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

SKRIPSI

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN

Oleh:

ARYANDI RAMADHAN

NIM. 115080300111072

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

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

SKRIPSI

PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN

JURUSAN MANAJEMEN SUMBERDAYA PERIKANAN

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

Oleh:

ARYANDI RAMADHAN
NIM. 115080300111072

FAKULTAS PERIKANAN DAN ILMU KELAUTAN

UNIVERSITAS BRAWIJAYA

MALANG

2015

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

Oleh :
ARYANDI RAMADHAN
NIM. 115080300111072

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

Menyetujui,
Dosen Pembimbing I

(Dr. Ir. Yahya, MP)
NIP. 19630706 199003 1 003
Tanggal : 12 NOV 2015

Dosen Penguji I

(Dr. Ir. Anies Chamidah, MP)
NIP. 19640912 199002 2 001
Tanggal : 12 NOV 2015

Dosen Pembimbing II

(Dr. Ir. Happy Nursyam, MS)
NIP. 19600322 198601 1 001
Tanggal : 12 NOV 2015

Dosen Penguji II

(Dr. Ir. Titik Dwi Sulistiyati, MP)
NIP. 19581231 198601 2 002
Tanggal : 12 NOV 2015

Mengetahui,
Ketua Jurusan MSP

(Dr. Ir. Arning Wilujeng E., MS)
NIP. 19620805 198603 2 001
Tanggal : 12 NOV 2015

repository.ub.ac.id
UNIVERSITAS BRAWIJAYA

PERNYATAAN ORISINALITAS

Dengan ini saya menyatakan bahwa dalam skripsi yang saya tulis ini benar-benar merupakan hasil karya saya sendiri, dan sepanjang sepengetahuan 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, Oktober 2015

Mahasiswa

ARYANDI RAMADHAN

RINGKASAN

ARYANDI RAMADHAN (115080300111072). Laporan Skripsi. Pengolahan Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan Kombinasi Bakteri (*Acinetobacter baumanii, Bacillus subtilis dan Enterobacter gergoviae*) Secara Aerob.(Dibawah bimbingan **Dr. Ir. Yahya, MP** dan **Dr. Ir. Happy Nursyam, MS**)

Limbah merupakan pokok permasalahan terbesar yang dialami oleh kalangan Industri, salah satunya yaitu industri perikanan. Berbagai limbah yang dihasilkan oleh industri perikanan di wilayah tertentu kerap menimbulkan permasalahan lingkungan yang cukup serius, misalnya yaitu pembuangan limbah cair yang sebelumnya tidak mengalami pengolahan atau tidak terolah dengan baik. limbah cair merupakan limbah yang mempunyai sifat cair di mana komposisinya meliputi bahan organik, anorganik, dan lainnya. Bahan organik dan anorganik adalah bahan yang dapat mengalami degradasi oleh mikroorganisme. Pada industri perikanan selama proses pengolahan ikan, akan menghasilkan cairan yang berasal dari proses pemotongan, pencucian, dan pengolahan produk. Dari hal tersebut akan menghasilkan limbah cair yang dapat menyebabkan gangguan pada lingkungan.

Salah satu cara untuk pengolahan limbah dilakukan secara biologis yaitu dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa komplek yang terkandung dalam limbah menjadi senyawa yang lebih sederhana. Proses yang terjadi didalamnya sangat ditentukan oleh jenis dan laju pertumbuhan mikroorganisme yang digunakan dalam air limbah. Mikroorganisme yang biasa digunakan dalam proses pengolahan limbah cair adalah bakteri. Dibuktikannya bahwa beberapa bakteri dapat memperbaiki kualitas limbah, maka dilakukan penelitian mengenai pengolahan limbah cair industri perikanan dari proses pembekuan ikan kaca piring dengan menggunakan kombinasi bakteri tersebut. Bakteri yang digunakan pada penelitian ini yaitu *Acinetobacter baumanni, Enterobacter gergoviae, dan Bacillus subtilis*.

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini ialah untuk mengetahui pengaruh perubahan kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD limbah cair setelah pemberian kombinasi bakteri dan untuk mengetahui kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD pada limbah cair

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium penyakit dan parasit ikan fakultas perikanan dan ilmu kelautan, laboratorium mikrobiologi fakultas kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Pada pengujian pH, TSS, minyak dan lemak, dan ammonia dilakukan di laboratorium jasa tirta I. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Juni 2015.

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen. Pada metode penilitian ini data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratrium disajikan dalam bentuk tabel distribusi dan gambar grafik. Kemudian hasil analisanya akan dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Negara lingkungan hidup No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok Faktorial dengan membandingkan antara kelompok perlakuan dengan kontrol, kemudian di lakukan pengulangan sebanyak 3 kali, dijumlah dan dirata – rata sebagai hasil pengamatan. Adapun bakteri yang dikombinasikan meliputi : A + B = Penambahan kombinasi bakteri (*Acinetobacter baumanii* + *Bacillus subtilis*), A + C = Penambahan kombinasi bakteri (*Acinetobacter baumanii* + *Enterobacter gergoviae*), B + C = Penambahan kombinasi bakteri (*Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae*) dan A + B + C = Penambahan kombinasi bakteri (*Acinetobacter baumanii* + *Bacillus subtilis* +

Enterobacter gergoviae). Pengamatan dan pengujian dilakukan selama 10 hari dengan selang waktu 5 hari, yaitu hari ke 0, hari ke 5, hari ke 10.

Dari hasil penelitian pengolahan limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* secara aerob dapat ditarik kesimpulan bahwa pemberian kombinasi bakteriA + B = kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* + *Bacillus subtilis*, A + C = kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* + *Enterobacter gergoviae*, B + C = kombinasi bakteri *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* dan A + B + C = kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* hingga hari ke 10menyebabkan nilai pHmenjadi naik. Tetapi pemberian kombinasi bakteri hingga hari ke 10 mampu menurunkan kadar TSS, kadar minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD serta perlakuan terbaik didominasi kombinasi bakteri A + C. Pada kombinasi bakteri A + C dapat menurunkan kadar TSS sebesar 47,6 mg/L, minyak dan lemak sebesar 1,95 mg/L, ammonia sebesar 0,76 mg/L, COD sebesar 127,25 mg/L dan BOD sebesar 35,3 mg/L.

UCAPAN TERIMAKASIH

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

1. ALLAH SWT yang telah memberikan rahmad dan hidayahnya sehingga laporan ini dapat terselesaikan dengan baik dan lancar.
2. Kedua orang tua saya, saudara saya Andra dan Hanif yang selalu memberikan kekuatan, dukungan dan do'a.
3. Bapak Dr. Ir Yahya, MP selaku dosen pembimbing I dan Dr. Ir. Happy Nursyam, MS selaku dosen pembimbing II yang telah membimbing jalannya skripsi hingga laporan ini dapat terselesaikan.
4. Untuk teman – teman satu bimbingan, Maghfirotin, Pandu, Bangkit, Beta, Ratna yang telah membantu dan menjaga kekompakan hingga laporan ini terselesaikan.
5. Untuk Yolanda Mahruro teman hidup yang selalu memberi semangat, dukungan, motivasi dan bantuan yang diberikan selama pengerjaan skripsi ini.
6. Teman – teman K92 dan Candi Panggung, Bintang, Jayus, Fajar, Jaga, Vicky, Amri, Yudha, Adi, Halim, Cholis, Anam, sigibertus, Pany, Septian, Bani, Rahmat, dan Angga
7. Teman-Teman THP 2011 yang telah membantu dan memberikan semangat serta dukungan.
8. Seluruh pihak yang telah membantu terselesaikannya Laporan Skripsi ini.

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

Malang, Oktober 2015

Penulis

KATA PENGANTAR

Syukur Alhamdulillah kehadirat Allah SWT atas rahmat dan hidayahnya yang telah diberikan kepada penulis, sehingga dapat menyelesaikan Laporan Skripsi penelitian yang berjudul "Pengolahan Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring (*Sillago sihama*) Menggunakan Kombinasi Bakteri (*Acinetobacter baumanii, Bacillus subtilis dan Enterobacter gergoviae*) Secara Aerob". Pada tulisan ini disajikan penjelasan dari cara pengolahan limbah cair dengan memanfaatkan aktifitas bakteri, kemudian di uji dengan beberapa parameter yang menjadi tingkat pencemaran lingkungan.

Penulis menyadari bahwa laporan yang sederhana ini masih jauh dari sempurna, oleh karena itu penulis mengharapkan adanya saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Semoga skripsi ini dapat bemanfaat bagi siapa saja yang membutuhkan dan memberikan kontribusi positif bagi perkembangan perikanan di masa depan.

Malang, Oktober 2015

Penulis

DAFTAR ISI

PERNYATAAN ORISINALITAS ..... **i**
RINGKASAN ..... **ii**
UCAPAN TERIMAKASIH ..... **iv**
KATA PENGANTAR ..... **vi**
DAFTAR ISI ..... **vii**
DAFTAR TABEL ..... **ix**
DAFTAR GAMBAR ..... **x**
DAFTAR LAMPIRAN ..... **xi**
1. PENDAHULUAN **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 4
1.3 Tujuan 4
1.4 Hipotesa 4
1.5 Kegunaan 5
1.6 Waktu dan Tempat 5
2. TINJAUAN PUSTAKA **6**
2.1. Limbah Cair 6
2.2 Komposisi Limbah Cair 7
2.3 Pengolahan Limbah Cair 8
2.4 Bakteri Pengolahan Limbah 10
2.4.1 *Acinetobacter baumanii* 10
2.4.2 *Enterobacter gergoviae* 10
2.4.3 *Bacillus subtilis* 12
2.5 Isolasi Bakteri 13
2.6 Metabolit Bakteri 13
2.6.1 Metabolit Primer 13
2.6.2 Metabolit Sekunder 13
2.7 Parameter Kualitas Limbah Cair 14
2.7.1 pH 14
2.7.2 TSS (*Total Solid Suspended*) 14
2.7.3 Minyak dan Lemak 15
2.7.4 Ammonia 16
2.7.5 COD (*Chemical Oxygen Demand*) 16
2.7.7 BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) 17
3. MATERI DAN METODE PENELITIAN **18**
3.1 Materi Penelitian 18
3.1.1 Bahan 18
3.1.2 Alat 18
3.2 Metode Penelitian 19
3.3 Rancangan Penelitian 19
3.4 Prosedur Penelitian 20
3.4.1 Pengambilan Sampel Limbah Cair 20
3.4.2 Pembiakan Bakteri 21
3.4.3 Aerasi Limbah 22

3.5 Analisa Beberapa Parameter Uji 25
3.5.1 Analisa pH 25
3.5.2 Analisa TSS (*Total Suspended Solid*) 25
3.5.3 Analisa Minyak dan Lemak 26
3.5.4 Analisa ammonia (NH_3) 26
3.5.5 Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*) 27
3.5.6 Analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) 28

4. HASIL DAN PEMBAHASAN 30

4.1 Analisa pH 30
4.2 Analisa TSS (*Total Solid Suspended*) 33
4.3 Analisa Minyak dan Lemak 37
4.4 Analisa Ammonia 40
4.5 Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*) 44
4.6 Analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) 47
4.7 Hubungan Antar Kombinasi Bakteri 50

5. KESIMPULAN DAN SARAN 52

5.1. Kesimpulan 52
5.2. Saran 52

DAFTAR PUSTAKA 53

LAMPIRAN 58

DAFTAR TABEL

Nomor Halaman

Teks

1. Rancangan percobaan bentuk RAK Faktorial 20
2. Komposisi media TSB (*Trypthon Soya Broth*) 22
3. Hasil analisa parameter uji limbah cair pembekuan ikan kaca piring 30
4. Analisa pH limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring 31
5. Analisa TSS limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring 34
6. Analisa kadar minyak dan lemak limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring 37
7. Analisa kadar ammonia limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring 40
8. Analisa COD limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring 44
9. Analisa BOD limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring 47

DAFTAR GAMBAR

Nomor Halaman

Teks

1. Komposisi limbah cair 8
2. *Acinetobacter baumanii* 10
3. *Enterobacter gergoviae* 10
4. *Bacillus subtilis* 12
5. Prosedur kerja aerasi limbah 25
6. Hasil analisa pH limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*..... 31
7. Hasil analisa TSS (*Total Solid Suspended*) limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* 34
8. Hasil analisa kadar minyak dan lemak limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*..... 37
9. Hasil analisa kadar ammonia limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*..... 41
10. Hasil analisa kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*.. 45
11. Hasil analisa kadar BOD (*Biologycal Oxygen Demand*) limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*.. 48

.

DAFTAR LAMPIRAN

Nomor Halaman

Teks

Lampiran 1. Pengambilan Sampel Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring.....58
Lampiran 2. Pembuatan Media Cair TSB (*Trypthon Soya Broth*).....59
Lampiran 3. Pembiakan Bakteri.....60
Lampiran 4. Pengenceran Bakteri.....61
Lampiran 6. Prosedur Pengujian TSS.....63
Lampiran 7. Prosedur Pengujian Minyak dan Lemak.....64
Lampiran 8. Prosedur Pengujian Ammonia.....65
Lampiran 9. Prosedur Pengujian COD.....66
Lampiran 10. Prosedur Pengujian BOD.....67
Lampiran 11. Dokumentasi Alat dan Bahan.....68
Lampiran 12. Pengambilan Sampel Limbah Cair.....71
Lampiran 13. Proses Aerasi Limbah Cair.....72
Lampiran 15. Hasil Analisa Parameter Uji.....86
Lampiran 16. Standar Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Hasil Perikanan Tahun 2014.....91
Lampiran 17. Pengamatan Hasil Aerasi Selama 10 Hari.....92

1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Limbah merupakan pokok permasalahan terbesar yang dialami oleh kalangan Industri, salah satunya yaitu industri perikanan. Berbagai limbah yang dihasilkan oleh industri perikanan di wilayah tertentu kerap menimbulkan permasalahan lingkungan yang cukup serius,misalnya yaitu pembuangan limbah cair yang sebelumnya tidak mengalami pengolahan atau tidak terolah dengan baik. Sehingga menimbulkan pencemaran di sekitar wilayah tersebut. Menurut Tarigan (2013)limbah cair merupakan limbah yang mempunyai sifat cair di mana komposisinya meliputi bahan organik, anorganik, dan lainnya. Bahan organik dan anorganik adalah bahan yang dapat mengalami degradasi oleh mikroorganisme. Limbah cair yang mengandung bahan ini pada umumnya berasal dari kegiatan manusia di permukiman. Meliputi kertas, sisa makanan, urin, tinja, sabun dan deterjen.

Khususnya pada industri perikanan selama proses pengolahan ikan, akan menghasilkan cairan yang berasal dari proses pemotongan, pencucian, dan pengolahan produk. Cairan ini mengandung darah dan potongan-potongan ikan kecil dan kulit, isi perut ikan, kepala ikan yang tidak mempunyai nilai ekonomi. Limbah perikanan, khususnya limbah cair, biasanya langsung dibuang ke lingkungan menyebabkan gangguan lingkungan.

Pada dasarnya alam sudah memiliki kemampuan dalam menanggulangi limbah. Berbagai siklus yang terjadi di alam mampu menanggulangi limbah. Tetapi meningkatnya konsentrasi dan jumlah limbah yang terlalu cepat akan menyebabkan siklus yang ada tidak mampu bekerja secara baik. Pada konsentrasi dan jumlah tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif terhadap lingkungan terutama bagi kesehatan manusia, sehingga perlu dilakukan

penanganan dan pengolahan lebih lanjut terhadap limbah.

Menurut Darsono (2007), berdasarkan sifat dan karakteristik limbah cair, proses pengolahan limbah cair dibedakan menjadi 3 yaitu : proses fisika (proses ini dilakukan secara mekanik tanpa penambahan bahan – bahan kimia), proses kimia (proses ini menggunakan bahan kimia untuk menghilangkan bahan pencemar), dan proses biologi (menghilangkan polutan menggunakan kerja mikroorganisme).

Saat ini pengolahan limbah lebih banyak dilakukan secara biologis yaitu dengan memanfaatkan aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa komplek yang terkandung dalam limbah menjadi senyawa yang lebih sederhana melalui suatu proses yang disebut biodegradasi. Proses yang terjadi didalamnya sangat ditentukan oleh jenis dan laju pertumbuhan mikroorganisme dalam air limbah. Menurut Puspitasari *et al*., (2005) menjelaskan bahwa bakteri merupakan agen biologi penting yang mempunyai kemampuan dalam mendegradasi limbah. Kemampuan adaptasi bakteri yang tinggi memungkinkan untuk tumbuh pada substrat dan lingkungan yang tidak mendukung pertumbuhan organisme lain.

Pengolahan limbah cair secara biologi pada dasarnya menggunakan kerja mikroorganisme untuk menguraikan limbah menjadi bahan – bahan sederhana. Pengolahan limbah secara biologi dapat dibedakan menjadi 2 yaitu : *anaerob* dan *aerob.* Pengolahan limbah cair secara *anaerob* berarti yang bekerja atau yang hidup adalah bakteri *anaerob* yang tidak memerlukan oksigen bebas. Bakteri anaerob dapat bekerja dengan baik pada suhu yang semakin tinggi sampai 40 derajat celcius, pada pH sekitar 7. Bakteri anaerob juga akan bekerja dengan baik pada keadaan yang gelap dan tertutup. Sedangkan pengolahan limbah secara *aerob* berarti yang dipergunakan adalah bakteri *aerob* yang memerlukan oksigen bebas. Bakteri aerob dapat bekerja dengan baik pada suhu yang semakin tinggi sampai 40 derajat celcius, pada pH sekitar 7. Pengolahan

limbah secara *aerob* harus dimasukkan oksigen dari udara secara kontinyu(Sugiharto, 1987).

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

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

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Puspitasari *et al*., (2005) tentang bakteri pendegradasi limbah industri dan uji kemampuannya dalam perbaikan kualitas limbah industri dengan nilai parameter pada hari ke-6 adalah pH 8,28; BOD 58,5 mg/L; COD 87,5 mg/L; TSS 75 mg/L; dan amoniak 3,17 mg/L.Sedangkan pada penelitian Waryanti *et al* (2014), pada proses fermentasi limbah cair pencucian ikan terhadap kualitas unsur hara makro selama 28 hari didapat C-organik, Nitrogen, Fosfor dan Kalium masing-masing 11,28%, 2,366%, 0,70% dan 0,041%.

Oleh sebab itu dengan dibuktikannya bahwa beberapabakteri dapat memperbaiki kualitas limbah, maka dilakukan penelitian mengenai pengolahan limbah cair industri perikanan dari proses pembekuan ikan kacapiringdengan menggunakan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacillus subtilis dan Enterobacter gergoviae*.

1.2 Rumusan Masalah

Adapun yang menjadi rumusan masalah pada penelitian ini ialah :

1. Bagaimana pengaruh perubahan kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD limbah cair setelah pemberian kombinasi bakteri?
2. Apa kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD pada limbah cair?

1.3 Tujuan

Adapun yang menjadi tujuan penelitian ini ialah :

1. Untuk mengetahui pengaruh perubahan kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD limbah cair setelah pemberian kombinasi bakteri
2. Untuk mengetahui kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD pada limbah cair

1.4 Hipotesa

Adapun yang menjadi hipotesa pada penelitian ini adalah:

1. Terdapat pengaruh perubahan kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD limbah cair setelah pemberian kombinasi bakteri

2. Terdapat kombinasi bakteri terbaik dalam mendegradasi kandungan pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD pada limbah cair

1.5 Kegunaan

Kegunaan penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi tambahan mengenai pengolahan limbah cair ikan kacapiring menggunakan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacillus subtilis dan Enterobacter gergoviae*secara aerob guna dapat memberikan solusi terbaik kepada pihak pemilik industri khususnya industri bidangperikanan.

1.6 Waktu dan Tempat

Penelitian ini dilaksanakan di laboratorium penyakit dan parasit ikan fakultas perikanan dan ilmu kelautan, laboratorium mikrobiologi fakultas kedokteran Universitas Brawijaya Malang. Pada pengujian pH, TSS, minyak dan lemak, ammonia, COD dan BODdilakukan di laboratorium jasa tirta I. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan April – Juni 2015.

2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1. Limbah Cair

Limbah cair atau air limbah merupakan kotoran hasil dari masyarakat dan rumah tangga dan juga berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya, dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum. Air limbah berasal dari dua jenis sumber yaitu air limbah rumah tangga dan air limbah industri. Secara umum didalam limbah rumah tangga tidak terkandung zat – zat berbahaya, sedangkan didalam limbah industri harus dibedakan antara limbah yang mengandung zat – zat yang berbahaya dan yang tidak (Santi, 2004).

Menurut Tarigan*et. al* (2013) limbah cair ialah limbah yang mempunyai sifat cair di mana komposisinya meliputi bahan organik, anorganik, dan lainnya. Bahan organik dan anorganik adalah bahan yang dapat mengalami degradasi oleh mikroorganisme. Limbah cair yang mengandung bahan ini pada umumnya berasal dari kegiatan manusia di permukiman. Meliputi kertas, sisa makanan, urin, tinja, sabun dan deterjen.

Industri pengolahan hasil perikanan merupakan salah satu agroindustri yang memanfaatkan hasil perikanan sebagai bahan baku untuk menghasilkan suatu produk yang bernilai tambah lebih tinggi. Industri perikanan seperti juga industri – industri yang lain selain menghasilkan produk yang diinginkan, juga menghasilkan limbah baik limbah padat maupun limbah cair (Ibrahim, 2005).

