

**LAPORAN**  
**PENELITIAN INTERNAL**



**EFEKTIVITAS TANAMAN ALGA (HYDRILLA VERTICILLATA) DAN ECENG GONDOK  
(EICHHORNIA CRASSIPES) SEBAGAI FITOREMEDIASI PENGOLAHAN DETERGEN  
LIMBAH CAIR LAUNDRY**

**Dwiky Cahyono**  
**Dhymas Sulistyono Putro ST., M.Ling**  
**Achmad Imam Santoso, ST., M.Ling**

**NIM. 18.52.020557**  
**NIDN. 1120059502**  
**NIDN. 1128069501**

**PROGRAM STUDI TEKNIK LINGKUNGAN**  
**FAKULTAS TEKNIK DAN INFORMATIKA**  
**UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PALANGKARAYA**  
**MEI 2024**


## HALAMAN PENGESAHAN PENELITIAN INTERNAL

Judul Penelitian : Efektivitas Tanaman Alga (*Hydrilla Verticillata*)  
Dan Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*)  
Sebagai Fitoremediasi Pengolahan Detergen  
Limbah Cair Laundry

Nama Peneliti : Dwiky Cahyono  
: Dhymas Sulistyono Putro ST., M.Ling  
: Achmad Imam Santoso, ST., M.Ling

Program Studi : Teknik Lingkungan


Biaya Penelitian : Rp. 5.000.000,00

<p>Paraf Kaprodi Teknik Lingkungan</p>  <p><b>Rudv Yoga Lesmana, ST., M.Si</b> NIK. 15.0403.035</p>	<p>Laporan Peneliti telah didata oleh prodi</p>
--	---

Palangka Raya, 21 Mei 2024



Peneliti



**Dhymas Sulistyono Putro ST., M.Ling**  
NIDN. 1120059502

# BAB I

## PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Pencemaran air merupakan suatu kondisi yang perlu mendapat perhatian karena menyebabkan lingkungan perairan menjadi lebih buruk dari sebelumnya. Pada lingkungan perairan, penyerapan pencemaran dapat terjadi secara langsung maupun tidak langsung (Palar, 2012). Isu terkini yang sering mempengaruhi lingkungan adalah pencemaran yang diakibatkan oleh kegiatan komersial dan domestik sehingga timbul limbah, khususnya limbah cair. Perairan akan menghadapi masalah besar akibat pengelolaan limbah cair yang tidak tepat (Ni'ametal, 2021). Proses pencucian pakaian merupakan salah satu hasil dari tindakan yang menghasilkan limbah cair. Dengan bertambahnya populasi dan kemajuan teknologi, mencuci pakaian saat ini lebih dari sekedar pekerjaan rumah tangga; itu juga telah berubah menjadi sumber industri yang menghasilkan sampah, termasuk keberadaan laundry. pakaian yang menghasilkan banyak limbah detergen setiap harinya. Karena busa yang menutupi permukaan air, limbah deterjen merupakan polutan yang dapat mengancam keberadaan spesies air karena memperlambat pasokan oksigen dari udara.

Surfaktan, yang membentuk antara 22 dan 30 persen bahan dasar deterjen, pembangun (senyawa fosfat), dan aditif (pemutih dan pewangi) merupakan mayoritas deterjen. Surfaktan adalah molekul yang secara bersamaan memiliki gugus polar yang lebih suka air (hidrofilik) dan gugus non-polar yang lebih suka minyak (lipofilik), memungkinkan mereka menggabungkan campuran minyak dan air. LAS Pada kondisi aerob (cukup oksigen dan mikroorganisme), alkilbenzena sulfonat linier dapat terdegradasi, namun degradasi alami ini baru mencapai 50% setelah 9 hari (Retno, 2009). Pertumbuhan beberapa bakteri aerob dipengaruhi oleh keberadaan LAS Linear Alkylbenzene Sulfonate di dalam tanah, yang dapat merusak fungsi tanah pertanian (Budiawan, 2009). Pemanfaatan tumbuhan sebagai agen fitoremediasi merupakan salah satu cara untuk merehabilitasi lingkungan, khususnya aliran sungai yang tercemar (Hidayati, 2013). Polutan, termasuk logam berat dan kontaminan lainnya, dapat diserap oleh tumbuhan dan selanjutnya menumpuk di area tertentu di tubuhnya atau selama bernapas di stomata. Hydrilla Verticillata merupakan salah satu tumbuhan air yang berpotensi sebagai fitoremediator. Hydrilla Verticillata, tanaman terapung, dapat

menghilangkan pencemaran air lebih efisien karena daun, batang, dan akarnya semuanya terendam air, menurut Artiyani (2011).

Menurut Ningsih (2014), *Hydrilla Verticillata* merupakan tanaman air yang memiliki kemampuan menurunkan konsentrasi polutan dalam air limbah dengan kandungan organik yang tinggi. Pabrik *Hydrilla Verticillata* telah digunakan dalam berbagai investigasi untuk fitoremediasi logam berat. Novelet, (2019).

