

SKRIPSI

PENGARUH WAKTU RETENSI TERHADAP EFISIENSI PENURUNAN JUMLAH SEL ALGA PADA SISTEM CONSTRUCTED WETLAND MENGGUNAKAN *Phragmites karka*

Diajukan sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana Sains Biologi
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya



OLEH:

**DITA MEILINDA
08041181621085**

**JURUSAN BIOLOGI
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2021**

HALAMAN PENGESAHAN

PENGARUH WAKTU RETENSI TERHADAP EFISIENSI PENURUNAN JUMLAH SEL ALGA PADA SISTEM CONSTRUCTED WETLAND MENGGUNAKAN *Phragmites karka*

SKRIPSI

Diajukan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelas Sarjana Sains
Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Sriwijaya

OLEH :

DITA MEILINDA
08041181621085

Indralaya, Januari 2021

Dosen Pembimbing



Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D
NIP. 197503222000032001

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi



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

HALAMAN PERSETUJUAN

Karya tulis ilmiah ini berupa skripsi dengan judul “Pengaruh Waktu Retensi Terhadap Efisiensi Penurunan Jumlah Sel Alga pada Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan *Phragmites karka*” telah dipertahankan dihadapan Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya pada Januari 2021.

Indralaya, Januari 2021

Tim Penguji Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi

Ketua :

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

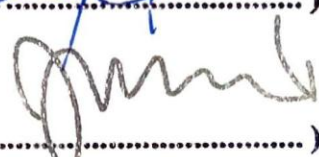
()

Anggota :

1. Dr. Moh. Rasvid Ridho, M.Si.
NIP. 196905011995031002

()

2. Drs. Juswardi, M.Si.
NIP. 196309241990021001

()

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

()

4. Dra. Syafrina Lamin, M.Si.
NIP. 196211111991022001

()

Mengetahui,
Dekan FMIPA



Prof. Dr. Iskhag Iskandar, M.Sc.
NIP. 197210041997021001

Ketua Jurusan Biologi

()
Dr. Arum Setiawan, M.Si.
NIP. 197211221998031001

HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dita Meilinda

NIM : 08041181621085

Judul : Pengaruh Waktu Retensi Terhadap Efisiensi Penurunan Jumlah Sel Alga
pada Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan *Phragmites karka*

Menyatakan bahwa Skripsi saya merupakan hasil karya sendiri didampingi tim pembimbing dan bukan hasil penjiplakan atau *plagiat*. Apabila ditemukan 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, Januari 2021



Dita Meilinda
08041181621085

HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS

Yang bertanda tangan dibawah ini:

Nama : Dita Meilinda

NIM : 08041181621085

Judul : Pengaruh Waktu Retensi Terhadap Efisiensi Penurunan Jumlah Sel Alga
pada Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan *Phragmites karka*

Memberikan izin kepada Pembimbing dan Universitas Sriwijaya untuk mempublikasikan hasil penelitian saya untuk kepentingan akademik apabila dalam waktu 1 (satu) tahun tidak mempublikasikan penelitian saya. Dalam kasus ini saya setuju untuk menempatkan pembimbing sebagai penulis korespondensi (*Corresponding author*).

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

Indralaya, Januari 2021

Dita Meilinda

08041181621085

RINGKASAN

PENGARUH WAKTU RETENSI TERHADAP EFISIENSI PENURUNAN JUMLAH SEL ALGA PADA SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND* MENGGUNAKAN *Phragmites karka*

Karya Tulis Ilmiah berupa Skripsi, Januari 2021

Dita Meilinda; Dibimbing oleh Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D.

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

xvii + 54 halaman, 5 tabel, 2 gambar, 13 lampiran

Kegiatan budidaya ikan akan meningkatkan konsentrasi unsur nitrogen (N) dan fosfor (P) yang berasal dari sisa-sisa makanan ikan yang dapat menurunkan kualitas air. Pada konsentrasi yang optimum, unsur hara N dan P menguntungkan bagi pertumbuhan fitoplankton yang merupakan makanan ikan sehingga dapat meningkatkan produksi ikan. Eutrofikasi dapat menurunkan kualitas air dan ledakan populasi fitoplankton yang mengakibatkan air menjadi warna keruh kehijauan sehingga dapat menyebabkan racun bagi ikan itu sendiri. Oleh karena itu, diperlukan cara untuk mengurangi ledakan populasi alga, salah satu cara yang dapat digunakan yaitu dengan mengaplikasikan teknologi pengolahan air limbah dengan sistem *Constructed Wetland* menggunakan tumbuhan *Phragmites karka* dengan menghitung efisiensi penurunan jumlah sel alga, kadar klorofil alga dan penurunan BOD₅ sehingga perlu dilakukan penelitian untuk melihat bagaimana pengaruh waktu retensi terhadap peningkatan kualitas air kolam pada sistem *Constructed Wetland* menggunakan *Phragmites karka* dalam menurunkan jumlah sel alga pada skala laboratorium. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan perlakuan menggunakan waktu retensi 20 jam, 40 jam dan 100 jam. Variabel pengamatan dalam penelitian ini meliputi jumlah sel alga, kadar klorofil alga dan BOD₅. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah sel alga pada sampel *effluent* dengan waktu retensi 20 jam memiliki efisiensi terkecil sebesar 24,13% dengan nilai *effluent* sedangkan waktu retensi 100 jam dengan menggunakan tanaman memiliki rata-rata efisiensi tertinggi sebesar 89,65%. Kadar klorofil alga dengan waktu retensi 20 jam dan 40 jam mengalami penurunan pada nilai *effluent* dan mengalami peningkatan pada rata-rata efisiensinya sebesar 47,63% dan 51,71%. Sedangkan pada waktu retensi 100 jam dengan rata-rata efisiensi mengalami penurunan sebesar 81,06% dan 55,51%. Nilai BOD₅ mengalami penurunan pada waktu retensi 100 jam sebesar 8,4 mg/L.

Kata Kunci : BOD₅, *Constructed Wetland*, Eutrofikasi, Jumlah sel alga, Kadar klorofil alga, *Phragmites karka*.

Kepustakaan : 84 (2000-2019).

SUMMARY

THE EFFECT OF RETENTION TIME ON THE EFFICIENCY OF REDUCING
ALGAE CELLS ON *CONSTRUCTED WETLAND* SYSTEM USING
Phragmites karka

Scientific Papers in the form of a Skripsi, Januari 2021

Dita Meilinda; Supervised by Marieska Verawaty, M.Si.,Ph.D.

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

xvii + 54 pages, 5 tables, 2 pictures, 13 attachment.

