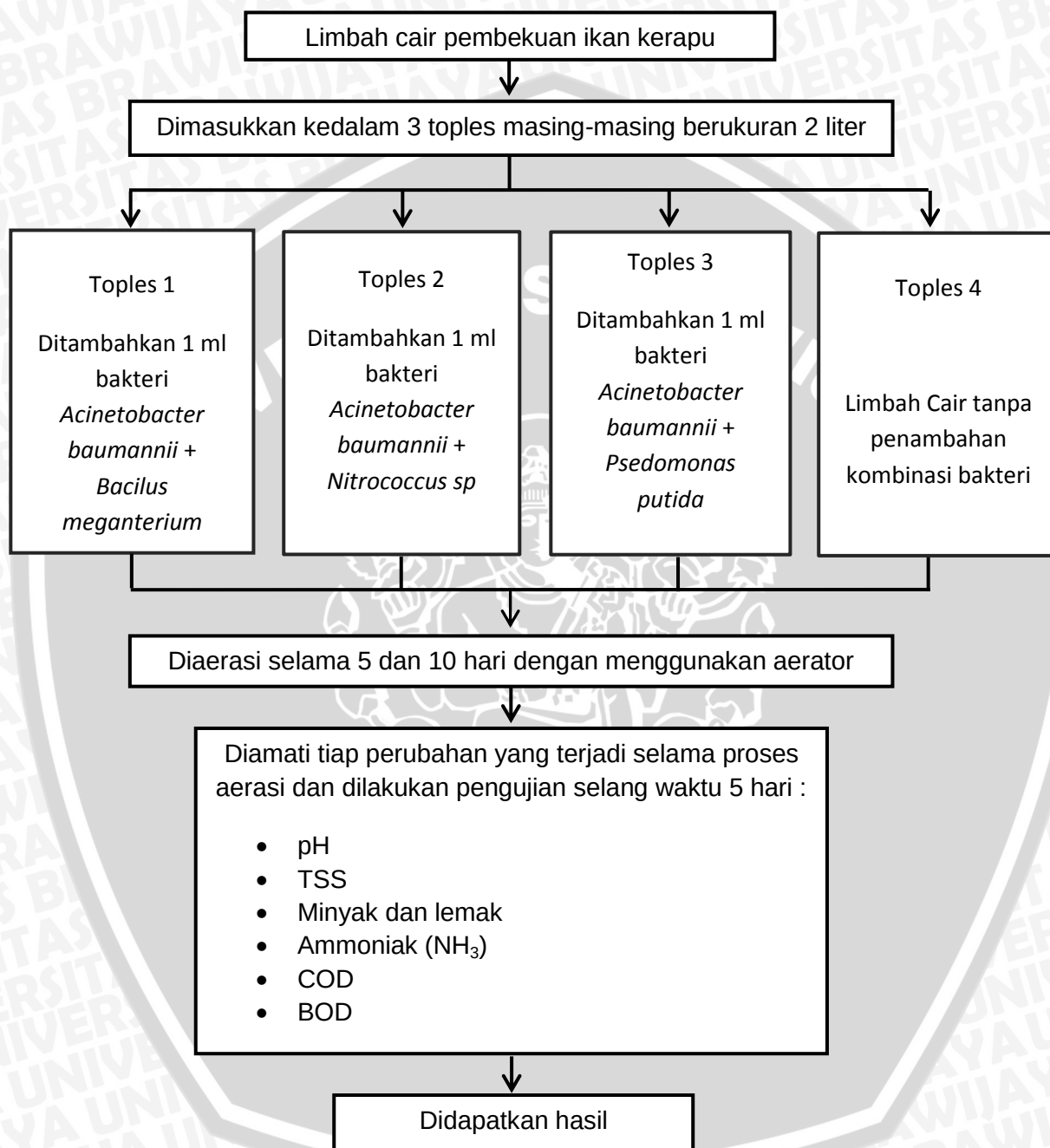
Dirigen dimasukkan kedalam coolbox yang berisi es batu dan ditutup rapat