Banyak peneliti yang mendalami masalah ini memberikan penjelasan tentang tingginya serapan Cd, Hg, dan Ni dari eceng gondok. Na dan Cl masing-masing dapat diserap dengan laju 9,8% dari 228,6 mg/L Na dan 19,3% dari 628,1 mg/L Cl, menurut Effendi (2000). Menurut penelitian, eceng gondok dapat menurunkan kadar zat besi (Fe). Menurut penelitian yang dilakukan oleh Effendi pada tahun 2000, eceng gondok dapat menyerap 9,8% dari 228,6 mg/L Na dan 19,3% dari 628,1 mg/L Cl. Logam berat timbal juga dapat diserap oleh eceng gondok dalam waktu 30 hari hingga tidak dapat lagi terdeteksi atau nol, meskipun konsentrasi awal logam tersebut adalah 0,40 ppm. Masalah dengan penggunaan LAS Linear Alkylbenzene Sulfonate adalah ia memiliki kemampuan terurai secara hayati yang terbatas, yang tidak cukup untuk memaksimalkan daya bersihnya saat digunakan sebagai komponen aktif dalam deterjen. Dalam penelitiannya, *Hydrilla verticillata* digunakan sebagai fitoremediator logam seng (Zn) pada limbah dari sektor kertas. Setelah 15 hari perlakuan, konsentrasi logam turun hingga 50% menurut data fitoremediasi. Menurut penelitian (Puspita *et al.*, 2011), *Hydrilla verticillata* dapat menurunkan kadar logam kromium (Cr) dalam air limbah bekas pembuatan batik sebesar 10%. Karena dapat mentolerir logam berat lingkungan, *Hydrilla Verticillata* memiliki kapasitas untuk melakukan remediasi (Phukan *et al.*, 2015). Organisme perairan, khususnya ikan, dirugikan oleh keberadaan deterjen LAS Linear Alkylbenzene Sulfonate karena dapat menyebabkan organ hati ikan bekerja terlalu keras, mengakibatkan pembengkakan dan peradangan, serta menurunkan kesuburan gonad karena tidak cukupnya energi yang dialokasikan untuk mampu bereproduksi (Yuliani *et al.*, 2015).

Sebagai industri skala rumah tangga, sektor laundry saat ini berkembang pesat, terutama di perkotaan. Air limbah laundry belum diolah dengan baik untuk memenuhi permintaan layanan laundry yang terus meningkat. Sebagian besar efluen dari mesin cuci sering dibuang langsung ke badan air penerima tanpa pengolahan terlebih dahulu. Quaternary ammonium chloride, LAS, sodium dodecylbenzene sulfonate, sodium phosphate, dan alkylbenzene sulfonate merupakan bahan kimia aktif yang paling banyak ditemukan pada pelembut kain dan deterjen (Wardhana, 2013). Limbah laundry dapat

dikurangi dalam air limbah dengan memanfaatkan teknik fitoremediasi yang melibatkan tanaman dan mikroorganisme (Hartanti *et al.*, 2013). Sebuah teknik yang disebut fitoremediasi menggunakan tanaman yang berbeda untuk memecah, mengekstraksi, atau menghilangkan polutan dari tanah dan air. Manfaat fitoremediasi adalah menggunakan tanaman yang tumbuh di tanah dan air permukaan untuk mendegradasi kontaminan.

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan informasi latar belakang tersebut, permasalahan dapat dirumuskan sebagai berikut:

1. Bagaimana efektivitas pengaruh eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan alga (*Hydrilla Verticillata*) terhadap penurunan BOD dan COD pada air limbah detergen *laundry*?
2. Bagaimana waktu kontak menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair *laundry* terhadap berapa banyak media tanaman air?

### **1.3 Tujuan Penelitian**

1. Pengaruh eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan alga (*Hydrilla Verticillata*) terhadap penurunan BOD dan COD pada limbah deterjen *laundry*.
2. Untuk mengetahui pengaruh waktu kontak yang diperlukan eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan alga (*Hydrilla Verticillata*) terhadap konsentrasi BOD dan COD dalam pengolahan air limbah *laundry*.

### **1.4 Manfaat Penelitian**

1. Pentingnya mengolah air limbah untuk kelangsungan hidup bagi manusia maupun makhluk hidup lainnya.
2. Memberikan referensi dalam pengolahan detergen limbah domestik *laundry* dengan menggunakan tanaman akuatik
3. Dapat menjadi referensi kepada masyarakat sebagai ilmu pengetahuan.

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1. Pengertian Limbah**

Air limbah adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga dan juga yang berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya. Dengan demikian air buangan ini merupakan hal yang bersifat kotoran umum (Sugiharto, 2008). Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup, air limbah adalah sisa dari suatu usaha atau kegiatan yang berwujud cair. Air limbah dapat berasal dari rumah tangga (domestic) maupun industri (industry), air limbah adalah air sisa dari suatu hasil usaha dan/atau kegiatan dan air limbah domestik adalah yang berasal dari aktivitas hidup sehari-hari manusia yang berhubungan dengan pemakaian air.

#### **2.2. Industri Laundry**

Menurut Undang-undang No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat 20, Limbah adalah sisa suatu usaha dan/atau kegiatan dari suatu sumber hasil aktivitas manusia, maupun proses-proses alam dan tidak atau belum mempunyai nilai ekonomi, bahkan dapat mempunyai nilai ekonomi yang negatif. Industri *laundry* merupakan salah satu peluang usaha yang sangat menjanjikan untuk menunjang kesejahteraan finansial keluarga dan masyarakat terutama didaerah perkotaan. Menurut Triana (2014) dalam (Suharto *et al.*, 2020) laundry atau binatu adalah istilah yang mengacu pada kegiatan atau tindakan pada proses pencucian yang sedang dilakukan atau yang telah dicuci. Air limbah yang dihasilkan pada proses kegiatan laundry mempunyai kandungan yang berasal dari komposisi detergen, pelembut pakaian serta kotoran dari pakaian. Proses kerja pada industri laundry sederhana yaitu mencampurkan detergen dengan air, pemakaian detergen sebagai bahan pembersih dikarenakan detergen mempunyai kesadahan yang lebih baik daripada sabun (Yuliani *et al.*, 2015).

Detergen merupakan limbah cair domestik yang paling tinggi volumenya. Hal ini sejalan dengan penggunaan detergen yang mencapai 2,7 juta ton pertahun dan produksi tahunan meningkat 5%. Selain itu, limbah laundry merupakan penghasil limbah rumah tangga terbesar yaitu sekitar 50-60% dari jumlah limbah cair dari kegiatan laundry

(Tabrizi, 2006). Air limbah *laundry* mengandung detergen yang merupakan suatu derivat zat organik sehingga akumulasinya meningkatkan kandungan bahan organik (Rachmawati et al., 2014). Limbah *laundry* yang di buang langsung ke lingkungan perairan dapat menimbulkan pencemaran dan merusak lingkungan jika tidak diolah terlebih dahulu.