Fish farming activities will increase the concentration of nitrogen (N) and phosphorus (P) elements from fish food scraps which can reduce water quality. At optimal concentrations, N and P nutrients are beneficial for the growth of phytoplankton, which are fish food so that they can increase fish production. Eutrophication can reduce water quality and a population explosion of phytoplankton which causes the water to become a greenish cloudy color which can cause poison to the fish itself. Therefore, we need a way to reduce the population explosion of algae, one of the ways that can be used is by applying the wastewater treatment technology with the Constructed Wetland system using the *Phragmites karka* plant by calculating the efficiency of reducing the number of algae cells, algal chlorophyll content and reducing BOD₅ so it needs to be done. research to see how the effect of retention time on improving pond water quality in the Constructed Wetland system using *Phragmites karka* in reducing the number of algae cells on a laboratory scale. This study used an experimental method, with treatment using a retention time of 20 hours, 40 hours and 100 hours. The observation variables in this study included the number of algal cells, algal chlorophyll content and BOD₅. The results showed that the number of algae cells in the effluent sample with a retention time of 20 hours had the smallest efficiency of 24.13% with the effluent value, while the retention time of 100 hours using plants had the highest average efficiency of 89.65%. Algae chlorophyll levels with retention times of 20 hours and 40 hours decreased in the effluent value and increased in efficiency by an average of 47.63% and 51.71%. Meanwhile, the retention time of 100 hours with an average efficiency decreased by 81.06% and 55.51%. The BOD₅ value decreased at the 100 hour retention time of 8.4 mg / L.

Keywords: BOD₅, *Constructed Wetland*, Eutrophication, Number of algal cells, Algal chlorophyll content, *Phragmites karka*.

Literatur : 84 (2000-2019).

HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN

“Ingatlah Allah saat hidup tak berjalan sesuai keinginanmu. Allah pasti punya jalan yang terbaik untukmu”



**“Dan sesungguhnya telah kami berikan hikmat kepada Luqman, yaitu:
“Bersyukurlah kepada Allah. Dan barangsiapa yang bersyukur (kepada Allah), maka sesungguhnya ia bersyukur untuk dirinya sendiri dan barangsiapa yang tidak bersyukur, maka sesungguhnya Allah Maha Kaya lagi Maha Terpuji”
(Q.S Al-Luqman : 12)**

Karya ini saya persembahkan untuk:

- ❖ Allah SWT dan Rasulnya
- ❖ Kedua Orangtua Tercinta (Wagiman S dan Paryati)
- ❖ Adik Tercinta (Muhammad Fakhrii Giofansyah)
- ❖ Almamater

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadiran Allah SWT yang telah menganugerahkan rahmat dan karunia-Nya sehingga skripsi yang berjudul **“Pengaruh Waktu Retensi Terhadap Efisiensi Penurunan Jumlah Sel Alga pada Sistem *Constructed Wetland* Menggunakan *Phragmites karka*”** dapat diselesaikan. Shalawat serta salam selalu senantiasa penyusun sanjungkan kepada Nabi besar Muhammad SAW beserta keluarga, para sahabat, serta para pengikutnya hingga akhir zaman. Skripsi ini merupakan suatu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains Bidang Studi Biologi di Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya.

Skripsi ini dapat diselesaikan karena adanya bantuan dan dukungan dari berbagai pihak. Terimakasih disampaikan kepada Ibu Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D. selaku dosen pembimbing yang telah memberikan arahan, bimbingan maupun saran sehingga Skripsi dapat terselesaikan.

Terimakasih juga disampaikan kepada yang terhormat:

1. Prof. Dr. Ir. H. Anis Saggaft, M.S.C.E. selaku Rektor Universitas Sriwijaya.
2. Prof. Dr. Iskhaq Iskandar, M.Sc. selaku Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
3. Dr. Arum Setiawan, M.Si. selaku Ketua Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
4. Drs. Sarno, M.Si. selaku Sekretaris Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya.
5. Drs. Juswardi, M.Si. selaku dosen Pembimbing Akademik yang telah membimbing dan mengarahkan selama perkuliahan.
6. Dr. Moh. Rasyid Ridho, M.Si, Drs. Juswardi, M.Si, Singgih Tri Wardana, S.Si, M.Si dan Dra. Syafrina Lamin, M.Si. selaku dosen Pembahas yang telah membimbing, memberikan saran dan masukan dalam penyelesaian Tugas Akhir.

7. Seluruh Dosen Bapak/Ibu Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya, yang tidak dapat disebutkan satu persatu yang banyak memberikan ilmu dan pengetahuan yang bermanfaat.
8. Seluruh Karyawan dan staff tata usaha Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya yang telah membantu proses dan administrasi selama masa perkuliahan.
9. Seluruh rekan-rekan Mahasiswa/i Jurusan Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya Khususnya angkatan 2016.
10. Tim penelitian tugas akhir yang selalu memberikan semangat dan saling menguatkan selama proses penelitian.

Indralaya, Januari 2021

Penulis

Dita Meilinda

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERSETUJUAN.....	iii
HALAMAN PERNYATAAN KEASLIAN KARYA ILMIAH	iv
HALAMAN PERSETUJUAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS	v
RINGKASAN.....	vi
SUMMARY	viii
HALAMAN MOTTO DAN PERSEMBAHAN	x
KATA PENGANTAR.....	xi
DAFTAR ISI.....	xiii
DAFTAR GAMBAR.....	xv
DAFTAR TABEL	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
 BAB 1. PENDAHULUAN	 1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah.....	4
1.3. Hipotesis	5
1.4. Tujuan Penelitian	5
1.5. Manfaat Penelitian	5
 BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA.....	 6
2.1. Karakteristik Limbah Domestik.....	6
2.2. Baku Mutu Air Limbah.....	7
2.3. Kualitas Air	8
2.4. Eutrofikasi.....	9
2.5. <i>Blooming Algae</i>	10
2.6. BOD (<i>Biochemical Oxygen Demand</i>).....	15
2.7. Prinsip Dasar Pengolahan Air Limbah	16
2.8. Lahan Basah Buatan atau <i>Constructed Wetland</i>	17
2.9. Media Filter pada Lahan Basah Buatan	18
2.10. Kelebihan dan Kekurangan Lahan Basah Buatan.....	19
2.10.1. <i>Hydraulic Retention Time (HRT)</i>	20
2.11. <i>Phragmites karka</i>	20
 BAB 3. METODE PENELITIAN.....	 23
3.1. Waktu dan Tempat.....	23
3.2. Alat dan Bahan.....	23
3.3. Metode Penelitian	23

