“FITOREMEDIASI LIMBAH DOMESTIK (*GREY WATER*) MENGGUNAKAN TANAMAN KIAMBANG (*Salvinia molesta*) DENGAN SISTEM *BATCH*”

TUGAS AKHIR

Disusun Oleh :

HANA FARAH HIBATULLAH

H75215017

PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN

FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI

UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL

SURABAYA

2019

PERNYATAAN KEASLIAN

Saya yang bertanda tangan dibawah ini,

Nama : Hana Farah Hibatullah

NIM : H75215017

Program Studi : Teknik Lingkungan

Angkatan : 2015

Menyatakan bahwa saya tidak melakukan plagiat dalam penulisan tugas akhir saya yang berjudul "FITOREMEDIASI LIMBAH DOMESTIK (*GREY WATER*) MENGGUNAKAN TANAMAN KIAMBANG (*Salvinia molesta*) DENGAN SISTEM *BATCH*" Apabila suatu saat nanti terbukti saya melakukan tindakan plagiat, maka saya bersedia menerima sanksi yang telah ditetapkan.

Demikian pernyataan keaslian ini saya buat dengan sebenar-benarnya.

Surabaya, 17 Juli 2019

Yang menyatakan

(Hana Farah Hibatullah)

NIM. H75215017

LEMBAR PERSETUJUAN PEMBIMBING

Tugas Akhir oleh

NAMA : HANA FARAH HIBATULLAH

NIM : H75215017

JUDUL : FITOREMEDIASI LIMBAH DOMESTIK (*GREY WATER*) MENGGUNAKAN TANAMAN KIAMBANG (*Salvinia molesta*) DENGAN SISTEM *BATCH*

Ini telah diperiksa dan disetujui untuk diujikan.

Surabaya, 17 Juli 2019

Dosen Pembimbing I	Dosen Pembimbing II
(Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL.)	(Shinfi Wazna Auvaria, M.T.)
NIP. 198512112014031002	NIP. 198603282015032001

PENGESAHAN TIM PENGUJI TUGAS AKHIR

Tugas Akhir Hana Farah Hibatullah ini telah dipertahankan
di depan tim penguji tugas akhir
di Surabaya, 19 Juli 2019

Mengesahkan,
Dewan Penguji

Dosen Penguji I

(Dedy Suprayogi, S.KM, M.KL.)
NIP. 198512112014031002

Dosen Penguji II

(Shinfi Wazna Auvana, M.T.)
NIP. 198603282015032001

Dosen Penguji III

(Sarita Oktorina, M.Kes.)
NIP. 198710052014032003

Dosen Penguji IV

(Abdul Hakim, M.T)
NIP. 198008062014031002

Mengetahui
Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Ampel Surabaya

(Dr. Evi Purwati, M.Ag)
NIP. 196512211990022001

KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN AMPEL SURABAYA
PERPUSTAKAAN
Jl. Jend. A. Yani 117 Surabaya 60237 Telp. 031-8431972 Fax.031-8413300
E-Mail: perpus@uinsby.ac.id

LEMBAR PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Sebagai sivitas akademika UIN Sunan Ampel Surabaya, yang bertanda tangan di bawah ini, saya:

Nama : Hana Farah Hibatullah
NIM : H75215017
Fakultas/Jurusan : Sains dan Teknologi/ Teknik Lingkungan
E-mail address : Hfarah036@gmail.com

Demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, Hak Bebas Royalti Non-Eksklusif atas karya ilmiah :
☑ Sekripsi ☐ Tesis ☐ Desertasi ☐ Lain-lain (.....)
yang berjudul :

Fitoremediasi Limbah Domestik (*Grey Water*) menggunakan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) dengan Sistem *Batch*

beserta perangkat yang diperlukan (bila ada). Dengan Hak Bebas Royalti Non-Ekslusif ini Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya berhak menyimpan, mengalih-media/format-kan, mengelolanya dalam bentuk pangkalan data (database), mendistribusikannya, dan menampilkan/mempublikasikannya di Internet atau media lain secara ***fulltext*** untuk kepentingan akademis tanpa perlu meminta ijin dari saya selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan atau penerbit yang bersangkutan.

Saya bersedia untuk menanggung secara pribadi, tanpa melibatkan pihak Perpustakaan UIN Sunan Ampel Surabaya, segala bentuk tuntutan hukum yang timbul atas pelanggaran Hak Cipta dalam karya ilmiah saya ini.

Demikian pernyataan ini yang saya buat dengan sebenarnya.

Surabaya, 06 Agustus 2019

Penulis

(Hana Farah Hibatullah)

Abstrak

Fitoremediasi Limbah Domestik (*Grey Water*) Menggunakan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) dengan Sistem *Batch*

Bertambahnya jumlah penduduk dapat menyebabkan peningkatan volume limbah domestik (*Grey water*) yang dihasilkan. Volume limbah rumah tangga meningkat 5 juta m^3 per tahunnya di Indonesia. Diperlukan pengolahan air limbah yang ramah lingkungan agar tidak mencemari lingkungan, yakni dengan teknologi fitoremediasi. Fitoremediator yang digunakan dalam bentuk tanaman hijau, salah satunya tanaman kiambang (*Salvinia molesta*). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui kemampuan, efisiensi, serta perbedaan variasi jumlah tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap penyisihan amoniak, BOD dan COD. Metode penelitian yang digunakan adalah eksperimental yang dilakukan dengan sistem *batch* dan menggunakan variasi jumlah tanaman (0, 10, dan 20 tanaman) dan waktu tinggal limbah (0, 4, 8, dan 12 hari). Karakteristik awal limbah domestik pada penelitian ini yaitu: 0,039 mg/l Amoniak, 24,0405 mg/l BOD, dan 35,3110 mg/l COD. Hasil penelitian menunjukkan, terjadi penurunan amoniak paling tinggi pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman yaitu hingga 0,000 mg/l dan efisiensi sebesar 100% di hari ke-4. Pada kelompok perlakuan 20 tanaman terjadi penurunan konsentrasi BOD hingga 11,9814 mg/l dengan efisiensi sebesar 50,15%. Sedangkan penurunan konsentrasi COD hingga 14,8289 mg/l dengan efisiensi sebesar 58,00% di hari ke-12. Dari ketiga variasi jumlah tanaman, kemampuan removal zat kontaminan paling tinggi terdapat pada kelompok perlakuan 20 tanaman. Namun, secara statistik tidak terdapat perbedaan yang signifikan dalam penyisihan amoniak, BOD dan COD dari ketiga perlakuan kelompok.

Kata Kunci: Amoniak, BOD/COD, Fitoremediasi, Limbah domestik, *Salvinia molesta*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Abstract

Phytoremediation of Domestic Wastewater (Grey Water) using Kiambang Plants (*Salvinia molesta*) with Batch System

Population growth can effect the increasing volume of domestic wastewater (Grey water). The Volume of domestic wastewater can increased 5 million m^3 annually in Indonesia. Environmentally friendly wastewater treatment is needed to reduce environmental pollution using phytoremediation technology. Phytoremediator used in the form of greenery, such as kiambang (*Salvinia molesta*). The aim of this study is to find the ability, efficiency, as well as the difference variation in the number of Kiambang (*Salvinia molesta*) on the allowance for Ammonia, BOD and COD. This study using experimental methods. It is conducted with a batch system and used a variations in the number of plants (0, 10, and 20 plants) and detention time (0, 4, 8, and 12 day). The initial characteristics of domestic wastewater on this study are: 0,039 mg/l Ammonia, 24,0405 mg/l BOD, and 35,3110 mg/l COD. The results showed, there are highest reduction in treatment groups of 10 and 20 plants to concentration 0,000 mg/l and efficiency of 100% in the 4th day. Furthermore, in the treatment group of 20 plants occurred decreased BOD concentration to 11,9814 mg/l with a 50,15% efficiency. While the decrease in COD concentration to 14,8289 mg/l with a 58,00% efficiency in the 12th day. From the three variations in the number of plants, the highest ability to reduce contaminants in the treatment group of 20 plants. However, statistically there were no significant differences in the allowance for Ammonia, BOD and COD removal of the three treatment groups variation.

Keywords: Ammonia, BOD/COD, Phytoremediation, Domestic wastewater, *Salvinia Molesta*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR ISI

Halaman Judul ..... **i**
Pernyataan Keaslian ..... **ii**
Lembar Persetujuan Pembimbing ..... **iii**
Pengesahan Tim Penguji Tugas Akhir ..... **iv**
Lembar Pernyataan Persetujuan Publikasi ..... **v**
Abstrak ..... **vi**
Abstract ..... **vii**
Daftar Isi ..... **viii**
Daftar Tabel ..... **xi**
Daftar Gambar ..... **xii**
Bab I Pendahuluan **1**
1.1 Latar Belakang 1
1.2 Rumusan Masalah 3
1.3 Tujuan Penelitian 3
1.4 Manfaat Penelitian 4
1.5 Batasan Masalah 4
Bab II Tinjauan Pustaka **6**
2.1 Air Limbah Domestik 6
2.1.1 Komposisi dan Karakteristik Air Limbah 6
2.1.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik 11
2.1.3 Dampak Pencemaran Air Limbah Domestik 12
2.1.4 Pengolahan Limbah Domestik 13
2.2 Fitoremediasi 16
2.2.1 Aklimatisasi 18
2.2.2 Mekanisme Proses Fitoremediasi 18
2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Proses Fitoremediasi 20
2.3 Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*) 21
2.3.1 Klasifikasi Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) 21
2.3.2 Morfologi Tanaman Kiambang 22
2.3.3 Pertumbuhan Tanaman Kiambang 23

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.3.4 Kelebihan Kiambang (*Salvinia Molesta*) dalam Fitoremediasi 25
2.4 Reaktor Sistem *Batch* 26
2.5 Integrasi Keilmuan dalam Pandangan Islam 27
2.6 Penelitian Terdahulu 30
Bab III Metode Penelitian 35
3.1 Lokasi Penelitian 35
3.2 Waktu Penelitian 35
3.3 Kerangka Pikir Penelitian 36
3.4 Variabel penelitian 36
3.5 Tahapan penelitian 36
3.5.1 Tahap Persiapan Penelitian 38
3.5.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian 38
3.5.3 Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan 43
3.6 Hipotesis Penelitian 44
BAB IV Hasil dan Pembahasan 45
4.1 Tahap Aklimatisasi Tanaman 45
4.2 Uji Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) 51
4.3 Kemampuan Tanaman Kiambang Terhadap Penurunan Zat Pencemar 57
4.3.1 Uji Removal Amoniak oleh Tanaman Kiambang 57
4.3.2 Uji Removal BOD oleh Tanaman Kiambang 59
4.3.3 Uji Removal COD oleh Tanaman Kiambang 61
4.4 Efisiensi Tanaman Kiambang terhadap Zat Pencemar 64
4.4.1 Efisiensi Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan Amoniak 64
4.4.2 Efisiensi Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan BOD 67
4.4.3 Efisiensi Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan COD 68
4.5 Analisa Perbedaan Kemampuan Tanaman Kiambang dalam Menurunkan Zat Pencemar 70

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.5.1 Perbedaan Variasi Jumlah Tanaman Kiambang Terhadap Penyisihan Amoniak 70
4.5.2 Perbedaan Variasi Jumlah Tanaman Kiambang Terhadap Penyisihan BOD 72
4.5.3 Perbedaan Variasi Jumlah Tanaman Kiambang Terhadap Penyisihan COD 73
BAB V Penutup 75
5.1 Kesimpulan..... 75
5.2 Saran..... 75
Daftar Pustaka..... 76

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Komposisi Limbah Cair Domestik 7
Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik..... 12
Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu 30
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian 35
Tabel 4.1 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis pada Konsentrasi Amoniak.. 70
Tabel 4.3 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis pada Konsentrasi BOD. 72
Tabel 4.4 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis pada Konsentrasi COD. 74

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Skema Komposisi Air Limbah 6
Gambar 2.2 Tanaman Kiambang (*Salvninia molesta*) 22
Gambar 2.3 Daun Salvinia molesta; (a) Bagian Atas, dan (b) Bagian Bawah terdapat Spora 23
Gambar 2.4 Perkembangan *Salvinia molesta*, (a.) Bentuk Primer; (b.) Bentuk Sekunder; (c.) Bentuk Tersier 25
Gambar 3.1 Kerangka Pikir Penelitian 36
Gambar 3.2 Tahapan Penelitian..... 37
Gambar 3.3 Skema Perlakuan Sampel 40
Gambar 3.4 Skema Kerja Pengukuran pH 42
Gambar 3.5 Skema Kerja Pengukuran Suhu 42
Gambar 4.1 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-1..... 46
Gambar 4.2 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-2..... 46
Gambar 4.3 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-3..... 47
Gambar 4.4 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-4..... 48
Gambar 4.5 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-5..... 49
Gambar 4.6 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-6..... 49
Gambar 4.7 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-7..... 50
Gambar 4.8 Uji Fitoremediasi Air Limbah Domestik oleh Tanaman Kiambang 56
Gambar 4.9 Grafik Kemampuan Tanaman Kiambang dalam Meremoval Kadar Amoniak..... 57
Gambar 4.10 Grafik Kemampuan Tanaman Kiambang dalam Mengurangi Kadar BOD 60
Gambar 4.11 Grafik Kemampuan Tanaman Kiambang dalam Mengurangi Kadar COD 62
Gambar 4.12 Grafik Efisiensi (%) Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan Amoniak..... 64
Gambar 4.13 Grafik Efisiensi (%) Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan BOD 67

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.14 Grafik Efisiensi (%) Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan COD 69

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB I
PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Pertumbuhan penduduk di Indonesia semakin meningkat tiap tahunnya, khususnya di kota-kota besar seperti Surabaya. Jumlah penduduk Kota Surabaya sebesar 3.074.883 jiwa dengan pertumbuhan penduduk pada tahun 2016 sebesar 0,56 persen (BPS Surabaya, 2017). Angka tersebut secara tidak langsung menunjukkan dampak pada meningkatnya volume limbah domestik. Volume limbah meningkat sekitar 5 juta m^3 pertahun dengan peningkatan kandungan rata-rata 50% (Haryanto, 1999; Pribadi, 2016). Menurut Soemarwoto (1991) dalam Marlisa (2012), menyatakan jika hal itu terjadi terus-menerus akan berakibat pada peningkatan BOD, COD, bakteri *E. coli* pada sumber air penduduk. Sumber air limbah domestik berasal dari aktivitas hidup manusia, seperti penggunaan air dari kamar mandi (selain tinja), pencucian pakaian, serta tempat memasak. (PerMen LHK, 2016).

Melihat permasalahan tersebut, perlu dilakukan upaya untuk melakukan pengolahan air terlebih dahulu. Namun, menilik karakteristik air limbah domestik yang banyak mengandung bahan organik, sistem pengolahan air limbah perlu dilakukan melalui prosedur khusus. Pengolahan limbah dapat dilakukan dengan menggunakan teknologi yang sederhana dan ramah lingkungan. Selain lebih murah, keuntungan dari penggunaan teknologi ini adalah lebih ekonomis dan praktis dalam pemeliharaannya.

Fitoremediasi adalah jawaban dari permasalah yang dipaparkan. Teknologi ini membutuhkan fitoremediator dalam bentuk tumbuhan hijau, misalnya tumbuhan air yang akan bersimbiosis dengan mikroorganisme dalam media untuk mengubah zat pencemar menjadi zat yang tidak berbahaya. Zat pencemar yang dimaksud merupakan zat yang berasal dari lingkungan seperti logam berat, pestisida, senyawa organik, drainase pertambangan yang asam (Sari, 2013; Tajmi, 2015; Pribadi, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dalam penelitian ini, tumbuhan yang digunakan sebagai fitoremediator yaitu tanaman kiambang (*Salvinia molesta*). Pemilihan tanaman kiambang didasarkan pada pertimbangan tingginya sifat hiperakumulator, kemampuan tumbuh di perairan dengan kadar nutrisi yang rendah serta pertumbuhan yang sangat cepat dari tanaman tersebut (Mcfarland et al., 2004; Pribadi, 2016).

Adapun manfaat dari berbagai tanaman sebelumnya juga telah dijelaskan dalam Al-Qur'an (Q.S Al-Lukman: 10)

"Kholaqas-samawati bighairi amadin taraunaha wa alqa fil-ardi rawasiya an tamida bikum wa bassa fiha ming kulli dabbah, wa anzalna minas-sama'i ma'an fa ambatna fiha ming kulli zaujing karim". Yang artinya: "Dia menciptakan langit tanpa tiang sebagaimana kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung (dipermukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu: dan memperkembangbiakkan segala macam jenis makhluk bergerak yang bernyawa di bumi. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik" (Q.S Al-Lukman, 21:10).

Sebagai wujud rasa syukur kepada Allah Subhanahu wata'ala, kita dapat memanfaatkan tumbuhan yang diciptakan-Nya. Salah satunya yaitu tanaman kiambang untuk mereduksi air limbah domestik yang berasal dari rumah tangga, agar tidak menimbulkan pencemaran air ketika limbah tersebut dialirkan ke saluran drainase.

Pada penelitian terdahulu (Pribadi, 2016), menggunakan tanaman kiambang dengan reaktor sistem kontinu pada limbah domestik. Tanaman ini mampu meremoval amoniak, COD, nitrit dan nitrat masing-masing 97%, 79%, 17% dan 34% dan pada penelitian yang sama BOD dan fosfat dapat diremoval sebesar 86,35% dan 71,71% (Rahmawati, 2016). Sedangkan dalam penelitian (Tangahu dan Putri, 2017), dengan menggunakan sistem *batch* mampu meremoval BOD dan COD limbah industri batik hingga mencapai 99%. Dalam penelitian ini fokus pada penurunan kandungan amoniak, BOD, dan COD dengan menggunakan fitoremediasi reaktor sistem *batch*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan uraian di atas, maka penelitian ini dimaksudkan untuk meneliti mengenai alternatif pengolahan air limbah dengan judul *Fitoremediasi Limbah Domestik (Grey Water) menggunakan Tanaman Kiambang (Salvinia molesta) dengan Sistem Batch*.

1.2 Rumusan Masalah

Rumusan masalah dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Bagaimana kemampuan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dalam meremoval kadar amoniak, BOD, dan COD pada air limbah domestik dengan fitoremediasi?
2. Bagaimana efisiensi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap penyisihan amoniak, BOD, dan COD pada air limbah domestik dengan fitoremediasi?
3. Bagaimana perbedaan variasi jumlah tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap penyisihan amoniak, BOD, dan COD pada proses fitoremediasi?

1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini sebagai berikut :

1. Untuk mengetahui kemampuan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dalam meremoval kadar amoniak, BOD, dan COD pada air limbah domestik (*greywater*).
2. Untuk mengetahui efisiensi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap penyisihan amoniak, BOD, dan COD pada air limbah domestik dengan fitoremediasi.
3. Untuk menganalisa perbedaan pada variasi jumlah tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) terhadap penyisihan amoniak, BOD, dan COD.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

1.4 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Instansi

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat menjadi sumber informasi dan sebagai bahan referensi dalam menambah pengetahuan mahasiswa di kampus UIN Sunan Ampel Surabaya, tentang alternatif sistem pengolahan air limbah domestik yang menggunakan teknologi fitoremediasi dengan memanfaatkan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*).

2. Akademisi
   a. Dapat menjadi sarana untuk meningkatkan pengetahuan dan wawasan tentang fitoremediasi limbah domestik skala rumah tangga oleh tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dengan sistem *batch*.
   b. Dapat menjadi sumber data maupun bahan perbandingan penelitian di bidang pencemaran air dengan menggunakan teknologi fitoremediasi.

3. Masyarakat

   Hasil penelitian ini diharapkan dapat diterapkan langsung oleh masyarakat untuk mengurangi pencemaran air dengan membuat pengolahan air limbah dengan teknologi fitormediasi menggunakan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*).

1.5 Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini antara lain :

1. Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah sampel air limbah domestik yang diambil dari permukiman penduduk sekitar kampus UIN Sunan Ampel Surabaya.
2. Reaktor yang digunakan sebanyak 3 buah dan memiliki panjang x lebar x tinggi yaitu 40 cm x 25 cm x 30 cm.
3. Proses fitoremediasi menggunakan sistem *batch.*
4. Pengambilan data dilakukan pada hari ke- 0, 4, 8, dan 12.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

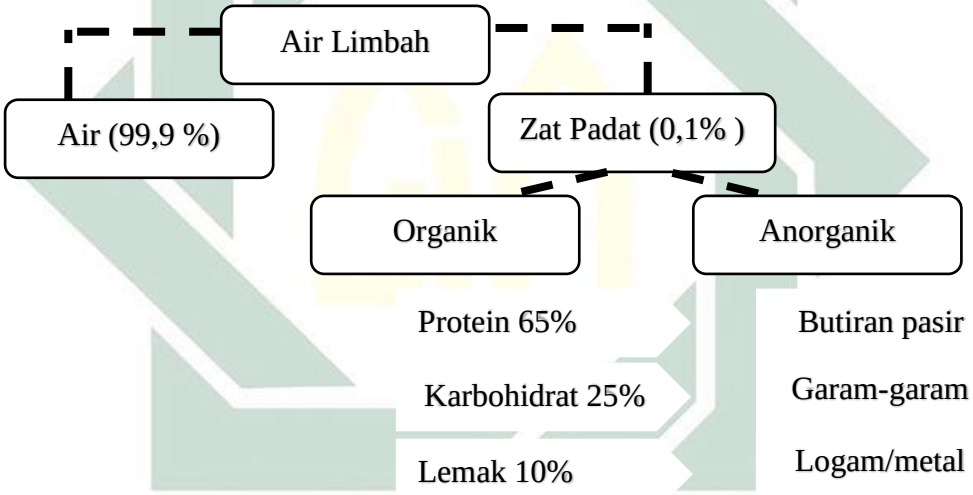
5. Tanaman kiambang yang digunakan yaitu memiliki daun yang berwarna hijau dan berukuran seragam (jumlah daun 9-12 helai; panjang akar 5-6,5 cm).
6. Parameter yang diukur meliputi: BOD, COD, dan amoniak.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB II
TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Air Limbah Domestik

Air limbah domestik adalah air yang telah digunakan dalam aktivitas rumah tangga atau permukiman, di mana kegiatan tersebut berasal dari kamar mandi, tempat cuci, WC, serta tempat memasak (Sugiharto, 2008). Air limbah domestik terbagi dalam dua kategori: *grey water* dan *black water*. *Grey water* yaitu air limbah domestik yang berasal dari air cucian seperti sabun, deterjen, minyak, dan pestisida. *Black water* yaitu air limbah yang berasal dari kakus seperti tinja dan air seni (Satmoko, 2010). Secara garis besar, zat-zat yang terkandung dalam air limbah dapat dikelompokkan seperti skema yang ditunjukkan pada Gambar 2.1.



Gambar 2.1. Skema Komposisi Air Limbah

(Sumber: Sugiharto, 2008)

2.1.1 Komposisi dan Karakteristik Air Limbah

Air limbah domestik memiliki beberapa komposisi di dalamnya. Komposisi air limbah domestik yang berasal dari kamar mandi dan WC menurut (Duncan Mara, 1976 dalam Sugiharto, 2008) ditunjukkan pada Tabel 2.1 berikut .