### **2.3. Karakteristik Limbah Cair Laundry**

Limbah cair *laundry* adalah air buangan atau sisa yang berasal dari proses pencucian. Detergen yang terkandung di dalam limbah cair laundry terdiri atas tiga komponen utama yaitu 7-80% bahan bulders, 20-30% surfaktan (sebagai bahan dasar detergen) dan 2-8% bahan adiktif (pemutih dan pewangi) (Hadrah et al., 2019). Limbah detergen yang dibuang langsung ke tanah dapat mencemari tanah karena dapat merusak struktur tanah sebagai media resapan air limbah dan tidak dapat menetralsir polutan.

Menurut Oktorina (2016) karakteristik limbah cair dapat diketahui menurut sifat-sifat dan karakteristik kimia, fisika dan biologis. Penentuan karakteristik limbah perlu dilakukan agar dapat memahami sifat-sifat tersebut serta konsentrasinya dan sejauh mana tingkat pencemaran dapat di timbulkan limbah terhadap lingkungan. Konsentrasi yang di kandung didalam limbah juga dapat menentukan beban limbah terhadap lingkungan, dimana beban ini dipengaruhi oleh debit limbah. Semakin tinggi debit limbah maka semakin tinggi beban terhadap lingkungan.

Karakteristik limbah cair laundry yang diperoleh dari beberapa peneliti dapat dilihat pada tabel 2.1.



Tabel 2.1 Karakteristik Limbah Cair *Laundry*

Parameter	Sumber			
	Padmanabha 2015	Kusuma 2019	Yuliana 2020	Novian 2021
pH	8,6	9	8,53	9,18
Kekeruhan(NTU)	-	-	256	-
Surfaktan (mg/L)	-	47,8	-	183,10
COD (mg/L)	346,84	910,5	400	2137,63
BOD (mg/L)	182,78	441	106,7	876,00
TSS (mg/L)	48,65	-	351	278,25
Phosfat (mg/L)	7,30	38,24	14,1	0,108
Detergen (mg/L)	-	-	33,7	-
Minyak & Lemak (mg/L)	-	-	-	1,54

(Sumber : Padmanabha (2015), (Kusuma *et al.*, 2019), (Yuliana *et al.*, 2020), (Noviana, 2021).

Sifat fisik limbah *laundry* dapat dipengaruhi oleh tingkat kotoran yang terlihat jelas. Parameter ini meliputi kejernihan, kandungan zat, temperatur, bau dan warna. Sifat kimia pada air limbah bisa menyebabkan rasa dan bau yang tidak enak. Sifat biologis mempengaruhi aktivitas biota dan mikroorganisme di lingkungan perairan dan mempengaruhi ekosistem perairan (Switarto & Sugito, 2012). Menurut Hidayat (2015) air limbah yang dihasilkan dari limbah *laundry* mengandung detergen dapat mencemari tanah dan sumber air bagi makhluk hidup sehingga menghambat transfer oksigen ke badan air. Selain itu, terdapat pula berbagai macam organisme pada air limbah laundry, seperti bakteri, jamur, dan organisme air sejenisnya Sperling, 2007. Kandungan nutrisi (N dan P) yang tinggi pada air limbah laundry inilah yang menyebabkan terjadinya eutrofikasi pada badan air penerima (Stefhany dkk., 2013). Baku mutu air limbah laundry dapat dilihat pada table 2.2 dibawah.

Tabel 2.2 Baku Mutu Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Sabun, Deterjen Dan Produk-Produk Nabati

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)	Beban Pencemaran Maksimum (kg/ton)		
		Sabun	Minyak Nabati	Detergen
BOD5	75	0,60	1,88	0,075
COD	180	1,44	4,50	0,180
TSS	60	0,48	1,50	0,06
Minyak/Lemak	15	0,120	0,375	0,015
Fosfat (PO4)	2	0,016	0,05	0,002
MBAS	3	0,024	0,075	0,003
pH	6,0 – 9,0			
DebitLimbah Maksimum		3 ton produk sabun		3 ton produk detergen

Sumber: Salinan PERMEN No. 5 Tahun 2014

Panjang dapat menyebabkan penyakit. Menurut Nunung (2013) dalam (Juherah, 2018) bahwa limbah detergen mempunyai dampak negatif terhadap kesehatan yaitu dapat mengakibatkan penyakit kulit seperti kudis, kurap serta gatal-gatal akibat iritasi.

Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Domestik Dapat Dilihat Pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
Zat padat tersupensi (TSS)	mg/L	30
Ph	-	6 – 9
Amoniak	mg/L	10
Minyak & lemak	mg/L	5
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100

Keterangan:

Rumah susun, penginapan, asrama, pelayanan kesehatan, lembaga pendidikan, perkantoran, perniagaan, pasar, rumah makan, balai pertemuan, arena rekreasi,

pemukiman, industri, IPAL kawasan, IPAL pemukiman, IPAL perkotaan, pelabuhan, bandara, stasiun kereta api, terminal, dan lembaga pemasyarakatan.