Air yang dibuang dari proses industri perikanan banyak mengandung nutrisi organik yang biasanya berupa nitrogen dalam bentuk amonia, nitrat dan nitrit yang akan menyebabkan pencemaran pada badan air. Pencemaran berupa penurunan kadar oksigen terlarut, merangsang pertumbuhan tanaman air, memunculkan toksisitas terhadap kehidupan air, masalah bahaya kesehatan

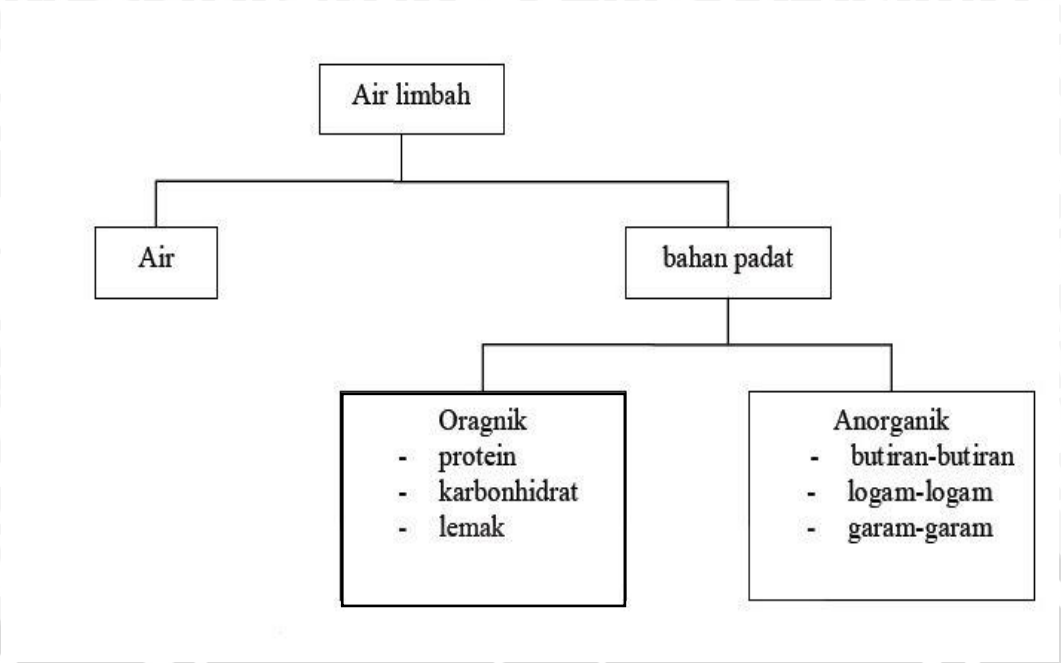
masyarakat dan mempengaruhi kelayakan untuk penggunaan kembali air (Ibrahim *et al*., 2009).

Menurut Jenie dan Rahayu (1993), derajat limbah dalam pengolahan hasil laut sangat bervariasi. Setiap operasi pengolahan ikan akan menghasilkan cairan dari pemotongan, pencucian dan pengolahan produk. Cairan ini mengandung darahdan potongan – potongan kecil ikan dan kulit, isi perut kondensat dari operasi pemasakan dan air pendingin kondensor.

2.2 Komposisi Limbah Cair

Komposisi limbah cair pangan menurut Anonymous (2007), sebagian besar limbah cair pangan polutan utamanya berupa bahan organik, seperti karbohidrat, lemak, protein, dan vitamin. Polutan tersebut umumnya dalam bentuk tersuspensi atau terlarut. Sebagai contoh industri tapioka. Limbah cair industri tapioka tradisional mencapai 14 - 18 m^3 per ton ubi kayu. Dengan teknologi yang lebih baik jumlah limbah cair dapat direproduksi menjadi 8 m^3/ton ubi kayu. Limbah cair industri tapioka mengandung padatan tersuspensi 1.000 - 10.000 mg/L dan bahan organik 1.500 - 5.300 mg/L. Contoh lain adalah industri tahu dan tempe. Industri tahu dan tempe mengandung banyak bahan organik dan padatan terlarut. Untuk memproduksi 1 ton tahu atau tempe dihasilkan limbah sebanyak 3.000 - 5.000 Liter.

Menurut Sari (2009), limbah cair mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap saat. Akan tetapi secara garis besar, zat – zat yang terkandung di dalam limbah cair dapat dikelompokkan seperti pada Gambar 1 :



Gambar 1. Komposisi Limbah Cair

2.3 Pengolahan Limbah Cair

Pengolahan limbah cair dimaksudkan untuk meminimalkan limbah yang dihasilkan meliputi volume, konsentrasi dan toksisitas. Sedangkan pengelolaan limbah cair setelah proses produksi dimaksudkan untuk menghilangkan atau menurunkan kadar bahan pencemar yang terkandung didalamnya sehingga limbah cair tersebut memenuhi syarat untuk dapat dibuang. Oleh karena itu dalam pengolahan limbah cair untuk mendapatkan hasil yang efektif dan efisien perlu dilakukan langkah - langkah pengelolaan yang dilaksanakan secara terpadu dimulai dengan upaya meminimalkan limbah *(waste minimization),* pengolahan limbah *(waste treatment),* hingga pembuangan limbah produksi *(disposal)* (Junaidi, 2006).

Pengolahan limbah cair menurut Rini (2011), dikelompokkan menjadi : 1. Pengolahan awal / pendahuluan (*preliminary treatment*), tujuan pada tahap ini ialah untk melindungi alat – alat yang ada pada instalasi pengolahan air limbah. Pada tahap ini dilakukan penyaringan, penghancuran atau pemisahan air dari

partikel – partikel yang dapat merusak alat – alat pengolahan air limbah, seperti pasir, kayu, sampah, plastik dan lain – lain; 2. Pengolahan primer (primary treatment), tujuan pengolahan yang dilakukan pada tahap ini adalah menghilangkan partikel – partikel padat organik melalui proses fisika, yakni sedimentasi dan flotasi. Sehingga partikel padat akan mengendap (*Sludge*) sedangkan partikel lemak dan minyak berada diatas / permukaan; 3. Pengolahan sekunder (*secondary treatment*), pada tahap ini air limbah diberi mikroorganisme dengan tujuan untuk menghancurkan atau menghilangkan material organik yang masih ada pada air limbah. Tiga buah pendekatan yang umum digunakan pada tahap ini adalah *fixed film, suspended film* dan *lagoon system*; 4. Pengolahan akhir (*final treatment*) adalah menghilangkan organisme penyebab penyakit yang ada pada air. Hal ini dapat dilakukan dengan cara menambahkan klorin ataupun dengan menggunakan sinar ultraviolet; 5. Pengolahan lanjutan (*advanced treatment*), pengolahan lanjutan diperlukan untuk membuat komposisi air limbah sesuai dengan dikehendaki. Misalnya untuk menghilangkan kandungan fosfor ataupun amonia dari air limbah.

Pengolahan limbah memiliki beberapa teknik yang dilakukan, diantaranya : Pengolahan secara fisika, pengolahan secara kimia dan pengolahan secara biologi. Pengolahan limbah dengan teknik biologi ialah dengan melibatkan mikroorganisme. Adapun beberapa teknik biologi yang dikembangkan yaitu : tricling filter, cakram biologi, filter terendam, dan reaktor fluidasi. Ditinjau dari segi lingkungan, pengolahan secara biologi dibedakan menjadi dua jenis, yaitu proses aerob dan anaerob. Proses aerob ialah proses pengolahan limbah yang melibatkan oksigen, sedangkan proses anaerob adalah proses pengolahan limbah yang tidak melibatkan oksigen (Abdurrahman, 2008).

2.4 Bakteri Pengolahan Limbah

2.4.1 *Acinetobacter baumanii*

Menurut Holt *et. al* (2000), genus Acinetobacter berbentuk batang dengan diameter 0,9 – 1,6 µm dan panjang 1,5 – 2,5 µm, menjadi bola fase pertumbuhan stasioner dan sel tidak membentuk spora. Genus ini tumbuh dengan baik pada semua media yang kompleks. Kebanyakan koloni tumbuh dalam media yang mengandung karbon tunggal dan sumber energi nitrogen. Bakteri ini secara alami hidup di dalam tanah, air dan limbah.

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

Klasifikasi bakteri *Acinetobacter baumanii* dalam Rini (2011) ialah :

Kerajaan : Bacteria
Filum : Proteobacteria
Kelas : Gammaproteobacteria
Ordo : Pseomonadales
Famili : Moraxellaceae
Genus : Acinetobacter
Spesies : *Acinetobacter baumanii*

Gambar 2. *Acinetobacter baumanii* (Yahya *et al*., 2012)

2.4.2 *Enterobacter gergoviae*

Menurut Krieg (1989), Enterobacter merupakan bakteri yang memiliki dua karakter gram positif dan gram negatif. Beberapa jenis Enterobacter mampu menghasilkan β – xilosidase dan gelatinase. Spesies Enterobacter gergoviae merupakan urease – positif, sedangkan jenis spesies enterobacter yang lainnya

merupakan bakteri urease – negatif. Enterobacter gergoviae kadang muncul menjadi patogen oportunistik yang biasa diisolasi dari urin, nanah, dahak, darah, dan spesimen klinis lainnya. Spesies ini diketahui pernah terlibat dalam sebuah wabah nosokomial infeksi saluran kemih.

Enterobacter gergoviae adalah bakteri gram negatif, berbentuk batang dan merupakan bakteri dari keluarga enterobacteriaceae. Beberapa koloni dari bakteri ini bersifat patogen dan menyebabkan infeksi oportunistik dalam. Kantung kemih dan saluran pernafasan adalah bagian yang sering terinfeksi. Akan tetapi, bakteri *Enterobacter gergoviae* juga memiliki manfaat lain yaitu sebagai pelarut zat P (fosfor) dalam meremediasi tanah tercemar (Rini, 2011).

Menurut Bruckner *et al* (1999), bakteri aerobik famili enterobacteriaceae memiliki ciri – ciri yaitu, tidak memiliki enzim oksidase, juga mampu mereduksi senyawa nitrat, beberapa dapat dilaporkan menjadi parameter adanya bakteri salmonella.

Klasifikasi bakteri *Enterobacter gergoviae* dalam Rini (2011) ialah sebagai berikut :

Kerajaan : Bacteria
Fillum : Proteobacteria
Kelas : Gammaproteobacteria
Ordo : Enterobacteriales
Famili : Enterobacteriaceae
Genus : Enterobacter
Spesies : *Enterobacter gergoviae*

Gambar 3. *Enterobacter gergoviae* (Yahya *et al*., 2012)

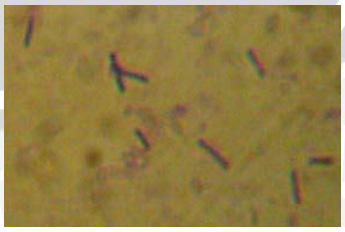
2.4.3 *Bacillus subtilis*

Bacillus subtilis merupakan bakteri gram positif yang berbentuk batang, dan secara alami sering ditemukan dtanah dan vegetasi. *Bacillus subtilis* tumbuh diberbagai range suhu mesofilik berkisar 25 – 35°C. *Bacillus subtilis* juga telah beradaptasi sehingga dapat hidup walaupundibawah kondisi keras dan lebih cepat mendapatkan perlindungan terhadap stres situasi seperti kondisi pH rendah (asam), alkali, osmosa dan suhu tinggi. Bakteri ini hanya memiliki satu molekul DNA yang berisi seperangkat set kromosom. Beberapa keunggulan dari bakteri ini adalah mampu mensekresikan antibiotik dalam jumlah besar ke luar dari sel dan bakteri ini mampu menurunkan kadar fosfat dalam tanah (Rini, 2011).

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

Klasifikasi *Bacillus subtilis* dalam Rini (2011) adalah :

Kingdom : Bakteri
Fillum : Firmicutes
Kelas : Bacilli
Order : Bacillales
Famili : Bacillaceae
Genus : *Bacillus*
Spesies : *Bacillus subtilis*



Gambar 4. *Bacillus subtilis*
(Kosim dan Putra, 2010)

2.5 Isolasi Bakteri

Isolasi merupakan salah satu tahapan seleksi mikroba yang sangat potensial dalam suatu industri atau penelitian. Isolasi adalah cara yang dilakukan untuk mengidentifikasi jenis bakteri tertentu dari kelimpahan dan morfologinya. Sementara tujuan isolasi adalah untuk mendapatkan atau menumbuhkan jenis mikroorganisme tertentu (Hast, 1992).

Menurut Dart (2003) Isolasi digunakan untuk menambahkan pertumbuhan bakteri dan tidak membunuh bakteri tersebut. Metode isolasi yang banyak digunakan adalah pelapisan piring, media yang paling baik yaitu agar yang dituangkan pada media steril.

2.6 Metabolit Bakteri

Metabolit adalah intermediet dan produk dari metabolisme. Proses sintesis yang terjadi pada makhluk hidup termasuk bakteri yang bertujuan untuk menghasilkan metabolit primer dan metabolit sekunder. Kedua senyawa inilah yang diproduksi oleh bakteri dalam siklus hidupnya.

2.6.1 Metabolit Primer

Metabolit primer adalah senyawa yang termasuk produk akhir yang mempunyai berat molekul rendah dan dihasilkan pada fase eksponensial oleh mikroba. Senyawa digunakan sebagai bahan dasar pembangunan makromolekul atau dikonversikan menjadi koenzim, seperti asam – asam organik, asam sitrat, asam fumarat, dan asam amino (Dharma, 2005). Ditambahkan oleh Kunaepah (2008), metabolit primer ialah senyawa kimia yang dihasilkan oleh mikroba dan dibutuhkan oleh mikroba tersebut untuk pertumbuhannya. Hasil dari metabolit primer antara lain ialah berupa asam laktat dan alcohol.

2.6.2 Metabolit Sekunder

Metabolit sekunder pada suatu organisme hidup (*natural product*) merupakan suatu senyawa kimia yang diproduksi sebagai respon terhadap

lingkungannya, salah satunya sebagai sistem pertahanan diri. Senyawa kimia yang dilepaskan ini bersifat toksik terhadap lingkungannya, namun metabolit sekunder ini berpotensi sebagai antivirus, antibakteri, antimalaria, antiinflamasi, antioksidan, dan antikanker (Sijabat, 2009).

Menurut Dharma (2005), mikrobia mampu mensintesis senyawa metabolit sekunder pada fase pertumbuhan stasioner. Senyawa metabolit sekunder tersebut digunakan sebagai nutrisi darurat untuk mempertahankan hidupnya. Metabolit sekunder dapat tergolong sebagai antibiotik biopestisida, mikotoksin, pigmen, alkaloid dan enzim.

2.7 Parameter Kualitas Limbah Cair

2.7.1 pH

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.

2.7.2 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 kimiaterjadi di dalam air, khususnya, reaksi pertukaran ion antara mineral sedimen dan kation (Sullivan, 2000)

Menurut Parwati (2014) total suspended solid (TSS) adalah material padat tersuspensi (diameter>1 μm) yang tertahan pada saringan milipore dengan diameter pori 0.45 m. TSS terdiri dari lumpur, pasir halus danjasad-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.

2.7.3 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, 2006).

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

2.7.4 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 menganggu selaput konjungtiva pada mata. Dijumpai pula efek kronis pada bronchus dan peningakatn 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 nutrien yang lengkap untuk bahan dasar pembuatan pupuk cair.

2.7.5 COD (*Chemical Oxygen Demand*)

COD berfungsi untuk mengetahui jumlah bahan organik di dalam air dapat dilakukan suatu uji yang lebih cepat daripada uji BOD, yaitu berdasarkan reaksi kimia dari suatu bahan oksigen. Uji tersebut adalah uji COD, yaitu suatu uji yang

menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidasi, misalnya Kalium dikhromat, untuk mengoksidasi bahan-bahan organik (Tejokusumo,2007).

COD atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam satu liter sampel air, dimana pereaksinya adalah $K_2Cr_2O_7$ atau $KMNO_4$. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasi melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air. Sebagian besar zat organik melalui tes COD ini dioksidasi oleh $K_2Cr_2O_7$ dalam keadaan asam yang mendidih optimum (Muhajir, 2013).

2.7.7 BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

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

Menurut Tejokusumo (2007), BOD merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik yang terdapat di dalam air secara sempurna dengan menggunakan ukuran proses biokimia yang terjadi di dalam air limbah. BOD tidak menunjukan jumlah bahan organik, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah O_2 yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan–bahan buangan tersebut. Jika konsumsi O_2 tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya O_2terlarut, maka berarti kandungan bahan–bahan buangan yang membutuhkan O_2 tinggi.

3. MATERI DAN METODE PENELITIAN

3.1 Materi Penelitian

3.1.1 Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari bahan utama dan bahan tambahan. Bahan utama yang digunakan ialah limbah cair pembekuan ikan kaca piring 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 mangrovedan limbah pemindangan sebagai berikut : *Acinetobacter baumanii, Bacillus subtilis, dan Enterobacter gergoviae*. Media yang digunakan untuk pertumbuhan bakteri tersebut ialah media TSB (*Trypthon Soya Broth*), serta bahan – bahan lain yang digunakan dalam pembiakan bakteri antara lain : aquades, larutan NaCl, kertas saring, air ledeng, tissue, sarung tangan, sabun cair, dan masker.

Sedangkan bahan – bahan yang diperlukan untuk mengambil limbah cair adalah : es batu, kertas label dan aluminum foil. Bahan yang digunakan pada proses pembiakan *Acinetobacter baumanii, Bacillus subtilis, dan Enterobacter gergoviae* ialah : Media TSB (*Trypthon Soya Broth*), larutan NaCl, aquades, air, tissue, sarung tangan, masker, dan alkohol.

3.1.2 Alat

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini terdiri dari peralatan pembiakan bakteri, pengambilan sampel dan proses aerasi. Peralatan pembiakan dan pengenceran bakteri, antara lain :, tabung reaksi, kulkas, gelas arloji, rak tabung reaksi, pipet volum, beaker glass, timbangan digital, jarum ose, erlenmeyer, gelas ukur, spatula, bunsen, botol semprot, nampan, inkubator, autoklaf. Peralatan pengambilan sampel limbah cair pembekuan ikan kaca piring

meliputi : coolbox dan wadah jerigen. Sedangkan peralatan aerasi antara lain : selang kecil, toples dan aerator.

3.2 Metode Penelitian

Metode yang digunakan dalam penelitian ini yaitu metode eksperimen. Metode penelitian eksperimen adalah metode sistematis guna membangun hubungan yang mengandung fenomena sebab-akibat. Hal ini dilakukan untuk memperoleh informasi tentang variabel mana yang menyebabkan sesuatu terjadi dan variabel yang memperoleh akibat dari terjadinya perubahan dalam suatu kondisi eksperimen (Azizah, 2013).

Menurut Nursalam (2008), mengatakan bahwa eksperimen atau eksperimental adalah suatu rancangan penelitian yang digunakan untuk mencari hubungan sebab-akibat dengan adanya keterlibatan penelitian dalam melakukan manipulasi terhadap variabel bebas. Eksperimen merupakan rancangan penelitian yang memberikan pengujian hipotesis yang paling tertata dan cermat, sedangkan pada penelitian kohort atau kasus kontrol hanya sampai pada tingkat dugaan kuat dengan landasan teori atau telah logis yang dilakukan peneliti.

Pada metode penilitian ini data yang diperoleh dari hasil pemeriksaan laboratrium disajikan dalam bentuk tabel distribusi dan gambar grafik. Kemudian hasil analisisnya akan dibandingkan dengan baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Negara lingkungan hidup No. 5 Tahun 2014 tentang baku mutu air limbah.

3.3 Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok dengan membandingkan antara kelompok perlakuan dengan kontrol, kemudian di lakukan pengulangan sebanyak 3 kali.Adapun bakteri yang dikombinasikan meliputi : A+B= Penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* + *Bacillus subtilis*, A+C= Penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* +

Enterobacter gergoviae, B+C =Penambahan kombinasi bakteri *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* dan A+B+C= Penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae*. Pengamatan dan pengujian dilakukan selama 10 hari dengan selang waktu 5 hari, yaitu hari ke 0, hari ke 5, hari ke 10.Berikut adalah rancangan penelitian tentang pengolahan limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii, Bacillus subtilis, dan Enterobacter gergoviae* secara aerob pada Tabel 1.

Tabel 1. Rancangan percobaan bentuk RAK

Perlakuan Kombinasi Bakteri	Pengamatan (Hari)		
	0	**5**	**10**
Kontrol	K 0	K 5	K 10
A + B	(A+B) 0	(A+B) 5	(A + B) 10
A + C	(A+C) 0	(A+C) 5	(A + C) 10
B+C	(B + C) 0	(B + C) 5	(B + C) 10
A + B + C	(A + B + C) 0	(A + B + C) 5	(A + B + C) 10

Keterangan :
A + B : *Acinetobacter baumanii* + *Bacillus subtilis*
A + C : *Acinetobacter baumanii* + *Enterobacter gergoviae*
B + C : *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae*
A + B + C : *Acinetobacter baumanii* + *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae*
0, 5 dan 10 : Pengamatan, lama aerasi 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 kaca piring PT. Inti Luhur Fuja Abadi (ILUFA), Kabupaten Pasuruan, Provinsi Jawa Timur. Sampel langsung diambil dari bak hasil pencucian ikan kaca piring. Sampel kemudian dimasukkan dalam dua wadah jerigen berukuran 30 liter. Sampel yang sudah dimasukkan wadah jerigen 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 fisiko kimia 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 dilakukan sterilisasi alat. Menurut Dart (2003), sterilisasi merupakan proses penguapan yang digunakan untuk beberapa produk dalam situasi dimana produk – produk tersebut terhindar dari infeksi. Sterilisasi menggunakan uap panas dilakukan pada suhu dan tekanan yang tinggi di dalam autoklaf. Ditambahkan oleh Nicklin *et al* (1999), mesin ini beroperasi pada suhu 121°C dan dapat membunuh mikroba. Adapun alat yang harus di sterilisasi yaitu tabung reaksi dan pipet volum. Kemudian dilanjutkan dengan pembuatan larutan untuk perkembangbiakan bakteri*Acinetobacter baumanii, Bacillus subtilis, dan Enterobacter gergoviae* dengan media cair TSB (*Trypthon Soya Broth*). Cara pembuatan media TSB, pertama yaitu menimbang media TSB sebanyak 9 gram menggunakan timbangan digital. Kemudian dimasukkan kedalam erlenmeyer 1000 ml dan ditambahkan aquades sebanyak 300 ml, lalu diaduk dengan spatula hingga homogen. Kemudian dilakukan sterilisasi menggunakan autoklaf dengan suhu 121°C tekanan 1 atm selama 15 menit, dengan tujuan menghilangkan kontaminan yang terdapat dalam media. Setelah disterilisasi media dipindahkan kedalam tabung reaksi masing – masing 100 ml dan didiamkan hingga dingin. Berikut ialah komposisi media TSB menurut Rini (2011) pada Tabel 2.