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 2.1. Komposisi Limbah Cair Domestik

Jenis	Fecces	Urine
Massa Basah (gr/org/hr)	135 – 270 gr	1-1.31 gr
Massa Kering (gr/org/hr)	20-35 gr	0.5-0.7 gr
Uap Air	66-80 %	93-96 %
Organik	88-97 %	93-96 %
Nitrogen	5 -7 %	15-19 %
Phosfor (P_2O_5)	3-5.4 %	2.5-5 %
Potasium (K_2O)	1-2.5 %	3-4.5 %
Carbon	44-55 %	11-17 %
Calsium (CaO)	4.5-5 %	4.5-6 %

Sumber : Duncan Mara, 1976 dalam buku Sugiharto, 2008

Karakteristik air limbah diperlukan untuk menentukan cara pengolahan yang tepat agar efektifitas dan efisiensinya dapat tercapai. Adapun karakteristik air limbah menurut Metcalf and Eddy (2003) dikelompokkan menjadi 3 bagian :

1. Sifat Fisik

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat sebagai efek estetika dan kejernihan serta bau dan warna juga temperatur.

a. *Total Solid* (TS)

Padatan terdiri dari bahan padat organik maupun anorganik yang dapat larut, mengendap atau tersuspensi. Bahan ini pada akhirnya akan mengendap di dasar air sehingga menimbulkan pendangkalan pada dasar badan air penerima (Filliazati, 2013).

b. *Total Suspended Solid* (TSS)

Merupakan jumlah berat dalam mg/l kering lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami penyaringan dengan membran berukuran 0,45 mikron.

c. Warna

Karakteristik yang sangat mencolok pada limbah cair adalah berwarna, yang umumnya disebabkan oleh zat organik dan algae. Warna adalah ciri kualitatif yang dapat dipakai untuk mengkaji kondisi umum air limbah. Dengan seiringnya waktu air limbah akan berubah dari yang berwarna abu-abu menjadi kehitaman (Filliazati, 2013).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

d. Bau

Bau merupakan petunjuk adanya pembusukan air limbah. Penyebab adanya bau pada air limbah karena adanya bahan volatile, gas terlarut dan hasil samping dari pembusukan bahan organik. Bau yang dihasilkan oleh air limbah pada umumnya berupa gas yang dihasilkan dari penguraian zat organik yang terkandung dalam air limbah, seperti hidrogen sulfida (H_2S) (Mubin,2016).

e. Suhu

Suhu atau temperatur dari air limbah lebih tinggi dibandingkan dengan air biasa, hal ini disebabkan karena adanya penambahan air yang lebih panas dari pemakaian rumah tangga maupun aktifitas di pabrik atau sumber air limbah yang lain. Hal ini dapat mempengaruhi kehidupan biologis, kelarutan oksigen atau gas lain, kerapatan air, daya viskositas dan tekanan permukaan.

f. Kekeruhan (*Turbidity)*

Kekeruhan merupakan sifat optis air yang akan membatasi pencahayaan kedalam air. Kekeruhan terjadi karena adanya zat-zat koloid yang melayang dan zat-zat yang terurai (tersuspensi) oleh binatang, zat-zat organik, jasad renik, lumpur, tanah, dan benda-benda lain yang melayang. Adanya kekeruhan tidak dapat dihubungkan secara langsung dengan kadar semua jenis zat suspensi, karena tergantung juga kepada ukuran dan bentuk butir (Mubin, 2016).

2. Sifat Kimiawi

a. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

Jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk oksidasi material organik, yang didapat dengan mengoksidasi limbah dengan larutan asam dikromat yang mendidih ($Cr_2O_7^{2-}$). Jumlah COD biasanya lebih besar dari BOD. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut di dalam air (Sugiharto, 2008).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. BOD (*Biochemical Oxygen Demand*)

Parameter BOD adalah parameter yang paling banyak digunakan dalam pengujian air limbah dan air permukaan. Penentuan ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut yang digunakan oleh mikro-organisme untuk menguraikan bahan-bahan organik. Parameter ini menunjukkan kebutuhan oksigen untuk pengoksidasian limbah oleh bakteri. Limbah yang teroksidasi hanya limbah yang biodegradabel saja (Sugiharto, 2008).

c. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak termasuk senyawa organik yang sulit diuraikan oleh bakteri sehingga relatif stabil. Lemak dapat dirombak oleh senyawa asam yang menghasilkan asam lemak dan gliserin. Pada keadaan basa, gliserin akan dibebaskan dari asam lemak dan akan terbentuk garam basa (Manik, 2003; Kalsum, 2013; Imron, 2018). Minyak dan lemak merupakan komponen utama bahan makanan yang juga banyak terdapat di dalam air limbah. Minyak dan lemak pada limbah cair domestik berasal dari sisa makanan pada limbah dapur yang dibuang melalui saluran air limbah (Loehr dan Navarra, 1969; Kalsum, 2013; Imron, 2018).

Minyak dan lemak sulit diuraikan dan tidak dapat larut dalam air, sisa minyak akan mengapung di air dan menutupi permukaan air sehingga dapat menghalangi penetrasi cahaya matahari ke dalam air. Adanya lapisan minyak akan mempengaruhi keberadaan konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena proses fiksasi oksigen. Akibatnya terjadi ketidakseimbangan rantai makanan dalam air (Nugroho, 2006)

d. pH

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun dari air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar di mana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral 7. Semakin kecil nilai pH nya maka akan meyebabkan air tersebut berupa asam (Sugiharto, 2008).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

e. Protein

Protein merupakan bagian yang penting dari makhluk hidup, termasuk di dalamnya tanaman, dan hewan bersel satu. Di dalam limbah cair, protein merupakan unsur penyabab bau, karena adanya proses pembusukan dan peruraian oleh bakteri. (Metcalf *and* Eddy, 2003)

f. Karbohidrat

Karbohidrat antara lain : gula, pati, sellulosa dan benang-benang kayu terdiri dari unsur C, H, dan O. Gula dalam limbah cair cenderung terdekomposisi oleh enzim dari bakteri-bakteri tertentu dan ragi menghasilkan alkohol dan gas CO_2 melalui proses fermentasi.

g. Nitrogen (Amonia)

Beberapa organisme akuatik memanfaatkan nitrogen dalam bentuk gas, akan tetapi sumber utama nitrogen di perairan bukan dalam bentuk gas. Nitrogen yang terdapat dalam perairan berupa nitrogen organik dan anorganik. Nitrogen anorganik terdiri dari amonia (NH_3), amonium (NH_4), nitrit (NO_2), nitrat (NO_3), dan molekul nitrogen (N_2) dalam bentuk gas. Nitrogen organik berupa protein, asam amino, dan urea (Effendi, 2003; Imron, 2018).

Menurut Alerst dan Santika (1987) dalam Imron (2018), amonia berasal dari buangan air limbah dari pemukiman penduduk yaitu air seni, tinja dan zat organik yang teroksidasi secara mikrobiologis yang masuk kedalam badan air.

h. Fosfor

Fosfor organik banyak terdapat pada perairan yang banyak mengandung bahan organik. Fosfor ditemukan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik yang berupa partikulat.

Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuh-tumbuhan (Effendi, 2003; Imron, 2018). Ortofosfat adalah bentuk fosfor yang paling sederhana di perairan yang merupakan bentuk ionisasi dari asam ortofosfat (Boyd, 1970; Imron, 2018). Ortofosfat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan air, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis terlebih dahulu. Ortofosfat berasal dari bahan pupuk pertanian yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan aliran air hujan.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sedangkan polifosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan bahan detergen yang mengandung fosfat, seperti industri pencucian, industri logam dan sebagainya (Paytan dan Mc Laughlin, 2007; Imron, 2018).

3. Sifat Biologis

Pemeriksaan biologis di dalam air limbah untuk memisahkan apakah ada bakteri-bakteri pathogen berada di dalam air limbah. Karena kebanyakan bakteri yang terdapat dalam air limbah merupakan bantuan yang sangat penting bagi proses pembusukan bahan organik. Berikut merupakan penjelasan mengenai parameter biologi dan pengaruhnya, (Hindarko, 2003) yaitu :

a. Coliform dalam bentuk Total Coliform

Tinja manusia mengandung bakteri *coli* (Coliform) dan setiap hari manusia dapat mengeluarkan 100-400 miliar koliform/hari. Keberadaan bakteri *coli* dalam air buangan dapat membahayakan jika masuk ke dalam sumber air minum karena dapat menyebabkan diare.

b. Jamur

Keadaan lembab dalam saluran air limbah dapat menimbulkan pertumbuhan jamur di sekitar saluran. Jamur dapat menguraikan senyawa karbon seperti karbohidrat menjadi karbon dioksida dan energi serta membentuk sekumpulan (koloni) jamur.

c. Bakteri patogen lainnya

Bakteri patogen lainnya yang munkin terdapat dalam air limbah sebagai akibat proses pencucian alat-alat dapur dan MCK pemilik rumah. Keberadaan bakteri patogen ini dapat menimbulkan penyakit seperti *typhus*, kolera dan desentri, jika air buangan terserap menuju sumber-sumber air minum.

2.1.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Berdasarkan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan RI Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik, merupakan ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

atau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan atau kegiatan. Berikut merupakan baku mutu air limbah domestik yang ditunjukkan pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amoniak	mg/L	10
Total coliform	Jumlah/100 ml	3000
Debit	L/orang/hari	100

Sumber: Permen LHK No P.68/Menlhk-Setjen/2016

2.1.3 Dampak Pencemaran Air Limbah Domestik

Menurut Sugiharto (2008), air limbah domestik dapat berpengaruh buruk terhadap berbagai hal, karena dapat berperan sebagai media pembawa penyakit seperti penyakit kolera, radang usus, hepatitis infektios serta skhistosomiasis, dan juga terdapat banyak bakteri patogen penyebab penyakit. Selain itu, dapat menimbulkan kerusakan pada bahan bangunan dan tanaman, dapat merusak kestabilan kehidupan dalam air seperti ikan dan binatang peliharaan lainnya.

Dengan banyaknya zat pencemar atau beracun yang ada di dalam air limbah, dapat menyebabkan kadar oksigen yang terlarut di dalam air limbah menurun. Akibatnya kehidupan di dalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu sehingga akan mengurangi perkembangannya (Lestari, 2012). Menurut Kodoatie dan Sjarief (2011), pembuangan air limbah ke badan air terutama dengan kandungan COD dan BOD diatas baku mutu air limbah domestik akan menyebabkan turunnya jumlah oksigen dalam air. Oksigen terlarut (DO) yang mengalami penurunan pada perairan maka akan berdampak pada kehidupan makhluk hidup yang membutuhkan okigen terlarut pada badan perairan tersebut serta akan memberikan pengaruh negatif terhadap sistem rantai makanan pada perairan tersebut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pengaruh lain adanya kandungan COD dan BOD yang melebihi batas waktu 18 jam maka akan menimbulkan bau dan kematian ikan disebabkan terjadinya degradasi secara anaerob. Apabila air limbah mengandung kadar pH rendah atau bersifat asam maupun pH tinggi yang bersifat basa dapat mengakibatkan timbulnya kerusakan pada benda-benda yang dilaluinya. Lemak merupakan bagian dari komponen air limbah yang dapat menggumpal pada suhu udara normal, dan akan berubah menjadi cairan pada suhu yang lebih panas. Lemak yang berupa cairan akan menyebabkan penyumbatan pada aliran air limbah, dan juga bisa terjadi kerusakan pada tempat dimana lemak tersebut menempel, akibatnya timbul kebocoran (Sugiharto, 2008; Lestari, 2012).

Adanya amoniak yang cukup tinggi pada air limbah berpotensi akan mencemari badan air bila langsung dibuang tanpa melalui proses pengolahan. Secara alami amoniak merupakan hasil reduksi nitrat pada kondisi anaerob. Sebagian besar terjadi dari peruraian zat organik yang mengandung nitrogen oleh mikroorganisme dan dari hidrolisa urea. Maka adanya amonia merupakan suatu petunjuk pencemaran zat organik pada badan air (Taras M.J. 1971; Kurniawan, 2010; Lestari, 2012).

Amoniak dapat menimbulkan bau yang sangat tajam dan menusuk hidung. Bahan ini dalam air akan menyangkut perubahan fisik pada air yang akan menimbulkan warna kuning. Selain itu terdapatnya zat organik dalam air akan menyebabkan air berbau tidak sedap dan dapat menyebabkan sakit perut, serta korosifitas pada pipa-pipa logam (Sutrisno, dkk, 2004 dalam Kurniawan, 2010; Lestari, 2012).

2.1.4 Pengolahan Limbah Domestik

Banyak pilihan pengolahan limbah domestik (*Grey water*) di antaranya :

1. Lahan Basah Buatan (*Constructed Wetland*)

Sistem *wetland* adalah sistem pengolahan alami, dimana terjadi aktivasi pengolahan sedimentasi, filtrasi, transfer gas, adsorbsi, pengolahan kimiawi dan biologis karena aktivitas mikroorganisme dan tanaman (Tchobanoglous, 1993 dalam Fildzah, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Menurut Hoffmann, H. et al., (2011) dalam Qomariyah (2016), prinsip kerja sistem pengolahan limbah jenis lahan basah buatan (*constructed wetlands)* yaitu dengan memanfaatkan simbiosis antara tumbuhan air dengan mikroorganisme dalam media di sekitar sistem perakaran (*Rhizosphere*) tanaman tersebut.

Teknologi ekstensif (*constructed wetlands*) merupakan teknologi yang menirukan proses alami dalam mengolah limbah yaitu memadukan unsur tanah, pasir, kerikil, dan tanaman air. Kelebihan lahan basah buatan adalah mengolah *grey water* dengan menciptakan estetika lingkungan, yang dikenal dengan istilah ecosan (ekologi sanitasi) (Qomariyah, 2016). Selain itu, metode pengolahan yang digunakan sederhana, ekonomis dari segi biaya, efektif dan pengoperasian yang mudah. Hasil olahan *grey water* dapat dimanfaatkan untuk keperluan non-potable seperti menyiram tanaman, membilas toilet, mencuci kendaraan dan kebutuhan *outdoor* lainnya (Fildzah, dkk. 2016).

Berdasarkan hasil penelitian Qomariyah (2016) menunjukkan bahwa Efektifitas dari pengolahan limbah rumah tangga menggunakan sistem lahan basah buatan aliran bawah permukaan horizontal ini mencapai rata-rata efisiensi pada pengujian BOD sebesar 71,91 mg/L, TSS dengan rata-rata 64,76 mg/L dan nilai rata-rata deterjen 86,55 mg/L.

Sedangkan hasil penelitian Fildzah, dkk. (2016) dengan menggunakan tanaman jarak pagar untuk pengolahan limbah domestik kawasan pesisir mampu menyisihkan COD sebesar 38-85%, dan TSS sebesar 75-91%. Dengan demikian dapat disimpulkan bahwa sistem *subsurface constructed wetland* dengan tanaman jarak pagar dapat menjadi salah satu solusi untuk mengelola lingkungan pesisir.

2. *Bioreaktor Membrane* (MBR)

Teknologi membrane sebagai alternatif baru untuk meningkatkan kinerja pengolahan limbah konvensional. Pada teknologi ini mengkombinasikan antara membrane untuk pemisahan biomassa dengan proses lumpur aktif. Konsep pada sistem biorekator membrane berbasis “reuse” (pemanfaatan kembali), dimana teknologi membrane terbukti dapat menghasilkan keuntungan diantaranya penghematan dari segi biaya operasional (air, listrik, bahan kimia dll) (Wenten, 2014).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selain itu, teknologi ini dapat mengolah air limbah dengan debit yang berubah-ubah dan dapat mengolah air limbah dengan kualitas air yang lebih buruk. Keuntungan lain dari MBR menurut Hernaningsih (2014) antara lain:

a. Tidak diperlukan bak pengendap kedua dan proses filtrasi, sehingga jumah bangunan pengolahan dapat dikurangi.
b. Volume untuk aerasi dapat dikurangi dikarenakan pemisahan lumpurnya tidak tergantung dari karakterisitiknya.
c. Dapat dirancang untuk *long sludge age*, sehingga tidak tergantung dari jumlah lumpur yang dihasilkan.
d. Pengolahan dengan Mikrofiltrasi (MF)/Ultrafiltrasi UF dapat menghasilkan kualitas effluent yang baik sehingga dapat digunakan sebagai sumber air daur ulang.
e. Hasil pengolahan dari MBR tidak menimbulkan polusi kebisingan dan bau sehingga dapat dibangun di daerah perumahan.
f. Membutuhkan lahan sedikit sehingga cocok untuk mengolah air limbah domestik di daerah perkotaan.

Dalam penelitiannya, Palmari and Stephani (2019) pada pengolahan limbah domestik dengan menggunakan bioreaktor membrane hibrida (HMBR) yang dibandingkan dengan bioreaktor membran konvensioan (MBR). Hasil penelitian menunjukkan bahwa HMBR mampu meremoval lebih besar daripada MBR. Efisiensi removal rata-rata untuk COD, BOD, Total nitrogen, total kjeldahl nitrogen, amonia dan total fosfor adalah 91%, 97%, 66%, 74%, 93% dan 90% dengan HMBR, dan 91%, 97%, 58%, 71%, 88% dan 90% dengan MBR. Hal ini dikarenakan adanya biofilm dalam HMBR yang dapat meningkatkan proses nitrifikasi dan denitrifikasi secara simultan.

3. *Sequencing Batch Reactor* (SBR)

Salah satu sistem pengolahan air limbah secara biologi yaitu dengan menggunakan SBR (*Sequencing Batch Reactor*). Sistem SBR bisa dilakukan secara aerob dan anaerob. *Sequencing Batch Reactor* (SBR) aerob merupakan salah satu unit proses yang digunakan untuk mengolah air buangan dengan kandungan organik yang tinggi (Herald, 2017).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Siklus SBR terdiri dari lima fase antara lain: pengisian (*fill*), reaksi (*react/batch*), pengendapan (*settle*), pengurasan (*draw*), dan stabilisasi (*idle*). Menurut Rich (1963) dalam Sumiyati (2006) adanya stabilisasi dapat menghemat kapasitas total volume aerasi, sehingga dapat menghemat energi aerasi saat kondisi operasi penuh. Selain itu juga akan terjadi fenomena biosorpsi yaitu adsorpsi materi organik ke dalam flok lumpur saat periode kontak (kontak antara air limbah dan biomassa) yang akan digunakan sebagai cadangan materi organik ketika kondisi tanpa substrat (*famine).* Semua tahapan proses tersebut berlangsung dalam suatu reaktor sehingga memudahkan pengelolaannya.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Sumiyati (2006) pada pengolahan air limbah dengan menggunakan SBR dihasilkan efisiensi dalam meremoval COD sebesar 95,23%. Hal ini karena pada saat proses penyisihan COD didominasi dengan adanya fenomena biosorpsi. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Herald (2017) pada limbah pabrik minyak kelapa sawit dengan menggunakan SBR Aerob menunjukkan besarnya efisiensi penyisihan senyawa organik dengan efisiensi rata-rata pada rasio waktu terhadap waktu stabilisasi 4:4 jam/jam sebesar 61,433%; r:s 6:4 jm/jam sebesar 86,60%; r:s 4/6 jam/jam sebesar 59,65%; dan r:s 6:6 jam/jam sebessar 67,35%. Hal ini disebabkan karena lebih panjangnya waktu kontak antara mikroorganisme dengan air buangan pada kondisi substrat yang berlebih sehingga proses degradasi senyawa organik dapat berjalan optimal.

Selain proses pengolahan di atas, air limbah domestik (*grey water*) juga dapat dilakukan dengan teknologi fitoremediasi.

2.2 Fitoremediasi

Fitoremediasi berasal dari bahasa Inggris *phytoremediation*, kata ini tersusun atas dua bagian, yaitu *Phyto* berasal bahasa Yunani yaitu *greek phyton* yang berarti tumbuhan atau tanaman (*plant*), *remediation* berasal dari bahasa Latin *remediare* (*to remedy*) yaitu memperbaiki atau menyembuhkan atau membersihkan sesuatu (Tajmi, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Jadi *fitoremediasi (phytoremediation)* merupakan suatu teknologi yang menggunakan tumbuhan tertentu, dimana tumbuhan tersebut bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) untuk mengubah, menghilangkan, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan (pencemar atau polutan) menjadi berkurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi (Irhamni, 2018).

Pada awal perkembangan fitoremediasi, perhatian hanya difokuskan pada kemampuan hiperakumulator dalam mengatasi pencemaran logam berat dan zat radioaktif, tetapi kemudian berkembang untuk pencemar anorganik seperti arsen (As) dan berbagai substansi garam dan nitrat, serta kontaminan organik seperti klorin, minyak hidrokarbon, dan pestisida (Hidayati, 2005).

Sifat hiperakumulator sendiri yaitu dapat mengakumulasikan unsur logam tertentu dengan konsentrasi tinggi pada tajuknya dan dapat digunakan untuk tujuan fitoekstraksi, dalam proses ini logam berat akan diserap oleh akar tumbuhan dan ditranslokasikan ke tajuk untuk diolah kembali atau dibuang pada saat tanaman dipanen (Chaney et al. 1995; Hidayati, 2005).

Karakteristik tumbuhan hiperakumulator yaitu a). tahan terhadap unsur logam dalam konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuk, b). memiliki kemampuan mengakumulasi unsur logam dari akar ke tajuk dengan laju yang tinggi, c) tingkat laju penyerapan unsur dari tanah yang tinggi dibandingkan dengan tanaman lain, d) secara ideal memiliki potensi produksi biomassa yang tinggi (Hidayati, 2005).

Banyak penelitian yang membuktikan bahwa terdapat beberapa tumbuhan yang berfungsi sebagai hiperakumulator. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Darmono (2008) logam Cd terserap oleh tanaman dalam bentuk ion dari dalam tanah melalui akarnya dan disitribusikan dalam bagian tanaman. Jumlah ion Cd yang diserap oleh tanaman dipengaruhi oleh faktor pH tanah, kandungan mineral lain dan pemupukan. Pada limbah yang mengandung logam berat Pb dan Cr dapat diturunkan melalui fitoremediasi bambu air, menurut penelitan Anam (2013) tanaman tersebut dapat meremoval logam Pb sebesar 82,2% dan logam Cr sebesar 61,2%. Dan tanaman melati air mampu menyerap logam Pb pada limbah industri sebesar 55,97% (Caroline, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selain itu berdasarkan penelitian Viobeth (2012) dengan menggunakan tanaman *Salvinia molesta* dapat menurunkan air limbah yang mengandung logam berat Pb dan Ni mencapai 0 mg/l dan 0,252 mg/l. Tanaman kiambang juga mampu menurunkan kandungan logam berat Cu hingga 90,02%-94,68% (Yuliani, 2013). Pada limbah yang mengandung logam berat tembaga tanaman *Salvinia molesta* mampu bertahan hidup 100% hingga 15 ppm, sedangkan tanaman *Pistisia stratiotes* hanya mampu bertahan 70% pada 10 ppm (Irawanto, 2017).

Dalam proses fitoremediasi terdapat tahap perlakuan adaptasi terhadap tanaman fitoremediator yaitu tahap aklimatisasi.

2.2.1 Aklimatisasi

Aklimatisasi dilakukan sebagai upaya untuk penyesuaian diri gulma pada lingkungan barunya sebelum dilakukan uji fitoremediasi. Berdasarkan penelitian terdahulu aklimatisasi tanaman kiambang dilakukan selama 7 hari (Yuliani, 2013;Nurfita, 2017; Imron, 2018;). Air yang digunakan dalam tahap aklimatisasi yaitu menggunakan akuades (Rahadian, 2017).

2.2.2 Mekanisme Proses Fitoremediasi

Adapun proses fitoremediasi menurut Mangkoedihardjo (2005) dalam Tajmi (2015) secara umum dibedakan berdasarkan mekanisme fungsi dan struktur tumbuhan yaitu sebagai berikut:

1. Fitoekstraksi / Fitoakumulasi *(Phytoacumulation / phytoextraction)*

   Yaitu penyerapan polutan logam berat ini antara lain: Ag, Cd, Co, Cr, Cu, Hg, Mn, Ni, Pb dan Zn di dalam tanah oleh akar tumbuhan kemudian mengakumulasikan senyawa tersebut dan diteruskan ke bagian tumbuhan seperti akar, batang dan daun tumbuhan. Proses ini disebut juga *hyperacumulation*. Lalu kontaminan dihilangkan dengan cara memanen tumbuhan. Spesies tumbuhan yang dipakai adalah sejenis hiperakumulator misalnya pakis, bunga matahari, sawi, dandelions, dan jagung. Teknik ini banyak dipakai pada dekontaminasi tanah, sedimen, dan *sludge*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. Rhizafiltrasi *(Rhizofiltration)*

   Adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar atau pemanfaatan kemampuan akar tumbuhan untuk menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi logam dari aliran limbah. Spesies tumbuhan yang biasa digunakan adalah tumbuhan air seperti *Cattail*, bunga matahari, Kayu Apu, dan Eceng Gondok.

3. Fitostabilisasi *(phytostabilization)*

   Yaitu proses tumbuhan menarik zat-zat kontaminan tertentu pada akar karena tidak dapat terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media. Proses ini secara tipikal digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik. Spesies tumbuhan yang biasa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air, seperti bunga matahari dan jenis tumbuhan air lainnya serta kedelai.

4. Rizodegradasi *(Rhyzodegradation)*

   Yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi, dan bakteri. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air.

5. Fitodegradasi (*Phytodegradation)*

   Yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul lebih sederhana dan dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzim seperti: *nitriodictase, laccase, dehalogenase* dan *nitrilase* yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzim berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah berbagai jenis tumbuhan air.

6. Fitovolatilisasi *(Phytovolatilization)*

   Yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai (bersifat volatil) sebagai bahan tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfir.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang. Spesies tumbuhan yang bisa digunakan adalah tumbuhan kapas, pakis dan berbagai jenis tumbuhan air.