#### **2.4. Kandungan Limbah Cair Laundry**

Padmaningrum (2014) menyatakan bahwa limbah cair Laundry selain mengandung sisa detergen juga mengandung pewangi, pelembut, dan pemutih. Limbah *Laundry* mengandung senyawa aktif metilen biru yang sulit terdegradasi dan berbahaya bagi kesehatan maupun lingkungan. Limbah *Laundry* menurut Dewi (2015) mengandung fosfat yang tinggi. Fosfat berasal dari Sodium Tripoly Phosphate (STPP) yang merupakan bahan builder yang sangat penting setelah surfaktan. STPP berfungsi untuk menghilangkan mineral kesadahan dalam air sehingga deterjen dapat bekerja optimal. Menurut Yudo (2010) komposisi fosfat detergen yang mencemari lingkungan perairan mencapai 40%. Selain fosfat terdapat bahan pemutih dan pewangi yang terdiri dari zat natrium karbonat, bahan penimbul busa dan fluorescent. Menurut hasil riset organisasi konsumen Malaysia (CAP), pemutih dapat menimbulkan kanker pada manusia. Pemutih, air softener, surfaktan menurut Sulistyani (2010) merupakan bahan terpenting pada detergen *laundry*. Kandungan limbah laundry yang sangat kotor mengandung mineral oil, logam berat, dan senyawa berbahaya di mana harga COD mencapai 1200 sampai 20.000 mg O<sub>2</sub>/L. Limbah laundry dari hotel, harga COD mencapai 600-2500 mg O<sub>2</sub>/L.

#### **2.5. Aspek Negatif Limbah Cair Laundry**

Limbah cair *laundry* menurut Riyanto (2014) termasuk ke dalam jenis limbah B3 (Bahan Berbahaya dan Beracun). Air buangan detergen atau laundry dapat menimbulkan permasalahan serius karena produk detergen dan bahan-bahan ingredientnya dapat menyebabkan *toxic* bagi kehidupan dalam air. Air buangan sisa detergen yang dihasilkan dalam volume besar sangat berbahaya untuk kelestarian sungai dan tanah. Karena Surfaktan anionik dan nonionik merupakan komponen utama dalam deterjen (Nasir, 2011).

Sifat limbah cair *laundry* sangat kompleks, sehingga sangat berbahaya bagi lingkungan. Beberapa kajian menyebutkan bahwa detergen dalam limbah cair *laundry* memiliki kemampuan untuk melarutkan bahan bersifat karsinogen, misalnya Benzonpyrene, selain gangguan terhadap masalah kesehatan, kandungan detergen dalam air minum akan menimbulkan bau dan rasa yang kurang sedap (Yudo, 2010).

## 2.6. Parameter Pengukuran Limbah Cair Laundry

Parameter limbah cair yang harus diperhatikan dan diuji sebelum dibuang ke lingkungan diantaranya yaitu pH (Potential Hydrogen), BOD (Biochemical Oxygen Demand), COD (Chemical Oxygen Demand), DO (Dissolved Oxygen), padatan tersuspensi (TSS) dan kekeruhan air, serta warna (Widayatno Dan Sriyani, 2008).

## 2.7. Parameter Pengukur Limbah Cair Laundry Dilihat Dari Aspek Kimia.

Menurut Petrucci, dkk., 2011 kimia merupakan cabang ilmu sains yang mempelajari tentang komposisi dan sifat dari suatu materi, serta perubahan energi yang menyertai materi.

### a. Sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>)

Ion sulfat (SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>) merupakan jenis anion yang banyak terdapat pada sumber alami dan juga limbah cair industri. Industri yang menghasilkan limbah cair dengan kandungan sulfat diantaranya industri pembuatan detergen dan pewarna, industri kertas, industri makanan serta industri pembuatan baterai (Salman, 2012). Sulfat dapat terakumulasi pada air melalui pembuangan limbah hasil penggunaan detergen (Fitryani et.al., 2014). Sulfat dapat mempengaruhi perubahan rasa air menjadi rasa pahit dan dapat menimbulkan efek samping jika kadar sulfat dalam air memiliki konsentrasi yang tinggi (Jannah et.al., 2021). Menurut Nababan dalam Jannah et al., (2021) bahaya ion sulfat apabila dikonsumsi dengan kandungan sulfat yang cukup besar dapat menyebabkan laxative atau diare. Berdasarkan Permenkes No. 32 tahun 2017 kadar maksimum sulfat yang digunakan air untuk keperluan higiene sanitasi yaitu 400 mg/L. selain itu menurut Permenkes No. 492/MENKES/PER/IV/2010, kadar maksimum sulfat dalam air minum adalah 250 mg/L. Berdasarkan peraturan pemerintah No 22 Tahun 2021 nilai maksimum sulfat dalam badan air dan lingkungan yaitu pada air bersih kelas 1, kelas 2 dan kelas 3 adalah sebesar 300mg/L dan kelas 4 adalah 400mg/L.

### b. COD (Chemical Oxygen Demand)

*Chemical oxygen Demand* (COD) atau kebutuhan oksigen kimia (KOK) merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik yang ada dalam sampel air atau banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O. Pada reaksi ini hampir semua zat yaitu sekitar 85% dapat teroksidasi menjadi CO<sub>2</sub> dan H<sub>2</sub>O dalam suasana asam,

sedangkan penguraian secara biologi (BOD) tidak semua zat organik dapat diuraikan oleh bakteri. Angka COD merupakan ukuran bagi pencemaran air oleh zat-zat organik yang secara alamiah dapat dioksidasikan melalui proses mikrobiologis, dan mengakibatkan berkurangnya oksigen terlarut didalam air.

## **2.8. Parameter Pengukur Limbah Cair Laundry Dilihat Dari Aspek Fisika.**

Asepk fisika adalah ilmu yang mempelajari tentang kejadian-kejadian di alam (Arkundanto, 2007:73).

### **a. Bau dan warna air**

Air yang baik adalah air yang tidak berbau dan tidak berwarna, sebaliknya air yang memiliki warna tertentu kemungkinan mengandung bahan kimia yang berbahaya sehingga dapat berdampak pada kesehatan. Menurut organik (Muzayana & Hariani, 2019) menyatakan bahwa bila air berbau biasanya mengandung bahan-bahan. Bau dan warna air dapat diukur langsung (organo leptik) yaitu dilakukan oleh 2 orang responden untuk mencium bau dan melihat warna sampel air kemudian memberikan pendapat mengenai bau (berbau atau tidak) dan warna (berwarna atau tidak) (Sari & Huljana, 2019).

