

SKRIPSI

EFISIENSI *ALGAE REMOVAL* MENGGUNAKAN SISTEM *ANAEROBIC BAFFLED REACTOR* DAN *CONSTRUCTED WETLAND*

Diajukan sebagai salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Sains pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya



**OLEH
PUTERI NANDA SISTHA**

08041381520044

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2019**

SKRIPSI

EFISIENSI *ALGAE REMOVAL* MENGGUNAKAN SISTEM *ANAEROBIC BAFFLED REACTOR* DAN *CONSTRUCTED WETLAND*

Diajukan sebagai salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Sains pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya



OLEH
PUTERI NANDA SISTHA
08041381520044

JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
INDRALAYA
2019

**HALAMAN PENGESAHAN
SKRIPSI**

**EFISIENSI *ALGAE REMOVAL* MENGGUNAKAN SISTEM
ANAEROBIC BAFLED REACTOR DAN
*CONSTRUCTED WETLAND***

Diajukan sebagai salah satu syarat mendapatkan Gelar Sarjana Sains pada
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya

OLEH

PUTERI NANDA SISTHA

08041381520044

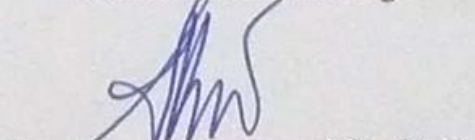
Indralaya, November 2019

Dosen Pembimbing



Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D.
NIP. 197563222000032001

**Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi**



Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP. 197211221998031001

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah berupa Skripsi ini dengan judul "*Efisiensi Algae Removal Menggunakan Sistem Anaerobic Baffled Reactor dan Constructed Wetland*" telah disetujui oleh dosen pembimbing dan pembahas Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya pada tanggal 30 Agustus 2019

Indralaya, November 2019

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi :

Ketua :


1. Marieska Verawatv, M.Si., Ph.D.
NIP. 197503222000032001



(.....)

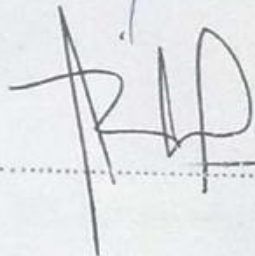
Anggota :

1. Singgih Tri Wardana, S.Si., M.Si.
NIP. 197109111999031004



(.....)


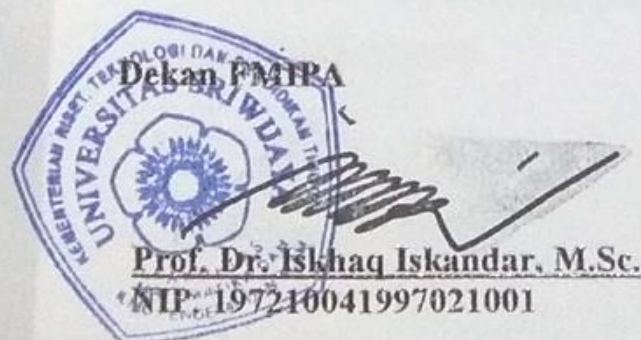
2. Dr. Yuanita Windusari, S.Si., M.Si.
NIP. 196909141998032002



(.....)

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si.
NIP. 197211221998031001

HALAMAN PERSEMBAHAN



“Dan apabila hamba-hamba-Ku bertanya kepadamu tentang Aku, maka (jawablah), bahwasanya Aku adalah dekat. Aku mengabulkan permohonan orang yang berdoa apabila ia memohon kepada-Ku, maka hendaklah mereka itu memenuhi (segala perintah-Ku) dan hendaklah mereka beriman kepada-Ku, agar mereka selalu berada dalam kebenaran.

(QS. Al – Baqoroh : 186)

Jadilah seseorang yang percaya bahwa selalu ada kemungkinan dalam segala hal. Tidak peduli betapa gelap tampaknya hal-hal yang terjadi disekelilingmu, angkat wajahmu dan lihatlah kemungkinan yang ada-carilah selalu, karena kemungkinan itu selalu ada.

(Norman Vincent Peale)

Terima kasih kuucapkan dan kupersembahkan karya ini, teruntuk:

- ❖ **Allah SWT dan Baginda Rasulullah SAW**
- ❖ **Kedua Orangtuaku (Abdul Manan Hasyim (Alm) dan Titi Armanilawati)**
- ❖ **Kedua Adikku (Puteri Afifah Azzhara dan Farhan Hasdi)**
- ❖ **Dosen Pembimbing Tugas Akhir (Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D.)**
- ❖ **Teman-teman angkatan Biologi 2015**
- ❖ **Almamaterku**

HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIK

Yang bertanda tangan dibawah ini :

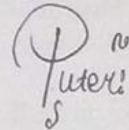
Nama : Puteri Nanda Sistha

NIM : 08041381520044

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa data penelitian Tugas Akhir/ Skripsi yang berjudul "Efisiensi "Algae Removal" Menggunakan Sistem *Anaerobic Baffled Reactor* dan *Constructed Wetland*" merupakan bagian dari penelitian Dr. Marieska Verawaty, M.Si. yang didanai oleh Proyek Penelitian Dasar Unggulan Perguruan Tinggi (PDUPT) DRPM DIKTI 2019.

Semua data untuk keperluan publikasi sepenuhnya adalah hak dan wewenang dari penelitian Dr. Marieska Verawaty, M.Si. dengan demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Indralaya, November 2019



Puteri Nanda Sistha
08041381520044

HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Puteri Nanda Sistha
NIM : 08041381520044
Judul : Efisiensi *Algae Removal* Menggunakan Sistem *Anaerobic Baffled Reactor* dan *Constructed Wetland*

Menyatakan bahwa skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi Tim Pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau plagiat. Apabila ditemukan unsur-unsur penjiplakan atau plagiat dalam skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya sesuai aturan yang berlaku.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tanpa ada paksaan dari siapapun.

Indralaya, November 2019



Puteri Nanda Sistha
08041381520044

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Allah SWT, atas berkat dan rahmat-Nya sehingga skripsi yang berjudul “Efisiensi “*Algae Removal*” Menggunakan Sistem *Anaerobic Baffled Reactor* dan *Constructed Wetland*” ini dapat diselesaikan. Shalawat serta salam tak lupa Saya haturkan kepada junjungan Nabi Besar Muhammad SAW beserta keluarga dan para sahabat serta pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini dibuat untuk diajukan sebagai salah satu syarat memperoleh gelar sarjana sains pada Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.