3.4. Cara Kerja	24
3.4.1. Persiapan Tumbuhan Uji.....	24
3.4.2. Pembuatan Sistem <i>Constructed Wetland</i>	24
3.4.3. Cara Kerja Sistem <i>Constructed Wetland</i>	25
3.4.4. <i>Hydraulic Retention Time</i> (HRT).....	25
3.4.5. Pengamatan pH, Suhu dan DO (<i>Dissolved Oxygen</i>)	25
3.4.6. Pengukuran BOD ₅	26
3.4.7. Perhitungan Sel Alga	26
3.4.8. Perhitungan Kadar Klorofil-a	27
3.4.9. Menghitung Presentase Efisiensi.....	27
3.5. Variabel Pengamatan	28
3.6. Analisis Data	28
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	29
4.1. Presentase Efisiensi Penurunan Jumlah Sel Alga pada Sistem <i>Constructed Wetland</i> dengan Waktu Retensi yang Berbeda	29
4.2. Presentase Efisiensi Penurunan Kadar Klorofil a pada Sistem <i>Constructed Wetland</i> dengan Waktu Retensi yang Berbeda. ...	31
4.3. Faktor yang Berperan dalam Penurunan Jumlah Sel Alga Terhadap pH, Suhu, DO dan BOD ₅ Sebelum dan Sesudah Perlakuan.....	34
BAB 5. KESIMPULAN DAN SARAN	38
5.1. Kesimpulan	38
5.2. Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN.....	47

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.10. <i>Phragmites karka</i>	20
Gambar 3.4. Rangkaian Sistem <i>Constructed Wetland</i>	24

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.2. Baku Mutu Air Limbah.....	7
Tabel 2.5. Kategori Perairan Berdasarkan Klorofil a.....	11
Tabel 4.1. Presentase Efisiensi Penurunan Jumlah Sel Alga pada Sistem <i>Constructed Wetland</i> dengan Waktu Retensi yang Berbeda..	29
Tabel 4.2. Presentase Efisiensi Penurunan Kadar Klorofil Alga pada Sistem <i>Constructed Wetland</i> dengan Waktu Retensi yang Berbeda..	31
Tabel 4.3. Faktor yang Berperan dalam Penurunan Jumlah Sel Alga Terhadap pH, Suhu, DO dan BOD ₅ Sebelum dan Sesudah Perlakuan	34

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1. Rata-rata dan Standar Deviasi Kadar Klorofil a.....	47
Lampiran 2. Rata-rata dan Standar Jumlah Sel Alga	47
Lampiran 3. <i>Hydraulic Retention Time</i> (HRT)	48
Lampiran 4. Persentase Efisiensi Penurunan Kadar Klorofil a Pada <i>Constructed Wetland</i>	48
Lampiran 5. Persentase Efisiensi Penurunan Jumlah Sel Alga Pada <i>Constructed Wetland</i>	49
Lampiran 6. Sistem <i>Constructed Wetland</i>	50
Lampiran 7. Tumbuhan <i>Phragmites karka</i> yang digunakan	51
Lampiran 8. Sampel Air Kolam Ikan Sebagai <i>Influent</i>	51
Lampiran 9. Pengambilan Sampel <i>Effluent</i>	51
Lampiran 10. Pengukuran Kadar Klorofil a.....	53
Lampiran 11. Jumlah Sel Alga	53
Lampiran 12. Pengamatan pH, Suhu dan DO	53
Lampiran 13. Pengukuran BOD ₅	54

**PENGARUH WAKTU RETENSI TERHADAP EFISIENSI PENURUNAN JUMLAH
SEL ALGA PADA SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND* MENGGUNAKAN
*Phragmites karka***

Dita Meilinda, Marieska Verawaty

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Palembang-Prabumulih KM. 32 Indralaya Ogan Ilir, Sumatera Selatan
Email: ditameilinda1298@gmail.com

ABSTRAK

Kegiatan dari aktivitas budidaya ikan meningkatkan konsentrasi unsur hara N dan P yang berasal dari sisa-sisa makanan ikan berpotensi menurunkan kualitas air. Ketika konsentrasi unsur-unsur tersebut tinggi dapat mengakibatkan terjadinya eutrofikasi. Oleh karena itu, diperlukan cara untuk mengurangi ledakan populasi alga, salah satu cara yang dapat digunakan yaitu dengan mengaplikasikan sistem *Constructed Wetland* menggunakan tumbuhan *Phragmites karka* dengan waktu retensi yang berbeda, sehingga perlu dilakukan penelitian untuk melihat pengaruh waktu retensi terhadap peningkatan kualitas air kolam pada sistem *Constructed Wetland* menggunakan *Phragmites Karka* dalam menurunkan jumlah sel alga pada skala laboratorium. Penelitian ini menggunakan metode eksperimental, dengan menggunakan waktu retensi 20 jam, 40 jam dan 100 jam. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah sel alga pada sampel *effluent* dengan waktu retensi 20 jam memiliki efisiensi terkecil sebesar 24,13%, sedangkan waktu retensi 100 jam dengan menggunakan tanaman memiliki rata-rata efisiensi tertinggi sebesar 89,65%. Kadar klorofil alga dengan waktu retensi 20 jam dan 40 jam mengalami penurunan pada nilai *effluent* dan mengalami peningkatan pada rata-rata efisiensinya sebesar 40.01% dan 51.25%. Sedangkan pada waktu retensi 100 jam dan 100 jam* tanpa tanaman nilai *effluent* mengalami kenaikan sebesar 3.557 dan 8.357 µg/L dengan rata-rata efisiensi mengalami penurunan sebesar 81.6% dan 55.51%. Nilai BOD₅ mengalami penurunan pada waktu retensi 100 jam sebesar 8.4 mg/L.

Kata Kunci: Eutrofikasi, jumlah sel alga, kadar klorofil alga, *Phragmites karka*

Mengetahui,
Ketua Jurusan Biologi
FMIPA UNSRI



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

Dosen Pembimbing



Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D.
NIP. 197503222000032001

THE EFFECT OF RETENTION TIME ON THE EFFICIENCY OF REDUCING ALGAE CELLS ON *CONSTRUCTED WETLAND* SYSTEM USING *Phragmites karka*

Dita Meilinda, Marieska Verawaty

Jurusan Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Sriwijaya
Jalan Raya Palembang-Prabumulih KM. 32 Indralaya Ogan Ilir, Sumatera Selatan

Email: ditameilinda1298@gmail.com

ABSTRACT

Activities from fish farming activities to increase the concentration of N and P nutrients from fish food scraps have the potential to reduce water quality. When the concentration of these elements is high it can result in eutrophication. Therefore, we need a way to reduce the population explosion of algae, one way that can be used is by applying the Constructed Wetland system using *Phragmites karka* plants with different retention times, so it is necessary to do research to see the effect of retention time on improving the quality of pool water in the system. Constructed Wetland using *Phragmites Karka* in reducing the number of algal cells on a laboratory scale. This study used an experimental method, using a retention time of 20 hours, 40 hours and 100 hours. The results showed that the number of algae cells in the effluent sample with a retention time of 20 hours had the smallest efficiency of 24.13%, while the 100 hours retention time using plants had the highest average efficiency of 89.65%. Algae chlorophyll levels with retention times of 20 hours and 40 hours decreased in the effluent value and increased in efficiency by 40.01% and 51.25%, respectively. Meanwhile, at the retention times of 100 hours and 100 hours * without plants, the effluent value increased by 3,557 and 8,357 $\mu\text{g} / \text{L}$, with an average efficiency decreasing by 81.6% and 55.51%. The BOD5 value decreased at the 100 hour retention time of 8.4 mg / L.