## **2.9. Detergen**

Detergen anionik adalah kelompok yang paling banyak digunakan dimasyarakat. Detergen jenis ini merupakan deterjen yang mempunyai daya pembersih yang kuat (Istighfari, 2018). Pada umumnya, detergen mengandung bahan bahan sebagai berikut :

- a. Surfaktan bahan aktif ini berfungsi menurunkan tegangan permukaan air sehingga dapat meeskan kotoran yang menempel pada permukaan bahan.
- b. Builder berfungsi meningkatkan efisiensi pencuci dari surfaktan dengan cara menonaktifkan mineral Penyebab kesadahan air.
- c. Aditif adalah bahan suplemen atau tambahan untuk membuat produk leih menarik, misaln pewangi, pelarut, pemutih pewarna dan sebagainya yang tidak berhubungan langsung dengan daya cuci detergen (Rahimah, 2016).

## **2.10. Fitoremediasi**

Fitoremediasi merupakan suatu proses menggunakan tanaman hijau meliputi rempah (contohnya, *Thlaspi Caerulescens*, *Brassica Juncea*, *Helianthus annuus*) berkayu (contohnya, *Salix spp*, *Populus spp*), karena mereka mampu untuk

menghilangkan, menyerap, atau mengubah berbagai kontaminan yang berbahaya bagi lingkungan seperti logam berat. Terlebih kelebihan fitoremediasi adalah mengurangi risiko kontaminan terdispersi yang menyebabkan pencemaran tiada habisnya (Mudhoo *et al.*, 2010).

Fitoremediasi mempunyai kekurangan dalam hal proses yang berlangsung lama, beberapa spesies tanaman tidak dapat di tanam di area yang sangat berpolusi. Tetapi kelebihan adalah fitoremediasi tidak mengganggu ekosistem malah dapat memberikan nilai lebih terhadap lahan melalui estetika, kemudian metode ini membutuhkan sedikit tenaga kerja serta harganya murah dan fitoremediasi dilakukan secara in situ. Banyak negara yang sudah mencoba metode ini dengan teknik yang berbeda-beda (Antonio *et al.*, 2017). Tumbuhan mempunyai potensi untuk mengurangi kadar logam pada polutan melalui kemampuannya yaitu fitoekstraksi, fitostabilisasi, rizofiltrasi, dll (ITRC,2009). Kolonjono (*Brachiaria mutica*) merupakan salah satu tumbuhan yang mempunyai kelebihan hidup didalam kondisi yang terkontaminasi terutama zat logam dan dapat menyerapnya (Zahid *et al.*,2018; Muhammad *et al.*,2018). Selain tumbuhan yang berperan dalam mengurangi kadar logam dalam air yang terkontaminasi, bakteri juga berpengaruh dalam mendegradasi logam (Khadeeja *et al.*,2018).

### **2.11. Karakteristik *Hydrilla verticillata* (L. f.) Royle.**

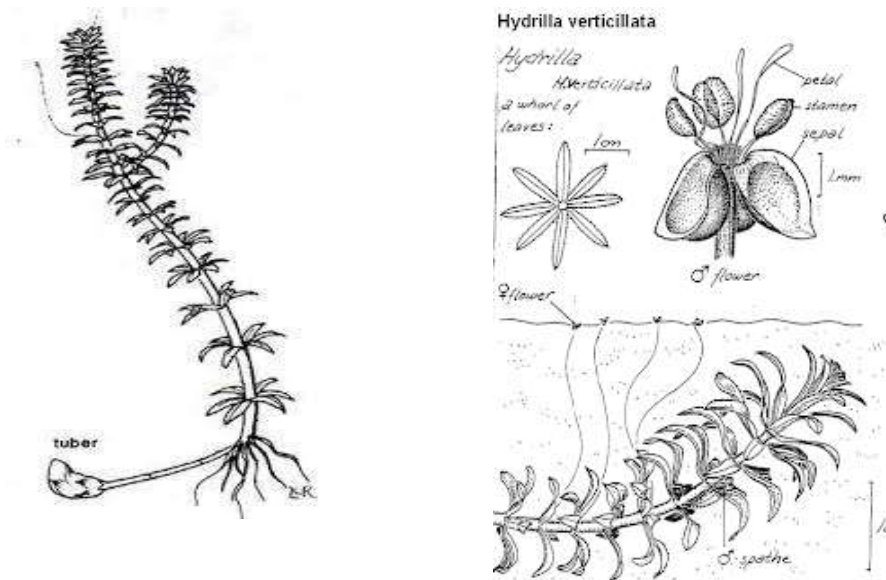
Spesies ini memiliki bunga tunggal, berumah satu, terletak secara aksilaris pada tangkai daun bagian ujung, bunga aktinomorfi berbentuk cawan, kelopak berwarna hijau bening transparan dengan jumlah tiga, mahkota berwarna transparan sampai putih kemerahan, berjumlah tiga, stamen berjumlah enam terpisah, pistilum berjumlah tiga dan berada di sepanjang hypantium. Memiliki buah tunggal dengan jumlah buah 1 - 5 biji bertipe silindris, buah muda berwarna hijau dan buah tua berwarna coklat tua. Tumbuhan ini memiliki daun tunggal dengan tata letak daun dalam lingkaran, berjumlah 3 - 6 daun, bentuk daun lanset, tepi daun bergerigi, permukaan daun halus, warna daun hijau tua, pangkal daun rata, ujung daun runcing, testur daun halus, panjang daun 0.5 - 2 cm dengan lebar 1 – 5 cm.