Pada penelitian fitoremediasi di lapangan ada beberapa persyaratan bagi tanaman yang akan digunakan dalam penelitian tersebut. Tidak semua tanaman dapat digunakan dikarenakan semua tanaman tidak dapat melakukan metabolisme, volatilisasi dan akumulasi semua polutan dengan mekanisme yang sama. Menurut Youngman (1999), tanaman yang dapat digunakan pada penelitian fitoremediasi dipilih tanaman yang mempunyai sifat:

1) Cepat tumbuh.
2) Mampu mengkonsumsi air dalam jumlah yang banyak pada waktu yang singkat.
3) Mampu meremediasi lebih dari satu polutan.
4) Toleransi yang tinggi terhadap polutan.

2.2.3 Kelebihan dan Kekurangan Proses Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan suatu teknik yang menjanjikan dapat mengatasi pencemaran dengan efektif dan dapat digunakan secara langsung di tempat yang tercemar dengan menggunakan pepohonan, tanaman pangan, dan tanaman berbunga. Teknologi ini mempunyai potensi yang besar untuk diaplikasikan, aman digunakan dengan dampak negatif kecil, memberikan efek positif yang multiguna terhadap kebijakan Pemerintah, komunitas masyarakat dan lingkungan, biaya relatif rendah, mampu mereduksi volume kontaminan, dan memberikan keuntungan langsung bagi kesehatan masyarakat (Fahruddin,2010; Nurmitha, A. 2013).

Keuntungan utama dari aplikasi teknik fitoremediasi adalah kemampuannya untuk menghasilkan buangan sekunder yang lebih rendah sifat toksiknya, ramah terhadap lingkungan serta lebih ekonomis yakni biaya operasi yang lebih murah (Fahruddin, 2010; Nurmitha, A., 2013), tumbuhan mudah dikontrol pertumbuhannya, cara remediasi paling aman bagi lingkungan karena menggunakan tumbuhan yang berfungsi untuk memelihara keadaan alami lingkungan (Smith, 2005).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kelemahan fitoremediasi adalah dari segi waktu yang dibutuhkan lebih lama dan dikhawatirkan terjadinya keracunan bahkan kematian pada hewan dan serangga atau terjadinya akumulasi logam berat pada predator jika mengkonsumsi tumbuhan yang digunakan dalam proses fitoremediasi dan hewan yang memakan tumbuhan fitoremediasi tersebut. (Pratomo dkk, 2004; Fahruddin, 2010; Nurmitha, A. 2013).

Berdasarkan penelitian Marlisa (2012) yang mengkombinasikan fito-biofilm yang terbentuk dari sarang tawon dengan menggunakan tanaman kangkung air dapat meremoval BOD sebesar 97% dan COD sebesar 95% pada limbah domsetik. Penelitian dilakukan dengan limbah yang sama dengan tanaman purun tikus yaitu mampu menurunkan BOD, COD dan kekeruhan masing-masing 64%, 17% dan 80%, sedangkan pada tumbuhan perupuk mampu menurunkan ammonia sebesar 23% (Nurhidayah, 2014).

Lalu pada penelitian Margowati (2016), dengan menggunakan tanaman bambu air mampu meremoval BOD dan COD sebesar 86,19% dan 73,69%. Selain itu, fitoremediasi menggunakan tanaman kayu apu pada limbah domestik mampu meremoval COD, TSS, minyak dan lemak masing-masing 65%, 19,99%, dan 37,10%. Sedangkan untuk nilai BOD terjadi peningkatan sebesar 45,35% dikarenakan adanya tanaman yang mati dan akar tanaman yang rontok sehingga menambahkan kandungan bahan organik dalam air (Wirawan, 2014).

Kemudian hasil penelitian dari Suryawan (2018) pada limbah yang sama dengan menggunakan tanaman eceng gondok, menunjukkan bahwa efektifitas tumbuhan eceng gondok dalam menurunkan COD, fosfat, dan ammonia masing-masing 40-63%, 70-74% dan 59-77%.

2.3 Tanaman Kiambang (*Salvinia Molesta*)

2.3.1 Klasifikasi Tanaman Kiambang (Salvinia molesta)

Tanaman kiambang (yang berasal dari kata *ki*: pohon, tumbuhan dan kata *ambang*: mengapung) merupakan nama umum bagi tumbuhan paku air dari genus *Salvinia*. Tumbuhan ini biasa ditemukan mengapung di air menggenang, seperti kolam, sawah dan danau, atau di sungai yang mengalir tenang.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tanaman ini merupakan gulma air yang memiliki karakteristik dalam berkembangbiak sangat cepat dengan sifat adaptasi yang tinggi di berbagai kondisi lingkungan, terutama pada air buangan aktivitas industri, limbah domestik, limbah pertanian dan kehutanan (Yuliani, 2013).

Dalam tata nama atau sistematika (taksonomi) tumbuh-tumbuhan, tanaman kiambang dimasukkan ke dalam klasifikasi berikut :

Kingdom : Plantae
Subkingdom : Tracheobionta
Divisi : Pteridophyta
Kelas : Filicopsida
Ordo : Hydropteridales
Familia : Salviniaceae
Genus : *Salvinia* Seg.
Spesies : *Salvinia molesta* Mitchell

Gambar 2.2 Tanaman Kiambang (*Salvninia molesta*)

(**Sumber:** Yuliani, 2013)

2.3.2 Morfologi Tanaman Kiambang

Secara morfologi *Salvinia molesta* berbentuk kecil, lonjong, memiliki daun di sepanjang batang, memiliki batang yang bercabang tumbuh mendatar, berbuku-buku, ditumbuhi bulu dan panjangnya dapat mencapai 30 cm. Di setiap buku terdapat sepasang daun yang mengapung dan sebuah daun yang tenggelam (Soerjani *et al*., 1987 dalam Nurafifah, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Daun yang mengapung berbentuk oval, dengan panjang rata-rata sekitar 2-4 cm, berwarna hijau karena mengandung klorofil, dan permukaannya ditutupi rambut berwarna putih agak transparan. Rambut-rambut ini mencegah daun menjadi basah dan juga membantu kiambang mengapung (Rahmawati, 2016). Sedangkan daun yang tenggelam memiliki bentuk seperti akar, menggantung dengan panjang mencapai 8 cm, berbelah serta terbagi-bagi dan berbulu halus, tidak berklorofil dan berfungsi menangkap unsur hara dari air seperti akar (Soerjani *et al*., 1987 dalam Nurafifah, 2016).

Kiambang tidak memiliki bunga sehingga perkembangannya hanya dengan cara vegetatif. Tanaman kiambang berproduksi secara vegetative melalui batang rapuh yang kemudian pecah. Setiap node/sporocarps di sepanjang rimpang akan menghasilkan individu baru (Donaldson and Dawn, 2003; Yuliani, 2013).

Berikut merupakan gambar bagian atas dan bawah tanaman kiambang yang dapat dilihat pada Gambar 2.3.

(a) (b)

Gambar 2.3 Daun Salvinia molesta; (a) Bagian Atas, dan (b) Bagian Bawah terdapat Spora

(**Sumber**: Irawanto, 2017)

2.3.3 Pertumbuhan Tanaman Kiambang

Tanaman kiambang sering juga dinamai dengan *Giant Salvinia* yang mempunyai tiga lembar daun: dua di atas air dan satu terendam air. Tanaman ini hidup di iklim tropis dengan pertumbuhan yang optimal pada suhu air 20° – 30° C dan pH air sekitar 5-8 (Rahayu, 2018).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Apabila berada pada suhu dibawah 3^oC atau di atas 43° C maka tunas tumbuhan akan mati. Tanaman kiambang dapat tumbuh dengan baik dalam air yang tenang. Dengan kurung waktu 7 hari, *Salvinia molesta* dapat melipatgandakan dan mengambang bebas (Harley dan Mitchell, 1981).

Pertumbuhan tanaman kiambang dipengaruhi oleh ruang tumbuh; makin sempit ruang tumbuhnya maka pertumbuhannya akan makin lambat dan sebaliknya. Di samping itu, pertumbuhannya juga dipengaruhi oleh kedalaman air, kandungan hara air, intensitas penyinaran, suhu, dan pH air tempat tumbuhnya (Yuliani, 2013). Kandungan nutrisi yang terdapat pada tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) adalah protein kasar (15,9%), lemak kasar (2,1%), dan serat kasar (16,8%) (Rosani, 2002).

Bentuk pertumbuhan *Salvinia molesta* menurut Harley dan Mitchell (1981) antara lain :

a. Bentuk Primer

Tahapan primer merupakan tahap awal berkembang *Salvinia molesta*, dengan ciri mempunyai daun yang kecil, halus dan oval, lebar daur sekitar 10-15 mm di atas permukaan air. Pada tahap ini, bentuk pertumbuhan dapat diamati pada tanaman yang baru tumbuh dari kerusakan atau kondisi yang tidak padat dan tempat yang banyak nutrisi.

b. Bentuk Sekunder

Tahapan sekunder terjadi pada tanaman yang tumbuh di perairan terbuka pada beberapa waktu, baik secara bebas atau di tepian. Ruas batang lebih panjang dan lebih besar dari tahap primer, daun sedikit, menangkup tetapi tidak tumpang tindih, dan seluruh permukaan daun bawah menyentuh air. Ukuran daun bervariasi dari sekitar 20-50 mm.

c. Bentuk Tersier

Tahap tersier terjadi saat kiambang telah dewasa dengan kondisi yang padat. Batang kiambang relatif kuat dan beruas pendek, memiliki daun yang besar dengan diameter mencapai 60 mm, daun berbentuk hati atau lonjong, dan terendam air. Kondisi tanaman saat dewasa ini dapat bertumpukan sehingga mencapai ketebalan 1 meter dari permukaan air.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tanaman dewasa menghasilkan *sporocarp* dalam jumlah yang besar yang terletak diantara daun yang terendam. *Sporocarps* berupa kantung-kantung yang mengandung banyak sporangia yang berisi spora reproduksi.

Berdasarkan pernyataan Soerjani *et al*., (1987), ketiga fase ini berkembang selama 2-3 minggu. Berikut gambar bentuk tanaman kiambang yang dapat dilihat pada Gambar 2.4:

Gambar 2.4 Perkembangan *Salvinia molesta*, (a.) Bentuk Primer; (b.) Bentuk Sekunder; (c.) Bentuk Tersier

(**Sumber**: Yuliani, 2013)

2.3.4 Kelebihan Kiambang (*Salvinia Molesta*) dalam Fitoremediasi

Kiambang merupakan tanaman remediator yang sangat baik dalam meremediasi limbah organik maupun anorganik karena memiliki sifat hiperakumulator yang tinggi (Mcfarland *et al.* 2004; Simatupang, 2015). Tanaman ini tumbuh di permukaan air dan mempunyai kecepatan tumbuh yang sangat cepat, karena sifat pertumbuhannya yang cepat jumlah tanaman kiambang sangat melimpah di lingkungan perairan tanpa pemanfaatan secara optimal. Selain itu, tanaman ini memiliki diameter daun yang relatif kecil tetapi memiliki perakaran yang lebat dan panjang, sehingga diharapkan dapat menyerap logam berat namun tidak menghalangi penetrasi cahaya ke dalam perairan (Yuliani, 2013).

Dalam penelitian Permatasari (2009) menggunakan tanaman kiambang pada media air yang tercemar logam Cd dengan modifikasi air lumpur Sidoarjo selama 21 hari. Hasil yang diperoleh menunjukan nilai akumulasi Cd pada kiambang meningkat dengan bertambahnya waktu (Simatupang, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Selain itu, tanaman kiambang juga mampu menurunkan kandungan seng (Zn) sebesar 49% dan TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 70%, tumbuhan air perupuk menurunkan kandungan amoniak (NH_3) sebesar 23%, suhu dan pH nilainya stabil disetiap kolam instalasi tumbuhan (Nurhidayah 2014).

Pemilihan kiambang (*Salvinia Molesta*) sebagai tanaman fitoremediator pada penelitian ini didasarkan pada pertimbangan bahwa tanaman ini mampu tumbuh pada perairan dengan kadar nutrisi yang rendah (Pribadi, 2016). Selain itu, tanaman ini juga tidak memiliki nilai ekonomis tinggi dan pemanfaatan kiambang pun masih sangat jarang, kecuali sebagai bahan baku pupuk dan sering dipakai sebagai bagian dari dekorasi dalam ruang atau sebagai tanaman hias kolam atau akuarium (Rahmawati, 2016).

Tanaman kiambang mampu meremoval BOD dan fosfat mencapai 86,35% dan 71,71% selama 3 hari, hal ini disebabkan karena tanaman kiambang belum mengalami gejala keracunan kontaminan dalam limbah domestik dan juga karena penyerapan yang efektif oleh akar tumbuhan tersebut (Rahmawati, 2016). Penelitian serupa juga dilakukan oleh Pribadi (2016), hasil penelitian diperoleh bahwa efisiensi tanaman kiambang dalam penyisihan COD, Amonia, nitrit dan nitrat masing-masing sebesar 79%, 97%, 17%, dan 34%. Pada penelitian yang dilakukan oleh Nurfita (2017) menunjukkan bahwa tanaman kiambang mampu meremoval fosfat pada limbah cair laundry sebesar 93% selama 7 hari.

2.4 Reaktor Sistem *Batch*

Proses *batch* merupakan sebuah proses di mana semua reaktan dimasukan bersama-sama pada awal proses dan produk dikeluarkan pada akhir proses. Dalam proses ini, semua reagen ditambahkan di awal proses dan tidak ada penambahan atau pengeluaran ketika proses berlangsung. Proses *batch* cocok untuk produksi skala kecil. Reaktor *batch* beroperasi secara *unsteady state* (konstant) karena komposisi berubah sebagai fungsi waktu. Dalam industri, reaktor *batch* biasanya digunakan untuk fase larutan, jarang untuk fase gas, karena dengan adanya pengaduk resiko kebocoran akan cukup tinggi. Reaktor dikatakan ideal jika pada setiap posisi di dalam reaktor pada suatu saat tertentu komposisinya uniform/seragam (Hidayat, 2017).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Kelebihan dari reaktor sistem *batch* antara lain :

a. Biaya dan harga instrumentasi rendah
b. Penggunaanya fleksibel, artinya dapat dihentikan secara mudah kapan saja dan secara tepat
c. Penggunaannya yang multi fungsi
d. Reaktor ini dapat digunakan untuk campuran kuat dan bercaun
e. Mudah dibersihkan

Kekurangan dari reaktor sistem *batch* antara lain :

a. Dibutuhkan lebih banyak pekerja, karena diperlukan untuk pengawasan kondisi prosedur yang terus berubah dari awal sampai akhir
b. Terkadang waktu *shutdown* nya besar, yaitu waktu untuk mengosongkan, membersihkan dan mengisi kembali
c. Skala produksi yang kecil

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Fuad dkk (2013) dengan menggunakan sistem fitoremediasi statis (air dalam keadaan tenang dan tidak bergerak), mampu meremediasi logam Cu pada limbah elektroplating dengan menggunakan kombinasi tanaman *Salvinia molesta* dan *Hydrilla verticillate* didapatkan penurunan logam Cu yang paling besar dengan kombinasi tanaman berat sebesar 10 gram *Salvinia molesta* dan 25 gram *H. verticillate* yaitu sebesar 10,2 l/kg.

2.5 Integrasi Keilmuan dalam Pandangan Islam

Allah menjelaskan bahwa penyebab kerusakan lingkungan diakibatkan oleh ulah tangan manusia. Hal tersebut tertulis dalam Q.S Ar-Ruum ayat 41.

"Zaharal fasadu fil barri wal bahri bima kasabat aidinnasi liyuziqahuma ba'dallazi amilu la'allahum yarji'um"

Artinya: "Telah nampak kerusakan di darat dan di laut disebabkan karena perbuatan tangan manusia, supaya Allah Subhanahu wata'ala merasakan kepada mereka sebahagian dari (akibat) perbuatan mereka, agar mereka kembali (ke jalan yang benar)".

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Ayat tersebut menjelaskan bahwa rusaknya alam atau terjadinya sebuah bencana alam terdapat hubungannya dengan apa yang dilakukan oleh manusia. Abu Aliyah berkata: "barang siapa yang berlaku maksiat kepada Allah Subhanahu wata'ala di muka bumi, maka berarti dia telah berbuat kerusakan di dalamnya. Karena kebaikan bumi dan langit adalah sebab ketaatan".

Pendapat ini mengindikasikan kepada adanya kerusakan yang muncul yang dikarenakan oleh perbuatan ulah tangan manusia yang mendasari perbuatannya dengan ketidaktaatan kepada Allah Subhanahu wata'ala. Contohnya yaitu terjadinya pencemaran lingkungan yakni air yang disebabkan oleh perbuatan manusia yang membuang air limbah hasil aktivitas sehari-hari langsung dialirkan ke saluran pembuangan tanpa melakukan pengolahan terlebih dahulu. Hal ini akan berdampak buruk bagi kesehatan penduduk sekitar maupun terganggunya kehidupan dalam air seperti ikan, mikroorganimse dan lain-lain Untuk meminimalisir dampak tersebut harus dilakukan proses pengolahan air limbah dalam bentuk teknologi yang tepat guna.

Melalui kitab suci Al-qur'an Allah Subhanahu wata'ala menjelaskan mengenai ilmu pengetahuan dan teknologi untuk dikembangkan oleh manusia dalam surat Ar-Rahman ayat 33.

"Ya ma'syaral jinni wal insi inistata'tum an tanfuzu min aqtaris samawati wal ardhi fanfudzu, la tanfudzuna illa busulthan"

Artinya: "Hai jama´ah jin dan manusia, jika kamu sanggup menembus (melintasi) penjuru langit dan bumi, maka lintasilah, kamu tidak dapat menembusnya kecuali dengan kekuatan".

Beberapa ahli menjelaskan kata "sulthan" dengan berbagai macam arti, ada yang mengartikan dengan kekuatan dan kekuasaan ada pula yang mengartikan dengan ilmu pengetahuan, kemampuan dan sebagainya.

Dr. Abd. Al-Razzaq Nauval dalam bukunya Al-Muslimun wa al-ilm a-hadits mengartikan kata "sulthan" dengan ilmu pengetahuan dan kemampuan atau teknologi. Kemudian beliau menjelaskan bahwa ayat ini memberi isyarat kepada manusia bahwa mereka tidak mustahil untuk menembus ruang angkasa,

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

bila ilmu pengetahuan dan kemampuannya atau teknologinya memadai. Seperti halnya teknologi yang digunakan untuk pengolahan air limbah domestik.

Tanpa adanya ilmu pengetahuan manusia tidak akan bisa mengembangkan atau menciptakan sebuah teknologi. Dalam kasus ini, salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk pengolahan limbah domestik yaitu teknologi fitoremediasi. Dalam teknologi fitoremediasi membutuhkan fitoremediator dalam wujud tanaman, baik berupa pohon, rumput-rumputan maupun tanaman air.

Allah swt berfirman dalam Surat Al-Luqman ayat 10:

"Kholaqas-samawati bigairi amadin taraunaha wa alqa fil-ardi rawasiya an tamida bikum wa bassa fiha ming kulli dabbah, wa anzalna minas-sama'i ma'an fa ambatna fiha ming kulli zaujing karim"

Artinya: "Dia menciptakan langit tanpa tiang yang kamu melihatnya dan Dia meletakkan gunung-gunung (di permukaan) bumi supaya bumi itu tidak menggoyangkan kamu; dan memperkembang biakkan padanya segala macam jenis binatang. Dan Kami turunkan air hujan dari langit, lalu Kami tumbuhkan padanya segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik."

Berdasarkan ayat tersebut dijelaskan bahwa Allah Subhanahu wata'ala mengembangbiakkan segala jenis binatang, seperti mikroorganisme yang berada di air. Kemudian diturunkan air hujan untuk menumbuhkan segala macam tumbuh-tumbuhan yang baik. Tumbuhan tersebut sudah pasti memiliki kegunaan dan manfaat, salah satunya tanaman kiambang. Selama ini tanaman kiambang dipandang sebelah mata karena dianggap sebagai tanaman pengganggu/ gulma tidak memiliki nilai ekonomis yang tinggi. Meskipun begitu, tanaman ini mempunyai kelebihan yaitu memiliki sifat hiperakumulator yang tinggi terhadap logam berat.

Dalam pengolahan limbah dengan teknologi fitoremediasi akan menggunakan tanaman sebagai fitoremediator yang akan bekerjasama dengan mikroorganisme untuk menurunkan atau menghilangkan zat pencemar yang ada di dalam air limbah tersebut.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2.6 Penelitian Terdahulu

Tabel 2.3 Penelitian Terdahulu

No	Penulis	Tujuan	Hasil Penelitian
1	Rahmawati, Afifah, Badrus Zaman, dan Purwono, (2016). "Kemampuan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) dalam menyisihkan BOD dan Fosfat pada Limbah Domestik (*Grey Water*) dengan sistem Fitoremediasi Secara Kontinu"	Untuk mengetahui efisiensi penyisihan BOD dan fosfat pada limbah domestik (*Grey water*) dan menganalisis pengaruh luasan tanaman kiambang terhadap penyisihan BOD dan fosfat.	Penelitian ini menggunakan tumbuhan kiambang (*Salvinia molesta*) sebagai salah satu alternatif pengolahan awal untuk pengolahan limbah domestik. Penelitian ini dilakukan dengan sistem kontinu dengan menggunakan variasi luasan penutupan tumbuhan dan waktu tinggal limbah (3,6,9 dan 12 hari). Hasil dari penelitian ini adalah tanaman kiambang kurang mampu dalam meremoval BOD dan Fosfat, yang mana tanaman tersebut hanya mampu meremoval BOD sebesar 86,35% dan Fosfat sebesar 71,71%. Adapun pengaruh luas penutupan tanaman kiambang terhadap penyisihan BOD dan fosfat yakni sedang dan tidak signifikan.
2	Nurmitha A., Aulia, Lawalenna Samang, dan Achmad Zubair, (2013), "Fitoremediasi Pengolahan Limbah Cair Rumah Tangga dengan Memanfaatkan Eceng Gondok"	Untuk membandingkan karakteristik fisik dan kimia limbah cair rumah tangga serta efektivitas eceng gondok sebelum dan setelah melalui fotoremediasi dengan memanfaatkan tumbuhan eceng gondok.	Pada penelitian ini menggunakan tanaman eceng gondok untuk mengolah limbah cair rumah tangga. Jenis penelitian yaitu penelitian eksperimen yang dilanjutkan dengan analisa sampel di laboratorium. Hasil dari penelitian ini yaitu tanaman eceng gondok mampu meremoval TSS, BOD dan COD. Tanaman tersebut dapat menurunkan kadar TSS dari 73 mg/l hingga 4 mg/l, kadar BOD dari 90 mg/l hingga 4 mg/l dan kadar COD dari 172,48 mg/l menjadi 10,87 mg/l dengan efektifitas penurunan masing-masing 89,3%, 92,9% dan 90,4%
3	Tangahu, Bieby Voijant, Adistie Prestiani Putri, (2017), "The Degradation of BOD and COD of Batik Industri	Tujuan dari penelitian ini adalah menentukan konsentrasi untuk meremoval BOD dan COD industri air limbah batik menggunakan	Penelitian ini menggunakan reaktor skala laboratorium dalam sistem batch selama 17 hari. Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa efisiensi removal oleh tanaman *Egeria densa* mencapai

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Penulis	Tujuan	Hasil Penelitian
	Wastewater Using *Egeria Densa* and *Salvinia Molesta*"	*Egeria densa* dan *Salvinia molesta*	93% atau sekitar 94,4 mg/l dan 95% atau sekitar 392,2 mg/l BOD. Sedangkan efisiensi removal oleh tanaman *Salvinia molesta* mencapai 99% atau setara dengan 1693,1 mg/l BOD dan 4338,5 mg/l COD.
4	Dewi, I G.A. Kunti Sri Panca, Putu Suarya, Iryanti E.Suprihatin, dan Wahyu Dwijani S. (2016), "Penurunan BOD, COD, dan Zat Warna Limbah Pencelupan dengan Fitoekstraksi Menggunakan Kiambang (*Salvinia molesta*)"	Untuk menganalisis penyerapan zat warna 'congo red' dan metil biru oleh kiambang (*Salvenia molesta*).	Hasil dari penelitian ini yaitu tanaman kiambang mampu menurunkan kandungan BOD sebesar 46,11%, dan COD sebesar 34,60% pada limbah pencelupan. Namun, untuk menurunkan zat warna cango red dan metil biru hasilnya tidak signifikan. Hal ini mungkin disebabkan oleh terlalu pekatnya limbah pencelupan tersebut. penurunan cango red setelah proses fitoremediasi sebesar 59, 41% dan metil biru hanya 18,18%.
5	Simatupang, Iwan Siti Fatonah, dan Dyah Iriani, (2015), "Pemanfaatan Kiambang (*Salvinia molesta D.Mitch*) untuk Fitoremediasi Limbah Organik Pulp dan Kertas"	Untuk menentukan kemampuan kiambang (*Salvinia molesta*) dalam meningkatkan kualitas air pada air limbah organik cair pulp dan kertas	Pada penelitian ini menggunakan rancangan acak lengkap (RAL) dengan perlakuan pengenceran 25%, 50%, 75% dan 100% serta kontrol selama 15 hari. Data dianalisis menggunakan ANOVA dan diuji lanjut menggunakan DMRT pada taraf 5%. Hasil dari penelitian ini yaitu tanaman kiambang belum mampu meremoval kandungan BOD, COD, dan TSS pada limbah industri kertas. Tanaman ini hanya mampu memperbaiki kualitas limbah pada konsentrasi 25% yakni meningkatkan kandungan DO dari 5 ppm menjadi 16 ppm.
6	Filliazati, Mega, Isna Apriani, dan Titin Anita Zahara, (2013), "Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang"	Untuk mengetahui efisiensi penurunan BOD, Minyak dan lemak pada limbah rumah makan dengan pengolahan biofilter aerob menggunakan media bioball dan tanaman kiambang.	Hasil dari penelitian ini pengolahan dengan bioball dan tanaman kiambang mampu menurunkan parameter khususnya BOD dan minyak lemak, tetapi masih diatas baku mutu berdasarkan Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003. efisiensi penurunan BOD