Adapun dalam proses penyelesaian skripsi ini, banyak sekali pihak yang telah membantu, maka dari itu penulis mengucapkan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada Ibu Dr. Marieska Verawaty, M.Si. selaku dosen pembimbing yang telah banyak memberikan bimbingan, saran, arahan, masukan serta dukungan moril maupun materil selama melaksanakan pengerjaan tugas akhir ini serta kesediaan waktunya untuk berdiskusi.

Begitu banyak pihak yang mendukung proses penyelesaian tugas akhir ini. Oleh karena itu pada kesempatan ini penulis juga ingin menyampaikan terima kasih kepada :

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Anis Saggaff, M.S.C.E. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc. selaku Dekan FMIPA UNSRI Indralaya.
3. Bapak Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi, FMIPA UNSRI Indralaya.
4. Ibu Dr. Elisa Nurnawati, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Biologi, FMIPA UNSRI Indralaya.
5. Bapak Singgih Tri Wardana, S.Si., M.Si., Ibu Dr. Yuanita Windusari, S.Si., M.Si., Bapak Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si., dan Dr. Zazili Hanafiah, M.Sc. sebagai dosen penguji tugas akhir yang telah memberikan bimbingan, saran, dan arahan agar terbentuknya suatu karya ilmiah yang baik.

6. Seluruh Dosen Jurusan Biologi, FMIPA UNSRI Indralaya yang telah mendidik dan memberikan ilmu selama duduk di bangku perkuliahan.
7. Seluruh staf administrasi Pak Andi Mulfa, Pak Nanang dan Pak Bambang Jurusan Biologi yang selalu mengingatkan dan membantu urusan administrasi penulis.
8. Eka Srikandi Putri, Rati Audia, Eva Iiani Panjaitan, dan Rian Nopriansyah yang selalu mengingatkan, pemberi semangat dan doa serta dukungan dalam mengerjakan tugas akhir.
9. Lilis Eriani, Lianita Agustia Ningrum dan Diana Lestari Harahap sebagai sahabat terbaik bagi peneliti selama 4 tahun perkuliahan yang selalu memberikan dukungan, semangat, motivasi, serta doa hingga peneliti dapat menyelesaikan tugas akhir dengan baik.
10. Susi Sulastri Lubis, Ganang Irfando, dan Sukma Khafi Hidayat sebagai sahabat sepermainan yang selalu membantu, menyemangati dan mendoakan agar diberi kelancaran dan kemudahan dalam mengerjakan tugas akhir.
11. Teman-teman Biologi Angkatan 2015 yang tidak bisa tuliskan satu persatu atas segala bantuan dan kebersamaan kalian yang telah kita lewati bersama.
12. Serta pihak-pihak lain yang tidak dapat penulis sebutkan satu persatu yang telah memberi bantuan kepada penulis sehingga penelitian dan tulisan ini terselesaikan dengan baik.

Penulis menyadari dalam pelaksanaan penelitian dan penulisan skripsi ini masih memiliki kekurangan. Karena hal inilah penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun demi kesempurnaan skripsi ini. Akhirul-kalam, semoga skripsi ini dapat bermanfaat bagi kita semua.

Indralaya, Juli 2019

Penulis

RINGKASAN

EFISIENSI “ALGAE REMOVAL” MENGGUNAKAN SISTEM *ANAEROBIC BAFILLED REACTOR* DAN *CONSTRUCTED WETLAND*

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Juli 2019

Puteri Nanda Sistha dibimbing oleh Dr. Marieska Verawaty, M.Si

"Algae Removal" Efficiency Using Anaerobic Baffled Reactor and Constructed Wetland Systems

xx + 45 halaman, 3 tabel, 4 gambar, 9 lampiran

Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya

Kegiatan budidaya akan menghasilkan limbah berupa bahan organik dan unsur hara terutama N yang bersumber dari sisa pakan dan ekskresi ini dapat berpotensi mengalami eutrofikasi yaitu fenomena yang disebabkan oleh nutrisi berlebihan (N, P dan garam anorganik lainnya) di lingkungan air. Tingginya nutrisi dalam air yang menghasilkan berbagai gejala perubahan, di antaranya pertumbuhan alga yang cepat dapat menyebabkan penurunan kualitas air. Alga tertentu mempunyai peran menurunkan kualitas perairan apabila jumlahnya berlebih (*blooming*). Oleh karena itu, potensi timbulnya dampak perlu dilakukan pencegahan serta ditanggulangi. Salah satu teknologi pengolahan air limbah yang dianggap ideal dan dapat di aplikasikan yaitu menggunakan teknologi penggabungan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Constructed Wetland* (CW). ABR merupakan unit pengolahan yang terdiri dari kompartemen pengendap diikuti oleh beberapa reaktor sekat vertikal sehingga memaksa air limbah mengalir secara upflow (aliran naik) untuk strategi pasca perawatan tambahan menggunakan sistem pengolahan CW adalah struktur rekayasa yang dirancang khusus untuk mengolah air limbah dengan mengoptimalkan proses fisik, kimia, dan biologis yang terjadi dalam ekosistem lahan basah alami. Tiga senyawa o-hydroxycinnamic, syringic dan asam isoferulic diidentifikasi dari *Typha angustifolia* L. ketiganya adalah senyawa asam phenic. menghambat pertumbuhan kumpulan fitoplankton. Dalam ekosistem air, alelopati terhadap alga oleh makrofita memberikan metode baru untuk mengendalikan *blooming* alga, yang diyakini ramah lingkungan. Selain itu media juga mendukung pertumbuhan tanaman CW, mendukung pemindahan fisiko-kimia dan biologis. Mengatasi hal tersebut, perlu dicari penyelesaian alternatif dengan karakteristik mudah dan murah. Salah satu alternatif tersebut adalah pemanfaatan filter biomassa dengan menggunakan tanaman seperti sabut kelapa dan ampas tebu. Hal ini didasarkan atas sabut kelapa dan ampas tebu merupakan bahan yang murah dan mudah didapat.

Efisiensi "*Algae removal* " menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan ketiga jenis *Constructed Wetland* (CW) yang menggunakan media filter seperti

ampas tebu, sabut kelapa, dan tanpa media ampas tebu dan atau sabut kelapa, dapat dilihat dari penurunan kadar klorofil alga dan jumlah sel alga. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk melihat bagaimana pengaruh ABR dan CW terhadap "*Algae removal*".

Penelitian ini dilaksanakan pada buulan April sampai dengan Mei 2019. Perhitungan kelimpahan alga dan pengukuran kadar klorofil dilakukan di laboratorium Mikrobiologi Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu pengetahuan Alam.