**Gambar 2.1** Alga (*Hydrilla verticillata*)

Sumber : <https://images.app.goo.gl/geV7mgcQgKafqmF6>

Spesies ini merupakan herba air, memiliki panjang 0,3 - 1,5 m, arah tumbuh batang menjalar, panjang berdiameter 0,5 - 1 mm, pada interkalar 0,5 cm - 1,5 m sering terdapat cabang, berbentuk bulat dengan kulit batang berwarna hijau hingga coklat, tidak ditemukan umbi batang. Memiliki sistem perakaran serabut menancap di dasar air, akar berwarna putih sampai merah kecoklatan, sifat perakaran serabut dengan rambut akar banyak, dan akar tidak memiliki umbi.



**Gambar.2.2** Dua dimensi tentang stuktur bagian tanaman *Hydrilla Verticillata*.

Sumber : <https://images.app.goo.gl/geV7mgcQgKafKqmF6>

Berdasarkan hasil pengamatan pada didapatkan ciri-ciri sebagai berikut: memiliki tepi daun bergerigi, akar yang ramping dan bercabang berwarna kekuning-kuningan yang tumbuh di dasar air. Hydrilla merupakan tanaman produktif dalam air yang dapat tumbuh dengan cepat dan dapat berkembang dalam air dari beberapa sentimeter samapi

20 meter. Daun kecil (1/2-3/4 inchi) berbentuk segitiga-lancip yang berada di ulir dari 4-8 daun di sepanjang batang dengan lebar masing-masing daun 5-20 mm dan panjang lebar 0,7-2 mm. tidak seperti tanaman air asli, dan Hydrilla memiliki tepi bergerigi atau duri kecil menonjol dan seperti gundukan di sepanjang pelepah di bagian bawah. Hydrilla biasanya hijau, tetapi karena berada dibawah sinar matahari menjadi kuning atau coklat. Batang bercabang banyak dekat permukaan dan tumbuh secara horizontal, membentuk tinar padat vegetasi (Zulkhaidir, 2015).

## 2.12. Karakteristik *Eichhornia Crassipes*

Eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) merupakan salah satu jenis tanaman air yang pertumbuhannya sangat cepat dan sangat mudah tumbuh di perairan. Namun selain sebagai tanaman pengganggu perairan, tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dapat dimanfaatkan manusia untuk mengatasi pencemaran, baik pencemaran yang disebabkan oleh limbah industri maupun limbah rumah tangga. Penelitian ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dapat menyerap dan mengakumulasi zat-zat polutan dalam perairan ke dalam struktur tubuh tumbuhan air tersebut. Eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dapat menyerap 50% N-organik dalam waktu 3,6 hari pada kolam pembersih limbah yang berasal dari daerah pertanian yang kotor, dan dapat juga menyerap timbunan logam yang berbahaya bagi kesehatan manusia seperti Cr, Cu, Cn, Hg dan Cd (Setyanto, 2011).

Klasifikasi eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) menurut Moenandir (1990), adalah sebagai berikut:

Kingdom	: <i>Plantae</i>
Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledoneae</i>
Famili	: <i>Pontederiaceae</i>
Genus	: <i>Eichhornia</i>
Spesies	: <i>Ichornia crassipes Solms</i>

Tanaman eceng gondok memiliki ciri-ciri antara lain (1) dapat hidup mengapung di atas air yang cukup dalam tetapi jika airnya dangkal akar eceng gondok didasar kolam atau rawa, (2) ketinggian sekitar 0,4-0,8 meter, (3) daunnya tunggal dan berbentuk oval dengan ujung dan pangkalnya meruncing, (4) pangkal tangkai daun menggelembung, (5)

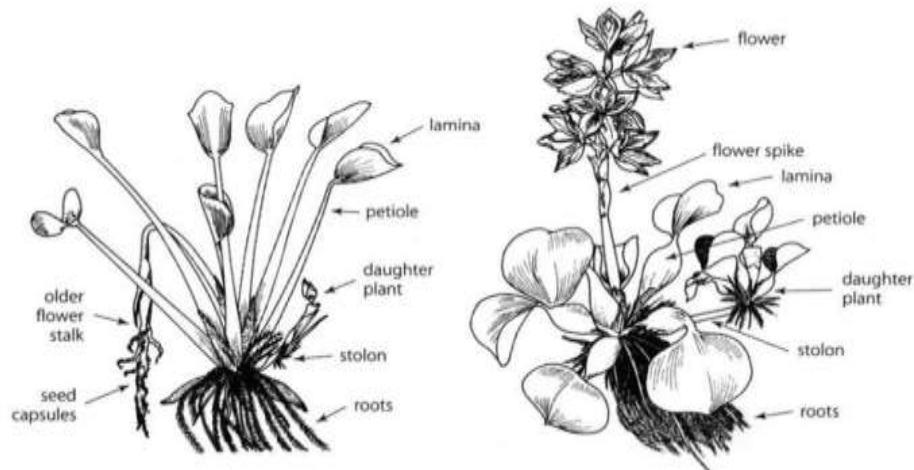


permukaan daunnya licin dan berwarna hijau, (6) bunganya termasuk bunga majemuk berbentuk bulir, (7) kelopaknya berbentuk tabung, (8) bijinya berbentuk bulat dan berwarna hitam, (9) buahnya kotak beruang tiga dan berwarna hijau, (10) akarnya merupakan akar serabut (11) merupakan tumbuhan perennial yang hidup dalam perairan terbuka, serta dapat berkembang biak secara vegetatif maupun secara generatif, perkembangan secara vegetatif terjadi bila tunas baru tumbuh dari ketiak daun, lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru (Surati, 2013).