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Penulis	Tujuan	Hasil Penelitian
			sebesar 68,98% dari konsentrasi awal BOD 785,5 mg/l menjadi 235,29 mg/l. Sedangkan efisiensi penurunan minyak lemak sebesar 96,60% dari konsentrasi awal 5213 mg/l menjadi 177,5 mg/l.
7	Nurhidayah, Dini Sofarini, Yunandar, (2014), "Fitoremediasi Tumbuhan Air Kiambang (*Salvinia molesta*) Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) dan Perupuk (*Phragmites karka*) sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Karet"	Penelitian ini bertujuan untuk : 1. Menilai kemampuan tumbuhan air kiambang (*Salvinia molesta*), purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dan perupuk (Phragmites *karka) dalam menurunkan* bahan pencemar limbah cair, Seng (Zn), DO (*Dissolved Oxygen*), Suhu, Derajat Keasaman (pH), BOD (*Biological Oxygen Demand*), COD (*Chemical Oxygen Demand*), TSS (*Total Suspended Solid*), Kekeruhan (Turbidity) dan Amoniak (NH_3) pada limbah cair industri karet. 2. Membandingkan jenis tumbuhan air yang potensial untuk menyerap bahan pencemar limbah cair karet. 3. Menilai status lingkungan perairan kolam limbah cair karet dari ke 3 (tiga) perlakuan, kiambang (*Salvinia molesta*), purun tikus (*Eleocharis dulcis*) dan perupuk (*Phragmites karka*) terhadap unsur logam berat seng (Zn)	Hasil dari penelitian ini yaitu: 1. Purun Tikus mampu menurunkan BOD (*Biological Oxygen Demand*) sebesar 64%, COD (Chemical Oxygen Demand) sebesar 17% dan Kekeruhan (*Turbidity*) sebesar 80%, 2. Tumbuhan air kiambang mampu menurunkan Seng (Zn) sebesar 49 % dan TSS (*Total Suspended Solid*) sebesar 70%, tumbuhan air Perupuk mampu menurunkan Amoniak (NH_3) sebesar 23%. Suhu dan pH nilainya stabil disetiap kolam instalasi tumbuhan 3. Hasil penelitian ini nilai kualitas air di limbah cair karet belum memenuhi baku mutu limbah menurut Peraturan Pemerintah No 8 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Penulis	Tujuan	Hasil Penelitian
		pada limbah cair karet.	
8	Pavithra M, Hina Kousar, Dhanushree M.S, Navitha K.R, Akshata K.U, Shivraj.S, (2016), "Potential of *Salvinia Molesta* in Treatment of Waste Water"	Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menentukan potensi *Salvinia molesta* dalam mengurangi beban polusi air limbah tekstil untuk memenuhi standar kualitas air	Hasil dari penelitian ini menunjukkan bahwa *Salvinia molesta* mampu menurunkan semua parameter yang di analisa termasuk logam berat. *Salvinia molesta* mampu menurunkan kadar warna, nitrat nitrogen, besi, fluorida dan tembaga sampai berada di bawah level yang dapat di deteksi. Namun pada kandungan BOD, *S.molesta* tidak dapat bekerja dengan baik karena nilai BOD masih tinggi, untuk penurunan COD juga mengalami penurunan sedikt dari 1200 mg/l menjadi 800 mg/l. Dengan hasil yang diperoleh disimpulkan bahwa *Salvinia molesta* adalah tanaman yang sangat ideal dalam mengolah air limbah tekstil. *S. molesta* bekerja dengan baik dalam konsentrasi 25% dari effluen.
9	Pribadi, Reny Norma, Badrus Zaman, dan Purwono, (2016), "Pengaruh Luas Penutupan Kiambang *(Salvinia molesta*) Terhadap Penurunan COD, Amonia, Nitrit, dan Nitrat pada Limbah Cair Domestik (*Grey Water*) dengan Sistem Kontinu"	Untuk mengetahui kemampuan tumbuhan kiambang dalam menyisihkan kadar COD, Ammonia, Nitrit dan Nitrat pada limbah cair domestik (*Grey water*), menganalisa pengaruh luas penutupan area tanam di dalam sistem kontinu pada penyisihan COD, Ammonia, Nitrit dan Nitrat limbah cair domestik (*Grey water*) menggunakan tumbuhan kiambang	Penelitian ini menggunakan tumbuhan kiambang (*Salvinia molesta*) sebagai salah satu alternatif pengolahan awal untuk pengolahan limbah domestik. penelitian ini dilakukan dengan sistem kontinu dengan 5 variasi luasan penutupan tumbuhan (0%, 25%, 50%, 100%) dan waktu tinggal limbah (3,6,9 dan 12 hari). Hasil dari penelitian ini adalah tanaman kiambang mampu meremoval COD sebesar 79% hingga konsentrasi menjadi 27,7 mg/l, amonia sebesar 97% dengan konsentrasi akhir sebanyak 0,02 mg/l, nitrit sebesar 17% dengan konsentrasi akhir 5,96 mg/NO_2^- dan nitrat sebesar 34% dengan konsentrasi akhir sebesar 12,6 mg/NO_3^-. Adapun pengaruh luasan penutupan tumbuhan kiambang hanya terjadi pada

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

No	Penulis	Tujuan	Hasil Penelitian
			COD dan Amoniak, sedangkan nitrit dan nitrat tidak berpengaruh dalam meremoval parameter tersebut.
10	Ng, Yin Sim, and Derek Juinn Chein Chan, (2017), "Wastewater Phytoremediation by *Salviana molesta*"	Untuk menentukan serapan nutrisi oleh *S. molesta* dari Palm Oil Mill Effluent (POME) yang diolah dan menganlisa pengaruhnya terhadap biomassa dan kandungan biokimiawi	Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa *Salvinia molesta* mencapai efisiensi removal fosfat sebesar 95% dari air limbah dan menurunkan konsentrasi menjadi 0,17 mg/l. Untuk konsentrasi nitrat pada akhir percobaan turun menjadi 0,50 mg/l, konsentrasi amoniak menunjukkan penurunan secara fluktuasi dengan nilai rata-rata sekitar 2,62 mg/l. Untuk penilaian kualitas air, seperti kekeruhan mengalami penurunan dari 7,56 NTU menjadi 0,94 NTU hanya dalam kurun waktu 2 hari. Untuk analisa MLVSS secara signifikan rendah pada hari ke-2 percobaan. efisiensi penurunan COD sebesar 39%. dari keenam uji kualitas air sudah memenuhi batas baku mutu berdasarkan hukum masing-masing. *Salvinia molesta* juga berpengaruh terhadap pertambahan biomassa, karbohidrat dan protein pada akhir percobaan. hal ini menunjukkan bahwa *S.molesta* memiliki potensi untuk digunakan dalam fitoremediasi POME dan menunjukkan komposisi biokimia yang unggul dikarenakan mengalami peningkatan sebesar 79% , dengan berat segar tercatat sebesar 782,72 g dalam 16 hari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB III
METODE PENELITIAN

3.1 Lokasi Penelitian

Penelitian ini berjudul Fitoremediasi Limbah Domestik (*grey water*) Menggunakan Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*) dengan Sistem *Batch* Skala Laboratorium. Penelitian dilakukan di *Green House* (Barat Masjid) dan Laboratorium Integrasi pada Ruangan Fisik, Kimia dan Lingkungan Universitas Islam Negeri Sunan Ampel Surabaya.

3.2 Waktu Penelitian

Waktu penelitian dilaksanakan pada bulan Maret 2019 sampai dengan bulan Juli 2019.

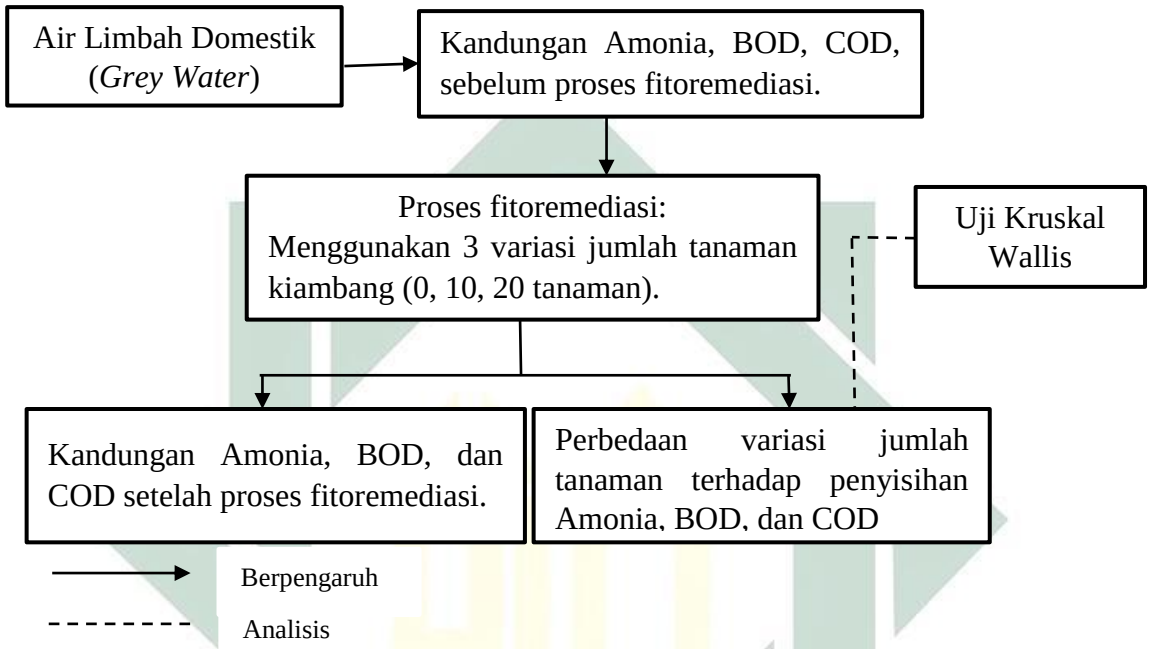
Tabel 3.1 Jadwal Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan		Maret				April				Mei				Juni				Juli			
			1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
1	Penyusunan Proposal																					
2	Perbaikan Proposal																					
3	Pelaksanaan Administrasi																					
4	Pelaksanaan Penelitian																					
	a.	Aklimatisasi Tanaman																				
	b.	Uji Fitoremediasi																				
5	Analisis/ Running																					
6	Penyusunan Laporan dan Konsultasi																					
7	Pelaksanaan Seminar Hasil																					
8	Perbaikan Laporan																					
9	Pelaksanaan Sidang Akhir																					

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.3 Kerangka Pikir Penelitian

Kerangka pikir penelitian adalah suatu diagram yang menjelaskan secara garis besar alur logika berjalannya sebuah penelitian. Hal tersebut dilakukan agar hasil penelitian yang diperoleh sesuai dengan tujuan dan ruang penelitian. Adapun kerangka pikir dalam penelitian ini ditunjukkan pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Kerangka Pikir Penelitian

(**Sumber:** Hasil Analisa dimodifikasi dari Lestari, 2012)

3.4 Variabel penelitian

Adapun variabel-variabel dalam penelitian ini adalah sebagai berikut:

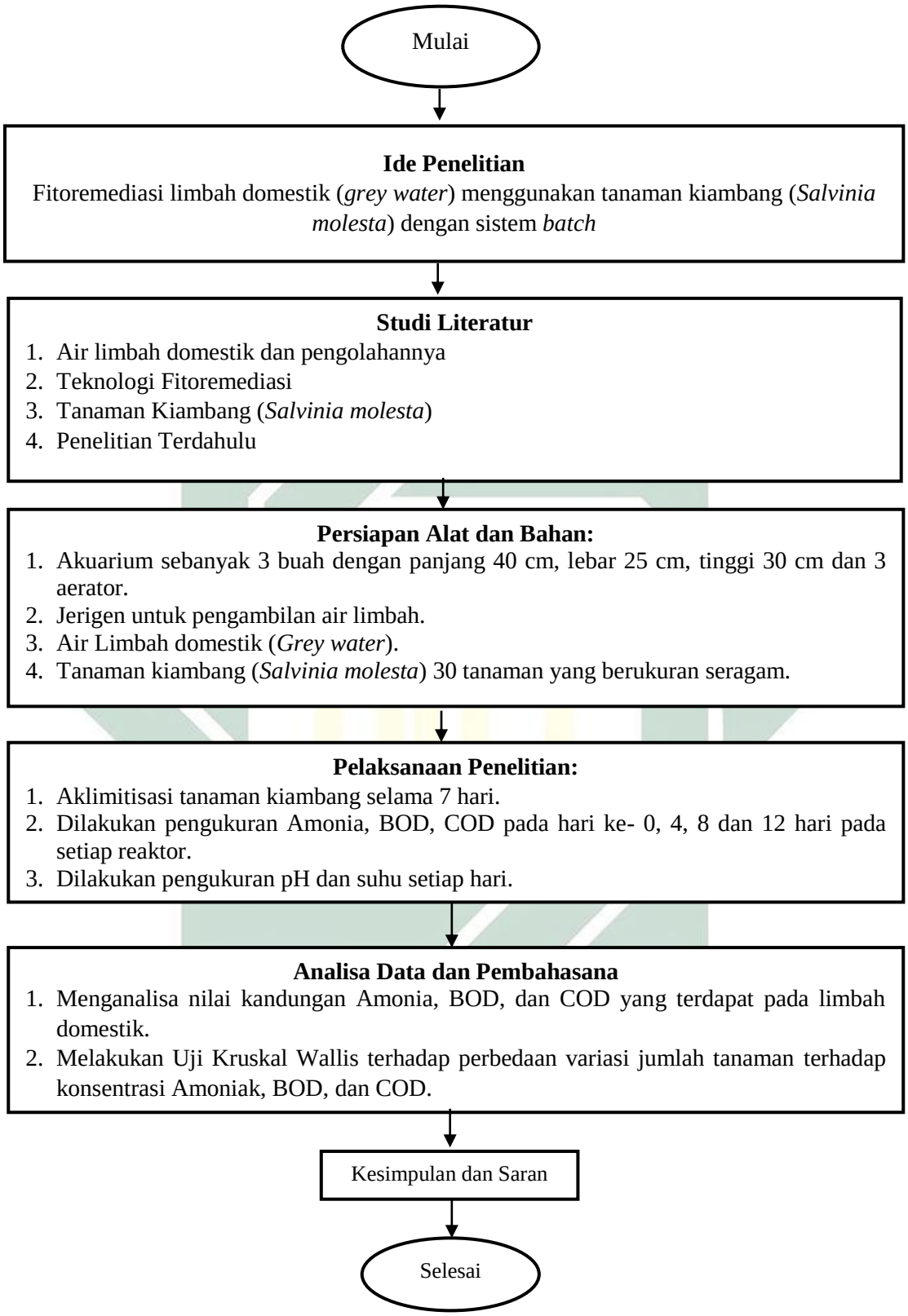
a. Variabel bebas (*independent variable*) yaitu tanaman kiambang dan air limbah domestik.

b. Variabel terikat (*dependent variable*) yaitu konsentrasi amoniak, BOD (*Biological Oxygen Demand*) dan COD (*Chemical Oxygen Demand*).

3.5 Tahapan Penelitian

Dalam penelitian ini berisi tentang langkah-langkah yang akan dilakukan selama pelaksanaan penelitian. Adapun tahapan penelitian ini digambarkan dalam Gambar 3.2

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.2 Tahapan Penelitian

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.5.1 Tahap Persiapan Penelitian

Pada tahap ini yang dilakukan adalah melakukan studi literatur terhadap obyek penelitian. Kemudian dilanjutkan dengan proses administrasi sampai diperoleh persetujuan pelaksanaan penelitian pada obyek ini. Adapun proses administrasi dalam perijinan kerja sama dengan Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi-LIPI terdapat pada **[Lampiran I]**.

3.5.2 Tahap Pelaksanaan Penelitian

Pada tahap pelaksanaan penelitian ini dilakukan pengumpulan data-data yang berkaitan dengan penelitian yaitu data primer dan data sekunder.

a. Data Primer

Dalam penelitian ini, data primer diperoleh dari uji kandungan Amonia, BOD, COD. Adapun tahapan pengumpulan data primer yaitu sebagai berikut:

1. Sampling Air Limbah

Sampling air limbah dilakukan berdasarkan SNI. 6989.57:2008-Metode pengambilan contoh air permukaan yaitu.

a. Penentuan titik sampel air permukaan (tempat mengalirnya limbah cair domestik yang berasal permukiman warga di sekitar kampus UIN Sunan Ampel Surabaya, (Wonocolo, Gang III RT 03 RW 04)) . Pertimbangan dalam penentuan titik sampel ini dilakukan agar mendapatkan hasil sebagai berikut :

a) Dapat mewakili kondisi kualitas air dari badan air yang dipantau.

b) Dapat mewakili sebagai tolak ukur dampak dari aktivitas manusia.

c) Dapat mewakili tingkat pencemaran yang diakibatkan oleh kegiatan rumah tangga.

b. Pengambilan sampel air limbah domestik

Pengambilan sampel adalah mengumpulkan volume suatu badan air yang akan diteliti, dengan jumlah sekecil mungkin namun masih mewakili (representatif) yaitu masih mempunyai semua sifat-sifat yang sama dengan badan air tersebut.

Peralatan yang dipergunakan dalam pengambilan sampel air ini adalah :

1. Water sampler kapasitas 1000 ml, sebagai alat pengambil sampel air.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

2. pH meter dan thermometer untuk mengukur pH dan temperatur.
3. Jerigen Plastik untuk tempat sampel air limbah domestik.

Pengambilan sampel air yang dijadikan sebagai bahan penelitian adalah dilakukan di air permukaan tempat mengalirnya air limbah domestik yang berasal dari kegitan rumah tangga. Adapun pertimbangan dalam penentuan lokasi adalah sebagai berikut :

a. Sampel air diambil pada satu titik dari lokasi, yaitu kedalamannya disesuaikan dengan ketentuan pengambilan air seperti yang telah diuraikan pada pengambilan air secara keseluruhan (uraian diatas). Dan diperkirakan bahwa sampel air yang diambil dapat memberikan nilai yang representatif.

Adapun dokumentasi pengambilan sampel air limbah terdapat pada **[Lampiran II].**

2. Persiapan Alat dan Bahan

Dalam penelitian ini alat dan bahan yang digunakan yaitu 3 buah akuarium yang berukuran panjang 40 cm, lebar 25 cm dan tinggi 30 cm, 3 buah aerator, Jerigen plastik untuk pengambilan sampel air limbah domestik. Alat untuk pengujian parameter: pH meter, thermometer. Bahan yang digunakan yaitu sampel air limbah domestik (*Grey water*), tanaman kiambang sebanyak 30 tanaman yang berukuran seragam (jumlah daun 9-12 helai; panjang akar 6-6,5 cm), tanaman ini di ambil dari Balai Konservasi Tumbuhan Kebun Raya Purwodadi.

3. Proses Aklimatisasi

Tanaman kiambang yang digunakan dalam proses fitoremediasi tidak berasal dari benih, melainkan tumbuhan yang sudah tumbuh sebelumnya. Tanaman dipilih yang mempunyai ukuran seragam. Aklimatisasi tanaman dilakukan dengan mengadaptasikan tanaman kiambang pada kondisi sebelum dilakukan penelitian.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

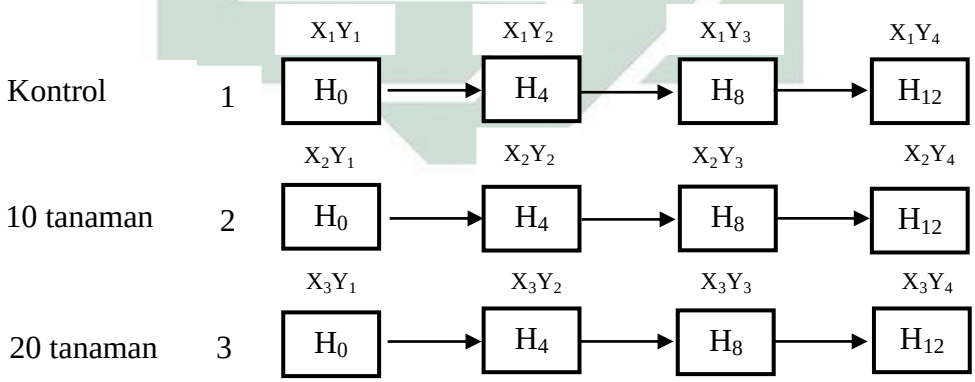
Tanaman kiambang yang akan digunakan dalam penelitian dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran atau lumpur yang menempel, selanjutnya diaklimatisasi dengan menggunakan air bebas mineral (aquades) selama 7 hari. Setelah 7 hari aklimatisasi, tanaman kiambang dapat digunakan dalam proses fitoremediasi (Nurfita, 2017).

4. Perlakuan

Dilakukan dengan memasukkan air limbah domestik ke dalam reaktor masing-masing sebanyak 20 liter. Setelah itu memasukkan tanaman yang sudah diaklimatisasi ke dalam reaktor yang sudah terisi air limbah dengan jumlah tanaman masing-masing 0 (tanpa tanaman), 10 dan 20 tanaman, penggunaan variasi tanaman mengacu pada penelitian (Yuliani, 2013). tanaman kiambang yang digunakan yaitu yang memiliki daun yang berwarna hijau dan tanaman yang mempunyai ukuran seragam. Pada proses fitoremediasi ini menggunakan sistem *batch.*

5. Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan ini memiliki variabel bebas yaitu variasi jumlah tanaman dan jumlah hari pengambilan sampel. Adapun kombinasi dari kedua variabel di tampilkan pada Gambar 3.3.



Keterangan:

H_0 = Hari ke-1

H_4 = Hari ke-4

H_8 = Hari ke-8

H_{12} = Hari ke-12

X = Jumlah hari pengambilan sampel

Y = Variasi jumlah tanaman

Gambar 3.3 Rancangan Perlakuan

(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dari rancangan perlakuan diatas diperoleh kombinasi perlakuan sebagai berikut:

X_1Y_1 = Kontrol dengan pengambilan sampel air pada hari ke-0

X_1Y_2 = Kontrol dengan pengambilan sampel air pada hari ke-4

X_1Y_3 = Kontrol dengan pengambilan sampel air pada hari ke-8

X_1Y_4 = Kontrol dengan pengambilan sampel air pada hari ke-12

X_2Y_1 = 10 tanaman dengan pengambilan sampel air pada hari ke-0

X_2Y_2 = 10 tanaman dengan pengambilan sampel air pada hari ke-4

X_2Y_3 = 10 tanaman dengan pengambilan sampel air pada hari ke-8

X_2Y_4 = 10 tanaman dengan pengambilan sampel air pada hari ke-12

X_3Y_1 = 20 tanaman dengan pengambilan sampel air pada hari ke-0

X_3Y_2 = 20 tanaman dengan pengambilan sampel air pada hari ke-4

X_3Y_3 = 20 tanaman dengan pengambilan sampel air pada hari ke-8

X_3Y_4 = 20 tanaman dengan pengambilan sampel air pada hari ke-12

6. Pengambilan Data

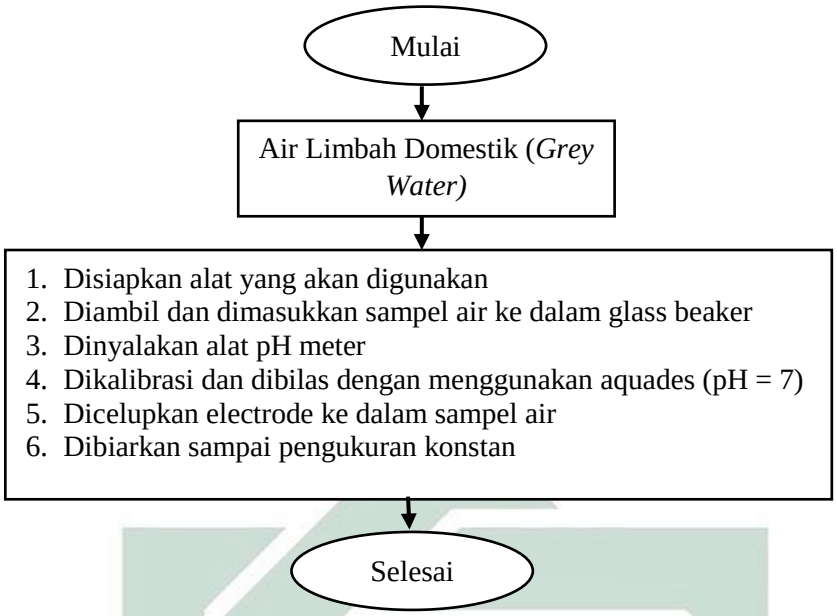
Pengambilan data dilakukan pada hari ke- 0, 4, 8 dan 12. Pengujian parameter sampel air limbah domestik dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Surabaya untuk pengukuran Amoniak. Untuk parameter BOD dan COD dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Surabaya dan parameter pendukung pH dan suhu dilakukan di laboratorium terintegaris UIN Sunan Ampel Surabaya.