Tabel 2. Komposisi Media TSB (*Trypthon Soya Broth*)

Formula	Gram / Liter
Pandreatic Digest of Casein	17
Papaic Digest of Soybean Meal	3
Sodium Chloride	5
Dibasic Potassium phosphate	2,5
Dextrose	2,5

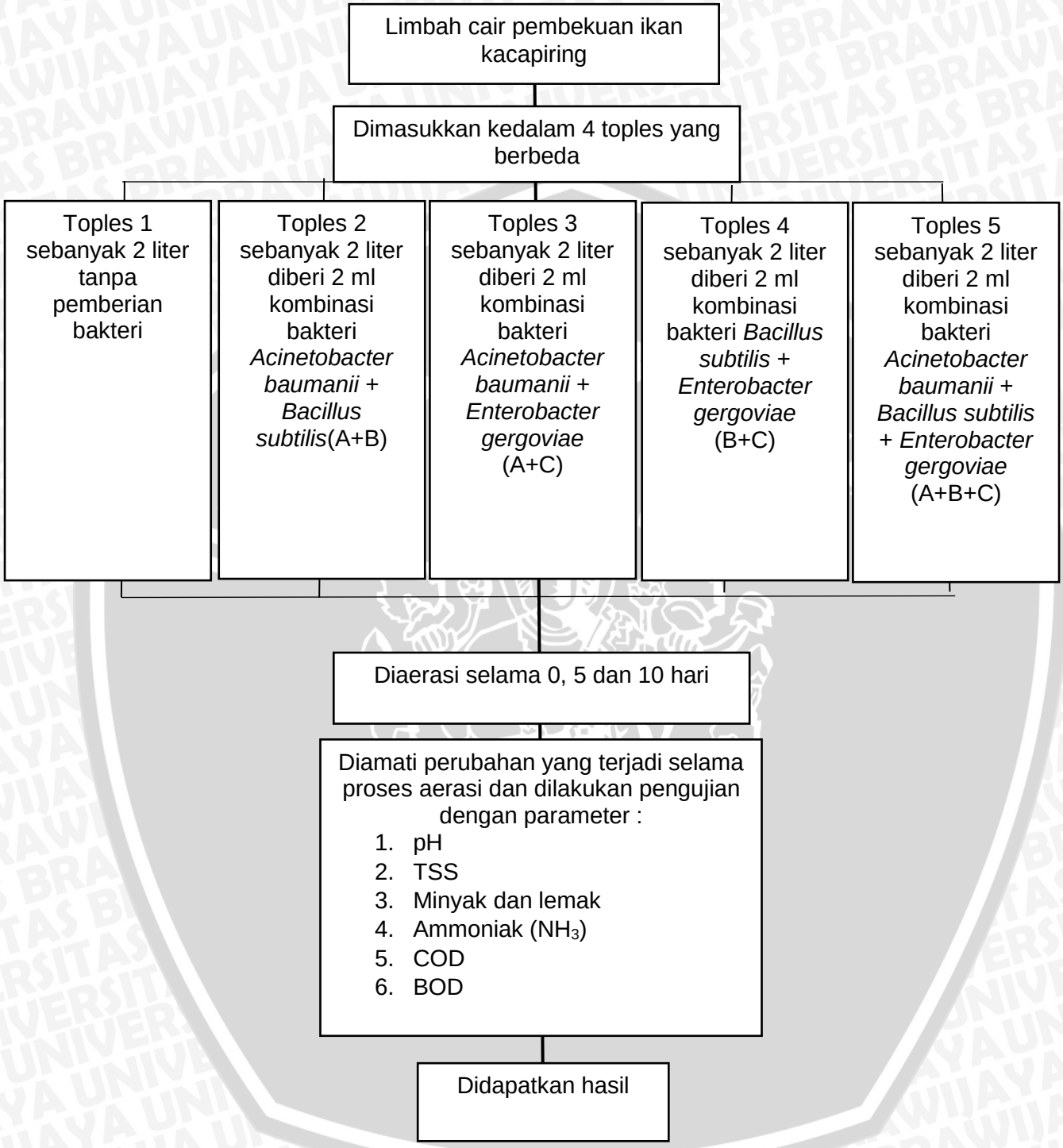
Sumber : Rini, 2011

Setelah didapatkan media cair steril selanjutnya dilakukan proses penanaman bakteri. Proses penanaman dilakukan sambil didekatkan dalam bunsen agar tidak terjadi kontaminasi dari udara luar. Untuk mengambil Isolat murni bakteri *Acinetobacter baumanii, Bacillus subtilis, dan Enterobacter gergoviae,* jarum ose di semprotkan dengan alkohol dan dipanaskan terlebih dahulu. Hal ini bertujuan untuk menghindari kontaminasi alat pada penanaman bakteri. Isolat bakteri diambil sebanyak 1 ose dengan cara menggores isolat dan dimasukkan kedalam media cair baru yang telah disiapkan. Bakteri yang telah diinokulasi dihomogenkan dan diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

3.4.3 Aerasi Limbah

Pada tahap aerasi limbah pertama sampel limbah cair sebanyak 2 liter dipisahkan untuk diuji kadar kadar pH, TSS, minyak dan lemak, dan ammonia sebelum diberi perlakuan bakteri sebagai kontrol. Hal ini bertujuan untuk mengetahui nilai kadar awal limbah tersebut sebelum diberi perlakuan bakteri. Sisa sampel limbah dimasukkan kedalam 8 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}sebanyak 2 ml yang dikombinasi kedalam masing – masing toples yang berisi limbah. Penambahan bakteri sebanyak 2ml mengacu pada penelitian yang dilakukan Ishartanto (2009) dalam penentuan dosis bakteri memaparkan bahwa dosis bakteri sebesar 0,5ml/l, 1ml/l, 2ml/l dan 3ml/l merupakan dosis yang paling efektif dalam menurunkan bahan organik air limbah domestik. Namun dalam penelitian Ishartanto,dosis bakteri yang digunakan ialah sebesar 1ml/l. Karena dengan dosis 1ml/l telah mampu mendegradasi limbah hingga memenuhi standar baku mutu, meskipun dosis 2ml/l dan 3ml/l menghasilkan reduksi bahan organik yang lebih tinggi.

Untuk toples pertama berisi kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* dan*Bacillus subtilis*. Toples kedua berisi kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* dan *Enterobacter gergoviae.* Kemudian toples ketiga berisi kombinasi bakteri *Enterobacter gergoviae* dan *Bacillus subtilis.* Dan yang terakhir toples keempat berisi kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii*, *Bacillus subtilis*dan *Enterobacter gergoviae.* Setelah diberi perlakuan bakteri, limbah kemudian diaerasi selama 10 hari. Dilakukan aerasi selama 10 hari dengan selang wktu 5 hari bertujuan untuk mengetahui sejauh mana efektivitas bakteri dalam mendegradasi limbah cair. menurut Munawaroh *et al*. (2013) pada penelitian pengolahan limbah cair industri tahu dengan menggunakan mikroorganisme selama 20 hari. Selang waktu 5 hari pertama sudah mampu menurunkan kadar limbah cair hingga 97%. Oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan aerasi selama 10 hari dengan selang waktu 5 hari. Selama waktu aerasi diamati tiap perubahan fisik yang terjadi pada limbah dan pada selang 5 hari dilakukan pengujian kadar histamin, pH, TSS, minyak dan lemak, dan ammonia. Perubahan yang terjadi selama proses aerasi dapat dilihat pada lampiran. Untuk skema kerja aerasi limbah dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Diagram Alir Proses Penelitian

3.5 Analisa Beberapa Parameter Uji

3.5.1 Analisa pH

pH dianalisa menggunakan pH meter dengan prosedur sebagai berikut :

- Probe disambungkan listrik terlebih dahulu sebelum digunakan
- Kemudian dimasukkan kedalam air sampel yang akan di analisa
- Ditekan tombol “ON” dan ditunggu hingga muncul angka pada layar pH meter.
- Ditunggu hingga angka dalam posisi stabil
- Setelah selesai ditekan tombol OFF untuk mematikan alat
- Probe dicuci dengan aquades dan ditutup.

3.5.2 Analisa TSS (*Total Suspended Solid*)

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

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

- Pindahkan kertas saring secara hati-hati dari peralatan penyaring dan pindahkan ke wadah timbang alumunium sebagai penyangga
- Keringkan dalam oven setidaknya selama 1 jam pada suhu 103°C sampai dengan 105°C, dinginkan dalam desikator untuk menyeimbangkan suhu dan timbang

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

Analisa minyak dan lemak menurut SNI (1991) ialah sebagai berikut :

- Sampel diambil dengan pipet volume sebanyak 25 ml, lalu dimasukkan kedalam corong pisah 100 ml
- Ditambahkan petroleum eter 25 ml lalu dikocok selama 5 menit
- Dipisahkan dan diambil lemak bersama pelarut dan dimasukkan kedalam cawan porselen yang sudah dikonstan.
- Dipanaskan diatas penangas air (hot plate) sampai tidak ada air lalu dilanjutkan pemanasan ke dalam oven pada suhu 105°C selama 30 menit
- Didinginkan dalam desikator dan ditimbang
- Dilakukan pengovenan selang waktu 30 menit lalu didinginkan dalam desikator lalu ditimbang sehingga didapatkan berat konstan dan dicatat hasil penimbangannya.

3.5.4 Analisa ammonia (NH_3)

Analisa ammonia dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dengan prosedur menurut SNI (2002) sebagai berikut :

- Sampel limbah disaringdengan kertas saring sebanyak 25 ml

- Kemudian dimasukkan ke dalam beaker glass
- Ditambahkan pereaksi nessler sebanyak 2 ml
- Dibiarkan selama 30 menit.
- Setelah cairan mengendap, diambil cairan berwarna bening
- Dimasukkan kedalam kuvet
- Diukur kadar ammonia menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 425 nm
- Dicatat skala yang ditunjukkan pada spektrofotometer

3.5.5 Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Analisa COD dilakukan dengan menggunakan spektrofotometer dengan prosedur menurut SNI (2004), sebagai berikut :

Pembuatan kurva kalibrasi :

- Optimalkan alat uji spektrofotometer sesuai petunjuk penggunaan alat untuk pengujian COD
- Siapkan setidaknya 5 larutan standar KHP (Kalium Hidrogen Phtalat) ekuivalen dengan COD untuk mewakili kisaran konsentrasi
- Gunakan volume pereaksi yang sama antara contoh dan larutan standar KHP
- Baca absorbansinya pada panjang gelombang 600 nm atau panjang gelombang 420 nm
- Buat kurva standar

Prosedur

- Dinginkan perlahan-lahan contoh yang sudah direfluks sampai suhu ruang untuk mencegah terbentuknya endapan. Jika perlu, saat pendinginan sesekali tutup contoh dibuka untuk mencegah adanya tekanan gas.

- Biarkan suspensi mengendap dan pastikan bagian yang akan diukur benar-benar jernih .
- Ukur contoh dan 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.
- Jika konsentrasi COD lebih kecil atau sama dengan 90 mg/L, lakukan pengukuran pada panjang gelombang 420 nm, gunakan pereaksi air sebagai larutan referensi.
- Ukur absorbsi blanko yang tidak direfluks yang mengandung dikromat, dengan pereaksi air sebagai pengganti contoh uji, akan memberikan absorbsi dikromat awal.
- Perbedaan absorbansi antara contoh yang direfluks dan yang tidak direfluks adalah pengukuran COD contoh uji.
- Plot perbedaan absorbansi antara blanko yang direfluks dan absorbansi larutan standar yang direfluks terhadap nilai COD untuk masing-masing standar.
- Lakukan analisa duplo.

Perhitungan

Nilai COD : sebagai mg/L O_2

- Masukkan hasil pembacaan absorbansi contoh uji ke dalam kurva kalibrasi
- Nilai COD adalah hasil pembacaan konsentrasi contoh uji dari kurva kalibrasi.

3.5.6 Analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Analisa BOD menurut Muhajir (2013) sebagai berikut :

- Diambil sampel dengan pipet sebanyak 5 mL kedalam Erlenmeyer.
- tambahkan 1 mL MnSO4 dan 1 mL larutan alkali azida, tutup sampel dan kocok dengan membolak – balikkan botol beberapa kali, biarkan hingga terbentuk endapan setengah bagian.
- Tambahkan 1 mL H_2SO_4 pekat melalui dinding botol, kemudian tutup kembali, kocok kembali sampai endapan larut.
- Masukkan secara kuantitatif kedalam erlenmeyer yang berisi larutan jernih, diaduk hingga homogen.
- Titrasi larutan dengan natrium thiosulfat 0.1 N sampai warna kuning muda, tambahkan 1 – 2 mL indikator kanji sampai warna biru dan lanjutkan titrasi sampai warna biru hilang.
- Lakukan hal sama dengan blanko.

Perhitungan BOD sebelum Perlakuan

$$DO\left(\frac{mg}{L}\right) = \frac{V\ Thiosulfat\ x\ N\ Thiosulfat\ x\ Be\ O2\ x\ P}{V\ Sampel}$$

$$BOD = DO0 - DO5$$

Keterangan :

DO0 = Oksigen terlarut 0 hari

DO5 = Oksigen terlarut 5 hari

BeO_2 = 8000

P = Pengenceran

Perhitungan BOD setelah perlakuan

$$BOD = \frac{(BOD\ awal - BOD\ sampel)}{BOD\ awal}$$

4. HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian pengolahan limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacillus subtilis dan Enterobacter gergoviae* secara aerob didapatkan berdasarkan pengujian pH, TSS, Minyak dan Lemak, Ammonia, COD dan BOD dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Analisa Parameter Uji Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring

Pengamatan Hari	Perlakuan Bakteri	Parameter Uji (mg/L)					
		pH	TSS	Minyak dan Lemak	Ammonia	COD	BOD
0	Kontrol	6,65	106,3	2,75	16,1	256,45	70,85
	A+B	6,65	106,3	2,75	16,1	256,45	70,85
	A+C	6,65	106,3	2,75	16,1	256,45	70,85
	B+C	6,65	106,3	2,75	16,1	256,45	70,85
	A+B+C	6,65	106,3	2,75	16,1	256,45	70,85
5	Kontrol	7,05	103,85	2,45	15,6	236,95	69,95
	A+B	7,95	67,2	2,1	10,805	179,2	63
	A+C	8	59,5	2,2	13,14	186,9	65,05
	B+C	7,8	66,55	2,1	14,75	176,8	68
	A+B+C	7,75	63,3	2,15	15,815	159	56,55
10	Kontrol	7,45	99,45	2,35	9,85	202,05	68,05
	A+B	8,15	56	2,05	1,7865	152,6	44,05
	A+C	8,1	47,6	1,95	0,7625	127,25	35,3
	B+C	8,35	52	2	1,653	102,65	51
	A+B+C	8,35	59,15	1,95	0,812	130,95	38,3

Sumber: Data Diolah

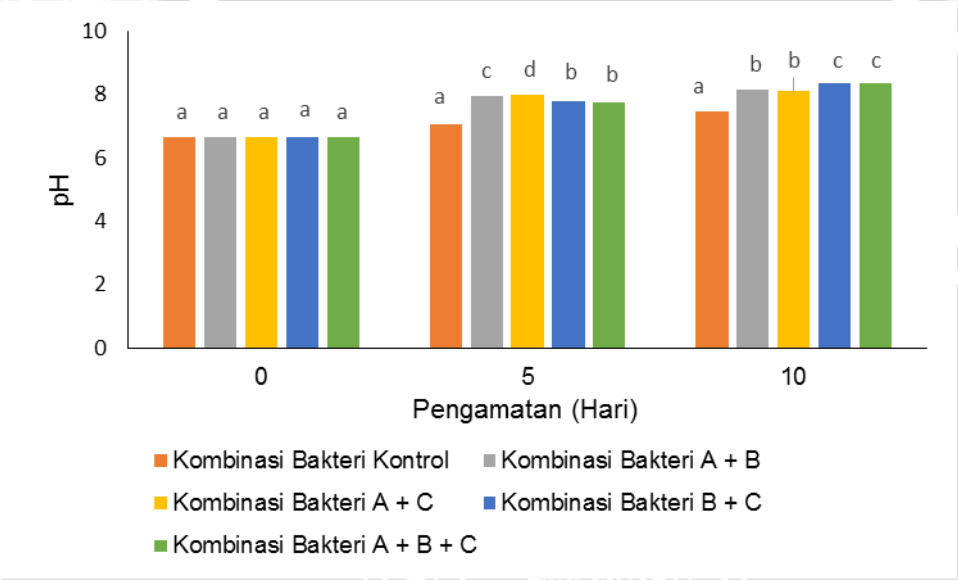
4.1 Analisa pH

Hasil analisa pH pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*yang diaerasi selama 10 hari dengan pengamatan pada hari ke 0, hari ke 5 dan hari ke 10 yang dapat dilihat dalam Tabel 4 sedangkan grafik analisa dapat di lihat pada Gambar 4.

Tabel 4. Analisa pH Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring

Perlakuan	Pengamatan Hari		
	0	5	10
Kontrol	6,65[a]	7,05 [a]	7,45 [a]
A + B	6,65 [a]	7,95[c]	8,15[b]
A + C	6,65 [a]	8[d]	8,1[b]
B + C	6,65 [a]	7,8[b]	8,35[c]
A + B + C	6,65 [a]	7,75[b]	8,35[c]

Sumber : Pengujian pH Laboratorium Perum Jasa Tirta I Malang
Keterangan:Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata



Gambar 6. Hasil analisa pH limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit>Ftabel, artinya analisapH memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Pada hasil analisa pH, pada hari ke 0 tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan kombinasi. Pada hari ke 5 terdapat pengaruh yang nyata, Kontrolbedanyata dengan kombinasi A + B, A + C, B + C, dan A + B + C. Kombinasi A + B berbeda nyata dengan Kontrol kombinasi, A + C, B + C,dan A +

B + C. Kombinasi bakteri A + C berbeda nyata dengan Kontrol kombinasi, A + B, B + C, dan A + B + C. Kombinasi bakteri B + C berbeda nyata dengan Kontrol, A + B dan A + C, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap A + B + C. Kombinasi A + B + C berbeda nyata dengan Kontrol, A + B dan A + C, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap B + C. Pada hari ke 10Kontrolbeda nyata dengan A + B, A + C, B + C, dan A + B + C. Kombinasi A + Bbeda nyata dengan Kontrol, B + C, dan A + B + C, namun tidak beda nyata dengan A + C. Kombinasi A + Cbeda nyata dengan Kontrol, B + C dan A + B + C, namun tidak beda nyata dengan A + B. Kombinasi B + Cbeda nyata dengan Kontrol, A + B, dan A + C, namun tidak beda nyata dengan A + B + C. Kombinasi A + B + Cbeda nyata dengan Kontrol, A + B dan A + C namun tidak beda nyata dengan B + C.

Berdasarkan hasil analisa pH, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae,* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, pH limbah cair pembekuan ikan kaca piring dianalisa dengan menggunakan pH meter dan didapatkan hasil 6,65. Kemudian diberi perlakuanKontrol, kombinasi A + B, A + C, B + C, dan A + B + C. Pada perlakuan Kontrol hari ke 5 mengalami kenaikan sebesar 7,05 dan pada hari ke 10 mengalami kenaikan sebesar 7,45. Pada analisa pH hari ke 5 pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami kenaikan pH menjadi 7,95. Setelah 10 hari pada perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + B masih mengalami kenaikan sebesar 8,15. Pada perlakuan kombinasi A + C hasil analisa pada hari ke 5 didapatkan pH 8 dan pada hari ke 10 mengalami kenaikan sebesar 8,1; B + C hasil analisa pada hari ke 5 didapatkan pH 7,8 dan pada hari ke 10 mengalami kenaikan sebesar 8,35. A + B + C dilakukan dianalisa pH dengan pH meter pada

hari ke 5 didapatkan hasil 7,75, setelah 10 hari pada masing – masing perlakuan kombinasi bakteri mengalami kenaikan hingga 8,35.

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 % Ammonia dan CO_2, disamping itu akibat langsung pemecahan protein menjadi total N non protein pada tubuh ikan akan menyebabkan pH menjadi 7,1-7,2.

Pada standar baku mutu (2014) bahwa untuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar antara 6 – 9. Hasil dari analisa pH pada limbah cair ikan kaca piring hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu masih dapat ditoleransi, pada hasil penelitian pemberian kombinasi bakteripada limbah cair pembekuan ikan kaca piring perlakuan A + B didapatkan pH 8,15, perlakuan A + C sebesar 8,1 ; B + C sebesar 8,35 dan A + B + C didapatkan pH 8,35.

