

**EFEKTIVITAS SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND* SEBAGAI
PENGOLAHAN LIMBAH BATIK *ECOPRINT* MENGGUNAKAN
TANAMAN KANGKUNG AIR**

SKRIPSI



YONATAN ANANDA SALIM

31160006

**PROGRAM STUDI BIOLOGI
FAKULTAS BIOTEKNOLOGI
UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA
YOGYAKARTA
2021**

**HALAMAN PERNYATAAN PERSETUJUAN PUBLIKASI
SKRIPSI/TESIS/DISERTASI UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS**

Sebagai sivitas akademika Universitas Kristen Duta Wacana, saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yonatan Ananda Salim
NIM : 31160006
Program studi : Biologi
Fakultas : Bioteknologi
Jenis Karya : Skripsi

demi pengembangan ilmu pengetahuan, menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Kristen Duta Wacana **Hak Bebas Royalti Noneksklusif** (*None-exclusive Royalty Free Right*) atas karya ilmiah saya yang berjudul:

**“EFEKTIVITAS SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND* SEBAGAI
PENGOLAHAN LIMBAH BATIK *ECOPRINT* MENGGUNAKAN TANAMAN
KANGKUNG AIR”**

beserta perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti/Noneksklusif ini Universitas Kristen Duta Wacana berhak menyimpan, mengalih media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (*database*), merawat dan mempublikasikan tugas akhir saya selama tetap mencantumkan nama kami sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Dibuat di : Yogyakarta
Pada Tanggal : 8 Agustus 2021

Yang menyatakan



(Yonatan Ananda Salim)

31160006

**EFEKTIVITAS SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND*
SEBAGAI PENGOLAHAN LIMBAH BATIK *ECOPRINT*
MENGUNAKAN TANAMAN KANGKUNG AIR**

SKRIPSI

Sebagai Satu Syarat Untuk Memperoleh

Gelar Sarjana Sains (S.Si.)

Pada Program Studi Biologi, Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana



YONATAN ANANDA SALIM

31160006

PROGRAM STUDI BIOLOGI

FAKULTAS BIOTEKNOLOGI

UNIVERSITAS KRISTEN DUTA WACANA

YOGYAKARTA

2021

Lembar Pengesahan

Skripsi dengan judul:

EFEKTIVITAS SISTEM *CONSTRUCTED WETLAND* SEBAGAI
PENGOLAHAN LIMBAH BATIK *ECOPRINT* MENGGUNAKAN TANAMAN
KANGKUNG AIR

Telah diajukan dan dipertahankan oleh:

YONATAN ANANDA SALIM
31160006

Dalam Ujian Skripsi Program Studi Biologi
Fakultas Bioteknologi

Universitas Kristen Duta Wacana

Dan dinyatakan DITERIMA untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Sarjana Sains pada tanggal 30 Juni 2021

Nama Dosen	Tanda Tangan
1. Prof. Dr. Suwarno Hadisusanto, SU (Dosen Penguji I/ Ketua Tim)	
2. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M. Sc (Dosen Pembimbing Utama/ Dosen Penguji II)	
3. Drs. Guruh Prihatmo, MS (Dosen Pembimbing Pendamping/ Dosen Penguji III)	

Yogyakarta, 30 Juni 2021

Disahkan Oleh

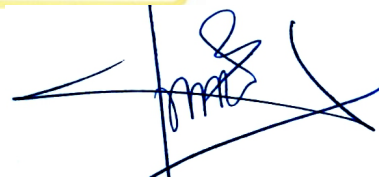
Dekan,

Ketua Program Studi Biologi,



(Drs. Kisworo, M.Sc)

NIK: 874 E 054



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

NIK: 884 E 075

LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI

Judul : Efektivitas Sistem *Constructed Wetland* Sebagai
Pengolahan Limbah Batik *Ecoprint* Menggunakan
Tanaman Kangkung Air
Nama Mahasiswa : Yonatan Ananda Salim
NIM : 31160006
Hari/Tanggal Ujian : Rabu, 30 Juni 2021

Disetujui Oleh

Pembimbing I,

Pembimbing II,


(Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc)


(Drs. Guruh Prihatmo, MS)

NIK: 894 E 099

NIK: 874 E 055

Ketua Program Studi Biologi



(Dra. Aniek Prasetyaningsih, M.Si)

NIK: 884 E 075

LEMBAR PERNYATAAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Yonatan Ananda Salim

NIM : 31160006

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa skripsi dengan judul:

**“Efektivitas Sistem *Constructed Wetland* Sebagai Pengolahan Limbah Batik
Ecoprint Menggunakan Tanaman Kangkung Air”**

adalah hasil karya saya dan bukan duplikasi sebagian atau seluruh dari karya orang lain yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar sarjana di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya, tidak terdapat karya yang pernah ditulis atau diterbitkan orang lain kecuali secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Pernyataan ini dibuat dengan sebenar-benarnya secara sadar dan bertanggung jawab dan saya bersedia menerima sanksi pembatalan skripsi apabila terbukti melakukan duplikasi terhadap skripsi atau karya ilmiah lain yang sudah ada.