Metode penelitian yang digunakan melalui 8 tahapan, yaitu 1). Perencanaan Instalasi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Constructed Wetlands* (CW) pada skala laboratorium, 2). Aklimatisasi *Typha latifolia* L. 3). Pengambilan sampel, 4). Pengoperasian reaktor, 5). Pengamatan pH, Suhu dan Turbiditas, 6). Penghitungan sel alga, 7). Penghitungan kadar klorofil a, 8). Penghitungan Efisiensi.

Data yang didapat diolah menggunakan Uji kruskal Wallis dengan tingkat signifikan 5%. Uji *Paired Sample T Test* dilakukan untuk melihat signifikansi perbedaan rata-rata klorofil dan jumlah sel sebelum dan sesudah perlakuan.

Hasil penelitian ini berupa rata-rata kadar klorofil alga dan jumlah sel alga antara sebelum dan setelah perlakuan yaitu ada perbedaan yang signifikan. Hasil uji beda antar perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap variabel kadar klorofil alga dan jumlah sel alga. Rata-rata ABR dan CW memiliki efisiensi terkecil 94,49% dan tertinggi 99,89% dalam menurunkan kadar klorofil. Rata-rata ABR dan CW memiliki efisiensi terkecil 99,32% dan tertinggi 99,88% dilihat dari penurunan jumlah sel alga.

Kata Kunci : Efisiensi "*Algae removal*", *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR), *Constructed Wetland* (CW).

Kepustakaan : 82 (1986 – 2019)

SUMMARY

"ALGAE REMOVAL" EFFICIENCY USING ANAEROBIC BAFFLED REACTOR AND CONSTRUCTED WETLAND SYSTEMS
Scientific paper in the form of Skripsi, July 2019

Puteri Nanda Sistha supervised by Dr. Marieska Verawaty, M.Si.

Efisiensi "Algae Removal" Menggunakan Sistem *Anaerobic Baffled Reactor* dan *Constructed Wetland*

xx + 45 pages, 3 tables, 4 pictures, 9 attachments

Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences, Sriwijaya University

Aquaculture activities will produce waste in the form of organic matter and nutrients, especially N, which is sourced from the rest of the feed and this excretion can potentially experience eutrophication, a phenomenon caused by excessive nutrition (N, P and other inorganic salts) in the aquatic environment. High levels of nutrients in water that produce various symptoms of change, including fast algal growth can cause a decrease in water quality. Certain algae have a role in reducing the quality of water if the amount is excessive (blooming). Therefore, the potential for the occurrence of impacts needs to be done as well as prevented prevention. One of the wastewater treatment technologies that are considered ideal and can be applied is to use the Anaerobic Baffled Reactor (ABR) and Constructed Wetland (CW) technology. ABR is a treatment unit consisting of a settling compartment followed by several vertical bulkhead reactors so as to force wastewater to flow upflow for additional post-treatment strategies using the CW treatment system is an engineering structure specifically designed to treat wastewater by optimizing physical processes, chemical, and biological processes that occur in natural wetland ecosystems. Three o-hydroxycinnamic compounds, syringic and isoferulic acid were identified from *Typha angustifolia* L. All three are phenic acid compounds. inhibits the growth of phytoplankton assemblages. In aquatic ecosystems, allelopathy of algae by macrophytes provides a new method for controlling algal blooming, which is believed to be environmentally friendly. In addition the media also supports the growth of CW plants, supporting physico-chemical and biological displacement. To overcome this, alternative solutions with easy and inexpensive characteristics need to be sought. One such alternative is the utilization of biomass filters using plants such as coconut fiber and bagasse. This is based on coconut fiber and sugarcane bagasse which is a cheap and easy to obtain material.

The efficiency of "Algae removal" using Anaerobic Baffled Reactor (ABR) and the three types of Constructed Wetland (CW) that uses filter media such as sugarcane bagasse, coconut fiber, and without sugarcane bagasse and or coconut fiber, can be seen from the decrease in algae chlorophyll content and the number

of algal cells. Therefore, research was conducted to see how the effect of ABR and CW on "Algae removal".

This research was conducted in April until May 2019. Calculation of algal abundance and measurement of chlorophyll levels were carried out in the Microbiology Laboratory of the Department of Biology, Faculty of Mathematics and Natural Sciences.

The research method used through eight stages, namely 1). Anaerobic Baffled Reactor (ABR) and Constructed Wetlands (CW) Installation Planning at laboratory scale, 2). Acclimatization of *Typha latifolia* L. 3). Sampling, 4). Operation of the reactor, 5). Observation of pH, temperature and turbidity, 6). Calculation of algal cells, 7). Calculation of chlorophyll a, 8). Efficiency Calculation.

The data obtained were processed using the Kruskal Wallis test with a significant level of 5%. Paired Sample T-Test The test was conducted to see the significance of the difference in average chlorophyll and the number of cells before and after treatment.

The results of this study in the form of the average levels of algal chlorophyll and the number of algal cells between before and after treatment is a significant difference. Different test results between treatments did not significantly influence the variable levels of algal chlorophyll and algal cell counts. The average ABR and CW have the smallest efficiency of 94.49% and the highest is 99.89% in reducing chlorophyll content. The average ABR and CW have the lowest efficiency of 99.32% and the highest of 99.88% seen from the decrease in the number of algal cells.

Key words : Efficiency "Algae removal", Anaerobic Baffled Reactor (ABR), Constructed Wetland (CW).

Citations : 82 (1986 – 2019)

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN PENGESAHAN	ii
HALAMAN PERSETUJUAN	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iv
HALAMAN PERNYATAAN INTEGRITAS.....	v
HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIK.....	vi
KATA PENGANTAR.....	vii
RINGKASAN	ix
SUMMARY	xi
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1 PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	3
1.3. Hipotesis Penelitian.....	4
1.4. Tujuan Penelitian.....	4
1.4. Manfaat Penelitian.....	4
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Eutrofikasi	5
2.2. <i>Blooming</i>	6
2.3. Alga	7
2.4. Prinsip Dasar Pengolahan Air Limbah	8
2.5. <i>Anaerobic Baffled Reactor (ABR)</i>	9
2.6. <i>Constructed Wetland (CW)</i> atau Lahan Basah Buatan	12
2.7. <i>Typha latifolia L.</i>	15
2.7.1. Morfologi dan Klasifikasi <i>Typha latifolia L.</i>	15
2.7.2. Alelopati <i>Typha angustifolia L.</i>	16
2.8. Media Filter pada <i>Constructed Wetland</i>	17
2.8.1. Media Filter Ampas Tebu pada <i>Constructed Wetland</i> ..	19
2.8.2. Media Filter Sabut Kelapa pada <i>Constructed Wetland</i> .	20