Dibawa ke Laboratorium

LAMPIRAN 4. Prosedur Kerja Pembiakan Bakteri



LAMPIRAN 5. Skema Kerja Aerasi Limbah

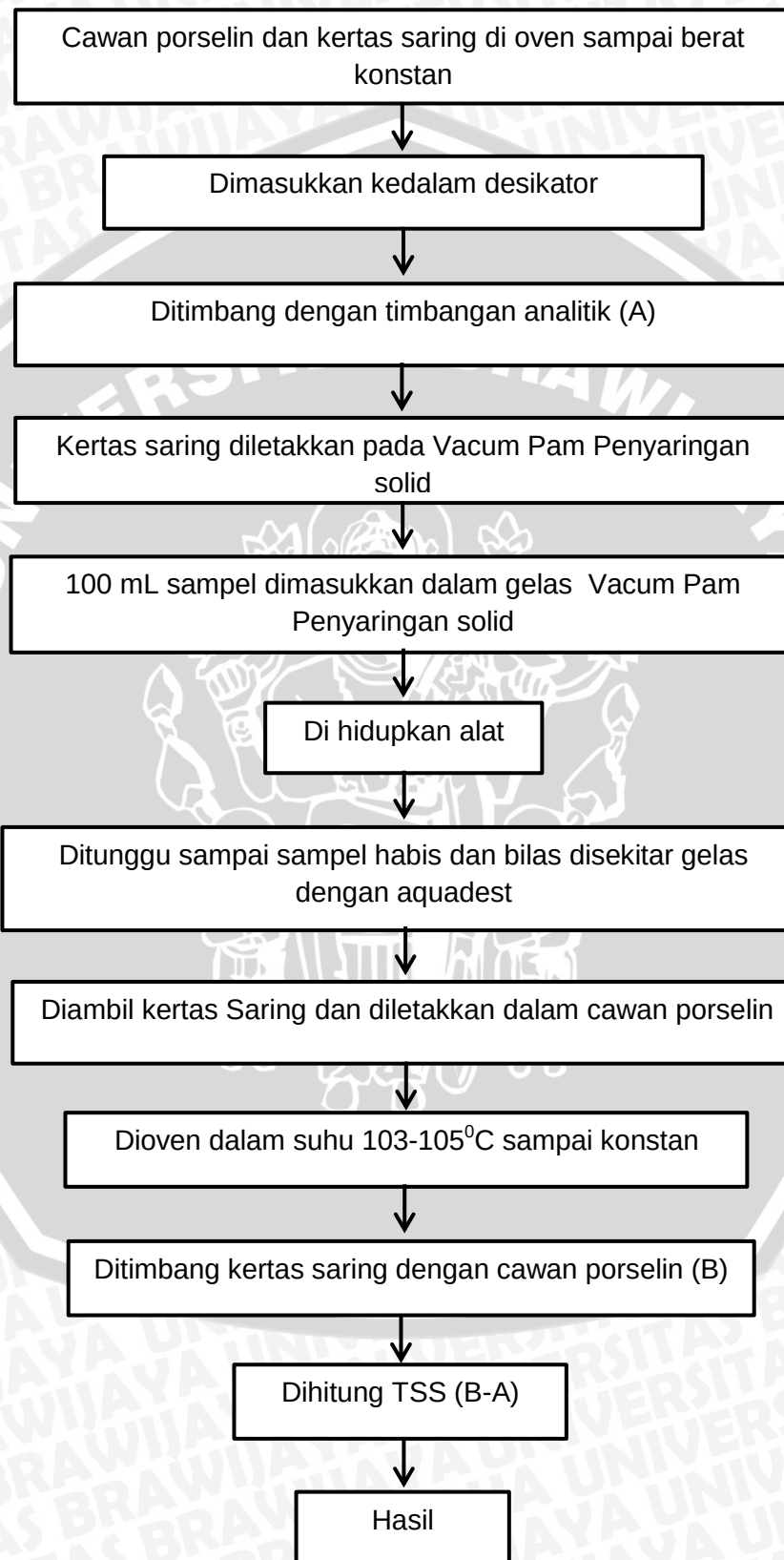


LAMPIRAN 6. Prosedur Kerja Analisis Kualitas Air Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu

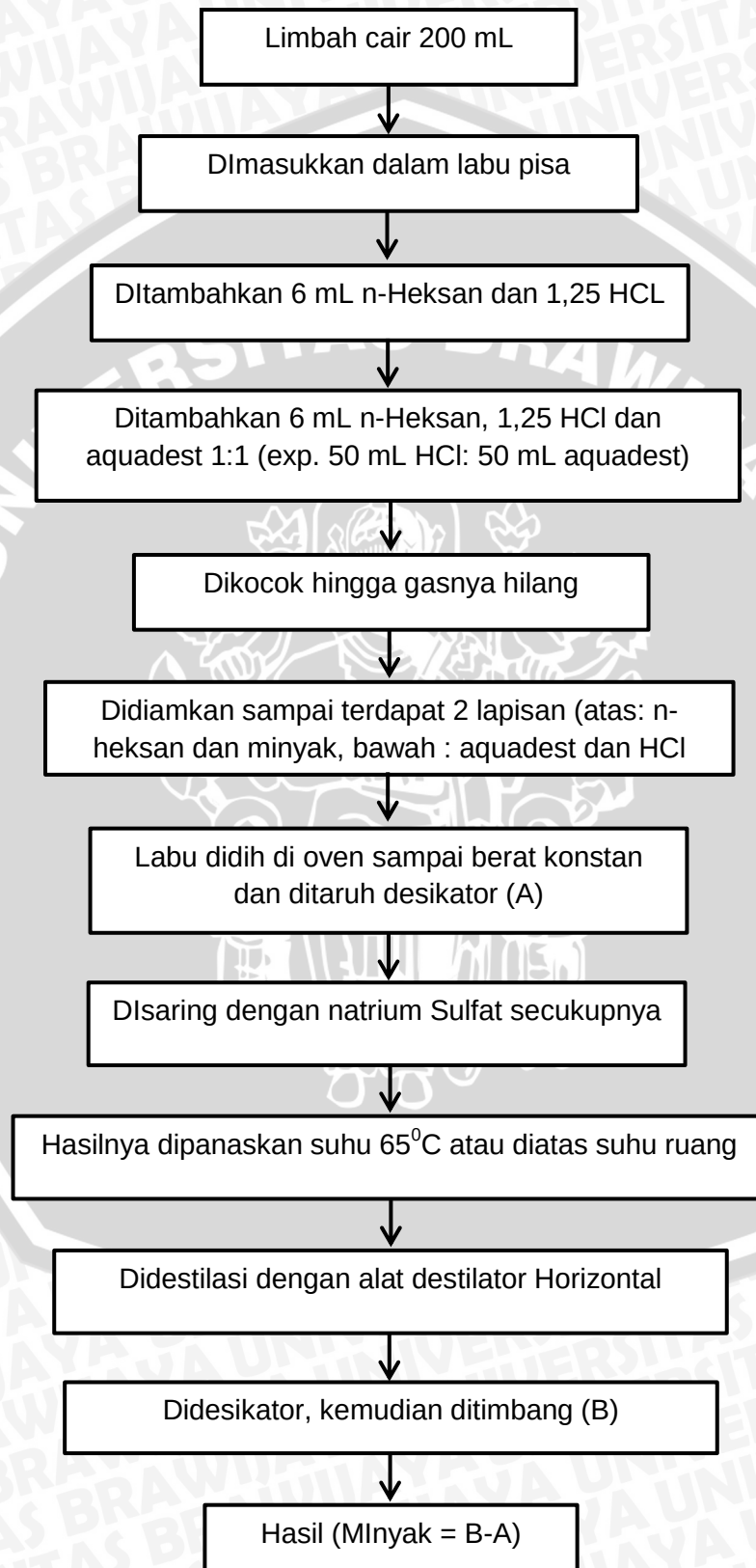
- Skema Kerja Pengujian Kadar pH



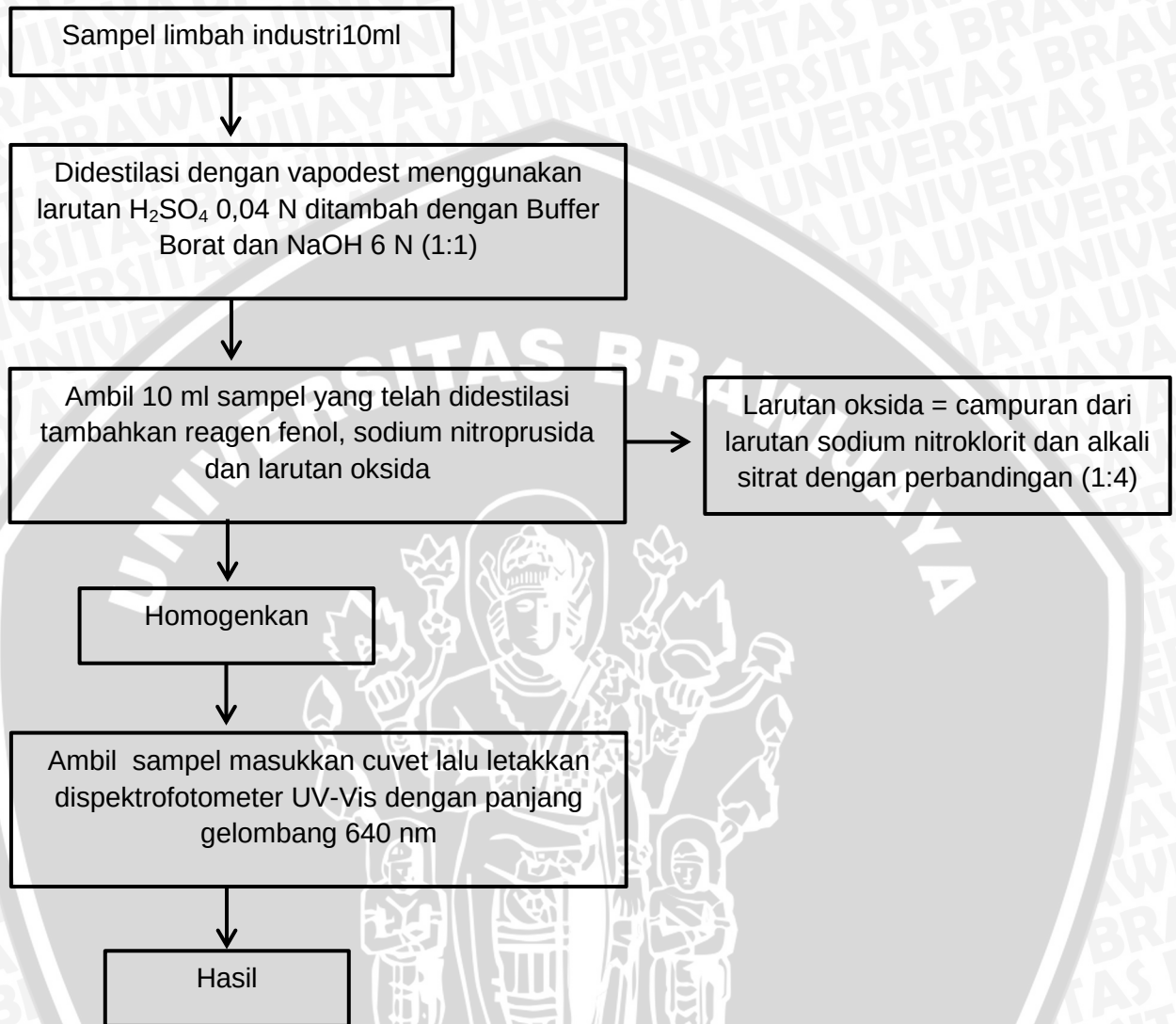
- **Skema Kerja Pengujian Kadar TSS**



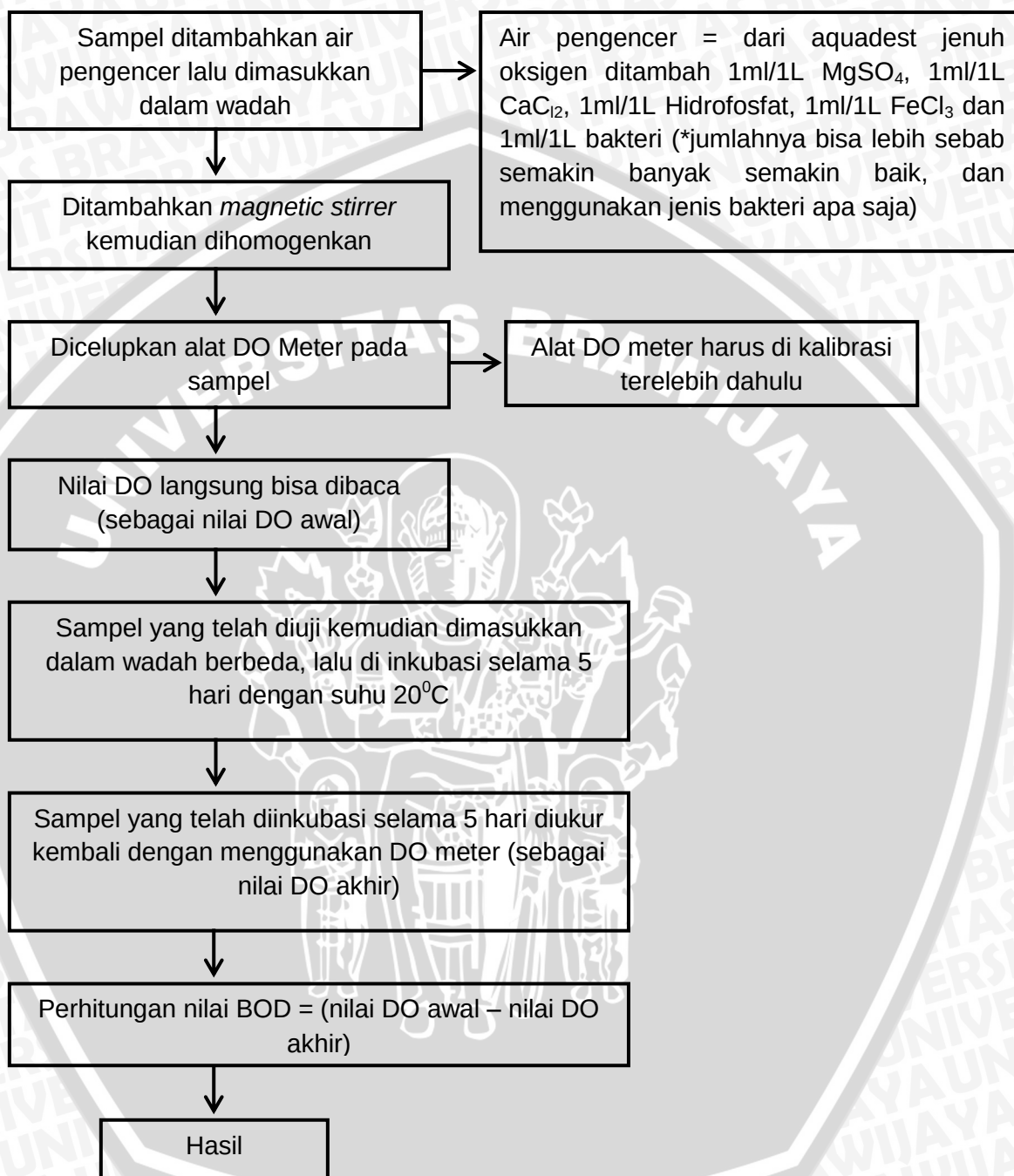
- Skema Kerja Pengujian Kadar Minyak Dan Lemak