Yogyakarta, 30 Juni 2021



Yonatan Ananda Salim

NIM: 31160006

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yesus atas berkat, kasih, dan rahmat-Nya yang diberikan, sehingga penulis dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan naskah dengan judul “**Efektivitas Sistem *Constructed Wetland* Sebagai Pengolahan Limbah Batik *Ecoprint* Menggunakan Tanaman Kangkung Air**” dengan baik. Pelaksanaan skripsi ini dilakukan di Laboratorium Lingkungan Fakultas Bioteknologi, Universitas Kristen Duta Wacana, Yogyakarta yang merupakan salah satu persyaratan untuk mendapat gelar sarjana.

Dalam pelaksanaan skripsi ini banyak pihak yang telah membantu melalui semangat, doa, bimbingan, saran, dan kritikan kepada penulis. Oleh karena itu penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada:

1. Seluruh dosen, staf, dan laboran Fakultas Bioteknologi Universitas Kristen Duta Wacana Yogyakarta atas ilmu yang diberikan kepada penulis.
2. Dra. Haryati Bawole Sutanto, M.Sc dan Drs. Guruh Prihatmo, MS selaku dosen pembimbing yang selalu memberikan pengarahan dan bimbingan dengan setia dan sabar kepada penulis.
3. Ir. Suhardi Djojoatmojo, M.Si dan Dr. Dhira Satwika, M.Sc selaku dosen wali yang selalu memberi dukungan dan perhatian kepada penulis.
4. Papa, mama, cece, dan koko atas doa, semangat, dan cinta kasih yang diberikan kepada penulis.
5. Teman-teman bioteknologi angkatan 2016 yang memberi banyak pengalaman dan rekan skripsi di bidang pengolahan limbah yang saling membantu dalam penyelesaian skripsi penulis.
6. Leonardo Novandry, Theodora Amorita, Jonathan Cahyadi, Lenny Setiawan, Stanly Aditya, Patrick Christabel, Chrisye Margaretha, selaku teman main *Mobile Legends* dan tempat berbagi cerita.
7. Semua pihak yang telah membantu dalam skripsi dan studi sarjana penulis yang tidak bisa disebut satu per satu.

Penulis menyadari bahwa skripsi ini masih jauh dari kesempurnaan. Penulis mengharapkan saran dan kritik yang membangun dari pembaca. Kiranya penelitian dan naskah ini bermanfaat bagi semua pihak. Terima kasih.

Yogyakarta, 17 Juni 2021

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL DEPAN.....	i
HALAMAN JUDUL BAGIAN DALAM.....	ii
LEMBAR PENGESAHAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN NASKAH SKRIPSI.....	iv
LEMBAR PERNYATAAN.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	ix
DAFTAR GRAFIK.....	x
DAFTAR GAMBAR.....	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xii
Abstrak.....	xiii
Abstract.....	xiv
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Rumusan Masalah.....	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	2
1.4 Manfaat Penelitian.....	2
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	3
2.1 <i>Ecoprint</i>	3
2.1.1 Pengertian <i>Ecoprint</i>	3
2.1.2 Karakteristik Limbah <i>Ecoprint</i>	3
2.1.3 Baku Mutu Limbah <i>Ecoprint</i>	4
2.1.4 Proses Pembuatan <i>Ecoprint</i>	4
2.1.5 Aluminium Sulfat (Al_2SO_4), kapur ($Ca(OH_2)$), dan tunjung ($FeSO_4$)	5
2.2 Lahan Basah Buatan (<i>Constructed Wetland</i>).....	5
2.3 Tanaman Kangkung Air (<i>Ipomoea aquatica</i> Forsk).....	7
BAB III METODE PENELITIAN.....	9
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian.....	9
3.2 Desain Reaktor.....	9