Pengukuran Amoniak dilakukan berdasarkan metode SNI. 06-2479-1991 dengan alat spektrofotometer secara nessler. Pada pengukuran COD dilakukan berdasarkan SNI 6989.02:2009 **[Lampiran III]** dengan refluks tertutup secara spektrofotometri. Pengukuran BOD dilakukan berdasarkan SNI. 6989.72:2009 **[Lampiran IV]-** Cara Uji kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand).

a. Pengukuran pH

Adapun pengukuran pH yaitu dilakukan setiap hari dan menggunakan pH meter dengan prosedur dapat dilihat pada Gambar 3.4

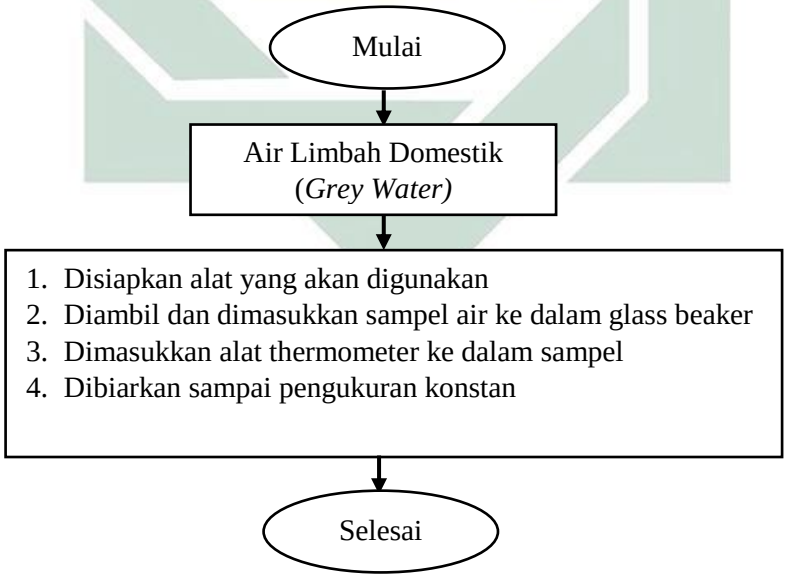
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 3.4 Skema Kerja Pengukuran pH

b. Pengukuran Suhu

Adapun pengukuran suhu pada air limbah dilakukan setiap hari dan menggunakan alat thermometer. Sebagaimana prosedur yang disajikan pada Gambar 3.5.



Gambar 3.5 Skema Kerja Pengukuran Suhu

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

b. Data Sekunder

Data sekunder dalam penelitian ini yaitu data yang diperoleh dari sumber lain seperti jurnal, skripsi, thesis, penelitian orang atau badan/organisasi lain.

3.5.3 Tahap Pengolahan Data dan Penyusunan Laporan

Tahap pengolahan data dan penyusunan laporan yaitu melaporkan semua hasil penelitian mengenai fitoremediasi limbah domestik *(Grey water*) menggunakan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dengan sistem *batch*. Data parameter Amonia, BOD, COD, pH, dan suhu kemudian di analisa dengan metode deskriptif dan statistik. Metode Analisa data yang digunakan dalam penelitian sebagai berikut :

1. Analisa Deskriptif

Analisa deskriptif digunakan untuk menjelaskan mengenai kemampuan tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) dalam meremoval Amonia, BOD, COD terhadap variasi jumlah tanaman yang digunakan dan lamanya waktu tinggal. Analisa deskriptif menggunakan gambar dan grafik untuk mempermudah dalam pemabahasan. Untuk mengetahui presentasi penurunan konsentrasi amoniak, BOD dan COD dengan menggunakan rumus:

$$Efisiensi\ (Ef) = \frac{(Co-Ct)}{Co}\ x\ 100\%$$ .....(Nurfita, 2017)

Keterangan: Ef = efisiensi tanaman kiambang

Co = konsentrasi awal sampel

Ct = konsentrasi akhir sampel

2. Analisa Statistik

Analisa statistik menggunakan Uji Kruskal Wallis. Uji ini digunakan sebagai alternatif dari uji one way anova apabila data penelitian yang akan diuji berbentuk peringkat atau data dalam skala ordinal. Uji kruskal wallis juga tidak memerlukan asumsi normal dan homogen pada distribusi induknya. Uji ini digunakan untuk 3 sampel atau lebih yang tidak berpasangan. Persyaratan yang harus dipenuhi dalam uji ini adalah k buah sampel dipilih secara acak dan data awal dalam k buah kelompok yang akan disusun peringkatnya merupakan data kontinu. Nilai keyakinan yang digunakan sebesar 95% dan level of significant (α) = 0,05.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3.6 Hipotesis Penelitian

Hipotesis merupakan jawaban sementara untuk suatu masalah yang masih bersifat praduga karena belum diketahui kebenarannya. Hipotesis yang masih bersifat praduga membutuhkan adanya uji kebenaran untuk membuktikan hipotesis diterima atau tidak.

Adapun hipoteasis dari penelitian ini yaitu antara lain:

a. (H0) = tidak ada perbedaan terhadap variasi jumlah tanaman kiambang dalam penyisihan amoniak.

   (H1) = adanya perbedaaan terhadap variasi jumlah tanaman kiambang dalam penyisihan amoniak.

b. (H0) = tidak ada perbedaan terhadap variasi jumlah tanaman kiambang dalam penyisihan BOD.

   (H1) = adanya perbedaan terhadap variasi jumlah tanaman kiambang dalam penyisihan BOD.

c. (H0) = tidak ada perbedaan terhadap variasi jumlah tanaman kiambang dalam penyisihan COD.

   (H1) = adanya perbedaan terhadap variasi jumlah tanaman kiambang dalam penyisihan COD.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Tahap Aklimatisasi Tanaman

Penelitian diawali dengan proses aklimatisasi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*). Proses ini bertujuan agar tanaman mampu menyesuaikan diri dengan lingkungan tumbuh dalam proses fitoremediasi (Imron, 2018). Berdasarkan penelitian terdahulu yang dilakukan oleh Nurfita (2017), tanaman kiambang yang akan digunakan, sebelumnya dibersihkan terlebih dahulu dari kotoran atau lumpur yang menempel. Proses aklimatisasi ini dilakukan selama 7 hari. Pada proses ini air yang digunakan yaitu air bebas mineral (aquades). Penggunaan aquades untuk proses aklimatisasi dilatarbelakangi oleh sifat netral sehingga tanaman yang diaklimatisasi tidak terkontaminasi dengan senyawa lain (Rahadian, 2017). Air aquades kemudian dimasukkan ke dalam bak plastik bening yang berkapasitas 5 liter, masing-masing bak berisi 10 tanaman. Berikut merupakan hasil aklimatisasi tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) selama 7 hari. Adapun dokumentasi Aklimatisasi juga dapat dilihat pada **[Lampiran V].**

1. Aklimatisasi Hari Ke-1

Kondisi tanaman kiambang pada hari pertama masih sangat baik, dengan ditandai warna daun yang masih hijau. Diameter daun kiambang rata-rata memiliki lebar sekitar 2-3 cm. Menurut Harley dan Mitchell (1981), tanaman dengan lebar daun sekitar 20-50 mm termasuk dalam bentuk pertumbuhan sekunder. Panjang akar tanaman rata-rata sekitar 1-1,5 cm. Rahayu (2018) menyatakan bahwa tanaman akan tumbuh secara optimal pada suhu 20-30 ^{o}C. Sesuai dengan pernyataan tersebut, suhu yang terdapat dalam air adalah 27 ^{o}C, sedangkan suhu lingkungan sebesar 29 ^{o}C. Adapun kondisi tanaman pada hari pertama disajikan pada Gambar 4.1.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.1 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-1

(**Sumber**: Hasil Penelitian, 2019)

2. Aklimatisasi Hari Ke-2

Pada hari kedua, kondisi tanaman kiambang tidak mengalami perubahan. Namun, terjadi perkembangan pada panjang akar tanaman, yakni rata-rata panjang akar menjadi 1,5-2 cm. Tanaman kiambang masih berada pada pertumbuhan bentuk sekunder. Suhu yang ada dalam air sebesar 29 ^{o}C dan suhu lingkungan sebesar 30 ^{o}C. Adapun gambar kondisi tanaman pada hari kedua disajikan pada Gambar 4.2

Gambar 4.2 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-2

(**Sumber**: Hasil Penelitian, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

3. Aklimatisasi Hari Ke-3

Pada hari ketiga, kondisi tanaman mulai tampak sedikit perubahan, dengan ditandai munculnya warna kecoklatan pada sisi-sisi daun (daun telah mengering). Hal ini dapat disebabkan tingginya suhu lingkungan pada hari sebelumnya. Untuk diameter daun tidak mengalami perkembangan secara pesat, hanya bertambah sekitar 0,1-0,2 cm. Panjang akar tanaman rata-rata menjadi 2-3 cm. Untuk suhu yang berada dalam air sebesar 26 ^{o}C dan suhu lingkungan sebesar 27°C. Adapun gambar kondisi tanaman kiambang pada hari ketiga disajikan pada Gambar 4.3.

Gambar 4.3 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-3

(**Sumber**: Hasil Penelitian, 2019)

4. Aklimatisasi Hari Ke-4

Pada hari keempat, kondisi tanaman tidak begitu banyak perubahan dari hari sebelumnya, begitu juga dengan diameter tanamannya. Pertumbuhan daun tidak begitu pesat, hal ini dikarenakan ruang tumbuh yang terbatas. Yuliani (2013) menyatakan bahwa salah satu faktor pertumbuhan tanaman yaitu dipengaruhi oleh ruang tumbuh, dimana semakin sempit ruang tumbuhnya maka pertumbuhan tanaman akan semakin lambat, dan juga sebaliknya. Untuk panjang akar berkembang cukup pesat, rata-rata panjang akar menjadi 2,5-3,5 cm. Suhu yang terdapat pada air sebesar 30 ^{o}C sedangkan suhu lingkungan sebesar 31 ^{o}C. Pada hari keempat ini muncul spora kecil-kecil yang terdapat di antara daun yang terendam. Adapun gambar kondisi tanaman kiambang pada hari keempat ditunjukkan pada Gambar 4.4.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.4 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-4

(**Sumber**: Hasil Penelitian, 2019)

5. Aklimatisasi Hari Ke-5

Pada hari kelima, kondisi tanaman kiambang mengalami banyak perubahan. Warna daun berubah menjadi hijau tua dan terdapat warna kecoklatan pada sisi-sisi daun tersebut. Selain itu, beberapa daun yang sudah tua juga mengalami kerusakan. Pada diameter daun sedikit berkembang yaitu kurang lebih 0,1-0,2 cm, dan panjang akar rata-rata menjadi 3,5-4,5 cm dengan suhu lingkungan sekitar27 ^{o}C dan 26 ^{o}C pada suhu air. Pada beberapa batang tanaman muncul daun baru dimana daun ini merupakan proses berproduksi secara vegetatif dengan memperbanyak diri oleh batang rapuh yang kemudian pecah (Barret, 1989). Spora yang berada di sekitar akar-akar tanaman semakin banyak. Adapun gambar kondisi tanaman kiambang pada hari ke lima disajikan pada Gambar 4.5

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Gambar 4.5 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-5

(**Sumber**: Hasil Penelitian, 2019)

6. Aklimatisasi Hari Ke-6

Kondisi tanaman kiambang pada hari ke enam yaitu semakin banyak daun yang mengering pada sisi-sisinya dan juga daun yang membusuk. Hal ini dikarenakan suhu yang tinggi yaitu sebesar 31 ^{o}C pada suhu lingkungan dan 30 ^{o}C pada suhu air. Salah satu faktor yang mempengaruhi pertumbuhan tanaman kiambang yaitu suhu; semakin tinggi suhunya, semakin cepat pula tanaman kiambang mengering karena terlalu panas (Yuliani, 2012). Untuk diameter daun bertambah sekitar 0,1-0,2 cm dan panjang akar menjadi 4,5-5,5 cm. Adapun gambar kondisi tanaman kiambang pada hari ke enam disajikan pada Gambar 4.6.

Gambar 4.6 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-6

(**Sumber**: Hasil Penelitian, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

7. Aklimatisasi Hari Ke-7

Pada hari ke tujuh kondisi tanaman kiambang tidak terjadi banyak perubahan. Bagian sisi-sisi daun semakin banyak yang mengering (berwarna kecoklatan). Diameter tanaman masih sama dan panjang akar tanaman bertambah menjadi 5-6 cm. Suhu yang terdapat dalam air sebesar 28 ^{o}C dan 29 ^{o}C suhu pada lingkungan. Adapun gambar keadaan tanaman kiambang pada hari ke 7 disajikan pada Gambar 4.7

Gambar 4.7 Aklimatisasi Tanaman Kiambang Pada Hari Ke-7

(**Sumber**: Hasil Penelitian, 2019)

Dari proses aklimatisasi selama 7 hari, dapat disimpulkan bahwa tanaman kiambang tidak ada yang mati, hanya mengalami kerusakan pada beberapa tanaman yang disebabkan oleh faktor lingkungan. Hal ini sesuai dengan pernyataan Pribadi (2016), bahwa tanaman kiambang ini mampu tumbuh pada perairan dengan kadar nutrisi yang rendah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.2 Uji Fitoremediasi Tanaman Kiambang (*Salvinia molesta*)

Tahap kedua setelah proses aklimatisasi adalah uji fitoremediasi tanaman kiambang pada air limbah. Sampel air yang digunakan yaitu air limbah domestik (*grey water*) yang diambil dari pemukiman penduduk sekitar kampus Universitas Islam Negeri Surabaya (Wonocolo, Gang III RT 03 RW 04). Langkah selanjutnya yang dilakukan adalan dengan memasukkan air limbah dan tanaman kiambang ke dalam reaktor, dan memanfaatkan aerator untuk menyuplai oksigen. Secara umum, aerasi bertujuan untuk meningkatkan kontak udara dengan air, namun pada praktiknya proses aerasi bertujuan untuk meningkatkan konsentrasi oksigen di dalam air limbah. Peningkatan oksigen ini bermanfaat untuk proses oksidasi senyawa-senyawa kimia dalam air limbah serta untuk menghilangkan bau (Madussa, 2017).

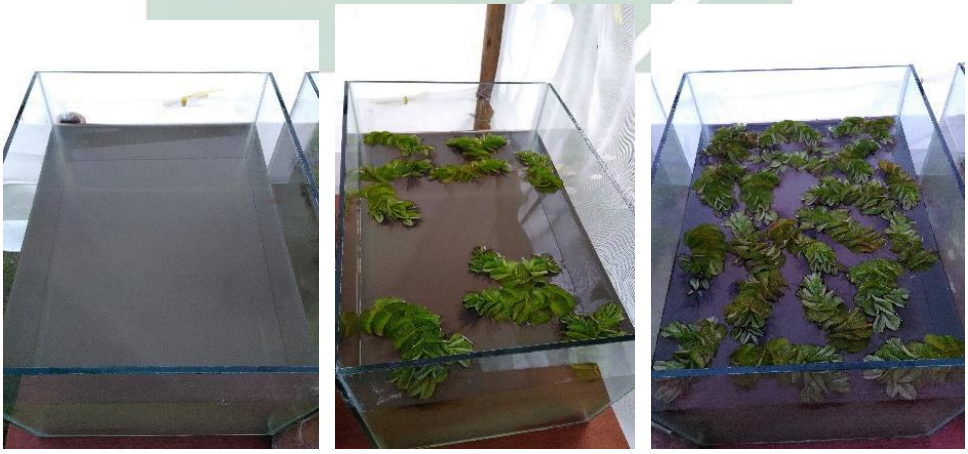
Tanaman kiambang yang digunakan yaitu memiliki kriteria panjang akar sepanjang 5-6,5 cm dan jumlah daun sekitar 9-12 helai, dengan variasi jumlah tanaman sebanyak 0, 10, dan 20 tanaman. Sistem yang digunakan dalam penelitian ini adalah menggunakan sistem *batch.* Air limbah domestik yang digunakan yaitu sebanyak 20 liter dengan dimensi reaktor: panjang 40 cm, lebar 25 cm dan tinggi 30 cm. Proses ini berlangsung selama 12 hari dan pengambil sampel untuk uji amoniak, BOD, COD setiap 4 hari sekali. Sedangkan parameter pendukung seperti pH dan suhu dilakukan pengukuran setiap hari.

Adapun pengamatan pada tanaman kiambang selama proses fitoremediasi yakni terjadinya perubahan warna pada tanamannya menjadi hijau kehitaman. Tanaman kiambang juga mengalami kerusakan pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman masing-masing sebanyak 2 dan 4 tanaman di hari ke-4 (**Gambar 4.8 (d)**), untuk air limbahnya sudah tampak bening pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman. Terjadinya perubahan warna pada tanaman dikarenakan tanaman kiambang menyerap zat pencemar yang terkandung dalam air limbah (Aka, 2017). Sedangkan pada perlakuan kontrol tidak ada perubahan pada warna airnya. Untuk pH yang terdapat pada perlakuan kontrol sekitar 7,89-8,39 dan 26,7-30,2 ^{o}C suhu air. Dan pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman memiliki pH Sekitar 7,4-8,3 dan 26,5-30 ^{o}C suhu air.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada hari ke-5 (**Gambar 2.8 (e)**) sampai ke-7 (**Gambar 2.8 (g)**) mulai terjadi perubahan pada warna air limbah tersebut, yaitu berubah menjadi keruh atau berwarna hijau akibat adanya tanaman yang rusak. Pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman, masing-masing sekitar 6 dan 9 tanaman yang mengalami kerusakan dan juga terdapat gumpalan hitam yang menempel pada akar-akar tanaman. Begitu pun pada perlakuan kontrol, warna airnya berubah menjadi keruh. Pada perlakuan kontrol memiliki pH sekitar 7,6-8,5 dan 25-30,1 ^{o}C suhu air. Sedangkan pada perlakuan 10 dan 20 tanaman memiliki pH sekitar 7,3-8 dan 23,3-30,2 ^{o}C suhu air.

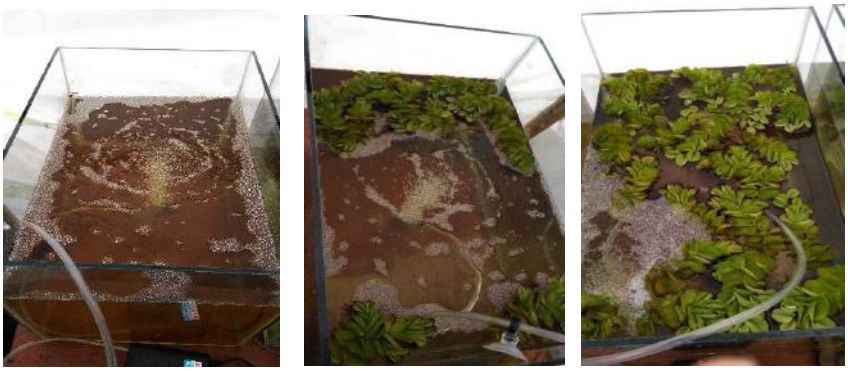
Pada hari ke-8 (**Gambar 2.8 (h)**) sampai hari ke-12 (**Gambar 2.8 (l)**), warna airnya semakin keruh dan berwarna hijau, diakibatkan oleh tanaman kiambang yang mengalami banyak kerusakan. Pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman, masing-masing hampir mengalami kerusakan sekitar 9 dan 17 tanaman. Namun, pada hari ke-8 mulai muncul kuncup tanaman baru, sampai pada hari ke-12 tanaman baru itu tumbuh semakin banyak. Pada kelompok perlakuan kontrol memiliki pH sekitar 7,8-8.3 dan 27-29,5 ^{o}C suhu air. Dan pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman memiliki pH sekitar 7,5-8.2 dan 27,8-29,5 ^{o}C suhu air. Berikut gambar uji fitormediasi selama 12 hari yang disajikan pada Gambar 4.8. lebih lengkapnya dapat dilihat pada **[Lampiran VI].**



(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

Gambar 4.8 (a) Uji Fitoremediasi Hari ke-1

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

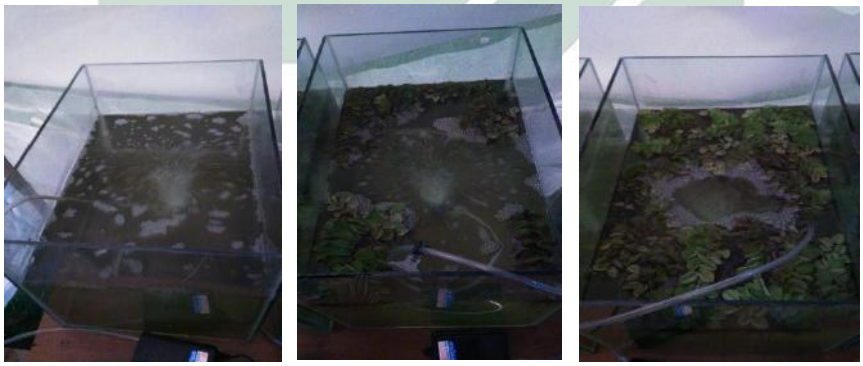


(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

Gambar 4.8 (b) Uji Fitoremediasi Hari ke-2

(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

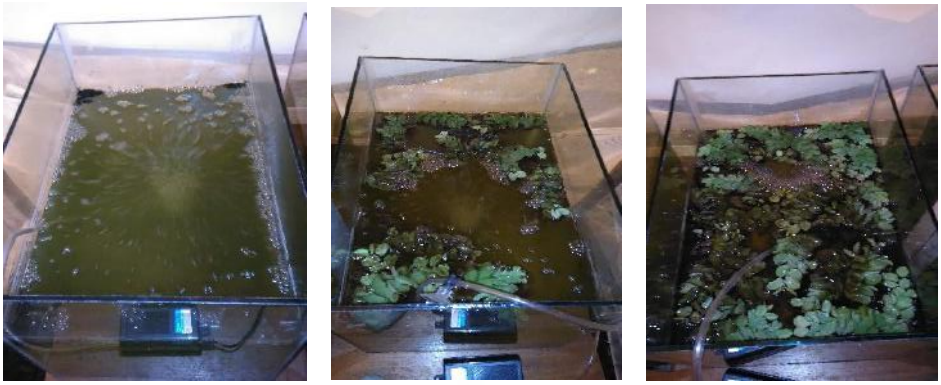
Gambar 4.8 (c) Uji Fitoremediasi Hari ke-3



(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

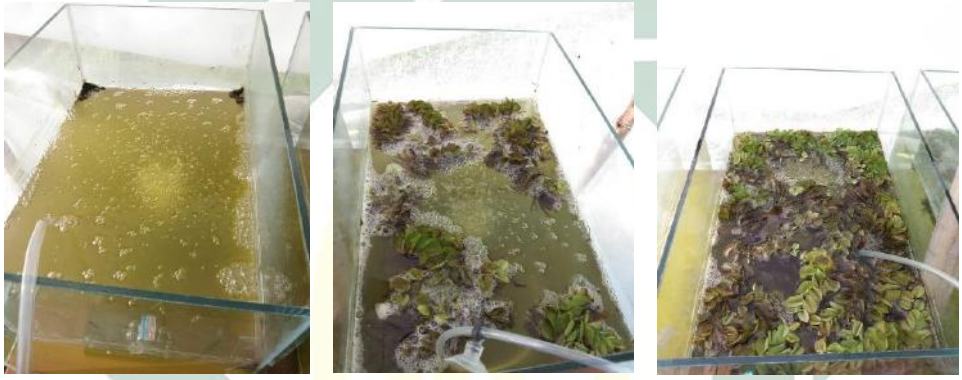
Gambar 4.8 (d) Uji Fitoremediasi Hari ke-4