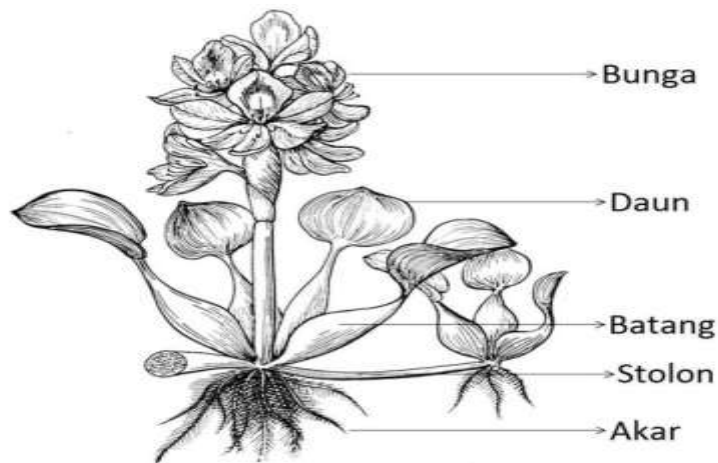
Gambar 2.3 Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes Solms*)  
Sumber : <https://berita.99.co/manfaat-eceng-gondok/>

Hasil analisis kimia eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) diperoleh bahan organik 78,47 %, C organik 21,23 %, N total 0,28 %, P total 0,0011 %, dan K total 0,016 %, sehingga eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) bisa di manfaatkan sebagai pupuk organik, karena di dalam eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) terpadat unsur-unsur yang sangat dibutuhkan oleh tanaman (Rozaq, 2010). Kadar nutrisi daun eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dalam bentuk bahan kering (BK) memiliki kadar protein kasar 6,31%, serat kasar 26,61%, lemak kasar 2,83%, abu 16,12%, dan memiliki kadar bahan ekstrak tanpa nitrogen (BETN) 48,18% (Mangisah et al. 2009).



**Gambar.2.4** Dua dimensi Tentang Stuktur bagian dalam tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*)

Sumber : [www.seowaps.com](http://www.seowaps.com),2012



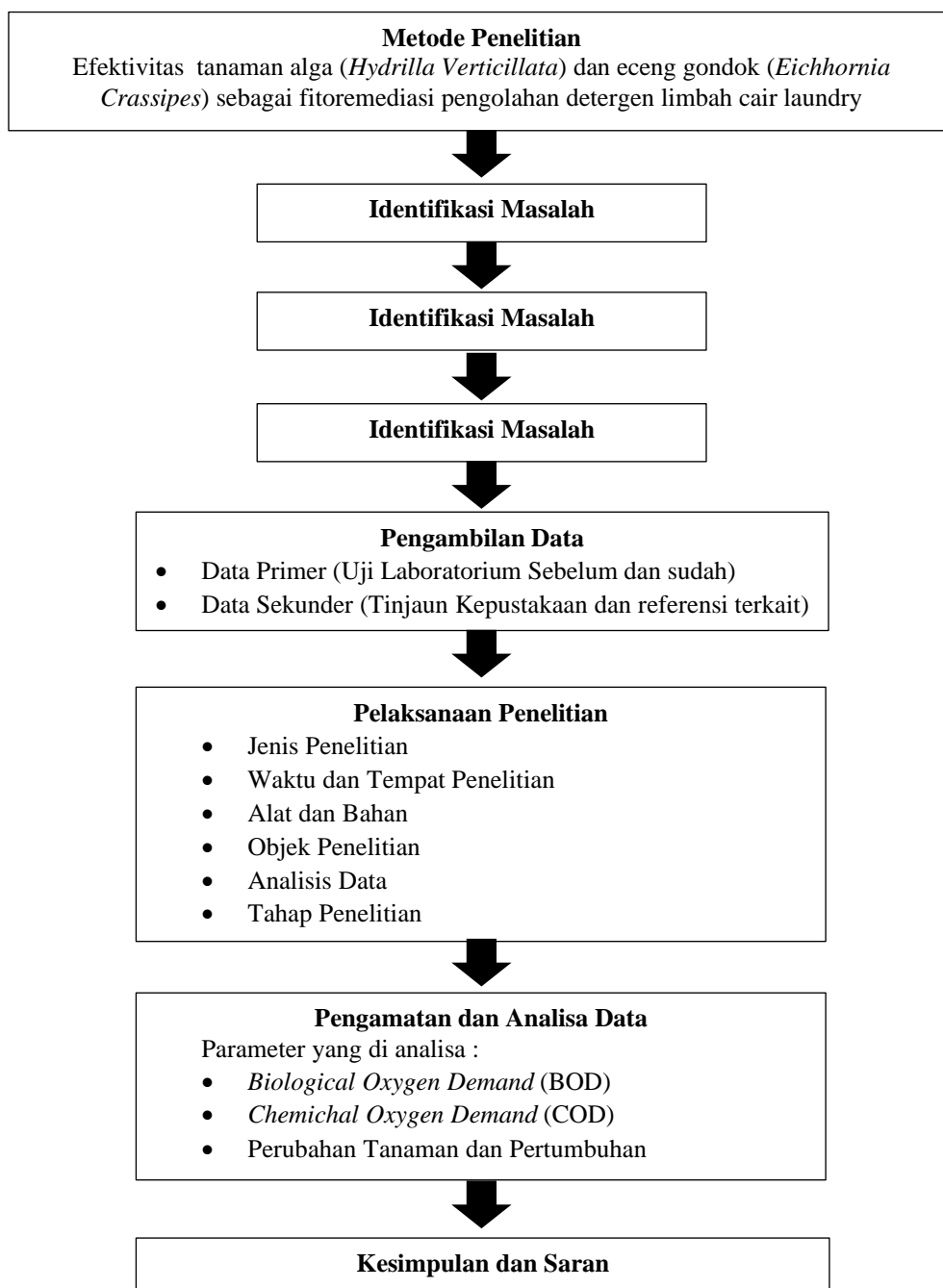
**Gambar.2.5** Dua dimensi tentang susunan struktur dari bagian tubuh tanaman Eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*)

Sumber : <https://images.app.goo.gl/6KgiaY8nvyJHaW87>

Eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) segar mempunyai kandungan air sebesar 94,09%, dan dalam 100% bahan kering mempunyai kadar protein 11,95% dan serat kasar 37,1% (Sumarsih *et al.* 2007). Komposisi kimia eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) tergantung pada kandungan unsur hara tempatnya tumbuh, dan sifat daya serap tanaman tersebut. Eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) mempunyai sifat yang baik antara lain dapat menyerap logam-logam berat, senyawa sulfida, selain itu mengandung protein lebih dari 11,5%. Kandungan kimia serat eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) terdiri atas 60% selulosa, 8% hemiselulosa, dan 17% lignin (Ahmed, 2012).