3.3 Parameter Pengukuran.....	9
3.4 Alat dan Bahan.....	10
3.5 Cara Kerja.....	10
3.5.1 Persiapan.....	10
3.5.2 Perhitungan Limbah Yang Dibutuhkan.....	10
3.5.3 Tahap Aklimatisasi.....	11
3.5.4 Uji Pendahuluan.....	11
3.5.5 Pengujian Parameter.....	11
3.5.5.1 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	11
3.5.5.2 TSS (<i>Total Suspended Solid</i>).....	12
3.5.5.3 TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>).....	12
3.5.5.4 Besi (Fe).....	13
3.5.5.5 pH.....	14
3.5.6 Analisis Data.....	14
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	15
4.1 BOD (<i>Biological Oxygen Demand</i>).....	16
4.2 TDS (<i>Total Dissolved Solid</i>).....	17
4.3 TSS (<i>Total Solid Solid</i>).....	18
4.4 pH.....	19
4.5 Besi (Fe).....	20
4.6 Analisis Kualitatif Kangkung Air (<i>Ipomeae aquatica</i> Forsk).....	22
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	24
5.1 Kesimpulan.....	24
5.2 Saran.....	24
DAFTAR PUSTAKA.....	25
LAMPIRAN.....	28

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 1 Karakteristik Limbah <i>Ecoprint</i>	3
Tabel 2 Baku Mutu Limbah Industri Tekstil.....	4
Tabel 3 Data Rerata Parameter Uji.....	15
Tabel 4 Data Analisis BOD Menggunakan SPSS.....	31
Tabel 5 Data Analisis TDS Menggunakan SPSS.....	32
Tabel 6 Data Analisis TSS Menggunakan SPSS.....	33
Tabel 7 Data Analisis pH Menggunakan SPSS.....	34
Tabel 8 Data Analisis Besi (Fe) Menggunakan SPSS.....	35

©UKDWN

DAFTAR GRAFIK

	Halaman
Grafik 4.1 Hasil Analisis BOD.....	16
Grafik 4.2 Hasil Analisis TDS.....	17
Grafik 4.3 Hasil Analisis TSS.....	18
Grafik 4.4 Hasil Analisis pH.....	19
Grafik 4.5 Hasil Analisis Besi (Fe).....	20

©UKDW

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1 Aklimatisasi Kangkung Air.....	22
Gambar 2 Aklimatisasi Kangkung Air.....	22
Gambar 3 Kangkung Air Setelah Aklimatisasi.....	22

©UKDW

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
A. Tabulasi Data dan Rerata Pengukuran Masing-Masing Parameter.....	28
1. Hasil Pengukuran BOD.....	28
2. Hasil Pengukuran TDS.....	28
3. Hasil Pengukuran TSS.....	29
4. Hasil Pengukuran pH.....	29
5. Hasil Pengukuran Besi (Fe).....	30
B. Analisis Data Menggunakan SPSS.....	30
C. Data Pengujian Besi (Fe) Balai Besar Teknik Kesehatan Lingkungan dan Pengendalian Penyakit (BBTKLPP) Yogyakarta.....	36

©UKDWN

Abstrak

Efektivitas Sistem *Constructed Wetland* Sebagai Pengolahan Limbah Batik *Ecoprint* Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica*)

YONATAN ANANDA SALIM

31160006

Ecoprint adalah proses mentransfer warna dan bentuk ke kain atau media lain melalui kontak langsung. Walaupun teknik *ecoprint* berprinsip ramah lingkungan, tetapi pada pembuatannya masih menggunakan zat kimia (tawas, kapur, dan tunjung) serta menghasilkan limbah dari proses perebusan dan pencelupan. Maka dari itu diperlukan sistem pengolahan limbah. Dalam penelitian ini, sistem pengolahan limbah yang digunakan adalah lahan basah buatan (*Constructed Wetland*). Tipe aliran yang digunakan adalah sistem aliran bawah (*Sub-surface Flow / SSF*) dan menggunakan tanaman kangkung air (*Ipomoea aquatica*). Parameter yang diuji adalah BOD, TSS, TDS, besi (Fe), dan pH. Pengambilan sampel dilakukan satu minggu dua kali dengan waktu tinggal selama empat hari dan replikasi dua kali. Hasil persentase efektivitas menunjukkan bahwa BOD menurun sebesar 47%, TDS menurun sebesar 29%, TSS menurun sebesar 50%, dan besi (Fe) menurun sebesar 35%. Dari penelitian ini dapat diketahui *Constructed wetland* menggunakan kangkung air dapat menurunkan konsentrasi di setiap parameter.