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



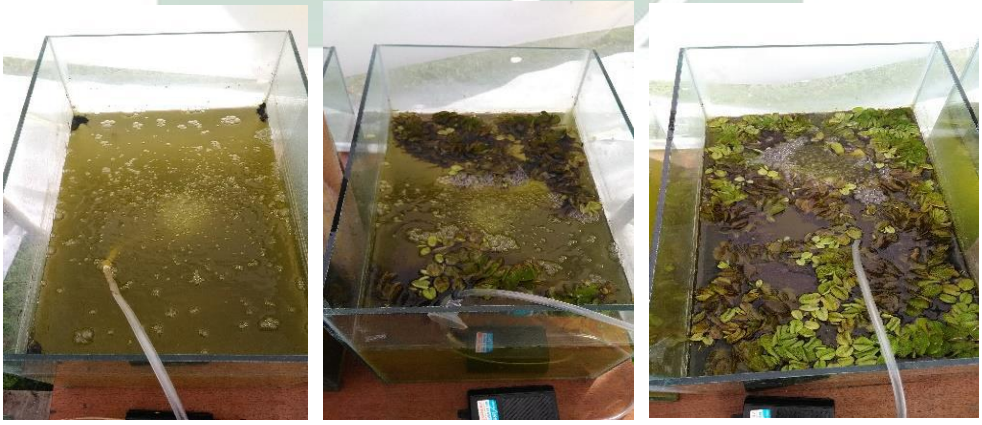
(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

Gambar 4.8 (e) Uji Fitoremediasi Hari ke-5



(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

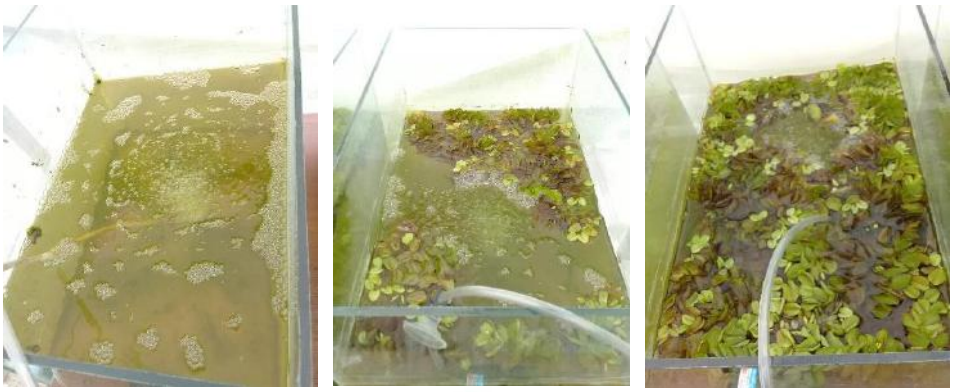
Gambar 4.8 (f) Uji Fitoremediasi Hari ke-6



(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

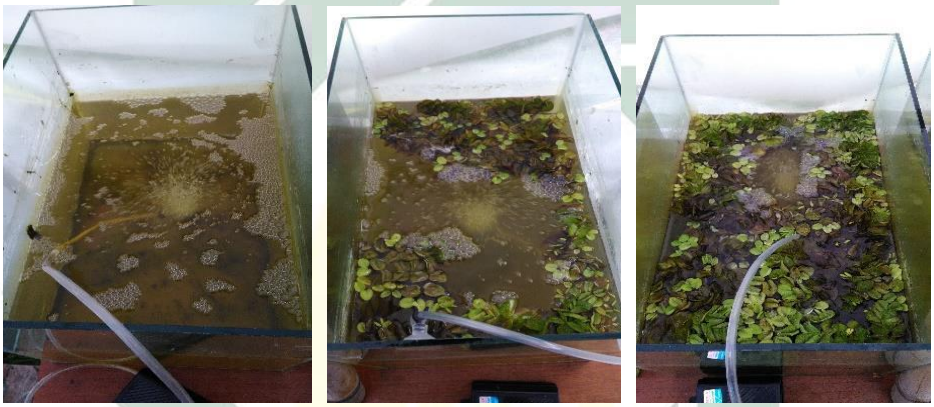
Gambar 4.8 (g) Uji Fitoremediasi Hari ke-7

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



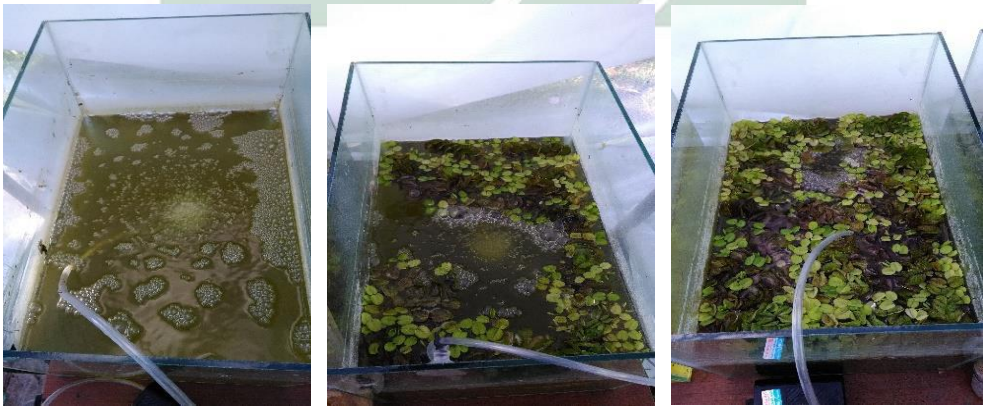
(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

Gambar 4.8 (h) Uji Fitoremediasi Hari ke-8



(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

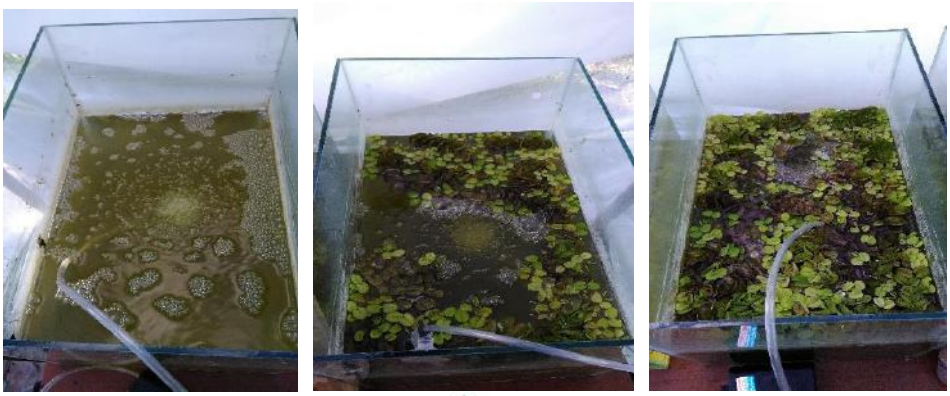
Gambar 4.8 (i) Uji Fitoremediasi Hari ke-9



(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

Gambar 4.8 (j) Uji Fitoremediasi Hari ke-10

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

Gambar 4.8 (k) Uji Fitoremediasi Hari ke-11

(1) Kontrol (2) 10 Tanaman (3) 20 Tanaman

Gambar 4.8 (l) Uji Fitoremediasi Hari ke-12

Gambar 4.8 Uji Fitoremediasi Air Limbah Domestik oleh Tanaman Kiambang

(**Sumber**: Hasil Penelitian, 2019)

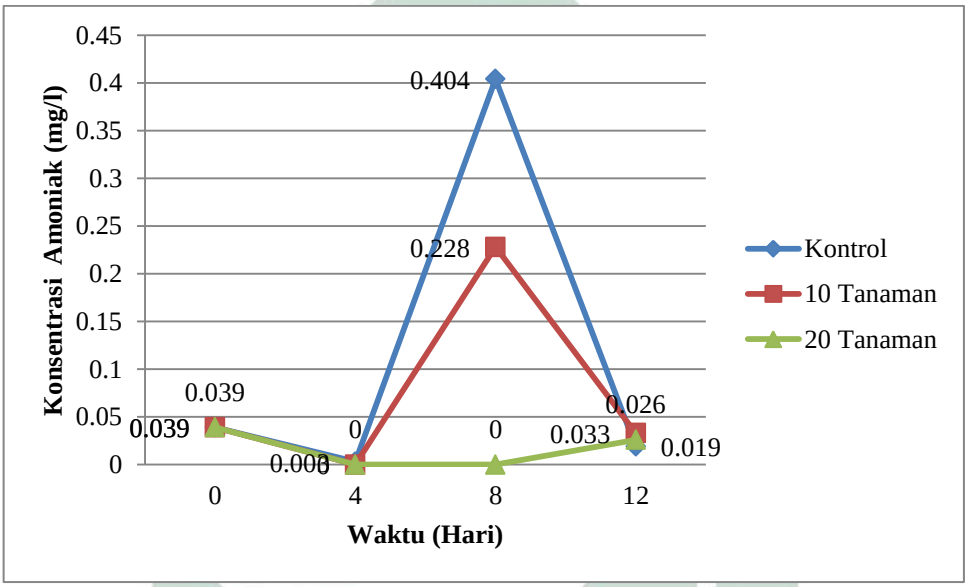
Dari perlakuan tanaman kiambang selama uji fitoremediasi, dapat disimpulkan bahwa tanaman mengalami kerusakan pada hari ke-5 sampai hari ke-12, hal ini menyebabkan warna air limbah berubah menjadi hijau dan keruh. Sesuai dengan pernyataan Aka, dkk (2017) bahwa perubahan warna limbah yang menghijau menandakan peningkatan kehidupan bakteri yang memiliki kemampuan menaikkan pH dalam reaktor.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.3 Kemampuan Tanaman Kiambang Terhadap Penurunan Zat Pencemar

4.3.1 Uji Removal Amoniak oleh Tanaman Kiambang

Amoniak pada suatu perairan bersumber dari pemecahan nitrogen organik dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air yang berasal dari dekomposisi bahan organik oleh mikroba dan jamur (Syafrani, 2010). Adapun hasil analisa kemampuan tanaman kiambang dalam mengurangi kadar amoniak ditunjukkan pada Gambar 4.9. Adapun data hasil uji laboratorium amoniak terdapat pada **[Lampiran VII].**



Gambar 4.9 Grafik Kemampuan Tanaman Kiambang dalam Meremoval Kadar Amoniak

(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

Berdasarkan **Gambar 4.9** dapat diketahui bahwa terjadi penurunan konsentrasi amoniak pada ketiga perlakuan setelah proses fitoremediasi selama 12 hari. Konsentrasi awal amoniak pada hari pertama yaitu sebesar 0,039 mg/l, kemudian terjadi penurunan pada perlakuan variasi jumlah 0, 10 dan 20 tanaman masing-masing sebesar 0,019 mg/l, 0,033 mg/l dan 0,026 mg/l. Dari ketiga perlakuan tersebut dapat diketahui bahwa penyisihan amoniak terbanyak terjadi pada pelakuan kontrol. Penurunan amoniak pada perlakuan kontrol juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Madussa (2017), amoniak mengalami penurunan dengan konsentrasi awal 3,18 mg/l menjadi 0,02 mg/l pada hari ke-10.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Pada perlakuan 0 tanaman, amoniak mengalami kenaikan dari hari ke-4 sampai hari ke-8 yaitu dari 0,003 mg/l menjadi 0,404 mg/l. Peningkatan amoniak ini dapat disebabkan karena tingginya pH dan suhu air dalam reaktor (Pribadi, 2016). pH yang terdapat pada air sekitar 7,6-8,5 dan suhu air sekitar 25 ^{o}C – 30 ^{o}C. Syafrani (2010) menyatakan bahwa semakin tinggi pH dan temperatur dalam air akan semakin banyak pula nilai amoniak dalam air. Selain itu, disebabkan adanya proses mineralisasi oleh mikroorganisme dengan nitrogen organik dan adanya proses denitrifikasi oleh mikroba pada kondisi anaerob yang kemudian akan menghasilkan amoniak baru. Mikroorganisme yang berperan dalam proes ini adalah *B. stuzeri, B. denitrofluorecens, B. vulpinus dan Thiobacillus denitrificans* (Waksman *et al.,* (1957) dalam Kurniaji (2015)). Terjadinya kondisi anaerob dikarenakan pada reaktor kontrol tidak terjadi proses fotosintesis, sehingga konsentrasi DO lebih rendah (Marsidi, 2002).

Terjadi penurunan amoniak pada perlakuan kelompok 10 dan 20 tanaman pada hari ke-4. Hal ini dapat disebabkan karena adanya proses asimilasi yaitu perubahan ammonium menjadi N-organik dalam bentuk asam amino dan protein (Pribadi, 2016). Amoniak yang telah dilepaskan pada proses sebelumnya sangat berguna bagi tumbuhan dan mikroorganisme untuk proses asimilasi menjadi nitrogen organik (Mursidi, 2002). Secara sederhana proses asimilasi amonium dinyatakan sebagai berikut:

$$4CO_2 + HCO_3^- + NH_4^+ + H_2O \rightarrow \underset{\textit{Casein/sel baru bakteri}}{C_5H_7O_2N} + 5\ O_2$$ (Hibban, 2016).

Selain itu, konsentrasi amoniak dapat berkurang melalui proses nitrifikasi yang mengubah amoniak menjadi nitrit lalu nitrat, yang dilakukan oleh bakteri autotrop yakni *nitrosomonas* dan *nitrotobacter* (Winara (2016) dalam Madussa (2017)). Bakteri *autotroph* membutuhkan senyawa anorganik sebagai sumber energi dan karbon dioksida sebagai sumber karbon. Adapun rumus kimia yang terdapat pada proses ini yaitu sebagai berikut (Kurniaji, 2015):

$$NH_3 + H_2O \xrightarrow[\textit{Nitrosomonas sp}]{} NH_4^+ + OH^-$$

.

$$NH_4^+ + 3/2\ O_2 \xrightarrow[\text{Enzim ammonia monoksigenase}]{} NO_2^- + 2H^+ + H_2O$$ (Energi = -66 kkal mol N^{-1})

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

$$NO_2^- + \frac{1}{2} O_2 \xrightarrow[\text{Enzim nitrit oksidase}]{\textit{Nitrobacter sp.}} NO_3^- \quad (\text{Energi} = -18 \text{ kkal mol } N^{-1})$$

Pada kelompok perlakuan 10 tanaman, amoniak terjadi peningkatan dari hari ke-4 sampai hari ke-8 yaitu sebesar 0,000 mg/l menjadi 0,228 mg/l. Sedangkan pada kelompok perlakuan 20 tanaman, terjadi kenaikan amoniak di hari ke-8 sampai ke-12 yaitu sebesar 0,000 mg/l menjadi 0,026 mg/l. Terjadinya peningkatan amoniak dapat disebabkan karena tidak terserapnya amoniak oleh tanaman, dikarenakan ada beberapa tanaman yang rusak atau membusuk (terdekomposisi). Proses pelepasan amoniak ini disebut amonifikasi (Mursidi, 2002). Hal serupa terjadi pada penelitian Madussa (2017) dengan menggunakan tanaman jirangau, yaitu nilai amoniak meningkat dari konsentrasi 0,013 mg/l menjadi 0,13 mg/l pada hari ke-10. Secara sederhana proses amonifikasi dinyatakan sebagai berikut:

$$\underset{\text{Asam amino glycine}}{CH_2NH_2COOH} + 3/2\ O_2 \xrightarrow{\text{enzim}} 2\ CO_2 + H_2O + NH_3 \quad \text{(Hiban, 2016)}$$

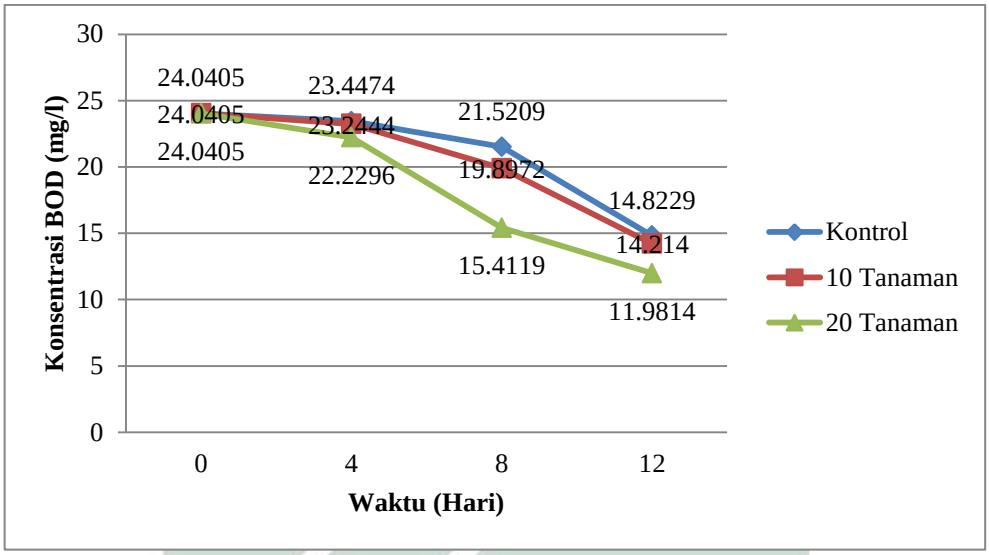
Dari penjelasan di atas, dapat disimpulkan bahwa dari ketiga kelompok perlakuan yang mampu menyerap amoniak paling banyak terjadi pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman hingga 0,000 mg/l selama 4 hari masa penelitian.

4.3.2 Uji Removal BOD oleh Tanaman Kiambang

BOD (*Biological Oxygen Demand*) adalah jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh bakteri pengurai untuk menguraikan bahan pencemar organik dalam air. Apabila konsentrasi BOD dalam suatu perairan semakin besar, semakin tinggi konsentrasi bahan organik di dalam air (Simatupang, 2015).

Adapun hasil analisa kemampuan tanaman kiambang dalam mengurangi kadar BOD ditunjukkan pada Gambar 4.10. Untuk data hasil uji laboratorium BOD terdapat pada **[Lampiran VIII].**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id



Gambar 4.10 Grafik Kemampuan Tanaman Kiambang dalam Mengurangi Kadar BOD

(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

Berdasarkan **Gambar 4.10** dapat diketahui bahwa terjadi penurunan konsentrasi BOD pada kelompok perlakuan 0, 10, dan 20 tanaman selama 12 hari proses fitoremediasi. Konsentrasi awal BOD pada hari pertama sebesar 24,0405 mg/l. Pada perlakuan kontrol terjadi penurunan sebesar 14,8229 mg/l, lalu pada kelompok perlakuan dengan variasi jumlah 10 dan 20 tanaman masing-masing konsentrasi BOD turun sebesar 14,2140 mg/l dan 11,9814 mg/l.

Dari ketiga perlakuan tersebut dapat dilihat konsentrasi yang paling banyak mengalami penurunan terjadi pada kelompok perlakuan 20 tanaman dari hari ke-4 sampai hari ke-8. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Rahmawati (2016), dengan menggunakan sistem kontinu. Hasil dari penelitian tersebut mengalami penurunan, diperoleh nilai BOD hingga konsentrasi 2,53 mg/l pada luas penutupan tanaman sebesar 75%. Terjadinya penurunan konsentrasi BOD, dapat dikarenakan adanya tanaman air yang menyebabkan meningkatnya konsentrasi oksigen terlarut dalam air limbah, oksigen ini didapat dari hasil proses fotosintesis tanaman dan penambahan aerasi pada reaktor (Wulandari (2012) dalam Simatupang (2015)).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dengan begitu, oksigen terlarut yang ada dalam reaktor semakin tinggi. Apabila oksigen terlarut tercukupi maka mikroorganisme yang bersimbiosis dalam akar tanaman dapat menguraikan kontaminan organik lebih banyak (Ramadhan, 2017).

Penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliani (2013), yang menyatakan bahwa semakin banyak jumlah tanaman kiambang (*Salvinia molesta*) yang digunakan maka semakin besar pula konsentarsi ion Cu (II) yang terserap melalui akar tanaman. Semakin banyaknya jumlah tanaman dan akar yang dimiliki oleh tumbuhan, semakin besar material organik yang dapat diserap dalam air limbah domestik (Ramadhan, 2017). Akar-akar tanaman kiambang akan melibatkan mikroorganisme untuk menguraikan bahan-bahan organik selama proses fitoremediasi, proses yang terjadi pada fase ini disebut rizhodegradasi (Suhendrayatna (2012) dalam Rahmawati (2016)).

Mangkoedihardjo (2010) dalam Rahmawati (2016) menyatakan bahwa penurunan BOD juga dapat disebabkan oleh proses fitodegradasi. Kontaminan organik yang terserap melalui akar dan mengalami penguraian melalui proses metabolisme dalam tumbuhan. Penurunan zat pencemar dapat diakibatkan oleh proses fitovolatilisasi yang merupakan penyerapan polutan oleh tanaman setelah proses diatas dan dikeluarkan dalam bentuk uap air ke atmosfer. Proses ini tepat digunakan untuk kontaminan zat-zat organik (Nurhidayah, 2014).

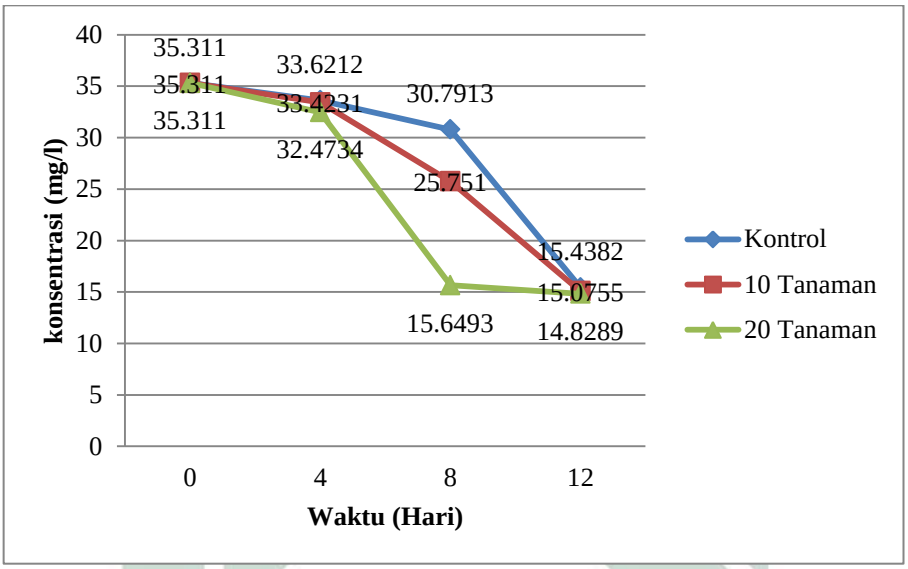
Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa dari ketiga kelompok perlakuan yang mampu menurunkan konsentrasi BOD paling banyak terjadi pada kelompok perlakuan 20 tanaman hingga 11,9814 mg/l selama 12 hari masa penelitian.

4.3.3 Uji Removal COD oleh Tanaman Kiambang

COD (*Chemical Oxygen Demand*) merupakan jumlah total oksigen yang digunakan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik secara kimia menjadi CO_2 dan H_2O. Apabila nilai COD lebih tinggi daripada BOD, hal ini dikarenakan dalam proses tersebut senyawa organik juga ikut teroksidasi (Nurmitha, 2013; Simatupang, 2015). Adapun hasil analisa kemampuan tanaman kiambang dalam meremoval kadar COD ditunjukkan pada Gambar 4.11.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Untuk data hasil uji laboratorium COD terdapat pada **[Lampiran VIII].**



Gambar 4.11 Grafik Kemampuan Tanaman Kiambang dalam Mengurangi Kadar COD

(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

Berdasarkan **Gambar 4.11** dapat diketahui bahwa terjadi penurunan konsentrasi COD pada kelompok perlakuan 0, 10, dan 20 tanaman selama 12 hari proses fitoremediasi. Konsentrasi awal pada hari pertama konsentrasi COD sebesar 35,3110 mg/l. Pada perlakuan kontrol terjadi penurunan sebesar 15,4382 mg/l, hal ini juga terjadi pada penelitian yang dilakukan oleh Nurmitha (2013) dengan menggunakan tanaman eceng gondok. Hasil yang diperoleh pada perlakuan kontrol juga mengalami penurunan dengan nilai awal COD sebesar 172,48 mg/l menjadi 25,00 mg/l selama 10 hari.

Pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman konsentrasi COD mengalami penurunan masing-masing 15,0755 mg/l dan 14,8289 mg/l. Penurunan COD terbanyak terjadi pada perlakuan 20 tanaman dari hari ke-4 sampai ke-8 yaitu 32,4734 mg/l menjadi 15,6493 mg/l. Penelitian serupa juga dilakukan oleh Pribadi (2016) dengan menggunakan reaktor kontinu. Hasil penelitian didapatkan terjadi penurunan pada konsentrasi COD dari 247 mg/l hingga menjadi 27,7 mg/l.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penurunan COD dapat disebabkan tanaman sebelumnya telah diaklimatisasi terlebih dahulu sehingga akar tanaman mampu menyerap ion-ion secara maksimal. Pada perlakuan kontrol terjadi penurunan COD terbanyak dari hari ke-8 sampai hari ke-12 sebesar 30,7913 mg/l menjadi 15,4382 mg/l. Penurunan ini dikarenakan alam mempunyai kemampuan *self purification* yaitu untuk membersihkan pencemar yang berlangsung secara alamiah (Pribadi, 2016). *Self purification* secara biologi adalah proses dimana air limbah organik dihancurkan oleh mikroorganisme dari proses respirasi dan diperoleh produk akhir yang stabil seperti karbon dioksida, air, fosfat dan nitrat. Dalam proses ini sangat berhubungan erat dengan kandungan oksigen terlarut. Apabila kandungan DO nya tinggi maka, mikroorganisme dapat meremoval zat pencemar dalam air limbah semakin banyak (Mcgowan, 2014).

Adanya tanaman pada kelompok perlakuan dapat menurunkan COD dikarenakan dalam air limbah terdapat adanya bahan organik yang akan dirombak oleh mikroorganisme. Bahan organik tersebut akan diubah menjadi senyawa yang lebih sederhana dan akan dimanfaatkan sebagai nutrient oleh tanaman. Mikroorganisme yang berperan pada penurunan kadar bahan pencemar organik yaitu bakteri aerobik (Hapsari, 2016).

Konsentrasi COD turun juga dapat dikarenakan adanya proses fitovolatilisasi, yaitu proses pelepasan kontaminan ke udara setelah terserap oleh tumbuhan kiambang. Setiap tanaman mempunyai tekanan uap dengan tingkat yang berbeda-beda, hal ini yang menentukan banyak sedikitnya tingkat fitovolatilisasi (Mangkoedihardjo (2010) dalam Pribadi (2016)). Faktor lingkungan juga mempengaruhi konsentrasi COD. Selama 12 hari masa penelitian memiliki pH sekitar 7,3-8,5. Effendi (2003) menyatakan bahwa sebagian besar biota akuatik sensitif terhadap perubahan pH dan menyukai nilai pH 7-8,5.

Pada penelitian ini juga selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Yuliani (2013) menyatakan bahwa semakin banyak tanaman kiambang yang digunakan semakin banyak pula ion-ion yang diserap oleh akar tanaman. Begitu juga pada penelitian ini yang mana penurunan COD terbanyak terjadi pada kelompok perlakuan 20 tanaman.

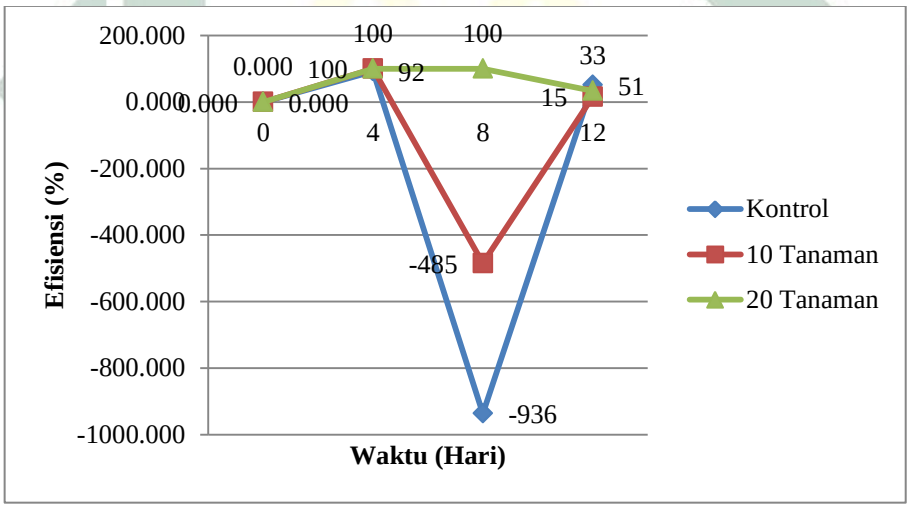
digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dari penjelasan tersebut, dapat disimpulkan bahwa dari ketiga kelompok perlakuan yang mampu menurunkan konsentrasi COD paling banyak terjadi pada kelompok perlakuan 20 tanaman hingga 14,8289 mg/l selama 12 hari masa penelitian.

4.4 Efisiensi Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan Zat Pencemar

4.4.1 Efisiensi Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan Amoniak

Efisiensi tanaman kiambang terhadap penyisihan konsentrasi amoniak pada kelompok perlakuan 0, 10, dan 20 tanaman tertinggi terjadi pada hari ke-4. Pada kelompok perlakuan 0 tanaman, kiambang mampu menyisihkan amoniak sebesar 92%. Pada kelompok perlakuan 10 dan 20 tanaman, kiambang mampu menyisihkan sebesar 100%. Berikut merupakan grafik efisiensi tanaman kiambang terhadap penyisihan amoniak yang disajikan pada Gambar 4.12.



Gambar 4.12 Grafik Efisiensi (%) Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan Amoniak

(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

Berdasarkan **Gambar 4.12** dapat diketahui efisiensi tanaman kiambang terhadap penyisihan amoniak terjadi penurunan pada kelompok perlakuan 0 dan 10 tanaman masing-masing sebesar -936% dan -485% pada hari ke-8. Terjadinya penurunan efisiensi ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Hibban (2016), pada air limbah domestik dengan menggunakan biofilter aerob.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Hasil penelitian menunjukkan terjadi penurunan efisiensi sebesar -100% pada perlakuan kontrol dan -80% pada perlakuan biofilter selama 12 jam. Hal ini terjadi disebabkan adanya proses asimilasi yang digunakan oleh mikroorganisme dan tumbuhan untuk membentuk sel baru yang menghasilkan nitrogen organik. Kemudian hewan dan tumbuhan yang mati akan terdekomposisi melalui proses biokimia dan bahan-bahan nitrogen organik akan diubah menjadi bentuk amoniak (Marsidi, 2002).

Hasil Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Lestari (2012) pada air limbah domestik, efisiensi penyisihan amoniak sebesar 99,70%. Penelitian ini juga selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Pribadi (2016) dengan menggunakan reaktor kontinu. Efisiensi terbesar terjadi pada luasan penutupan tanaman kiambang 75% sebesar 97% pada hari ke-9. Sedangkan pada penelitian ini menggunakan sistem *batch* yang terjadi pada perlakuan 10 dan 20 tanaman dengan efisiensi penyisihan mencapai 100% pada hari ke 4.

Menurut Maier (2009), mikroorganisme yang tumbuh pada reaktor kontinu bertahan lebih lama daripada tumbuh pada reaktor *batch*. Hal ini dikarenakan pada reaktor kontinu beroperasi secara *unsteady-state* (tidak stabil) dan penambahan nutrient dilakukan secara berkelanjutan, sehingga nutrient yang digunakan untuk makanan mikroorganisme selalu tercukupi atau tetap sama. Sedangkan pada reaktor *batch* beroperasi secara *steady-state* (konstan/stabil) dan penambahan nutrient dilakukan pada awal proses saja (Hidayat, 2017). Sehingga nutrient yang digunakan untuk makanan mikroorganisme dari hari ke hari semakin sedikit atau habis.

Mikroorganisme yang berperan dalam meremoval zat kontaminan amoniak adalah bakteri nitrifikasi yakni *nitrosomonas* dan *nitrotobacter*. Bakteri ini merupakan bakteri *autotroph* yang tumbuhnya sangat lambat. Kecepatan pertumbuhan dari bakteri nitrifikasi hampir 10 kali lebih lambat dibanding dengan bakteri *heterotroph* (Sudarno, 2012). Waktu pertumbuhan bakteri *autotroph* bervariasi mulai dari 24-48 jam pada suhu air sekitar 27-28° C (Brune et. Al (2003) dalam Khasani (2010)). Bakteri *Nitrobacter* memiliki pH optimal antara 7,3-7,5 (Kurniaji, 2015).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sedangkan bakteri *Nitrosomonas* memiliki pH optimal antara 7,5-8,5 (Pribadi, 2016). Faktor yang mempengaruhi proses nitrifikasi menurut (Chen et al (2006) dalam Sudarno (2012)) antara lain:

a. Proses biokimia seperti: pH, temperature, dan salinitas.
b. Suplai nutrient yang berpengaruh pada biofilm seperti: konsentrasi substrat, DO dan keseragaman pengadukan.
c. Dampak yang berpengaruh pada pertumbuhan dan suplai nutrient seperti: kompetisi terhadap nutrient utama dan kompetisi terhadap lokasi tumbuh.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dengan reaktor *batch*, penurunan amoniak yang paling tinggi terjadi pada hari ke-4. Hal ini dimungkinkan terjadi fase ekponensial pada bakteri nitrifikasi, di mana laju pertumbuhan bakteri yakni maksimal dan konstan. Pada kondisi ini nutrient yang ada dalam air limbah digunakan secara optimal oleh bakteri, yang menyebabkan sel bakteri hampir seragam dalam komposisi kimia dan aktifitas fisiologisnya (Agustriyanto, 2013). Dengan begitu, mikroorganisme baik yang bekerja sama dengan tanaman maupun tidak, dapat dilakukan secara optimal sehingga amoniak dalam air limbah dapat berkurang.

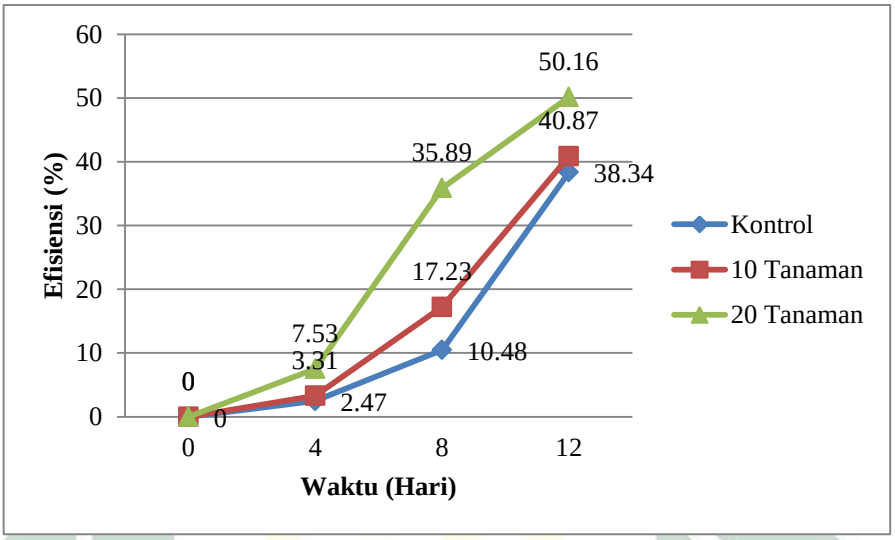
Namun, amoniak mengalami peningkatan dari hari ke-4 sampai ke-8. Hal ini dapat disebabkan terjadi fase stasioner pada bakteri nitrifikasi, dimana laju pertumbuhanya yaitu 0. Pada kondisi ini beberapa bakteri mati dan separuhnya akan membelah diri. Alasan matinya bakteri yaitu disebabkan kurangnya atau kehabisan nutrient dalam air limbah, akumulasi metabolik toksik, penurunan kadar oksigen dan penurunan nilai ketersediaan air (aw) (Agustriyanto, 2013). Apabila bakteri yang membelah diri sedikit, maka bakteri yang akan bekerja sama dalam meremoval amoniak juga akan sedikit. Hal ini akan mempengaruhi konsentrasi amoniak yang terdapat dalam air limbah.

Sedangkan pada reaktor kontinu, penurunan amoniak terjadi pada hari ke-9. Hal ini dapat dikarenakan penambahan nutrient yang dilakukann secara terus-menerus sehingga dari fase ekponensial sampai fase stasioner, bakteri nitrifikasi mampu meremoval secara optimal selama 9 hari masa penelitian (Rahmawati, 2016).

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.4.2 Efisiensi Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan BOD

Pengaruh tanaman kiambang terhadap penyisihan konsentrasi BOD pada kelompok perlakuan 0, 10 dan 20 tanaman tertinggi terjadi pada hari ke-12.. Berikut merupakan grafik efisiensi tanaman kiambang dalam penyisihan BOD disajikan pada Gambar 4.13.



Gambar 4.13 Grafik Efisiensi (%) Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan BOD

(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

Berdasarkan **Gambar 4.13** dapat dilihat terjadi peningkatan efisiensi pada kelompok perlakuan 0 tanaman, kiambang mampu menyisihkan BOD sebesar 38,34%. Pada kelompok perlakuan 10 tanaman, kiambang mampu menyisihkan BOD sebesar 40,87%. Dan pada kelompok perlakuan 20 tanaman, kiambang mampu menyisihkan BOD sebesar 50,16% dengan mengunakan sistem *batch* selama 12 hari.

Pada reaktor sistem *batch* nutrient dimasukkan bersama-sama pada awal proses dan tidak ada penambahan atau pengeluaran ketika proses berlangsung. (Hidayat, 2017). Nutrient yang ada pada air limbah akan digunakan untuk makanan mikroorganisme dan akan bekerja sama dengan tanaman kiambang dalam meremoval BOD. Mikroorganisme yang berperan dalam meremoval bahan organik yaitu bakteri aerob *heterotroph* (Hapsari, 2016). Bakteri ini memiliki pH sekitar 7-8,5 (Effendi, 2003). Bakteri *heterotroph* memiliki laju pertumbuhan yang lebih cepat, dengan waktu generasi sekitar 8-10 jam (Brune et al. (2003)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

dalam Khasani (2010)). Adapun penguraian bahan organik ini akan menghasilkan energi untuk kebutuhan hidup mikroorganisme itu sendiri, yaitu H_2O, CO_2, dan senyawa lain. Reaksi penguraian zat organik dapat dituliskan sebagai berikut:

$$C_nH_aO_bN_c + (n + a/4 - b/2 - ¾\ c)\ O_2 \rightarrow n\ CO_2 + (a/2 - 3/2\ c)\ H_2O + CNH_3$$

Reaksi yang terjadi pada percobaan BOD adalah hasil aktifitas mikroorganisme, kecepatan reaksi penguraian sangat dipengaruhi oleh konsentrasi zat organik (Febrion, 2018).

Hasil penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Rahmawati (2016), dimana diperoleh hasil penyisihan BOD sebesar 86,35% dengan sistem kontinu pada luas penutupan kiambang 75% selama 3 hari masa penelitian. Sistem fitoremediasi bersifat kontinu, dimana air mengalir secara terus-menerus dari bak influen menuju bak inti sehingga nutrient yang ada dalam air limbah tercukupi untuk makanan mikroorganisme (Rahmawati, 2016). Dengan begitu, pertumbuhan mikroorganisme juga semakin cepat dan banyak. Semakin banyak mikrooganisme yang bekerja sama dengan tanaman, maka akan mempercepat penyisihan kontaminan BOD yang ada di dalam air limbah.

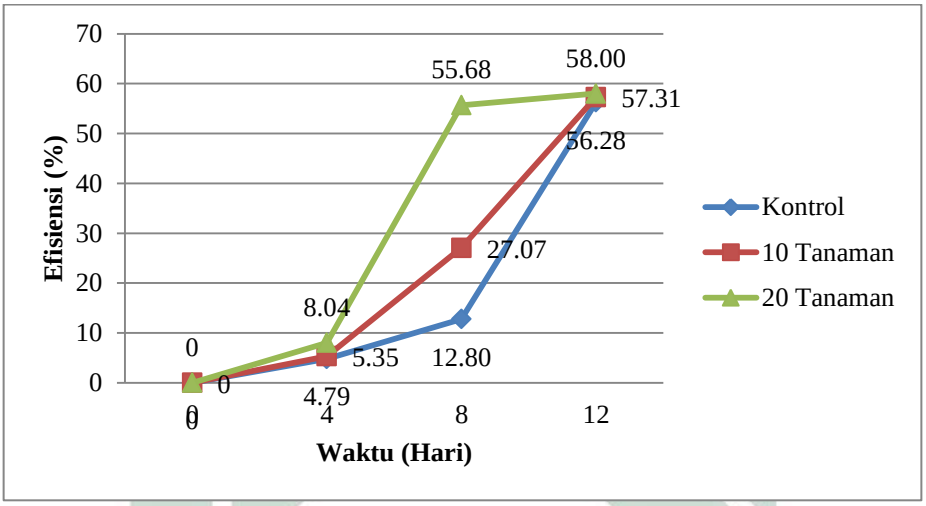
Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan penyisihan BOD paling banyak terjadi pada hari ke-4 sampai ke-8. Hal ini dapat dimungkinkan bakteri pada fase eksponensial, pertumbuhan mikroorganisme dapat meremoval zat organik secara optimal. Namun pada hari ke-12 penurunan BOD hanya sedikit. Hal ini dapat disebabkan pada fase statsioner nutrient untuk mikroorganisme telah habis (Agustriyanto, 2013). Sehingga mikroorganisme yang tumbuh sangat sedikit dan mengakibatkan BOD yang dapat diremoval juga sedikit.

4.4.3 Efisiensi Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan COD

Efisiensi tanaman kiambang terhadap penyisihan konsentrasi COD pada kelompok perlakuan 0, 10 dan 20 tanaman tertinggi terjadi pada hari ke-12. Pada kelompok perlakuan 0 tanaman, kiambang mampu menyisihkan COD sebesar 56,28%. Pada kelompok perlakuan 10 tanaman, kiambang mampu menyisihkan COD sebesar 57,31%.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dan pada kelompok perlakuan 20 tanaman, kiambang mampu menyisihkan COD sebesar 58,00%. Berikut merupakan grafik efisiensi tanaman kiambang dalam penyisihan COD disajikan pada Gambar 4.14



Gambar 4.14 Grafik Efisiensi (%) Tanaman Kiambang terhadap Penyisihan COD

(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

Berdasarkan **Gambar 4.14** dapat diketahui bahwa efisiensi tanaman kiambang dalam menyisihkan COD mengalami peningkatan secara dratis, yang terjadi pada kelompok perlakuan 20 tanaman di hari ke-4 sampai ke-8 yaitu sebesar 8,04% - 55,68% dengan sistem *batch*. Peningkatan efisiensi pada 20 tanaman ini disebabkan terjadi penurunan konsentrasi COD, yang diduga karena tanaman ini mempunyai keunggulan dalam fotosintesis. Sesuai dengan pernyataan Mahmood (2005) dalam Setyorini (2015), bahwa tanaman air dapat menghilangkan kandungan karbondioksida dalam air pada proses fotosintesis. Pada saat fotosintesis tanaman kiambang memerlukan banyak karbondioksida agar kegiatan tersebut dapat meningkatkan oksigen terlarut dalam air dan menciptakan kondisi aerobik, sehingga dapat mendukung aktivitas bakteri aerob untuk menurunkan kandungan COD dalam air limbah.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Penelitian ini juga sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Tangahu (2017), yaitu menggunakan tanaman kiambang pada air limbah batik dengan sistem *batch.* Hasil penelitian menunjukkan *Salvinia molesta* mampu meremoval COD sekitar 42% di hari ke-4, yang disebabkan tanaman mengalami kondisi stress karena paparan awal terhadap limbah. Sedangkan menurut hasil penelitian yang dilakukan oleh Pribadi (2016), diperoleh efisiensi tanaman kiambang yang mampu meremoval COD sebesar 79% pada luas penutupan kiambang 100% dengan sistem kontinu di hari ke-9. Hal ini dikarenakan sistem fitoremediasi bersifat kontinu, dimana air mengalir secara terus-menerus dari bak influen menuju bak inti (Rahmawati, 2016).

4.5 Analisa Perbedaan Kemampuan Variasi Jumlah Tanaman Kiambang dalam Menurunkan Zat Pencemar

4.5.1 Analisa Perbedaan Kemampuan Variasi Jumlah Tanaman Kiambang Terhadap Penyisihan Amoniak

Data hasil yang telah diperoleh kemudian dilakukan uji menggunakan analisa stastistik yaitu Kruskal Wallis yang merupakan statistik uji untuk mempelajari perbedaan rata-rata lebih dari dua kelompok (Raharjo, 2018). Statistik uji ini digunakan karena data amoniak yang akan diuji berbentuk peringkat, selain itu statistik uji ini digunakan karena data penelitian yang diperoleh berdistribusi tidak normal. Berikut merupakan tabel uji statistik menggunakan Kruskal Wallis pada variasi jumlah tanaman yang ditunjukkan pada Tabel 4.1. Untuk lebih lengkapnya langkah-langkah uji statistik ini tardapat pada **[Lampiran IX].**

Tabel 4.1 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis pada Konsentrasi Amoniak

Test Statistics[a,b]

	Konsentrasi Amoniak (mg/l)
Chi-Square	1.464
Df	2
Asymp. Sig.	.481

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: Perlakuan
(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Berdasarkan **Tabel 4.1** menunjukkan bahwa hasil uji kruskal wallis didapatkan nilai signifikan p-value sebesar 0,481 > 0,05, yang artinya H0 diterima atau **Tidak Ada Perbedaan** yang nyata (Signifikan) pada variasi jumlah 0, 10, dan 20 tanaman kiambang yang telah diterapkan oleh penelitian ini untuk menyerap amoniak pada air limbah. Adapun tingkat kepercayaan kebenaran terhadap data yang didistribusikan sebesar 95% (α = 0,05).

Hasil statistik ini berbanding terbalik dengan yang dilakukan oleh Asela (2016), hasil penelitian amoniak diperoleh nilai p (0,0001) > 0,01, yang artinya H0 ditolak atau ada perbedaan yang signifikan pada uji statistik sebelum dan sesudah perlakuan. Sedangkan pada penelitian yang telah dilakukan, hasil statistik menunjukkan bahwa tidak adanya perbedaan yang signifikan.

Hal ini dimungkinkan karena sedikitnya variasi jumlah tanaman yang digunakan, waktu tinggal yang singkat sehingga jumlah data yang diperoleh sedikit. Dan jumlah pengulangan pada penelitian yang dilakukan.

Hasil penelitian yang dilakukan oleh Aka (2017), dengan menggunakan tanaman eceng gondok untuk menurunkan kadar amoniak menunjukkan terjadi penurunan. Pada berat 1000 gram dan 750 gram mampu menurunkan amoniak hingga 70%, namun selanjutnya amoniak mengalami kenaikan kembali setelah 96 jam. Kondisi tersebut terlihat kemampuan eceng gondok menurun apabila konsentrasi amoniak semakin tinggi. Penelitian ini juga menyatakan bahwa tanaman eceng gondok akan lebih mampu menyerap amoniak dalam suatu larutan apabila ada penambahan nutrisi seperti pupuk.

Berdasarkan pernyataan hasil penelitian tersebut, tanaman kiambang lebih baik daripada tanaman eceng gondok, hal ini dikarenakan tanaman kiambang mampu meremoval amoniak hingga 0,000 mg/l dalam waktu 4 hari masa penelitian. Sedangkan tanaman eceng gondok mampu meremoval amoniak hingga 0,006 mg/l dalam waktu 7 hari masa penelitian. Begitu juga hasil penelitian Madussa (2017), dengan menggunakan tanaman Jirengau. Tanaman tersebut membutuhkan waktu selama 15 hari untuk meremoval amoniak hingga mencapai 0,016 mg/l.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

4.5.2 Analisa Perbedaan Kemampuan Variasi Jumlah Tanaman Kiambang Terhadap Penyisihan BOD

Data yang telah diperoleh kemudian dilakukan uji menggunakan analisa stastistik yaitu Kruskal Wallis yang merupakan statistik uji untuk mempelajari perbedaan rata-rata lebih dari dua kelompok (Raharjo, 2018). Berikut merupakan tabel uji statistik kruskal wallis yang disajikan pada Tabel 4.2. Untuk lebih lengkapnya langkah-langkah uji statistik ini tardapat pada **[Lampiran X].**

Tabel 4.2 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis pada Konsentrasi BOD

Test Statistics[a,b]

	Konsentrasi BOD
Chi-Square	.351
Df	2
Asymp. Sig.	.839

a. Kruskal Wallis Test
b. Grouping Variable: Perlakuan
(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

Berdasarkan **Tabel 4.2** menunjukkan bahwa hasil uji kruskal wallis didapatkan nilai signifikan p-value sebesar 0,839 > 0,05, yang artinya H0 diterima atau **Tidak Ada Perbedaan** yang nyata (Signifikan) pada variasi jumlah 0, 10, dan 20 tanaman kiambang yang telah diterapkan oleh penelitian ini untuk menyerap BOD pada air limbah. Adapun tingkat kepercayaan kebenaran terhadap data yang didistribusikan sebesar 95% (α = 0,05).

