

**TUGAS AKHIR**  
**EFEKTIVITAS BIOREMEDIASI PENCEMARAN**  
**LIMBAH PEMOTONGAN AYAM**



**NITA ARINA FAHMI**  
**D121 14 302**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

**2019**





KEMENTERIAN RISET, TEKNOLOGI DAN PENDIDIKAN TINGGI  
UNIVERSITAS HASANUDDIN FAKULTAS TEKNIK  
DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN

JL. POROS MALINO, KM.6 BONTOMARANNU KAB. GOWA

## LEMBAR PENGESAHAN

Tugas Akhir ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat untuk mendapatkan gelar Sarjana Teknik pada Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin Makassar.

Judul : ***Efektivitas Bioremediasi Pencemaran Limbah Pematangan Ayam***

Disusun Oleh :

Nama : Nita Arina Fahmi

D121 14 302

Telah diperiksa dan disetujui  
Oleh Dosen Pembimbing

Gowa, 23 Mei 2019

Pembimbing I

Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc.  
NIP. 195901161987021001

Pembimbing II

Dr. Roslinda Ibrahim, S.P., M.T.  
NIP. 197506232015042001

Menyetujui,  
Ketua Departemen Teknik Lingkungan



Dr. Eng Muralia Hustim, S.T., M.T.  
Nip: 197204242000122001



## KATA PENGANTAR

Alhamdulillah, puji syukur penulis panjatkan kehadirat Allah Subhanahu wa ta'ala karena atas berkat Rahmat dan Ridho-Nyalah sehingga penulis dapat menyelesaikan penulisan tugas akhir dengan judul **“Efektivitas Bioremediasi Pencemaran Limbah Pemotongan Ayam”**. Shalawat dan Salam semoga tercurahkan kepada junjungan Nabi Muhammad ﷺ pimpinan dan sebaik-baik teladan bagi ummat yang membawa manusia dari zaman kegelapan menuju zaman yang terang benderang.

Dalam penyusunan tugas akhir ini penulis banyak mengalami hambatan, namun berkat bantuan, bimbingan, dan kerjasama yang ikhlas dari berbagai pihak, akhirnya tugas akhir ini dapat terselesaikan dengan baik. Pencapaian tugas akhir ini tidak terlepas dari jasa-jasa orang tua penulis. Ungkapan terima kasih yang tulus penulis persembahkan untuk kedua orang tua tercinta Ayahanda Takbir dan Ibunda Kurniati yang tiada hentinya memberikan support, nasehat dan doa – doa yang senantiasa mengiringi setiap langkah dan yang telah mencurahkan segenap kasih sayang yang tak terbatas serta segala bentuk motivasi yang telah diberikan kepada penulis selama menempuh pendidikan sampai di tingkat perguruan tinggi.

Dalam proses penyusunan hingga terselesaikannya tugas akhir ini, penulis sangat terbantu oleh banyak pihak, karenanya penulis ingin mengucapkan rasa terima kasih sebesar-besarnya kepada :

1. Bapak Dr. Ir. Muhammad Arsyad Thaha, MT., selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
2. Bapak Prof. Baharuddin Hamzah, ST.,M.Arch.,Ph.D. selaku Wakil Dekan dan Pembantu Dekan I Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.
3. Ibu Dr. Eng. Muralia Hustim, ST., MT., selaku Ketua Departemen Teknik Lingkungan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.

4. Bapak Dr. Ir. Achmad Zubair, M.Sc., selaku Dosen Pembimbing I dan Ibu Roslinda Ibrahim, SP., MT., selaku Dosen Pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bimbingan, meluangkan waktu di tengah sibukannya selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan



tugas akhir ini, dan juga selalu memberikan semangat selama penulis melaksanakan penelitian dan penyusunan tugas akhir.

5. Bapak Syarifuddin, ST., selaku Laboran pada Laboratorium Kualitas Air Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, terima kasih atas bantuan, bimbingan, saran dan dorongan yang diberikan selama pengerjaan tugas akhir ini.
6. Bapak/Ibu Dosen Fakultas Teknik Departemen Teknik Lingkungan atas bimbingan, arahan, didikan, dan motivasi yang telah diberikan selama kurang lebih empat tahun.
7. Seluruh staf dan karyawan Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin atas segala bantuannya selama penulis menempuh perkuliahan terutama kepada staf S1 Teknik Lingkungan Ibu Sumiati dan Kak Olan.
8. Untuk partner TA saya Umi Qalsum Azis, terima kasih atas kerjasama timnya yang selalu setia menemani, membantu, dan mendukung mulai dari pembuatan reaktor dan pengambilan data hingga penulisan tugas akhir ini selesai.
9. Untuk rekan-rekan yang turut andil dalam pembuatan reaktor serta pengambilan sampel (Atta Kuning, Maman, Ian, Anjas, Abi, Yayat, Alfin, dan yang tidak sempat saya sebutkan) terima kasih atas ketulusannya.
10. Untuk yang spesial Zidakong 09 (Lulu, Silfa, Qalsum, Sella, Tanti, Reskia, Ebi, dan Mitra) terima kasih atas support, bantuan, dan cerita yang telah diberikan selama masa kuliah hingga penyelesaian tugas akhir ini, semoga tidak menjadi akhir untuk cerita kita.
11. Untuk Paiton Bersaudari (Lulu, Ina, Ika) terima kasih atas pengalaman berharganya di tanah Probolinggo. Terkhusus untuk partner saya Nurul Putri Utami, terima kasih telah menjadi partner ternekad.
12. Untuk Anggriani Sultan dan Nurfadhilla Mardi, terima kasih atas support, saran, motivasi yang diberikan kepada penulis.

Untuk rekan-rekan Bonto Rita Squad KKN 96 (Mail, Titi, Ummy, Kak  
in, Muchlis, Arnita, dan Mila) terima kasih ceritanya di kampung rantau.



14. Untuk teman-teman Teknik Lingkungan 2014 atas segala bantuan dan kebaikan selama perkuliahan.
15. Untuk Saudara dan Saudariku Portal 2015, Terima kasih telah memberikan cerita, telah memberikan warna-warni dalam dunia perkuliahan, dan telah mengajarkan arti persaudaraan, tetap berikan warna pada 2014. Semangat saja.
16. Dan kepada rekan, sahabat, saudara dan berbagai pihak yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu, penulis ucapkan banyak terima kasih atas setiap bantuan dan do'a yang diberikan.

Semoga Allah SWT membalaskan kebaikan kepada kalian semua. Penulis menyadari bahwa tugas akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Namun, penulis berharap tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pembaca. Akhir kata semoga tugas akhir ini memberikan manfaat bagi pengembangan ilmu pengetahuan.

Makassar, April 2019  
Penulis,

**Nita Arina Fahmi**  
**D121 14 302**



## ABSTRAK

**Nita Arina Fahmi.** 2019. Efektivitas Bioremediasi Pencemaran Limbah Pemotongan Ayam. (Dibimbing oleh **Achmad Zubair** dan **Roslinda Ibrahim**)

Limbah cair Rumah Pemotongan Ayam pada umumnya tidak dikelola dengan baik terutama pada limbah cair Rumah Pemotongan Ayam di Kota Makassar, limbah cair Rumah Pemotongan Ayam biasanya langsung dibuang ke badan air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan pencemaran air permukaan dan tanah. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah metode eksperimen yang dilanjutkan dengan analisis sampel di laboratorium dengan variabel terikat yaitu efektivitas remediasi limbah pemotongan ayam, sedangkan variabel bebas yaitu variasi dengan perlakuan aerasi dan perlakuan anaerasi serta waktu bioremediasi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan yang paling efektif untuk menurunkan kadar BOD, COD, TSS, Amoniak, serta Minyak dan Lemak untuk air limbah pemotongan ayam yaitu dengan perlakuan aerasi. Dimana Tingkat remediasi pada perlakuan aerasi menurunkan kadar BOD hingga berada dibawah baku mutu pada hari ke-5 bioremediasi, sedangkan untuk kadar COD, TSS, serta Minyak dan Lemak berada dibawah baku mutu pada hari ke-4 bioremediasi. Adapun untuk perlakuan anaerasi dapat mereduksi kadar BOD serta Minyak dan Lemak hingga berada dibawah baku mutu pada hari ke-10 bioremediasi, kadar COD berada dibawah baku mutu pada hari ke-5 bioremediasi, kadar TSS berada dibawah baku mutu pada hari ke-4 bioremediasi.

**Kata Kunci** : Bioremediasi, Eceng Gondok, Aerasi, Anaerasi, Limbah Cair Rumah Pemotongan Ayam



## ABSTRACT

**Nita Arina Fahmi.** 2019. *Effectiveness Of Chicken Slaughter Waste Bioremediation.* (Supervised by **Achmad Zubair** and **Roslinda Ibrahim**)

*Generally, chicken slaughterhouse wastewater is not managed properly, especially in chicken wastes in Makassar City, chicken slaughterhouse wastewater is usually directly discharged into water bodies without any prior treatment. This causes pollution of surface and soil water. The method used in this study is an experimental method followed by analysis of samples in the laboratory with the dependent variable is the effectiveness of remediation of chicken slaughter waste, while the independent variable is variation with the treatment of aeration and anaeration treatment and time of bioremediation. The results showed that the most effective treatment was to reduce levels of BOD, COD, TSS, Ammonia, and Oil and Fat for chicken slaughter wastewater by aeration treatment. Where the level of remediation in the treatment of aeration decreases BOD levels to below the quality standard on the fifth day of bioremediation, while the levels of COD, TSS, and Oil and Fat are below the quality standard on the 4th day of bioremediation. As for the anaeration treatment can reduce the levels of BOD and Oil and Fat to below the quality standard on the 10th day of bioremediation, COD levels are below the quality standard on the fifth day of bioremediation, TSS levels are below the quality standard on the 4th day of bioremediation.*

**Keywords:** *Bioremediation, Water Hyacinth, Aeration, Anaeration, Chicken Slaughterhouse Wastewater*



## DAFTAR ISI

|   | <b>Halaman</b> |
|---|----------------|
| <b>SAMPUL</b>                                   | <b>i</b>       |
| <b>LEMBAR PENGESAHAN</b>                        | <b>ii</b>      |
| <b>KATA PENGANTAR</b>                           | <b>iii</b>     |
| <b>ABSTRAK</b>                                  | <b>vi</b>      |
| <b>ABSTRACT</b>                                 | <b>vii</b>     |
| <b>DAFTAR ISI</b>                               | <b>viii</b>    |
| <b>DAFTAR TABEL</b>                             | <b>x</b>       |
| <b>DAFTAR GAMBAR</b>                            | <b>xi</b>      |
| <b>DAFTAR LAMPIRAN</b>                          | <b>xii</b>     |
| <br><b>BAB I PENDAHULUAN</b>                    |                |
| A. Latar Belakang                               | 1              |
| B. Rumusan Masalah                              | 3              |
| C. Maksud dan Tujuan Penelitian                 | 3              |
| D. Batasan Masalah                              | 4              |
| E. Sistematika Penulisan                        | 5              |
| <br><b>BAB II TINJAUAN PUSTAKA</b>              |                |
| A. Konsepsi Limbah Cair                         | 6              |
| B. Limbah Cair Industri Rumah Potong Ayam (RPA) | 8              |
| C. Bioremediasi dan Metode Aerasi               | 10             |
| D. Media Tanam                                  | 13             |
| E. Parameter Pengujian dan Baku Mutu Air Limbah | 16             |
| F. Efektivitas Penyerapan Zat Pencemar          | 20             |
| G. Penelitian Terdahulu                         | 21             |

### **METODE PENELITIAN**

|                             |    |
|-----------------------------|----|
| Waktu dan Lokasi Penelitian | 31 |
|-----------------------------|----|





|                            |    |
|----------------------------|----|
| B. Jenis Penelitian        | 31 |
| C. Tahapan Penelitian      | 33 |
| D. Diagram Alir Penelitian | 39 |

#### **BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN**

|   |    |
|---|----|
| A. Karakteristik Limbah Cair Industri RPA   | 40 |
| B. Tingkat Remediasi Kadar Pencemar Limbah Cair Industri Rumah Pemotongan Ayam (RPA) Selama Bioremediasi            | 41 |
| C. Perbandingan Efektivitas Remediasi Kadar Pencemar Air Limbah Pemotongan Ayam Antara Pelakuan Aerasi dan Anaerasi | 56 |

#### **BAB IV PENUTUP**

|               |    |
|---------------|----|
| A. Kesimpulan | 72 |
| B. Saran      | 72 |

#### **DAFTAR PUSTAKA**

#### **LAMPIRAN**



## DAFTAR TABEL

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| Tabel 1. Sumber Limbah Industri Rumah Potong Ayam (RPA)            | 10             |
| Tabel 2. Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Rumah Potong Hewan     | 20             |
| Tabel 3. Kriteria Efektivitas Pengolahan Air Limbah                | 21             |
| Tabel 4. Matriks Penelitian Terdahulu                              | 22             |
| Tabel 5. Variasi Perlakuan   | 32             |
| Tabel 6. Kondisi Awal Limbah Cair RPA Sebelum Bioremediasi         | 41             |
| Tabel 7. Konsentrasi BOD Setelah Proses Bioremediasi               | 42             |
| Tabel 8. Konsentrasi COD Setelah Proses Bioremediasi               | 45             |
| Tabel 9. Konsentrasi TSS Setelah Proses Bioremediasi               | 48             |
| Tabel 10. Konsentrasi Amoniak Setelah Proses Bioremediasi          | 50             |
| Tabel 11. Konsentrasi Minyak dan Lemak Setelah Proses Bioremediasi | 52             |
| Tabel 12. Nilai pH Setelah Proses Bioremediasi                     | 55             |
| Tabel 13. Efektivitas Penyerapan Kadar BOD                         | 57             |
| Tabel 14. Efektivitas Penyerapan Kadar COD                         | 59             |
| Tabel 15. Efektivitas Penyerapan TSS                               | 61             |
| Tabel 16. Efektivitas Penyerapan Amoniak                           | 64             |
| Tabel 17. Efektivitas Penyerapan Minyak dan Lemak                  | 66             |
| Tabel 18. Perbandingan Efektivitas Penyerapan Aerasi dan Anaerasi  | 68             |



## DAFTAR GAMBAR

|  | <b>Halaman</b> |
|--|----------------|
| Gambar 1. Skema Pengelompokan Bahan Yang Terkandung Di Dalam Air Limbah                | 7              |
| Gambar 2. Morfologi Eceng Gondok ( <i>Eichornia Crassipes</i> )                        | 13             |
| Gambar 3. Reaktor Dengan Perlakuan Aerasi  | 34             |
| Gambar 4. Detail Bak Reaktor   | 35             |
| Gambar 5. Diagram Alir Penelitian  | 39             |
| Gambar 6. Tingkat Remediasi Kadar BOD Pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi               | 43             |
| Gambar 7. Tingkat Remediasi Kadar COD Pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi               | 46             |
| Gambar 8. Tingkat Remediasi Kadar TSS Pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi               | 49             |
| Gambar 9. Tingkat Remediasi Kadar Amoniak pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi           | 51             |
| Gambar 10. Tingkat Remediasi Kadar Minyak dan Lemak pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi | 53             |
| Gambar 11. Nilai pH pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi                                 | 56             |
| Gambar 12. Efektivitas Penyerapan Kadar BOD  | 58             |
| Gambar 13. Efektivitas Penyerapan Kadar COD  | 60             |
| Gambar 14. Efektivitas Penurunan Kadar TSS   | 62             |
| Gambar 15. Efektivitas Penyerapan Amoniak  | 64             |
| Gambar 16. Efektivitas Penurunan Minyak dan Lemak                                      | 66             |
| Gambar 17. Perbandingan Efektivitas Penyerapan Aerasi dan Anaerasi                     | 68             |



## DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian

Lampiran 2. Data Hasil Uji Laboratorium

Lampiran 3. Rujukan



## BAB I

### PENDAHULUAN

#### A. Latar Belakang

Pencemaran lingkungan di Indonesia terutama pencemaran sungai, danau, dan sarana perairan umum lainnya dalam beberapa tahun belakangan ini terus meningkat. Penyebab utama pencemaran ini adalah akibat limbah rumah tangga (40%), limbah industri (30%), dan sisanya berasal dari limbah pertanian dan peternakan (Nurmitha, 2013).

Industri pemotongan ayam yang menghasilkan berbagai macam produk olahan daging ayam cukup berkembang di Indonesia. Usaha pemotongan ayam di Indonesia telah menjadi sebuah industri yang memiliki komponen lengkap dari sektor hulu sampai ke hilir. Industri pemotongan ayam memiliki nilai strategis khususnya dalam penyediaan protein yang dibutuhkan manusia.

Idealnya tiap-tiap pabrik atau rumah tangga mempunyai instalasi pengolahan air limbah sendiri-sendiri. Pada saat ini sangat jarang sekali suatu industri kecil atau industri rumah tangga yang mempunyai instalasi pengolahan air limbah. Penyebab rendahnya kepemilikan instalasi pengolahan air limbah yaitu mahalnya harga instalasi pengolahan air limbah serta kurang mengikatnya peraturan dan sanksi yang ada dari instansi terkait. Instalasi pengolahan air limbah konvensional yang biasa digunakan selain harganya mahal, biaya pemeliharaan (*maintenance*) juga tinggi terutama biaya listrik dan bahan bakar juga masih menggunakan teknologi tinggi (*high technology*).

Limbah adalah sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang dihasilkan dari suatu proses produksi baik industri maupun domestik (rumah tangga). Berbagai jenis limbah akan dihasilkan pada suatu industri skala kecil dan besar, baik limbah organik maupun anorganik.

Salah lingkungan hidup dewasa ini diakui bukan hanya masalah lokal, juga merupakan masalah nasional dan bahkan global. Masalah ini mendapat perhatian oleh karena dampaknya yang signifikan terhadap kualitas



kesehatan yang pada gilirannya dapat berpengaruh pada kualitas hidup. Salah satu masalah lingkungan hidup yang cukup penting untuk diperhatikan adalah tentang pembuangan limbah. Sampai saat ini perhatian dan tindakan nyata terhadap pemecahan masalah pembuangan limbah belum menunjukkan hasil yang baik. Sebagai salah satu contoh adalah masalah air limbah dari Rumah Potong Ayam (RPA) yang sebagian besar terdiri atas darah (Budiono dkk, 2007).

Limbah cair RPA pada umumnya tidak dikelola dengan baik terutama pada limbah cair RPA di Kota Makassar, limbah cair RPA biasanya langsung dibuang ke badan air tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Hal ini menyebabkan pencemaran air permukaan dan tanah. Terlebih isi perut (rumen) dan usus yang terdapat pada limbah cair RPA dapat meningkatkan jumlah padatan pada badan air (Ratnawati dan Al Kholif, 2018).

Pengolahan limbah berdasarkan pada proses simbiosis antara Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) sebagai penghasil oksigen dan mikroorganisme sebagai perombak bahan-bahan organik yang membutuhkan oksigen dalam perombakan dan menghasilkan CO<sub>2</sub> yang dibutuhkan tumbuhan air. Dengan tingginya kadar bahan kimia yang menyerap oksigen terlarut dalam air dapat menyebabkan biota-biota yang hidup di dalam air seperti ikan dan hewan lainnya mengalami kekurangan oksigen yang akan berakibat menurunkan daya hidup biota tersebut. Kadar pencemaran itu karena adanya banyak limbah organik dan limbah anorganik yang dibuang ke perairan (Masittha dkk, 2011).

Ada beberapa metode yang dapat digunakan untuk mengolah air limbah cair agar tidak mencemari lingkungan yakni pengolahan secara biologi, fisika, dan secara kimiawi. Untuk pengolahan secara biologi dapat dilakukan dengan bioremediasi yaitu pengolahan limbah cair dengan menggunakan mikroorganisme atau bakteri misalnya proses menggunakan biofilter anaerob dengan media batu apung. Selain itu, ada pula bioremediasi menggunakan media

seperti eceng gondok.

Salah satu pemanfaatan sebagai bioremediator, eceng gondok banyak digunakan dalam pengolahan limbah cair karena kemampuan eceng gondok yang



dapat tumbuh dalam kondisi yang cukup ekstrim dengan kandungan kontaminan dalam air limbah yang tinggi dan mampu menyerap berbagai zat yang berbahaya yang mencemari perairan seperti logam beracun, cemaran organik, buangan industri, buangan pertanian dan buangan rumah tangga (Hasyim, 2016).

Pada penelitian ini penulis memilih proses bioremediasi dengan media tanam eceng gondok. Bioremediasi ini memiliki keuntungan dibandingkan dengan proses lainnya yaitu murah dari segi biaya, pengoperasian dan perawatan lebih mudah, mempunyai efisiensi yang cukup tinggi, serta dapat memberikan keuntungan yang tidak langsung seperti mendukung fungsi ekologis.

Penelitian ini dilakukan dengan memanfaatkan tanaman eceng gondok dengan menggunakan reaktor seri untuk mengolah air limbah pemotongan ayam. Diharapkan dengan pemanfaatan tanaman eceng gondok mampu meningkatkan efisiensi pengolahan dan konsentrasi pencemar di bawah baku mutu yang ditetapkan, sehingga limbah cair yang dihasilkan dapat dibuang ke perairan.

Berdasarkan uraian di atas maka penulis melakukan penelitian dengan judul **“Efektivitas Bioremediasi Pencemaran Limbah Pemotongan Ayam”**.

## **B. Rumusan Masalah**

Berdasarkan uraian latar belakang yang telah dikemukakan, maka pokok permasalahan pada penelitian ini dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik air limbah pemotongan ayam ?
2. Bagaimana tingkat remediasi kadar pencemar air limbah pemotongan ayam setelah proses bioremediasi ?
3. Bagaimana perbandingan efektivitas remediasi kadar pencemar air limbah pemotongan ayam antara perlakuan aerasi dan perlakuan anaerasi ?

## **C. Maksud dan Tujuan Penelitian**

Maksud penelitian ini adalah sebagai salah satu syarat dalam rangka penelitian Studi Sarjana S1 Teknik Lingkungan pada Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin.



Tujuan yang ingin dicapai dalam penelitian ini adalah :

1. Untuk menganalisis karakteristik limbah cair pemotongan ayam.
2. Untuk menganalisis tingkat remediasi kadar pencemar pada air limbah pemotongan ayam setelah proses bioremediasi.
3. Untuk menganalisis perbandingan efektivitas remediasi kadar pencemar air limbah pemotongan ayam antara perlakuan aerasi dengan perlakuan anaerasi.

#### **D. Batasan Masalah**

Penelitian ini memerlukan batasan masalah untuk menghindari pembahasan yang terlalu luas dan memberikan arah yang lebih baik serta memudahkan dalam penyelesaian masalah sesuai dengan tujuan yang ingin dicapai. Permasalahan yang dibatasi, yaitu :

1. Parameter (zat pencemar) yang diuji pada penelitian ini adalah parameter BOD, COD, TSS, Minyak dan Lemak, dan Amoniak yang diperoleh dari pengujian laboratorium sedangkan parameter tambahan yaitu pH dan Suhu diperoleh dari pengujian secara langsung di tempat penelitian.
2. Penelitian ini tidak menganalisis besarnya penyerapan konsentrasi zat pencemar yang ada pada tanaman eceng gondok dan pemanfaatannya setelah dilakukan proses bioremediasi.
3. Penelitian ini tidak menganalisis bakteri atau mikroorganisme yang ada selama proses bioremediasi.
4. Penelitian ini tidak menganalisis besarnya pemberian aerasi pada setiap kompartemen untuk perlakuan aerasi.
5. Baku mutu kualitas air pada penelitian ini mengacu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah.





## E. Sistematika Penulisan

Penulisan tugas akhir ini terbagi ke dalam 5 bab dengan sistematika sebagai berikut :

- BAB I            PENDAHULUAN**  
Bab ini menguraikan latar belakang, rumusan masalah, maksud dan tujuan, batasan masalah, serta sistematika penulisan.
- BAB II           TINJAUAN PUSTAKA**  
Bab ini menguraikan teori-teori yang berkaitan dengan tema penelitian yang digunakan sebagai acuan dalam menyelesaikan masalah, serta kajian terhadap penelitian-penelitian terdahulu yang relevan.
- BAB III          METODOLOGI PENELITIAN**  
Bab ini menguraikan jenis penelitian, waktu dan lokasi penelitian, rancangan penelitian, serta diagram alir penelitian.
- BAB IV          HASIL DAN PEMBAHASAN**  
Bab ini menguraikan hasil penelitian yang berupa data pengamatan dan data hasil pengujian serta berisi pembahasan masalah.
- BAB V           PENUTUP**  
Bab ini menguraikan kesimpulan dan saran penulis berkaitan dengan hasil penelitian.



TAR PUSTAKA

PIRAN

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. Konsepsi Limbah Cair

Limbah merupakan bahan buangan yang berbentuk cair, gas dan padat yang mengandung bahan kimia yang sukar untuk dihilangkan dan berbahaya sehingga air limbah tersebut harus diolah agar tidak mencemari dan tidak membahayakan kesehatan lingkungan. Jenis limbah cair pada dasarnya ada 2 yaitu limbah industri dan limbah rumah tangga. Limbah cair yang termasuk limbah rumah tangga pada dasarnya hanya mengandung zat – zat organik yang dengan pengolahan yang sederhana atau secara biologi dapat menghilangkan polutan yang terdapat di dalamnya (Nurmitha 2013).

Limbah cair (*waste water*) adalah air buangan dari masyarakat, rumah tangga, industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Di dalam limbah cair terkandung zat-zat pencemar dengan konsentrasi tertentu yang bila dimasukkan ke badan air dapat mengubah kualitas airnya. Limbah cair mempunyai efek negatif bagi lingkungan karena mengandung zat-zat beracun yang mengganggu keseimbangan lingkungan dan kehidupan makhluk hidup yang terdapat di dalamnya (Apriansyah, 2018).