Kata kunci: *Ecoprint, Constructed Wetland, Sub-surface Flow, Kangkung Air*

Abstract

The Effectiveness of *Constructed Wetland* System as Waste Treatment Processing of *Ecoprint Batik* Using *Kangkung Air (Ipomoea Aquatica)*

YONATAN ANANDA SALIM

31160006

Ecoprint is a process of transferring colors and shapes on fabrics or others media through direct contiguity. Ecoprint technique is environmentally friendly but it still uses chemical substance (aluminium sulfate, calcium hydroxide, and ferrous sulfate) in its manufacture and it produces waste from boiling and dying. Therefore, a waste water treatment processing system is needed. This study aimed to analyze the effectiveness of constructed wetland system as a waste water treatment of ecoprint batik using *kangkung air (Ipomoea aquatica)*. This research used quantitative instrument by collecting and sampling the data. In this research, a Sub-surface Flow (SSF) type of Constructed Wetland used with *kangkung air (Ipomoea aquatica)* as a plant tested. The parameters tested were BOD, TSS, TDS, iron (Fe), and pH. Samples were taken twice a week with hydraulic retention time for four days and twice replication. The efficiency removal of BOD, TDS, TSS, and Fe are 47%, 29%, 50%, and 35% respectively. From this result, it concluded that Constructed Wetland using *kangkung air (Ipomoea aquatica)* can treating the waste water of ecoprint batik.

Keywords: *Ecoprint, Constructed Wetland, Sub-surface Flow, Ipomoea aquatica*

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Batik merupakan kain bermotif yang dibuat dari malam menggunakan canting. Pengolahannya diproses dengan cara tertentu. Ada beberapa metode pembuatan batik seperti cap, cetak, *printing*, dan lain-lain. Perkembangan dan besarnya minat masyarakat dengan batik mengakibatkan terjadinya peningkatan industri batik. Peningkatan industri batik akan mengakibatkan dampak negatif yaitu permasalahan lingkungan akibat limbah batik atau limbah tekstil. Tetapi tren ramah lingkungan juga merambah ke dunia busana. Teknik *ecoprint* menjadi salah satu alternatif pembuatan produk busana ramah lingkungan. *Ecoprint* bisa diaplikasikan ke berbagai media yang memiliki serat alami seperti kain (katun, sutera, dan kanvas), kulit, kertas, dan lain-lain. *Ecoprint* dibuat dengan cara menempelkan tanaman yang memiliki pigmen warna ke kain (media yang memiliki serat alami), menggulung, dan mengikatnya, kemudian direbus. Walaupun berprinsip ramah lingkungan, *ecoprint* menggunakan zat kimia (aluminium sulfat / $Al_2(SO_4)_3$), kapur ($Ca(OH)_2$), dan tunjung (fero sulfat / $FeSO_4$) dalam proses pembuatannya dan menghasilkan limbah. Limbah *ecoprint* ini biasanya langsung di buang ke badan air. Maka dari itu diperlukan sistem yang dapat megolah limbah sebelum di buang ke badan air untuk mengurangi beban pencemar. Salah satu cara pengolahan limbah adalah *Constructed Wetland*.

Constructed wetland adalah sistem pengolahan terencana atau terkontrol dengan proses alami yang melibatkan vegetasi, media, dan mikroorganisme untuk mengolah limbah (Muhajir, Mika Setiawan. 2013). Konstruksi *Constructed Wetland* sederhana dan efisien karena memanfaatkan kemampuan tanaman air untuk mengolah limbah. Berbagai jenis tanaman banyak digunakan sebagai penjernih air yang tercemar melalui biofiltrasi. Tanaman air yang digunakan pada sistem ini adalah kangkung air (*Ipomoea aquatica*). Kelebihan dari tanaman ini adalah sifatnya yang adaptif, daya

hidup cukup lama, dan perawatannya mudah. Menurut Anna *et al* (2013), kangkung air dapat meningkatkan mutu air yang tercemar limbah serta mampu menyerap logam berat yang terlarut dalam media tumbuh. Dari uraian di atas, peneliti ingin mengetahui efektivitas sistem *Constructed Wetland* sebagai pengolahan limbah batik *ecoprint* menggunakan tanaman kangkung air.

1.2 Rumusan Masalah

Bagaimana efektivitas *constructed wetland* dalam menurunkan parameter BOD, TSS, TDS, besi (Fe), dan pH?