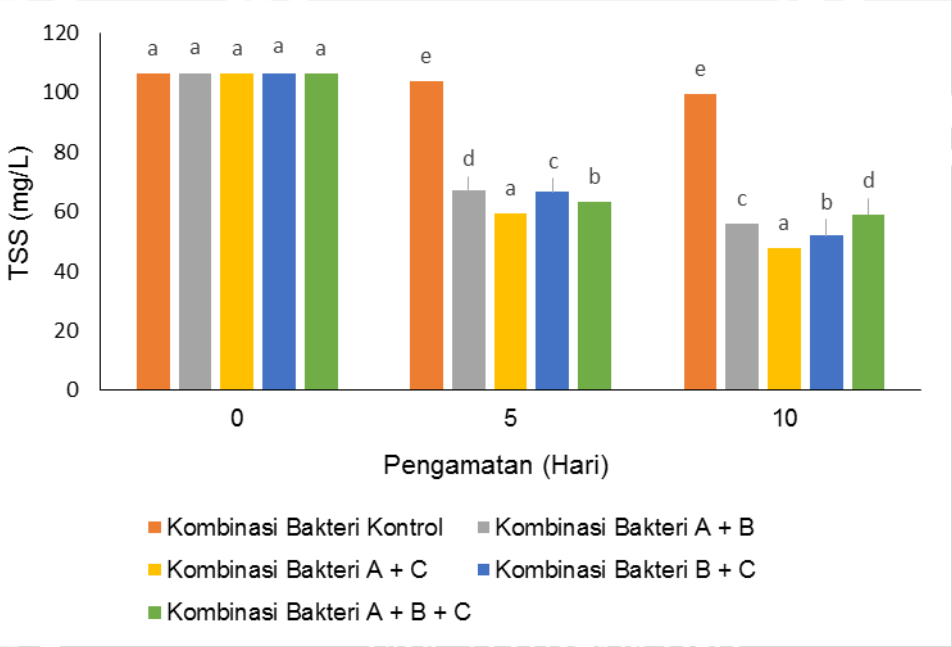
4.2 Analisa TSS (*Total Solid Suspended*)

Hasil analisa TSS (*Total Solid Suspended*) pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada Tabel 5 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada Gambar 7.

Tabel 5. Analisa TSS Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring

Perlakuan	Pengamatan Hari		
	0	5	10
Kontrol	106,3 [a]	103,85[e]	99,45[e]
A + B	106,3 [a]	67,2[d]	56[c]
A + C	106,3 [a]	59,5[a]	47,6[a]
B + C	106,3 [a]	66,55[c]	52[b]
A + B + C	106,3 [a]	63,3[b]	59,15[d]

Sumber : Pengujian TSS Laboratorium Perum Jasa Tirta I Malang
Keterangan:Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata



Gambar 7. Hasil analisa TSS (*Total Solid Suspended*) limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit>Ftabel, artinya analisaTSS memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Pada hasil analisa TSS, pada hari ke 0 tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan kombinasi. Pada hari ke 5 terdapat pengaruh yang nyata, Kontrolbeda nyata dengan kombinasi A + B, A + C, B + C, dan A + B + C. Kombinasi A + B berbeda nyata dengan Kontrol kombinasi, A + C, B + C,dan A + B + C. Kombinasi bakteri A + C berbeda nyata dengan Kontrol kombinasi, A + B, B + C, dan A + B + C. Kombinasi bakteri B + C berbeda nyata dengan Kontrol, A + B, A + C, dan A + B + C. Kombinasi A + B + C berbeda nyata dengan Kontrol, A + B dan A + C, dan B + C. Pada hari ke 10 seluruh kombinasi bakteri terdapat pengaruh yang nyata. Sehingga di dapatkan hasil terbaik pada hari ke 5 dan hari ke10 adalah perlakuan kombinasi A + C.

Berdasarkan grafik hasil analisa TSS (*Total Solid Suspended*), dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae,* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dengan metode gravimetri mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar TSS limbah cair pembekuan ikan kaca piring didapatkan hasil 106,3 mg/L. Kemudian diberi perlakuan Kontrol, kombinasi A+B, A+C, B+C, dan A+B+C. Pada perlakuan Kontrol hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 103,86 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 99,45 mg/L. Pada analisa TSS (*Total Solid Suspended*) hari ke 5 dengan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan sebesar 67,2 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + B masih mengalami penurunan sebesar 56 mg/L. Pada pemberian kombinasi A + C, dianalisa pada hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 59,5 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + C juga mengalami penurunan sebesar 47,6 mg/L. Pada pemberian kombinasi bakteri B + C dan A + B + C hari ke 5 masing – masing mengalami penurunan sebesar 66,55 mg/L dan 63,3 mg/L. Dan setelah hari ke

10 pemberian kombinasi bakteri B + C dan A + B + C mengalami penurunan, masing – masing sebesar 52 mg/L dan 59,15 mg/L.

Menurut Wignyanto (2009), penurunan kadar TSS disebabkan oleh aktivitas pendegradasi senyawa organik oleh bakteri. Selama proses degradasi berlangsung, molekul kompleks bahan cemaran organik dipecah oleh enzim-enzim bakteri melalui proses hidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa-senyawa sederhana tersebut digunakan oleh bakteri untuk metabolisme tubuhnya sehingga menghasilkan energi, CO_2, H_2O dan sisa metabolisme yang berupa lumpur yang mudah mengendap ke dasar, sehingga dengan mekanisme tersebut bahan cemaran organik berupa padatan tersuspensi yang berada pada limbah semakin lama semakin berkurang sehingga nilai TSS-nya juga semakin menurun.

Sebaliknya pada penelitian Munawaroh et al (2013) tentang pengolahan limbah cair industri tahu, terjadi kenaikan kadar TSS selama 20 hari aerasi. Hal ini disebabkan karena senyawa – senyawa nitrogen yang terdapat dalam limbah cair terbentuk dalam bahan tersuspensi, selain itu juga ammonia dapat terserap ke dalam bahan – bahan tersuspensi sehingga mengendap didasar perairan. Seiring timbulnya bau ammonia, kemungkinan dapat menyebabkan kandungan TSS meningkat. Selain itu juga volume air limbah semakin lama semakin berkurang, maka endapan yang terangkat akan terukur sebagai TSS. Sehingga hasil konsentrasi TSS akan meningkat nilainya.

Pada standar baku mutu (2014) hasil dari analisa TSSuntuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar 100 mg/L. Hasil dari analisa TSS limbah cair ikan kaca piring hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu masih dapat ditoleransi. Karena pemberian kombinasi bakteripada limbah cair pembekuan ikan kaca piring perlakuan A + B didapatkan kadar TSS sebesar 56

mg/L, perlakuan A + C sebesar 47,6 mg/L; B + C sebesar 52 mg/L dan A + B + C didapatkan sebesar 59,15 mg/L.

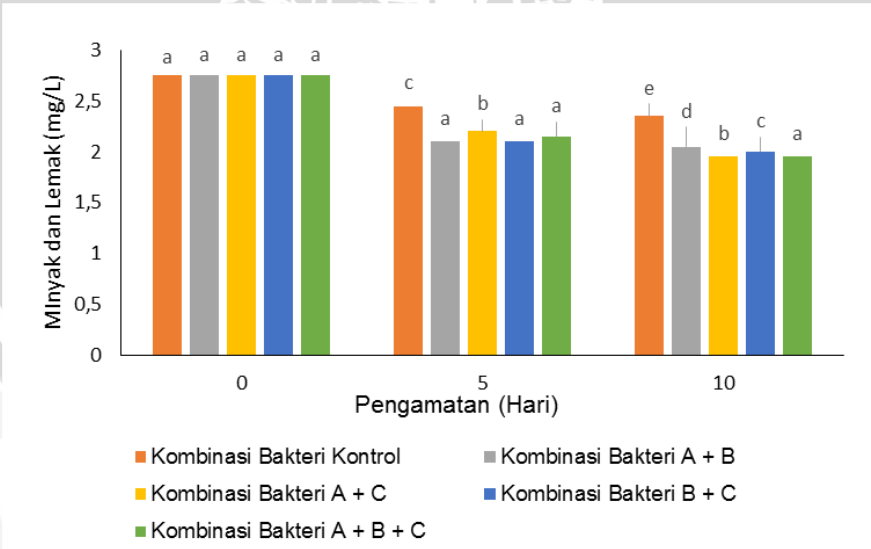
4.3 Analisa Minyak dan Lemak

Hasil analisa kadar minyak dan lemak pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 haridapat dilihat pada Tabel 6 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada Gambar 8.

Tabel 6. Analisa Minyak dan Lemak Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring

Perlakuan	Pengamatan Hari		
	0	5	10
Kontrol	2,75 [a]	2,45 [c]	2,35 [e]
A + B	2,75 [a]	2,1 [a]	2,05 [d]
A + C	2,75 [a]	2,2 [b]	1,95 [b]
B + C	2,75 [a]	2,1 [a]	2 [c]
A + B + C	2,75 [a]	2,15 [a]	1,95 [a]

Sumber : Pengujian Minyak dan Lemak Laboratorium Perum Jasa Tirta I Malang
Keterangan :Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata



Gambar 8. Hasil analisa kadar minyak dan lemak limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit>Ftabel, artinya analisaMinyak dan Lemakmemberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Pada hasil analisa minyak dan lemak, pada hari ke 0 tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan kombinasi. Pada hari ke 5 terdapat pengaruh yang nyata, Kontrolbeda nyata dengan kombinasi A + B, A + C, B + C, dan A + B + C. Kombinasi A + B berbeda nyata dengan Kontrol kombinasi, dan A + C, namun tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap B + C dan A + B + C. Kombinasi bakteri A + C berbeda nyata dengan Kontrol kombinasi, A + B, B + C, dan A + B + C. Kombinasi bakteri B + C berbeda nyata dengan Kontrol, dan A + C, namun tidak beda nyata dengan A + B dan A + B + C. Kombinasi A + B + C berbeda nyata dengan Kontrol dan A + C, namun tidak beda nyata dengan A + B dan B + C. Pada hari ke 10pada seluruh kombinasi bakteri memberikan pengaruh yang nyata.Sehingga di dapatkan hasil terbaik hari ke10 adalah perlakuan kombinasi A + B + C.

Berdasarkan grafik hasil analisa kadar minyak dan lemak, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae,* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar minyak dan lemak limbah cair pembekuan ikan kaca piring didapatkan hasil 2,75 mg/L. Kemudian diberi perlakuan Kontrol, kombinasi A+B, A+C, B+C, dan A+B+C. Pada perlakuan Kontrol hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 2,45 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 2,35 mg/L. Kemudian analisa

kadar minyak dan lemak hari ke 5 dengan pemberian kombinasi bakteri, Pada A + B mengalami penurunan sebesar 2,1 mg/L. Pada perlakuan kombinasi A + C mengalami penurunan sebesar 2,2 mg/L. kemudian pada perlakuan kombinasi B + C sebesar 2,1 mg/L. Dan pada perlakuan kombinasi A + B + C hari ke 5 juga mengalami penurunan sebesar 2,15 mg/L. Kemudian setelah 10 hari ternyata pada perlakuan pemberian kombinasi bakteri masih mengalami penurunan.Pada A + B mengalami penurunan sebesar 2,05 mg/L.Pada perlakuan kombinasi A + C mengalami penurunan sebesar 1,95 mg/L. kemudian pada perlakuan kombinasi B + C sebesar 2 mg/L. Dan pada perlakuan kombinasi A + B + C hari ke 10 juga mengalami penurunan sebesar 1,95 mg/L.

Menurut Rizqon*et al* (2013), Kandungan minyak dan lemak yang terdapat dalam limbah industri pengolahan ikan bersumber dari pencucian, pembersihan isi perut ikan, dan pengolahan ikan khususnya pada proses perebusan ikan pada industri pengalengan ikan. proses ini, minyak lemak yang terdapat dalam ikan akan keluar dan menjadi limbah.Pada 5 hari pertama sebagian besar bakteri masih belum menurunkan kandungan minyak dan lemak secara optimal dikarenakan pH pada limbah cair masih bersifat asam, sehingga aktivitas bakteri dalam mendegradasi minyak dan lemak terhambat. Ditambahkan Oktavia *et al* (2012), peningkatan kadar lemak dan minyak pada limbah disebabkan karena bahan organik terlarut dan tersuspensi menjadi sangat tinggi pada limbah cair. minyak dan lemak yang terdapat di permukaan air akan menghambat proses biologis dalam air dan menghasilkan gas berbau. Kemudian 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 limbah cair. senyawa organik dalam limbah cair yang mengalami aktivitas perombakan oleh bakteri 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 diantaranya *Bacillus* sp., *Klebsiella* sp., dan *Staphylococcus* sp.

Pada standar baku mutu (2014) hasil dari analisa minyak dan lemak untuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar 15 mg/L. Hasil dari analisa minyak dan lemak limbah cair ikan kaca piring hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu masih dapat ditoleransi. Karena pemberian kombinasi bakteri pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring perlakuan A + B didapatkan kadar minyak dan lemak sebesar 2,05 mg/L, perlakuan A + C sebesar 1,95 mg/L; B + C sebesar 2 mg/L dan A + B + C didapatkan sebesar 1,95 mg/L.

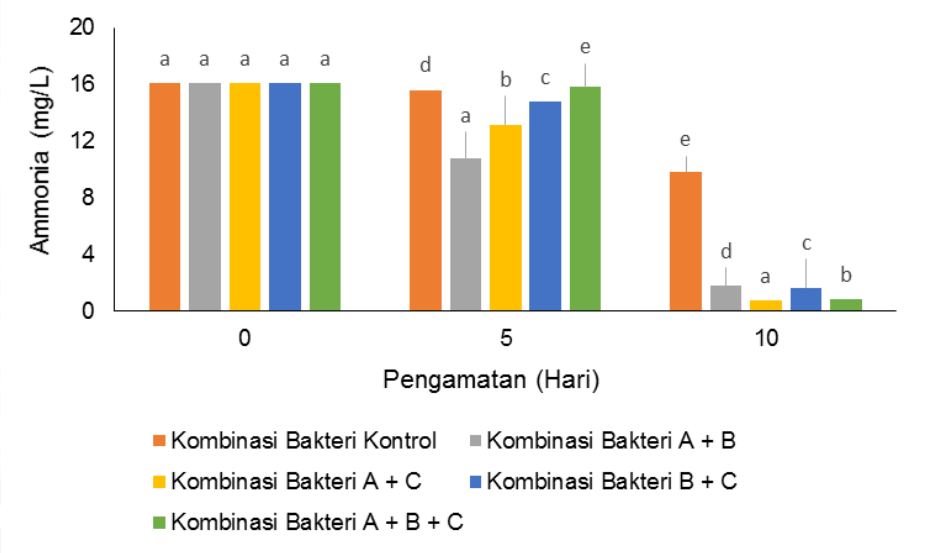
4.4 Analisa Ammonia

Hasil analisa kadar ammonia pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada Tabel 7 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada Gambar 9.

Tabel 7. Analisa Ammonia Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring

Perlakuan	Pengamatan Hari		
	0	5	10
Kontrol	16,1 [a]	15,6[d]	9,85[e]
A + B	16,1[a]	10,805[a]	1,78[d]
A + C	16,1[a]	13,14[b]	0,76[a]
B + C	16,1[a]	14,75[c]	1,65[c]
A + B + C	16,1[a]	15,815[e]	0,81[b]

Sumber : Pengujian Ammonia Laboratorium Perum Jasa Tirta I Malang
Keterangan: Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata



Gambar 9. Hasil analisa kadar ammonia limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit>Ftabel, artinya analisaammonia memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Pada hasil ammonia, pada hari ke 0 tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan kombinasi. Pada hari ke 5 dan hari ke 10 pada seluruh kombinasi bakteri memberikan pengaruh yang nyata. Sehingga di dapatkan hasil terbaik hari ke 5 adalah kombinasi bakteri A + B dan hasil terbaik hari ke10 adalah perlakuan kombinasi bakteri A + C.

Berdasarkan grafik hasil analisa kadar ammonia, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae,* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar ammonia limbah cair pembekuan ikan kaca piring dianalisa dengan menggunakan

spektrofotometer dan didapatkan hasil 16,1 mg/L. Kemudian diberi perlakuan Kontrol, kombinasi A + B, A + C, B + C, dan A + B + C. Pada perlakuan Kontrol hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 15,6 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 9,85 mg/L. pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan menjadi 10,805 mg/L. Setelah 10 hari ternyata pada perlakuan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan sebesar 1,786 mg/L. Pada perlakuan kombinasi A + C pada hari ke 5 mengalami penurunan menjadi 13,14 mg/L, hingga pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 0,762 mg/L.Pada perlakuan kombinasi B + C hari ke 5 mengalami penurunan sebsear 14,75 mg/L, hingga pada hari ke 10 masih mengalami penurunan sebesar 1,653 mg/L. Dan pada perlakuan kombinasi A + B + C hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 15,815 mg/L, hingga pada hari ke 10 juga mengalami penurunan sebesar 0,812mg/L.

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. Beberapa bakteri yang memiliki sifat heterotrof ialah *E. Coli, Lactobacillus bulgaricus* dan *Bacillus sp.* Sedangkan bakteri yang memiliki sifat autotrofik nitrifikasi ialah *Nitrosomonas, Nitrosococcus, Nitrosospira, Nitroslobus* dan *Nitrosovibrio.*Ditambahkan Bruckner *et al* (1999), bakteri aerobik famili enterobacteriaceae yang berisifat heterotrof juga mampu mereduksi senyawa nitrat dan nitrit.

Mekanisme proses heterotrofik menurut Rosmaniar (2011) ialah bakteri heterotrof mampu memanfaatkan dan mendegradasi senyawa organik kompleks yang mengandung unsur C, H dan N. Kelompok bakteri ini mengawali tahap degradasi senyawa organik dengan serangkaian tahapan reaksi enzimatis dan menghasilkan senyawa sederhana atau senyawa anorganik. senyawa tersebut digunakan sebagai sumber energi untuk pembentukan sel – sel baru dan untuk reproduksi yang menyebabkan pertambahan populasi. Bakteri heterotrof biasanya memanfaatkan pakan yang tidak termakan, feses dan bahan organik lain sebagai sumber protein untuk diubah menjadi Ammonia anorganik. ditambahkan Titiresmi dan Nida (2006), proses perombakan ammonia melibatkan 2 tahap yaitu proses aerob atau yang dikenal nitrifikasi yang mengubah senyawa ammonia menjadi senyawa transisi nitrit. Adapun reaksi yang terjadi sebagai berikut :

$$NH_4^+ + 2O_2 \longrightarrow NO_3^- + 2H^+ + H_2O$$

Kemudian setelah tahap aerob berjalan sempurna dilanjutkan ke tahap anaerob yang dikenal sebagai denitrifikasi yaitu pemecahan senyawa hasil oksidasi ammonia menjadi nitrogen.

Beberapa faktor lain menurut Titiresmi dan Nida (2006), konsentrasi ammonia dapat berubah – ubah sesuai dengan perubahan suhu. Pada musim panas, dimana suhu lingkungan meningkat, konsentrasi ammonia di perairan sangat rendah, disebabkan aktivitas bakteri pada suhu ini meningkat sehingga proses nitrifikasi dan nitrafikasi terjadi dengan baik. Sedangkan pada musim penghujan, suhu lingkungan menjadi rendah, pada kondisi tersebut pertumbuhan bakteri menurun, proses nitrifikasi dan nitrafikasi berjalan lambat menyebabkan konsentrasi ammonia menjadi meningkat.

Pada standar baku mutu (2014) hasil dari analisa ammonia untuk limbah cair pembekuan hasil perikanan berkisar 10 mg/L. Hasil dari analisa ammonia

limbah cair ikan kaca piring hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu masih dapat ditoleransi. Karena pemberian kombinasi bakteri pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring perlakuan A + B didapatkan kadar ammonia sebesar 1,786 mg/L, perlakuan A + C sebesar 0,762 mg/L; B + C sebesar 1,653 mg/L dan A + B + C didapatkan sebesar 0,812 mg/L.

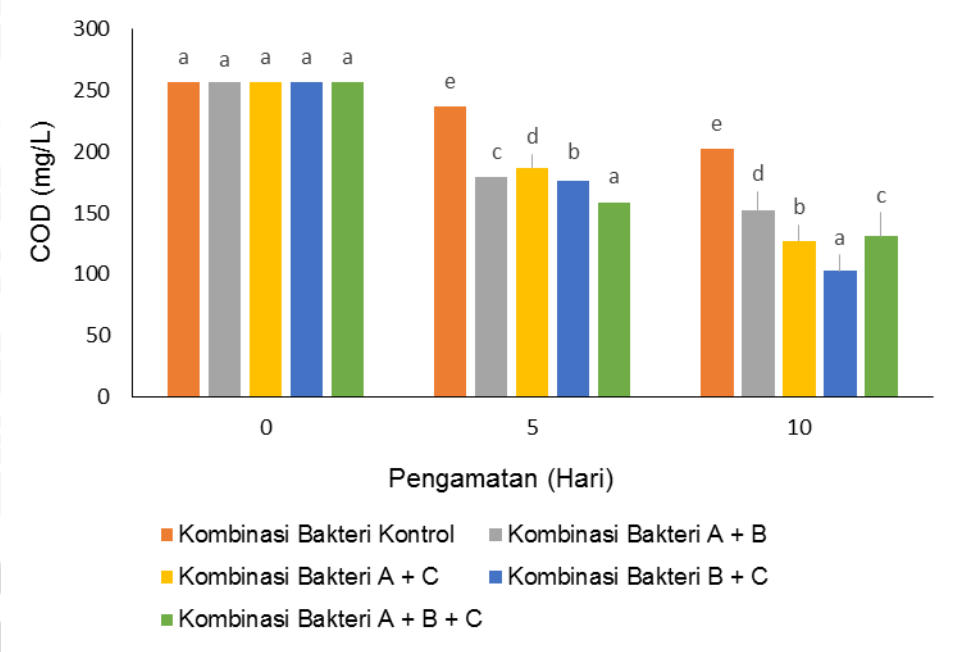
4.5 Analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Hasil analisa COD (*Chemical Oxygen Demand*) pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada tabel 8 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada gambar 10.

Tabel 8. Analisa COD Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring

Perlakuan	Pengamatan Hari		
	0	5	10
Kontrol	256,45 ^{a}	236,95^{e}	202,05^{e}
A + B	256,45^{a}	179,2 ^{c}	152,6^{d}
A + C	256,45 ^{a}	186,9^{d}	127,25^{b}
B + C	256,45 ^{a}	176,8^{b}	102,65 ^{a}
A + B + C	256,45^{a}	159^{a}	130,95 ^{c}

Sumber : Pengujian COD Laboratorium Perum Jasa Tirta I Malang
Keterangan :Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata



Gambar 10. Hasil analisa kadar COD (*Chemical Oxygen Demand*) limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*

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

Pada hasil COD, pada hari ke 0 tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan kombinasi. Pada hari ke 5 dan hari ke 10 pada seluruh kombinasi bakteri memberikan pengaruh yang nyata. Sehingga di dapatkan hasil terbaik hari ke 5 adalah kombinasi bakteri A + B + C dan hasil terbaik hari ke10 adalah perlakuan kombinasi bakteri B + C.