Keywords: Eutrophication, algal cell count, algal chlorophyll content, *Phragmites karka*



Dosen Pembimbing



Marieska Verawaty, M.Si., Ph.D.
NIP. 197503222000032001

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Kegiatan budidaya ikan akan meningkatkan konsentrasi unsur nitrogen (N) dan fosfor (P) yang berasal dari sisa-sisa makanan ikan yang dapat menurunkan kualitas air. Menurut Septiani *et al.* (2014), salah satu permasalahan dalam budidaya adalah air budidaya yang berdampak pada penurunan kualitas perairan di lingkungan budidaya, karena telah terakumulasi bahan organik dari sisa pakan maupun feses.

Kandungan bahan organik yang terlalu tinggi akan menyebabkan perairan mengalami eutrofikasi. Eutrofikasi adalah pencemaran air yang disebabkan oleh munculnya nutrient yang berlebihan ke dalam ekosistem air yang berakibat tidak terkontrolnya pertumbuhan tumbuhan air (Simbolon, 2016). Menurut Alfonita *et al.* (2019), peningkatan kadar bahan organik ditandai dengan terjadinya peningkatan jumlah fitoplankton yang ditandai dengan adanya timbulnya *blooming algae* disekitar permukaan perairan. Eutrofikasi juga dikhawatirkan akan meningkatkan kandungan amonia yang bersifat toksik bagi biota air.

Fitoplankton memanfaatkan nutrien nitrat sebagai bahan dasar pembuatan bahan organik yang menjadi sumber makanan primer yang berada di rantai makanan dengan bantuan sinar matahari. Hal ini yang menyebabkan fitoplankton disebut juga sebagai *primary producer*. Namun konsentrasi nitrat yang dimanfaatkan fitoplankton memiliki batas tertentu, konsentrasi nitrat yang melebihi batas yang dimanfaatkan dapat memicu peristiwa pengkayaan nutrien atau yang lebih dikenal dengan eutrofikasi. Menurut Nurlita dan Utomo (2011), unsur-unsur nitrogen seperti NH_4 , NO_3 , dan NO_2 dapat menyebabkan eutrofikasi. Peristiwa eutrofikasi ini dapat menyebabkan suatu kondisi yang disebut dengan *blooming algae* dikarenakan terlalu banyak unsur hara untuk menghasilkan alga tersebut. Eutrofikasi ini dapat dikatakan merusak ekosistem sekitarnya karena supply oksigen yang berada di perairan tersebut berkurang atau bahkan dikatakan tidak ada.

Peningkatan populasi fitoplankton secara berlebihan atau algae bloom dapat terjadi karena adanya kondisi lingkungan perairan yang mendukung. Ledakan populasi fitoplankton yang diikuti dengan keberadaan beberapa jenis fitoplankton beracun akan menyebabkan ledakan populasi alga berbahaya atau *Harmful Alga Blooms* yang dapat mengalami penurunan kandungan oksigen di perairan sehingga menyebabkan kematian masal pada biota air (Mulyani *et al.*, 2012).

Adanya fitoplankton beracun dapat membahayakan kehidupan organisme perairan salah satunya ikan. Racun yang terdapat di jaringan tubuh fitoplankton HAB dapat terakumulasi dalam organisme air. Keberadaan racun dalam ikan tersebut mungkin tidak mematikan ikan tersebut, namun jika dikonsumsi oleh masyarakat akan menimbulkan gangguan kesehatan atau bahkan kematian. Hal tersebut dapat membahayakan kesehatan dan menyebabkan perekonomian masyarakat terganggu. Menurut Barokah *et al.* (2016), fenomena HAB mendapatkan perhatian karena memiliki dampak negatif terhadap kelangsungan ekosistem pesisir, industri budidaya dan dapat membahayakan kesehatan manusia. Peristiwa HAB juga dapat berdampak negatif terhadap perekonomian dari suatu wilayah karena dapat mengakibatkan kematian pada biota perikanan yang membuat harga biota tersebut menurun.

Suatu perairan jika didominasi oleh satu alga dapat menyebabkan berkurangnya keanekaragaman biota air. Oleh karena itu, diperlukan cara untuk mengurangi ledakan populasi alga menggunakan sistem *Constructed wetland* atau lahan basah buatan yang telah didesain dan dibangun dengan memanfaatkan proses alamiah yang melibatkan tumbuhan, tanah dan mikroorganisme yang saling berinteraksi untuk pengolahan air limbah.

Tumbuhan air yang digunakan merupakan tumbuhan yang mampu mengoptimalkan upaya penurunan beban pencemar yang digunakan dalam lahan basah buatan ini adalah *Phragmites karka*. Peranan tumbuhan air dalam pengolahan secara biologis adalah meningkatkan waktu tinggal (*retention time*), membantu pengendapan partikel pencemar dan membantu konduktivitas dari media tumbuh atau substrat melalui akar tumbuhan. *Phragmites karka* atau perupuk adalah tanaman yang biasa hidup di daerah rawa. *Phragmites karka* dapat tumbuh di berbagai habitat, sering ditemukan di daerah basah atau berawa. Salah

satu anggota famili tanaman yang mempunyai kemampuan hiperakumulator adalah anggota famili poaceae. Menurut Yasmi dan Yunandar (2018), tumbuhan air *Phragmites karka* memiliki akar yang tumbuh secara vertikal dan horizontal membuka pori-pori substrat untuk mengalirkan air limbah. Selain itu, tumbuhan *Phragmites karka* termasuk tumbuhan yang mampu menstabilkan permukaan *filter bed*, memberikan kondisi yang baik untuk filtrasi dan memberikan luas permukaan akar yang besar untuk melekatnya pertumbuhan mikroorganisme. Tumbuhan gulma air ini juga mampu menghisap nutrisi pencemar walaupun dalam jumlah yang sedikit. Jumlah nutrisi pencemar yang diserap tanaman sangat tergantung pada jenis dan fase pertumbuhan gulma air tetapi pada umumnya hanya berkisar dari 5-10% dari total bahan pencemar yang dibersihkan.