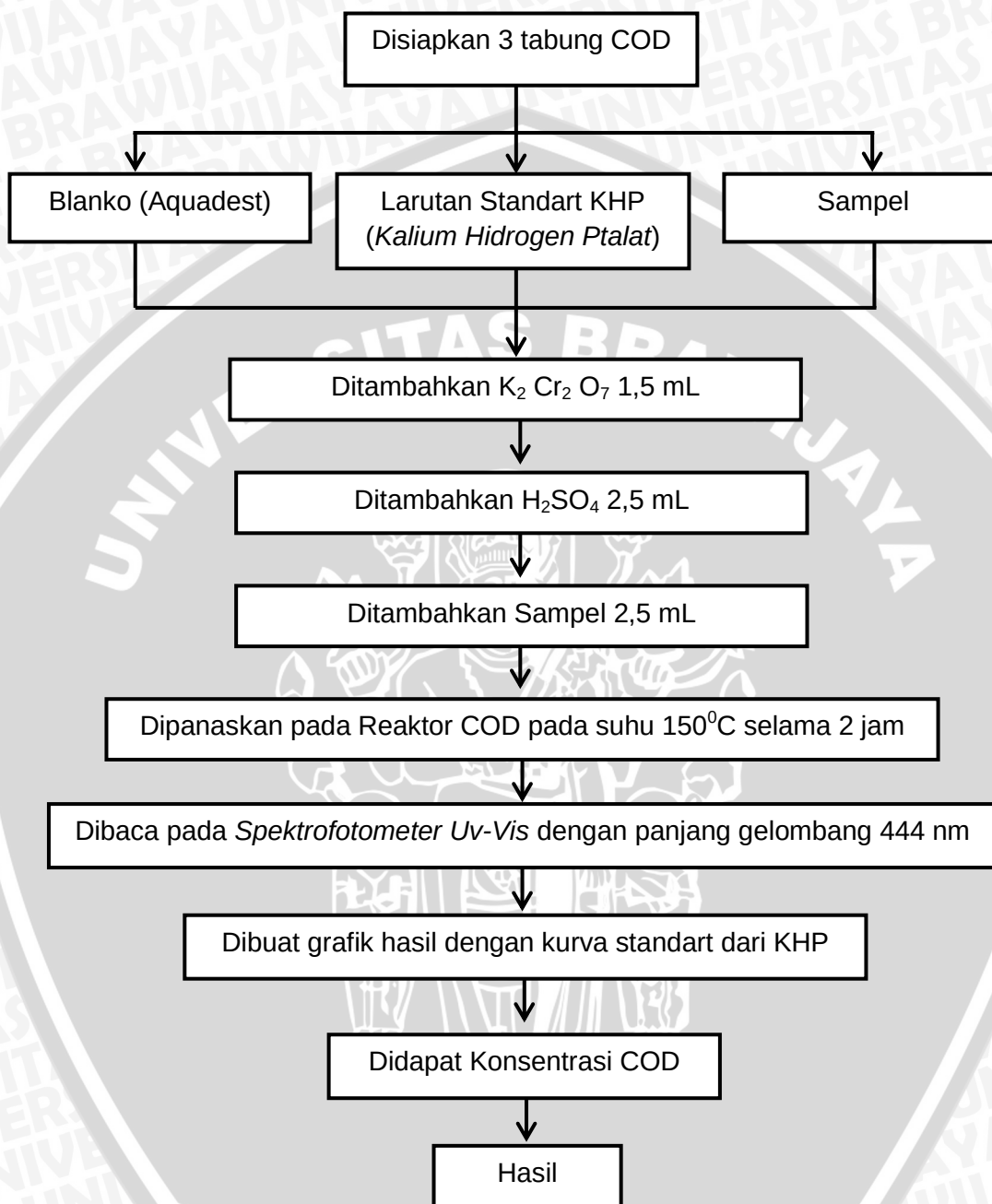
- Skema Kerja Pengujian Kadar Amonia



- Skema Kerja Pengujian Kadar BOD



- Skema Kerja Pengujian Kadar COD



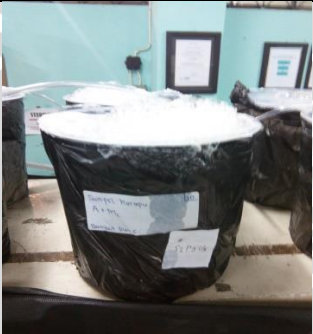
LAMPIRAN 7. Pengamatan Aerasi Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu Dengan Menggunakan Kombinasi Bakteri A+B : (*Acinetobacter baumannii* dan *Bacillus megenterium*)

Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Banyak busa
1		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Banyak busa
2		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Busa berkurang
3		• Warna putih keruh • Bau amis • Terdapat endapan • Busa berkurang

4		• Warna hijau keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Tidak berbusa
5		• Warna hijau keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Terdapat serangga kecil yang mati
6		• Warna hijau keruh • Sedikit berbau amis • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Terdapat serangga kecil yang mati
7		• Warna hijau keruh • Sedikit berbau amis • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Terdapat serangga kecil yang mati

8		• Warna hijau kecoklatan • Sedikit berbau amis • Tidak ada endapan • Tidak berbusa
9		• Warna kecoklatan • Tidak berbau • Tidak ada endapan • Tidak berbusa
10		• Warna kecoklatan • Tidak berbau • Tidak ada endapan • Tidak berbusa

LAMPIRAN 8. Pengamatan Aerasi Limbah Cair Pembekuan Ikan Kerapu Dengan Menggunakan Kombinasi Bakteri A+N : (*Acinetobacter baumannii* dan *Nitrococcus* sp)

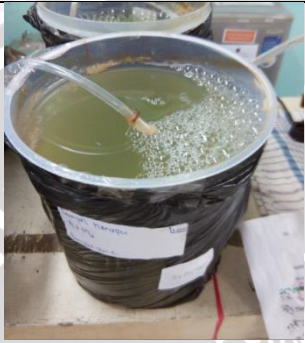
Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Banyak busa
1		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Sangat banyak busa
2		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Sangat banyak busa • Berlendir
3		• Warna hijau keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Busa sedikit berkurang • Berlendir

4		• Warna hijau keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Sedikit berbusa • Berlendir
5		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Sedikit berbusa • Berlendir • Terdapat serangga kecil yang mati
6		• Warna putih keruh • Sedikit berbau amis • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Lendir mulai mengering
7		• Warna putih keruh • Sedikit berbau amis • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Lendir mengering

8		• Warna keruh kecoklatan • Tidak berbau • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Lendir mengering • Terdapat ulat (larva serangga)
9		• Warna keruh kecoklatan • Tidak berbau • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Lendir mengering • Terdapat ulat (larva serangga)
10		• Warna keruh kecoklatan • Tidak berbau • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Lendir mengering • Terdapat ulat (larva serangga)

LAMPIRAN 9. Pengamatan Aerasi Limbah Cair Pembekuan Ikan Kerapu Dengan Menggunakan Kombinasi Bakteri A+P : (*Acinetobacter baumannii* dan *Pseudomonas putida*)

Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Banyak busa
1		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Sangat banyak busa
2		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Sangat banyak busa • Berlendir

3		• Warna putih keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Busa sedikit berkurang • Berlendir
4		• Warna hijau keruh • Bau amis • Tidak ada endapan • Busa sedikit berkurang • Berlendir
5		• Warna hijau keruh • Bau amis berkurang • Tidak ada endapan • Sedikit berbusa • Berlendir • Terdapat serangga kecil yang mati
6		• Warna hijau keruh • Bau amis berkurang • Tidak ada endapan • Sedikit berbusa • Lendir mulai mengering • Terdapat serangga kecil yang mati