Berdasarkan grafik hasil analisa kadar COD, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae,* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar COD limbah cair pembekuan

ikan kaca piring dianalisa dengan menggunakan spektrofotometer. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar COD limbah cair pembekuan ikan kaca piring didapatkan hasil 256,45 mg/L. Kemudian diberi perlakuan Kontrol, kombinasi A + B, A + C, B + C, dan A + B + C. Pada perlakuan Kontrol hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 236,95 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 202,05 mg/L, pada analisa COD hari ke 5 dengan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan sebesar 179,2 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + B masih mengalami penurunan sebesar 152,6 mg/L. Pada pemberian kombinasi A + C, dianalisa pada hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 186,9 mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + C juga mengalami penurunan sebesar 127,25 mg/L. Pada pemberian kombinasi bakteri B + C dan A + B + C hari ke 5 masing – masing mengalami penurunan sebesar 176,8 mg/L dan 159 mg/L. Dan setelah hari ke 10 pemberian kombinasi bakteri B + C dan A + B + C mengalami penurunan, masing – masing sebesar 102,65 mg/L dan 130,95 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). Kemudian menurut 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 minyak dan lemak limbah cair ikan kaca piring hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu masih dapat ditoleransi. Karena pemberian kombinasi bakteri pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring perlakuan A + B didapatkan kadar COD sebesar 152,6 mg/L, perlakuan A + C sebesar 127,25 mg/L; B + C sebesar 102,65 mg/L dan A + B + C didapatkan sebesar 130,95 mg/L.

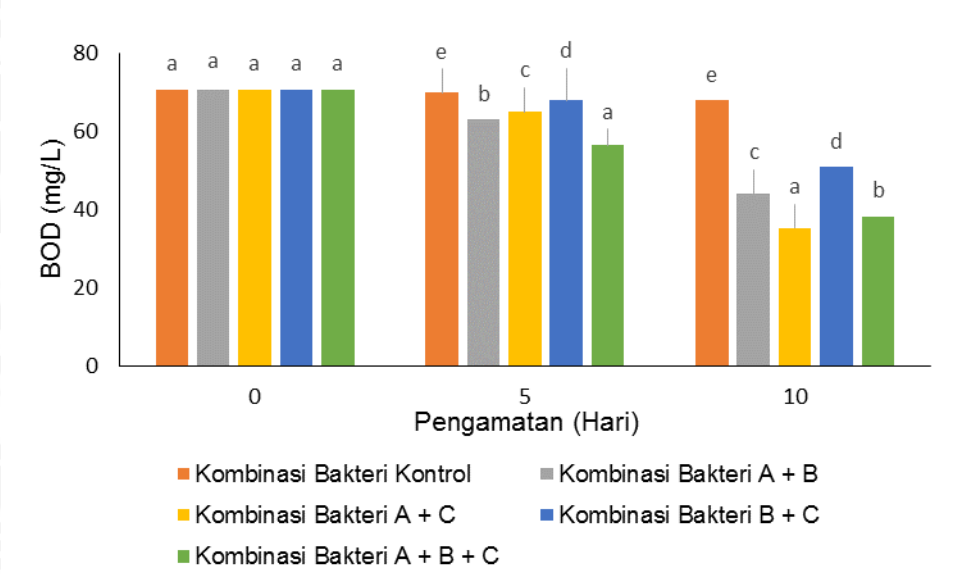
4.6 Analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Hasil analisa BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring dengan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii*, *Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae* yang diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari dapat dilihat pada tabel 9 sedangkan grafik analisa dapat dilihat pada gambar 11.

Tabel 9. Analisa BOD Limbah Cair Industri Pembekuan Ikan Kaca Piring

Perlakuan	Pengamatan Hari		
	0	5	10
Kontrol	70,85 [a]	69,95[e]	68,05[e]
A + B	70,85 [a]	63 [b]	44,05[c]
A + C	70,85 [a]	65,05[c]	35,3[a]
B + C	70,85 [a]	68[d]	51 [d]
A + B + C	70,85 [a]	56,55[a]	38,3 [b]

Sumber : Pengujian BOD Laboratorium Perum Jasa Tirta I Malang
Keterangan : Notasi yang berbeda menunjukkan terdapat perbedaan yang nyata
Notasi yang sama menunjukkan tidak terdapat perbedaan yang nyata



Gambar 11. Hasil analisa kadar BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*

Berdasarkan uji ANOVA (*Analysis of Variance*) pada taraf kepercayaan 5% (P 0,05) didapatkan hasil Fhit>Ftabel, artinya analisaBOD memberikan pengaruh yang berbeda nyata. Kemudian, dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Terkecil (BNT) untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan pada setiap perlakuan.

Pada hasil BOD, pada hari ke 0 tidak memberikan pengaruh yang nyata terhadap perlakuan kombinasi. Pada hari ke 5 dan hari ke 10 pada seluruh kombinasi bakteri memberikan pengaruh yang nyata. Sehingga di dapatkan hasil terbaik hari ke 5 adalah kombinasi bakteri A + B + C dan hasil terbaik hari ke10 adalah perlakuan kombinasi bakteri A + C.

Berdasarkan grafik hasil analisa kadar BOD, dapat diketahui bahwa limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring yang telah dilakukan penambahan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacilus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae,* dan diaerasi selama 0, 5 dan 10 hari mengalami perubahan. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar BOD limbah cair pembekuan ikan kaca piring dianalisa dengan menggunakan DO meter. Pada hari ke 0 sebelum diberi perlakuan bakteri, kadar BOD limbah cair pembekuan ikan kaca

piring didapatkan hasil 70,85mg/L. Kemudian diberi perlakuan Kontrol, kombinasi A + B, A + C, B + C, dan A + B + C. Pada perlakuan Kontrol hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 69,95 mg/L dan pada hari ke 10 mengalami penurunan sebesar 68,05 mg/L, pada analisa BOD hari ke 5 dengan pemberian kombinasi bakteri A + B mengalami penurunan sebesar 63mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + B masih mengalami penurunan sebesar 44,05mg/L. Pada pemberian kombinasi A + C, dianalisa pada hari ke 5 mengalami penurunan sebesar 65,05mg/L. Setelah hari ke 10 ternyata pemberian kombinasi bakteri A + C juga mengalami penurunan sebesar 35,3mg/L. Pada pemberian kombinasi bakteri B + C dan A + B + C hari ke 5 masing – masing mengalami penurunan sebesar 68mg/L dan 56,55 mg/L. Dan setelah hari ke 10 pemberian kombinasi bakteri B + C dan A + B + C mengalami penurunan, masing – masing sebesar 51mg/L dan 38,3mg/L.

Menurut Romayanto*et al*. (2006), perubahan 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. Adanya proses aerasi 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 mendekompoisisikan 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 analisa minyak dan

lemak limbah cair ikan kaca piring hari terakhir jika dibandingkan dengan standar baku mutu masih dapat ditoleransi. Karena pemberian kombinasi bakteri pada limbah cair pembekuan ikan kaca piring perlakuan A + B didapatkan kadar BODsebesar44,05 mg/L, perlakuan A + C sebesar 35,3mg/L; B + C sebesar51 mg/L dan A + B + C didapatkan sebesar 38,3 mg/L.

4.7 Hubungan Antar Kombinasi Bakteri

Pada penelitian ini hubungan antar kombinasi bakteri sangat berperan dalam memperbaiki kualitas limbah cair, apakah kombinasi bakteri dapat saling menguntungkan atau saling mematikan. Karena pada dasarnya masing – masing bakteri memiliki karakter, fungsi dan enzim yang dihasilkan berbeda – beda. Sebagaimana pada bakteri *Acinetobacter baumanii* menurut Yahya *et al*. (2012), bakteri *Acinetobacter baumanii* tidak menghasilkan enzimdekarboksilase. Sifat *Acinetobacter baumanii* merupakan bakteri penghasil senyawa inhibitor protease. Kemudian bakteri *Enterobacter gergoviae*, menurut Marino *et al*(2000) keluarga bakteri enterobactericeae, merupakan bakteri penghasil enzim amino dekarboksilase. Pada penelitian Marino *et al* (2000), bakteri ini digunakan dalam proses pembuatan keju. Sedangkan pada penelitian Yahya *et al* (2012), bakteri enterobactericeae digunakan dalam proses penguraian histidin menjadi histamin. Kemudian bakteri *Bacillus subtilis*, menurut Kosim dan Putra (2010) bakteri *Bacillus subtilis* merupakan bakteri penghasil enzim protease. Enzim protease merupakan enzim dari bakteri proteolitik yang mengkatalisis pemutusan ikatan peptida pada protein.

Pada penelitian ini penambahan kombinasi yang diduga saling menguntungkan ialah pada kombinasi penambahan bakteri *Enterobacter gergoviae* dan *Bacillus subtilis.* Karena sifat dari kedua bakteri tersebut memiliki kesamaan fungsi dalam mendegradasi senyawa organik, enzim yang dihasilkan juga memiliki kesamaan fungsi. Bakteri *Enterobacter gergoviae* menghasilkan

enzim amino dekarboksilase dan *Bacillus subtilis*menghasilkan enzim protease. Hal ini menunjukkan bahwa kombinasi kedua bakteri ini sangat efektif dalam mendegradasi senyawa organik. Sedangkan pada pemberian bakteri *Acinetobacter baumanii*, akan memiliki fungsi yang berlawanan dengan *Enterobacter gergoviae* dan *Bacillus subtilis*. Karena enzim yang dihasilkan merupakan enzim yang menghambat kinerja protease (inhibitor protease). Sehingga penambahan pada kombinasi dengan bakteri *Acinetobacter baumanii* akan menjadi penghambat (kontrol) dalam mendegradasi senyawa organik.

5. KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Dari hasil penelitian pengolahan limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumannii, Bacillus subtilis* dan *Enterobacter gergoviae*secara aerob dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

- Pemberian kombinasi bakteriA + B = kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* + *Bacillus subtilis*, A + C = kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii* + *Enterobacter gergoviae*, B + C = kombinasi bakteri *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* dan A + B + C = kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanii*+ *Bacillus subtilis* + *Enterobacter gergoviae* hingga hari ke 10 menyebabkan nilai pH menjadi naik. Tetapi pemberian kombinasi bakteri hingga hari ke 10 mampu menurunkan kadar TSS, kadar minyak dan lemak, ammonia, COD dan BOD.
- Perlakuan terbaik didominasi kombinasi bakteri A + C. Pada kombinasi bakteri A + C dapat menurunkan kadar TSS sebesar 47,6 mg/L, minyak dan lemak sebesar1,95 mg/L, ammonia sebesar 0,76 mg/L, COD sebesar 127,25 mg/L dan BOD sebesar 35,3 mg/L.

5.2. Saran

Berdasarkan penelitian pengolahan limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan kombinasi bakteri *Acinetobacter baumanni, Bacillus subtilis*dan *Enterobacter gergoviae*secara aerob dapat diambil saran :

- Disarankan agar menggunakan 1 jenis bakteri dalam mendegradasi limbah
- Disarankan dalam penelitian selanjutnya tidak dilakukan pengujian minyak dan lemak karena nilai yang didapat pada penelitian ini sangat rendah

DAFTAR PUSTAKA

Abdurrahman, D. 2008. Biologi Kelompok Pertanian Dan Kesehatan. Penerbit Grafindo Media Pratama. Jakarta. Hal. 20

Anonymous. 2007. Pengolahan Limbah Industri Pangan. Direktorat Jenderal Industri Kecil Menengah Departemen Perindustrian. Jakarta. Hal. 1-27

Azizah, N. 2003. Pengaruh Metode Pembelajaran Jigsaw Terhadap Hasil Belajar Mata Pelajaran Dasar Kompetensi Kejuruan Di Smk Wongsorejo Gombong. Fakultas Teknik .Universitas Negeri Yogyakarta. Skripsi. Hal 6-7

Bruckner, D. A., P. Colonna dan B. L. Bearson. 1999. Nomenclature for Aerobic and Facultative Bacteria. Department of Pathology and Laboratory Medicine. UCLA Medical Center. Los Angeles. California. Hal. 713-723

Darmayasa, I. B. G. 2006. Isolasi Dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Lipid (Lemak) Pada Beberapa Tempat Pembuangan Limbah Dan Estuari DAM, Denpasar. Jurnal FMIPA, Universitas Udayana. Denpasar. Hal. 1-15

Darsono, V. 2007. Pengolahan Limbah Cair Tahu Secara Anaerob dan Aerob. Jurnal Teknologi Industri Vol. XI No.1 Januari 2007:9-2010. Hal. 22-30

Dart, R. K. 2003. Microbiolgy For The Analytical Chemist. Loughborough University. Hal. 20

Dharma, B. 2005. Mikrobiologi Industri. Djambatan. Jakarta. Hal. 66

Dwijoseputro, 1989. Dasar – dasar Mikrobiologi. Djambatan. Jakarta. Hal. 29

Fardiaz, S. 1992. Polusi Air Dan Udara. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. Hal. 40

Handrianto, P., Y. S. Rahayu. Yuliani. 2012. Teknologi Bioremediasi Dalam Mengatasi Tanah Tercemar Hidrokarbon. Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa 2012. ISBN : 978-979-028-550-7. Surabaya, 25 Pebruari 2012. Hal. 22-30

Hast, O. 1992. Mikrobiologi Untuk Umum. Penerbit Raja Grafindo Persada. Jakarta. Hal. 33

Holt, J. G., N. R. Kriek., P. H. A. Sneath., J. T. Staley dan S.T. William. 2000. Bergey's Manual Of Determinative Bacteriology - Ninth Edition. Lippicontt Williams & Wilkins A Wolters Kluwer Company. Baltimore. London. Hal. 23

Ibrahim, B. 2005. Kaji Ulang Sistem Pengolahan Limbah Cair Industri Hasil Perikanan Secara Biologis Dengan Lumpur Aktif. Jurnal Buletin Teknologi Hasil Perikanan. Vol. VII 2005. Hal. 13-25

Indriyati. 2005. Pengolahan Limbah Cair Organik Secara Biologi Menggunakan Reaktor Anaerobik Lekat Diam. Pusat Pengkajian dan Penerapan Teknologi Lingkungan, BPPT. JAI. Vol.1 No.3 2005. Hal. 340-343

Ishartanto, W. A. 2009. Pengaruh Aerasi Dan Penambahan Bakteri Bacillus Sp. Dalam Mereduksi Bahan Pencemar Organik Air Limbah Domestik. (SKRIPSI). Departemen Manajemen Sumberdaya Perairan Fakultas Perikanan Dan Ilmu Kelautan Institut Pertanian Bogor. Bogor. Hal. 20-25

Isyuniarto, U. W., Suryadi dan A. Purwadi. 2007. Proses Ozonisasi Pada Limbah Cair Industri Gula. Jurnal Kimia Indonesia Vol. II No. 1 2007. Jakarta. Hal. 55-70

Januar, W., S. Khotimah dan A. Mulyadi. 2013. Kemampuan Isolat Bakteri Pendegradasi Lipid dari Instalasi Pengolahan Limbah Cair PPKS PTPN-XIII Ngabang Kabupaten Landak. Jurnal Protobiont Vol. 2 No. 3 Hal. 136-140

Jenie, B. S. L dan W. P. R. Rahayu. 1993. Penanganan Limbah Industri Pangan. Penerbit Kanisius. Yogyakarta. Hal. 8

Junaidi dan B. P. D. Hatmanto. 2006. Analisis Teknologi Pengolahan Limbah Cair Pada Industri Tekstil (Studi Kasus Pt. Iskandar Indah Printing Textile Surakarta). Program Studi Teknik Lingkungan FT Undip. Semarang. Hal. 1-6

Juni, A. T. P dan D. R. Turista. 2010. Peran Mikroba Dalam Limbah Lingkungan. FMIPA, Universitas Negeri Malang. Malang. Hal. 25

Kosim, M dan S. R. Putra. 2010. Pengaruh Suhu Pada Protease dari *Bacillus subtilis.* Jurusan Kimia FMIPA ITS. Surabaya. Hal. 33

Krieg, N. R.1989. Bergey's Manual Of Sytematic Bacterilogy Volume 1. Lippicontt Williams & Wilkins A Wolters Kluwer Company. Baltimore. London. Hal. 18

Kristanto, P. 2002. Ekologi Industri. Penerbit Andi Offset. Yogyakarta. Hal. 20

Kunaepah, U. 2008. Pengaruh Lama Fermentasi Dan Konsentrasi Glukosa Terhadap Aktivitas Antibakteri, Polifenol Total dan Mutu Kimia Kefir Susu Kacang Merah. Program Pascasarjana. Universitas Dipenogoro. Semarang. Hal. 30-33

Mangunwardoyo, Wibowo., Romauli Aya Sophia, dan Endang Sri Heruwati. 2007. Seleksi Dan Pengujian Aktivitas Enzim *L-Histidine Decarboxylase* Dari Bakteri Pembentuk Histamin. Jurnal Makara, Sains, Vol. 11, No. 2. Hal. 104-109

Marino, M., M. Maifreni, S. Moret dan G. Rondinini. 2000. The Capacity Of Enterobacteriaceae Species To Produce Biogenic Amines In Cheese. Department of Food Science, University of Udine via Marangoni, Udine, Italy. Hal. 169-173

Muhajir, M. S. 2013. Penurunan Limbah Cair Bod Dan Cod Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman *Cattail (Typha Angustifolia)* Dengan Sistem *Constructed Wetland*. (Skripsi). Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Negeri Semarang. Hal. 38

Munawaroh, U., M. Sutisna dan K. Pharmawati. 2013. Penyisihan Parameter Pencemar Lingkungan Pada Limbah Cair Industri Tahu Menggunakan Efektif Mikroorganisme 4 (EM4) serta Pemanfaatannya. Jurnal Institut Teknologi Nasional Teknik Lingkungan Vol. 1 No.2. Hal. 1-12

Nicklin, Y. K., Gloema, C dan T. Fogel. 1999. Microbiology. Blog Scienties. London. Hal. 7

Nursalam. 2008. Konsep dan Penerapan Metodologi Penelitian Ilmu Keperawatan. Penerbit Salemba Medika. Jakarta. Hal 85

Oktavia, D. A, Mangunwidjaja. D, Wibowo. S, Sunarti. T. C, dan Rahayuningsih. M. 2012. Pengolahan Limbah Cair Perikanan Menggunakan Konsorsium Mikroba Indigenous Proteolitik dan Lipolitik. Fakultas Teknologi Industri Pertanian IPB. Jurnal Agrointek Vol. 6 No. 2 2012. Hal. 65-71

Pandit, I. G. S.,N. T. Suryadhi, I. B. Arka dan N. Adiputra. 2014. Pengaruh Penyiangan Dan Suhu Penyimpanan Terhadap Mutu Kimiawi, Mikrobiologis Dan OrganoleptikIkan Tongkol (*Auxis tharzard*, Lac). Fakultas Pertanian Universitas Warmadewa. Program Pascasarjana Universitas Udayana. Denpasar. Hal. 1-12

Parwati, E. 2014. Analisis Dinamika Fluktuasi TSS (Total Suspended Solid) Sepanjang Dasar Muara-Laut Di Perairan Berau Kalimantan Timur. Seminar Nasional Penginderaan Jauh 2014. Hal. 662-670

Puspitasari, D. A., A. Pangastuti dan K. Winarno. 2005. Isolasi Bakteri Pendegradasi Limbah Industri Karet dan Uji Kemampuannya dalam Perbaikan Kualitas Limbah Industri Karet. Jurnal Bioteknologi 2 (2), Nopember 2005, ISSN: 0216-6887. Hal. 49-53

Romayanto, M. E. W., Wiryanto dan Sajidan. 2006. Pengolahan limbah domestik dengan aerasi dan penambahan bakteri *Pseudomonas putida*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sebelas Maret Surakarta. Hal. 30-35

Rini, M. D. C. 2011. Bioaugmentasi Dalam Limbah Cair Pemindangan Menggunakan Bakteri Indigenous Lingkungan Limbah (Acinobacter baumanni, Enterobacter gergoviae, Bacillus subtilis) Secara Aerob Untuk Menurunkan Kadar Histamin. (SKRIPSI). Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan. Universitas Brawijaya Malang. Hal 25-28

Rizqon, M., D. Hari dan D. Taryana. 2013. Pengaruh Pencemaran Limbah Cair Industri Pengolahan Ikan Terhadap Kualitas Air Tanah Di Kecamatan Muncar Kabupaten Banyuwangi. Jurusan Geografi Fakultas Ilmu Sosial. Universitas Negeri Malang. Malang. Hal 40-42

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. Hal. 31

Santi, D. N. 2004. Pengelolahan Limbah Cair Pada Industri Penyamakan Kulit, Industri Pulp, dan Kertas Industri Kelapa Sawit. Fakultas Kesehatan Masyarakat Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara. Hal. 22

Sari, M. 2009. Pengendalian Limbah Cair Di Pabrik Benang Karet PT. Industri Karet Nusantara Medan. Karya Ilmiah. Program Diploma III Kimia Analisis Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Sumatera Utara. Medan. Hal. 25

Sijabat, L. 2009. Pengaruh Pemberian Ekstrak Spong Haliclona sp. Terhadap Aktivitas Proliferasi Sel Dengan Metode Hitung AgNOR pada Sel Adenocarcinoma mamae Mencit C_3H. Fakultas Kedokteran Universitas Dipenogoro. Semarang. Hal. 17-20

SNI. 1991. Metode Pengujian Kadar Minyak dan Lemak Dalam Air Secara Gravimetrik. Badan Standardisasi Nasional Indonesia Nomor 06-2502-1991. Jakarta.