Perakaran yang tumbuh menyebar ke semua arah pada permukaan tanah dapat memberikan lebih banyak tempat hidup bagi mikroorganisme. Proses respirasi tumbuhan air pada pengolahan air limbah mampu mengisap oksigen dari udara melalui daun, batang, akar sebagai alat transpormasi oksigen dari atmosfer ke bagian perakaran. Kadar BOD yang tinggi disebabkan karena tingginya kandungan bahan-bahan organik yang masuk ke dalam sistem pengolahan namun kurang diimbangi dengan proses pengolahan air limbah yang memadai (Parasara *et al.*, 2015).

Konsentrasi amoniak yang tidak stabil lebih karena dipengaruhi oleh adanya penyerapan tanaman dan adanya proses proses nitrifikasi dari amonia menjadi nitrit ke nitrat. Penambahan tanaman akan meyebabkan penyerapan nitrogen dan umumnya terjadi secara langsung. Tanaman memiliki peranan yang sangat penting karena selain sebagai penghilang nitrogen, tanaman juga dapat berfungsi sebagai penyedia oksigen bagi bakteri aerob yang berfungsi untuk pengurai limbah. Penerapan *constructed wetland* juga mampu menyisihkan pencemar seperti COD sebesar 33-77% (Al Kholif dan Sugito, 2020).

Selain itu, media juga merupakan komponen lahan basah yang sangat penting, yang menyediakan situs untuk pertumbuhan biofilm, media juga mendukung pertumbuhan tanaman pada lahan basah, mendukung pemindahan fisiko-kimia dan biologis, Mengatasi hal tersebut, perlu dicari penyelesaian alternatif dengan karakteristik mudah dan murah. Selain itu, waktu retensi juga

berpengaruh dalam sistem *constructed wetland*. Waktu retensi merupakan waktu tinggal sampel yang berada dalam sistem. Menurut Said (2001), Waktu Tinggal Hidrolis (WTH) adalah waktu perjalanan limbah di dalam sistem, atau lamanya proses pengolahan limbah tersebut. Semakin lama waktu tinggal, maka penghilangan atau penyisihan senyawa polutan yang terjadi akan semakin besar.

Teknologi sistem lahan basah buatan ini dipertimbangkan sebagai teknologi yang aplikatif, karena teknologi ini bersifat sederhana, hemat energi dan bersifat ekonomis. Menurut Ratnawati dan Talarina (2017), pada prinsipnya sistem ini memanfaatkan hubungan simbiosis antara aktifitas mikroorganisme yang menempel pada akar tumbuhan dalam menguraikan zat pencemar, dimana akar tumbuhan menghasilkan oksigen sehingga tercipta kondisi aerobik yang mendukung penguraian tersebut.

1.2. Rumusan Masalah

Kegiatan budidaya ikan akan meningkatkan konsentrasi unsur nitrogen (N) dan fosfor (P) yang dapat menurunkan kualitas air. Kandungan bahan organik yang terlalu tinggi akan menyebabkan perairan mengalami eutrofikasi. Eutrofikasi dapat menurunkan kualitas air dan ledakan populasi fitoplankton sehingga akan mengganggu ekosistem yang terdapat pada perairan tersebut. Salah satu cara untuk mengurangi ledakan populasi alga menggunakan sistem *Constructed wetland* atau lahan basah buatan dengan memanfaatkan proses alamiah dengan memanfaatkan tumbuhan, tanah dan mikroorganisme yang saling berinteraksi untuk pengolahan air limbah. Waktu retensi sangat berpengaruh dalam sistem *constructed wetland*. Waktu retensi merupakan waktu tinggal sampel yang berada dalam sistem. Tanaman yang dapat digunakan salah satunya adalah *Phragmites karka* atau perupuk. *Phragmites karka* termasuk tumbuhan yang mampu menstabilkan permukaan *filter bed*, memberikan kondisi yang baik untuk filtrasi fisik dan memberikan luas permukaan yang besar untuk melekatnya pertumbuhan mikroorganisme. Sehubungan dengan hal tersebut perlu diketahui bagaimana efisiensi penurunan jumlah sel alga pada sistem *Constructed Wetland* dengan waktu retensi yang berbeda menggunakan *Phragmites karka*.

1.3. Hipotesis

Penurunan jumlah sel dan kadar klorofil alga dapat mempengaruhi peningkatan efisiensi menggunakan waktu retensi.

1.4. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui efisiensi penurunan jumlah sel alga dalam sampel air serta faktor yang berperan dalam penurunan jumlah sel alga pada sistem *Constructed Wetland* menggunakan *Phragmites karka* dan tanpa menggunakan *Phragmites karka* dengan berbagai waktu retensi.

1.5. Manfaat Penelitian

Penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat sebagai informasi ilmiah mengenai pengaruh waktu retensi dalam menurunkan jumlah sel alga pada sampel air serta memberikan informasi tentang efisiensi yang didapat dari metode pengolahan perairan algal blooms sebagai acuan atau referensi untuk peneliti selanjutnya.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdulgani, H., Munifatul, I dan Sudarno. 2014. Kemampuan Tumbuhan *Typha angustifolia* dalam Sistem *Subsurface Flow Constructed Wetland* Untuk Pengolahan Limbah Cair Industri Kerupuk (Studi Kasus Limbah Cair Sentra Industri Kerupuk Desa Kenanga Kecamatan Sindang Kabupaten Indramayu Jawa Barat). *Jurnal BIOMA*.16(1): 90-101.
- Aisyah, S dan Sulung, N. 2016. Distribusi Spasial dan Temporal Nutrien di Danau Tempe, Sulawesi Selatan. *Oseanologi dan Limnologi di Indonesia*. 1(2): 31-45.
- Alfionita, A.N.A., Patang dan Ernawati, S.K. 2019. Pengaruh Eutrofikasi Terhadap Kualitas Air di Sungai Jeneberang. *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian*. 5(1): 9-23.
- Al Kholif, M dan Sugito. 2020. Penyisihan Kadar Amoniak pada Limbah Cair Domestik dengan Menggunakan Sistem *Constructed Wetland* Biorack. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6 (1): 25-33.
- Aminot, A., and Francisco, R. 2000. *Standard Procedure for the Determination of Chlorophyll A by Spectroscopic Methods*. Denmark : ICES Techniques in Marine Environmental Sciences.
- Anggoro, S., Prijadi, S dan Harisya, D.S. 2013. Penilaian Pencemaran Perairan di Polder Tawang Semarang ditinjau dari Aspek Saprobitas. *Journal Of Management Of Aquatic Resources*. 2(3): 109-118.
- Anusuya, V., Malathi, R., and Kumar, P. S. 2017. Characteristic Study on Domestic Waste Water by Natural Absorbents using Multimedia Filter Technology. *International Journal of Engineering Research and Modern Education*. 39-42.
- Arizuna, M., Djoko, S dan Max, R.M. 2014. Kandungan Nitrat dan Fosfat dalam Air Pori Sedimen di Sungai dan Muara Sungai Wedung Demak. *Journal Diponegoro Of Maquares*. 3(1): 7-16.
- Aryawati, R dan Hikmah, T. 2011. Hubungan Kandungan Klorofil a dan Kelimpahan Fitoplankton di Perairan Berau Kalimantan Timur. *Maspari Journal*. 2: 89-94.
- Asrini, N. K., I, W. S. A dan I, N. R. 2017. Studi Analisis Kualitas Air di Daerah Aliran Sungai Pakerisan Provinsi Bali. *Jurnal Ecotrophic*. 11(2): 101-107.
- Atima, W. 2015. BOD dan COD Sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah. *Jurnal Biologi Science dan Education*. 4(1): 83-93.