7		• Warna coklat keruh • Bau amis berkurang • Tidak ada endapan • Sedikit berbusa • Lendir mengering
8		• Warna coklat keruh • Tidak berbau • Tidak ada endapan • Sedikit berbusa • Lendir mengering
9		• Warna coklat kekuningan • Tidak berbau • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Lendir mengering
10		• Warna coklat kekuningan • Tidak berbau • Tidak ada endapan • Tidak berbusa • Lendir mengering

LAMPIRAN 10. Analisis Perhitungan ANOVA

• Analisa pH

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	7,4	7,2	7,3	21,9	7,3	0,1
	A+B	7,4	7,2	7,3	21,9	7,3	0,1
	A+N	7,4	7,2	7,3	21,9	7,3	0,1
	A+P	7,4	7,2	7,3	21,9	7,3	0,1
5	Kontrol	7,6	7,4	7,5	22,5	7,5	0,1
	A+B	8,1	7,4	7,75	23,25	7,75	0,35
	A+N	7,9	8	7,95	23,85	7,95	0,05
	A+P	7,6	7,9	7,75	23,25	7,75	0,15
10	Kontrol	7,8	8,2	8	24	8	0,2
	A+B	8,2	8,4	8,3	24,9	8,3	0,1
	A+N	8,1	8,5	8,3	24,9	8,3	0,2
	A+P	8,3	8,8	8,55	25,65	8,55	0,25
Total		93,2	93,4	93,3	279,9		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata -rata
Kontrol	21,9	22,5	24	68,4	22,8
A+B	21,9	23,25	24,9	70,05	23,35
A+N	21,9	23,85	24,9	70,65	23,55
A+P	21,9	23,25	25,65	70,8	23,6
Total	87,6	92,85	99,45	279,9	

FK	2176,2225
JK Total	7,3375
JK Ulangan	0,0016667
JK Perlakuan Kombinasi	6,6375
JK Galat	0,6983333

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	7,3375	3,66875	31,5215	5,14	10,92
Perlakuan Kombinasi	3	6,6375	2,2125	19,0095	4,76	9,78
Galat	6	0,69833	0,11639			
Total	11					

BNT = $2,447 / 0,393535$

Perhitungan Notasi

Hari ke 0						
Perlakuan						Notasi
		7,3	7,3	7,3	7,3	
Kontrol	7,3	0				a
A+B	7,3	0	0			a
A+P	7,3	0	0	0		a
A+N	7,3	0	0	0	0	a

Hari ke 5						
Perlakuan						Notasi
		7,5	7,75	7,75	7,95	
Kontrol	7,5	0				a
A+B	7,75	0,25	0			b
A+P	7,75	0,25	0	0		b
A+N	7,95	0,45	0,2	0,2	0	c

Hari ke 10						
Perlakuan						Notasi
		8	8,3	8,3	8,55	
Kontrol	8	0				a
A+B	8,3	0,3	0			b
A+N	8,3	0,3	0	0		b
A+P	8,55	0,55	0,25	0,25	0	c

• Analisa TSS (Total Suspended Solid)

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	206,2	205,8	206	618	206	0,2
	A+B	206,2	205,8	206	618	206	0,2
	A+N	206,2	205,8	206	618	206	0,2
	A+P	206,2	205,8	206	618	206	0,2
5	Kontrol	201,2	198,4	199,8	599,4	199,8	1,4
	A+B	167,0	168,5	167,75	503,25	167,75	0,75
	A+N	170,9	169,3	170,1	510,3	170,1	0,8
	A+P	98,0	97	97,5	292,5	97,5	0,5
10	Kontrol	195,3	192,8	194	582,1	194	1,25
	A+B	101,9	102,5	102,2	306,6	102,2	0,3
	A+N	117,0	115,9	116,45	349,35	116,45	0,55
	A+P	83,2	84,3	83,75	251,25	83,75	0,55
Total		1959,3	1951,9	1955,55	5866,75		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata - rata
Kontrol	618	599,4	582,1	1799,5	599,83
A+B	618	503,25	306,6	1427,85	475,95
A+N	618	510,3	349,35	1477,65	492,55
A+P	618	292,5	251,25	1161,75	387,25
Total	2472	1905,45	1489,3	5866,75	

FK	956076,5
JK Total	78673,52
JK Ulangan	2,281806
JK Perlakuan Kombinasi	78661,86
JK Galat	9,379861

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	78673,5	39336,8	25162,5	5,14	10,92
Perlakuan Kombinasi	3	78661,9	26220,6	16772,5	4,76	9,78
Galat	6	9,37986	1,56331			
Total	11					

$$BNT = 2,447 / 1,44228$$

Perhitungan Notasi

Hari ke 0						
Perlakuan						Notasi
		206	206	206	206	
A+P	206	0				a
A+B	206	0	0			a
A+N	206	0	0	0		a
Kontrol	206	0	0	0	0	a

hari ke 5						
Perlakuan						Notasi
		97,5	167,75	170,1	199,8	
A+P	97,5	0				a
A+B	167,75	70,25	0			b
A+N	170,1	72,6	2,35	0		c
Kontrol	199,8	102,3	32,05	29,7	0	d

hari ke 10						
Perlakuan						Notasi
		83,75	102,2	116,45	194,03	
A+P	83,75	0				a
A+B	102,2	18,45	0			b
A+N	116,45	32,7	14,25	0		c
Kontrol	194,03	110,28	91,83	77,58	0	d

• Analisa Minyak dan Lemak

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	5,0	6,3	5,65	16,95	5,65	0,65
	A+B	5,0	6,3	5,65	16,95	5,65	0,65
	A+N	5,0	6,3	5,65	16,95	5,65	0,65
	A+P	5,0	6,3	5,65	16,95	5,65	0,65
5	Kontrol	4,8	5,9	5,4	16,1	5,4	0,55
	A+B	4,5	5,2	4,85	14,55	4,85	0,35
	A+N	2,9	3,5	3,2	9,6	3,2	0,3
	A+P	1,9	2	1,95	5,85	1,95	0,05
10	Kontrol	4	5,2	5	14,2	5	0,64
	A+B	3,0	3,6	3,3	9,9	3,3	0,3
	A+N	2,0	3	2,5	7,5	2,5	0,5
	A+P	1,5	1,9	1,7	5,1	1,7	0,2
Total		44,6	55,5	50,5	150,6		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata - rata
Kontrol	16,95	16,1	14,2	47,25	15,75
A+B	16,95	14,55	9,9	41,4	13,8
A+N	16,95	9,6	7,5	34,05	11,35
A+P	16,95	5,85	5,1	27,9	9,3
Total	67,8	46,1	36,7	150,6	