___. 2002. Cara Uji Kadar Ammoniak Dalam Air Dengan Elektroda Selektif Ion. Badan Standardisasi Nasional Indonesia Nomor 03-6876-2002. Jakarta

___. 2004. Cara Uji Padatan Tersuspensi Total (Total Suspended Solid, TSS) Secara Gravimetri. Badan Standardisasi Nasional Indonesia Nomor 06-6989.3-2004. Jakarta

. Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (KOK) Dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri. Badan Standardisasi Nasional Nomor 6-6989.2-2004. Jakarta

___. 2009. Metode Pengujian Kimia Produk Perikanan, Penentuan Kadar Histamin. Badan Standardisasi Nasional Indonesia Nomor 2354.10:2009. Jakarta

Sugiharto. 1987. Dasar-Dasar Pengelolahan Air Limbah. Penerbit UI Press. Jakarta. Hal. 70

Sullivan, D. J. 2000. Nutrients and Suspended Solids in Surface Waters of the Upper Illinois River Basin in Illinois, Indiana, and Wisconsin, 1978–97. Water-Resources Investigations Report. Hal. 99–4275

Standar Baku Mutu. 2014. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia tentangBaku Mutu Air Limbah. Nomor 5 Tahun2014. Hal. 36

Tarigan, A., M. T. Lasut dan S. O. Tilaar. 2013. Kajian Kualitas Limbah Cair Domestik Di Beberapa Sungai Yang Melintasi Kota Manado Dari Aspek Bahan Organik Dan Anorganik. Jurnal Pesisir dan Laut Tropis. Vol. 1 No. 1 2013. Hal. 55-62

Tejokusumo, B. Limbah Cair Industri Serta Dampaknya Terhadap Kualitas Airtanah Dangkal Di Desa Gumpang Kecamatan Kartasura. (Skripsi). Fakultas Keguruan Dan Ilmu Pendidikan Universitas Sebelas Maret Surakarta. Hal 33-40

Titiresmi dan S. Nida. 2006. Teknologi Biofilter Untuk Pengolahan Limbah Ammoniak. Jurnal Tek. Lingkungan Vol. 2 No. 2. Jakarta. Hal. 173-179

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 Limgkungan FT UNDIP. Semarang. Hal. 1-7

Wignyanto, N. Hidayat dan A. Ariningrum. 2009. Bioremidiasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Sanan Serta Perencanaan Unit Pengolahannya (Kajian Pengaturan Kecapatan Aerasi dan Waktu Inkubasi). Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya Malang. Jurnal Teknologi Pertanian Vol.10 No. 2 Hal. 123 – 135

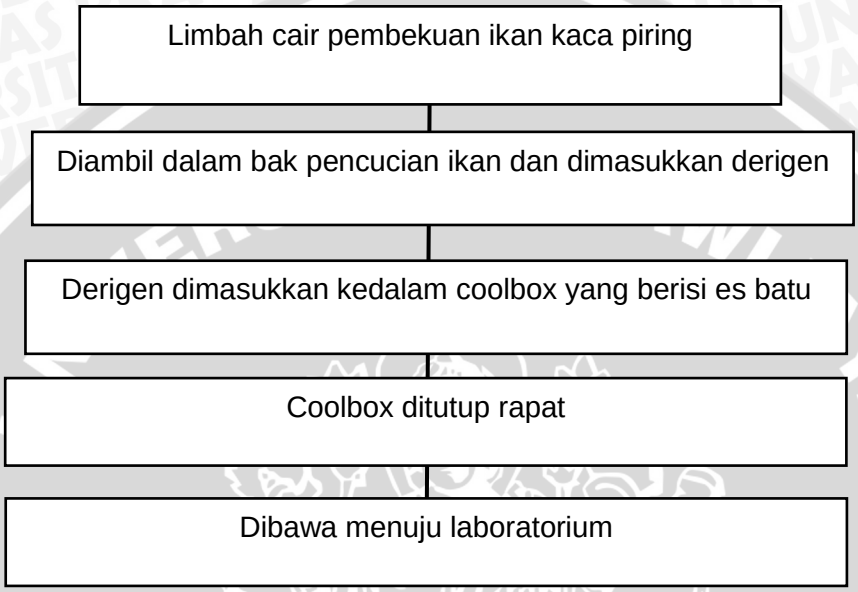
Yahya., Soemarno., Y. Risjani dan H. Nursyam. 2012. Effectiveness Of Bacteria Decarboxylase That Is Isolated From Mangrove Waters For Decompose Histidine To Histamine. Advances in Environmental Biology, 6(10): 2590-2596, 2012 ISSN 1995-0756. Hal. 2590-2596

Zahidah, D dan M. Shovitri. 2013. Isolasi, Karakterisasi dan Potensi Bakteri Aerob Sebagai Pendegradasi Limbah Organik. Jurnal Sains Dan Seni Pomits Vol. 2, No.1, (2013). Hal. 2337-3520

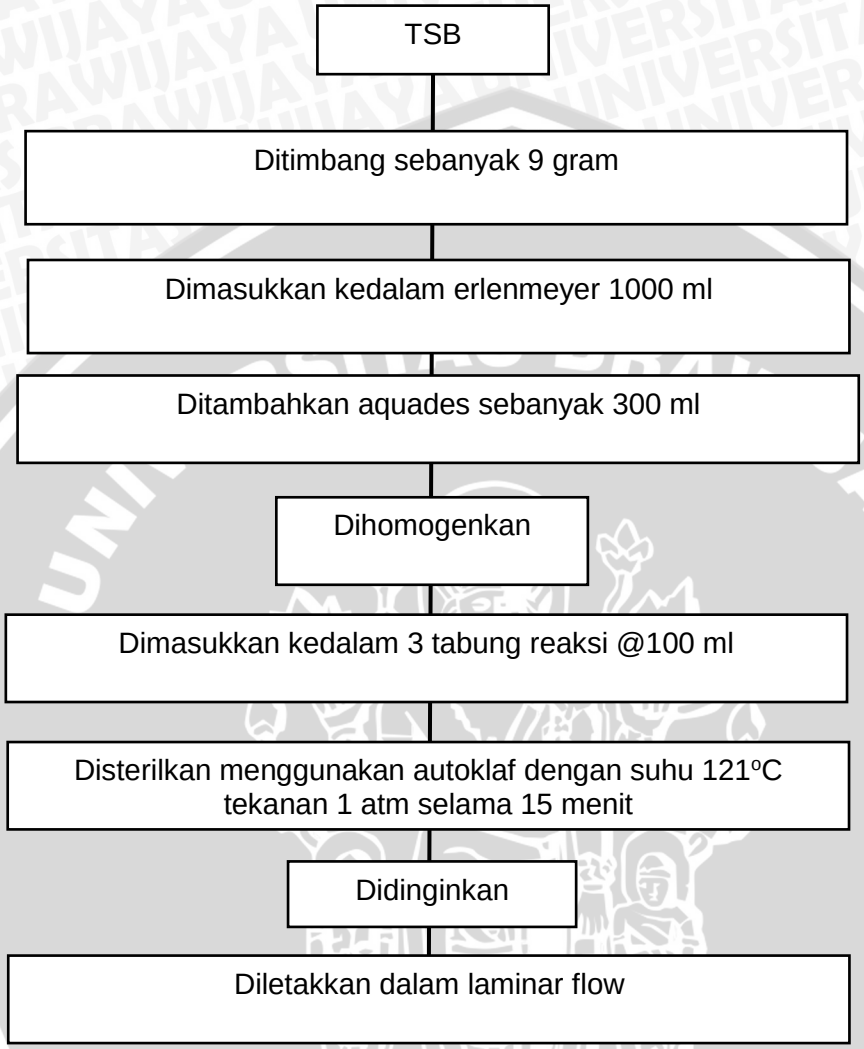
Zaman, B dan E. Sutrisno. 2006. Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok Terhadap Ammonia Dalam Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Umur Dan Lama Kontak (Studi Kasus : RS. Panti Wilasa, Semarang). Jurnal Presipitasi Vol. I No. 1, September 2006 Semarang. Hal. 49-54

LAMPIRAN

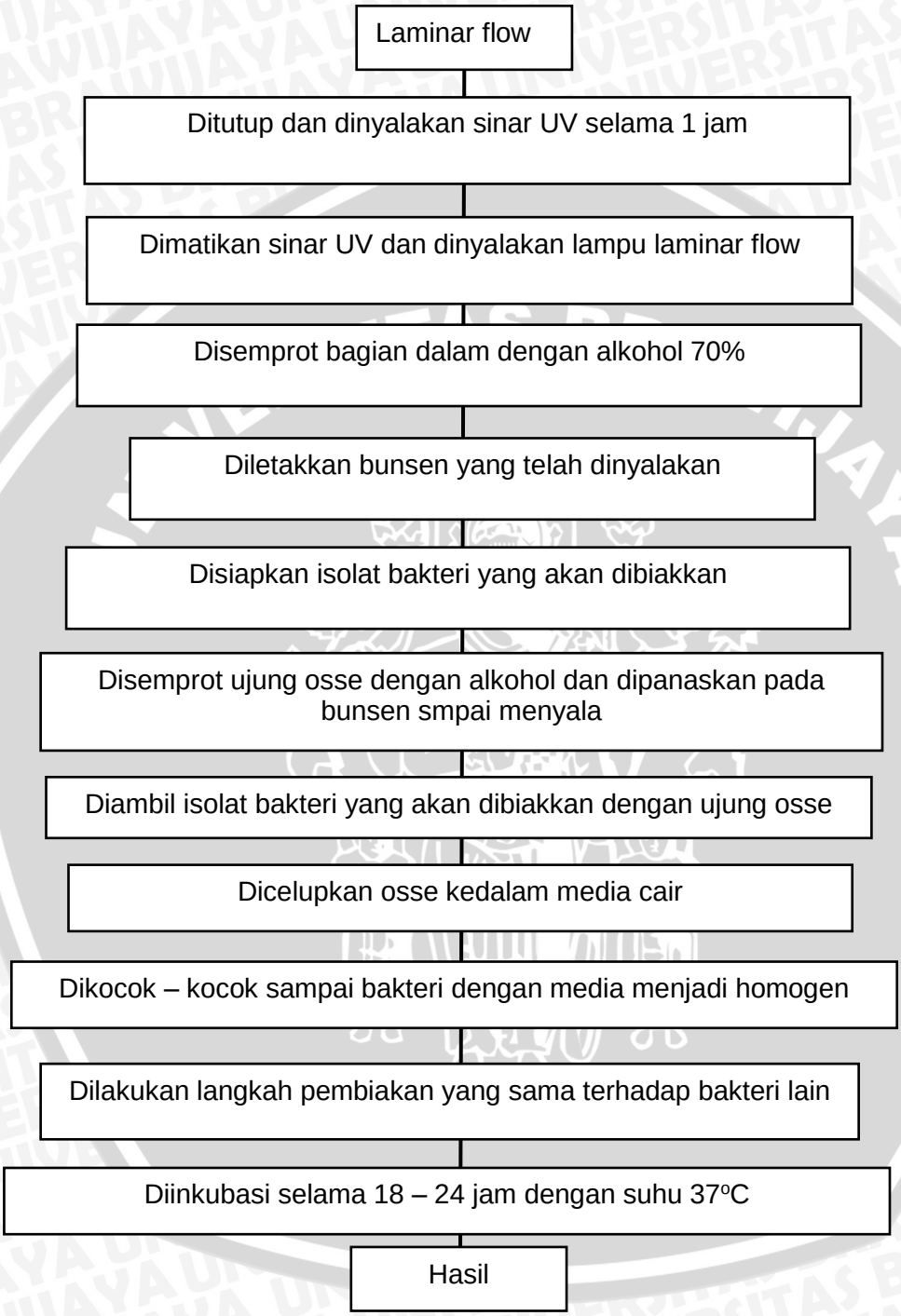
Lampiran 1. Pengambilan Sampel Limbah Cair Pembekuan Ikan Kaca Piring



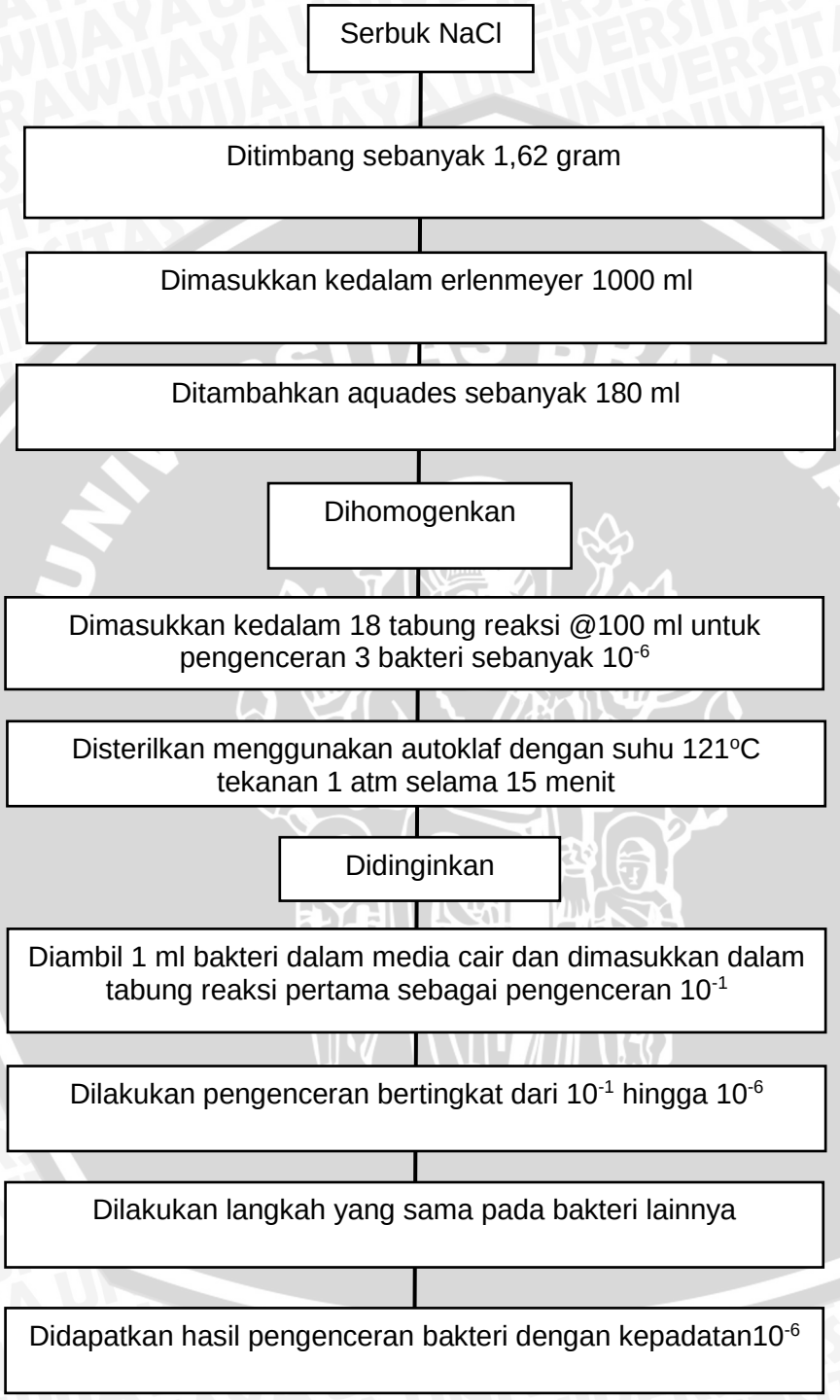
Lampiran 2. Pembuatan Media Cair TSB (*Trypthon Soya Broth*)