- Barokah, G. R., Ajeng, K. P dan Gunawan. 2016. Kelimpahan Fitoplankton Penyebab HAB (*Harmful Algal Bloom*) Di Perairan Teluk Lampung Pada Musim Barat dan Timur. *JPB Kelautan dan Perikanan*. 11(2): 115-126.
- Diharjo, K. 2006. Pengaruh Perlakuan Alkali terhadap Sifat Tarik Bahan Komposit Serat Rami-Polyester. *Jurnal Teknik Mesin*. 8(1): 8-13.
- Effendi, R., Palloan, P dan Ihsan, N. 2012. Analisis Konsentrasi Klorofil-a di Perairan Sekitar Kota Makassar Menggunakan Data Satelit Topex/Poseidon. *Jurnal Sains dan Pendidikan Fisika*. 8(1): 1-6.
- Erdina, L., Aulia A dan Hardiansyah. 2010. Keanekaragaman dan Kelimpahan Alga Mikroskopis pada Daerah Persawahan di Desa Sungai Lumbah Kecamatan Alalak Kabupaten Barito Kuala. *Jurnal Wahana- Bio*. 3(1): 72-91.
- Eshmat, M.E dan Manan, A. 2013. Analisis Kondisi Kualitas Air pada Budidaya Ikan Kerapu Tikus (*Cromileptes altivelis*) di Situbondo. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 5(1): 1-4.
- Ghosh, D dan Brij, G. 2010. Effect of hydraulic retention time on the treatment of secondary effluent in a subsurface flow constructed wetland. *Journal Ecological Engineering*. 36(1): 1044–1051.
- Hadiningrum, V.D. 2018. Kandungan Klorofil-a Fitoplankton di Perairan Laguna Pengklik, Kabupaten Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta. *Jurnal Prodi Biologi*. 7(3): 165-178.
- Hadisusanto, S dan Puguh, S. 2010. Retaid di Perairan Pesisir Barat Tablasupa Kabupaten Jayapura, Papua. *Jurnal Manusia dan Lingkungan*. 17(3): 183-190.
- Harmayani, K.D dan Konsukartha, I.G.M. 2007. Pencemaran Air Tanah Akibat Pembuangan Limbah Domestik Di Lingkungan Kumuh. *Jurnal Permukiman Natak*. 5(2): 62-108.
- Hamuna, B., Rosye, H.R.T., Suwito., Hendry, K.M dan Alianto. 2018. Kajian Kualitas Air Laut dan Indeks Pencemaran Berdasarkan Parameter Fisika-Kimia di Perairan Distrik Depapre, Jayapura. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. 16(1): 35-43.
- Kasman, M., Anggrika, R., Salmariza, S.Y dan Muhammad, R. 2018. Reduksi pencemar limbah cair industri tahu dengan tumbuhan melati air (*Echinodorus palaefolius*) dalam sistem kombinasi *constructed wetland* dan filtrasi. *Jurnal Litbang Industri*. 8(1): 39-46.
- Khaeriyah, A dan Burhanuddin. 2015. Studi Kelimpahan dan Sebaran Phytoplankton Secara Vertikal di Pesisir Perairan Kuricaddi (untuk

- Peruntukan Budidaya Ikan dan Udang). *Jurnal Ilmu Perikanan*. 4(2): 427-434.
- Kantachote, D., Kanthasorn, D dan Cherdchan, S. 2009. Treatment Efficiency in Wastewater Treatmnet Plant of Hat Yai Municipality by Quantitive Removal Microbial Indicators. *Journal Science Technology*. 31(5): 567-576.
- Kementerian Lingkungan Hidup RI. 2003. Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Kementerian Negara Lingkungan Hidup. 2004. Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 51 Tahun 2004 tentang Baku Mutu Air Laut.
- Khemakhem, H., J. Elloumi, M. Moussa, L. Aleya, and H. Ayadi. 2010. The concept of ecological succession applied to phytoplankton over four consecutive years in five ponds featuring a salinity gradient. *Estuarine Coastal and Shelf Science*. 88(1): 33-44.
- Khiatuddin, M. 2003. *Melestarikan Sumber Daya Air Dengan Teknologi Rawa buatan*. Cetakan Pertama. Gadjah Mada University Press: Yogyakarta.
- Kipasika, H.J., J. Buza, W.A. Smith dan K.N. Njau. 2016. Removal Capacity of Fecal Pathogens from Wastewater by Four Wetland Vegetation: *Typha latifolia*, *Cyperus papyrus*, *Cyperus alternifolius* and *Phragmites australis*. *African Journal of Microbiological Research*. 10(19): 654-661.
- Kusumaningrum, W dan Nurhayati, I. 2016. Penggunaan Karbon Aktif dari Ampas Tebu Sebagai Media Adsorbsi untuk Menurunkan Kadar Fe (Besi) dan Mn (Mangan) pada Air Sumur Gali di Desa Gelam Candi. *Jurnal Teknik Waktu*. 14(1): 1-7.
- Lantang, B dan Pakidi, C.S. 2015. Identifikasi Jenis dan Pengaruh Faktor Oseanografi Terhadap Fitoplankton di Perairan Pantai Payum – Pantai Lampu Satu Kabupaten Merauke. *Jurnal Ilmiah Agribisnis dan Perikanan*. 3(2): 13-18.
- Maslukah, L., Indrayanti, E dan Rifai, A. 2014. Sebaran material organik dan zat hara oleh arus pasang surut di muara sungai Demaan, Jepara. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 19(4): 189-194.
- Ma'rufatin, A. 2016. Pengaruh Pemanenan Mikroalga (*Chlorella* sp.) Secara Kontinyu Terhadap Pertumbuhannya di dalam Fotobioreaktor. *JRL*. 9(1): 19-30.
- Mayagitha, K.A., Haeruddin dan Siti, R. 2014. Status Kualitas Perairan Sungai Brengi Kabupaten Pekalongan ditinjau dari Konsentrasi Tss, Bod₅, Cod dan Struktur Komunitas Fitoplankton. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 3(1): 177-185.

- Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia. 2016. Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia Nomor 68 tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik.
- Mukhlis, J. B. Widiadi dan Susi A. W. 2003. Laju Serapan Tumbuhan Air Reed (*Phragmites australis*) dan Cattail (*Typha angustifolia*) dalam Sistem *Constructed Wetland* untuk Menurunkan COD Air Limbah. *Jurnal Purifikasi*. 4(2): 67-72.
- 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.
- Nasir, M dan Khalil, M. 2016. Pengaruh penggunaan beberapa jenis filter alami terhadap pertumbuhan, sintasan dan kualitas air dalam pemeliharaan ikan mas (*Cyprinus carpio*). *Aquatic Sciences Journal*. 3(1): 33-39.
- Nilasari, E., Faizal, M dan Suheryanto. 2016. Pengolahan Air Limbah Rumah Tangga dengan Menggunakan Proses Gabungan Saringan Bertingkat dan Bioremediasi Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*), (Studi Kasus di perumahan Griya Mitra 2, Palembang). *JPS*. 18(1): 8-13.
- Nufus, H., Sofyatuiddin, K dan Sri, A. 2017. Analisis Sebaran Klorofil-A Dan Kualitas Air Di Sungai Krueng Raba Lhoknga, Aceh Besar. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Kelautan dan Perikanan Unsyiah*. 2(1): 58-65.
- Nurhidayah., Dini, S dan Yunandar. 2014. Fitoremediasi Tumbuhan Air Kiambang (*Salvinia molesta*), Purun Tikus (*Eleocharis dulcis*) dan Perupuk (*Phragmites karka*) Sebagai Alternatif Pengolahan Limbah Cair Karet. Pengelolaan Sumberdaya Alam dan Lingkungan Universitas Lambung Mangkurat. *Jurnal Enviro Scienteeae*. 10(1): 18-26.
- Nurjanah, S., Badrus, Z dan Abdul, S. 2017. Penyisihan Bod dan Cod Limbah Cair Industri Karet dengan Sistem Biofilter Aerob dan Plasma *Dielectric Barrier Discharge* (Dbd). *Jurnal Teknik Lingkungan*. 6(1): 1-14.
- Oktarina, E. 2017. Alga : Potensinya pada Kosmetik dan Biomekanismenya. *Majalah Teknologi Agro Industri*. 9(2): 1-10.
- Parasara, I.G.N.B., Suyasa, I.W.B dan Adhika, I.M. 2015. Pengolahan Air Limbah Domestik dengan Biosistem Tanaman Basah (*Constructed Wetland*) di Bandara Ngurah Rai. *Jurnal Ecotrophic*. 9(2): 1-5.
- Parker, C. 2018. Invasive Species Compendium. *Online*. <https://www.cabi.org/isc/datasheet/40514>. Diakses pada Februari 2019.

- Permanasaria, S. W. A., Kusriana dan Putut, W. 2017. Tingkat Kesuburan Perairan Di Waduk Wonorejo Dalam Kaitannya dengan Potensi Ikan. *Journal of Fisheries and Marine Science*. 1(2): 88-94.
- Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup. Nomor 28 Tahun 2009. Tentang Daya Tampung Beban Pencemaran Air Danau atau Waduk.
- Pemerintah Republik Indonesia, 2001. *Peraturan Pemerintah Nomor 82 tahun 2001 Tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air*. Jakarta.
- Prahotama, A. 2013. Estimasi Kandungan Do (*Dissolved Oxygen*) di Kali Surabaya dengan Metode Kriging. *Jurnal Statistika*. 1(2): 9-14.
- Prianto, T., Zia, U dan Riris, A. 2013. Pola Sebaran Konsentrasi Klorofil-a di Selat Bangka dengan Menggunakan Citra Aqua-Modis. *Maspari Journal*. 5(1): 22-33.
- Purwatinigrum, O. 2018. Gambaran Instalasi Pengolahan Air Limbah Domestik Komunal di Kelurahan Simokerto, Kecamatan Simokerto, Kota Surabaya. *Jurnal Kesehatan Lingkungan*. 10(2): 243-253.
- Qomariyah, S., Sobriyah., Koosdaryani dan Adi, Y.M. 2017. Pengelolaan Lahan Basah Terkait Semakin Maraknya Kebakaran dengan Pendekatan Adaptasi yang didasarkan pada Kovensi Ramsar. *Jurnal Riset Rekayasa Sipil*. 1(1): 25-32.
- Rahman, A.K.N., Sasi, G.S dan Beby, R. 2014. Kualitas Air Berdasarkan Uji Kandungan Klorofil-A di Sungai Tutupan Kecamatan Juai Kabupaten Balangan. *Maspari Journal*. 2(1): 89-94.
- Rahman, A., Niken, T. M. P, dan Sigid, H. 2016. Struktur Komunitas Fitoplankton di Danau Toba, Sumatera Utara. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*. 21(2): 127–120.
- Ratnawati, R dan Talarima, A. 2017. *Subsurface (SSF) Constructed Wetland Untuk Pengolahan Air Limbah Laundry*. *Jurnal Teknik Waktu*. 15(2): 1-6.
- Salmin. 2005. Oksigen terlarut (DO) dan kebutuhan oksigen biologi (BOD) sebagai salah satu indikator untuk menentukan kualitas perairan. *Oseana*, 30(3): 21-26.
- Saputra, M.R.R., Dini, S dan Yunandar. 2014. Efektivitas Perupuk (*Phragmites karka*) dan *Mikroorganisme Efektif* (Em) dalam Pengolahan Limbah Cair Domestik Rumah Tangga. *Jurnal EnviroScienteeae*. 10(1): 124-132.
- Said, N.I. 2000. Teknologi Pengolahan Air Limbah dengan Proses Biofilm Tercelup. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 1(2): 101-113.