Sumber air limbah dikelompokkan menjadi 3 kategori, yaitu (Apriansyah, 2018) :

##### 1. Air Limbah Domestik (Air Limbah Rumah Tangga)

Limbah cair domestik adalah limbah cair yang berasal dari usaha dan atau kegiatan pemukiman, rumah makan, perkantoran, perniagaan, apartemen, asrama. Air limbah domestik mengandung berbagai bahan antara lain: kotoran, *urine* dan air bekas cucian yang mengandung detergen, bakteri dan

##### Limbah Non-Domestik (Air Limbah Industri)

yang dihasilkan oleh industri, baik akibat proses pembuatan atau produksi dihasilkan industri tersebut maupun proses lainnya. Limbah non

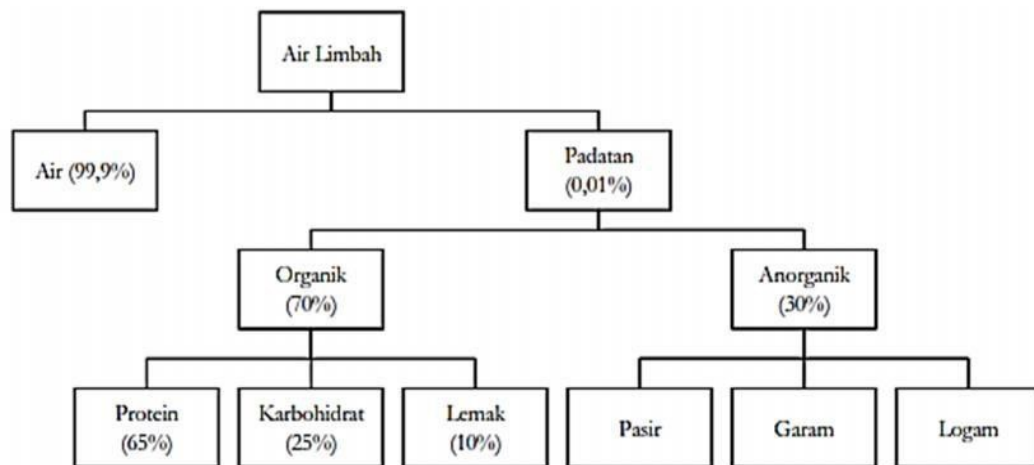


domestik adalah limbah yang berasal dari pabrik, industri, pertanian, peternakan, perikanan, transportasi, dan sumber-sumber lain.

### 3. Infiltrasi

Infiltrasi adalah masuknya air tanah ke dalam saluran air buangan melalui sambungan pipa, pipa bocor, atau dinding *manhole*. Sedangkan *inflow* adalah masuknya aliran air permukaan melalui tutup *manhole*, atap, area drainase, *cross connection* saluran air hujan maupun air buangan. Besarnya infiltrasi dan *inflow* yang masuk ke saluran air buangan tergantung pada panjang saluran, umur saluran, konstruksi material, jarak muka air tanah terhadap saluran, tipe tanah, penutup tanah dan kondisi topografi.

Sumber limbah cair terdiri dari dua sumber yaitu sumber domestik (rumah tangga), meliputi pemukiman, kota, pasar, jalan, dan sumber non-domestik (industri, pertanian, peternakan, dan sumber-sumber lainnya). Sesuai dengan sumber asalnya, maka air limbah mempunyai komposisi yang sangat bervariasi dari setiap tempat dan setiap waktu. Akan tetapi secara garis besar zat-zat yang terdapat dalam air limbah dapat dikelompokkan seperti Gambar 1 berikut :



**Gambar 1.** Skema pengelompokan bahan yang terkandung di dalam air limbah

Apriansyah, 2018



Pada dasarnya air limbah tidak memberi efek pencemaran sepanjang kandungannya tidak membawa senyawa–senyawa yang membahayakan ataupun bahan–bahan endapan. Air adalah salah satu media yang efektif untuk membawa limbah yang pada gilirannya mencemari lingkungan. Apabila limbah cair tidak melalui pengolahan dan dibuang ke lingkungan secara umum, sungai, danau, dan laut maka akan berdampak negatif pada lingkungan karena adanya polutan di dalam air menjadi semakin tinggi. Setiap limbah yang keluar harus memenuhi baku mutu limbah yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan dan peraturan yang berlaku.

## **B. Limbah Cair Industri Rumah Potong Ayam (RPA)**

### **1. Klasifikasi Limbah Industri Rumah Potong Ayam (RPA)**

Industri Rumah Potong Ayam (RPA) dalam bidang peternakan menjalankan fungsinya dalam pemotongan ayam hidup dan mengolah menjadi karkas yang siap konsumsi untuk memenuhi kebutuhan protein hewani masyarakat (Kariana dan Singgih, 2008).

Limbah pemotongan hewan (RPH) yang berupa feses urin, isi rumen atau isi lambung, darah, daging atau lemak, dan air cucuannya, dapat bertindak sebagai media pertumbuhan dan perkembangan mikroba sehingga limbah tersebut mudah mengalami pembusukan. Dalam proses pembusukannya di dalam air, menimbulkan bau yang tidak sedap serta dapat menyebabkan gangguan pada saluran pernapasan yang disertai dengan reaksi fisiologik tubuh berupa rasa mual dan kehilangan selera makan. Selain menimbulkan gas berbau busuk, penggunaan oksigen terlarut yang berlebihan oleh mikroba dapat mengakibatkan kekurangan oksigen bagi biota air (meningkatkan BOD) (Saciwul, 2014).

Kegiatan RPA akan menghasilkan limbah dengan kandungan bahan organik tinggi disertai konsentrasi bahan padat dan lemak yang relatif tinggi. Limbah ini akan berdampak pada kualitas fisik air yaitu warna dan pH disamping

padatan terlarut, padatan tersuspensi, kandungan lemak, BOD<sup>5</sup>, m, nitrogen, fosfor akan mengalami peningkatan. Limbah terbesar dari darah dan isi perut sedangkan darah berdampak pada peningkatan



nilai BOD dan padatan tersuspensi. Disamping itu isi perut (rumen) dan usus akan meningkatkan jumlah padatan. Pencucian karkas juga meningkatkan nilai BOD. Limbah ternak merupakan sumber pencemaran bagi air yang mempunyai kandungan BOD tinggi dan kandungan oksigen yang terlarut di dalam air relatif sedikit. Untuk menangani limbah yang dihasilkan oleh kegiatan RPA, maka ada tiga kegiatan yang perlu dilakukan yaitu identifikasi limbah, karakterisasi dan pengolahan limbah. Hal ini harus dilakukan agar dapat ditentukan suatu bentuk penanganan limbah RPA yang efektif (Al Kholif, 2015).

## 2. Jenis dan Sumber Limbah Industri Rumah Potong Ayam (RPA)

Industri RPA menghasilkan limbah, baik dalam proses itu sendiri serta dalam mencuci peralatan dan fasilitas, hal ini ditandai dengan tingginya konsentrasi zat organik dan padatan tersuspensi. Jumlah dan karakteristik air limbah di industri RPA ini sangat bervariasi tergantung pada proses industri dan air yang digunakan tiap melakukan aktivitas pemotongan ayam. Air limbah RPA yang berupa isi rumen atau isi lambung, darah afkiran, daging atau lemak, dan air cucuannya, dapat bertindak sebagai media pertumbuhan dan perkembangan mikroba sehingga limbah tersebut mudah mengalami pembusukan. Dampak negatif dari industri ini yaitu menghasilkan limbah berbentuk padat dan cair. Industri RPA sebagian besar menghasilkan air limbah yang mengandung bahan organik biodegradable dalam jumlah tinggi, dalam hal ini materi koloid seperti lemak, protein dan selulosa (Saciwul, 2014).

Dalam proses produksi Rumah Pemotongan Ayam dihasilkan limbah cair yang berasal dari darah ayam, proses pencelupan, pencucian ayam dan peralatan produksi. Limbah cair mengandung (*Biological Oxygen Demand*) BOD, (*Chemical Oxyge Demand*) COD, (*Total Suspended Solid*) TSS, minyak dan lemak yang tinggi, dengan komposisi berupa zat organik. Pembuangan air limbah

yang mengandung nutrisi yang tinggi ke perairan akan menimbulkan eutrofikasi dan mengancam ekosistem akuatik.

Limbah padat pada industri Rumah Potong Ayam (RPA) yaitu berupa kotoran, bulu, dan *offal* (sisa usus/jeroan), darah, bulu, jeroan (sisa-sisa usus dan



potongan kloaka), tulang dan ayam mati. Bagian lain yang tidak sengaja ikut terbangun menjadi limbah yaitu kepala ayam dan lemak yang terdapat di dalam rongga perut, dibagian ampela dan ekor.

Adapun sumber limbah dari industri Rumah Pemotongan Ayam (RPA) dapat dilihat pada Tabel 1 dibawah ini :

**Tabel 1.** Sumber Limbah Industri Rumah Potong Ayam (RPA)

| NO | Limbah          | Jenis Limbah | Sumber Limbah                     |
|----|-----------------|--------------|-----------------------------------|
| 1  | Air limbah I    |              | Pencelupan ayam kedalam air panas |
| 2  | Darah ayam      | Limbah Cair  | Penyembelihan ayam                |
| 3  | Air limbah II   |              | Pencucian ayam                    |
| 4  | Bulu            |              | Pencabutan bulu ayam              |
| 5  | Selaput ceker   |              | Pembersihan selaput ceker         |
| 6  | Kotoran ayam I  |              | Penampungan ayam                  |
| 7  | Tembolok        | Limbah Padat | Kantong tempat makanan pada leher |
| 8  | Kotoran ayam II |              |                                   |
| 9  | Selaput ampela  |              | Dari dalam ayam (jeroan)          |
| 10 | Usus besar      |              |                                   |
| 11 | Empedu          |              |                                   |

Sumber : Saciwul, 2014

### C. Bioremediasi dan Metode Aerasi

#### 1. Pengertian Bioremediasi

Bioremediasi berasal dari kata bio dan remediasi atau “*remediate*” yang artinya menyelesaikan masalah. Secara umum bioremediasi dimaksudkan sebagai penggunaan mikroba untuk menyelesaikan masalah-masalah lingkungan atau untuk menghilangkan senyawa yang tidak diinginkan dari tanah, lumpur, air tanah permukaan sehingga lingkungan tersebut kembali bersih dan alamiah. Mikroba yang hidup di tanah dan di air tanah dapat “memakan” bahan kimia tertentu, terutama organik, misalnya berbagai jenis minyak bumi.



Mikroba mengubah bahan kimia ini menjadi air dan gas yang tidak berbahaya misalnya CO<sub>2</sub>. Bakteri yang secara spesifik menggunakan karbon dari hidrokarbon minyak bumi sebagai sumber makanannya disebut sebagai bakteri petrofilik. Bakteri inilah yang memegang peranan penting dalam bioremediasi lingkungan yang tercemar limbah minyak bumi. Faktor utama agar mikroba dapat membersihkan bahan kimia berbahaya dari lingkungan, yaitu adanya mikroba yang sesuai dan tersedia kondisi lingkungan yang ideal tempat tumbuh mikroba seperti suhu, pH, nutrient dan jumlah oksigen. (Hasyim, 2016).

Bioremediasi dengan media tanaman ini adalah penggunaan tanaman dan mikroorganisma terkait, untuk mendegradasi, menyerap atau membuat kontaminan pada tanah dan/atau air tanah menjadi tidak berbahaya (Nelwan, 2014).

Metode ini banyak dikembangkan dan dipilih untuk meremediasi dan memungut ulang polutan dari sistem tercemar karena mempunyai kelebihan diantaranya, ramah lingkungan, biaya operasional yang rendah dan dapat memelihara kualitas lingkungan menjadi lebih baik, sampai kini telah ada lebih dari 400 jenis tanaman yang dipelajari kemampuan mengakumulasi polutan logam dan senyawa organik (Hasyim, 2016).

Beberapa jenis tumbuhan air mampu bekerja sebagai agen bioremediasi, seperti azolla, kiambang, kangkung air, eceng gondok serta tumbuhan mangrove. Eceng gondok yang sering menjadi permasalahan di lingkungan perairan karena dianggap sebagai tumbuhan pengganggu (gulma) ternyata memiliki sifat hiperakumulator terhadap beberapa bahan pencemar seperti logam berat (Nelwan, 2014).

## 2. Metode Aerasi

Salah satu fungsi dari fitoremediasi adalah menurunkan kadar kontaminan atau zat-zat berbahaya yang ada di dalam cairan limbah melalui penyerapan, adsorpsi, transformasi logam berat dan senyawa organik oleh tanaman dan mikroorganisma. Dalam proses tersebut mikroorganisma akan mengkonsumsi oksigen terlarut untuk menguraikan senyawa-senyawa



organik yang ada di dalam limbah. Penambahan kadar oksigen dengan proses aerasi pada proses fitoremediasi perlu dilakukan untuk meningkatkan ketersediaan oksigen terlarut yang ada di dalam cairan limbah sehingga kebutuhan oksigen terlarut oleh mikroorganisme bisa tercukupi dalam proses reaksi biokimia. Ketersediaan oksigen ini berguna untuk membantu mikroorganisme dalam menguraikan logam berat dan bahan-bahan organik.

Aerasi merupakan istilah lain dari proses pengolahan air dengan cara mengontakkan air ke udara. Aerasi digunakan untuk pengolahan air yang mempunyai kandungan organik atau senyawa berbahaya lainnya dengan kadar yang cukup tinggi. Adanya proses aerasi ini sanggup untuk menyuplai oksigen secara kontinyu sehingga mampu untuk menangani kondisi air limbah yang beban pencemarannya berlebihan (Aslam, 2017).

Pada prakteknya terdapat 2 cara untuk menambahkan oksigen ke dalam air limbah yaitu (Aslam, 2017):

a. Memasukkan udara ke dalam air limbah

Adalah proses memasukkan udara atau oksigen murni ke dalam air limbah melalui benda porous atau nozzle. Apabila nozzle diletakkan di tengah-tengah, maka akan meningkatkan kecepatan berkontaknya gelembung udara tersebut dengan air limbah, sehingga proses akan berjalan lebih cepat. Oleh karena itu, biasanya nozzle ini diletakkan pada dasar bak aerasi. Udara yang dimasukkan adalah berasal dari udara luar yang dipompakan ke dalam air limbah oleh pompa tekan.

b. Memasukkan air ke atas untuk berkontak dengan oksigen

Adalah cara mengontakkan air limbah dengan oksigen melalui pemutaran baling-baling yang diletakkan pada permukaan air limbah. Akibat dari pemutaran ini, air limbah akan terangkat ke atas dan dengan terangkatnya air limbah maka limbah akan mengadakan kontak langsung dengan udara sekitarnya.



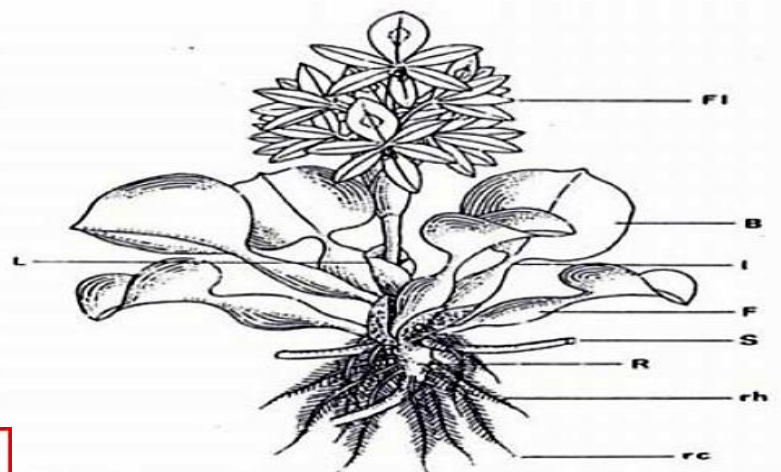


## D. Media Tanam

### 1. Morfologi Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)

Eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) adalah gulma air yang sangat cepat pertumbuhannya dan sangat susah pengendaliannya. Tetapi eceng gondok mampu menyerap berbagai zat yang berbahaya yang mencemari perairan seperti logam beracun, cemaran organik, buangan industri, buangan pertanian dan buangan rumah tangga (Hasyim, 2016).

Eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) merupakan tumbuhan yang hidup dalam perairan terbuka. Mengapung bila air dalam dan berakar di dasar bila air dangkal. Perkembangbiakan eceng gondok terjadi secara vegetatif maupun secara generatif. Perkembangan secara vegetatif terjadi bila tunas baru tumbuh dari ketiak daun, lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru. Setiap 10 tanaman eceng gondok mampu berkembangbiak menjadi 600.000 tanaman baru dalam waktu 8 bulan. Hal ini membuat eceng gondok dimanfaatkan untuk pengolahan air limbah. Eceng gondok dapat mencapai ketinggian antara 40-80 cm dengan daun yang licin dan panjangnya 7-25 cm. Tumbuhan eceng gondok terdiri atas helai daun, pengapung, leher daun, ligula, akar, akar rambut, ujung akar, dan stolon yang dijadikan sebagai tempat perkembangbiakan vegetatif (Hasyim, 2016). Morfologi eceng gondok dapat dilihat pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Morfologi Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)

Hasyim, 2016



Keterangan:

B = Helai daun (*leaf blade*)

F = Pengapung (*float*)

I = Leher daun (*Isthmus*)

L = Ligula

R = Akar (*Root*)

S = Stolon

Rh = Akar rambut (*root hair*)

Rc = Ujung akar

Eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) merupakan tanaman yang berakar serabut dan tidak bercabang, mempunyai tudung akar yang mencolok. Akarnya memproduksi sejumlah besar akar lateral yaitu 70 buah/cm. Akar panjangnya bervariasi mulai dari 10-300 cm. Sistem perakaran eceng gondok pada umumnya lebih dari 50% dari seluruh biomassa tumbuhan, tetapi perakarannya kecil apabila tumbuh dalam lumpur (Hasyim, 2016).

Akar eceng gondok ditumbuhi dengan bulu-bulu akar yang berserabut. Berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Sebagian besar peranan akar untuk menyerap zat-zat yang diperlukan tanaman dari dalam air. Susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air (Hasyim, 2016).

Tangkai eceng gondok berbentuk bulat menggelembung yang di dalamnya penuh dengan udara yang berperan untuk mengapungkan tanaman di permukaan air. Rongga udara dibatasi oleh dinding penyekat berupa selaput tipis berwarna putih (Hasyim, 2016).

Eceng gondok dapat mencapai ketinggian antara 40-80 cm dengan daun yang licin dan panjangnya 7-25 cm. Tumbuhan eceng gondok terdiri atas helai daun, pengapung, leher daun, ligula, akar, akar rambut, ujung akar, dan stolon yang dijadikan sebagai tempat perkembangbiakan vegetatif (Hajama, 2014).

Daun eceng gondok tergolong dalam makrofita yang terletak di atas permukaan air. Di dalamnya terdapat lapisan rongga udara dan berfungsi sebagai

apung tanaman. Zat hijau daun (klorofil) eceng gondok terdapat dalam epimis. Di permukaan atas daun dipenuhi oleh mulut daun (stomata) dan rongga udara yang terdapat dalam akar, batang, dan daun selain sebagai alat



penampungan juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan O<sub>2</sub> dari proses fotosintesis. Oksigen hasil dari fotosintesis ini digunakan untuk respirasi tumbuhan di malam hari dengan menghasilkan CO<sub>2</sub> yang akan terlepas kedalam air (Hasyim, 2016).

Daun eceng gondok berbentuk bulat telur, berwarna hijau segar, dan mengkilap. Di perairan yang mengandung nitrogen tinggi, eceng gondok memiliki daun yang relatif lebar dan berwarna hijau tua. Sebaliknya di perairan yang mengandung nitrogen rendah, eceng gondok memiliki daun yang relatif kecil dan berwarna kekuning-kuningan, karena pertumbuhan eceng gondok tergantung dari nutrisi yang tersedia dan cahaya matahari untuk fotosintesis (Hasyim, 2016).

## 2. Pertumbuhan Eceng Gondok

Eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Eceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya. Pertumbuhan eceng gondok tersebut akan semakin baik apabila hidup pada air yang dipenuhi limbah pertanian atau pabrik. Oleh karena itu banyaknya eceng gondok di suatu wilayah sering merupakan indikator dari tercemar tidaknya wilayah tersebut (Hajama, 2014).

Faktor lingkungan yang menjadi syarat untuk pertumbuhan eceng gondok:

1. Cahaya matahari, suhu. Berdasarkan penelitian Ratnani (2011), menyatakan bahwa bagi eceng gondok pertumbuhan yang optimum adalah antara suhu 20°C - 30°C, Hal ini dapat dipenuhi dengan baik di daerah beriklim tropis.
2. Derajat keasaman (pH) air. Eceng gondok dapat hidup di tempat yang mempunyai derajat keasaman (pH) air 3,5-10. Agar pertumbuhan eceng gondok menjadi baik, pH air optimum antara 4,5-7 (Hasyim, 2016).

Ketenangan air merupakan faktor yang sangat penting untuk memungkinkan pertumbuhan massal dari eceng gondok. Keadaan air yang

karena mengalir atau bergelombang karena angin dapat menghambat pertumbuhan eceng gondok. Eceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari dan suhu optimum 20-30 °C. Hal ini dapat dipenuhi dengan baik oleh



iklim tropis, kecuali di rawa-rawa yang terlindung oleh hutan. Perkecambahan biji eceng gondok sangat dipengaruhi oleh cahaya. Dalam keadaan gelap, biji eceng gondok tidak dapat berkecambah (Ratnani, 2011).

## **E. Parameter Pengujian dan Baku Mutu Air Limbah**

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

BOD (*Biochemical Oxygen Demand*) merupakan ukuran jumlah zat organik yang dapat dioksidasi oleh bakteri aerob/jumlah oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi sejumlah tertentu zat organik dalam keadaan aerob. BOD<sup>5</sup> merupakan salah satu indikator pencemaran organik pada suatu perairan. Perairan dengan nilai BOD<sup>5</sup> tinggi mengindikasikan bahwa air tersebut tercemar oleh bahan organik. Bahan organik akan distabilkan secara biologik dengan melibatkan mikroba melalui sistem oksidasi aerobik dan anaerobik. Oksidasi aerobik dapat menyebabkan penurunan kandungan oksigen terlarut di perairan sampai pada tingkat terendah, sehingga kondisi perairan menjadi anaerobik yang dapat mengakibatkan kematian organisme akuatik.

Menurut Aslam (2017) BOD akan semakin tinggi jika derajat pengotoran limbah semakin besar. BOD merupakan indikator pencemaran penting untuk menentukan kekuatan atau daya cemar air limbah atau air yang telah tercemar BOD biasanya dihitung dalam 5 hari pada suhu 20<sup>0</sup>C. Nilai BOD yang tinggi dapat menyebabkan penurunan oksigen terlarut.

### **2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah total oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan organik secara kimiawi, baik yang dapat didegradasi secara biologi maupun yang sukar didegradasi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Berdasarkan kemampuan oksidasi, penentuan nilai COD dianggap paling baik

mengambarkan keberadaan bahan organik, baik yang dapat didekomposisi biologis maupun yang tidak. Uji ini disebut dengan uji COD, yaitu suatu menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan



misalnya kalium dikromat, untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air (Effendi, 2003).

Banyak zat organik yang tidak mengalami penguraian biologis secara cepat berdasarkan pengujian BOD lima hari, tetapi senyawa-senyawa organik tersebut juga menurunkan kualitas air. Bakteri dapat mengoksidasi zat organik menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Kalium dikromat dapat mengoksidasi lebih banyak lagi, sehingga menghasilkan nilai COD yang lebih tinggi dari BOD untuk air yang sama. Di samping itu bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. 96% hasil uji COD yang selama 10 menit, kira-kira akan setara dengan hasil uji BOD selama lima hari (Aslam, 2017).

### 3. TSS (*Total Suspended Solid*)

Aslam (2017) mendefinisikan TSS sebagai jumlah berat dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikro. Total padatan tersuspensi terdiri atas lumpur dan pasir halus serta jasad-jasad renik terutama yang disebabkan oleh kikisan tanah atau erosi yang terbawa ke dalam badan air. Masuknya padatan tersuspensi ke dalam perairan dapat menimbulkan kekeruhan air. Hal ini menyebabkan menurunnya laju fotosintesis fitoplankton, sehingga produktivitas primer perairan menurun, yang pada gilirannya menyebabkan terganggunya keseluruhan rantai makanan. Padatan tersuspensi yang tinggi akan mempengaruhi biota di perairan melalui dua cara. Pertama, menghalangi dan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam badan air, sehingga menghambat proses fotosintesis oleh fitoplankton dan tumbuhan air lainnya. Kedua, secara langsung TSS yang tinggi dapat mengganggu biota perairan seperti ikan karena tersaring oleh insang.

Padatan tersuspensi akan mengurangi penetrasi cahaya ke dalam air. Penentuan padatan tersuspensi sangat berguna dalam analisis perairan tercemar

dan dapat digunakan untuk mengevaluasi kekuatan air, buangan, maupun menentukan efisiensi unit pengolahan. Padatan tersuspensi juga mempengaruhi kekeruhan dan kecerahan air. Oleh karena itu pengendapan dan



pembusukan bahan-bahan organik dapat mengurangi nilai guna perairan (Aslam 2017).

#### 4. Amoniak

Amoniak merupakan gas tajam yang tidak berwarna dengan titik didih  $33,5^{\circ}\text{C}$ . Cairannya mempunyai panas penguapan sebesar  $1,37 \text{ kJ g}^{-1}$  pada titik didihnya. Secara fisik cairan  $\text{NH}_3$  mirip dengan air dalam perilaku fisiknya dimana bergabung sangat kuat melalui ikatan hidrogen.