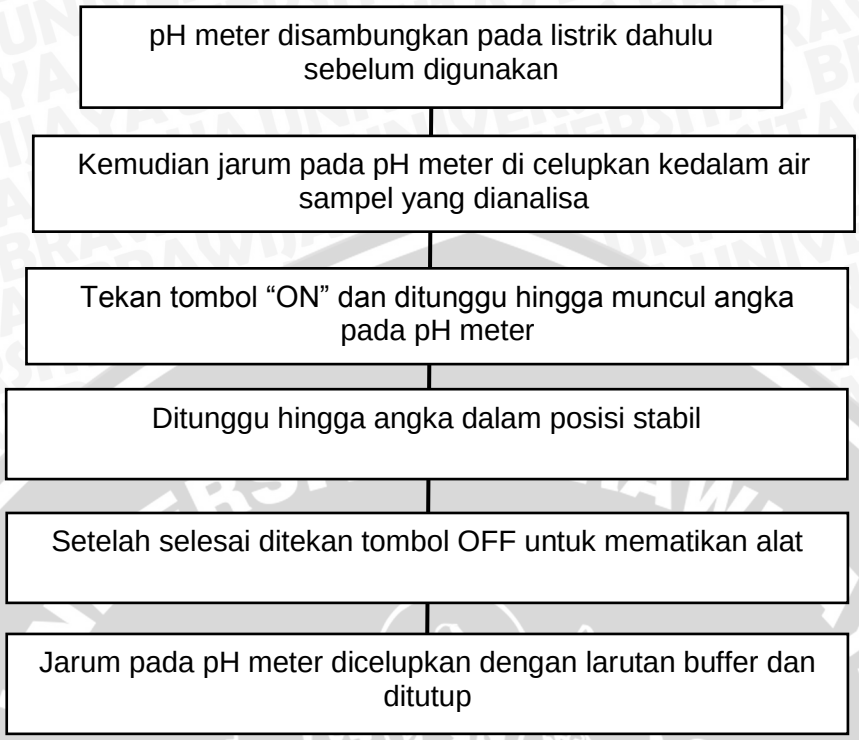
Lampiran 3. Pembiakan Bakteri



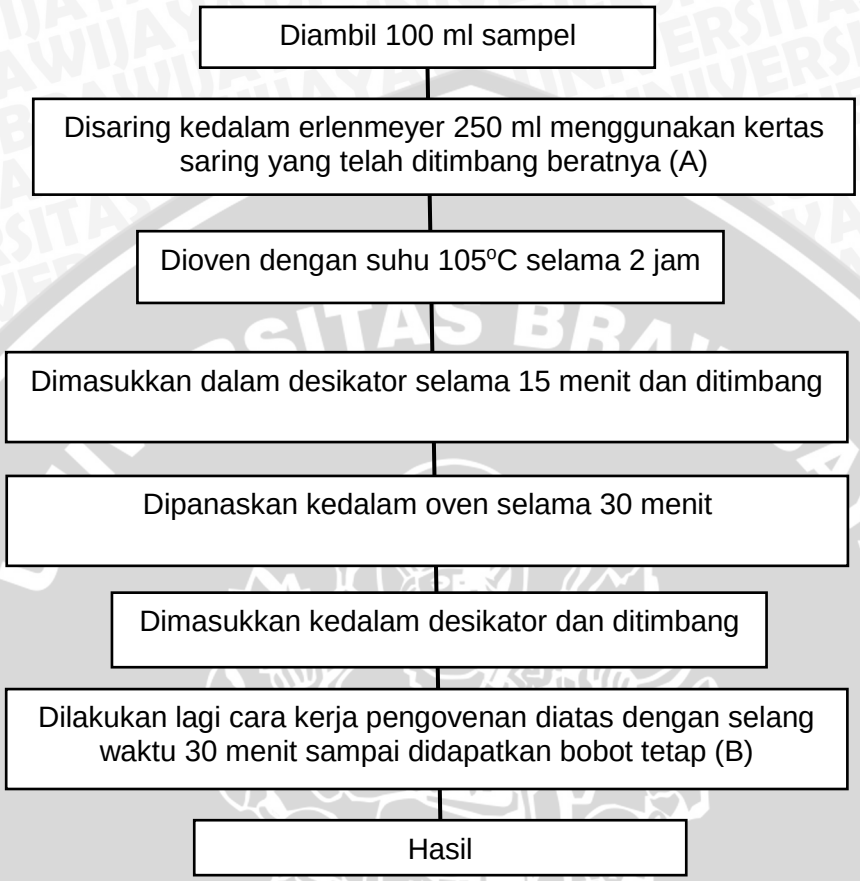
Lampiran 4. Pengenceran Bakteri



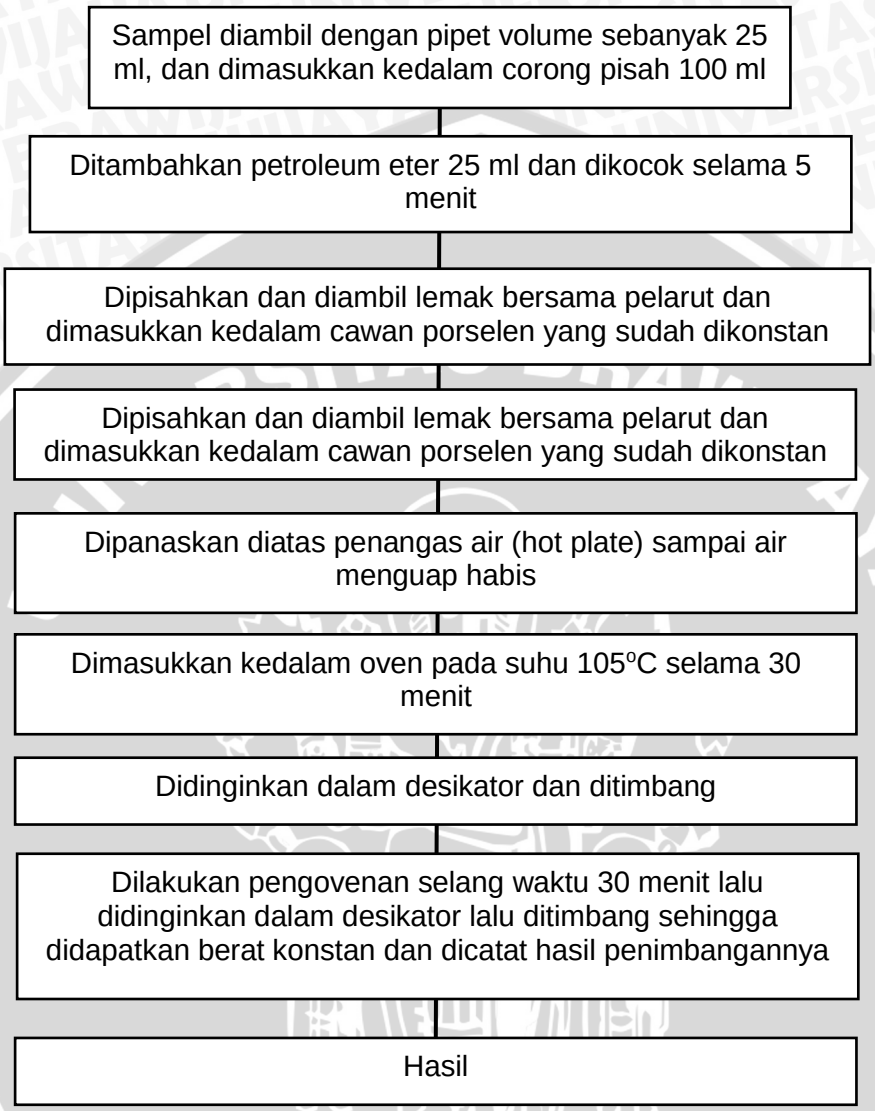
Lampiran 5. Prosedur Pengujian pH



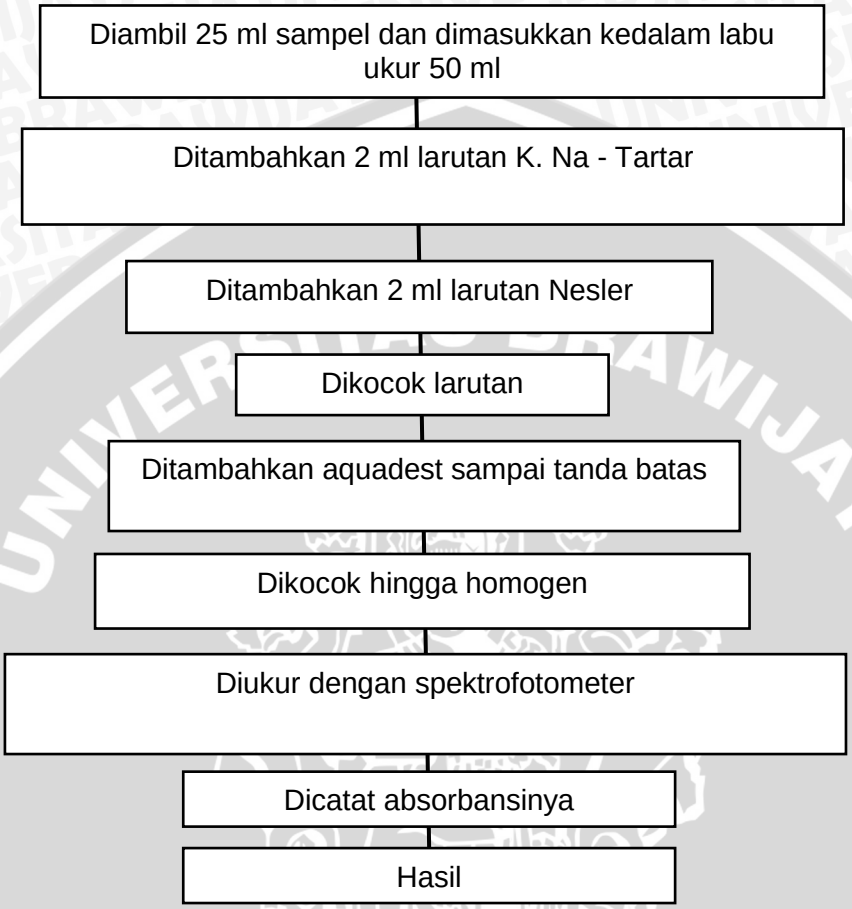
Lampiran 6. Prosedur Pengujian TSS



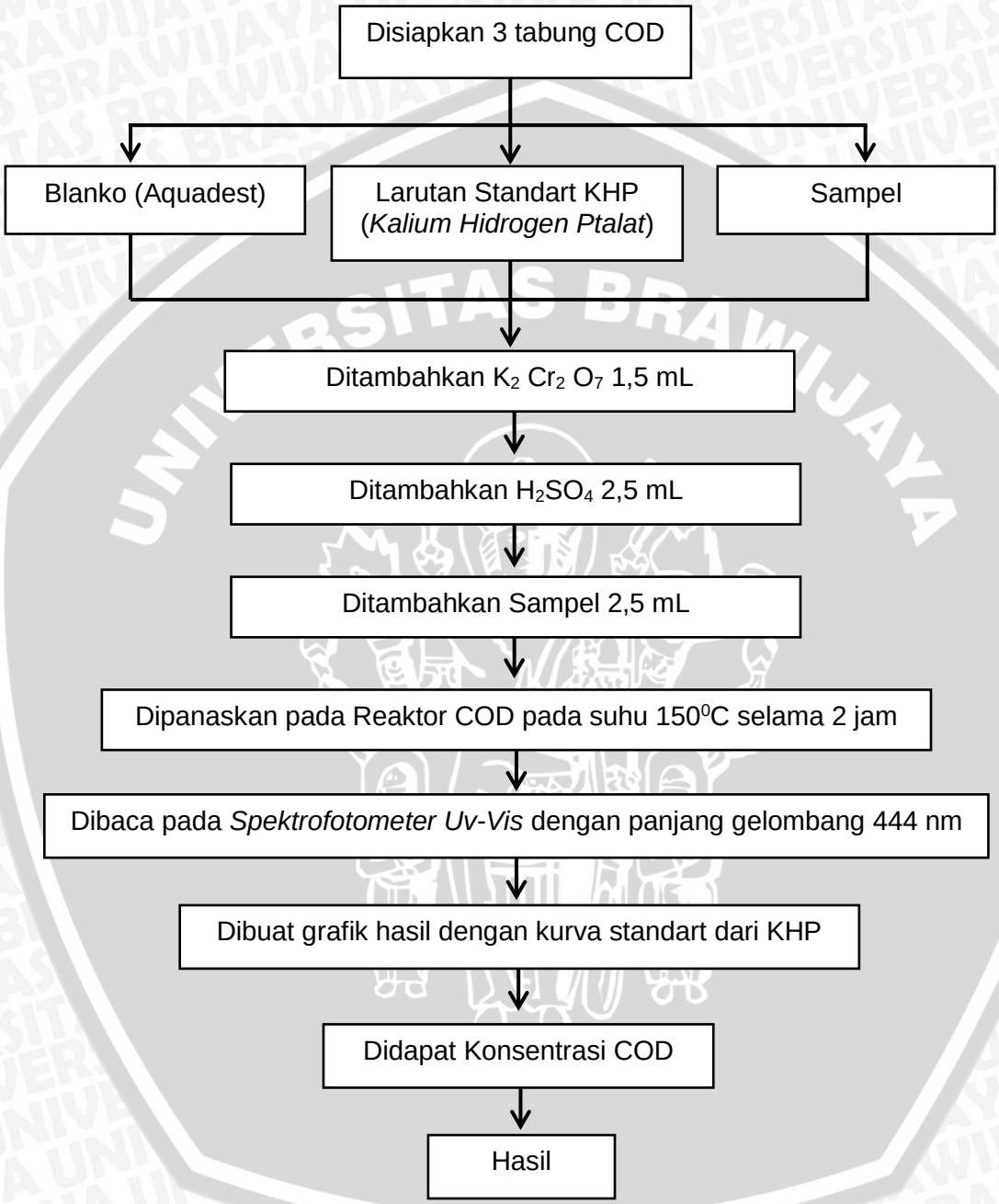
Lampiran 7. Prosedur Pengujian Minyak dan Lemak



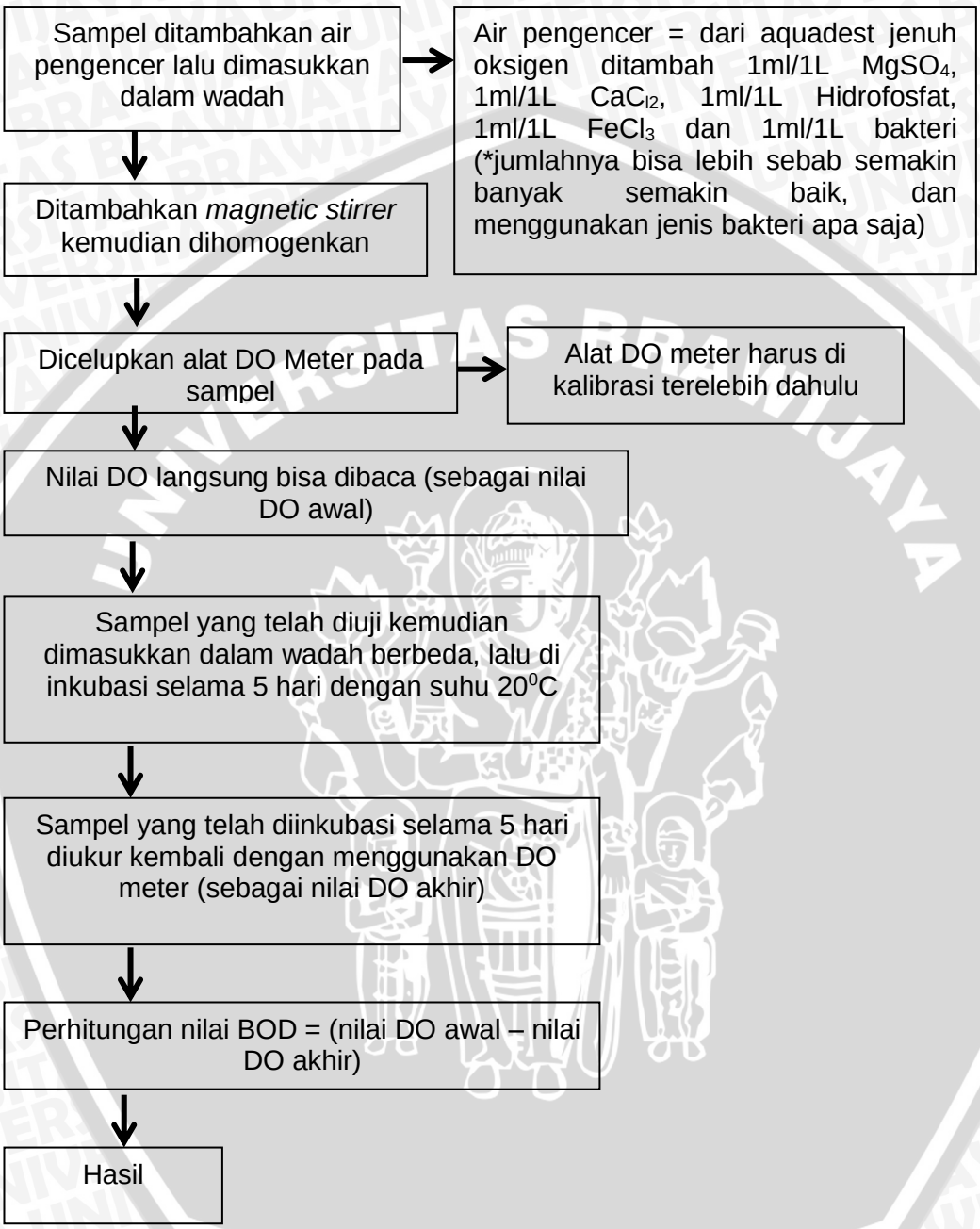
Lampiran 8. Prosedur Pengujian Ammonia



Lampiran 9. Prosedur Pengujian COD



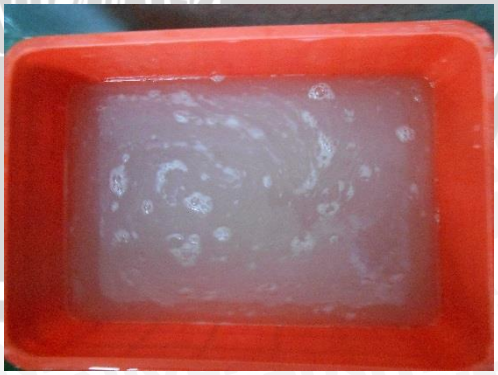
Lampiran 10. Prosedur Pengujian BOD

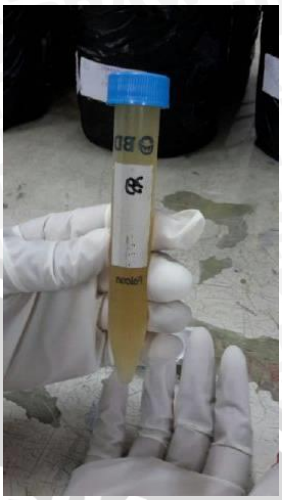


Lampiran 11. Dokumentasi Alat dan Bahan

Nama Alat	Gambar
Cool Box	
Derigen	
Toples	
Spuit	

Seperangkat alat aerasi	

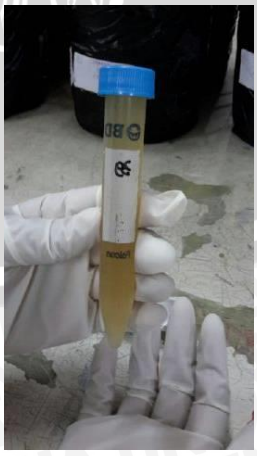
Nama Bahan	Gambar
Es batu	
Plastik hitam	
Air limbah	

Bakteri	

Lampiran 12. Pengambilan Sampel Limbah Cair

Proses	Gambar
Proses pencucian ikan kaca piring	
Proses pemindahan air (limbah) pencucian ikan kaca piring	
Limbah pencucian yang telah dipindahkan	
Pemindahan limbah pencucian ke derigen yang akan dijadikan sampel limbah cair	

Lampiran 13. Proses Aerasi Limbah Cair

Proses	Gambar
Limbah cair	
Penuangan limbah cair ke dalam toples	
Pembungkusan toples dengan menggunakan plastik hitam (gelap)	
Persiapan bakteri	

Pemindahan bakteri ke dalam masing-masing toples	
Proses aerasi	

Lampiran 14. Perhitungan Parameter Uji

- Perhitungan PH

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	ST Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	6,8	6,5	6,65	19,95	6,65	0,15
	A+B	6,8	6,5	6,65	19,95	6,65	0,15
	A+C	6,8	6,5	6,65	19,95	6,65	0,15
	B+C	6,8	6,5	6,65	19,95	6,65	0,15
	A+B+C	6,8	6,5	6,65	19,95	6,65	0,15
5	Kontrol	7	7,1	7,05	21,15	7,05	0,05
	A+B	8	7,9	7,95	23,85	7,95	0,05
	A+C	7,9	8,1	8	24	8	0,1
	B+C	7,6	8	7,8	23,4	7,8	0,2
	A+B+C	7,7	7,8	7,75	23,25	7,75	0,05
10	Kontrol	7,4	7,5	7,45	22,35	7,45	0,05
	A+B	8	8,3	8,15	24,45	8,15	0,15
	A+C	8,2	8	8,1	24,3	8,1	0,1
	B+C	8,4	8,3	8,35	25,05	8,35	0,05
	A+B+C	8,3	8,4	8,35	25,05	8,35	0,05
Total		112,5	111,9	112,2	336,6		

Perlakuan	Kombinasi Bakteri					Total
	Kontrol	A+B	A+C	B+C	A+B+C	
0	19,95	19,95	19,95	19,95	19,95	99,75
5	21,15	23,85	24	23,4	23,25	115,65
10	22,35	24,45	24,3	25,05	25,05	121,2
Total	63,45	68,25	68,25	68,4	68,25	336,6
Rata-rata	21,15	22,75	22,75	22,8	22,75	

FK	2517,768
JK Total	20,352
JK Ulangan	0,012
JK Perlakuan	19,932
JK Galat	0,408

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	0,012	0,006		3,34	5,45
Perlakuan	14	19,932	1,42371	97,7059	2,06	2,8
Galat	28	0,408	0,01457			
Total	34	20,352	0,59859			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Tabel T 0,05	2,048
BNT	0,116539932

Pemberian Notasi

Hari ke-5

		kontrol	A+B+C	B+C	A+B	A+C	
		7,05	7,75	7,8	7,95	8	Notasi
kontrol	7,05	0					a
A+B+C	7,75	0,7	0				b
B+C	7,8	0,75	0,05	0			b
A+B	7,95	0,9	0,2	0,15	0		c
A+C	8	0,95	0,25	0,2	0,05	0	d

Hari ke-10

		kontrol	A+C	A+B	B+C	A+B+C	
		7,45	8,1	8,15	8,35	8,35	Notasi
kontrol	7,45	0					a
A+C	8,1	0,65	0				b
A+B	8,15	0,7	0,05	0			b
B+C	8,35	0,9	0,25	0,2	0		c
A+B+C	8,35	0,9	0,25	0,2	0	0	c

Pengamatan

		0	5	10	
		19,95	23,13	24,24	Notasi
0	19,95	0			A
5	23,13	3,18	0		B
10	24,24	4,29	1,11	0	C

- TSS

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	ST Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	105,1	107,5	106,3	318,9	106,3	1,2
	A+B	105,1	107,5	106,3	318,9	106,3	1,2
	A+C	105,1	107,5	106,3	318,9	106,3	1,2
	B+C	105,1	107,5	106,3	318,9	106,3	1,2
	A+B+C	105,1	107,5	106,3	318,9	106,3	1,2
5	Kontrol	103,6	104,1	103,85	311,55	103,85	0,25
	A+B	67,9	66,5	67,2	201,6	67,2	0,7
	A+C	59,7	59,3	59,5	178,5	59,5	0,2
	B+C	67,2	65,9	66,55	199,65	66,55	0,65
	A+B+C	63,9	62,7	63,3	189,9	63,3	0,6
10	Kontrol	98,7	100,2	99,45	298,35	99,45	0,75
	A+B	55,6	56,4	56	168	56	0,4
	A+C	47	48,2	47,6	142,8	47,6	0,6
	B+C	52,6	51,4	52	156	52	0,6
	A+B+C	58,8	59,5	59,15	177,45	59,15	0,35
Total		1200,5	1211,7	1206,1	3618,3		

Perlakuan	Kombinasi Bakteri					Total
	Kontrol	A+B	A+C	B+C	A+B+C	
0	318,9	318,9	318,9	318,9	318,9	1594,5
5	311,55	201,6	178,5	199,65	189,9	1081,2
10	298,35	168	142,8	156	177,45	942,6
Total	928,8	688,5	640,2	674,55	686,25	3618,3
Rata-rata	309,6	229,5	213,4	224,85	228,75	

FK	290935,442
JK Total	24894,658
JK Ulangan	4,181333333
JK Perlakuan	24874,378
JK Galat	16,09866667

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	4,18133	2,09067		3,34	5,45
Perlakuan	14	24874,4	1776,74	3090,24	2,06	2,8
Galat	28	16,0987	0,57495			
Total	34	24894,7	732,196			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Tabel T 0,05	2,048
BNT	0,732048127

Pemberian Notasi

Hari ke-5

		A+C	A+B+C	B+C	A+B	kontrol	
		59,5	63,3	66,55	67,2	103,85	Notasi
A+C	59,5	0					a
A+B+C	63,3	3,8	0				b
B+C	66,55	7,05	3,25	0			c
A+B	67,2	7,7	3,9	0,65	0		d
kontrol	103,85	44,35	40,55	37,3	36,65	0	e

Hari ke-10

		A+C	B+C	A+B	A+B+C	kontrol	
		47,6	52	56	59,15	99,45	Notasi
A+C	47,6	0					a
B+C	52	4,4	0				b
A+B	56	8,4	4	0			c
A+B+C	59,15	11,55	7,15	3,15	0		d
kontrol	99,45	51,85	47,45	43,45	40,3	0	e

Pengamatan

		10	5	0	
		188,2	216,24	318,9	Notasi
10	188,2	0			a
5	216,24	28,04	0		b
0	318,9	130,7	102,66	0	c

- Minyak dan Lemak

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	ST Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	2,5	3	2,75	8,25	2,75	0,25
	A+B	2,5	3	2,75	8,25	2,75	0,25
	A+C	2,5	3	2,75	8,25	2,75	0,25
	B+C	2,5	3	2,75	8,25	2,75	0,25
	A+B+C	2,5	3	2,75	8,25	2,75	0,25
5	Kontrol	2,4	2,5	2,45	7,35	2,45	0,05
	A+B	2	2,2	2,1	6,3	2,1	0,1
	A+C	2,3	2,1	2,2	6,6	2,2	0,1
	B+C	2,2	2	2,1	6,3	2,1	0,1
	A+B+C	2,1	2,2	2,15	6,45	2,15	0,05
10	Kontrol	2,3	2,4	2,35	7,05	2,35	0,05
	A+B	1,9	2,2	2,05	6,15	2,05	0,15
	A+C	2	1,9	1,95	5,85	1,95	0,05
	B+C	2,1	1,9	2	6	2	0,1
	A+B+C	2	1,9	1,95	5,85	1,95	0,05
Total		33,8	36,3	35,05	105,15		

Perlakuan	Kombinasi Bakteri					Total
	Kontrol	A+B	A+C	B+C	A+B+C	
0	8,25	8,25	8,25	8,25	8,25	41,25
5	7,35	6,3	6,6	6,3	6,45	33
10	7,05	6,15	5,85	6	5,85	30,9
Total	22,65	20,7	20,7	20,55	20,55	105,15
Rata-rata	7,55	6,9	6,9	6,85	6,85	

FK	245,7005
JK Total	5,357
JK Ulangan	0,208333333
JK Perlakuan	4,582
JK Galat	0,566666667

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	0,20833	0,10417		3,34	5,45
Perlakuan	14	4,582	0,32729	16,1718	2,06	2,8
Galat	28	0,56667	0,02024			
Total	34	5,357	0,15756			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Tabel T 0,05	2,048
BNT	0,137343627

Pemberian Notasi

Hari ke-5

		A+B	B+C	A+B+C	A+C	kontrol	
		2,1	2,1	2,15	2,2	2,45	Notasi
A+B	2,1	0					a
B+C	2,1	0	0				a
A+B+C	2,15	0,05	0,05	0			a
A+C	2,2	0,1	0,1	0,05	0		b
kontrol	2,45	0,35	0,35	0,3	0,25	0	c