- Said, N.I. 2001. Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Dengan Proses Biologis Biakan Melekat Menggunakan Media Palstik Sarang Tawon. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. 2(3): 223-240.
- Said, N.I dan Sya'bani, M.R. 2014. Penghilangan Amoniak di dalam Air Limbah Domestik dengan Prosesmoving Bed Biofilm Reactor (MBBR). *Jurnal JAI*. 7(1): 44-65.
- Sehar, S., Sumera, Sana N., Irum P., Naeem A dan Safia A. 2015. A Comparative Study of Macrophytes Influences On Wastewater Treatment Through Subsurface Flow Hybrid Constructed Wetland. *Ecological Engineering*. 81(1): 62-29.
- Septiani, N., Henny, W.M dan Supono. 2014. Pemanfaatan Bioflok dari Limbah Budidaya Lele Dumbo (*Clarias gariepinus*) Sebagai Pakan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Jurnal Rekayasa dan Teknologi Budidaya Perairan*. 2(2): 267-272.
- Sharma, B dan 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.
- Simanjuntak, M dan Kamiasi, Y. 2012. Sebaran horisontal zat hara di Perairan Lamalera, Nusa Tenggara Timur. *Jurnal Ilmu Kelautan*. 17(2): 99-108.
- Simatupang, D., Fajar, R dan Tengku, D. 2017. Pemanfaatan Simbiosis Mikroalga Chlorella Sp dan Em4 Untuk Menurunkan Kadar Polutan Limbah Cair Sagu. *Jurnal Faperta*. 4(1): 1-14.
- Simbolon, A. R. 2016. Pencemaran Bahan Organik dan Eutrofikasi di Perairan Cituis, Pesisir Tangerang. *Jurnal Pro-Life*. 3(1) : 109-118.
- Soliha, E., Sri, R.S.Y dan Triastinurmiatiningsih. 2016. Kualitas Air dan Keanekaragaman Plankton di Danau Cikaret, Cibinong, Bogor. *Jurnal Ekologia*. 16(2): 1-10.
- Soreng, R. J., Peterson, P. M., Romaschenko, K., Davidse, G., Zuloaga, F.O., Judziewicz, E.J., dan Morrone, O. 2015. A worldwide phylogenetic classification of the Poaceae (Gramineae). *Journal of Systematics and Evolution*. 53(2): 117-137.
- Sugiyono. 2012. *Metode Penelitian Kuantitatif Kualitatif dan R&D*. Bandung: Alfabeta.
- Suryanto, H. A. M dan Herwati, U. S. 2009. Pendugaan Status Trofik dengan Pendekatan Kelimpahan Fitoplankton dan Zooplankton di Waduk Sengguruh, Karangates, Lahor, Wlingi Raya dan Wonorejo Jawa Timur. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 1(1): 7-13.

- Susanti, T. I., Musthofa, L, dan Wahyunanto, A. N. 2013. Pengaruh Penambahan *Plant-Growth Promoting Bacteria* (*Azospirillum* sp.) Terhadap Laju Pertumbuhan Mikroalga (*Chlorella* sp.) Pada Media Limbah Cair Tahu Sintetis. *Jurnal Keteknikaan Pertanian Tropis dan Biosistem*. 1(3): 239-248.
- Susilo, F.A.P., Bambang, S dan Liliya, D.S. 2015. Pengaruh Variasi Waktu Tinggal Terhadap Kadar BOD dan COD Limbah Tapioka dengan Metode Rotating Biological Contactor. *Jurnal Sumberdaya Alam dan Lingkungan*. 2(1): 21-26.
- Suswati, A.C.S., dan Gunawan W. 2013. Pengolahan Limbah Domestik dengan Teknologi Taman Tanaman Air (*Constructed Wetlands*). *Indonesian Green Technology Journal*. 2(2): 70-77.
- Tazkiaturrizki, T., Ratnaningsih, R dan Aphirta, S. 2018. Design Evaluation of Biological Unit as a Basic Consideration to Determine the Design Criteria of Domestic Wastewater Treatment Plant at 1st Zone, Jakarta. *Journal Materials Science and Engineering*. 434(1): 1-10.
- Tampanguma, B., Grevo, S. G., Calvyn, F. A. S., Billy, Th. W., Indri, S. M dan Khristin, I. F. K. 2017. Identifikasi Jenis Alga Koralin Di Pulau Salawati, Waigeo Barat Kepulauan Raja Ampat dan Pantai Malalayang Kota Manado. *Jurnal Pesisir dan Laut Tropis*. 1(1): 9-12.
- Tungka, A.W., Haeruddin dan Curun, A. 2016. Konsentrasi Nitrat dan Ortofosfat di Muara Sungai Banjir Kanal Barat dan Kaitannya dengan Kelimpahan Fitoplankton *Harmful Alga Blooms* (HABs). *Journal of Fisheries Science and Technology (IJFST)*. 12(1): 40-46.
- UN-HABITAT. 2008. *Constructed Wetlands Manual*. Kathmandu: UN-HABITAT Water for Asian Cities Programme.
- Utomo, K.P., Suci, P dan Ochih, S. 2018. Coco Fiber Sebagai Filter Limbah Cair Rumah Makan Cepat Saji. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah*. 1(2): 30-39.
- Weliyadi, E. 2013. Identifikasi Spesies Fitoplankton Penyebab *Harmful Algal Bloom* (HAB) Di Perairan Tarakan. *Jurnal Harpodon Borneo*. 6(1): 27-35.
- Widayat, W. 2009. Daur Ulang Air Limbah Domestik Kapasitas 0,9 M3 Per Jam Menggunakan Kombinasi Reaktor Biofilter Anaerob Aerob dan Pengolahan Lanjutan. *JAI*. 5(1): 28-41.
- Widyati, E. 2013. Memahami Interaksi Tanaman–Mikroba. *Tekno Hutan Tanaman*. 6 (1): 13–20.

- Widyati, E. 2017. Memahami Komunikasi Tumbuhan-Tanah dalam Areal Rhizosfir untuk Optimalisasi Pengelolaan Lahan. *Jurnal Sumberdaya Lahan*. 11(1): 33-42.
- Wijayanto, A., Pujiono, W.P dan Suryanti. 2015. Analisis Kesuburan Perairan Berdasarkan Bahan Organik Total, Nitrat, Fosfat dan Klorofil-A di Sungai Jajar Kabupaten Demak. *Diponegoro Journal Of Maquares*. 4(3): 78-83.
- Wu, H., Jian, Z., Huu, H.N., Wenshan, G., Zhen H, Shuang L., Jinlin F dan Hai, L. 2014. A review on the sustainability of constructed wetlands for wastewater treatment: Design and operation. *Jurnal Bioresource Technology*. 10(1): 1-8.
- Yasmi, Z dan Yunandar. 2014. Model Instalasi Biofilter Dengan Pemanfaatan Parupuk (*Phragmites karka*) dan Kiambang (*Salvinia Molesta*) pada Kolam Limbah Industri. *Jurnal Bumi Lestari*. 14(1): 53-62.
- Zulhaniarta, D., Fauziyah., Anna, I. S dan Riris, A. 2015. Sebaran Konsentrasi Klorofil-a Terhadap Nutrien di Muara Sungai Banyuasin Kabupaten Banyuasin Provinsi Sumatera Selatan. *Maspuri Journal*. 7(1): 9-20.