Di perairan alami pada suhu dan tekanan normal amoniak dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan ion amonium. Selain terdapat dalam bentuk gas amoniak juga membentuk kompleks dengan beberapa ion logam. Amoniak juga dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Amoniak dan garam-garamnya bersifat mudah larut dalam air. Tinja dari biota akuatik yang merupakan limbah aktivitas metabolisme juga banyak mengeluarkan amoniak. Sumber amoniak yang lain adalah reduksi gas nitrogen yang berasal dari proses difusi udara atmosfer, limbah industri dan kosmetik (Effendi, 2003).

Amonia dapat diolah dan dihilangkan oleh reaksi biologis. Reaksi berurutan antara Nitrifikasi dan denitrifikasi merupakan proses biologis untuk mengolah dan menghilangkan amonium, dalam bentuk gas  $\text{N}_2$ . Proses Anammox adalah proses biologis lain untuk menghilangkan amonia, bersamaan mengkonversi  $\text{NH}_4^+ / \text{NO}_2^-$  menjadi gas  $\text{N}_2$  melalui reaksi biologis bakteri Anammox (Al Kholif dan Ratnawati, 2017).

#### 5. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak adalah salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter ( $\text{C}_2\text{H}_5$ ), Kloroform ( $\text{CHCl}_3$ ), benzena dan hidrokarbon lainnya, lemak dan dapat larut dalam pelarut yang disebutkan di atas karena lemak dan mempunyai polaritas yang sama dengan pelaut tersebut.



Bahan-bahan dan senyawa kimia akan mudah larut dalam pelarut yang sama polaritasnya dengan zat terlarut. Tetapi polaritas bahan dapat berubah karena adanya proses kimiawi. Misalnya asam lemak dalam larutan KOH berada dalam keadaan terionisasi dan menjadi lebih polar dari aslinya sehingga mudah larut serta dapat diekstraksi dengan air. Ekstraksi asam lemak yang terionisasi ini dapat dinetralkan kembali dengan menambahkan asam sulfat encer (10 N) sehingga kembali menjadi tidak terionisasi dan kembali mudah diekstraksi dengan pelarut non-polar.

Lemak dan minyak merupakan senyawaan trigliserida atau triasgliserol, yang berarti “triester dari gliserol” . Jadi lemak dan minyak juga merupakan senyawaan ester . Hasil hidrolisis lemak dan minyak adalah asam karboksilat dan gliserol . Asam karboksilat ini juga disebut asam lemak yang mempunyai rantai hidrokarbon yang panjang dan tidak bercabang (Ginting dan Herlina, 2002).

## 6. Derajat Keasaman (pH)

Derajat keasaman merupakan gambaran jumlah atau aktivitas *ion hydrogen* dalam perairan. Secara umum nilai pH menggambarkan seberapa besar tingkat keasaman atau kebasaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH = 7 adalah netral, pH < 7 dikatakan kondisi perairan bersifat asam, sedangkan pH > 7 dikatakan kondisi perairan bersifat basa (Effendi, 2003).

Sejalan dengan pernyataan tersebut, Nurmitha (2013) menyatakan bahwa limbah buangan industri dan rumah tangga dapat mempengaruhi nilai pH perairan. Perubahan keasaman pada air buangan baik basa maupun asam akan sangat mengganggu kehidupan ikan dan hewan air disekitarnya. Selain itu, air buangan yang mempunyai pH rendah bersifat sangat korosif terhadap baja dan sering menyebabkan pengkaratan pada pipa-pipa besi.

Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 03 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri, yang dimaksud baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air





limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan/atau kegiatan.

Adapun baku mutu air limbah Rumah Potong Ayam sudah diatur di dalam Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah (Baku Mutu Air Limbah Bagi Usaha dan/atau Kegiatan Rumah Potong Hewan) namun belum diatur dalam Peraturan Gubernur Provinsi Sulawesi Selatan. Baku Mutu Air Limbah bagi Kegiatan Rumah Potong Hewan pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 05 Tahun 2014 dapat dilihat pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Baku Mutu Air Limbah Bagi Kegiatan Rumah Potong Hewan

| BAKU MUTU AIR LIMBAH UNTUK RUMAH POTONG HEWAN |  |
|---|--|
| Parameter                                     | Kadar Maksimum (mg/l)  |
| BOD <sub>5</sub>                              | 100  |
| COD   | 200  |
| TSS   | 100  |
| Minyak dan Lemak                              | 15   |
| NH <sub>3</sub> -N                            | 25   |
| pH  | 6-9  |
| Volume Limbah Maksimum                        | Sapi, Kerbau & Kuda : 1,5 M <sup>3</sup> /(ekor/hari)<br>Kambing & Domba : 0,15 M <sup>3</sup> /(ekor/hari)<br>Babi : 0,65 M <sup>3</sup> /(ekor/hari) |

Sumber : Lampiran Permen LHK RI No 05 Tahun 2014

## F. Efektivitas Penyerapan Zat Pencemar

Efektivitas penyerapan menggambarkan kemampuan fitoremediasi dalam menyerap zat pencemar yang ada pada air limbah yang dinyatakan dalam satuan persen. Perhitungan efektivitas penyerapan dapat dihitung berdasarkan hasil yang diperoleh menggunakan rumus :

$$\text{Efektivitas Penyerapan (\%)} = \frac{\text{konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100 \dots\dots\dots(1)$$





Perhitungan efektivitas penyisihan zat pencemar didasarkan atas perbandingan pengurangan konsentrasi zat pencemar pada titik influen dan efluen terhadap konsentrasi zat pencemar pada titik influen. Adapun kriteria efektivitas unit pengolahan air limbah berdasarkan Apriansyah (2018), dapat dilihat pada Tabel 3 dibawah ini.

**Tabel 3.** Kriteria Efektivitas Pengolahan Air Limbah

| No. | Nilai Persentase Efektivitas | Keterangan     |
|-----|------------------------------|----------------|
| 1   | $X > 80\%$                   | Sangat Efektif |
| 2   | $60\% < X \leq 80\%$         | Efektif        |
| 3   | $40\% < X \leq 60\%$         | Cukup Efektif  |
| 4   | $20\% < X \leq 40\%$         | Kurang Efektif |
| 5   | $X \leq 20\%$                | Tidak Efektif  |

Sumber : Apriansyah, 2018

### G. Penelitian Terdahulu

Penelitian mengenai fitoremediasi dan Rumah Potong Ayam sudah banyak dilakukan dan penelitian ini merupakan bagian yang tidak terpisahkan dari penelitian – penelitian sebelumnya. Penulis mengangkat beberapa penelitian terdahulu sebagai referensi dalam memperkaya bahan kajian pada penelitian ini. Beberapa penelitian terdahulu yang relevan dengan penelitian penulis dapat dilihat pada Tabel 4.



**Tabel 4.** Penelitian Terdahulu

| No. | Tahun | Nama Peneliti                           | Judul Penelitian   | Hasil Penelitian  |
|-----|-------|---|--|---|
| 1   | 2015  | Muhammad Al Kholif                      | Pengaruh Penggunaan Media Dalam Menurunkan Kandungan Amonia Pada Limbah Cair Rumah Potong Ayam (RPA) Dengan Sistem Biofilter Anaerob | Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa penyisihan beban pencemar limbah cair RPA dari masing-masing media secara umum terjadi penurunan atau penyisihan yang signifikan. Hal ini terbukti dengan angka penyisihan kandungan beban pencemar yang mencapai angka lebih dari 80 Angka penyisihan tertinggi terjadi pada media bioball dengan menyisihkan kandungan beban pencemar ammonia sebesar 80%. |
| 2   | 2017  | Muhammad Al Kholif dan Rhenny Ratnawati | Pengaruh Beban Hidrolik Media Dalam Menurunkan Senyawa Ammonia Pada Limbah Cair Rumah Potong Ayam (RPA)                              | Hasil analisis dapat disimpulkan bahwa penyisihan beban pencemar limbah cair RPA dari masing-masing beban hidrolik media secara keseluruhan mampu menyerap senyawa ammonia. Penyisihan terbaik terjadi pada beban hidrolik media 0,006 m <sup>3</sup> /m <sup>2</sup> .hari dengan tingkat efisiensi terbesar sebanyak 98% pada konsentrasi limbah 380 mg/L.  |
| 3   | 2017  | Uswatun Hasanah dan Sugito              | Removal COD dan TSS Limbah Cair Rumah Potong Ayam Menggunakan Sistem Biofilter Anaerob   | Lamanya waktu tinggal air limbah di dalam reaktor biofilter anaerob memberikan pengaruh terhadap penyisihan konsentrasi COD dan TSS pada limbah cair RPA. Waktu tinggal yang paling efektif dalam menurunkan kadar COD dan TSS pada limbah cair RPA adalah 7 jam dengan rata-rata efisiensi penyisihan 40% untuk kadar COD dan rata-rata efisiensi  |



**Lanjutan Tabel 4. Penelitian Terdahulu**

|   |      |  |  |   |
|---|------|--|--|---|
|   |      |  |  | penyisihan 39% untuk kadar TSS.   |
| 4 | 2017 | Rahan Rahadian, Endro Sutrisno, dan Sri Sumiyati | Efisiensi Penurunan COD dan TSS Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu ( <i>Pistia Stratiotes L.</i> )                                | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Penyisihan terbesar dilakukan oleh tanaman dengan jumlah 16. Penyisihan COD yang dilakukan sebesar 73,67 mg/l dan penyisihan TSS sebesar 69 mg/l.</li> <li>2. Tanaman dengan panjang akar lebih dari 10 cm memiliki penyisihan lebih besar dibandingkan dengan tanaman dengan panjang akar kurang dari 10 cm.</li> <li>3. Efisiensi penyisihan COD yang dilakukan oleh kayu apu berkisar antara 53%-60%, dan untuk efisiensi penyisihan TSS berkisar antara 34%-46%.</li> </ol> |
| 5 | 2016 | Nur Azizah Hasyim                                | Potensi Fitoremediasi Eceng Gondok ( <i>Eichornia Crassipes</i> ) Dalam Mereduksi Logam Berat Seng (Zn) Dari Perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo | Berdasarkan hasil penelitian dapat diambil kesimpulan yaitu eceng gondok ( <i>Eichornia Crassipes</i> ) berpotensi fitoremediasi dalam mereduksi logam berat seng (Zn) dari perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo pada hari ke 3 dengan nilai 1,2541 ppm yang tidak berbeda nyata dengan hari ke 6 dan hari ke 9 dengan masing-masing nilai 1,1954 ppm dan 0,6295 ppm dan berbeda nyata dengan H0 dari konsentrasi awal 10 ppm.   |
|   |      | Nelwan   | Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok Dan Kiambang Dalam Simulasi Pengelolaan Air Dengan pH Rendah  | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Fitoremediasi dengan menggunakan eceng gondok dan kiambang pada media aquarium yang sebelumnya diisi dengan air PDAM sebanyak 10 liter dan asam asetat (<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>) belum mampu</li> </ol>   |



**Lanjutan Tabel 4. Penelitian Terdahulu**

|   |      |  |   |  |
|---|------|--|---|--|
| 6 | 2014 | Nelwan                                   | Fitoremediasi Tanaman Eceng Gondok Dan Kiambang Dalam Simulasi Pengelolaan Air Dengan pH Rendah   | <ol style="list-style-type: none"> <li>2. Fitoremediasi dengan menggunakan eceng gondok dan kiambang pada media aquarium yang sebelumnya diisi dengan air PDAM sebanyak 10 liter dan asam asetat (<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>) belum mampu memperbaiki nilai DO sampai batas waktu 10 hari setelah pemberian fitoremediasi. Demikian juga pada parameter suhu, penggunaan eceng gondok dan kiambang tidak terlalu mempengaruhi perubahan suhu.</li> <li>3. Fitoremediasi dengan menggunakan eceng gondok maupun kiambang simulasi pengelolaan air dengan pH rendah yang menggunakan media aquarium yang sebelumnya diisi dengan air PDAM sebanyak 10 liter dan asam asetat (<math>\text{CH}_3\text{COOH}</math>) mampu memperbaiki nilai pH air setelah 7 hari.</li> </ol> |
| 7 | 2018 | Rhenny Ratnawati, dan Muhammad Al Kholif | Aplikasi Media Batu Apung Pada Biofilter Anaerobik Untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Ayam | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Kadar BOD dan COD limbah RPA berturut-turut mempunyai nilai 1.648 mg/L dan 2.603 mg/L, dimana nilai ini melebihi baku mutu air limbah menurut Peraturan Gubernur Jatim No. 72 tahun 2013 Tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri dan/ atau Kegiatan Usaha Lainnya.</li> <li>2. Penyisihan kadar BOD pada limbah cair RPA dengan menggunakan reaktor biofilter anaerobik</li> </ol>  |



**Lanjutan Tabel 4. Penelitian Terdahulu**

|   |      |                               |   |  |
|---|------|-------------------------------|---|--|
|   |      |                               |   | bermedia batu apung sebesar 94%, sedangkan penyisihan kadar COD mencapai 96%.  |
|   |      |                               |   | 3. Biofilter anaerobik memiliki peranan yang penting dalam menurunkan beban pencemar pada limbah cair RPA. Oleh karena itu biofilter anaerobik sangat cocok untuk diterapkan pada pengolahan limbah yang memiliki beban pencemar yang tinggi seperti pada limbah cair RPA. Kedepannya diharapkan industri RPA dapat membangun IPAL dengan konsep teknologi biofilter anaerobik karena kemampuannya dalam mengolah limbah dengan beban pencemar yang tinggi.  |
| 8 | 2017 | A. Fahdina Fitrianti<br>Aslam | Fitoremediasi Air Limbah Tahu Dengan Media Eceng Gondok ( <i>Eichornia Crassipes</i> ) Pada Reaktor Paralel | <p>1. Tingkat remediasi pada perlakuan anaerasi dapat menurunkan kadar BOD, COD, TSS dan Amoniak sebesar 70,88%, 71,67%, 90,14% 44,54%, sedangkan pada perlakuan aerasi dapat mereduksi BOD, COD, TSS, dan Amoniak secara berturut-turut sebesar 96,92%, 96,77%, 97,80% dan 78,90%.</p> <p>2. Perlakuan yang paling efektif untuk menurunkan kadar BOD,COD dan Amoniak yaitu dengan perlakuan aerasi sedangkan untuk menurunkan kadar TSS lebih efektif dengan menggunakan perlakuan anaerasi.</p> |



**Lanjutan Tabel 4.** Penelitian Terdahulu

|    |      |  |   |  |
|----|------|--|---|--|
| 9  | 2011 | Mega Masittha, Dra.<br>Ani Iryani, M.Si dan<br>Farida Nuraeni,<br>M.Si.  | Efektivitas Eceng Gondok<br>Terhadap Penurunan Kadar<br>COD dan BOD pada Limbah<br>Cair Industri Kembang Gula<br>Lunak  | Berdasarkan hasil penelitian Eceng gondok terbukti efektif dapat digunakan untuk proses penurunan kadar COD dan BOD pada limbah cair industri kembang gula lunak. Penurunan kadar COD dan BOD dengan nilai absorbansi mengalami penurunan yang terbaik pada sampel III yaitu pemberian eceng gondok dengan konsentrasi 2000gr/100L dengan nilai COD dan BOD sebesar 0 mg/L pada lama waktu penanaman eceng gondok selama 15 hari. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa semakin banyak pemberian eceng gondok pada air limbah maka akan semakin efektif untuk menurunkan nilai COD dan BOD pada limbah cair industri kembang gula lunak. |
| 10 | 2017 | Yuliana Herman<br>Welhelmus Djo,<br>Dwi Adhi Suastuti,<br>Iryanti E.Suprihatin,<br>dan Wahyu Dwijani<br>Sulihingtyas | Fitoremediasi Menggunakan<br>Tanaman Eceng Gondok<br>( <i>Eichhornia Crassipes</i> ) Untuk<br>Menurunkan COD Dan<br>Kandungan Cu dan Cr Limbah<br>Cair Laboratorium Analitik<br>Universitas Udayana | Sistem Fitoremediasi dengan eceng gondok selama 14 hari dapat menurunkan nilai COD sebesar 20,7 mg/L, logam Cu dan Cr masing-masing sebesar 0,264 dan 0,86 mg/L, dengan efektivitas penurunan berturut-turut sebesar 38,15%, 63,06% dan 36,48%.<br>Daya serap eceng gondok dalam sistem fitoremediasi untuk COD sebesar 0,1232 mg/g eceng gondok, logam Cu dan Cr masing-masing 0,0016 mg/g eceng gondok dan 0,0051 mg/g eceng gondok  |



**Lanjutan Tabel 4.** Penelitian Terdahulu

|    |      |   |  |   |
|----|------|---|--|---|
| 11 | 2008 | Arum<br>Siwiendrayanti,<br>Mardiana, Irwan<br>Budiono | Penurunan Kadar Bod <sup>5</sup> Air<br>Limbah Rumah Pemotongan<br>Ayam (RPA) Pasar Rejomulyo<br>Semarang Pada Pengoperasian<br>Trickling Filter Dengan<br>Berbagai Variasi Frekuensi<br>Sirkulasi | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Rata-rata kadar BOD<sup>5</sup> air limbah RPA tradisional Pasar Rejomulyo Semarang sebelum perlakuan adalah 2.878 mg/l.</li> <li>2. Rata-rata kadar BOD<sup>5</sup> air limbah RPA tradisional Pasar Rejomulyo Semarang setelah melewati trickling filter sirkulasi 1 kali menjadi 2.369,67 mg/l atau telah turun sebanyak 17,66% dari kadar BOD<sup>5</sup> sebelum perlakuan.</li> <li>3. Rata-rata kadar BOD<sup>5</sup> air limbah RPA tradisional Pasar Rejomulyo Semarang setelah melewati trickling filter sirkulasi 2 kali menjadi 2.158,33 mg/l atau telah turun sebanyak 25,01% dari kadar BOD<sup>5</sup> sebelum perlakuan.</li> <li>4. Rata-rata kadar BOD<sup>5</sup> air limbah RPA tradisional Pasar Rejomulyo Semarang setelah melewati trickling filter sirkulasi 3 kali menjadi 1.835 mg/l atau telah turun sebanyak 36,24% dari kadar BOD<sup>5</sup> sebelum perlakuan.</li> <li>5. Penurunan kadar BOD<sup>5</sup> air limbah RPA tradisional Pasar Rejomulyo Semarang antara trickling filter sirkulasi 1 kali, sirkulasi 2 kali, dengan sirkulasi 3 kali tidak menunjukkan perbedaan yang bermakna.</li> </ol> |
|----|------|---|--|---|



**Lanjutan Tabel 4. Penelitian Terdahulu**

|    |      |                                       |  |  |
|----|------|---------------------------------------|--|--|
| 12 | 2017 | Emi Erawati dan Harjuna Mukti Saputra | Pengaruh Konsentrasi Terhadap Fitoremediasi Limbah Zn Menggunakan Eceng Gondok ( <i>Eichornia Crassipes</i> )                              | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Semakin tinggi konsentrasi limbah Zn semakin cepat terjadi penurunan berat massa, panjang akar, dan panjang daun terhadap tanaman tersebut.</li> <li>2. Dari hasil uji analisis dengan metode Atomic Absorption Spect menunjukkan bahwa penurunan tertinggi kadar logam Zn terjadi pada konsentrasi 4 ppm menjadi 0,062 ppm dan penurunan terendah terdapat pada konsentrasi awal sebesar 9 ppm menjadi 0,169 ppm.</li> </ol>  |
| 13 | 2014 | Nursyakia Hajama                      | Studi Pemanfaatan Eceng Gondok Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos Dengan Menggunakan Aktivator Em4 Dan Mol Serta Prospek Pengembangannya | <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Dari penggunaan activator EM4 dan Mol yang memiliki kualitas kompos terbaik jika dilihat dari parameter C/N terjadi pada perlakuan D3 (kompos eceng gondok dengan penambahan activator MOL memiliki nilai C/N yang paling mendekati dengan nilai C/N tanah sebesar 14.795, namun jika dibandingkan dengan parameter lain tidak terlihat perbedaan yang sangat besar.</li> <li>2. Pada penelitian ini komposisi kompos eceng gondok yang optimal yaitu terjadi pada perlakuan D3 (kompos eceng gondok dengan penambahan activator MOL 150 ML) yang memiliki kandungan C/N sebesar 14.795, pH sebesar 7.63, kadar air 13.52%, warna cokelat kehitaman, tekstur halus.</li> </ol> |





**Lanjutan Tabel 4. Penelitian Terdahulu**

|    |      |                |  |  |
|----|------|----------------|--|--|
|    |      |                |  | 3. Pada penelitian ini kompos yang berbahan dasar eceng gondok jika dianalisis dari segi biaya dan waktu pengomposan sangat berpeluang untuk dikembangkan sebagai usaha, sebab biaya yang dikeluarkan untuk produksi kompos kecil.   |
| 14 | 2018 | Reynaldi Putra | Pemanfaatan Eceng Gondok ( <i>Eichhornia Crassipes</i> ) Sebagai Tanaman Phyto Treatment Dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Penyulingan Minyak Kayu Putih | <p>1. Hasil pengujian (COD) yang dilakukan terhadap tiga variasi massa tanaman eceng gondok menghasilkan persentase removal yang masing-masing massa sebesar 67%, 68% dan 68% secara berurutan.</p> <p>2. Hasil pengujian (BOD) menghasilkan persentase removal yang masing-masing massa sebesar 53%, 50% dan 51% secara berurutan.</p> <p>3. Hasil pengujian Minyak dan Lemak Total menghasilkan persentase removal yang masing-masing massa sebesar 83%, 83% dan 83% secara berurutan.</p> <p>Hal ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes</i>) efektif dalam menurunkan konsentrasi COD, BOD dan Minyak dan Lemak Total dalam air limbah hasil penyulingan kayu putih. Pengukuran kadar pH selama 8 hari dalam rentang waktu 2 hari sekali selama proses penelitian membuat perubahan nilai pH pada bak 1, 2 dan 3. Nilai pH</p> |



**Lanjutan Tabel 4.** Penelitian Terdahulu

---

|    |      |                                 |  |  |
|----|------|---------------------------------|--|--|
|    |      |                                 |  | mengalami peningkatan ke arah nilai pH netral. pH awal yang diuji yaitu rata-rata sebesar 5,5 sampai 5,3 dan mengalami peningkatn menjadi 7,6.   |
| 15 | 2007 | Muhammad Felani dan Amir Hamzah | Fitoremediasi Limbah Cair Industri Tapioka Dengan Tanaman Eceng Gondok | Tanaman eceng gondok sebagai fitoremediator selama 28 hari hanya mampu tumbuh pada konsentrasi 25% limbah cair tapioka. Semakin tinggi konsentrasi limbah cair tapioka pasca fitoremediasi yang disiramkan ke Entisol Dampit yang ditanami tanaman jagung maka tinggi tanaman, jumlah daun, dan berat kering tanaman juga tinggi, serta terjadi peningkatan kadar Cn pada tanaman jagung, tetapi masih dibawah ambang batas yang ditetapkan. |

---



## BAB III

### METODE PENELITIAN

#### A. Waktu dan Lokasi Penelitian

Penelitian ini dilakukan selama 2 bulan mulai bulan November 2018 sampai Januari 2019 di Laboratorium Kualitas Air Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa. Lokasi pengambilan limbah pemotongan ayam di Jalan Abubakar Lambogo, Makassar. Persiapan pembuatan kompartemen dan perlakuan limbah pemotongan ayam terletak di *rooftop* Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa. Untuk pemeriksaan sampel sebelum dan setelah pengolahan dilakukan di laboratorium.