BAB 3 METODE PENELITIAN.....	21
3.1. Waktu dan Tempat	21
3.2. Alat dan Bahan.....	21
3.4. Rancangan Percobaan	21
3.4. Cara Kerja.....	21
3.3.1. Perencanaan Instalasi ABR dan CW skala laboratorium	21
3.3.2. Aklimatisasi <i>Typha angustifolia</i> L.....	22
3.3.3. Pengoperasian reaktor.....	23
3.3.3. Pengambilan Sampel	24
3.3.4. Pengamatan pH, Suhu dan Turbiditas.	23
3.3.5. Penghitungan sel alga	24
3.3.6. Penghitungan kadar klorofil a	25
3.3.7. Penghitungan Efisiensi	26
3.4. Variabel Pengamatan	26
3.5. Analisis Data	26
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN.....	27
4.1. Perbandingan Kadar Klorofil Alga Sebelum dan Sesudah Perlakuan... 27	
4.2. Perbandingan jumlah Sel Alga Sebelum dan Sesudah Perlakuan..... 32	
4.3. Perbandingan pH, Suhu, Turbiditas Sebelum dan Sesudah Perlakuan...34	
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN.....	38
5.1. Kesimpulan.....	38
5.2. Saran.....	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	46

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1. Diagram skematik <i>Anaerobic Baffled Reactor</i>	9
Gambar 2. Diagram skematik <i>Constructed wetland</i>	15
Gambar 3. Batang dan daun (a), Bunga (b) <i>Typha latifolia</i> L	16
Gambar 4. Bak penampungan (a), influen (b), tumbuhan (c), efluen (d), lumpur rawa (e), batu sedang (f), arang aktif (g), batu zeolit (h), batu bata (i), pasir (j), batu kecil (k), batu besar (l), efluen (m), sabut kelapa (n), ampas tebu (o), ABR (p).....	22

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1. Efisiensi penurunan kadar klorofil alga pada sampel menggunakan ABR dan CW.....	27
Tabel 2. Perbandingan Jumlah Sel Alga Sebelum dan Sesudah Perlakuan.....	32
Tabel 6. Perbandingan pH, Suhu, Turbiditas Sebelum dan Sesudah Perlakuan.....	36

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
1. Hasil Uji Normalitas	46
2. Uji Paired Sample T Test	46
3. Uji Kruskal-Wallis	48
4. Perhitungan persentase efisiensi	49
5. Lampiran Gambar	51

**EFISIENSI "ALGAE REMOVAL" MENGGUNAKAN SISTEM
ANAEROBIC BAFFLED REACTOR DAN CONSTRUCTED WETLAND**

¹Puteri Nanda Sistha

¹Mahasiswa Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya

*Email: nandasisthaa@gmail.com

ABSTRAK

Alga tertentu mempunyai peran menurunkan kualitas perairan apabila jumlahnya berlebih (*blooming*). Oleh karena itu, potensi timbulnya dampak perlu dilakukan pencegahan serta ditanggulangi. Salah satu teknologi pengolahan air limbah yang dianggap ideal dan dapat di aplikasikan yaitu menggunakan teknologi penggabungan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Constructed Wetland* (CW).

Efisiensi "*Algae removal*" menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Constructed Wetland* (CW) dapat dilihat dari penurunan kadar klorofil alga, jumlah sel alga, pH, suhu, dan turbiditas.

Penelitian ini telah dilaksanakan pada bulan April sampai dengan Mei 2019. Perlakuan dalam penelitian ini ada 4 yaitu ABR-CW1 (media ampas tebu), ABR-CW2 (media sabut kelapa), ABR-CW3 (tanpa media ampas tebu dan sabut kelapa), CW 4 (tanpa ABR dan tanpa media ampas tebu sabut kelapa). Setiap perlakuan tersebut diujikan menggunakan air tambak ikan dengan 2 kali ulangan.

Hasil penelitian ini berupa rata-rata kadar klorofil alga dan jumlah sel alga antara sebelum dan setelah perlakuan ada perbedaan yang signifikan. Hasil uji beda antar perlakuan berpengaruh tidak nyata terhadap variabel kadar klorofil alga dan jumlah sel alga.

Kata Kunci: *Algae removal*, *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR), *Constructed Wetland* (CW)

Dosen Pembimbing



Marieska Verawaty, M.Si Ph.D

NIP. 197503222000032001

Mengetahui,

Ketua Jurusan Biologi



Dr. Arum Setiawan, S.Si., M.Si.

NIP. 197211221998031001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan budidaya ikan selain memberikan keuntungan ekonomis yang tinggi namun juga berpotensi menimbulkan dampak negatif terhadap lingkungan perairan. Kegiatan budidaya akan menghasilkan limbah berupa bahan organik dan unsur hara terutama N yang bersumber dari sisa pakan dan ekskresi. Air buangan tambak yang mengandung nutrisi dan bahan tersuspensi tinggi ini dapat berpotensi mempengaruhi badan air penerima (Widigdo dan Wardiatno, 2013). Sehubungan dengan itu, Salimet *al.* (2002), juga mengatakan bahwa limbah cair domestik yang masuk ke perairan menyebabkan dampak terhadap kualitas air seperti penyuburan perairan akibat terlarutnya unsur hara dalam air.

Eutrofikasi adalah fenomena yang paling banyak disebabkan oleh nutrisi berlebihan (N, P dan garam anorganik lainnya) di lingkungan air. Tingginya nutrisi dalam air yang menghasilkan berbagai gejala perubahan, di antaranya peningkatan produksi makrofita seperti eceng gondok yang menyebabkan evapotranspirasi menjadi sangat cepat, pendangkalan waduk dan tempat berkembang-biaknya vektor penyakit. Sedangkan pertumbuhan alga yang cepat dapat menyebabkan penurunan kualitas air dan perubahan gejala lain yang tidak diinginkan, termasuk air keruh, bau, kondisi penurunan kadar oksigen terlarut dan bahkan fenomena yang lebih merugikan bagi hewan dan manusia (Shen, 2013).