1.3 Tujuan Penelitian

Mengetahui efektivitas *constructed wetland* dalam menurunkan parameter BOD, TSS, TDS, besi (Fe), dan pH.

1.4 Manfaat Penelitian

- 1.4.1 Bagi peneliti dan akademis, sebagai media pembelajaran, sumber informasi, dan penerapan ilmu dalam pengolahan limbah batik *ecoprint*.
- 2.4.1 Bagi instansi terkait, sebagai bahan referensi melakukan pengolahan limbah batik *ecoprint* dengan sistem *Constructed Wetland* menggunakan kangkung air.
- 3.4.1 Sebagai referensi bagi penelitian terkait berikutnya.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1 Kesimpulan

Dalam sistem pengolahan limbah *constructed wetland* menggunakan kangkung air (*Ipomoea aquatica*) dapat mengolah limbah *ecoprint*. Hal tersebut dapat dilihat dari menurunnya nilai BOD yang awalnya 64 mg/L menjadi 34 mg/L dengan persentase penurunan 47%, nilai TDS yang awalnya 500 mg/L menjadi 354 mg/L dengan persentase penurunan 29%, nilai TSS yang awalnya 400 mg/L menjadi 200 mg/L dengan persentase penurunan 50%, nilai pH yang awalnya 6,3 menjadi 6,6, dan nilai besi (Fe) yang awalnya 2,6 mg/L menjadi 1,7 mg/L dengan persentase penurunan 35%.

5.2 Saran

- 5.2.1 Selain kandungan besi (Fe), diperlukan uji kandungan aluminium sulfat (Al_2SO_4) dan kapur ($\text{Ca}(\text{OH})_2$) pada limbah *ecoprint*.
- 5.2.2 Diperlukan variasi jarak tanaman untuk mengoptimalkan nilai parameter TSS.
- 5.2.3 Diperlukan uji keamanan dan kelayakan pangan pada tanaman yang digunakan dalam penelitian ini sebelum dikonsumsi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andriyani, Uly. 2004. *Studi Pengolahan Limbah Cair Industri Pengalengan Jamur Dengan Reaktor Constructed Wetland Menggunakan Tanaman Kangkung Air (*Ipomoea aquatica* Forsk)*, hlm 20–23. Yogyakarta: Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Islam Indonesia.
- Anna *et al.* 2013. *Pengolahan Limbah Domestik Dengan Teknologi Taman Tanaman Air (Constructed Wetlands)*. Vol. 2 (2), hlm. 72. Malang: Fakultas Teknik, Universitas Katholik Widya Karya.
- Anonim. 2016. Peraturan Daerah Istimewa Yogyakarta Nomor 7 Tahun 2016 Tentang Baku Mutu Air Limbah. Hlm. 17.
- Arifin, Mursyid Anwar. 2020. *Keragaman Salinitas, TDS, pH Air dan Tanah, serta Produksi Padi di Lahan Sawah di Desa Purwa Agung, Kecamatan Lalan, Kabupaten Musi Banyuasin*. Palembang: Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya.
- Elisa *et al.* 2020. *Pengukuran Total Dissolved Solid (TDS) Dalam Fitoremediasi Deterjen Dengan Tumbuhan *Sagittaria lancifolia**. Vol. 7 (1). Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya.
- Fazruza, Murizar *et al.* 2018. *Eksplorasi Daun Jati Sebagai Zat Pewarna Alami Pada Kain Katun Sebagai Produk Pashmina Dengan Teknik Ecoprint*, Vol. 3 (3), hlm. 4. Banda Aceh: Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Syiah Kuala Darussalam.
- Fitri, Nurul. 2017. *Sintesis Kristal Tawas [$KAl(SO_4)_2 \cdot 12H_2O$] Dari Limbah Kaleng Bekas Minuman*. Makassar: Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Alauddin.
- Hanafi *et al.* 2020. *Pengaruh Tumbuhan Kabomba (*Cabomba aquatica* Aubl.) Terhadap Kadar Logam Besi (Fe) dan Tembaga (Cu) Limbah Cair Laboratorium Kimia FMIPA UNTAN*. Vol. 12 (1). Kalimantan Barat: Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura.
- Hariani *et al.* 2009. *Penurunan Konsentrasi Cr(VI) Dalam Air Dengan Koagulan $FeSO_4$* . Vol. 12 (2). Palembang: Fakultas MIPA, Universitas Sriwijaya.