#### B. Jenis Penelitian

Jenis penelitian yang dilakukan adalah penelitian eksperimen yang dilanjutkan dengan analisis sampel di laboratorium untuk mengetahui kemampuan pengolahan limbah pemotongan ayam dengan memanfaatkan tumbuhan eceng gondok. Adapun variabel-variabel dalam penelitian adalah sebagai berikut :

1. Variabel dependen (variabel terikat) adalah variabel yang dipengaruhi akibat dari adanya variabel bebas, dikatakan sebagai variabel terikat karena variabel terikat dipengaruhi oleh variabel independen (variabel bebas). Pada penelitian ini, variabel dependen adalah efektivitas remediasi air limbah pemotongan ayam.
2. Variabel independen (variabel bebas) adalah variabel yang mempengaruhi atau sebab perubahan timbulnya variabel terikat (dependen). Ada 2 variabel independen dalam penelitian ini yaitu:
  - a. Variasi Media Bioremediasi (A)
    - A1 : Perlakuan Anaerasi (tanpa penambahan oksigen)
    - A2 : Perlakuan Aerasi (dengan penambahan oksigen)



b. Waktu Bioremediasi (T)

|             |               |               |
|-------------|---------------|---------------|
| T1 : 1 hari | T6 : 6 hari   | T16 : 16 hari |
| T2 : 2 hari | T8 : 8 hari   | T18 : 18 hari |
| T3 : 3 hari | T10 : 10 hari |               |
| T4 : 4 hari | T12 : 12 hari |               |
| T5 : 5 hari | T14 : 14 hari |               |

Dari variabel tersebut dapat dibuat rancangan penelitian dengan variasi perlakuan seperti pada Tabel 5 di bawah ini :

**Tabel 5.** Variasi Perlakuan

| <b>Waktu Tinggal<br/>(hari)</b> | <b>Ko1</b> | <b>P1</b> | <b>Ko2</b> | <b>P2</b> |
|---------------------------------|------------|-----------|------------|-----------|
| <b>0</b>                        | 0Ko1       | 0P1       | 0Ko2       | 0P2       |
| <b>1</b>                        | 1Ko1       | 1P1       | 1Ko2       | 1P2       |
| <b>2</b>                        | 2Ko1       | 2P1       | 2Ko2       | 2P2       |
| <b>3</b>                        | 3Ko1       | 3P1       | 3Ko2       | 3P2       |
| <b>4</b>                        | 4Ko1       | 4P1       | 4Ko2       | 4P2       |
| <b>5</b>                        | 5Ko1       | 5P1       | 5Ko2       | 5P2       |
| <b>6</b>                        | 6Ko1       | 6P1       | 6Ko2       | 6P2       |
| <b>8</b>                        | 8Ko1       | 8P1       | 8Ko2       | 8P2       |
| <b>10</b>                       | 10Ko1      | 10P1      | 10Ko2      | 10P2      |
| <b>12</b>                       | 12Ko1      | 12P1      | 12Ko2      | 12P2      |
| <b>14</b>                       | 14Ko1      | 14P1      | 14Ko2      | 14P2      |
| <b>16</b>                       | 16Ko1      | 16P1      | 16Ko2      | 16P2      |
| <b>18</b>                       | 18Ko1      | 18P1      | 18Ko2      | 18P2      |

Keterangan:

- Ko1 : Bak kontrol perlakuan aerasi
- P1 : Bak remediasi perlakuan aerasi
- Ko2 : Bak kontrol perlakuan anaerasi
- P2 : Bak kontrol perlakuan anaerasi



## C. Tahapan Penelitian

### 1. Penyiapan Reaktor

Sebelum pembuatan reaktor terlebih dahulu disiapkan alat dan bahan yang akan digunakan. Adapun alat dan bahan yang digunakan dalam pembuatan reaktor antara lain :

- a. 8 buah bak plastik dengan ukuran 60cm x 40cm x 39cm dengan kapasitas volume yang dapat ditampung  $\pm 94$  liter.
- b. 8 buah keran, untuk mempermudah pengambilan sampel air limbah pada masing-masing kompartemen dan untuk mengalirkan air dari kompartemen 1 ke 2, dari kompartemen 2 ke 3, dan dari kompartemen 3 ke 4.
- c. 2 buah pompa air akuarium, untuk memompa air limbah dari kompartemen 4 kembali ke kompartemen pertama.
- d. 4 buah pompa aerasi akuarium untuk menyuplai oksigen kedalam air limbah pada proses aerasi.
- e. Pipa pvc  $\frac{1}{2}$ " untuk mengalirkan air dari bak pertama hingga terakhir dan untuk mengalirkan air dari pompa.
- f. Sambungan pipa  $\frac{1}{2}$ " (*elbow*) untuk menyambungkan pipa.
- g. Kayu untuk membuat dudukan reaktor.
- h. Meteran, untuk mengukur pipa dan kayu.
- i. Gergaji kayu dan besi untuk memotong kayu dan pipa.
- j. Paku, palu, dan lem pipa.

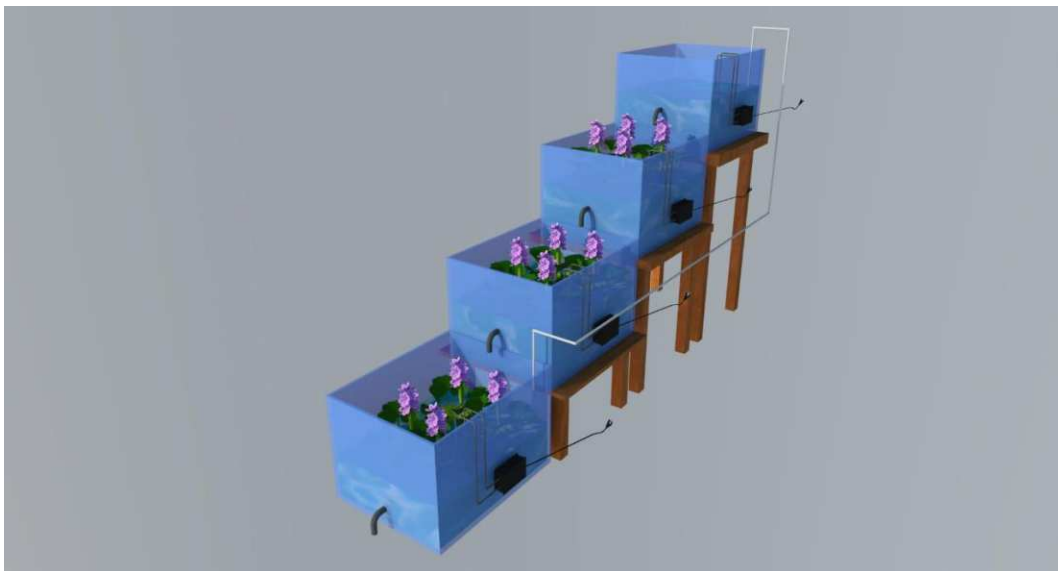
Reaktor penelitian ini dirangkai secara seri dan dihubungkan dengan pipa pvc berdiameter  $\frac{1}{2}$ " serta pada setiap baknya dipasang keran yang selain untuk mengalirkan air limbah dari kompartemen ke kompartemen selanjutnya juga berfungsi untuk mempermudah pengambilan sampel air pada setiap kompartemen.

Reaktor ini terdiri dari 4 kompartemen/bak yang diisi air limbah pemotongan 70 liter setiap kompartemennya. Kompartemen pertama sebagai bak pengumpul dan kompartemen 2-4 untuk bioremediasi. Pada reaktor ini



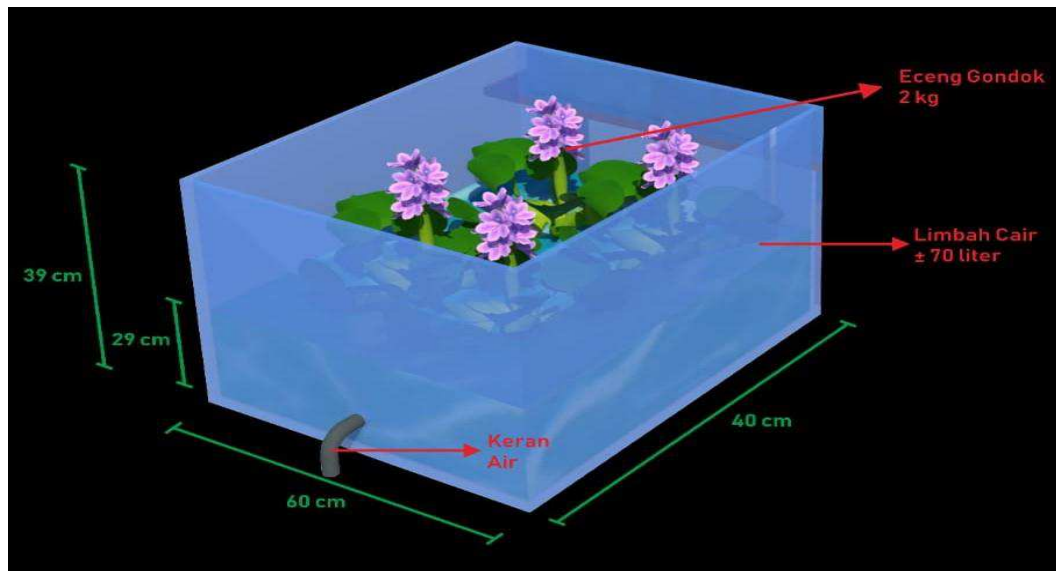
dipasangkan pompa sehingga aliran air limbah akan kembali ke kompartemen pertama (aliran sirkular).

Sebelum diisi dengan air limbah, reaktor harus dikalibrasi terlebih dahulu. Kalibrasi debit ini dilakukan agar volume air limbah seragam pada setiap kompartemen selama proses bioremediasi berlangsung. Tahap kalibrasi ini dilakukan dengan menentukan debit aliran pada masing-masing kompartemen dengan cara membuka keran secara penuh dan menampung air pada gelas ukur selama waktu tertentu, hingga diperoleh debit aliran pada kompartemen kemudian disesuaikan dengan kecepatan pompa air pada kompartemen 4. Pada reaktor ini juga dipasangkan aerator sebagai faktor variasi penelitian. Desain reaktor dapat dilihat pada Gambar 3 dan Gambar 4 dibawah ini:



**Gambar 3.** Reaktor Dengan Perlakuan Aerasi





**Gambar 4.** Detail Bak Reaktor

## 2. Penyiapan Media Tanam

Pada penelitian ini media tanam yang digunakan adalah tanaman eceng gondok (*Eichornia Crassipes*) dengan pertimbangan dari beberapa penelitian terdahulu. Selain itu, pemilihan tanaman didasarkan pada pertimbangan - pertimbangan berikut ini :

- a. Tanaman eceng gondok merupakan jenis tanaman yang banyak dijumpai di Indonesia. Tanaman ini tumbuh di rawa-rawa, danau maupun sungai.
- b. Dari segi ekonomi tanaman ini harganya relatif murah bahkan tumbuh liar di alam.
- c. Tidak memerlukan perawatan khusus dan pemeliharaannya sangat mudah.
- d. Tanaman ini juga memiliki kemampuan dalam mengolah limbah, baik itu berupa logam berat, zat organik maupun anorganik.

Pengambilan tanaman eceng gondok diperoleh di sekitar Perumahan Teknik Kabupaten Gowa. Sebelum digunakan untuk bioremediasi, eceng gondok lebih dahulu melewati proses aklimatisasi untuk mengetahui waktu eceng gondok mampu bertahan dan hidup di dalam air limbah. Menurut (2017), tujuan dari aklimatisasi adalah untuk menyesuaikan atau



mengadaptasikan bibit yang baru tumbuh dari lingkungan lama ke lingkungan baru. Aklimatisasi juga digunakan untuk mengetahui kemampuan bertahan tanaman di dalam lingkungan yang baru.

Aklimatisasi tanaman eceng gondok didahului dengan mencuci bersih tanaman sampai bersih dari lumpur dan tanah. Selanjutnya dilakukan aklimatisasi selama 7 hari. Aklimatisasi selama 7 hari ini mengacu pada penelitian (Rahadian dkk, 2017).

Setelah aklimatisasi selama 7 hari selanjutnya dilakukan pemilihan tanaman eceng gondok untuk digunakan sebagai bioremediator. Sampel tanaman dipilih yang berdaun hijau segar dan akar yang sehat yang ditandai dengan akar yang kuat dan belum menghitam serta gondok yang sehat yang ditandai dengan warna gondok yang berwarna hijau. Tanaman eceng gondok yang digunakan memiliki spesifikasi dengan kriteria: jumlah daun sebanyak 4-7 helai, daun masih segar dan tidak menguning, tinggi tanaman 20-40 cm.

### 3. Penyiapan Air Limbah

Air limbah yang digunakan dalam penelitian ini adalah air limbah pemotongan ayam yang diambil dari Rumah Pemotongan Ayam yang berada di Jalan Abubakar Lambogo, Makassar. Dalam pelaksanaan pengambilan sampel didasarkan pada SNI Air dan air limbah – Bagian 59: Metoda pengambilan contoh air limbah (SNI 6989.59:2008). Adapun prosedur pengambilan air limbah pemotongan ayam adalah sebagai berikut :

- a. Menyiapkan peralatan yang dibutuhkan antara lain: gentong, gayung, botol plastik, termometer, pH meter, alat tulis.
- b. Pengambilan air limbah dilakukan dengan mengambil air limbah pemotongan ayam yang keluar pada saluran sebelum masuk ke perairan penerima dengan menggunakan gayung.

Selanjutnya air limbah dimasukkan ke dalam gentong dengan menggunakan gayung. Setelah itu, diambil  $\pm 500$  ml air limbah pemotongan ayam dan dimasukkan ke dalam botol plastik yang telah





diberi label, kemudian dilakukan pengujian pH dan suhu. Adapun untuk parameter BOD, COD, TSS, Amoniak, serta Minyak dan Lemak dilakukan di laboratorium.

#### **4. Perlakuan Bioremediasi**

Tanaman yang telah dipilih kemudian ditimbang dengan berat masing-masing  $\pm 2$  kg eceng gondok untuk setiap kompartemen dengan perlakuan yang berisi air limbah pemotongan ayam sebanyak  $\pm 70$  liter untuk setiap kompartemennya. Proses bioremediasi ini menggunakan dua macam perlakuan yaitu perlakuan dengan aerasi dan perlakuan tanpa aerasi (anaerasi). Proses bioremediasi dilakukan selama 18 hari.

Pengukuran BOD, COD, TSS, Amoniak, Minyak dan Lemak, pH dan Suhu pada air limbah pemotongan ayam dilakukan dengan mengambil sampel pada hari 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 10, 12, 14, 16, dan 18. Pengambilan sampel dilakukan dengan mengambil  $\pm 500$  ml air limbah dari masing-masing kompartemen. Selanjutnya dilakukan pengujian masing-masing parameter. Untuk parameter pH dan suhu pengukuran dilakukan menggunakan pH meter dan termometer dan diukur langsung di tempat penelitian tepat setelah pengambilan sampel air limbah pemotongan ayam. Adapun pengujian parameter BOD, COD, TSS, Amoniak, serta Minyak dan Lemak dilakukan di Laboratorium Fakultas Teknik Universitas Hasanuddin, Gowa.

#### **5. Analisis Data**

Data-data yang dianalisis meliputi pengamatan morfologi tanaman, pH, suhu, konsentrasi BOD, COD, TSS, Amoniak, serta Minyak dan Lemak dalam air limbah pemotongan ayam, pengaruh waktu tinggal dan perlakuan bioremediasi terhadap efektivitas reduksi zat pencemar air limbah pemotongan ayam.

Analisis data yang digunakan dalam penelitian ini adalah analisis deskriptif dan analisis analitik. Analisis deskriptif yaitu untuk menggambarkan efektivitas an pada kedua perlakuan. Sedangkan analisis analitik yaitu data hasil an yang diperoleh dianalisis dan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik



menggunakan perangkat lunak (*software*) Excel untuk mencari nilai koefisien korelasi sehingga dapat diketahui hubungan dan seberapa besar pengaruh variabel waktu dan perlakuan bioremediasi terhadap efektivitas penyerapan kadar pencemar pada air limbah pemotongan ayam.

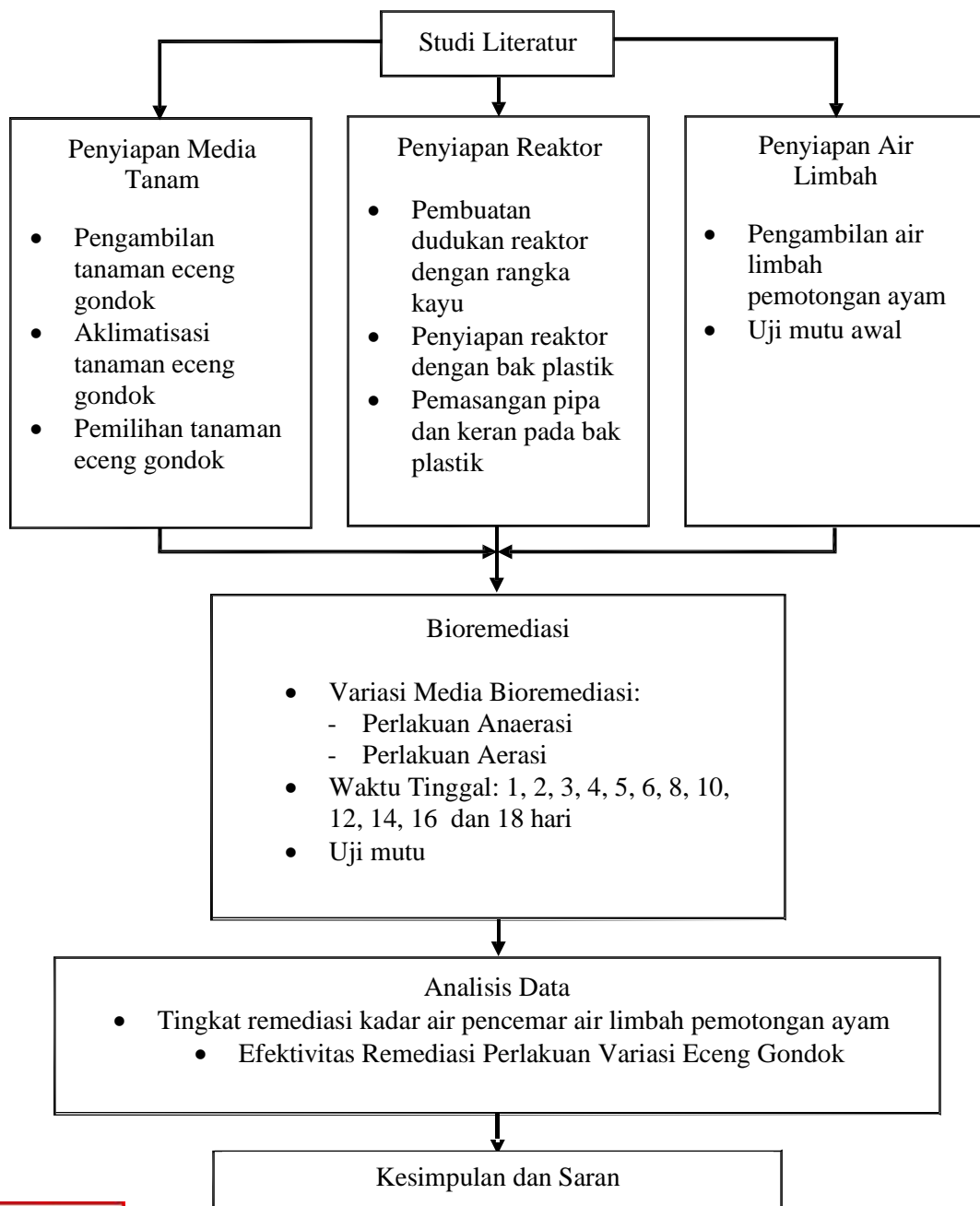
Koefisien korelasi ialah pengukuran statistik kovarian atau asosiasi antara dua variabel. Besarnya koefisien korelasi berkisar antara +1 s/d -1. Koefisien korelasi menunjukkan kekuatan (*strength*) hubungan linear dan arah hubungan dua variabel acak. Jika koefisien korelasi positif, maka kedua variabel mempunyai hubungan searah. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan tinggi pula. Sebaliknya, jika koefisien korelasi negatif, maka kedua variabel mempunyai hubungan terbalik. Artinya jika nilai variabel X tinggi, maka nilai variabel Y akan menjadi rendah (dan sebaliknya). Untuk memudahkan melakukan interpretasi mengenai kekuatan hubungan antara dua variabel penulis memberikan kriteria sebagai berikut (Aslam, 2017) :

- 0 : Tidak ada korelasi antara dua variabel
- $>0 - 0,25$  : Korelasi sangat lemah
- $>0,25 - 0,5$  : Korelasi cukup
- $>0,5 - 0,75$  : Korelasi kuat
- $>0,75 - 0,99$  : Korelasi sangat kuat
- 1 : Korelasi sempurna



#### D. Diagram Alir Penelitian

Tahapan pelaksanaan penelitian dapat dilihat pada diagram alir yang terdapat pada Gambar 5 berikut ini :



**Gambar 5.** Diagram Alir Penelitian



## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### A. Karakteristik Limbah Cair Industri Rumah Potong Ayam (RPA)

Menurut Al-Kholif (2012), limbah cair industri Rumah Potong Ayam (RPA) yang berupa isi rumen atau isi lambung, darah afkiran daging, lemak, dan air cucuannya dapat bertindak sebagai salah satu sumber pencemaran lingkungan dan juga sebagai media pertumbuhan dan perkembangan mikroba sehingga limbah tersebut mudah mengalami pembusukan. Selain limbah cair dan limbah padat yang dihasilkan, aktivitas industri RPA juga dapat menghasilkan gas methana. Gas methana ini berpotensi menghasilkan salah satu sumber penyebab efek rumah kaca jika terbuang ke atmosfer.

Industri RPA menghasilkan limbah, baik dalam proses itu sendiri serta dalam mencuci peralatan dan fasilitas, hal ini ditandai dengan tingginya konsentrasi zat organik dan padatan tersuspensi. Jumlah dan karakteristik air limbah di industri RPA ini sangat bervariasi tergantung pada proses industri dan air yang digunakan tiap melakukan aktivitas pemotongan ayam. Dampak negatif dari industri ini yaitu menghasilkan limbah berbentuk padat dan cair. Industri RPA sebagian besar menghasilkan air limbah yang mengandung bahan organik biodegradable dalam jumlah tinggi, dalam hal ini materi koloid seperti lemak, dan protein.

Sumber pencemar seperti kandungan BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*) dan amonia dalam air buangan industri RPA juga sangat tinggi yaitu di atas ambang batas dari kandungan BOD, COD dan amonia yang sudah ditetapkan. Kegiatan RPA akan menghasilkan limbah dengan kandungan bahan organik tinggi disertai konsentrasi bahan padat dan lemak yang relatif tinggi. Untuk mencegah hal itu maka diperlukan cara agar komposisi organik tersuspensi dapat dikurangi (Laksono dan Kirana 2010).

Berdasarkan hasil pengamatan yang dilakukan, diketahui bahwa air limbah pemotongan Ayam yang dihasilkan oleh RPA UD Asri langsung dibuang



ke badan air yang berada di dekat tempat Rumah Potong Ayam tanpa adanya pengolahan terlebih dahulu. Kondisi awal air limbah Rumah Potong Ayam dari RPA UD Asri sebelum dilakukan boremediasi dapat dilihat pada Tabel 6 dibawah ini :

**Tabel 6.** Kondisi Awal Limbah Cair RPA Sebelum Boremediasi

| Parameter        | Satuan | Nilai  | Baku Mutu        |
|------------------|--------|--------|------------------|
| BOD              | mg/l   | 569,36 | 50 <sup>*)</sup> |
| COD              | mg/l   | 581    | 200              |
| TSS              | mg/l   | 263    | 100              |
| Amoniak          | mg/l   | 16,676 | 25               |
| Minyak dan Lemak | mg/l   | 38,62  | 15               |
| PH               | -      | 7,4    | 6-9              |
| Suhu             | °C     | 24     | -                |

\*) Untuk mendapatkan kualitas yang lebih baik

Tabel 6 menunjukkan karakteristik air limbah yang digunakan dalam penelitian sebagian besar belum memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan, yaitu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah dimana untuk kadar Amoniak dan nilai pH sudah berada dibawah baku mutu sedangkan untuk konsentrasi BOD, COD, TSS, serta Minyak dan Lemak masih diatas baku mutu sehingga dapat memberikan gambaran bahwa air limbah Rumah Pemotongan Ayam memiliki kadar pencemar tinggi yang dapat mencemari lingkungan apabila tidak diolah terlebih dahulu. Oleh karena itu dalam penelitian ini dilakukan pengolahan air limbah pemotongan ayam dengan cara boremediasi untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar yang terkandung pada air limbah tersebut.

## **B. Tingkat Remediasi Kadar Pencemar Limbah Cair Industri Rumah Pemotongan Ayam (RPA) Selama Boremediasi**

### **1. Data Hasil Penelitian Kadar Pencemar Limbah Cair Industri Rumah Pemotongan Ayam (RPA) Selama Boremediasi**

Penelitian tentang boremediasi air limbah pemotongan ayam dengan menggunakan amonoceng gondok pada reaktor seri dilakukan untuk menganalisis berapa



besar penurunan kadar pencemar (BOD, COD, TSS, Amoniak, minyak dan lemak, serta pH) air limbah pemotongan ayam setelah melalui proses boremediasi.

Perlakuan boremediasi dalam penelitian ini dilakukan dalam dua metode, yakni proses aerasi dan proses anaerasi, dimana proses *aerasi* adalah proses remediasi kadar pencemar air limbah pemotongan ayam dengan media eceng gondok dengan adanya penambahan oksigen, sedangkan proses *anaerasi* adalah proses remediasi kadar pencemar air limbah pemotongan ayam dengan media eceng gondok tanpa adanya penambahan oksigen. Setelah pengoperasian reaktor dalam kurun waktu 18 hari maka diperoleh data konsentrasi zat pencemar pada air limbah pemotongan ayam sebagai berikut :

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

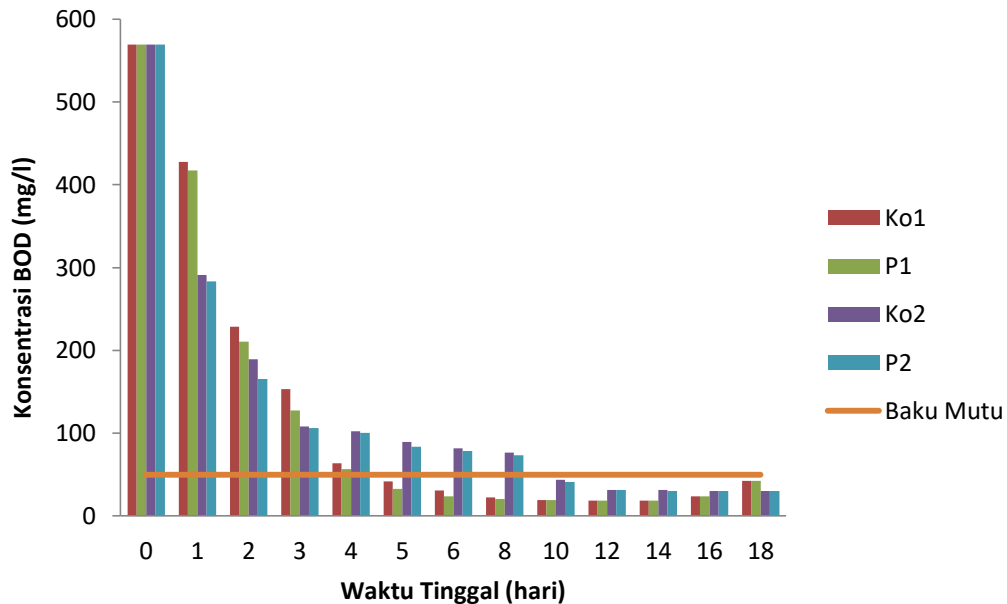
Berdasarkan data hasil pengujian laboratorium diperoleh data konsentrasi BOD pada sampel air limbah pemotongan ayam setelah melalui boremediasi dengan perlakuan aerasi dan anaerasi. Konsentrasi BOD dapat dilihat pada Tabel 7.