FK	630,01
JK Total	85,465
JK Ulangan	4,961667
JK Perlakuan Kombinasi	79,46167
JK Galat	1,041667

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	85,465	42,7325	246,139	5,14	10,92
Perlakuan Kombinasi	3	79,4617	26,4872	152,566	4,76	9,78
Galat	6	1,04167	0,17361			
Total	11					

$$\text{BNT} = 2,447 / 0,480636$$

Perhitungan Notasi

Hari ke 0						
Perlakuan						Notasi
		5,65	5,65	5,65	5,65	
A+P	5,65	0				a
A+N	5,65	0	0			a
A+B	5,65	0	0	0		a
Kontrol	5,65	0	0	0	0	a

Hari ke 5						
Perlakuan						Notasi
		1,95	3,2	4,85	5,37	
A+P	1,95	0				a
A+N	3,2	1,25	0			b
A+B	4,85	2,9	1,65	0		c
Kontrol	5,37	3,42	2,17	0,52	0	d

Hari ke 10						
Perlakuan						Notasi
		1,7	2,5	3,3	4,73	
A+P	1,7	0				a
A+N	2,5	0,8	0			b
A+B	3,3	1,6	0,8	0		c
Kontrol	4,73	3,03	2,23	1,43	0	d

• Analisa Amonia (NH₃)

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata- rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	83,70	82,3	83	249	83	0,7
	A+B	83,70	82,3	83	249	83	0,7
	A+N	83,70	82,3	83	249	83	0,7
	A+P	83,70	82,3	83	249	83	0,7
5	Kontrol	82,1	80,3	81,2	243,6	81,2	0,9
	A+B	52,91	51,8	52,36	157,07	52,36	0,56
	A+N	75,80	76,35	76,1	228,23	76,08	0,27
	A+P	79,40	80,4	79,9	239,7	79,9	0,5
10	Kontrol	80,2	78,2	79	237,4	79	1,01
	A+B	45,85	46,75	46,3	138,9	46,3	0,45
	A+N	55,60	56,21	55,9	167,72	55,91	0,31
	A+P	75,10	73,25	74,2	222,53	74,18	0,92
Total		881,76	872,46	876,91	2631,13		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata - rata
Kontrol	249	243,6	237,4	730	243,33333
A+B	249	157,065	138,9	544,965	181,655
A+N	249	228,225	167,715	644,94	214,98
A+P	249	239,7	222,525	711,225	237,075
Total	996	868,59	766,54	2631,13	

FK	192301,3
JK Total	5994,811
JK Ulangan	3,605972
JK Perlakuan Kombinasi	5983,675
JK Galat	7,530294

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	5994,81	2997,41	2388,28	5,14	10,92
Perlakuan Kombinasi	3	5983,68	1994,56	1589,23	4,76	9,78
Galat	6	7,53029	1,25505			
Total	11					

BNT = 2,447 / 1,29228

Perhitungan Notasi

Hari ke 0						
Perlakuan						Notasi
		83	83	83	83	
A+B	83	0				a
A+N	83	0	0			a
A+P	83	0	0	0		a
Kontrol	83	0	0	0	0	a

Hari ke 5						
Perlakuan						Notasi
		52,36	76,08	79,9	81,2	
A+B	52,36	0				a
A+N	76,08	23,72	0			b
A+P	79,9	27,54	3,82	0		c
Kontrol	81,2	28,84	5,12	1,3	0	d

Hari ke 10						
Perlakuan						Notasi
		46,3	55,91	74,18	79,13	
A+B	46,3	0				a
A+N	55,91	9,61	0			b
A+P	74,18	27,88	18,27	0		c
Kontrol	79,13	32,83	23,22	4,95	0	d

• Analisa COD

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	907,6	906,8	907,2	2721,6	907,2	0,4
	A+B	907,6	906,8	907,2	2721,6	907,2	0,4
	A+N	907,6	906,8	907,2	2721,6	907,2	0,4
	A+P	907,6	906,8	907,2	2721,6	907,2	0,4
5	Kontrol	890,5	895,2	892,8	2678,5	892,8	2,35
	A+B	706,5	705,9	706,2	2118,6	706,2	0,3
	A+N	863,9	862,9	863,4	2590,2	863,4	0,5
	A+P	346,2	344,8	345,5	1036,5	345,5	0,7
10	Kontrol	830,8	835,4	833	2499,2	833	2,30
	A+B	570,3	568,2	569,255	1707,765	569,255	1,055
	A+N	690,2	688,3	689,25	2067,75	689,25	0,95
	A+P	128,7	130,2	129,45	388,35	129,45	0,75
Total		8657,51	8658,1	8657,655	25973,27		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata - rata
Kontrol	2721,6	2678,5	2499,2	7899,3	2633,1
A+B	2721,6	2118,6	1707,765	6547,965	2182,655
A+N	2721,6	2590,2	2067,75	7379,55	2459,85
A+P	2721,6	1036,5	388,35	4146,45	1382,15
Total	10886,4	8423,8	6663,065	25973,27	

FK	18739180
JK Total	2148713
JK Ulangan	0,015754
JK Perlakuan Kombinasi	2148683
JK Galat	29,71363

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	2148713	1074356	216942	5,14	10,92
Perlakuan Kombinasi	3	2148683	716228	144626	4,76	9,78
Galat	6	29,7136	4,95227			
Total	11					

BNT = 2,447 / 2,567024

Perhitungan Notasi

Hari ke 0						
Perlakuan						Notasi
		907,2	907,2	907,2	907,2	
A+P	907,2	0				a
A+B	907,2	0	0			a
A+N	907,2	0	0	0		a
Kontrol	907,2	0	0	0	0	a

Hari ke 5						
Perlakuan						Notasi
		345,5	706,2	863,4	892,83	
A+P	345,5	0				a
A+B	706,2	360,7	0			b
A+N	863,4	517,9	157,2	0		c
Kontrol	892,83	547,33	186,63	29,43	0	d

Hari ke 10						
Perlakuan						Notasi
		129,45	569,255	689,25	833	
A+P	129,45	0				a
A+B	569,26	439,805	0			b
A+N	689,25	559,8	119,995	0		c
Kontrol	833	703,55	263,745	143,75	0	d

• Analisa BOD

Lama Fermentasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata- rata	Standar Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	401,6	403,2	402,4	1207,2	402,4	0,8
	A+B	401,6	403,2	402,4	1207,2	402,4	0,8
	A+N	401,6	403,2	402,4	1207,2	402,4	0,8
	A+P	401,6	403,2	402,4	1207,2	402,4	0,8
5	Kontrol	390,5	388,4	389,5	1168,4	389,5	1,05
	A+B	386,4	384,8	385,6	1156,8	385,6	0,8
	A+N	332,7	330,2	331,45	994,35	331,45	1,25
	A+P	336,4	335,2	335,8	1007,4	335,8	0,6
10	Kontrol	385,6	382,4	384	1152	384	1,60
	A+B	323,9	321,9	322,9	968,7	322,9	1
	A+N	277,7	275,9	276,8	830,4	276,8	0,9
	A+P	47,4	48,7	48,05	144,15	48,05	0,65
Total		4087	4080,3	4083,7	12251		