Alga tertentu mempunyai peran menurunkan kualitas perairan apabila jumlahnya berlebih (*blooming*). Hal ini diperparah dengan fakta bahwa beberapa jenis alga yang potensial *blooming* adalah yang bersifat toksik, seperti dari beberapa kelompok Dinoflagellata, yaitu *Alexandrium* spp., *Gymnodinium* spp. dan *Dinophysis* spp. (Aunurohim *et al.*, 2009). Oleh karena itu, potensi timbulnya dampak perlu dilakukan pencegahan serta ditanggulangi pada perairan yang mengalami *blooming* alga. Salah satu teknologi pengolahan air limbah yang dianggap ideal dan dapat diaplikasikan di perkotaan yang belum memiliki sistem pemipisan saluran pembuangan air limbah domestik yang

terintegrasi dengan suatu sistem instalasi pengolahan air limbah (IPAL) terpadu adalah teknik pengolahan air limbah menggunakan teknologi penggabungan *Anaerobic Baffled Reactor (ABR)* dan *Constructed Wetland (CW)*.

ABR merupakan unit pengolahan yang terdiri dari kompartemen pengendap diikuti oleh beberapa reaktor sekat vertikal sehingga memaksa air limbah mengalir secara upflow (aliran naik) (Tilley *et al.*, 2014). Menurut Foxon *et al.* (2006), sistem ABR mempunyai keunggulan, diantaranya kesederhanaan sistem, kebutuhan biaya yang rendah, waktu retensi lumpur yang panjang, waktu retensi hidraulik yang rendah, tidak diperlukan karakteristik biomassa khusus, kemudahan di dalam pengoperasian, timbunan lumpur yang rendah, stabil terhadap peningkatan beban yang tiba-tiba dan drastis serta dapat mengolah air limbah dengan variasi karakteristik air limbah.

Pengolahan limbah anaerob menawarkan keuntungan utama dalam pemulihan air yang mengandung alga, seperti produksi energi dan penghilangan polutan. Menurut Yu *et al.* (2014), sel alga biasanya kaya dengan polisakarida dan mengandung konsentrasi selulosa yang lebih rendah daripada lignin. Selain itu, sel alga biru-hijau dapat dengan mudah terdegradasi menjadi metana selama proses pencernaan anaerob. Penelitian Jing *et al.* (2008), menyatakan bahwa ABR telah mengurangi alga.

Limbah yang diolah ABR dapat digunakan untuk irigasi berbagai tanaman. Namun, jenis efluen tersebut mungkin tinggi dalam COD dan BOD, dan koliform. Dengan demikian, wajib untuk air limbah yang diolah ABR dilakukan strategi pasca perawatan tambahan jika diinginkan penggunaan lebih lanjut. Sistem pengolahan CW adalah struktur rekayasa yang dirancang khusus untuk mengolah air limbah dengan mengoptimalkan proses fisik, kimia, dan biologis yang terjadi dalam ekosistem lahan basah alami. CW dikenal sebagai teknologi hijau yang menggunakan tanaman untuk menghilangkan kontaminan dari area tertentu, dan prosesnya dikenal sebagai fitoremediasi (Zeb *et al.*, 2013).

Typha angustifolia L. sangat cocok untuk pengolahan dengan sistem lahan basah buatan. *Typha* spp. adalah tumbuhan rawa yang mampu menyerap nutrisi secara efektif. Tumbuhan ini memiliki biomassa yang tersimpan di dalam daun, batang dan akar (Aprilya *et al.*, 2017). Dalam ekosistem air, alelopati terhadap

alga oleh makrofit memberikan metode baru untuk mengendalikan *blooming* alga, yang diyakini ramah lingkungan. Alelokimia telah diidentifikasi pada *Typha angustifolia* L. yaitu asam phenic (Zhang *et al*, 2010).

Selain itu juga media merupakan komponen lahan basah yang penting, yang menyediakan situs untuk pertumbuhan biofilm, media juga mendukung pertumbuhan tanaman lahan basah, mendukung pemindahan fisiko-kimia dan biologis. Mengatasi hal tersebut, perlu dicari penyelesaian alternatif dengan karakteristik mudah dan murah. Salah satu alternatif tersebut adalah pemanfaatan filter biomassa dengan menggunakan tanaman seperti sabut kelapa dan ampas tebu. Hal ini didasarkan atas sabut kelapa dan ampas tebu merupakan bahan yang murah dan mudah didapat.

Teknologi ini dipertimbangkan sebagai teknologi yang aplikatif, karena kedua teknologi ini bersifat sederhana, hemat energi, tidak membutuhkan sumber daya manusia yang berpendidikan tinggi dalam sistem pengoperasiannya dan bersifat ekonomis. Sebagai upaya pengembangannya, maka kriteria penting yang perlu diteliti dalam mendesain strategi atau cara mengoperasikan bioreaktor untuk mencapai kinerja yang efisien dan optimal, yaitu dengan cara menguji dan mengukur kinerja sistem tersebut dalam mengolah air limbah (tahap penelitian dasar pada skala laboratorium) melalui pengukuran persentase penurunan parameter pencemar pada air limbah.

1.2. Rumusan Masalah

Efisiensi "*Algae removal*" menggunakan *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan ketiga jenis *Constructed Wetland* (CW) yang menggunakan media filter seperti ampas tebu, sabut kelapa, dan tanpa media ampas tebu dan atau sabut kelapa, dapat dilihat dari penurunan kadar klorofil alga dan jumlah sel alga. Oleh karena itu dilakukan penelitian untuk melihat bagaimana pengaruh ABR dan CW terhadap "*Algae removal*" ?

1.3. Hipotesis

1. Ada penurunan kadar klorofil alga dan jumlah sel alga sebelum dan sesudah perlakuan ABR-CW sabut kelapa
2. Ada penurunan kadar klorofil alga dan jumlah sel algasebelum dan sesudah perlakuan ABR-CW ampas tebu
3. Ada penurunan kadar klorofil alga dan jumlah sel alga sebelum dan sesudah perlakuan ABR-CW tanpa menggunakan ampas tebu dan sabut kelapa
4. Ada penurunan kadar klorofil alga dan jumlah sel algasebelum dan sesudah perlakuan CW

1.4. Tujuan Penelitian

Mengetahui efisiensi *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Constructed Wetland* (CW) terhadap penurunan kadar klorofil dan jumlah sel alga.