**Tabel 7.** Konsentrasi BOD Setelah Proses Boremediasi

| Waktu<br>Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi BOD (mg/l) |        |          |        | Baku Mutu<br>(mg/l) |
|----------------------------|------------------------|--------|----------|--------|---------------------|
|                            | Aerasi                 |        | Anaerasi |        |                     |
|                            | Ko1                    | P1     | Ko2      | P2     |                     |
| 0                          | 569,36                 | 569,36 | 569,36   | 569,36 | 50                  |
| 1                          | 427,36                 | 417,36 | 291,36   | 283,36 | 50                  |
| 2                          | 228,48                 | 210,48 | 189,36   | 165,36 | 50                  |
| 3                          | 153,36                 | 127,36 | 108,36   | 106,36 | 50                  |
| 4                          | 63,36                  | 56,36  | 102,36   | 100,36 | 50                  |
| 5                          | 41,48                  | 32,48  | 89,36    | 83,36  | 50                  |
| 6                          | 30,86                  | 23,56  | 81,36    | 78,36  | 50                  |
| 8                          | 22,56                  | 20,56  | 76,36    | 73,36  | 50                  |
| 10                         | 18,98                  | 18,92  | 43,36    | 41,36  | 50                  |
| 12                         | 18,36                  | 18,28  | 31,36    | 31,36  | 50                  |
| 14                         | 18,36                  | 18,28  | 31,36    | 30,36  | 50                  |
|                            | 23,48                  | 23,36  | 30,36    | 30,36  | 50                  |
|                            | 42,48                  | 42,36  | 30,36    | 30,36  | 50                  |



Dari Tabel 7 diperoleh grafik penurunan konsentrasi BOD pada perlakuan aerasi dan anaerasi setelah melalui boremediasi yang ditunjukkan pada Gambar 6.



**Gambar 6.** Tingkat Remediasi Kadar BOD Pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi

Grafik 7 diatas menunjukkan konsentrasi BOD pada proses boremediasi dengan perlakuan aerasi dan anaerasi, dari grafik tersebut dapat diketahui bahwa baik pada bak kontrol maupun bak dengan perlakuan setiap harinya mengalami penurunan konsentrasi BOD.

Pada perlakuan aerasi dan anaerasi terjadi penurunan konsentrasi BOD dari hari ke-1 hingga hari ke-12. Untuk perlakuan aerasi kadar BOD berada dibawah baku mutu pada hari ke-4 pada bak perlakuan, sedangkan untuk bak kontrol kadar BOD berada dibawah baku mutu pada hari ke-5. Adapun untuk perlakuan anaerasi, kadar BOD berada dibawah baku mutu pada hari ke-10 baik itu pada bak kontrol maupun pada bak perlakuan. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan (Aslam, 2017) yang menyatakan bahwa eceng gondok menurunkan kadar BOD hingga 96,92 % dengan proses boremediasi.

pada perlakuan aerasi terjadi peningkatan nilai BOD pada hari ke-16 dan ke-18, hal ini dikarena pada perlakuan aerasi eceng gondok telah jenuh yang disebabkan dengan banyaknya jumlah eceng gondok yang mati. Sedangkan pada



perlakuan anaerasi, sudah tidak terjadi penurunan yang signifikan pada hari ke-16 dan hari ke-18.

Pada perlakuan aerasi, konsentrasi BOD mengalami penurunan setiap harinya. Bahkan hingga hari ke-12 masih terjadi penurunan kadar BOD, hanya saja kadar penyerapannya tidak sebanyak yang terserap pada hari ke-1 hingga hari ke-6. Adapun konsentrasi terendah yang diperoleh pada perlakuan aerasi yaitu pada bak kontrol sebesar 18,36 mg/l dan pada bak perlakuan sebesar 18,28 mg/l.

Pada perlakuan anaerasi, penurunan yang paling optimal terjadi pada hari ke-1, dengan konsentrasi BOD pada bak kontrol sebesar 291,36 mg/l dan pada bak perlakuan dengan eceng gondok sebesar 283,36 mg/l. Hal ini dikarenakan eceng gondok berada pada kondisi optimal dalam penyerapan. Menurut (Ratnawati dan Kholif, 2018) kadar keasaman (pH) berada pada kisaran nilai pH netral (6-8) yang dimana nilai pH ini berada pada rentang nilai optimum mikroorganisme dalam mendergradasi bahan organik. Sedangkan untuk suhu berada pada suhu mesofilik ( $20^{\circ}\text{C}$  -  $45^{\circ}\text{C}$ ) dimana pada rentang suhu mesofilik ini air limbah berada dalam kondisi optimum pula dalam penguraian bahan organik. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Ratnani (2011), menyatakan bahwa bagi eceng gondok pertumbuhan yang optimum adalah antara suhu  $20^{\circ}\text{C}$  -  $30^{\circ}\text{C}$ . Oleh karena itu degradasi BOD yang terbaik adalah pada suhu  $20^{\circ}\text{C}$  -  $30^{\circ}\text{C}$ . Adapun untuk hari selanjutnya tetap terjadi penurunan kadar BOD pada bak kontrol maupun pada bak perlakuan.

Penurunan BOD yang tinggi terlihat pada perlakuan aerasi, hal ini disebabkan oleh adanya penambahan oksigen pada perlakuan ini yang mengakibatkan keberadaan mikroorganisme dalam reaktor meningkat dikarenakan terpenuhinya kebutuhan oksigen oleh mikroorganisme tersebut. Dalam hal ini mikroorganisme berperan dalam mengubah unsur pencemar menjadi lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh eceng gondok untuk proses metabolismenya.





## 2. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

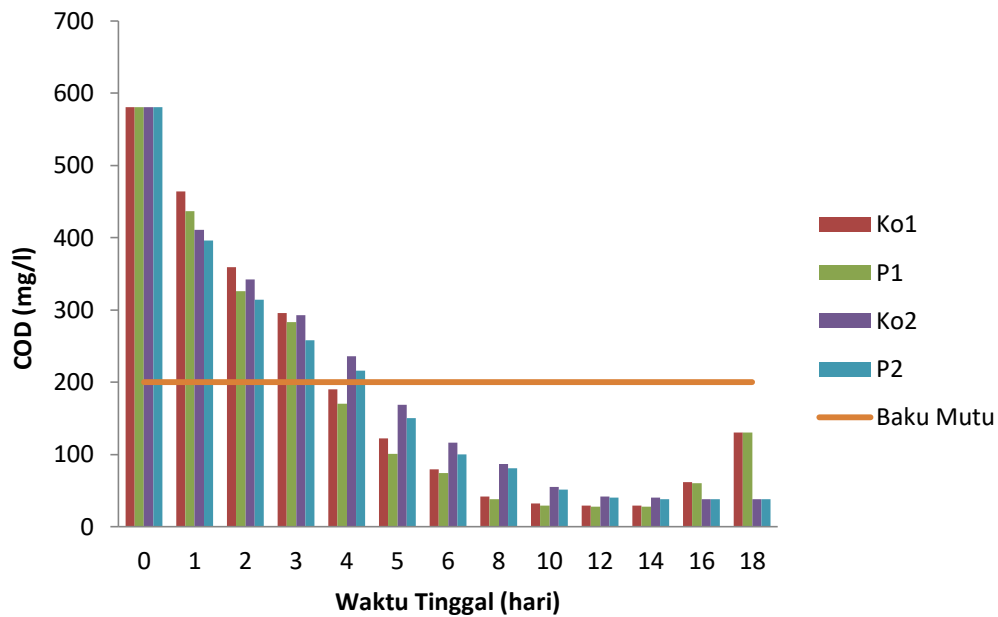
Konsentrasi COD menunjukkan jumlah oksigen yang dikonsumsi mikroorganisme dalam menguraikan bahan organik dalam air limbah secara kimia. Konsentrasi COD dalam air limbah pemotongan ayam setelah diolah dengan proses boremediasi menggunakan tanaman eceng gondok mengalami penurunan, hal ini menunjukkan sudah terjadi perbaikan kualitas pada air limbah pemotongan ayam. Hal ini juga membuktikan bahwa eceng gondok merupakan tanaman yang bermanfaat untuk mereduksi zat pencemar pada air limbah. Hasil pengujian konsentrasi COD dapat dilihat pada Tabel 8.

**Tabel 8.** Konsentrasi COD Setelah Proses Boremediasi

| Waktu<br>Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi COD (mg/l) |     |          |     | Baku Mutu<br>(mg/l) |
|----------------------------|------------------------|-----|----------|-----|---------------------|
|                            | Aerasi                 |     | Anaerasi |     |                     |
|                            | Ko1                    | P1  | Ko2      | P2  |                     |
| 0                          | 581                    | 581 | 581      | 581 | 200                 |
| 1                          | 464                    | 437 | 411      | 396 | 200                 |
| 2                          | 359                    | 326 | 342      | 314 | 200                 |
| 3                          | 296                    | 283 | 293      | 258 | 200                 |
| 4                          | 190                    | 170 | 236      | 216 | 200                 |
| 5                          | 122                    | 101 | 169      | 150 | 200                 |
| 6                          | 79                     | 74  | 116      | 100 | 200                 |
| 8                          | 42                     | 38  | 87       | 81  | 200                 |
| 10                         | 32                     | 29  | 55       | 51  | 200                 |
| 12                         | 29                     | 28  | 42       | 40  | 200                 |
| 14                         | 29                     | 28  | 40       | 38  | 200                 |
| 16                         | 62                     | 60  | 38       | 38  | 200                 |
| 18                         | 130                    | 130 | 38       | 38  | 200                 |

Dari Tabel 8 diperoleh grafik penurunan konsentrasi COD pada perlakuan aerasi dan anaerasi setelah melalui boremediasi yang ditunjukkan pada Gambar 7.





**Gambar 7.** Tingkat Remediasi Kadar COD Pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi

Grafik di atas menunjukkan penurunan konsentrasi COD setelah melalui boremediasi dengan perlakuan aerasi dan anaerasi. Penurunan COD pada perlakuan aerasi berbanding lurus dengan waktu tinggal pada eceng gondok terhadap air limbah pemotongan ayam. Hal ini juga terjadi pada perlakuan anaerasi, hanya saja jika keduanya dibandingkan, penyerapan kadar COD lebih besar terjadi pada perlakuan aerasi dibandingkan dengan perlakuan tanpa aerasi.

Menurut Aslam (2017) penurunan konsentrasi COD pada air limbah terjadi karena keberadaan mikroorganisme yang menguraikan senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana kemudian diserap oleh tumbuhan untuk proses metabolismenya. Sejalan dengan hal tersebut, (Putra, 2018) mengatakan bahwa akar tumbuhan eceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap zat organik di dalam air dan kemudian menuju batang dan terakumulasi di bagian daun.

Berdasarkan hasil penelitian dapat dilihat bahwa untuk perlakuan aerasi COD berada dibawah baku mutu pada hari ke-4 boremediasi, sedangkan perlakuan anaerasi kadar COD berada dibawah baku mutu pada hari ke-5 boremediasi. Kadar COD hingga hari ke-12 diperoleh nilai COD untuk perlakuan



aerasi pada bak kontrol sebesar 29 mg/l dan pada bak perlakuan sebesar 28 mg/l, selanjutnya mengalami peningkatan pada hari ke-16 dan hari ke-18 yang disebabkan oleh jenuhnya eceng gondok. Adapun untuk perlakuan anaerasi terjadi penurunan konsentrasi COD hingga hari ke-16 dan konsentrasi yang sama pada hari ke-18 yakni pada bak kontrol sebesar 38 mg/l dan pada bak perlakuan sebesar 38 mg/l. Secara umum, perlakuan aerasi dan anaerasi mampu menurunkan konsentrasi COD hingga berada dibawah baku mutu pada Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah yakni sebesar 200 mg/l.

### 3. TSS (*Total Suspended Solid*)

Data hasil pengujian yang didapatkan pada uji mutu awal air limbah pemotongan ayam, menunjukkan bahwa kandungan TSS pada air limbah sebelum dilakukan pengolahan melebihi baku mutu lingkungan. Setelah melalui proses boremediasi, konsentrasi TSS mengalami penurunan. Tabel 9 dan gambar 8 menunjukkan penurunan konsentrasi TSS.

Penurunan konsentrasi TSS pada perlakuan aerasi dan anaerasi berbanding lurus dengan waktu tinggal dimana semakin lama waktu tinggal maka konsentrasi TSS semakin rendah, sehingga konsentrasi TSS yang terendah terjadi pada hari ke-12 untuk semua perlakuan, pada perlakuan aerasi untuk bak kontrol dan bak perlakuan sebesar 14 mg/l dan sudah tidak mengalami penurunan yang signifikan pada hari setelahnya, sedangkan pada perlakuan anaerasi terjadi penurunan hingga hari ke-14 dan sudah tidak mengalami penurunan yang signifikan pada hari setelahnya yakni untuk bak kontrol dan bak perlakuan sebesar 23 mg/l.

Penurunan kandungan TSS setelah pengolahan menggunakan tanaman eceng gondok disebabkan karena proses menempelnya koloid pada akar tanaman, serta dekomposisi bahan organik terlarut dan mengendapnya hasil dekomposisi bahan organik. Hasil pengujian konsentrasi TSS dapat dilihat pada Tabel 9.



**Tabel 9.** Konsentrasi TSS Setelah Proses Boremediasi

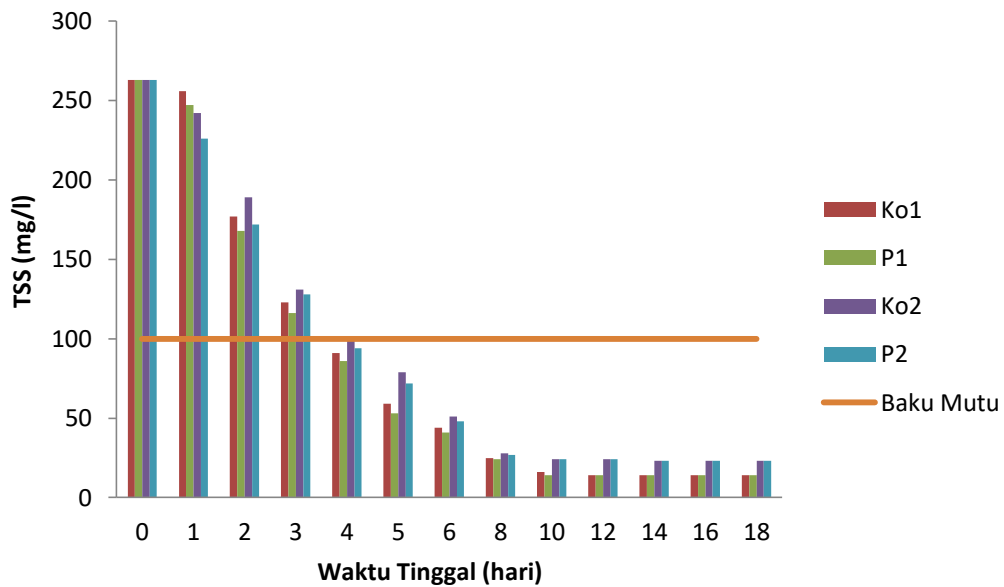
| Waktu<br>Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi TSS (mg/l) |     |          |     | Baku<br>Mutu<br>(mg/l) |
|----------------------------|------------------------|-----|----------|-----|------------------------|
|                            | Aerasi                 |     | Anaerasi |     |                        |
|                            | Ko1                    | P1  | Ko2      | P2  |                        |
| 0                          | 263                    | 263 | 263      | 263 | 100                    |
| 1                          | 256                    | 247 | 242      | 226 | 100                    |
| 2                          | 177                    | 168 | 189      | 172 | 100                    |
| 3                          | 123                    | 116 | 131      | 128 | 100                    |
| 4                          | 91                     | 86  | 100      | 94  | 100                    |
| 5                          | 59                     | 53  | 79       | 72  | 100                    |
| 6                          | 44                     | 41  | 51       | 48  | 100                    |
| 8                          | 25                     | 24  | 28       | 27  | 100                    |
| 10                         | 16                     | 14  | 24       | 24  | 100                    |
| 12                         | 14                     | 14  | 24       | 24  | 100                    |
| 14                         | 14                     | 14  | 23       | 23  | 100                    |
| 16                         | 14                     | 14  | 23       | 23  | 100                    |
| 18                         | 14                     | 14  | 23       | 23  | 100                    |

Penurunan konsentrasi TSS selain karena dekomposisi bahan-bahan organik juga disebabkan karena tanaman eceng gondok memiliki akar serabut yang dapat menjadi tempat menempelnya koloid. Menurut Fachrurrozi dkk (2010) semakin banyak akar serabut yang dimiliki tanaman maka akan semakin banyak koloid yang menempel pada akar-akar tersebut.

Dari data diatas dapat dilihat bahwa kadar TSS untuk perlakuan aerasi berada dibawah baku mutu pada hari ke-4 dengan konsentrasi untuk bak kontrol sebesar 91 mg/l dan untuk bak perlakuan sebesar 86 mg/l. Sedangkan untuk perlakuan anaerasi konsentrasi TSS berada dibawah baku mutu pada hari ke-4 untuk bak kontrol sebesar 100 mg/l dan pada bak perlakuan sebesar 94 mg/l.

Dari Tabel 9 diperoleh grafik penurunan konsentrasi TSS pada perlakuan aerasi dan anaerasi setelah melalui boremediasi yang ditunjukkan pada Gambar 8.





**Gambar 8.** Tingkat Remediasi Kadar TSS Pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi

Baku mutu yang dipersyaratkan untuk parameter TSS berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah adalah 100 mg/l. Pada perlakuan aerasi dan anaerasi konsentrasi TSS telah memenuhi baku mutu yang dipersyaratkan dari hari ke-4 pengolahan dilakukan.

#### 4. Amoniak

Amoniak merupakan salah satu bentuk senyawa nitrogen dalam air yang dapat dimanfaatkan oleh tanaman sebagai nutrisi. Karena perannya sebagai nutrisi perairan inilah, jika dalam konsentrasi tinggi dapat memicu eutrofikasi. Selain memicu eutrofikasi di perairan, amoniak juga mengakibatkan bau yang menyengat (Aslam, 2017). Sejalan dengan hal tersebut, (Zaman dan Sutrisno, 2006) menyatakan bahwa eceng gondok mempunyai kemampuan menyerap unsur hara dari air limbah dalam jumlah yang besar.



Berikut hasil uji konsentrasi amoniak setelah melalui proses boremediasi yang dapat dilihat pada Tabel 10 dan Gambar 9.

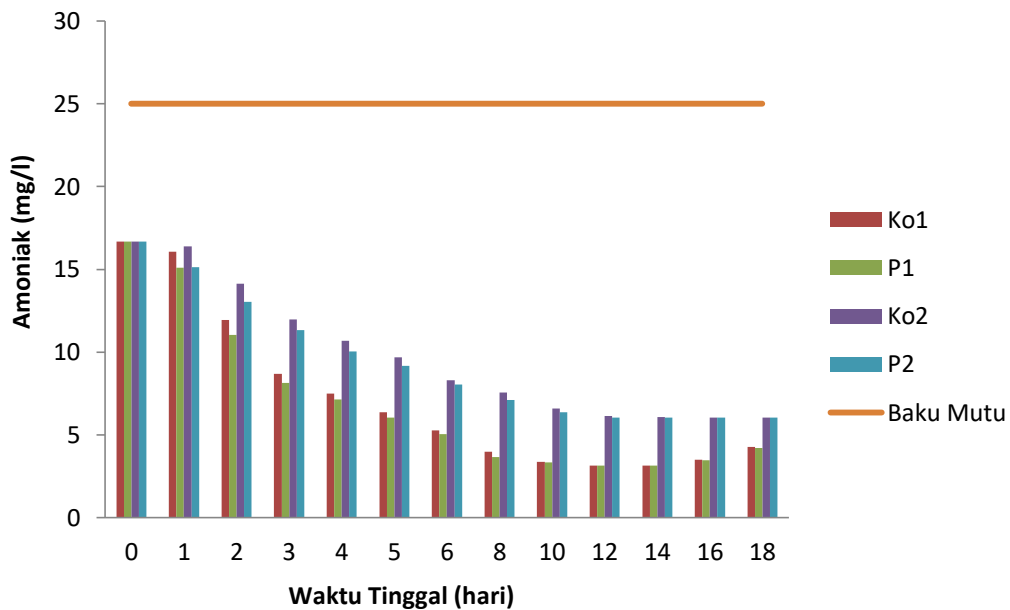
**Tabel 10.** Konsentrasi Amoniak Setelah Proses Boremediasi

| Waktu<br>Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi Amoniak (mg/l) |        |          |        | Baku<br>Mutu<br>(mg/l) |
|----------------------------|----------------------------|--------|----------|--------|------------------------|
|                            | Aerasi                     |        | Anaerasi |        |                        |
|                            | Ko1                        | P1     | Ko2      | P2     |                        |
| 0                          | 16,676                     | 16,676 | 16,676   | 16,676 | 25                     |
| 1                          | 16,076                     | 15,097 | 16,376   | 15,135 | 25                     |
| 2                          | 11,935                     | 11,046 | 14,135   | 13,047 | 25                     |
| 3                          | 8,676                      | 8,156  | 11,989   | 11,315 | 25                     |
| 4                          | 7,506                      | 7,135  | 10,676   | 10,046 | 25                     |
| 5                          | 6,376                      | 6,046  | 9,689    | 9,176  | 25                     |
| 6                          | 5,266                      | 5,046  | 8,315    | 8,046  | 25                     |
| 8                          | 3,989                      | 3,676  | 7,576    | 7,121  | 25                     |
| 10                         | 3,376                      | 3,335  | 6,589    | 6,376  | 25                     |
| 12                         | 3,159                      | 3,156  | 6,135    | 6,046  | 25                     |
| 14                         | 3,159                      | 3,156  | 6,086    | 6,044  | 25                     |
| 16                         | 3,506                      | 3,476  | 6,046    | 6,042  | 25                     |
| 18                         | 4,266                      | 4,206  | 6,042    | 6,042  | 25                     |

Pada Gambar 9 menunjukkan konsentrasi amoniak setelah melalui boremediasi pada perlakuan aerasi dan perlakuan tanpa aerasi. Penurunan konsentrasi amoniak pada perlakuan aerasi dan anaerasi terjadi karena adanya penyerapan senyawa amoniak oleh akar eceng gondok dan dengan bantuan mikroorganismen yang tumbuh disekitar akar maka senyawa amoniak akan mengalami nitrifikasi menjadi senyawa nitrit dan nitrat. Senyawa nitrit dan nitrat ini selanjutnya di absorpsi oleh akar untuk di manfaatkan sebagai nutrien.

Dari Tabel 10 diperoleh grafik penurunan konsentrasi Amoniak pada perlakuan aerasi dan anaerasi setelah melalui boremediasi yang ditunjukkan pada Gambar 9.





**Gambar 9.** Tingkat Remediasi Kadar Amoniak pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi

Berdasarkan hasil penelitian menunjukkan kadar amoniak pada air limbah pemotongan ayam berada dibawah baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah yakni sebesar 25 mg/l. Hanya saja, jika ditinjau dari waktu tinggal tanaman eceng gondok, konsentrasi amoniak pada perlakuan anaerasi mengalami penurunan disetiap harinya sedangkan untuk perlakuan aerasi mengalami peningkatan konsentrasi amoniak pada hari ke-16 dan hari ke-18 yang disebabkan oleh jenuhnya eceng gondok yang akhirnya melepaskan kembali kontaminan.

Adapun konsentrasi amoniak terendah pada perlakuan aerasi ini terjadi pada hari ke-14 dengan konsentrasi pada bak kontrol dan bak perlakuan untuk perlakuan aerasi yakni masing-masing sebesar 3,159 mg/l dan 3,156 mg/l. Sedangkan untuk perlakuan anaerasi, konsentrasi terendah pada hari ke-18 yakni pada bak kontrol dan bak perlakuan masing-masing sebesar 6,042 mg/l.



## 5. Minyak dan Lemak

Menurut (Putra, 2018) mengatakan bahwa akar tumbuhan eceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap zat organik di dalam air dan kemudian menuju batang dan terakumulasi di bagian daun.

Beradsarkan hasil penelitian, diperoleh hasil bahwa kadar minyak dan lemak dalam air limbah pemotongan ayam mengalami penurunan dari setelah proses boremediasi. Tabel 11 dan Gambar 10 menunjukkan penurunan konsentrasi minyak dan lemak.