Hari ke-10

		A+C	A+B+C	B+C	A+B	kontrol	
		1,95	1,95	2	2,05	2,35	Notasi
A+C	1,95	0					a
A+B+C	1,95	0	0				b
B+C	2	0,05	0,05	0			c
A+B	2,05	0,1	0,1	0,05	0		d
kontrol	2,35	0,4	0,4	0,35	0,3	0	e

Pengamatan

		10	5	0	
		6,18	6,6	8,25	Notasi
10	6,18	0			a
5	6,6	0,42	0		b
0	8,25	2,07	1,65	0	c

- Ammonia

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	ST Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	16,4	15,8	16,1	48,3	16,1	0,3
	A+B	16,4	15,8	16,1	48,3	16,1	0,3
	A+C	16,4	15,8	16,1	48,3	16,1	0,3
	B+C	16,4	15,8	16,1	48,3	16,1	0,3
	A+B+C	16,4	15,8	16,1	48,3	16,1	0,3
5	Kontrol	15,7	15,5	15,6	46,8	15,6	0,1
	A+B	10,73	10,88	10,805	32,415	10,805	0,075
	A+C	12,96	13,32	13,14	39,42	13,14	0,18
	B+C	14,9	14,6	14,75	44,25	14,75	0,15
	A+B+C	15,39	16,24	15,815	47,445	15,815	0,425
10	Kontrol	10,3	9,4	9,85	29,55	9,85	0,45
	A+B	1,749	1,824	1,7865	5,3595	1,7865	0,0375
	A+C	0,674	0,851	0,7625	2,2875	0,7625	0,0885
	B+C	1,554	1,752	1,653	4,959	1,653	0,099
	A+B+C	0,753	0,871	0,812	2,436	0,812	0,059
Total		166,71	164,238	165,474	496,422		

Perlakuan	Kombinasi Bakteri					Total
	Kontrol	A+B	A+C	B+C	A+B+C	
0	48,3	48,3	48,3	48,3	48,3	241,5
5	46,8	32,415	39,42	44,25	47,445	210,33
10	29,55	5,3595	2,2875	4,959	2,436	44,592
Total	124,65	86,0745	90,0075	97,509	98,181	496,422
Rata-rata	41,55	28,6915	30,0025	32,503	32,727	

FK	5476,328935
JK Total	1727,56818
JK Ulangan	0,2036928
JK Perlakuan	1725,715839
JK Galat	1,6486482

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	0,20369	0,10185		3,34	5,45
Perlakuan	14	1725,72	123,265	2093,49	2,06	2,8
Galat	28	1,64865	0,05888			
Total	34	1727,57	50,8108			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Tabel T 0,05	2,048
BNT	0,234265684

Tabel Notasi

Hari ke-5

		A+B	A+C	B+C	kontrol	A+B+C	
		10,805	13,14	14,75	15,6	15,815	Notasi
A+B	10,805	0					a
A+C	13,14	2,335	0				b
B+C	14,75	3,945	1,61	0			c
kontrol	15,6	4,795	2,46	0,85	0		d
A+B+C	15,815	5,01	2,675	1,065	0,215	0	e

Hari ke-10

		A+C	A+B+C	B+C	A+B	kontrol	
		0,7625	0,812	1,653	1,7865	9,85	Notasi
A+C	0,7625	0					a
A+B+C	0,812	0,0495	0				b
B+C	1,653	0,8905	0,841	0			c
A+B	1,7865	1,024	0,9745	0,1335	0		d
kontrol	9,85	9,0875	9,038	8,197	8,0635	0	e

Pengamatan

		10	5	0	
		8,91	42,06	48,3	Notasi
10	8,91	0			a
5	42,06	33,15	0		b
0	48,3	39,39	6,24	0	c

- COD

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	ST Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	257,1	255,8	256,45	769,35	256,45	0,65
	A+B	257,1	255,8	256,45	769,35	256,45	0,65
	A+C	257,1	255,8	256,45	769,35	256,45	0,65
	B+C	257,1	255,8	256,45	769,35	256,45	0,65
	A+B+C	257,1	255,8	256,45	769,35	256,45	0,65
5	Kontrol	236,7	237,2	236,95	710,85	236,95	0,25
	A+B	179,6	178,8	179,2	537,6	179,2	0,4
	A+C	186,5	187,3	186,9	560,7	186,9	0,4
	B+C	177,4	176,2	176,8	530,4	176,8	0,6
	A+B+C	158,6	159,4	159	477	159	0,4
10	Kontrol	201,4	202,7	202,05	606,15	202,05	0,65
	A+B	152,4	152,8	152,6	457,8	152,6	0,2
	A+C	126,8	127,7	127,25	381,75	127,25	0,45
	B+C	102,2	103,1	102,65	307,95	102,65	0,45
	A+B+C	130,6	131,3	130,95	392,85	130,95	0,35
Total		2937,7	2935,5	2936,6	8809,8		

Perlakuan	Kombinasi Bakteri					Total
	Kontrol	A+B	A+C	B+C	A+B+C	
0	769,35	769,35	769,35	769,35	769,35	3846,75
5	710,85	537,6	560,7	530,4	477	2816,55
10	606,15	457,8	381,75	307,95	392,85	2146,5
Total	2086,35	1764,75	1711,8	1607,7	1639,2	8809,8
Rata-rata	695,45	588,25	570,6	535,9	546,4	

FK	1724723,912
JK Total	124934,863
JK Ulangan	0,161333333
JK Perlakuan	124926,853
JK Galat	7,848666668

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	0,16133	0,08067		3,34	5,45
Perlakuan	14	124927	8923,35	31833,9	2,06	2,8
Galat	28	7,84867	0,28031			
Total	34	124935	3674,55			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Tabel T 0,05	2,048
BNT	0,511143241

Pemberian Notasi

Hari ke-5

		A+B+C	B+C	A+B	A+C	kontrol	
		159	176,8	179,2	186,9	236,95	Notasi
A+B+C	159	0					a
B+C	176,8	17,8	0				b
A+B	179,2	20,2	2,4	0			c
A+C	186,9	27,9	10,1	7,7	0		d
kontrol	236,95	77,95	60,15	57,75	50,05	0	e

Hari ke-10

		B+C	A+C	A+B+C	A+B	kontrol	
		102,65	127,25	130,95	152,6	202,05	Notasi
B+C	102,65	0					a
A+C	127,25	24,6	0				b
A+B+C	130,95	28,3	3,7	0			c
A+B	152,6	49,95	25,35	21,65	0		d
kontrol	202,05	99,4	74,8	71,1	49,45	0	e

Notasi Pengamatan

		10	5	0	
		429,3	563,31	769,35	Notasi
10	429,3	0			a
5	563,31	134,01	0		b
0	769,35	340,05	206,04	0	c

- BOD

Lama Aerasi (Hari)	Perlakuan	Ulangan			Total	Rata-rata	ST Deviasi
		I	II	III			
0	Kontrol	71,1	70,6	70,85	212,55	70,85	0,25
	A+B	71,1	70,6	70,85	212,55	70,85	0,25
	A+C	71,1	70,6	70,85	212,55	70,85	0,25
	B+C	71,1	70,6	70,85	212,55	70,85	0,25
	A+B+C	71,1	70,6	70,85	212,55	70,85	0,25
5	Kontrol	70,7	69,2	69,95	209,85	69,95	0,75
	A+B	62,9	63,1	63	189	63	0,1
	A+C	65,4	64,7	65,05	195,15	65,05	0,35
	B+C	67,9	68,1	68	204	68	0,1
	A+B+C	55,9	57,2	56,55	169,65	56,55	0,65
10	Kontrol	67,3	68,8	68,05	204,15	68,05	0,75
	A+B	43,9	44,2	44,05	132,15	44,05	0,15
	A+C	35,9	34,7	35,3	105,9	35,3	0,6
	B+C	50,4	51,6	51	153	51	0,6
	A+B+C	37,4	39,2	38,3	114,9	38,3	0,9
Total		913,2	913,8	913,5	2740,5		

Perlakuan	Kombinasi Bakteri					Total
	Kontrol	A+B	A+C	B+C	A+B+C	
0	212,55	212,55	212,55	212,55	212,55	1062,75
5	209,85	189	195,15	204	169,65	967,65
10	204,15	132,15	105,9	153	114,9	710,1
Total	626,55	533,7	513,6	569,55	497,1	2740,5
Rata-rata	208,85	177,9	171,2	189,85	165,7	

FK	166896,45
JK Total	6808,275
JK Ulangan	0,012
JK Perlakuan	6801,165
JK Galat	7,098

ANOVA

SK	db	JK	KT	Fhit	F5%	F1%
Ulangan	2	0,012	0,006		3,34	5,45
Perlakuan	14	6801,17	485,798	1916,36	2,06	2,8
Galat	28	7,098	0,2535			
Total	34	6808,28	200,243			

F hitung > F5%, artinya terdapat perbedaan yang nyata antara perlakuan yang satu dengan yang lainya sehingga perlu dilakukan uji lanjutan BNT

Tabel T 0,05	2,048
BNT	0,486085512

Pemberian Notasi

Hari ke-5

		A+B+C	A+B	A+C	B+C	kontrol	
		56,55	63	65,05	68	69,95	Notasi
A+B+C	56,55	0					a
A+B	63	6,45	0				b
A+C	65,05	8,5	2,05	0			c
B+C	68	11,45	5	2,95	0		d
kontrol	69,95	13,4	6,95	4,9	1,95	0	e

Hari ke-10

		A+C	A+B+C	A+B	B+C	kontrol	
		35,3	38,3	44,05	51	68,05	Notasi
A+C	35,3	0					a
A+B+C	38,3	3	0				b
A+B	44,05	8,75	5,75	0			c
B+C	51	15,7	12,7	6,95	0		d
kontrol	68,05	32,75	29,75	24	17,05	0	e

Notasi Pengamatan

		10	5	0	
		142,02	193,53	212,55	Notasi
10	142,02	0			a
5	193,53	51,51	0		b
0	212,55	70,53	19,02	0	c

Lampiran 15. Hasil Analisa Parameter Uji

Data Kontrol

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

KAN Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

No : 1752 S/LKA MLG/IV/2015

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 (NH3_N)	mg/L	82,3	APHA. 4500-NH3 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 (NH3_N)	mg/L	53,4	APHA. 4500-NH3 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 (NH3_N)	mg/L	15,8	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	3,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,03	QI/LKA/50	-

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 1

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

Data Hari ke 5, Ulangan ke 1

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

KAN Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

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 - 22 April 2015

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
A	**Perlakuan A**				
Kaca Piring A+B					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	62,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	179,6	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	67,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	10,73	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,011	QI/LKA/50	-
Kaca Piring A+C					
1	pH	-	7,9	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	65,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	186,5	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	59,7	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	12,96	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,3	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,05	QI/LKA/50	-
Kaca Piring B+C					
1	pH	-	7,6	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	67,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	177,4	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	67,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	14,9	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,16	QI/LKA/50	-
Kaca Piring A+B+C					
1	pH	-	7,7	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	55,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	158,6	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	63,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	15,39	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L		QI/LKA/50	-

Halaman 2
Page 2

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

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

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

Data Hari ke 5, Ulangan ke 2

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

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

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)* : 23 April - 28 April 2015

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Kaca Piring A+B					
1	pH	-	7,9	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	63,1	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	178,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	66,5	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	10,88	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,01	QI/LKA/50	-
Kaca Piring A+C					
1	pH	-	8,1	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	64,7	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	187,3	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	59,3	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	13,32	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,5	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,03	QI/LKA/50	-
Kaca Piring B+C					
1	pH	-	8,0	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	68,1	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	176,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	65,9	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	14,6	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,01	QI/LKA/50	-
Kaca Piring A+B+C					
1	pH	-	7,8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	57,2	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	159,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	62,7	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	16,24	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,65	QI/LKA/50	-

Halaman 6
Page 6

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

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

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

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

Data Hari ke 10, Ulangan ke 1

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

KAN Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

No : 1918 S/LKA MLG/V/2015

Kode Contoh Uji *Sample Code* : Ext. 450 - 483 /PC/IV/2015/ 512 - 545

Metode Pengambilan Contoh Uji *Sampling Method* : -

Tempat Analisa *Place of Analysis* : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa *Testing Date(s)* : 29 April - 06 Mei 2015

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Perlakuan B					
Kaca Piring A+B					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	43,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	152,4	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	55,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	1,749	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,74	QI/LKA/50	-
Kaca Piring A+C					
1	pH	-	8,2	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	35,9	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	126,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	47	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	0,674	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,21	QI/LKA/50	-
Kaca Piring B+C					
1	pH	-	8,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	50,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	102,2	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	52,6	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	1,554	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,1	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,98	QI/LKA/50	-
Kaca Piring A+B+C					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	37,4	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	130,6	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	58,8	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	0,753	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,0	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,09	QI/LKA/50	-

Halaman 2
Page 2

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

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

This Certificate or report is valid just for sample mentioned above and shall not be reproduced and or 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

Data Hari ke 10, Ulangan 2

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) 331880, Fax. (0321) 333370
E-mail : laboratoriumjasatirta1@yahoo.co.id

KAN
Komite Akreditasi Nasional
Laboratorium Penguji
LP - 227 - IDN

No : 1918 S/LKA MLG/V/2015

Kode Contoh Uji / *Sample Code* : Ext. 450 - 483 /PC/IV/2015/ 512 - 545

Metode Pengambilan Contoh Uji / *Sampling Method* : -

Tempat Analisa / *Place of Analysis* : Laboratorium Kualitas Air PJT I Malang

Tanggal Analisa / *Testing Date(s)* : 07 Mei - 13 Mei 2015

HASIL ANALISA
Result of Analysis

No	Parameter	Satuan	Hasil	Metode Analisa	Keterangan
Kaca Piring A+B					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	44,2	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	152,8	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	56,4	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	1,824	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	2,2	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,63	QI/LKA/50	-
Kaca Piring A+C					
1	pH	-	8	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	34,7	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	127,7	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	48,2	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	0,851	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	7,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	1,50	QI/LKA/50	-
Kaca Piring A+C					
1	pH	-	8,3	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	51,6	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	103,1	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	51,4	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	1,752	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,51	QI/LKA/50	-
Kaca Piring A+B+C					
1	pH	-	8,4	QI/LKA/08 (Elektrometri)	Analisa di laboratorium
2	BOD	mg/L	39,2	APHA. 5210 B-1998	-
3	COD	mg/L	131,3	QI/LKA/19 (Spektrofotometri)	-
4	TSS	mg/L	59,5	APHA. 2540 D-2005	-
5	Ammonia (NH3_N)	mg/L	0,871	APHA. 4500-NH3 F-2005	-
6	Minyak & Lemak	mg/L	1,9	APHA. 5220 B-1998	-
7	Klorin bebas	mg/L	0,67	QI/LKA/50	-

Halaman 6
Page 6

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

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

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

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

Lampiran 16. Standar Baku Mutu Air Limbah Pengolahan Hasil Perikanan Tahun 2014

LAMPIRAN XIV
PERATURAN MENTERI LINGKUNGAN HIDUP
REPUBLIK INDONESIA
NOMOR 5 TAHUN 2014
TENTANG
BAKU MUTU AIR LIMBAH

BAKU MUTU AIR LIMBAH
BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN
PENGOLAHAN HASIL PERIKANAN

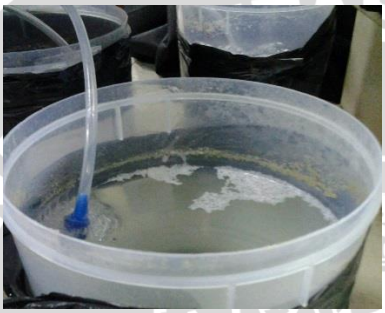
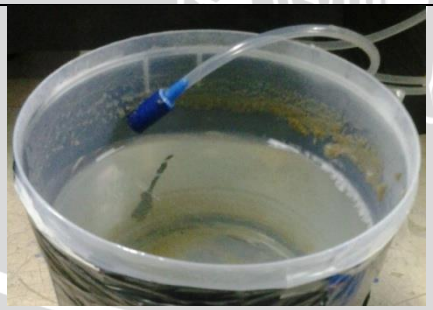
A. Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Pengolahan Hasil Perikanan yang Melakukan Satu Jenis Kegiatan Pengolahan

Parameter	Kegiatan Pembekuan				Kegiatan Pengalengan				Pembuatan Tepung Ikan	
	Kadar (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)			Kadar (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)			Kadar (mg/L)	Beban Pencemaran (kg/ton)
		Ikan	Udang	Lain-lain		Ikan	Udang	Lain-lain		
pH	6 – 9									
TSS	100	1	3	1,5	100	1,5	3	2	100	1,2
Sulfida	-	-	-	-	1	0,015	0,03	0,02	1	0,012
Amonia	10	0,1	0,3	0,15	5	0,075	0,15	0,1	5	0,06
Klor bebas	1	0,01	0,03	0,015	1	0,015	0,03	0,02	-	-
BOD	100	1	3	1,5	75	1,125	2,25	1,5	100	1,2
COD	200	2	6	3	150	2,25	4,5	3	300	3,6
Minyak-lemak	15	0,15	0,45	0,225	15	0,225	0,45	0,3	15	0,18
Kuantitas Air Limbah (m_3/ton)		10	30	15		15	30	20		12

Lampiran 17. Pengamatan Hasil Aerasi Selama 10 Hari

Pengamatan aerasi limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan menggunakan kombinasi bakteri A+B+C (*Acinetobacter baumanii, Enterobacter gergoviae* dan *Bacillus subtilis)* secara aerob

Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		— Warna putih keruh — Bau amis — Tidak ada endapan — Tidak ada buih
1		— Warna putih keruh — Bau amis — Tidak ada endapan — Sedikit berbuih
2		— Warna putih keruh — Bau agak menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih
3		— Warna putih keruh — Bau menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih

4		— Warna agak kekuningan — Bau agak menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih
5		— Warna kekuningan — Bau agak menyengat — Terdapat endapan — Ada buih
6		— Warna kekuningan — Bau menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih
7		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih

8		— Warna kuning bening — Sedikit menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih
9		— Warna kuning bening — Tidak menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih
10		— Warna kuning bening — Tidak menyengat — Terdapat banyak endapan — Sedikit berbuih

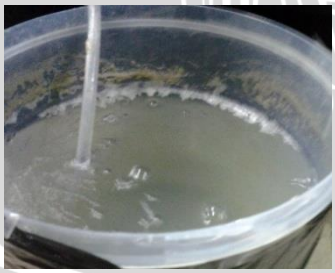
Pengamatan aerasi limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan Menggunakan kombinasi bakteri A+B (*Acinetobacter baumanni* dan *Enterobacter gergoviae*) secara aerob

Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		— Warna putih keruh — Bau amis — Tidak ada endapan — Tidak ada buih
1		— Warna putih keruh — Bau amis — Tidak ada endapan — Sedikit berbuih
2		— Warna putih keruh — Bau sedikit menyengat — Sedikit endapan — Sedikit berbuih
3		— Warna putih keruh — Bau menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih

4		— Warna kekuningan — Bau menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
5		— Warna kekuningan — Bau menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih
6		— Warna kekuningan — Bau menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih
7		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Terdapat endapan — Sedikit berbuih
8		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Sedikit ada endapan — Sedikit berbuih

9		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Sedikit ada endapan — Sedikit berbuih
10		— Warna kuning bening — Tidak berbau — Terdapat endapan — Sedikit berbuih

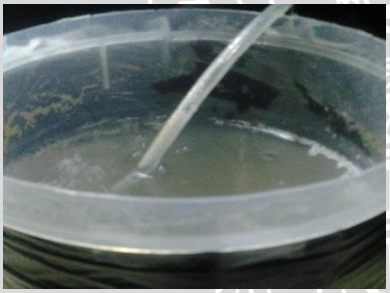
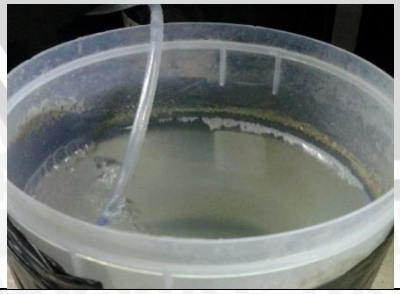
Pengamatan aerasi limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan Menggunakan kombinasi bakteri B+C (*Enterobacter gergoviae* dan *Bacillus subtilis)* secara aerob

Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		— Warna putih keruh — Bau amis — Tidak ada endapan — Tidak ada buih
1		— Warna putih keruh — Bau amis — Tidak ada endapan — Sedikit berbuih
2		— Warna putih keruh — Bau agak menyengat — Terdapat sedikit endapan — berbuih
3		— Warna putih keruh — Bau menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
4		— Warna kekuningan — Bau menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih

5		— Warna kekuningan — Bau menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
6		— Warna kekuningan — Bau sedikit menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
7		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Terdapat sedikit endapan — Banyak buih
8		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
9		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih

10		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Terdapat banyak endapan — Sedikit berbuih

Pengamatan aerasi limbah cair industri pembekuan ikan kaca piring dengan Menggunakan kombinasi bakteri A+C (*Acinetobacter baumanni* dan *Bacillus subtilis*) secara aerob

Hari	Foto Pengamatan	Keterangan
0		— Warna putih keruh — Bau amis — Tidak ada endapan — Tidak ada buih
1		— Warna putih keruh — Bau amis — Tidak terdapat endapan — Sedikit berbuih
2		— Warna putih keruh — Bau agak menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
3		— Warna putih keruh — Bau agak menyengat — Terdapat seidikit endapan — Sedikit berbuih
4		— Warna putih keruh — Bau agak menyengat — Terdapat sedikit

		endapan — Sedikit berbuih
5		— Warna kekuningan — Bau menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
6		— Warna kekuningan — Bau sedikit menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
7		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
8		— Warna kuning bening — Bau sedikit menyengat — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih

9		— Warna bening — Tidak berbau — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih
10		— Warna bening — Tidak berbau — Terdapat sedikit endapan — Sedikit berbuih