Perlakuan	0	5	10	Total	Rata - rata
Kontrol	1207,2	1168,4	1152	3527,6	1175,867
A+B	1207,2	1156,8	968,7	3332,7	1110,9
A+N	1207,2	994,35	830,4	3031,95	1010,65
A+P	1207,2	1007,4	144,15	2358,75	786,25
Total	4828,8	4326,95	3095,25	12251	

FK	4169083
JK Total	334967,3
JK Ulangan	1,870556
JK Perlakuan Kombinasi	334945,3
JK Galat	20,16611

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	334967	167484	49831,2	5,14	10,92
Perlakuan Kombinasi	3	334945	111648	33218,6	4,76	9,78
Galat	6	20,1661	3,36102			
Total	11					

$$\text{BNT} = 2,447 / 2,11477$$

Perhitungan Notasi

Hari ke 0						
Perlakuan						Notasi
		402,4	402,4	402,4	402,4	
A+N	402,4	0				a
A+P	402,4	0	0			a
A+B	402,4	0	0	0		a
Kontrol	402,4	0	0	0	0	a

Hari ke 5						
Perlakuan						Notasi
		331,45	335,8	385,6	389,47	
A+N	331,45	0				a
A+P	335,8	4,35	0			b
A+B	385,6	54,15	49,8	0		c
Kontrol	389,47	58,02	53,67	3,87	0	d

hari ke 10						
Perlakuan						Notasi
		48,05	276,8	322,9	384	
A+P	48,05	0				a
A+N	276,8	228,75	0			b
A+B	322,9	274,85	46,1	0		c
Kontrol	384	335,95	107,2	61,1	0	d

LAMPIRAN 11. Hasil Pengujian Jasa Tirta Malang

- Ulangan 1, Hari Ke-0 (Kontrol) Sampel Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu



LABORATORIUM KUALITAS AIR

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



No : 1752 S/LKA MLG/IV/2015

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

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

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: -

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 06 April - 19 April 2015

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Kerapu Kontrol (K2P U1)					
1	pH	-	7,4	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	401,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	907,6	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	206,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	83,70	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	5,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,01	Q/LKA/50	-
Cakalang Kontrol (K3P U1)					
1	pH	-	7,4	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	100,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	323,1	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	132,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	54,80	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,03	Q/LKA/50	-
Kaca Piring Kontrol (K1P U1)					
1	pH	-	6,8	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	71,10	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	257,1	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	105,1	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	16,40	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,03	Q/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

- Ulangan 2, Hari Ke-0 (Kontrol) Sampel Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu



LABORATORIUM KUALITAS AIR

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



No : 1752 S/LKA MLG/IV/2015.

Halaman 2 dari 2
Page 2 of 2

Kode Contoh Uji
Sample Code

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

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

:-

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 23 April - 28 April 2015

HASIL ANALISA Result of Analysis

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



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

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

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

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



- Ulangan 1, Hari Ke-5 Dengan Kombinasi Bakteri A + B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megaterium*), A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus* sp), dan A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*) Sampel Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551976
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331880, Fax (0321) 333370
E-mail : laboratoriumjastirta1@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
Cakalang A+M2					
1	pH	-	7,7	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	87,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	151,4	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	118,5	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	2,51	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,06	QI/LKA/50	-
Cakalang A+M3					
1	pH	-	7,6	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	46,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	151,4	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	117,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	1,715	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,06	QI/LKA/50	-
Kerapu A+M1					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	386,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	706,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	167,0	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	52,91	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	4,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,22	QI/LKA/50	-
Kerapu A+M2					
1	pH	-	7,9	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	332,7	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	863,9	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	170,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	75,80	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,87	QI/LKA/50	-

Halaman 4
Page 4

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 ditubuhi 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 Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



No : 1809 S/LKA MLG/IV/2015

Kode Contoh Uji

Ext. 356 - 394 /PC/IV/2015/ 414 - 452

Sample Code

Metode Pengambilan Contoh Uji

:-

Sampling Method

Tempat Analisa

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Place of Analysis

Tanggal Analisa

: 15 April - 28 April 2015

Testing Date(s)

HASIL ANALISA

Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Kerapu A+M 3					
1	pH	-	7,6	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	336,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	346,2	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	98	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	79,40	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,11	Q/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M2					
1	pH	-	7,8	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	84,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	288,6	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	96,4	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	4,42	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,8	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,01	Q/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M2					
1	pH	-	7,9	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	97,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	343,3	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	96,3	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	4,13	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,7	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,04	Q/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M3					
1	pH	-	7,8	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	42,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	109,2	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	90,0	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	3,62	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,63	Q/LKA/50	-

Halaman 5
Page 5



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



- Ulangan 2, Hari Ke-5 Dengan Kombinasi Bakteri A + B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megaterium*), A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*), dan A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*) Sampel Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu



LABORATORIUM KUALITAS AIR

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



No : 1809 S/LKA MLG/IV/2015

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 356 - 394 /PC/IV/2015/ 414 - 452

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

:-

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 15 April - 28 April 2015

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Cakalang A+M2					
1	pH	-	7,9	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	88,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	150,7	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	117,3	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	2,1	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,59	Q/LKA/50	-
Cakalang A+M3					
1	pH	-	7,8	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	45,7	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	150,9	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	116,5	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	1,3	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,7	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,32	Q/LKA/50	-
Kerapu A+M1					
1	pH	-	7,4	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	384,8	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	705,9	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	168,5	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	51,8	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	5,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,14	Q/LKA/50	-
Kerapu A+M2					
1	pH	-	8	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	330,2	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	862,9	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	169,3	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	76,35	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,29	Q/LKA/50	-

Halaman 8
Page 8



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 : 1809 S/LKA MLG/IV/2015

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 356 - 394 /PC/IV/2015/ 414 - 452

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

-

Tempat Analisa
Place of Analysis

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

: 15 April - 28 April 2015

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Kerapu A+M3					
1	pH	-	7,9	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	335,2	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	691	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	97	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	80,4	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,08	Q/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M1					
1	pH	-	7,9	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	85,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	287,4	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	94,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	4,28	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,76	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,14	Q/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M2					
1	pH	-	8	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	96,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	342,4	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	95,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	4,09	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,22	Q/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M3					
1	pH	-	7,9	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	43,2	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	108,2	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	89,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	2,89	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,11	Q/LKA/50	-

Halaman 9
Page 9

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



- Ulangan 1, Hari Ke-10 Dengan Kombinasi Bakteri A + B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*), A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*), dan A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*) Sampel Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu



LABORATORIUM KUALITAS AIR

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



No : 1918 S/LKA MLG/V/2015

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 450 - 483 /PC/IV/2015/ 512 - 545

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tempat Analisa
Place of Analysis

: 20 April - 04 Mei 2015

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Cakalang A+M2					
1	pH	-	8,1	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	30,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	77,89	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	59,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	0,65	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,03	Q/LKA/50	-
Cakalang A+M3					
1	pH	-	8,2	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	42,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	122,7	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	53,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	0,546	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,90	Q/LKA/50	-
Kerapu A+M1					
1	pH	-	8,2	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	323,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	570,3	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	101,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	45,85	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,52	Q/LKA/50	-
Kerapu A+M2					
1	pH	-	8,1	Q/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	277,7	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	690,2	Q/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	117	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	55,6	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,87	Q/LKA/50	-

Halaman 4
Page 4



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 ditubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta I

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

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





LABORATORIUM KUALITAS AIR

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



No : 1918 S/LKA MLG/V/2015

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 450 - 483 /PC/IV/2015/ 512 - 545

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tempat Analisa
Place of Analysis

: 20 April - 04 Mei 2015

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Kerapu A+M3					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	47,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	128,7	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	83,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	75,1	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,33	QI/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M1					
1	pH	-	8,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	46,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	122,7	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	53,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	0,54	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,44	QI/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M2					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	37,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	121,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	46,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	0,23	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,4	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,92	QI/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M3					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	37,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	124,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	37,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ _N)	mg/L	0,72	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,78	QI/LKA/50	-

Halaman 5
Page 5



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



- Ulangan 2, Hari Ke-10 Dengan Kombinasi Bakteri A + B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megaterium*), A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*), dan A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*) Sampel Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu



LABORATORIUM KUALITAS AIR

Jl. Surabaya 2A Malang 65115, Indonesia. Telp. (0341) 551971, Fax. (0341) 551978
Desa Lengkong Kec. Mojoanyar - Mojokerto, Indonesia Telp. (0321) 331860, Fax. (0321) 333370
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id



No : 1918 S/LKA MLG/V/2015

Kode Contoh Uji
Sample Code

Ext. 450 - 483 /PC/IV/2015/ 512 - 545

Metode Pengambilan Contoh Uji
Sampling Method

: Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tempat Analisa
Place of Analysis

: 20 April - 04 Mei 2015

Tanggal Analisa
Testing Date(s)

HASIL ANALISA Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Cakalang A+M2					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	30	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	76,7	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	60,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	0,85	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,30	QI/LKA/50	-
Cakalang A+M3					
1	pH	-	8,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	41,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	121,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	54,3	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	0,65	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,30	QI/LKA/50	-
Kerapu A+M1					
1	pH	-	8,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	321,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	568,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	102,5	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	46,75	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3,6	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,56	QI/LKA/50	-
Kerapu A+M2					
1	pH	-	8,5	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	275,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	688,3	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	115,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ N)	mg/L	56,21	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,70	QI/LKA/50	-

Halaman 8
Page 8

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 : laboratoriumjastirta1@yahoo.co.id



No : 1918 S/LKA MLG/V/2015

Kode Contoh Uji

Ext. 450 - 483 /PC/TV/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
Kerapu A+M 3					
1	pH	-	8,8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	48,7	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	130,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	84,3	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	73,25	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,76	QI/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M1					
1	pH	-	8,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	47,3	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	121,9	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	51,8	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	0,43	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,7	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,09	QI/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M2					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	38,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	121,1	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	45,3	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	0,21	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,8	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,21	QI/LKA/50	-
Cakalang A+B+C+M3					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	38,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	123,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	36,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	0,53	APHA. 4500-NH ₃ F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,75	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,75	QI/LKA/50	-

Halaman 9
Page 9

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 1

Sertifikat atau laporan ini sah bila ditubuhi cap oleh Laboratorium Kualitas Air Perum Jasa Tirta 1

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 1 Public Corporation

This Certificate or report is valid after being stamped by Water Quality Laboratory of Jasa Tirta 1 Public Corporation

LAMPIRAN 12. Hasil Pengujian di Laboratorium Penanganan dan Pengendalian Mutu Hasil Perikanan Surabaya

- Hari Ke-0 (Kontrol) Sampel Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu

IN EAST JAVA
INDONESIA

KETERANGAN HASIL ANALISA
CERTIFICATE OF ANALYSIS

3280

No. : 523.3 / 116.06 / 2015

Menerangkan bahwa
This is to certify that : LIMBAH CAIR PEMBEKUAN IKAN CAKALANG
HARI KE-0

1. Nama barang
Commodity :

2. Jumlah dan type kemasan
Number and type packaging : 3 (THREE) SAMPLES a gram

3. Kode produksi
Code of batch :

4. Pemilik
Owner : DIAN MALEVA

5. No. Bukti penerimaan contoh
Number of sample received :

6. Tanggal pemeriksaan
Date of examination : APRIL 11, 2015

7. Hasil pemeriksaan
Result of examination :

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

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

Surabaya, APRIL 22, 2015

Kepala laboratorium
Head of laboratory



- Hari Ke-5 Dengan Kombinasi Bakteri A + B (*Acinetobacter baumannii* + *Bacillus megenterium*), A + N (*Acinetobacter baumannii* + *Nitrococcus sp*), dan A + P (*Acinetobacter baumannii* + *Pseudomonas putida*) Sampel Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kerapu

SECRET CONTROL
IN EAST JAVA
INDONESIA

KETERANGAN HASIL ANALISA
CERTIFICATE OF ANALYSIS 3514

No. : 523.3 / 3514 / 116.06 / 2015

Menerangkan bahwa
This is to certify that : **LIEMBAH CAIR PEMBEKUAN IKAN CAKALANG**
HARI KE-5

1. Nama barang
Commodity : _____

2. Jumlah dan type kemasan
Number and type packaging : **9 (NINE) SAMPLES** a gram

3. Kode produksi
Code of batch : _____

4. Pemilik
Owner : **DIAN MALEVA**

5. No. Bukti penerimaan contoh
Number of sample received : _____

6. Tanggal pemeriksaan
Date of examination : **APRIL 16, 2015**

7. Hasil pemeriksaan
Result of examination : _____

No.	Code	Jenis Analisa
		Histamin
1	S1P8U2	ND
2	S1P8U2	ND
3	S1P10U2	ND
4	S2P8U2	ND
5	S2P8U2	ND
6	S2P10U2	ND
7	S3P8U2	ND
8	S3P8U2	ND
9	S3P10U2	ND

Surabaya, **APRIL 29, 2015**

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

Kepala laboratorium
Head of laboratory

Surabaya

DINAS PERIKANAN
DAN KELAUTAN
UPD PENGENDALIAN DAN
PENGUJIAN MUTU HASIL
PERIKANAN

This report is valid for the