1.5. Manfaat Penelitian

Hasil penelitian ini diharapkan dapat digunakan untuk :

1. Penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada masyarakat tentang pengolahan perairan *algal blooms* dengan metode *Anaerobic Baffled Reactor* (ABR) dan *Constructed Wetland* (CW). Dari hasil penelitian nanti diharapkan menjadi alternatif solusi.
2. Memberikan informasi tentang efisiensi yang didapat dari metode pengolahan perairan *algal blooms* sebagai acuan atau referensi untuk peneliti selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, I., Ali, N., and Jamal, Y. 2016. Treatment of Domestic Wastewater by Natural Adsorbents Using Multimedia Filter Technology. *International Journal of Emerging Technologies in Engineering Research (IJETER)*. 4 (4) 164-167.
- American Public Health Association. American Water Works Association. Water Environment Association. (2005). *Standard methods for the examination of water and wastewater: 21st edition*. Port City Press, Baltimore : Maryland.
- Aminot, A., and Rey. F. 2000. *Standard Procedure for the Determination of Chlorophyll A by Spectroscopic Methods*. Denmark : ICES Techniques in Marine Environmental Sciences.
- Anusuya, V., Malathi, R., and Kumar, P. S. 2017. Characteristic Study on Domestic Waste Water by Natural Adsorbents using Multimedia Filter Technology. *International Journal of Engineering Research and Modern Education*. 39-42.
- Aprilya, S. I., Andrio, D., dan Elystia, S. 2017. Efek Morfologi Penyisihan Polutan pada Air Terproduksi dengan Sistem Lahan Basah Buatan Terhadap Tanaman *Typha Latifolia*. *Jurnal Fteknik*. 4(2) : 1-5.
- Aryawati, R dan Thoha, H. 2011. Hubungan kandungan klorofil-a dan kelimpahan fitoplankton di perairan Berau kalimantan Timur. *Maspuri Journal*. 02:89-94
- Aunurohim, Saptarini, D., dan Yanthi, D. 2009. Fitoplankton Penyebab *Harmful Algae Blooms* (HABs) di Perairan Sidoarjo. *Proceeding of 6th Basic Science National Seminar, Brawijaya University*.
- Barros, P., Ruiz, I., and Soto, M. (2008). Performance of an anaerobic digester-constructed wetland system for a small community. *Ecological Engineering*. 33(2), 142–149.
- Bellinger, E.G., and . Sigeo, D. C. 2010. *Freshwater Algae Identification and Use as Bioindicators*. USA : John Wiley & Sons, Ltd.
- CWP, 2007. *National Pollutant Removal Performance Database, version 3*. Center for Watershed Protection.
- Dewi DF. 2003. Phosphate Removal by Crystallization in Fluidized Bed Reactor Using Silica Sand. *Jurnal Purifikasi*, 4(4): 151-156.
- Don, W. S., Trees Emir dan, dan Cherry Had. 2000. *Rahasia Kebun Asri*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama.

- Ervin, G. N. and Wetzal, R. G. 2003. An Ecological Perspective of Allelochemical Interference In Lan–Water Interface Communities. *Plant Soil*. 256 (1) :13–28.
- Foxon, K.M., Buckley, C.A., Brouckaert,C.J., Dama,P., Mtembu, Z., Rodda., and Smith, N. M. 2006. *The Evaluation of the Anaerobic Baffled Reactor for Sanitation in Dense Peri-Urban Settlements*. Durban : Report to the Water Research Commission.
- Garno, Y. S. 2012. Dampak Eutrofikasi Terhadap Struktur Komunitas dan Evaluasi Metode Penentuan Kelimpahan Fitoplankton. *J. Tek. Ling.* 13 (1) : 67 – 74.
- Gašpariková, E., Kapusta, Š., Bodík, I., Dercó, J., and Kratochvíl, K. 2005. Evaluation of Anaerobic-Aerobic Wastewater Treatment Plant Operations. *Polish Journal of Environmental Studies*. 14 (1) : 29-34.
- Gschlößl, T., Steinmann, C., Schleyen, P., & Melzer, A. (1998). Constructed wetlands for effluent polishing of lagoons. *Water Research*, 32(9), 2639–2645.
- Harber, R.and Langergraber, H, 2002, Constructed Wetlands A Chance to Solve Waste Water Problems in Developing Countries.*Journal of Wat Sc Technology*. 40 : 11 – 17.
- Hastuti, E. 1., Nuraeni, R., dan Darwati, S. 2017 Pengembangan Proses Pada Sistem *Anaerobic Baffled Reactor* untuk Memenuhi Baku Mutu Air Limbah Domestik. *Jurnal Permukiman*. 12 (2) : 70 – 79.
- Hidayah, A. M., Purwanto dan Tri, R. S. 2012. Kandungan Logam Berat Pada Air, Sedimen dan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus* Linn.) Di Karamba Danau Rawapening. *Prosiding Seminar Nasional Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 95-101.
- Hilt, S., and Gross, E. M. 2008. Can Allelopathically Active Submerged Macrophytes Stabilize Clear-Water States In Shallow Lakes?. *Basic Appl. Ecol.* 9 (4) : 422–432.
- Indrayani, E., Nitimulyo, K. H., Hadisusanto, S., dan Rustadi. 2015. Analisis Kandungan Nitrogen, Fosfor Dan Karbon Organik Di Danau Sentani – Papua.*J. Manusia dan Lingkungan*. 22 (2) : 217-225.
- Irawati, N. 2015. Pendugaan Kesuburan Perairan Berdasarkan Sebaran Nutrien dan Klorofil-A di Teluk Kendari Sulawesi Tenggara. *Jurnal Ilmu Perikanan dan Sumberdaya Perairan*.