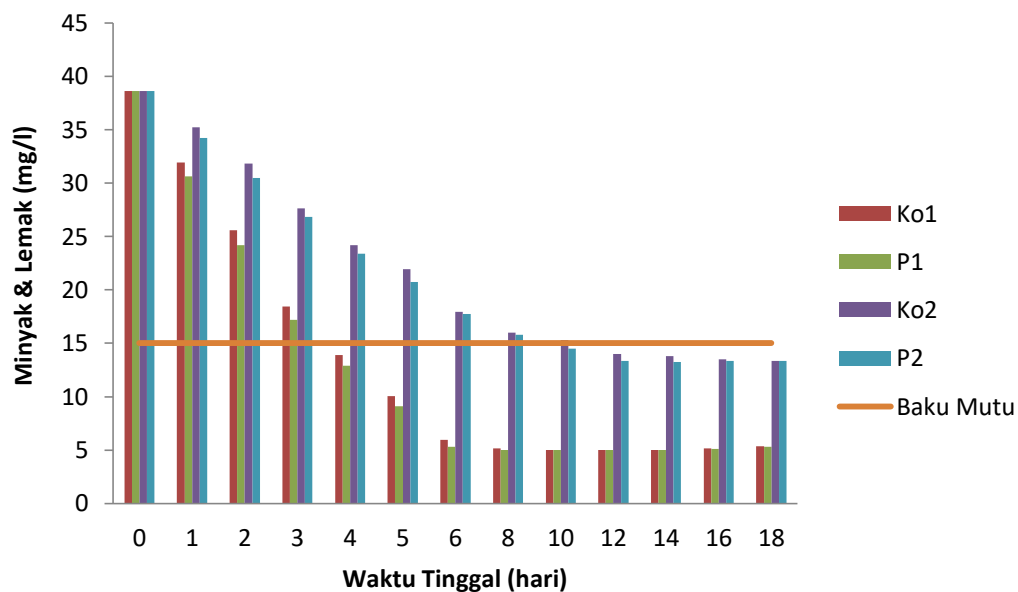
**Tabel 11.** Konsentrasi Minyak dan Lemak Setelah Proses Boremediasi

| Waktu<br>Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi Minyak & Lemak (mg/l) |       |          |       | Baku Mutu<br>(mg/l) |
|----------------------------|-----------------------------------|-------|----------|-------|---------------------|
|                            | Aerasi                            |       | Anaerasi |       |                     |
|                            | Ko1                               | P1    | Ko2      | P2    |                     |
| 0                          | 38,62                             | 38,62 | 38,62    | 38,62 | 15                  |
| 1                          | 31,94                             | 30,66 | 35,22    | 34,24 | 15                  |
| 2                          | 25,58                             | 24,2  | 31,86    | 30,48 | 15                  |
| 3                          | 18,46                             | 17,18 | 27,64    | 26,86 | 15                  |
| 4                          | 13,88                             | 12,92 | 24,20    | 23,38 | 15                  |
| 5                          | 10,04                             | 9,12  | 21,94    | 20,72 | 15                  |
| 6                          | 5,96                              | 5,32  | 17,96    | 17,74 | 15                  |
| 8                          | 5,14                              | 5,00  | 16,02    | 15,80 | 15                  |
| 10                         | 5,00                              | 5,00  | 15,28    | 14,48 | 15                  |
| 12                         | 5,00                              | 5,00  | 14,00    | 13,48 | 15                  |
| 14                         | 5,00                              | 5,00  | 13,8     | 13,36 | 15                  |
| 16                         | 5,14                              | 5,12  | 13,48    | 13,30 | 15                  |
| 18                         | 5,35                              | 5,32  | 13,36    | 13,24 | 15                  |

Dari Tabel 11 diperoleh grafik penurunan konsentrasi Minyak dan Lemak pada perlakuan aerasi dan perlakuan anaerasi setelah melalui boremediasi yang ditunjukkan pada Gambar 10 dibawah ini.







**Gambar 10.** Tingkat Remediasi Kadar Minyak dan Lemak pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi

Berdasarkan grafik diatas dapat dilihat bahwa terjadi penurunan konsentrasi minyak dan lemak, penurunan minyak dan lemak ini terjadi karena adanya mekanisme *Phytoaccumulation* yang dilanjutkan dengan *Rhizodegradation* yang akan menurunkan kandungan minyak dan lemak total dalam kandungan air limbah. Menurut Putra (2018) *Phytoaccumulation* adalah proses dimana tumbuhan akan menarik zat kontaminan dari media sehingga terakumulasi di sekitar akar tumbuhan, sedangkan *Rhizodegradation* adalah penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan, sehingga minyak dan lemak yang terkumpul disekitar akar akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada disekitar akar tumbuhan tersebut.

Dari data diatas, dapat dilihat bahwa penyerapan kadar minyak dan lemak pada perlakuan aerasi lebih besar dibandingkan penyerapan minyak dan lemak pada perlakuan anaerasi, hal ini dikarenakan minyak dan lemak memiliki berat molekul yang lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis pada permukaan air. Lapisan ini dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena difusi oksigen bebas menjadi terhambat. Hal inilah yang mengakibatkan



penyerapan pada perlakuan aerasi (penambahan oksigen) lebih besar dibandingkan dengan perlakuan anaerasi (tanpa penambahan oksigen).

Kendati demikian, penurunan minyak dan lemak pada perlakuan anaerasi pada hari ke-10 dan hari ke-12 sudah berada dibawah baku mutu berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah yakni sebesar 15 mg/l, hanya saja penurunan kadar minyak dan lemak pada perlakuan aerasi lebih cepat yakni sudah berada dibawah baku mutu pada hari ke-4 yang kemudian mengalami peningkatan konsentrasi yang tidak signifikan pada hari ke-16 dikarenakan jenuhnya eceng gondok.

## 6. pH

Berdasarkan hasil pengujian didapatkan nilai pH pada air limbah pemotongan ayam sebelum diolah bersifat netral atau berada dibawah baku mutu Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah yakni antara rentang 6-9.

Menurut penelitian yang dilakukan oleh Ratnawati dan Kholif (2018), pada pH yang berada pada kisaran nilai pH netral (6-8) yang dimana nilai pH ini berada pada rentang nilai optimum mikroorganisme dalam mendergradasi bahan organik dan juga eceng gondok mempunyai pertumbuhan yang lebih baik sedangkan pH di bawah 4,2 dapat meracuni pertumbuhan eceng gondok, sehingga eceng gondok akan mati.

Nilai pH dapat mempengaruhi nilai BOD dan COD, dimana pada pH netral dan alkalis bakteri akan tumbuh dengan baik sehingga proses dekomposisi bahan organik berlangsung lebih cepat sehingga kandungan BOD dan COD cenderung lebih rendah pada pH netral dan alkalis (Aslam, 2017).

Tabel 12 dan Gambar 12 menunjukkan nilai pH yang diperoleh setelah air limbah pemotongan ayam melalui proses boremediasi dengan perlakuan aerasi

rasi.



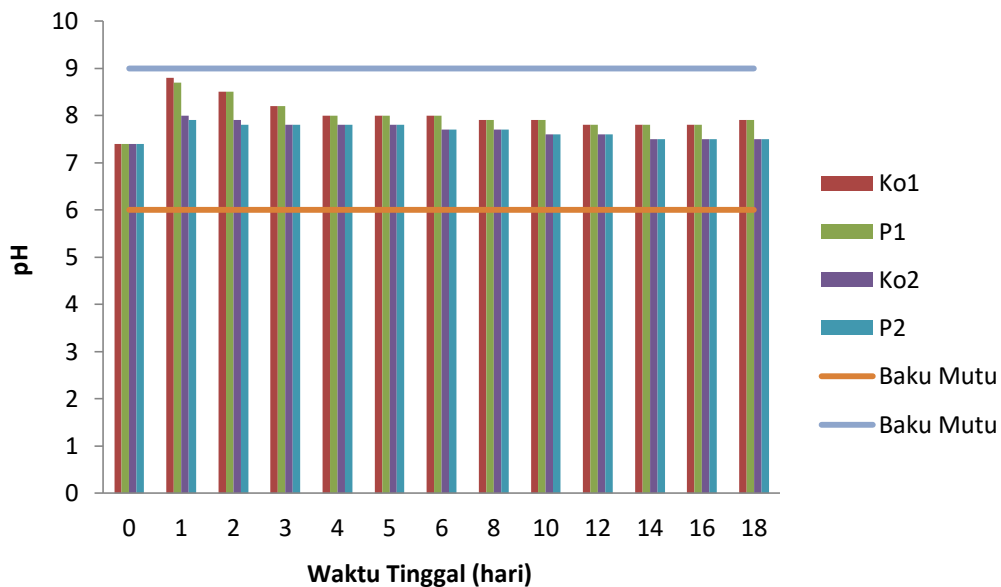
**Tabel 12.** Nilai pH Setelah Proses Boremediasi

| Waktu<br>Tinggal<br>(hari) | Nilai pH |     |          |     | Baku Mutu |
|----------------------------|----------|-----|----------|-----|-----------|
|                            | Aerasi   |     | Anaerasi |     |           |
|                            | Ko1      | P1  | Ko2      | P2  |           |
| 0                          | 7,4      | 7,4 | 7,4      | 7,4 | 6-9       |
| 1                          | 8,8      | 8,7 | 8,0      | 7,9 | 6-9       |
| 2                          | 8,5      | 8,5 | 7,9      | 7,8 | 6-9       |
| 3                          | 8,2      | 8,2 | 7,8      | 7,8 | 6-9       |
| 4                          | 8,0      | 8,0 | 7,8      | 7,8 | 6-9       |
| 5                          | 8,0      | 8,0 | 7,8      | 7,8 | 6-9       |
| 6                          | 8,0      | 8,0 | 7,7      | 7,7 | 6-9       |
| 8                          | 7,9      | 7,9 | 7,7      | 7,7 | 6-9       |
| 10                         | 7,9      | 7,9 | 7,6      | 7,6 | 6-9       |
| 12                         | 7,8      | 7,8 | 7,6      | 7,6 | 6-9       |
| 14                         | 7,8      | 7,8 | 7,5      | 7,5 | 6-9       |
| 16                         | 7,8      | 7,8 | 7,5      | 7,5 | 6-9       |
| 18                         | 7,9      | 7,9 | 7,5      | 7,5 | 6-9       |

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh kadar pH sebelum dilakukan kontak dengan eceng gondok hingga dilakukannya kontak dengan eceng gondok mengalami peningkatan yakni dari 7,4 hingga 8,7 pada perlakuan aerasi dan peningkatan dari 7,4 hingga 7,9 pada perlakuan anaerasi hal ini disebabkan oleh adanya proses fotosintesis, denitrifikasi dan pemecahan nitrogen organik. Sedangkan setelah dikakukan kontak dengan eceng gondok terjadi penurunan kadar pH yang tidak signifikan dan masih berada pada rentang yang diperbolehkan dalam baku mutu. Nurfadillah, 2017 menyatakan bahwa nilai pH sangat dipengaruhi oleh massa eceng gondok, semakin besar massa eceng gondok yang diberikan pada limbah maka penurunan nilai pH akan semakin besar pula. Hal ini juga dipengaruhi oleh waktu kontak eceng gondok dengan air limbah.

Dari Tabel 12 diperoleh grafik penurunan nilai pH pada perlakuan aerasi dan anaerasi setelah melalui boremediasi yang ditunjukkan pada Gambar 11.





**Gambar 11.** Nilai pH pada Perlakuan Aerasi dan Anaerasi

Baku mutu pH berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2014 Tentang Baku Mutu Air Limbah adalah harus berada pada rentang 6 – 9 dimana nilai pH air limbah pemotongan ayam ini berada pada pH normal atau berada antara rentang baku mutu.

### C. Perbandingan Efektivitas Remediasi Kadar Pencemar Air Limbah Pemotongan Ayam Antara Pelakuan Aerasi dan Anaerasi

#### 1. Nilai Efektivitas Remediasi Perlakuan Aerasi dan Anaerasi

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

*Biological oxygen demand* atau kebutuhan oksigen biologis adalah jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme di dalam air lingkungan untuk memecah atau mendegradasi atau mengoksidasi limbah organik yang terdapat didalam air. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka berarti kandungan bahan-bahan buangan yang akan menghabiskan oksigen tinggi. Parameter BOD hanya menggambarkan bahan-bahan yang dapat didekomposisi secara biologis (*biodegradable*). Bahan-bahan ini dapat berupa lemak, protein, glukosa dan sebagainya.



Sebelum dilakukan pengolahan, konsentrasi BOD pada air limbah pemotongan ayam cukup tinggi. Konsentrasi BOD yang tinggi menunjukkan indikasi adanya penurunan kadar oksigen terlarut akibat tingginya konsentrasi oksigen yang dibutuhkan oleh mikroorganisme untuk memecah atau mendegradasi bahan organik dalam air limbah pemotongan ayam. Hal ini juga menyebabkan mikroorganisme aerob akan semakin aktif mengoksidasi bahan-bahan organik dan sebaliknya mikroorganisme anaerob menjadi semakin dominan sehingga air limbah akan berbau busuk. Berikut hasil perhitungan persentase penyerapan untuk konsentrasi BOD yang disajikan pada Tabel 13.

**Tabel 13.** Efektivitas Penyerapan Kadar BOD

| Waktu<br>Tinggal | Efektivitas (%) |          |
|------------------|-----------------|----------|
|                  | Aerasi          | Anaerasi |
| 1                | 25,818          | 49,529   |
| 2                | 61,451          | 68,849   |
| 3                | 75,348          | 81,144   |
| 4                | 90,716          | 82,198   |
| 5                | 93,505          | 84,832   |
| 6                | 95,221          | 85,974   |
| 8                | 96,213          | 86,852   |
| 10               | 96,672          | 92,560   |
| 12               | 96,782          | 94,492   |
| 14               | 96,782          | 94,580   |
| 16               | 95,887          | 94,668   |
| 18               | 92,550          | 94,668   |

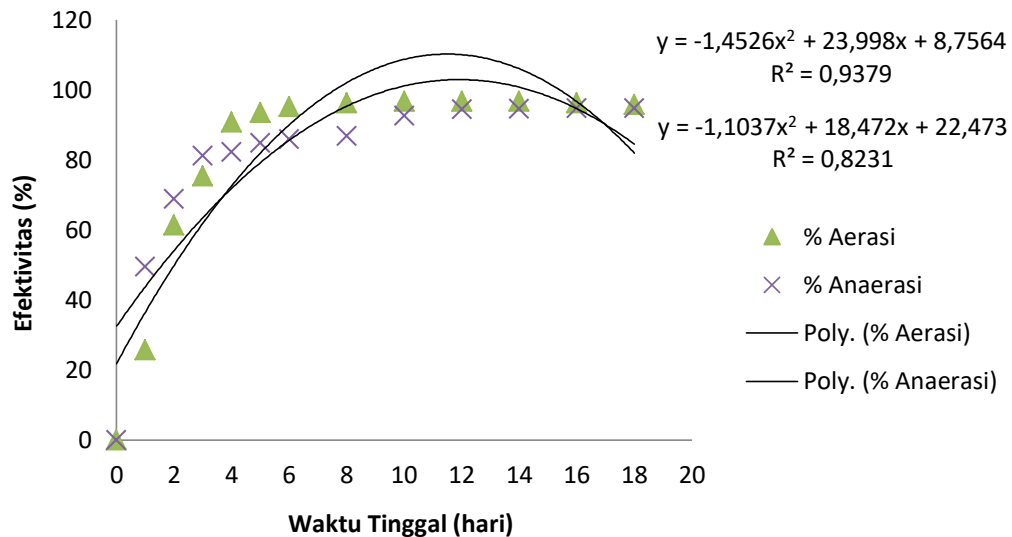
Dari Tabel 13 diperoleh grafik hubungan antara perlakuan boremediasi dengan waktu boremediasi terhadap efektivitas penyerapan BOD yang ditunjukkan pada Gambar 12.

Gambar dibawah menunjukkan efektivitas penyerapan BOD pada masing-masing perlakuan. Berdasarkan grafik dibawah dapat diketahui bahwa persentase penyerapan kadar BOD pada perlakuan anaerasi terus mengalami peningkatan

dari ke-18 dengan tingkat efektivitas sebesar 94,668 %. Sedangkan pada aerasi efektivitas penyerapan BOD semakin meningkat seiring h lamanya waktu kontak antara tanaman eceng gondok dengan air



limbah, dimana penyerapan tertinggi terjadi pada hari ke-12 dan hari ke-14 dengan persentase penyerapan sebesar 96,782 % yang kemudian mengalami penurunan yang tidak signifikan pada hari ke-16 dan hari ke-18 yang disebabkan oleh jenuhnya tanaman.



**Gambar 12.** Efektivitas Penyerapan Kadar BOD

Dari hasil analisis diketahui bahwa waktu kontak eceng gondok dengan air limbah pada perlakuan anaerasi memiliki korelasi atau hubungan yang sangat kuat ( $R > 0,75$ ) terhadap efektivitas penyesihan BOD dengan proporsi pengaruh sebesar 82,31 % sedangkan sisanya dipengaruhi oleh variabel lain. Adapun untuk perlakuan aerasi, juga didapatkan hubungan yang sangat kuat antara waktu boremediasi terhadap efektivitas penyerapan BOD dengan pengaruh sebesar 93,79 %. Dari grafik juga dapat diketahui bahwa waktu boremediasi yang paling optimal pada perlakuan anaerasi terjadi pada hari ke-1 dan hari selanjutnya tetap mengalami penurunan hanya saja kadar penyerapannya tidak sebesar kadar penyerapan pada hari ke-1. Sedangkan pada perlakuan aerasi, proses boremediasi efektif hingga hari ke-14 waktu kontak.

Berdasarkan uraian di atas dapat dinyatakan bahwa semakin lama waktu antara eceng gondok dengan air limbah maka semakin besar tingkat penyerapan BOD, hal ini disebabkan karena waktu tinggal yang cukup



memberikan kesempatan kontak antara mikroorganisme dengan air limbah. Sehingga bahan organik di dalam air limbah pemotongan ayam akan dirombak oleh mikroorganisme menjadi senyawa yang lebih sederhana dan akan dimanfaatkan oleh tumbuhan sebagai nutrisi.

**b. COD (*Chemical Oxygen Demand*)**

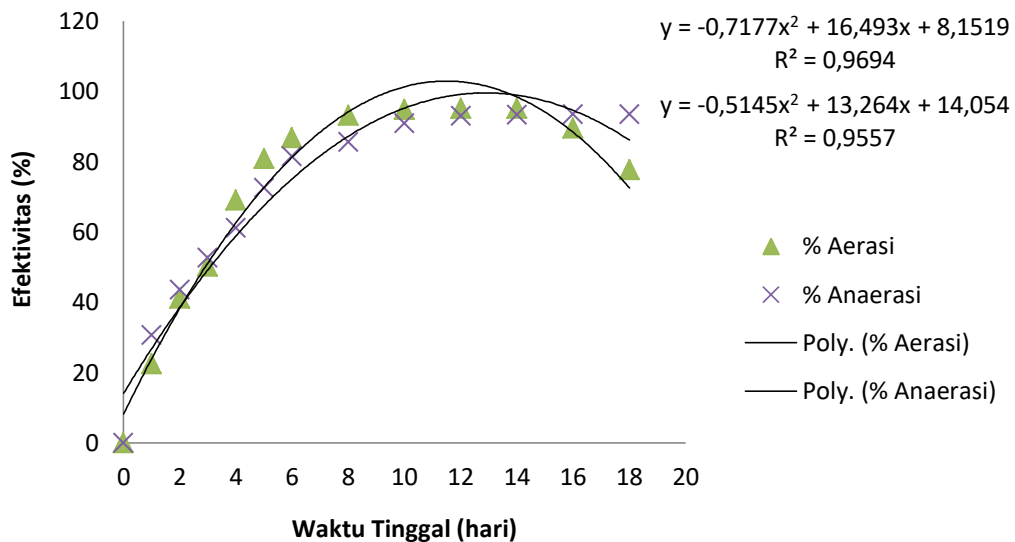
COD ialah ukuran jumlah keseluruhan oksigen yang diperlukan untuk mengoksidasi sepenuhnya semua bahan organik di dalam sampel yang menghasilkan karbondioksida dan air. Hasil pengujian COD diperoleh nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil pengujian BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroba dapat ikut teroksidasi pada pengujian kandungan COD. Untuk hasil perhitungan persentase penyerapan kadar COD dapat dilihat pada Tabel 14 berikut.

**Tabel 14.** Efektivitas Penyerapan Kadar COD

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Efektivitas (%) |          |
|-------------------------|-----------------|----------|
|                         | Aerasi          | Anaerasi |
| 1                       | 22,461          | 30,551   |
| 2                       | 41,050          | 43,546   |
| 3                       | 50,172          | 52,582   |
| 4                       | 69,019          | 61,102   |
| 5                       | 80,809          | 72,547   |
| 6                       | 86,833          | 81,411   |
| 8                       | 93,115          | 85,542   |
| 10                      | 94,750          | 90,878   |
| 12                      | 95,095          | 92,943   |
| 14                      | 95,095          | 93,287   |
| 16                      | 89,501          | 93,460   |
| 18                      | 77,625          | 93,460   |

Dari Tabel 14 diperoleh grafik hubungan antara perlakuan boremediasi waktu boremediasi terhadap efektivitas penyerapan COD. Grafik tersebut dapat dilihat pada Gambar 13 dibawah ini.





**Gambar 13.** Efektivitas Penyerapan Kadar COD

Dari grafik di atas diketahui bahwa persentase penyisihan kadar COD yang tertinggi untuk perlakuan anaerasi terjadi pada hari ke-18 yaitu mencapai 93,460% sedangkan untuk perlakuan aerasi penyerapan kadar COD yang paling maksimal terjadi pada hari ke-14 yaitu sebesar 95,095% hal ini dikarenakan jenuhnya tumbuhan pada hari ke-16. Dari hasil uji korelasi diketahui bahwa pada perlakuan anaerasi hubungan antara waktu boremediasi dengan efektivitas penyerapan COD mempunyai tingkat korelasi yang sangat kuat dengan interpretasi  $R > 0,75$  dan proporsi pengaruh waktu boremediasi sebesar 95,57%. Sedangkan korelasi waktu boremediasi terhadap efektivitas penyerapan COD pada perlakuan aerasi diperoleh hubungan yang sangat kuat dengan proporsi pengaruh waktu terhadap efektivitas sebesar 96,94%.

Berdasarkan grafik di atas dapat pula diketahui waktu boremediasi yang paling optimal pada kedua perlakuan untuk mereduksi kadar COD yakni untuk perlakuan anaerasi waktu boremediasi yang paling optimum terjadi hingga hari ke-18 dan pada perlakuan aerasi dan anaerasi yaitu pada hari ke-14.





**c. TSS (*Total Suspended Solid*)**

TSS adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan ini terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, seperti bahan organik yang terkandung dalam air limbah. Semakin banyak bahan organik yang terurai oleh aktivitas bakteri maka kualitas limbah semakin baik.

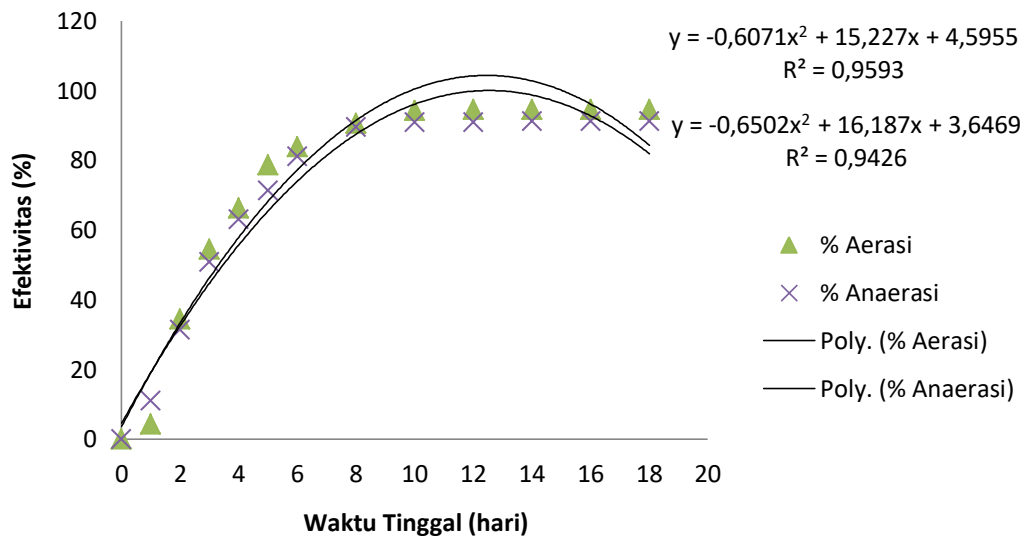
Berikut hasil perhitungan persentase penyerapan TSS pada air limbah pemotongan ayam yang ditunjukkan pada Tabel 15.

**Tabel 15.** Efektivitas Penurunan Kadar TSS

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Efektivitas (%) |          |
|-------------------------|-----------------|----------|
|                         | Aerasi          | Anaerasi |
| 1                       | 4,373           | 11,027   |
| 2                       | 34,411          | 31,369   |
| 3                       | 54,563          | 50,760   |
| 4                       | 66,350          | 63,118   |
| 5                       | 78,707          | 71,293   |
| 6                       | 83,840          | 81,179   |
| 8                       | 90,684          | 89,544   |
| 10                      | 94,297          | 90,875   |
| 12                      | 94,677          | 90,875   |
| 14                      | 94,677          | 91,255   |
| 16                      | 94,677          | 91,255   |
| 18                      | 94,677          | 91,255   |

Dari Tabel 15 diperoleh grafik hubungan antara perlakuan boremediasi dengan waktu boremediasi terhadap efektivitas penyerapan TSS. Grafik hubungan tersebut dapat dilihat pada Gambar 14 dibawah ini.





**Gambar 14.** Efektivitas Penurunan Kadar TSS

Berdasarkan Gambar 14 diketahui bahwa persentase penyerapan TSS pada kedua perlakuan cenderung mengalami peningkatan seiring bertambahnya waktu boremediasi, hal ini sejalan dengan koefisien korelasi yang didapatkan dimana nilai R untuk kedua perlakuan  $> 0,75$  yang menunjukkan adanya hubungan yang sangat kuat antara waktu kontak tanaman eceng gondok dengan air limbah terhadap efektivitas penyerapan TSS. Selain itu berdasarkan nilai  $R^2$  menunjukkan bahwa waktu boremediasi memiliki pengaruh sebesar 95,93% pada perlakuan aerasi sedangkan pada perlakuan anaerasi proporsi pengaruh waktu terhadap efektivitas yaitu sebesar 94,26%.