Hasil statistik pada penelitian ini berbanding terbalik dengan penelitian yang dilakukan oleh Sari (2013), dimana hasil penelitian menunjukkan terdapat perbedaan yang signifikan pada variasi jenis tanaman yang digunakan. Hal ini dikarenakan dalam penelitian tersebut dilakukan ulangan sebanyak 3 kali dan juga variasi jenis tanaman lebih banyak. Hasil analisis varians menunjukkan besarnya harga F-hitung akibat pengaruh jenis tanaman sebesar 24,075 dengan nilai p-value sebesar (0,000) < 0,05, yang artinya H0 ditolak. Ada perbedaan kadar BOD pada berbagai jenis tanaman air pada fitoremediasi limbah rumah tangga.

Hasil statistik ini berbanding terbalik dengan yang dilakukan oleh Ramadhan (2017), bahwasanya telah dibuktikan pada hasil penelitian BOD diperoleh nilai p (0,000) > 0,05, yang artinya H0 ditolak atau ada perbedaan

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

yang signifikan pada uji statistik BOD sebelum dan sesudah perlakuan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan adanya variasi jumlah tanaman yang lebih banyak mempengaruhi penurunan BOD. Pada penelitian ini hasil statistik menunjukkan tidak adanya perbedaan yang signifikan. Hal ini dimungkinkan karena sedikitnya variasi tanaman yang digunakan dan juga waktu penelitian yang singkat, sehingga jumlah data yang diperoleh sedikit.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Koesputri (2016), hasil statistik sejalan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan. Hasil analisa statistik uji kruskal wallis menunjukkan p-value > 0,05, sehingga tidak ada perbedaan yang signifikan pada penurunan kandungan BOD diantara variasi lama kontak. Hal ini disebabkan kurangnya *range* antar variasi lama kontak air limbah.

Berdasarkan penjelasan di atas, tidak terdapat perbedaan yang signifikan antara ketiga perlakuan dalam meremoval BOD. Walaupun begitu, tanaman ini lebih baik daripada eceng gondok. Tanaman kiambang mampu menurunkan BOD pada limbah pencelupan batik selama 48 jam.

Sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Dewi (2016), menunjukkan terjadinyan penurunan konsentrasi BOD dengan karakteristik awal sebesar 55,78 mg/l menjadi 30,06 mg/l. Sedangkan hasil penelitian yang dilakukan oleh Nurfadilah (2017) dengan menggunakan tanaman eceng gondok untuk meremoval BOD pada limbah domestik (detergent), menujukkan bahwa terjadi peningkatan pada BOD di hari ke tujuh. Konsentrasi awalnya sebesar 208 ppm menjadi 226 ppm. Penyebab terjadinya peningkatan BOD adalah konsentrasi limbah domestik yang diabsorbsi melebihi batas maksimum, sehingga terjadi kejenuhan pada tanaman eceng gondok.

4.5.3 Analisa Perbedaan Kemampuan Variasi Jumlah Tanaman Kiambang Terhadap Penyisihan COD

Data yang telah diperoleh kemudian dilakukan uji menggunakan analisa stastistik yaitu Kruskal Wallis yang merupakan statistik uji untuk mempelajari perbedaan rata-rata lebih dari dua kelompok (Raharjo, 2018). Berikut merupakan tabel uji statistik kruskal wallis yang disajikan pada Tabel 4.3. Untuk lebih lengkapnya langkah-langkah uji statistik ini tardapat pada **[Lampiran XI].**

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Tabel 4.3 Hasil Uji Statistik Kruskal Wallis pada Konsentrasi COD

Test Statistics[a,b]

	Konsentrasi COD
Chi-Square	.351
Df	2
Asymp. Sig.	.839

a. Kruskal Wallis Test

b. Grouping Variable: Perlakuan

(**Sumber**: Hasil Analisa, 2019)

Berdasarkan **Tabel 4.3** menunjukkan bahwa hasil uji kruskal wallis didapatkan nilai signifikan p-value sebesar 0,839 > 0,05, yang artinya H0 diterima atau **Tidak Ada Perbedaan** yang nyata (Signifikan) pada variasi jumlah 0, 10 dan 20 tanaman kiambang yang telah diterapkan oleh penelitian ini untuk menyerap COD pada air limbah. Adapun tingkat kepercayaan kebenaran terhadap data yang didistribusikan sebesar 95% (α = 0,05).

Hasil statistik ini serupa dengan yang dilakukan oleh Margowati (2016), bahwasanya telah dibuktikan pada hasil penelitian diperoleh nilai p (0,076) > 0,05, yang artinya H0 diterima atau tidak ada perbedaan yang signifikan pada uji statistik COD sebelum dan sesudah perlakuan. Hal ini dikarenakan pada penelitian tersebut sama-sama menggunakan 3 variasi tanaman dan juga waktu penelitian lebih singkat yaitu 3 hari. Sehingga data yang diperoleh sangat sedikit. Hasil ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Koesputri (2016), yang menunjukkan bahwa hasil statistik diperoleh p-value > 0,05, yang artinya tidak ada perbedaaan secara signifikan terhadap penurunan kandungan COD diantara variasi lama kontak. Hal ini disebabkan range antar variasi lama kontak air limbah sangat singkat (2, 3, 4, 5, 6, dan 7 hari). Hasil ini juga sejalan dengan penelitian Luthfi (2017), yang diperoleh nilai p-value sebesar (0,101) > 0,05, yang artinya tidak terdapat pengaruh yang signifikan antara waktu kontak tanaman kiambang dengan nilai COD yang dihasilkan.

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Padmaningrum (2014) dengan menggunakan tanaman melati air, tanaman kiambang masih lebih baik daripada melati air dalam meremoval COD. Hasil penelitian menunjukkan COD terjadi penurunan namun tidak terlalu signifikan. Konsentrasi awal COD sebesar 1682,66 mg/l dan turun menjadi 1235,770 mg/l selama 30 hari.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

BAB V
PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, maka kesimpulan yang diperoleh dari penelitian sebagai berikut:

1. Pada kelompok perlakuan jumlah 0 tanaman, mampu meremoval sebesar 0,003 mg/l amoniak, 14,8229 mg/l BOD dan 15,4382 mg/l COD. Pada kelompok perlakuan 10 tanaman, kiambang mampu meremoval sebesar 0,000 mg/l amoniak, 14,2140 mg/l BOD dan 15,0755 mg/l COD. Dan pada kelompok perlakuan 20 tanaman, kiambang mampu meremoval 0,000 mg/l amoniak, 11,9814 mg/l BOD dan 14,8289 mg/l COD.
2. Nilai efisiensi tanaman kiambang tertinggi terdapat pada kelompok perlakuan 20 tanaman. Sesuai dengan perhitungan diperoleh bahwa pada perlakuan 20 tanaman mampu meremoval kandungan amoniak, BOD dan COD masing-masing 100%, 50,16% dan 58,00%. Pada perlakuan 10 tanaman juga mampu meremoval kandungan amoniak sebesar 100%.
3. Berdasarkan uji statistik Kruskal Wallis menunjukkan bahwa nilai signifikansi (Asimp.Sig) > 0,05, yang artinya H0 diterima atau Tidak terdapat perbedaan yang nyata pada penggunaan variasi jumlah tanaman kiambang (0,10 dan 20 tanaman) terhadap penyisihan konsentrasi Amoniak, BOD dan COD.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan untuk penelitian ini yaitu:

1. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variasi jumlah tanaman yang lebih banyak dan juga variasai lamanya waktu tinggal.
2. Pada penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan variabel penelitian seperti nitrat dan nitrit.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

DAFTAR PUSTAKA

SNI. 06-2479-1991 - Metode Pengujian Kadar Amonium Dalam Air dengan Alat Spektrofotometer Secara Nessler. (1991).

SNI 6989.57:2008 - Metode Pengambilan Contoh Air Permukaan. (2008).

SNI 6989.2:2009 - Cara Uji Kebutuhan Oksigen Kimiawi (Chemical Oxigen Demand/ COD) dengan Refluks Tertutup Secara Spektrofotometri. (2009).

SNI 6989.72:2009- Cara Uji Kebutuhan Oksigen Biokimia (Biochemical Oxygen Demand/BOD). (2009).

Kota Surabaya dalam Angka Tahun 2017. (2017). Surabaya: Badan Pusat Statistik Kota Surabaya BPS- Statistic of Surabaya Municipality.

A. Nurmitha, A. L. (2013). Fitoremediasi Pengolaham Limbah Cair Rumah Tangga dengan Memanfaatkan Eceng Gondok.

Agustriyanto, R. d. (2013). Model Produksi Bioetanol dari Limbah Keju menggunakan Kluyveromyces Marxianus. *Jurnal Teknik Kimia, Vol.2 No.3*.

Aka, H. A. (2017). Penurunan Kadar Amonia dalam Limbah Cair Oleh Tanaman Air Typha Latifolia (Tanaman Obor). *Jurnal Ilmu Kebencanaan, Volume 4 Nomor 3*.

Anam, M. M. (2013). Penurunan Kandungan Logam Pb dan Cr Leachate melalui Fitoremediasi Bambu Air (Equisetum hyemale) dan Zeolit. *Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis dan Biosistem, Vol. 1 No. 2*, 43-59.

Asela, E. (2016). Keefektifan Metode Fitoremdiasi dengan Pemanfaatan Tanaman Eceng Gondok untuk Menurunkan Kadar Amoniak dengan Limbah Rumah Sakit PKU Muhammadiyah Surakarta. *Naskah Publikasi*.

Boyd CE. (1970). Vascular Aquatic Plants for Mineral Nutrient Removal from Polluted Water. *J. Economic Botany*, 23(1): 95-103.

Caroline, J. d. (2015). Fitoremediasi Logam Timbal (Pb) Menggunakan Tanaman Melati Air (Echinodorus palaefolius) pada Limbah Industri Peleburan Tembaga dan Kuningan. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi*.

Dewi, I. G. (2016). Penurunan BOD, COD, dan Zat Warna Limbah Pencelupan dengan Fitoekstraksi Menggunakan Kiambang (Salvinia natans). *Jurnal Bumi Lestari, Volume 16 No 1*, hlm. 11-15.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Dewi, N. M. (2014). Pengembangan Fitoremediasi untuk Meningkatkan Kualitas Air Limbah Hasil Pengolahan Instalasi Pengolahan Air Limbah Suwung. *Electrophic, Volume 8 Nonomr 1,* 56-61.

Donaldson S, D. R. (2003). Identification and Management of Giant Salvinia (Salvinia molesta).

Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air Bagi Pengelolaan Suberdaya dan Lingkungan Perairan.* Yogyakarta: Penerbit Kanasius.

Fahruddin. (2010). *Bioteknologi Lingkungan.* Bandung: Penerbit Alfabeta.

Febrion, C. d. (2018). Kinetika Penyisihan Senyawa Organik dalam Pengolahan Limbah Domestik menggunakan Bioreaktor Trickling Filter. *ENVIROSAN, Vol. 1 Nomor. 2*.

Fildzah, A. R. (2016). Pengolahan Limbah Domestik Kawasan Pesisir dengan Subsurface Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Jatropha curca L. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan, Volume 8, Nomor 2*, Hal. 80-88.

Filliazati, M. I. (2013). Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Biofilter Aerob menggunakan Media Bioball dan Tanaman Kiambang.

Hapsari, S. (2016). Kemampuan Tumbuhan Kayu Apu (Pistia statiotes L.) dalam Menyisihkan Kromium Total (Cr-T) dan COD Limbah Elektroplating. *Jurnal Teknik Lingkungan, Volume 5 Nomor 4*.

Herald, D. (2017). Pengaruh Variasi Rasio Waktu Reaksi terhadap Waktu Stabilisasi pada Penyisihan Senyawa Organik dari Air Buangan Pabrik Minyak Kelapa Sawit dengan Sequencing Batch Reactor Aerob.

Hernaningsih, T. (2014). Aplikasi Membran Bioreaktor (MBR) untuk Proses Daur Ulang Air Limbah. *Volume 7. No 2.*

Hibban, M. A. (2016). Studi Penurunan Konsentrasi Amonia dalam Limbah Cair Domestik dengan Teknologi Biofilter Aerob Media Tubular Plastik pada Awal Pengolahan. *Jurnal Teknik Lingkungan, Volume 5. No.2*.

Hidayat, A. (2017). *Kinetika Reaktor Batch.* Retrieved Mei 31, 2019, from https://id.scribd.com/presemtation/362961269/Kinetika-Reaktor-Batch

Hindarko, S. (2003). *Mengolah Air Limbah: Supaya Tidak Mencemari Orang Lain.* Jakarta: Penerbit ESHA.

Hoffman, H. e. (2011). Technology review of constructed wetlands. Deutsche Geselischatft fur Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Imron. (2018). Perbaikan Kualitas Air Limbah Domestik dengan Fitoremediasi menggunakan Kombinasi Beberapa Gulma Air: Studi Kasus Kolam Retensi Talang Aman Kota Palembang. *Tesis*.

Irawanto, R. d. (2017). Kemampuan Tumbuhan Akuatik Salvinia molesta dan Pistia stratiotes sebagai Fitoremediator Logam Berat Tembaga. *PROS SEM NAS MASY BIODIV INDON, Volume 3, Nomor 3,*, Halaman 438-445.

Irhamni, S. P. (2018). Analisis Limbah Tumbuhan Fitoremediasi (Typha Latifolia, Enceng Gondok, Kiambang) dalam Menyerap Logam Berat. *Serambi Engineering, Volume III, Edisi Khusus*, hal 344-351.

Kalsum, U. (2013). Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Teknik Fitoremediasi secara Kontinyu menggunakan Eceng Gondok (Eichornia Crassipes), Hydrilla (Hydrilla Verticillata) dan Rumput Payung (Cyperus Alternifolius). *Thesis*.

Khasani, I. (2010). Pemanfaatan Bioteknologi Berbasis Mikroorganisme Guna Mendukung Peningkatan Produktivitas Perikanan Nasional. *Media Akuakultur, Volume 5 Nomor 1*.

Kodoatie, R. d. (2011). Pengantar Manajemen Infrastruktur. hal 447.

Koesputri, A. S. (2016). Pengaruh Variasi Lama Kontak Tanaman Melati Air (Echinodorus palaefolius) dengan Sistem Subsurface Wetlands terhadap Penurunan Kadar BOD, COD, dan Fosfat dalam Limbah Cair Laundry. *Jurnal Kesehatan Masyarakat, Volume 4 Nomor 4*.

Kurniaji, A. (2015). Mikrobiologi Akuakultur- Peranan Bakteri Nitrotobacter dalam Akuakultur.

Kurniawan, S. (2010). Degradasi Limbah Cair Secara Biologis.

Lestari, D. E. (2012). Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Metode Rwa Buatan (Constructed Wetland). *Skripsi*.

Luthfi, R. M. (2017). Pengaruh Waktu Kontak terhadap Efektifitas Fitoremediasi Fosfat dan COD dengan Eceng Gondok (Eichornia erassipes) dan Kiambang (Salvinia natans) pada Limbah Cair Pnecucian Pakaian. *Skripsi*.

M, P. H. (2016). Potential of Salvinia Molesta in Treatment of Textile Waste Water. *IJRET: International Journal of Research in Engineering and Technology, Volume: 05 Special Issue: 18*.

Madussa, S. S. (2017). Efektifitas Tanaman Jeringau (Acorus calamus) untuk Menurunkan Kadar Amoniak pada Air Limbah RSUD Kota Bitung.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Maier, R. M. (2009). Bacterial Growth. In *Environmental Microbiology* (pp. Hal 37-54). Academic Press Inc.

Mangkoedihardjo, S. d. (2010). *Fitoteknologi Terapan.* Jogjakarta: Graha Ilmu.

Mara, D. (1976). *Sewage Treatment in Hot Climate.* London: Jhon Willey and Sons.

Margowati, D. d. (2016). Efisiensi Fitoremediasi Tanaman Bambu Air (Equisetum hyemale) dalam Menurunkan Kadar BOD dan COD Air Limbah Rumah Tangga di Desa Kracak Kecamatan Ajibarang Kabupaten Banyumas Tahun 2016. *Keslingmas*, 278-396.

Marlisa, D. F. (2012). Potensi Fito-Biofilm dalam Penurunan Kadar BOD dan COD pada Limbah Domestik dengan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatica) Media Biofilter Sarang tawon.

Marsidi, R. d. (2002). Proses Nitrifikasi dengan Sistem Biofilter untuk Pengolahan Air Limbah yang Mengandung Amoniak Konsentrasi Tinggi. *Jurnal Teknologi Lingkungan, Vol. 3 No.3*, 195-204.

Mcfarland, D. L. (2004). Salvinia molesta D.S. Mitchell (Giant Salvinia) in the United States: a Review Of Species Ecologi and Approaches to Management.

Mcgowan, G. (2014). *Self Purification.* Retrieved Juni 10, 2019, from https://id.scribd.com/doc/238076891/BAB-I-Self-Purification

Ng, Y. S. (2017). Wastewater phytoremediation by Salvinia molesta. *Journal of Water Process Engineering*, Page 107-115.

Nurafifah, S. (2016). Pengaruh Kombinasi Kiambang (Salvinia molesta) dan Zeolit terhadap Penurunan Logam Berat Kadmium. *Skripsi*.

Nurfita, A. E. (2017). Efisiensi Removal Fosfat (PO43) pada Pengaruh Limbah Cair Laundry dengan Fitoremediasi Kiambang (Salvinia natans). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.

Nurhidayah, D. S. (2014). Fitoremediasi Tumbuhan Air Kiambang (Salvinia molesta) Purun Tikus (Eleocharis dulcis) dan Perumpuk (Phragmites karka) sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Karet. *EnviroScienteae*, Hal. 18-26.

Padmaningrum, R. T. (2014). Pengaruh Biomassa Melati Air (Echinodorus paleafolius) dan Teratai (Nyphaea firecrest) terhadap Kadar Fosfat, BOD, COD, TSS dan Derajat Keasaman Limbah Cair Laundry. *Jurnal Penelitian Saintek, Vol. 19 Nomor 2*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Palmarin, M. J. (2019). Comparison of the Treatment Performance of a Hybrid and Conventional Membrane Bioreactor for Greywater Reclamation. *Journal of Water Process Engineering*, 54-59.

Paytan, A. d. (2007). Phosphorus in our water. *Oceanography*, 2 (20) : 200-208.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Nomor: P.68/Menlhk-Setjen/2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik. (n.d.).

Permatasari, A. A. (2009). Fitoremediasi Logam Berat Cd menggunakan Kiambang (Salvinia molesta) pada Media Modifikasi Air Lumpur Sidoarjo.

Pribadi, R. N. (2016). Penga ruh Luas Penutupan Kiambang (Salvinia molesta) terhadap Penurunan COD, Amonia, Nitrit, dan Nitrat pada Limbah Cair Domestik (Grey Water) Dengan Sistem Kontinyu. *Jurnal Teknik Lingkungan, Vol.5, No. 4.*

Qomariyah, S. K. (2016). Perencanaan Bangunan Pengolahan Grey Water Rumah Tangga dengan Lahan Basah Buatan dan Proses Pengolahannya. *Junal Matriks Teknik Sipil*.

Rahadian, R. E. (2017). Efisiensi Penurunan COD dan TSS dengan Fitoremediasi menggunakan Tanaman Kayu Apu (Pistia stratiotes l.) Studi Kasus : Limbah Laundry. *Jurnal Teknik Lingkungan, Vol. 6*, No. 3.

Raharjo, Sahid. (2018). *Cara Uji Kruskal Wallis Statistik Non Parametrik dengan SPSS* . Retrieved Juni 18, 2019, from https://www.spssindonesia.com/2018/11/uji-kruskal-walis-statistik-non-parametrik-dengan-spss.html?m=1

Rahayu, S. Y. (2018). Efektifitas Kombinasi Kiambang (Salvinia adnanta Desv) dan Kayu Apu (Pistia stratiotes L.) dalam Fitoremediasi Logam Kadmium (Cd) di Perairan.

Rahmawati, A. B. (2016). Kemampuan Tanaman Kiambang (Salvinia molesta) dalam Menyisihkan BOD dan Fosfat pada Limbah Domestik (Grey Water) dengan Sistem Fitoremediasi Secara Kontinyu. *Jurnal Teknik Lingkungan, Vol.5, No. 4.*

Ramadhan, A. F. (2017). Efisiensi Penyisihan BOD dan Phospat pada Air Limbah Pencucian Pakain (Laundry) dengan menggunakan Fitoremediasi Tanaman Kayu Apu (Pistia Sratiotes L.). *Jurnal Teknik Lingkungan, Volume 6 Nomor 3.*

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Sari, F. D. (2013). Fitormeediasi Limbah Rumah Tangga oleh Tanaman Wlingen (Scirpus grossus), Kiapu (Pistisia stratiotes), dan Teratai (Nymphea firecrest)2013.

Simatupang, I. S. (2015). Pemanfaatan Kiambang (Salvinia molesta D.Mitch) untuk Fitoremediasi Limbah Organik Pulp dan Kertas. (P. U. Riau, Ed.) *JOM FMIPA, Volume 2 No.1*.

Smith, E. (2005). Phytoremediation. *Annual Review of Plant Biology*, 56: 15-39.

Sugiharto. (2008). Dasar-Dasar Pengolahan Air Limbah. *UI Press Jakarta*.

Sumiyati, S. (2006). Pengaruh Waktu Stabilisasi pada Sequncing Batch Reactor Aerob terhadap Penurunan Karbon. *Jurnal Presipitasi, Vol.1, No 1*.

Suryadi, I. A. (2016). Uji Tanaman Contail (Creatophyllum demersum) sebagai Agen Fitoremediasi Limbah Cair Kopi.

Syafrani. (20120). Tumbuhan Air Lahan Basah Sebagai Agen Fitoremediasi dan Kemampuannya Menurunkan Polusi Limbah Cair. *Jurnal Ilmiah Pertanian, Vol.7 No.2*.

Tajmi, Y. (2015). Efektifitas Reaktor Roughing Filter dengan Media Karbon Karbon dan Fitoremediasi dengan Tanaman Eceng Gondok (Eicchornia Crassipes) dalam Menurunkan COD, TSS, dan Minyak Lemak pada Limbah Domestik (Grey Water). *Skripsi*.

Tangahu, B. V. (2017). The Degradtion of BOD and COD Of Batik Industry Wastewater Using Egeria Densa and Salvinia Molesta. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan, Volume 9, Nomor 2*.

Tchobanoglous, G. a. (2003). *Wastewater Engineering: Treatment and Reuse* (4th ed.). New York: McGraw-Hill Inc.

Viobeth, B. R. (2012). Fitoremediasi Limbah Mengandung Timbal (Pb) dan Nikel (Ni) menggunakan Tanaman Kiambang (Salvinia molesta).

Wenten, I. (2004). Bioreaktor Membran untuk Pengolahan Limbah.

Wirawan, W. A. (2014). Pengolahan Limbah Cair Domestik menggunakan Tanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes L.) dengan Teknik Tanam Hidroponik Sisten DFT (Deep Flow Technique). *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*.

Wulandari, R. Y. (2012). Pemanfaatan Tumbuhan Iris Air (Neomari cagracillus) sebagai Agen Bioremediasi Air Limbah Rumah Tangga. *Seminar Nasional X*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id

Youngman, L. (1999). Physiological respon Of Switchgrass (Panicum Virgatum L) to Organic And Inorganic Amened Heavy-Metal Contaminated Chat Tailings. Phytoremediation of Soil and Water Contaminants.

Yuliani, D. E. (2013). Analisis Kemampuan Kiambng (Salvinia molesta) untuk Menurunkan Konsentrasi Ion Logam Cu (II) Pada Media Tumbuh Air. *Jurnal Kimia Mulawarman, Volume 10 Nomor 2*.

digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id digilib.uinsby.ac.id