- Islam, M. T., Islam, S., Saifullah, I, Datta, D. and Ahmed, A. 2017. Suitability of Recycled Coconut Fiber as Filter Media for the Treatment of Wastewater. *Proceedings of the WasteSafe 5th International Conference on Solid Waste Management in the Developing Countries*.
- Jamshidi, S. H., and Gholikandi, G. B. 2014. An Assessment of Using Anaerobic Baffled Reactor To Upgrade Wastewater Stabilization Ponds: A Pilot Study. *International Journal of Sustainable Development and Planning*.9 (4) : 597–607.
- Jamshidi, S., Akbarzadeh, A., Woo, K. S., and Valipour, A. 2014. Wastewater Treatment Using Integrated Anaerobic Baffled Reactor and Bio-Rack Wetland Planted with *Phragmites* sp. and *Typha* sp. *Journal of Environmental Health Science & Engineering*. 12 (131) : 1-12.
- Jing, D., Yan, S.H., and Chang, Z. Z. . 2008. Potential of Methane Production of Blue Algae and Its Feasibility of Fermentation With Anaerobic Baffled Reactor. *Jiangsu Agric. Sci.* 24 : 948–953.
- Jover, J., Ramírez, M., Rodríguez, I., Gómez, J. M., Cantero, D. 2012. Strategies for pH control in a biofilter packed with sugarcane bagasse for hydrogen sulfide removal. *J Environ Sci Health A Tox Hazard Subst Environ Eng.* 47(7):990-6.
- Kadlec, R. H., and Knight, R.L., 1996. *Treatment Wetlands*. Boca Raton, FL, USA: CRC Press/Lewis Publishers.
- Kadleck, R., and Wallace. 2009. *TREATMENT WETLANDS. Trearneng Wetlands 2Edition*. CRC Press, Taylor & Francis Group.
- Khalekuzzaman, Md., Hasan, M., Haque, R., and Alamgir, M. 2018. Hydrodynamic performance of a hybrid anaerobic baffled reactor (HABR): effects of number of chambers, hydraulic retention time, and influent temperature. *Water Science & Technology*. 78 (4) : 968-981.
- Kristanto, P. 2013. *Ekologi Industri*. Edisi ke II. Yogyakarta: ANDI.
- Larasati, A., dan Notodarmojo, S. 2014. Kesetimbangan dan Kinetika Penyisihan Orthofosfat dari Dalam Air dengan Metode Adsorpsi-Desorpsi. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 20 (1) : 38-47.
- Lestari, D. E. 2012. *Efektivitas Pengolahan Limbah Cair Domestik dengan Metode Rawa Buatan (Constructed Wetland)*. Fakultas Ilmu Kesehatan : Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar.
- Lin, Y. F., Jing, S. R., Lee, D. Y. 2003. *The potential use of constructed wetlands in a recirculating aquaculture system for shrimp culture*. Environmental Pollution.

- Manios, T., Stentiford, E. I., & Millner, P. (2003). Removal of Total Suspended Solids from Wastewater in Constructed Horizontal Flow Subsurface Wetlands. *Journal of Environmental Science and Health, Part A*. 38(6), 1073–1085.
- Maulidia., dan Muhammad, S. 2013. Analisa Kekeruhan Dan Kandungan Sedimen dan Kaitannya dengan Kondisi DAS Sungai Krueng Aceh. *Seminar Nasional Pengelolaan Daerah Aliran Sungai Berbasis Masyarakat Menuju Hutan Aceh Berkelanjutan* : Banda Aceh.
- Mburu, N. 2013. *Experimental and Modeling Studies of Horizontal Subsurface Flow Constructed Wetlands Treating Domestic Wastewater*. Netherlands :CRC Press.
- Meizal. 2008. Pengaruh Kompos Ampas Tebu Dengan Pemberian Berbagai Kedalaman Terhadap Sifat Fisik Tanah Pada Lahan Tembakau Deli. *Jurnal Ilmiah Abdi Ilmu*. 1 (1) : 83-88.
- Moenir, M., Sartamtomo., dan Moertinah, S. 2014. Pengolahan Air Limbah Industri Teh Botol dengan Teknologi Biologis Anaerobik Uasb – Wetland. *Jurnal Riset Teknologi Pencegahan Pencemaran Industri*. 5 (2) : 59 – 66.
- Mtavangu, S., Hilonga, A., Rugaika, A., and Karoli, N. N. 2017. Performance of Constructed Wetland Integrated with Sand Filters For Treating High Turbid Water for Drinking. *Water Practice & Technology*. 12 (1) : 25-42.
- Mulyani., Widiarti, R., dan Wardhana, W. 2012. Sebaran Spasial Spesies Penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB) Di Lokasi Budidaya Kerang Hijau (*Perna viridis*) Kamal Muara, Jakarta Utara, Pada Bulan Mei 2011. *Jurnal Akuatika*. 3 (1) : 28-39.
- Munazah, A. R., dan Soewondo, P. 2008. Penyisihan Organik Melalui Dua Tahap Pengolahan dengan Modifikasi Abr dan *Constructed Wetland* pada Industri Rumah Tangga. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 4 (4) : 93-99.
- Nadhifah, I. I., Fajarwati, P., Sulistiyowati, Eka. 2019. Fitoremediasi dengan *Wetland System* Menggunakan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*), Genjer (*Limnocharis Flava*), dan Semanggi (*Marsilea Crenata*) untuk Mengolah Air Limbah Domestik. *Journal of Biology*. 12(1) : 38-45.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2001. *Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta
- Pereira, S.P., Martins, F. de C., Gomes, L. N. L., Sales, M. do Vale., and Valter, L. De, P. 2012. Removal of Cyanobacteria by Slow Sand Filtration for Drinking Water. *Sanitation and Hygiene for Development*. 03 (2) : 133-145.

- Pinandari AW, Fitriana DN, Ari N, Suhartono E. (2011). Uji efektifitas dan efisiensi filter biomassa menggunakan sabut kelapa (*Cocos nucifera*) sebagai bioremoval untuk menurunkan kadar logam (Cd, Fe, Cu), total padatan tersuspensi (tss) dan meningkatkan pH pada limbah air asam tambang batubara. *Jurnal Prestasi*. 1 (1).
- Pol, L. H. and Lettinga, G. 1986. New Technologies For Anaerobic Wastewater Treatment. *Journal Wal. Sci. Tech*. 18 (12) :41-53
- Pratama, I. M. R., Sulhadi., dan Mahardika, P. A. 2016. Pemanfaatan Serabut *Cocos Nucifera* Sebagai Filter Air Limbah Pewarna Tekstil. *Prosiding Pertemuan Ilmiah XXX HFI Jateng & DIY, Salatiga*. 153-154.
- Prawira, J. 2015. Efektifitas sistem lahan basah buatan sebagai alternatif pengolahan limbah domestik menggunakan tumbuhan hias Iris pseudacorus L. *Skripsi*. Universitas Maritim Raja Ali Haji, Riau.
- Prihantini, N. B., Wardhana, W., Hendrayanti, D., Widyawan, A., Ariyani, Y., dan Rianto, R. 2008. Biodiversitas Cyanobacteria dari Beberapa Situ/Danau Di Kawasan Jakarta-Depok-Bogor, Indonesia. *Jurnal SAINS*. 12 (1) :44-54.
- Ratnawati, R., Slamet, A., dan Hermana J., (2011), “Efek Penambahan Unsur Kalium dan Aerasi terhadap Kinerja Alga-Bakteri untuk Mereduksi Polutan pada Air Boezem Morokrembangan, Surabaya”, Prosiding Seminar Nasional VIII Teknik Lingkungan ITS dan Seminar Nasional VII Ikatan Alumni Teknik Penyehatan Indonesia (IATPI), Surabaya.
- Salim, H. 2002. Beban Pencemaran Limbah Domestik dan Pertanian di das Citarum Hulu. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 3 (2) : 107-111.
- Samudra, S. R., Soeprbowati, T. R., dan Izzati, Munifatul. 2013. Komposisi, Kemelimpahan dan Keanekaragaman Fitoplankton Danau Rawa Pening Kabupaten Semarang. *Jurnal BIOMA*. 15 (1): 6-13.
- Sembiring, E. T. J. dan Muntalif, B. S., 2011. Optimasi Efisiensi Pengolahan Lindi dengan Menggunakan *Constructed Wetland*. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 17 (2) : 1-10.
- Sharma, B., and Pooja. 2016. Performance Analysis of Vertical Flow Constructed Wetland to Treat Domestic Wastewater using Two Different Filter Media and Canna as a Plant. *Indian Journal of Science and Technology*. 9(44) : 1-9.
- Shen, Z., Niu, J., Wang, X., Wang, H., and Zhao, X. 2013. *Distribution and Transformation of Nutrients in Large-scale Lakes and Reservoirs*. Hangzhou : Zhejiang University Press.