Pada perlakuan anaerasi waktu boremediasi yang paling efektif untuk mereduksi kadar TSS berlangsung hingga hari ke-8 kemudian hari selanjutnya akan mengalami penurunan dengan kadar yang tidak sebanyak pada hari ke-1 hingga hari ke-8. Sedangkan pada perlakuan aerasi waktu boremediasi paling efektif hingga hari ke-10 dan tetap mengalami penurunan dalam kadar rendah pada hari selanjutnya.

Jika dilihat hingga hari terakhir pengolahan, perlakuan aerasi lebih efektif menyisihkan TSS dibandingkan dengan perlakuan anaerasi. Boremediasi penambahan aerasi mampu menyerap kandungan TSS hingga 94,677% tanpa penambahan aerasi hanya mampu menyerap TSS sebesar



91,255%. Hal ini juga sejalan dengan penelitian Aslam (2017) bahwa pemberian aerasi mampu menurunkan tingkat kekeruhan dan padatan tersuspensi hingga 97,8%.

Penurunan nilai TSS dapat terjadi karena bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah telah diuraikan oleh bakteri pendegradasi limbah dan menghasilkan senyawa yang dapat digunakan untuk pertumbuhan bakteri. Selain itu penurunan TSS juga disebabkan karena tanaman eceng gondok mempunyai akar serabut yang dapat menjadi tempat menempelnya partikel atau koloid yang melayang pada air limbah pemotongan ayam menempel pada akar-akar tersebut.

#### **d. Amoniak**

Amoniak merupakan salah satu bentuk senyawa nitrogen dalam air. Secara alami amoniak di perairan berasal dari hasil metabolisme mikroorganisme dan hasil proses dekomposisi bahan organik. Pada suhu dan tekanan normal amoniak berada dalam bentuk gas dan membentuk kesetimbangan dengan gas amonium. Amoniak juga dapat terserap ke dalam bahan-bahan tersuspensi dan koloid sehingga mengendap di dasar perairan. Amoniak di perairan dapat menghilang melalui proses volatilisasi karena tekanan parsial amoniak dalam air meningkat dengan semakin meningkatnya pH.

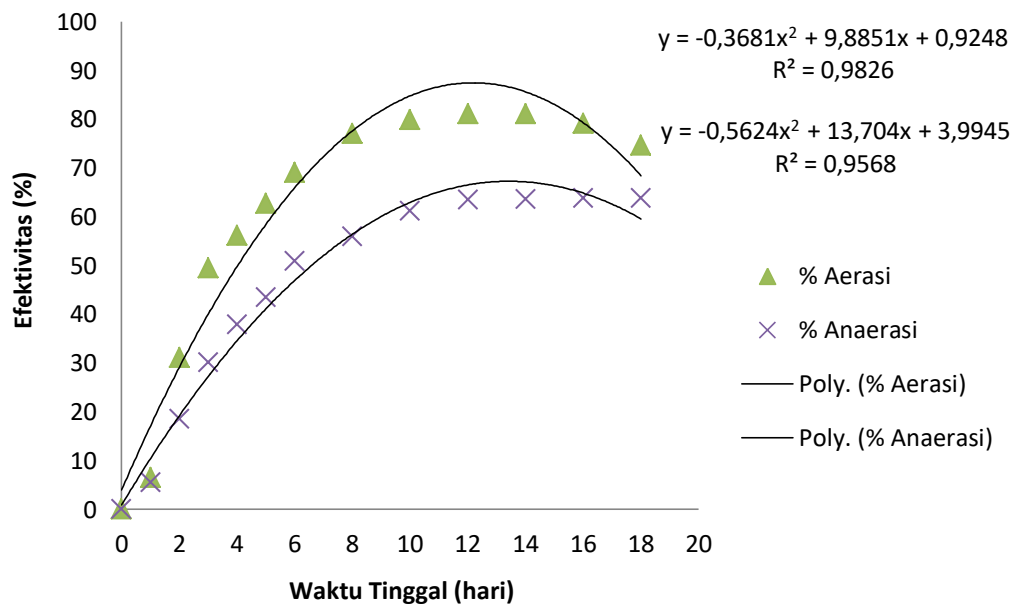
Dari data hasil penelitian yang dilakukan dengan perlakuan aerasi dan anaerasi terhadap boremediasi eceng gondok, diperoleh Tabel 16 di bawah ini yang merupakan persentase penyerapan amoniak untuk perlakuan aerasi dan perlakuan anaerasi.



**Tabel 16.** Efektivitas Penyerapan Amoniak

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Efektivitas (%) |          |
|-------------------------|-----------------|----------|
|                         | Aerasi          | Anaerasi |
| 1                       | 6,533           | 5,520    |
| 2                       | 31,096          | 18,500   |
| 3                       | 49,532          | 30,127   |
| 4                       | 56,102          | 37,869   |
| 5                       | 62,755          | 43,437   |
| 6                       | 69,081          | 50,944   |
| 8                       | 77,018          | 55,934   |
| 10                      | 79,878          | 61,127   |
| 12                      | 81,066          | 63,477   |
| 14                      | 81,066          | 63,630   |
| 16                      | 79,066          | 63,756   |
| 18                      | 74,598          | 63,768   |

Dari Tabel 16 diperoleh grafik hubungan antara perlakuan boremediasi dengan waktu boremediasi terhadap efektivitas penyerapan Amoniak yang ditunjukkan pada Gambar 15.



**Gambar 15.** Efektivitas Penyerapan Amoniak



Grafik di atas menunjukkan bahwa pada perlakuan anaerasi kadar amoniak yang mampu dihilangkan hanya sebesar 63,768% hal ini dikarenakan mikroba aerob kekurangan oksigen terlarut untuk menguraikan bahan-bahan organik. Adapun pada perlakuan aerasi, penyerapan amoniak yang paling optimal adalah sebesar 81,066%.

Berdasarkan analisis koefisien korelasi dan determinasi diketahui bahwa pada perlakuan anaerasi ada hubungan yang sangat kuat antara waktu kontak tanaman terhadap efektivitas penyerapan amoniak dengan pengaruh sebesar 95,68%. Sedangkan pada perlakuan aerasi didapatkan juga ada hubungan yang sangat kuat antara waktu boremediasi dengan efektivitas penyerapan amoniak dengan proporsi pengaruh sebesar 98,26%.

Tingginya efektivitas penyerapan konsentrasi amoniak pada perlakuan aerasi terjadi karena adanya penambahan kadar oksigen dalam air limbah pemotongan ayam sehingga kadar oksigen menjadi tercukupi bagi mikroorganisme seperti bakteri aerob untuk dapat hidup. Pada perlakuan ini senyawa amoniak akan diserap oleh akar eceng gondok dengan bantuan mikroba yang tumbuh di sekitar akar kemudian senyawa amoniak yang berupa ion amonium akan mengalami nitrifikasi menjadi senyawa nitrat dan nitrit. Senyawa nitrat dan nitrit ini diabsorpsi oleh akar kemudian dimanfaatkan oleh tanaman eceng gondok sebagai nutriennya.

#### **e. Minyak dan Lemak**

Minyak dan lemak adalah salah satu kelompok golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air. Minyak mempunyai berat jenis yang lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis di permukaan air. Kadar minyak lemak yang tinggi dalam perairan dapat mengganggu keseimbangan rantai makanan yang akhirnya akan merusak ekosistem perairan.

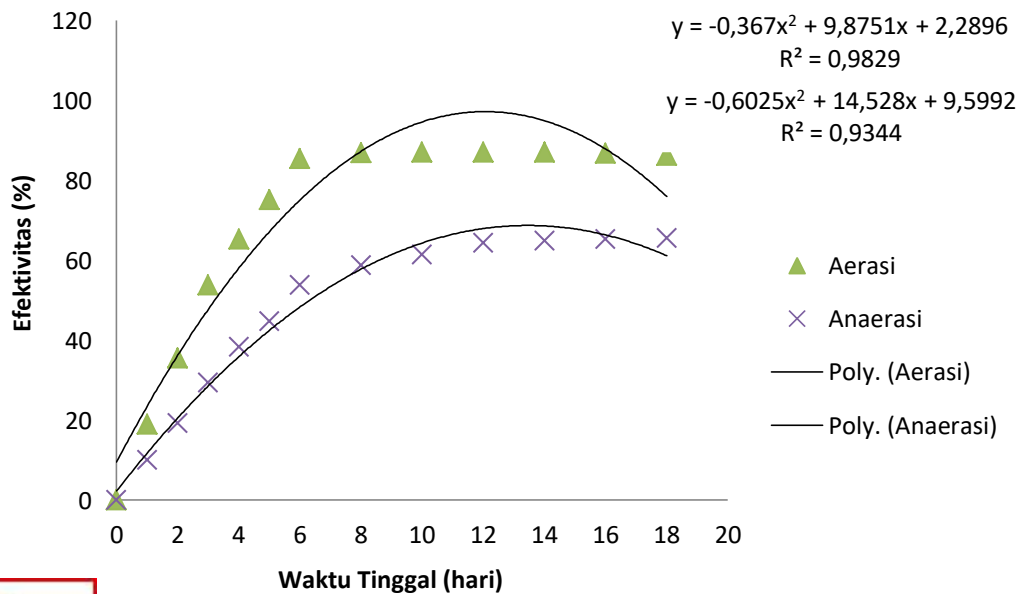
Berikut hasil perhitungan persentase penyerapan Minyak dan Lemak pada pemotongan ayam yang ditunjukkan pada Tabel 17.



**Tabel 17.** Efektivitas Penurunan Minyak dan Lemak

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Efektivitas (%) |          |
|-------------------------|-----------------|----------|
|                         | Aerasi          | Anaerasi |
| 1                       | 18,954          | 10,073   |
| 2                       | 35,552          | 19,291   |
| 3                       | 53,858          | 29,441   |
| 4                       | 65,303          | 38,400   |
| 5                       | 75,194          | 44,770   |
| 6                       | 85,396          | 53,780   |
| 8                       | 86,872          | 58,804   |
| 10                      | 87,053          | 61,471   |
| 12                      | 87,053          | 64,423   |
| 14                      | 87,053          | 64,837   |
| 16                      | 86,717          | 65,329   |
| 18                      | 86,186          | 65,562   |

Dari Tabel 17 diperoleh grafik hubungan antara perlakuan boremediasi dengan waktu boremediasi terhadap efektivitas penurunan Minyak dan Lemak yang ditunjukkan pada Gambar 16.



**Gambar 16.** Efektivitas Penurunan Minyak dan Lemak

Grafik di atas menunjukkan bahwa pada perlakuan anaerasi kadar minyak dan lemak yang mampu dihilangkan hanya sebesar 65,562% hal ini dikarenakan mikroba aerob kekurangan oksigen terlarut untuk menguraikan bahan-bahan organik. Adapun pada perlakuan aerasi, penyerapan minyak dan lemak yang paling optimal adalah sebesar 87,053%.

Berdasarkan analisis koefisien korelasi dan determinasi diketahui bahwa pada perlakuan anaerasi ada hubungan yang sangat kuat antara waktu kontak tanaman terhadap efektivitas penyerapan minyak dan lemak dengan pengaruh sebesar 93,44%. Sedangkan pada perlakuan aerasi didapatkan juga ada hubungan yang sangat kuat antara waktu boremediasi dengan efektivitas penyerapan amoniak dengan proprosi pengaruh sebesar 98,29%.

Hal ini dikarenakan minyak dan lemak memiliki berat jenis lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis pada permukaan air. Kondisi ini dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena fiksasi oksigen bebas menjadi terhambat. Hal inilah yang mengakibatkan penyerapan pada perlakuan aerasi (penambahan oksigen) lebih besar dibandingkan dengan perlakuan anaerasi (tanpa penambahan oksigen).

Tingginya efektivitas penyerapan konsentrasi minyak dan lemak pada perlakuan aerasi karena adanya penambahan kadar oksigen dalam air limbah pemotongan ayam sehingga kadar oksigen menjadi tercukupi bagi mikroorganismenya seperti bakteri aerob untuk dapat hidup. Selain itu penurunan Minyak dan Lemak juga disebabkan karena tanaman eceng gondok mempunyai akar serabut yang dapat menjadi tempat menempelnya partikel atau koloid yang melayang pada air limbah pemotongan ayam menempel pada akar-akar tersebut.

## **2. Perbandingan Efektivitas Antara Perlakuan Aerasi dan Perlakuan Anaerasi**

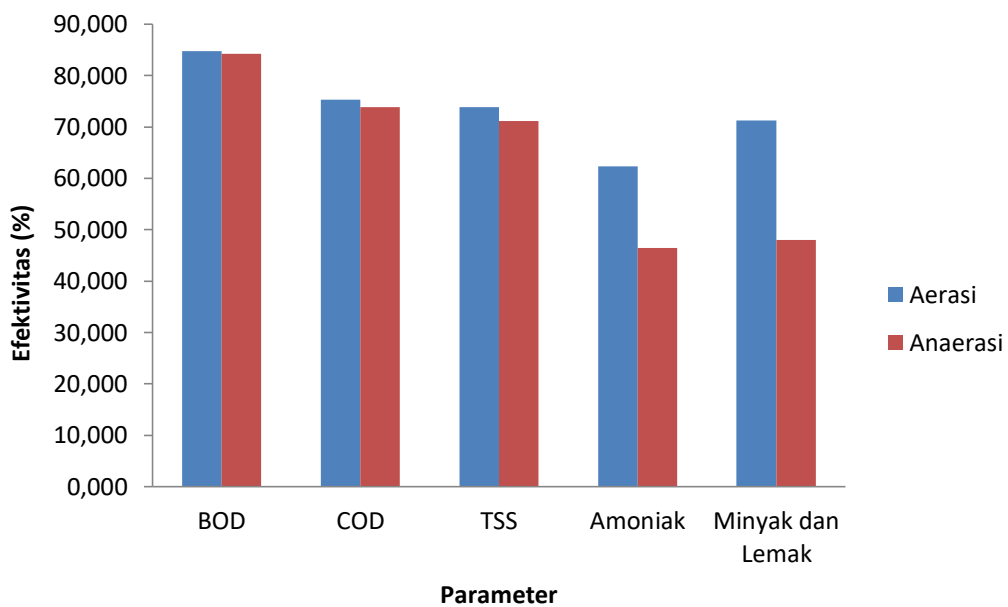
Berikut perbandingan antara perlakuan aerasi dan perlakuan anaerasi terhadap efektivitas penyerapan kadar pencemar pada air limbah pemotongan ayam disajikan pada Tabel 18 dan Gambar 17.



**Tabel 18.** Perbandingan Efektivitas Penyerapan Aerasi dan Anaerasi

| Jenis Pencemar / Parameter | Efektivitas (%) |          |
|----------------------------|-----------------|----------|
|                            | Aerasi          | Anaerasi |
| BOD                        | 84,745          | 84,195   |
| COD                        | 74,814          | 74,089   |
| TSS                        | 73,828          | 71,150   |
| Amoniak                    | 62,316          | 46,507   |
| Minyak dan Lemak           | 71,266          | 48,015   |

Dari Tabel 18 diperoleh grafik perbandingan efektivitas penyerapan antara perlakuan aerasi dan perlakuan anaerasi yang ditunjukkan pada Gambar 17.



**Gambar 17.** Perbandingan Efektivitas Penyerapan Aerasi dan Anaerasi

Berdasarkan Gambar 17 dapat diketahui bahwa perlakuan anaerasi dapat menurunkan kadar BOD sebesar 84,195% sedangkan perlakuan aerasi mampu menurunkan kadar BOD sebesar 84,745%. Hal ini dikarenakan terjadi penurunan

stis pada hari pertama perlakuan anaerasi. Tapi dari gambar dibawah ini simpulkan bahwa perlakuan yang paling efektif dalam menyisihkan an BOD dalam air limbah pemotongan ayam adalah perlakuan





boremediasi dengan penambahan aerasi. Hal ini dikarenakan aerasi menyebabkan makin banyak suplai oksigen terlarut dalam air. Oksigen terlarut dibutuhkan mikroorganisme untuk respirasi dan mendegradasi bahan organik. Dari degradasi bahan organik tersebut dihasilkan  $\text{CO}_2$  yang dibutuhkan tanaman untuk proses fotosintesisnya.

Sedangkan efektivitas penyerapan COD yang paling maksimal terjadi pada perlakuan aerasi sebesar 74,814%. Sama halnya dengan parameter BOD, tersedianya oksigen yang memadai pada air limbah pemotongan ayam dapat memberikan kesempatan lebih lama bagi mikroorganisme aerob untuk menguraikan bahan organik sehingga konsentrasi COD menurun. Hal ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan Wahyuningsih dkk. (2014) bahwa pemberian aerasi mampu meningkatkan kinerja eceng gondok dan bakteri serta menurunkan konsentrasi COD sampai 96%. Dalam hal ini mikroorganisme berperan dalam mengubah unsur pencemar menjadi lebih sederhana sehingga dapat dimanfaatkan oleh eceng gondok untuk proses metabolismenya.

Untuk efektivitas penyisihan TSS sama halnya dengan penurunan kadar BOD dan COD yang paling efektif adalah dengan perlakuan aerasi, karena penurunan TSS disebabkan oleh tanaman eceng gondok yang mempunyai akar serabut yang dapat menjadi tempat menempelnya partikel atau koloid yang melayang pada air limbah pemotongan ayam menempel pada akar-akar tersebut, sedang penambahan oksigen membuat partikel melayang dan semakin mudah untuk menempel pada akar eceng gondok. Penurunan nilai TSS juga dapat terjadi karena bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah telah diuraikan oleh bakteri pendegradasi limbah dan menghasilkan senyawa yang dapat digunakan untuk pertumbuhan bakteri.

Pada perlakuan aerasi kadar amoniak yang mampu dihilangkan sebesar 62,316% sedangkan perlakuan anaerasi hanya mampu menyerap amoniak sebesar 46,507%. Maka dapat disimpulkan bahwa perlakuan aerasi lebih efektif

menyisihkan kandungan amoniak dalam air limbah pemotongan ayam.

Sehingga efektivitas penyerapan amoniak pada perlakuan aerasi karena perlakuan aerasi menyebabkan kadar oksigen dalam air limbah pemotongan ayam



menjadi tercukupi bagi mikroorganisme seperti bakteri aerob untuk dapat hidup. Pada perlakuan ini senyawa amoniak akan diserap oleh akar eceng gondok dengan bantuan mikroba yang tumbuh di sekitar akar kemudian senyawa amoniak yang berupa ion amonium akan mengalami nitrifikasi menjadi senyawa nitrat dan nitrit. Nitrat merupakan nutrisi utama bagi tumbuhan selanjutnya dikonversi menjadi protein.

Selanjutnya untuk efektivitas penurunan kadar Minyak dan Lemak pada perlakuan aerasi sebesar 71,266% dan pada perlakuan anaerasi sebesar 48,015%. Maka dari itu dapat disimpulkan bahwa perlakuan aerasi lebih efektif dalam penurunan kadar minyak dan lemak dibandingkan dengan perlakuan anaerasi.

Hal ini dikarenakan minyak dan lemak memiliki berat jenis lebih kecil dari air sehingga akan membentuk lapisan tipis pada permukaan air. Kondisi ini dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena fiksasi oksigen bebas menjadi terhambat. Hal inilah yang mengakibatkan penyerapan pada perlakuan aerasi lebih besar dibandingkan dengan perlakuan anaerasi.

Penurunan minyak dan lemak ini terjadi karena adanya mekanisme *Phytoaccumulation* yang dilanjutkan dengan *Rhizodegradation* yang akan menurunkan kandungan minyak dan lemak total dalam kandungan air limbah. Menurut Smith (2005) dalam Putra (2018) *phytoaccumulation* adalah proses dimana tumbuhan akan menarik zat kontaminan dari media sehingga terakumulasi di sekitar akar tumbuhan, sedangkan *rhizodegradation* adalah penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan, sehingga minyak dan lemak yang terkumpul disekitar akar akan diuraikan oleh mikroorganisme yang ada disekitar akar tumbuhan tersebut.

Dari Gambar 19 dapat dilihat bahwa selama proses boremediasi dengan perlakuan aerasi (penambahan oksigen) lebih efektif dalam menurunkan kadar kontaminan untuk parameter BOD, COD, TSS, Amoniak, serta Minyak dan Lemak dibandingkan dengan perlakuan anaerasi (tanpa penambahan oksigen). Hal

meningkatkan kemampuan eceng gondok dalam menyerap kontaminan ditambah mikroorganisme yang tumbuh didalam reaktor, dimana keduanya hubungan saling menguntungkan (simbiosis mutualisme). Dalam hal ini,



pada tanaman terdapat eksudat akar berupa asam-asam organik dan senyawa kimia lainnya yang dikeluarkan oleh tumbuhan. Eksudat akar ini berperan sebagai pengatur komunitas mikroorganisme air disekitar perakaran dan mendukung simbiosis yang menguntungkan antara tumbuhan dan mikroorganisme. Mekanisme ini terjadi karena eksudat akar merupakan sumber karbon dan energi bagi mikroorganisme. Mikroorganisme tersebut kemudian membantu tumbuhan dalam menyediakan kebutuhan hara melalui aktivitas enzimatiknya. Adapun peran mikroorganisme disini yakni mengurai senyawa organik menjadi senyawa yang lebih sederhana kemudian diserap oleh tumbuhan untuk proses metabolismenya.



## BAB V

### PENUTUP

#### A. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa :

1. Karakteristik limbah cair pemotongan ayam pada RPA UD ASRI Makassar adalah BOD sebesar 569,36 mg/l, COD sebesar 581 mg/l, TSS sebesar 263 mg/l, Amoniak sebesar 16,68 mg/l, Minyak dan Lemak sebesar 38,62 mg/l, dan pH sebesar 7,4.
2. Tingkat remediasi pada perlakuan aerasi menurunkan kadar BOD hingga berada dibawah baku mutu pada hari ke-5 bioremediasi, sedangkan untuk kadar COD, TSS, serta Minyak dan Lemak berada dibawah baku mutu pada hari ke-4 bioremediasi. Adapun untuk perlakuan anaerasi dapat mereduksi kadar BOD serta Minyak dan Lemak hingga berada dibawah baku mutu pada hari ke-10 bioremediasi, kadar COD berada dibawah baku mutu pada hari ke-5 bioremediasi, kadar TSS berada dibawah baku mutu pada hari ke-4 bioremediasi.
3. Perlakuan yang paling efektif untuk menurunkan kadar BOD, COD, TSS, Amoniak, serta Minyak dan Lemak untuk air limbah pemotongan ayam yaitu dengan perlakuan aerasi.

#### B. Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terhadap mikroorganisme yang berperan dalam remediasi zat pencemar sebelum dilakukan bioremediasi dan setelah dilakukannya bioremediasi.
2. Untuk penelitian selanjutnya dapat dilakukan dengan variasi dengan alat lain ataupun dengan tanaman air yang lain.

ika ingin diterapkan pada kehidupan sehari-hari, maka perlu adanya pengecekan berkala untuk menghindari adanya faktor eksternal yang tidak diinginkan.



## DAFTAR PUSTAKA

- Al Kholif, M. 2012. *Aplikasi Biofilter Anaerob Pada Air Limbah Cucian Dari Rumah Potong Ayam (RPA)*. Universitas PGRI Adibuana. Surabaya.
- Al Kholif, M. 2015. *Pengaruh Penggunaan Media Dalam Menurunkan Kandungan Amonia Pada Limbah Cair Rumah Potong Ayam (RPA) Dengan Sistem Biofilter Anaerob*. Universitas PGRI Adibuana. Surabaya.
- Al Kholif, M., dan Ratnawati, R. 2017. *Pengaruh Beban Hidrolik Media Dalam Menurunkan Senyawa Ammonia Pada Limbah Cair Rumah Potong Ayam (RPA)*. Universitas PGRI Adibuana. Surabaya.
- Apriansyah, M. A. 2018. *Analisis Efektivitas Media Biofilter Menggunakan Plastik Bekas Pada Biofilter Anaerob–Aerob Dalam Pengolahan Air Limbah Tahu*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Aslam, A. F. F. 2017. *Fitoremediasi Air Limbah Tahu dengan Media Eceng Gondok pada Reaktor Paralel*. Skripsi. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 6989-59-2008 Air Dan Air Limbah – Bagian 59: Metoda Pengambilan Contoh Air Limbah*. Badan Standarisasi Nasional. Bandung.
- Budiono, I., Mardiana., Siwiendrayanti, A. 2007. *Penurunan Kadar Bod<sup>5</sup> Air Limbah Rumah Pemotongan Ayam (RPA) Pasar Rejomulyo Semarang Pada Pengoperasian Trickling Filter Dengan Berbagai Variasi Frekuensi Sirkulasi*. Jurusan Ilmu Kesehatan Masyarakat, FIK UNNES. Universitas Negeri Semarang.
- Effendi, H. 2003. *Talaah Kualitas Air : Bagi Pengelolaan Sumber Daya Alam dan Lingkungan Perairan*. Penerbit Kanisius. Yogyakarta.
- Fachrurozi, M., Utami, L.B., dan Suryani, D. 2010. *Pengaruh Variasi Biomassa Pistia stratiotes L. Terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan TSS Limbah Cair Tahu di Dusun Klero Sleman Yogyakarta*. Kesmas Universitas Ahmad Dahlan. Yogyakarta.
- Gintina, M. H., dan Herlina, N. 2002. *Minyak dan Lemak*. Universitas Sumatera Utara. Sumatera Utara.