- Ika *et al.* 2020. *Analisis Logam Timbal (Pb) dan Besi (Fe) Dalam Air Laut di Wilayah Pesisir Pelabuhan Ferry Taipa Kecamatan Palu Utara*. Palu: Pendidikan Kimia/FKIP, Universitas Tadulako.
- Jaswinder Kaur *et al.* 2016. *Taxonomy, Phytochemistry, Traditional Uses and Cultivation of Ipomoea aquatica* Forsk. Vol. 2, hlm. 412. India: Department of Botany, University of Allahabad.
- Lia *et al.* 2016. *Uji Efektivitas Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit Pertamedika Menggunakan Sistem Biofilter Aerob-Anaerob*. Vol. 9 (2). Kalimantan Utara: Fakultas Perikanan dan Ilmu Kelautan, Universitas Borneo Tarakan.
- Lusiani *et al.* 2017. *Potensi Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatica) Sebagai Bioabsorpsi Logam Pb dan Cu*. Gorontalo: Fakultas Matematika dan IPA, Universitas Gorontalo.
- Maya *et al.* 2019. *Pemanfaatan Lemna minor L. dan Hydrilla verticillate (L.f.) Royle Untuk Memperbaiki Kualitas Air Limbah Laundry*. Vol. 8 (1). Pontianak: Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura.
- Muhajir, Mika Septiawan. 2013. *Penurunan Limbah Cair BOD Dan COD Pada Industri Tahu Menggunakan Tanaman Cattail (Typha angustifolia) Dengan Sistem Constructed Wetland*. Hlm. 16–18. Semarang: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang.
- Nicola, Fendra. 2015. *Hubungan Antara Konduktivitas, TDS (Total Dissolved Solid) dan TSS (Total Suspended Solid) Dengan Kadar Fe^{2+} dan Fe Total Pada Air Sumur Gali*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.
- Pamungkas, M. T. O. A..2016. *Studi Pencemaran Limbah Cair Dengan Parameter BOD_5 dan pH di Pasar Ikan Tradisional dan Pasar Modern di Kota Semarang*. Vol. 4 (2). Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro.
- Renata, Leny Erisna Putri. 2014. *Pengolahan Limbah Cair Kain Jumputan Dengan Menggunakan Membran Komposit Kitosan-PV A*. hlm. 6. Palembang: Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya.

- Resmaya *et al.* 2017. *Kemampuan Tanaman Kangkung Air (Ipomoea aquatica) Dalam Menyerap Logam Berat Kadmium (Cd) Berdasarkan Konsentrasi dan Waktu Pemaparan Yang Berbeda*. Surabaya: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Surabaya.
- Retno *et al.* 2020. *Efektivitas Tanaman Lembang (Typha angustifolia L.) di Lahan Basah Buatan Dalam Penurunan Kadar TSS, BOD, dan Fosfat Pada Air Limbah Industri Laundry*. Jember: Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Jember.
- Rinawati *et al.* 2016. *Penentuan Kandungan Zat Padat (Total Dissolved Solid dan Total Suspended Solid) di Perairan Teluk Lampung*. Vol. 1 (1). Bandar Lampung: Fakultas MIPA, Universitas Lampung.
- Riyanda *et al.* 2013. *Kajian Karakteristik Kimia Air, Fisika Air, dan Debit Sungai Pada Kawasan DAS Padang Akibat Pembuangan Limbah Tapioka*. Vol. 1 (3), hlm. 618. Medan: Fakultas Pertanian, Universitas Sumatera Utara.
- Saptutyningsih, Endah *et al.* 2019. *Pemanfaatan Bahan Alami Untuk Pengembangan Produk Ecoprint di Dukuh IV Cerme, Panjatan, Kabupaten Kulonprogo*, hlm. 19. Yogyakarta: Fakultas Ekonomi dan Bisnis, Universitas Muhammadiyah Yogyakarta.
- Saswita, Neni *et al.* 2018. *Penggunaan Kapur Tohor (CaO) Dalam Penurunan Kadar Logam Fe dan Mn Pada Limbah Cair Pewarnaan Ulang Jeans Kabupaten Magelang Tahun 2017*. Vol. 6 (1). Semarang: Fakultas Kesehatan Masyarakat, Universitas Diponegoro.
- Suryaningsih *et al.* 2018. *Analisis Kadar Kalsium (Ca) dan Besi (Fe) Dalam Kangkung Air (Ipomeae aquatica Forsk) Asal Palu*. Vol. 7 (3). Palu: Pendidikan Kimia/FKIP, Universitas Tadulako.