- Sihombing RF, Aryawati R, Hartoni. 2013. Kandungan klorofil-a fitoplankton di sekitar perairan Desa Sungsang kabupaten Banyuwasin. *Maspari Journal* 5(1):34-39.
- Simbolon, A. R. 2016. Pencemaran Bahan Organik dan Eutrofikasi di Perairan Cituis, Pesisir Tangerang. *Jurnal Pro-Life*. 3(1) : 109-118.
- Siswanto, B.A. P., dan Purwanti, I. F. 2016. Perencanaan *Anaerobic Baffled Reactor*(ABR) Sebagai Instalasi Pengolahan *Greywater* di Kecamatan Rungkut Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*. 5 (2) : 36-41.
- Siti, Q., Sobriyah., Koosdaryani, dan Muttaqien, A. Y. 2017. Lahan Basah Buatan Sebagai Pengolah Limbah Cair dan Penyedia Air Non Konsumsi. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*. 1 (1) : 25-23.
- Sugiharto. 1987. *Dasar-dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta: UI Press.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Sun, G. B. 2013. A Lab-Scale Study of Constructed Wetlands with Sugarcane Bagasse and Sand Media for The Treatment of Textile Wastewater Tanveer Saeed. *Bioresource Technology*.128 :438–447.
- Suswati, A. C. S. P., dan Wibisono, G. 2013. Pengolahan Limbah Domestik dengan Teknologi Taman Tanaman Air (*Constructed Wetlands*).*Indonesian Green Technology Journal*. 2 (2) :70-79.
- Tilley, E. et al. (2014). *Compendium of Sanitation Systems and Technologies - (2nd Revised Edition)*. Swiss Federal Institute of Aquatic Science and Technology (Eawag), Duebendorf, Switzerland.
- Torres, A., Feroso, F. G., Rincon, B., Bartacek, J., Borja, R. & Jeison, D. (2013). Challenges for cost-effective microalgae anaerobic digestion. *Biodegradation – Engineering and Technology* (6.).
- UN-HABITAT.2008. *Constructed Wetlands Manual*. Kathmandu: UN-HABITAT Water for Asian Cities Programme.
- USEPA (U.S. Environmental Protection Agency). 1999. *National Pollutant Discharge Elimination System—Regulations for Revision of the Water Pollution Control Program Addressing Storm Water Discharges*. U.S. Environmental Protection Agency, Office of Water, Washington, DC. Fed. Regist.64:6872.
- Vymazal, J. 2007. Removal of Nutrients In Various Types of Constructed Wetlands. *Sci. Tot. Environ*. 380 : 48-65.

- Vymazal, J. 2010. Constructed Wetlands for Wastewater Treatment. *Water*. 2(3) :530-549
- Wang, L., Wang, X., Jin, X., Xu, J., Zhang, H., Yu, J., Sun, Q., Gao, G., and Wang, L. 2017. Analysis Of Algae Growth Mechanism and Water Bloom Prediction Under The Effect Of Multi-Affecting Factor. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 24 (3) : 556-562.
- Wasser, S. P. International Journal on Algae. 23 Oktober 2018. <http://www.begellhouse.com/journals/journal-on-algae.html>.
- Wehr, J. D., Sheath, R. G., and Kociolek, J. P. 2015. *Freshwater Algae of North America Ecology and Classification*. London : Academic Press is an imprint of Elsevier.
- Widigdo, B., dan Yusli Wardiatno. 2013. Dinamika Komunitas Fitoplankton dan Kualitas Perairan Di Lingkungan Perairan Tambak Udang Intensif: Sebuah Analisis Korelasi. *Jurnal Biologi Tropis*. 13 (2) : 160-184.
- Wilson, P. 2004. *Anaerobic Treatment of Agricultural Residues and Wastewater - Application of High- Rate Reactors*. Sweden : Media-Tryck Lund University.
- Xiao, X., Huang, H., Ge, Z., Rounge, T.B., Shi, J., Xu, X., Li, R., Chen, Y., 2014. A pair of chiral flavonolignans as novel anti-cyanobacterial allelochemicals derived from barley straw (*Hordeum vulgare*): characterization and comparison of their anti-cyanobacterial activities. *Environ. Microbiol.* 16, 1238–1251.
- Yu, Y ., Lu, X ., and Wu, Y. 2014. Performance of an Anaerobic Baffled Filter Reactor in the Treatment of Algae-Laden Water and the Contribution of Granular Sludge. *Water*. 6(1) :122-138.
- Zahidin, M. 2008. *Kajian Kualitas Air Di Muara Sungai Pekalongan Ditinjau Dari Indeks Keanekaragaman Makrobenthos Dan Indeks Saprobitas Plankton*. Thesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang, 98 hlm.
- Zahidin, M. 2008. *Kajian Kualitas Air Di Muara Sungai Pekalongan Ditinjau Dari Indeks Keanekaragaman Makrobenthos Dan Indeks Saprobitas Plankton*. Thesis. Program Pascasarjana Universitas Diponegoro, Semarang, 98 hlm.
- Zhang, T. T., Hu, W., & Zhang, D. (2011). Allelopathic Effect of *Typha Angustifolia* L. on Phytoplankton. *Advanced Materials Research*. 383-390, 3724–372