- Hajama, N. 2014. *Studi Pemanfaatan Eceng Gondok Sebagai Bahan Pembuatan Pupuk Kompos Dengan Menggunakan Aktivator Em4 Dan Mol Serta Prospek Pengembangannya*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Hasyim, N. A. 2016. *Potensi Fitoremediasi Eceng Gondok (Eichornia Crassipes) Dalam Mereduksi Logam Berat Seng (Zn) Dari Perairan Danau Tempe Kabupaten Wajo*. Universitas Islam Negeri Alauddin. Makassar.
- Laksono, M.S. dan Kariana, M. 2010. *Peningkatan Produktivitas dan Kinerja Lingkungan dengan Pendekatan Green Productivity Pada Rumah Pemotongan Ayam*. Jurnal Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Masittha, M., Iryani, A., Nuraeni, F. 2011. *Efektivitas Eceng Gondok Terhadap Penurunan Kadar COD dan BOD pada Limbah Cair Industri Kembang Gula Lunak*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Pakuan Bogor.
- Nurfadillah., Awaliya, A. N., Nurinsa. 2017. *Fitoremediasi Limbah Domestik (Detergen) Menggunakan Eceng Gondok Untuk Mengatasi Pencemaran Lingkungan*. Universitas Muhammadiyah Makassar. Makassar.
- Nurmitha, A. A. 2013. *Fitoremediasi Pengolahan Limbah Rumah Tangga Dengan Memanfaatkan Eceng Gondok*. Universitas Hasanuddin. Makassar.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 03 Tahun 2010 *Tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri*.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor 05 Tahun 2014 *Tentang Baku Mutu Air Limbah*.
- Putra, R. 2018. *Pemanfaatan Eceng Gondok (Eichhornia Crassipes) Sebagai Tanaman Phyto Treatment Dalam Proses Pengolahan Limbah Cair Penyulingan Minyak Kayu Putih*. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Rahadian, R., Sutrisno, E., Sumiyati, S. 2017. *Efisiensi Penurunan Cod Dan Tss Dengan Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes L)*. Universitas Diponegoro. Semarang.

R.D., Hartati, I., Kurniasari, L. 2011. *Pemanfaatan Eceng Gondok untuk menurunkan Kandungan COD, pH, Bau dan Warna pada Limbah Cair Tahu*. Momentum, Volume 7 No.1. Semarang.



- Ratnawati, R., dan Al Kholif, M. 2018. *Aplikasi Media Batu Apung Pada Biofilter Anaerobik Untuk Pengolahan Limbah Cair Rumah Potong Ayam*. Universitas PGRI Adibuana. Surabaya.
- Saciwul, C. 2014. *Pengolahan Limbah Industri Rumah Potong Ayam*. Universitas Dionegoro. Semarang.
- Singgih M. L. dan Kariana, M. 2008. *Peningkatan Produktifitas & Kinerja Lingkungan Dengan Pendekatan Green Productivity Pada Rumah Pemotongan Ayam XX, Purifikasi. Jurnal Teknologi & Manajemen Lingkungan*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Zaman, B. dan Sutrisno, E. 2006. *Kemampuan Penyerapan Eceng Gondok Terhadap Amoniak Dalam Limbah Rumah Sakit Berdasarkan Umur dan Lama Kontak (Studi Kasus : RS. Panti Wilasa Semarang)*. Universitas Diponegoro. Semarang.



# LAMPIRAN



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)



## Lampiran 1. Dokumentasi Penelitian



Pengambilan Tanaman Eceng Gondok



Pengambilan Limbah Pemotongan Ayam



Pengambilan Sampel pada Reaktor



Pengujian Sampel di Laboratorium





**DATA HASIL UJI LABORATORIUM KUALITAS AIR**

**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN FAKULTAS TEKNIK**  
**UNIVERSITAS HASANUDDIN**

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi BOD Bak Kontrol Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|-------------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                         | Percobaan 1                               | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                       | 571,36                                    | 568,36      | 568,36      | 569,36    |
| 1                       | 427,36                                    | 427,36      | 427,36      | 427,36    |
| 2                       | 228,72                                    | 228,36      | 228,36      | 228,48    |
| 3                       | 152,36                                    | 152,36      | 155,36      | 153,36    |
| 4                       | 63,36                                     | 63,36       | 63,36       | 63,36     |
| 5                       | 41,36                                     | 41,36       | 41,72       | 41,48     |
| 6                       | 30,86                                     | 30,86       | 30,86       | 30,86     |
| 8                       | 22,56                                     | 22,56       | 22,56       | 22,56     |
| 10                      | 18,98                                     | 18,98       | 18,98       | 18,98     |
| 12                      | 18,36                                     | 18,36       | 18,36       | 18,36     |
| 14                      | 18,36                                     | 18,36       | 18,36       | 18,36     |
| 16                      | 23,48                                     | 23,48       | 23,48       | 23,48     |
| 18                      | 42,48                                     | 42,48       | 42,48       | 42,48     |

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi BOD Bak Perlakuan Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|-------------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                         | Percobaan 1                                 | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                       | 571,36                                      | 568,36      | 568,36      | 569,36    |
| 1                       | 416,36                                      | 416,36      | 419,36      | 417,36    |
| 2                       | 210,36                                      | 210,36      | 210,72      | 210,48    |
| 3                       | 127,36                                      | 127,36      | 127,36      | 127,36    |
| 4                       | 56,36                                       | 56,36       | 56,36       | 56,36     |
| 5                       | 32,72                                       | 32,36       | 32,36       | 32,48     |
| 6                       | 23,56                                       | 23,56       | 23,56       | 23,56     |
| 8                       | 20,56                                       | 20,56       | 20,56       | 20,56     |
| 10                      | 18,92                                       | 18,92       | 18,92       | 18,92     |
| 12                      | 18,28                                       | 18,28       | 18,28       | 18,28     |
| 14                      | 18,28                                       | 18,28       | 18,28       | 18,28     |
| 16                      | 23,36                                       | 23,36       | 23,36       | 23,36     |
| 18                      | 42,36                                       | 42,36       | 42,36       | 42,36     |





**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Jl.Poros Malino Km 6, Bontomarannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan

Telp. (0411)-588400 Fax (0411)2006

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi BOD Bak Kontrol Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|-------------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                         | Percobaan 1                                 | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                       | 571,36                                      | 568,36      | 568,36      | 569,36    |
| 1                       | 290,36                                      | 290,36      | 293,36      | 291,36    |
| 2                       | 189,36                                      | 189,36      | 189,36      | 189,36    |
| 3                       | 108,36                                      | 108,36      | 108,36      | 108,36    |
| 4                       | 104,36                                      | 101,36      | 101,36      | 102,36    |
| 5                       | 89,36                                       | 89,36       | 89,36       | 89,36     |
| 6                       | 81,36                                       | 81,36       | 81,36       | 81,36     |
| 8                       | 76,36                                       | 76,36       | 76,36       | 76,36     |
| 10                      | 42,36                                       | 42,36       | 45,36       | 43,36     |
| 12                      | 31,36                                       | 31,36       | 31,36       | 31,36     |
| 14                      | 31,36                                       | 31,36       | 31,36       | 31,36     |
| 16                      | 30,36                                       | 30,36       | 30,36       | 30,36     |
| 18                      | 30,36                                       | 30,36       | 30,36       | 30,36     |

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi BOD Bak Perlakuan Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|-------------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                         | Percobaan 1                                   | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                       | 571,36  | 568,36      | 568,36      | 569,36    |
| 1                       | 283,36  | 283,36      | 283,36      | 283,36    |
| 2                       | 164,36  | 164,36      | 167,36      | 165,36    |
| 3                       | 106,36  | 106,36      | 106,36      | 106,36    |
| 4                       | 100,36  | 100,36      | 100,36      | 100,36    |
| 5                       | 82,36   | 82,36       | 85,36       | 83,36     |
| 6                       | 78,36   | 78,36       | 78,36       | 78,36     |
| 8                       | 73,36   | 73,36       | 73,36       | 73,36     |
| 10                      | 41,36   | 41,36       | 41,36       | 41,36     |
| 12                      | 31,36   | 31,36       | 31,36       | 31,36     |
| 14                      | 30,36   | 30,36       | 30,36       | 30,36     |
| 16                      | 30,36   | 30,36       | 30,36       | 30,36     |
| 18                      | 30,36   | 30,36       | 30,36       | 30,36     |





| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi COD Bak Kontrol Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                               | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 580                                       | 580         | 583         | 581       |
| 1                    | 464                                       | 462         | 466         | 464       |
| 2                    | 360                                       | 359         | 358         | 359       |
| 3                    | 296                                       | 297         | 295         | 296       |
| 4                    | 190                                       | 190         | 190         | 190       |
| 5                    | 120                                       | 124         | 122         | 122       |
| 6                    | 79  | 80          | 78          | 79        |
| 8                    | 42  | 42          | 42          | 42        |
| 10                   | 36  | 30          | 30          | 32        |
| 12                   | 30  | 29          | 28          | 29        |
| 14                   | 29  | 29          | 29          | 29        |
| 16                   | 62  | 62          | 62          | 62        |
| 18                   | 130                                       | 130         | 130         | 130       |

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi COD Bak Perlakuan Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                                 | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 580   | 580         | 583         | 581       |
| 1                    | 438   | 435         | 438         | 437       |
| 2                    | 328   | 324         | 326         | 326       |
| 3                    | 284   | 282         | 283         | 283       |
| 4                    | 172   | 170         | 168         | 170       |
| 5                    | 100   | 102         | 101         | 101       |
| 6                    | 74  | 75          | 73          | 74        |
| 8                    | 37  | 38          | 39          | 38        |
| 10                   | 29  | 30          | 28          | 29        |
| 12                   | 28  | 28          | 28          | 28        |
| 14                   | 28  | 28          | 28          | 28        |
| 16                   | 60  | 60          | 60          | 60        |
| 18                   | 130   | 130         | 130         | 130       |





**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Jl.Poros Malino Km 6, Bontomarannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan

Telp. (0411)-588400 Fax (0411)2006

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi COD Bak Kontrol Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|-------------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                         | Percobaan 1                                 | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                       | 580   | 580         | 583         | 581       |
| 1                       | 412   | 410         | 411         | 411       |
| 2                       | 340   | 344         | 342         | 342       |
| 3                       | 293   | 292         | 294         | 293       |
| 4                       | 236   | 238         | 234         | 236       |
| 5                       | 169   | 168         | 170         | 169       |
| 6                       | 116   | 114         | 118         | 116       |
| 8                       | 87  | 88          | 86          | 87        |
| 10                      | 55  | 55          | 55          | 55        |
| 12                      | 42  | 42          | 42          | 42        |
| 14                      | 40  | 40          | 40          | 40        |
| 16                      | 38  | 38          | 38          | 38        |
| 18                      | 38  | 38          | 38          | 38        |

| Waktu Tinggal<br>(hari) | Konsentrasi COD Bak Perlakuan Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|-------------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                         | Percobaan 1                                   | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                       | 580   | 580         | 583         | 581       |
| 1                       | 398   | 396         | 394         | 396       |
| 2                       | 315   | 313         | 314         | 314       |
| 3                       | 258   | 259         | 257         | 258       |
| 4                       | 217   | 215         | 216         | 216       |
| 5                       | 150   | 150         | 150         | 150       |
| 6                       | 100   | 101         | 99          | 100       |
| 8                       | 80  | 82          | 81          | 81        |
| 10                      | 52  | 51          | 50          | 51        |
| 12                      | 40  | 40          | 40          | 40        |
| 14                      | 38  | 38          | 38          | 38        |
| 16                      | 38  | 38          | 38          | 38        |
| 18                      | 38  | 38          | 38          | 38        |



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)



| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi TSS Bak Kontrol Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                               | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 263                                       | 262         | 264         | 263       |
| 1                    | 256                                       | 257         | 255         | 256       |
| 2                    | 176                                       | 177         | 178         | 177       |
| 3                    | 123                                       | 124         | 122         | 123       |
| 4                    | 91  | 92          | 90          | 91        |
| 5                    | 60  | 58          | 59          | 59        |
| 6                    | 45  | 43          | 44          | 44        |
| 8                    | 25  | 26          | 24          | 25        |
| 10                   | 16  | 17          | 15          | 16        |
| 12                   | 14  | 14          | 14          | 14        |
| 14                   | 14  | 14          | 14          | 14        |
| 16                   | 14  | 14          | 14          | 14        |
| 18                   | 14  | 14          | 14          | 14        |

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi TSS Bak Perlakuan Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                                 | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 263   | 262         | 264         | 263       |
| 1                    | 248   | 246         | 247         | 247       |
| 2                    | 167   | 169         | 168         | 168       |
| 3                    | 116   | 117         | 115         | 116       |
| 4                    | 85  | 87          | 86          | 86        |
| 5                    | 54  | 53          | 52          | 53        |
| 6                    | 40  | 42          | 41          | 41        |
| 8                    | 24  | 24          | 24          | 24        |
| 10                   | 14  | 16          | 15          | 14        |
| 12                   | 14  | 14          | 14          | 14        |
| 14                   | 14  | 14          | 14          | 14        |
| 16                   | 14  | 14          | 14          | 14        |
| 18                   | 14  | 14          | 14          | 14        |





| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi TSS Bak Kontrol Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                                 | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 263   | 262         | 264         | 263       |
| 1                    | 242   | 243         | 241         | 242       |
| 2                    | 189   | 190         | 188         | 189       |
| 3                    | 130   | 131         | 132         | 131       |
| 4                    | 101   | 99          | 100         | 100       |
| 5                    | 79  | 78          | 80          | 79        |
| 6                    | 51  | 51          | 51          | 51        |
| 8                    | 28  | 29          | 27          | 28        |
| 10                   | 25  | 24          | 23          | 24        |
| 12                   | 24  | 24          | 24          | 24        |
| 14                   | 23  | 23          | 23          | 23        |
| 16                   | 23  | 23          | 23          | 23        |
| 18                   | 23  | 23          | 23          | 23        |

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi TSS Bak Perlakuan Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                                   | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 263   | 262         | 264         | 263       |
| 1                    | 227   | 225         | 226         | 226       |
| 2                    | 173   | 171         | 172         | 172       |
| 3                    | 128   | 127         | 129         | 128       |
| 4                    | 93  | 94          | 95          | 94        |
| 5                    | 73  | 72          | 71          | 72        |
| 6                    | 47  | 49          | 48          | 48        |
| 8                    | 27  | 28          | 26          | 27        |
| 10                   | 24  | 23          | 25          | 24        |
| 12                   | 24  | 24          | 24          | 24        |
| 14                   | 23  | 23          | 23          | 23        |
| 16                   | 23  | 23          | 23          | 23        |
| 18                   | 23  | 23          | 23          | 23        |





**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Jl.Poros Malino Km 6, Bontomarannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan

Telp. (0411)-588400 Fax (0411)2006

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi Amoniak Bak Kontrol Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                                   | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 16,666  | 16,666      | 16,696      | 16,676    |
| 1                    | 16,096  | 16,066      | 16,066      | 16,076    |
| 2                    | 11,915  | 11,915      | 11,975      | 11,935    |
| 3                    | 8,696   | 8,666       | 8,666       | 8,676     |
| 4                    | 7,526   | 7,496       | 7,496       | 7,506     |
| 5                    | 6,366   | 6,366       | 6,396       | 6,376     |
| 6                    | 5,286   | 5,256       | 5,256       | 5,266     |
| 8                    | 3,989   | 3,989       | 3,989       | 3,989     |
| 10                   | 3,396   | 3,366       | 3,366       | 3,376     |
| 12                   | 3,159   | 3,159       | 3,159       | 3,159     |
| 14                   | 3,159   | 3,159       | 3,159       | 3,159     |
| 16                   | 3,506   | 3,506       | 3,506       | 3,506     |
| 18                   | 4,266   | 4,266       | 4,266       | 4,266     |

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi Amoniak Bak Perlakuan Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                                     | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 16,666  | 16,666      | 16,696      | 16,676    |
| 1                    | 15,087  | 15,087      | 15,117      | 15,097    |
| 2                    | 11,036  | 11,036      | 11,066      | 11,046    |
| 3                    | 8,156   | 8,156       | 8,156       | 8,156     |
| 4                    | 7,155   | 7,125       | 7,125       | 7,135     |
| 5                    | 6,036   | 6,036       | 6,066       | 6,046     |
| 6                    | 5,066   | 5,036       | 5,036       | 5,046     |
| 8                    | 3,696   | 3,666       | 3,666       | 3,676     |
| 10                   | 3,335   | 3,335       | 3,335       | 3,335     |
| 12                   | 3,146   | 3,146       | 3,176       | 3,156     |
| 14                   | 3,146   | 3,146       | 3,176       | 3,156     |
| 16                   | 3,476   | 3,476       | 3,476       | 3,476     |
| 18                   | 4,206   | 4,206       | 4,206       | 4,206     |



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)





**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Jl.Poros Malino Km 6, Bontomarannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan

Telp. (0411)-588400 Fax (0411)2006

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi Amoniak Bak Kontrol Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                                     | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 16,666  | 16,666      | 16,696      | 16,676    |
| 1                    | 16,396  | 16,366      | 16,366      | 16,376    |
| 2                    | 14,155  | 14,125      | 14,125      | 14,135    |
| 3                    | 11,989  | 11,989      | 11,989      | 11,989    |
| 4                    | 10,666  | 10,666      | 10,696      | 10,676    |
| 5                    | 9,689   | 9,689       | 9,689       | 9,689     |
| 6                    | 8,335   | 8,305       | 8,305       | 8,315     |
| 8                    | 7,596   | 7,566       | 7,566       | 7,576     |
| 10                   | 6,589   | 6,589       | 6,589       | 6,589     |
| 12                   | 6,135   | 6,135       | 6,135       | 6,135     |
| 14                   | 6,086   | 6,086       | 6,086       | 6,086     |
| 16                   | 6,046   | 6,046       | 6,046       | 6,046     |
| 18                   | 6,042   | 6,042       | 6,042       | 6,042     |

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi Amoniak Bak Perlakuan Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|---|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1                                       | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 16,666  | 16,666      | 16,696      | 16,676    |
| 1                    | 15,125  | 15,125      | 15,155      | 15,135    |
| 2                    | 13,047  | 13,047      | 13,047      | 13,047    |
| 3                    | 11,305  | 11,305      | 11,335      | 11,315    |
| 4                    | 10,066  | 10,036      | 10,036      | 10,046    |
| 5                    | 9,166   | 9,166       | 9,196       | 9,176     |
| 6                    | 8,066   | 8,036       | 8,036       | 8,046     |
| 8                    | 7,121   | 7,121       | 7,121       | 7,121     |
| 10                   | 6,366   | 6,366       | 6,396       | 6,376     |
| 12                   | 6,046   | 6,046       | 6,046       | 6,046     |
| 14                   | 6,044   | 6,044       | 6,044       | 6,044     |
| 16                   | 6,042   | 6,042       | 6,042       | 6,042     |
| 18                   | 6,042   | 6,042       | 6,042       | 6,042     |





| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak Bak Kontrol Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|--|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1  | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 38,6   | 38,6        | 38,66       | 38,62     |
| 1                    | 31,98  | 31,92       | 31,92       | 31,94     |
| 2                    | 25,62  | 25,56       | 25,56       | 25,58     |
| 3                    | 18,5   | 18,44       | 18,44       | 18,46     |
| 4                    | 13,92  | 13,86       | 13,86       | 13,88     |
| 5                    | 10,04  | 10,04       | 10,04       | 10,04     |
| 6                    | 5,96   | 5,96        | 5,96        | 5,96      |
| 8                    | 5,12   | 5,12        | 5,18        | 5,14      |
| 10                   | 5  | 5           | 5           | 5         |
| 12                   | 5  | 5           | 5           | 5         |
| 14                   | 5  | 5           | 5           | 5         |
| 16                   | 5,14   | 5,14        | 5,14        | 5,14      |
| 18                   | 5,35   | 5,35        | 5,35        | 5,35      |

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak Bak Perlakuan Aerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|--|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1  | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 38,6   | 38,6        | 38,66       | 38,62     |
| 1                    | 30,64  | 30,64       | 30,7        | 30,66     |
| 2                    | 24,2   | 24,2        | 24,2        | 24,2      |
| 3                    | 17,16  | 17,16       | 17,22       | 17,18     |
| 4                    | 12,96  | 12,9        | 12,9        | 12,92     |
| 5                    | 9,1  | 9,16        | 9,1         | 9,12      |
| 6                    | 5,3  | 5,3         | 5,36        | 5,32      |
| 8                    | 5  | 5           | 5           | 5         |
| 10                   | 5  | 5           | 5           | 5         |
| 12                   | 5  | 5           | 5           | 5         |
| 14                   | 5  | 5           | 5           | 5         |
| 16                   | 5,12   | 5,12        | 5,12        | 5,12      |
| 18                   | 5,32   | 5,32        | 5,32        | 5,32      |





**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**

Jl.Poros Malino Km 6, Bontomarannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan

Telp. (0411)-588400 Fax (0411)2006

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak Bak Kontrol Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|--|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1  | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 38,6   | 38,6        | 38,66       | 38,62     |
| 1                    | 35,2   | 35,2        | 35,26       | 35,22     |
| 2                    | 31,9   | 31,84       | 31,84       | 31,86     |
| 3                    | 27,62  | 27,68       | 27,62       | 27,64     |
| 4                    | 24,2   | 24,2        | 24,2        | 24,2      |
| 5                    | 21,98  | 21,92       | 21,92       | 21,94     |
| 6                    | 17,96  | 17,96       | 17,96       | 17,96     |
| 8                    | 16,02  | 16,02       | 16,02       | 16,02     |
| 10                   | 15,26  | 15,26       | 15,32       | 15,28     |
| 12                   | 14   | 14          | 14          | 14        |
| 14                   | 13,8   | 13,8        | 13,8        | 13,8      |
| 16                   | 13,48  | 13,48       | 13,48       | 13,48     |
| 18                   | 13,36  | 13,36       | 13,36       | 13,36     |

| Waktu Tinggal (hari) | Konsentrasi Minyak dan Lemak Bak Perlakuan Anaerasi (mg/l) |             |             |           |
|----------------------|--|-------------|-------------|-----------|
|                      | Percobaan 1  | Percobaan 2 | Percobaan 3 | Rata-Rata |
| 0                    | 38,6   | 38,6        | 38,66       | 38,62     |
| 1                    | 34,28  | 34,22       | 34,22       | 34,24     |
| 2                    | 30,46  | 30,46       | 30,52       | 30,48     |
| 3                    | 26,84  | 26,9        | 26,84       | 26,86     |
| 4                    | 23,36  | 23,36       | 23,42       | 23,38     |
| 5                    | 20,7   | 20,7        | 20,76       | 20,72     |
| 6                    | 17,78  | 17,72       | 17,72       | 17,74     |
| 8                    | 15,8   | 15,8        | 15,8        | 15,8      |
| 10                   | 14,46  | 14,46       | 14,52       | 14,48     |
| 12                   | 13,48  | 13,48       | 13,48       | 13,48     |
| 14                   | 13,36  | 13,36       | 13,36       | 13,36     |
| 16                   | 13,3   | 13,3        | 13,3        | 13,3      |
| 18                   | 13,24  | 13,24       | 13,24       | 13,24     |





**DEPARTEMEN TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS HASANUDDIN**  
Jl.Poros Malino Km 6, Bontomarannu (92172) Gowa, Sulawesi Selatan  
Telp. (0411)-588400 Fax (0411)2006

| Waktu Tinggal (hari) | Nilai pH Pada Perlakuan Aerasi |               | Nilai pH Pada Perlakuan Anaerasi |               |
|----------------------|--------------------------------|---------------|----------------------------------|---------------|
|                      | Bak Kontrol                    | Bak Perlakuan | Bak Kontrol                      | Bak Perlakuan |
| 0                    | 7,4                            | 7,4           | 7,4                              | 7,4           |
| 1                    | 8,8                            | 8,7           | 8                                | 7,9           |
| 2                    | 8,5                            | 8,5           | 7,9                              | 7,8           |
| 3                    | 8,2                            | 8,2           | 7,8                              | 7,8           |
| 4                    | 8                              | 8             | 7,8                              | 7,8           |
| 5                    | 8                              | 8             | 7,8                              | 7,8           |
| 6                    | 8                              | 8             | 7,7                              | 7,7           |
| 8                    | 7,9                            | 7,9           | 7,7                              | 7,7           |
| 10                   | 7,9                            | 7,9           | 7,6                              | 7,6           |
| 12                   | 7,8                            | 7,8           | 7,6                              | 7,6           |
| 14                   | 7,8                            | 7,8           | 7,5                              | 7,5           |
| 16                   | 7,8                            | 7,8           | 7,5                              | 7,5           |
| 18                   | 7,9                            | 7,9           | 7,5                              | 7,5           |

Makassar, Januari 2019

Mengetahui, Laboran Laboratorium

Kualitas Air FT-UH



*Syarifuddin*  
**Syarifuddin, S.T**

NIP. 196607301989031003



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

BAKU MUTU AIR LIMBAH BAGI USAHA DAN/ATAU KEGIATAN  
 RUMAH PEMOTONGAN HEWAN

| Parameter  | Satuan | Kadar Paling Tinggi |
|--|--------|---------------------|
| BOD  | mg/L   | 100                 |
| COD  | mg/L   | 200                 |
| TSS  | mg/L   | 100                 |
| Minyak dan Lemak   | mg/L   | 15                  |
| NH <sub>3</sub> -N   | mg/L   | 25                  |
| pH   | -      | 6 - 9               |
| Volume air limbah paling tinggi untuk sapi, kerbau dan kuda: 1.5 m <sup>3</sup> /ekor/hari |        |                     |
| Volume air limbah paling tinggi untuk kambing dan domba: 0.15 m <sup>3</sup> /ekor/hari    |        |                     |
| Volume air limbah paling tinggi untuk babi: 0.65 m <sup>3</sup> /ekor/hari                 |        |                     |

MENTERI LINGKUNGAN HIDUP  
 REPUBLIK INDONESIA,

BALTHASAR KAMBUAYA



Optimization Software:  
[www.balesio.com](http://www.balesio.com)