## BAB III METODE PENELITIAN

### 3.1. Kerangka Penelitian



Metodologi penelitian dirancang untuk memastikan bahwa penelitian yang sebenarnya dilakukan secara metodis dan dalam waktu yang ditentukan. Alur atau proses penelitian yang akan dilakukan disusun sebagai metode penelitian, yang berbentuk kerangka penelitian. Premis dari penelitian ini adalah limbah cucian yang berlebihan,

selain efeknya yang berbahaya, dapat mencemari sumber air dan mengakibatkan eutanasia. Hasilnya, berikut adalah bagaimana kerangka kerja penelitian diselaraskan dengan topik penelitian yang ditunjukkan pada gambar di atas.

### **3.2. Ide Tugas Akhir**

Tahapan pendahuluan dimulai dengan menetapkan ide penelitian yang diperoleh berdasarkan kondisi lapangan. Ide penelitian merupakan kerangka awal untuk menetapkan rumusan masalah, yang kemudian diperoleh tujuan serta manfaat dari penelitian ini. Penelitian ini dibatasi dengan ruang lingkup agar identifikasi dan penelitian terfokus pada tujuan yang diharapkan. Ide penelitian ini adalah membandingkan efektivitas fitoremediasi dengan menggunakan tumbuhan Eceng gondok dan Alga dalam meremediasi limbah laundry.

### **3.3. Studi Letaratur**

Studi ini dilakukan untuk mendukung jalannya penelitian dari awal hingga tahapan penyusunan laporan. Hal ini dilakukan untuk mendapatkan dasar teori yang kuat berkaitan dengan penelitian ini. Sumber literatur berasal dari buku teks, laporan penelitian, jurnal ilmiah dan artikel.

### **3.4. Variabel dan Parameter Penelitian**

Variabel penelitian adalah suatu besaran yang dapat diubah atau berubah sehingga mempengaruhi peristiwa atau hasil penelitian. Variabel penelitian ini adalah sebagai berikut:

a. Variasi jenis tanaman

Variasi jenis tanaman dimaksudkan untuk mengetahui kemampuan Alga dan Eceng Gondok dalam menurunkan kandungan organik dalam limbah laundry. Jenis tanaman yang digunakan dalam penelitian ini yaitu Tumbuhan Eceng Gondok dan Alga.

b. Parameter yang diteliti selama penelitian :

Parameter utama :

- BOD
- COD

### 3.5. Penelitian Pendahuluan

Pada penelitian ini diperlukan penelitian pendahuluan ini dilakukan untuk didapatkan tumbuhan Eceng gondok dan Alga yang telah beradaptasi pada media yang akan digunakan pada uji fitoremediasi. Eceng gondok dan Alga yang sesuai dengan kriteria analisis tumbuhan akan diambil untuk uji penelitian eceng gondok dan Alga.

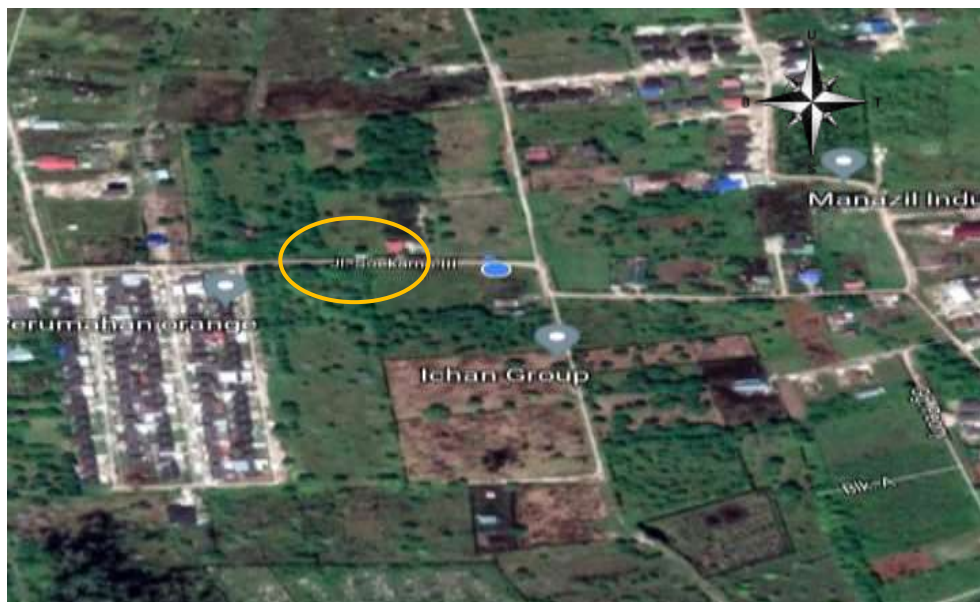
Uji kualitas air limbah. Hal yang selanjutnya dilakukan setelah tahap aklimatisasi adalah uji kualitas air limbah laundry di laboratorium. Tujuannya yaitu untuk mengetahui konsentrasi BOD dan COD pada air limbah laundry yang akan dijadikan sebagai bahan penelitian. Air limbah laundry diambil dari salah satu usaha laundry di Kota Palangka Raya.

### 3.6. Metode Penelitian

COD dan BOD dari air limbah *laundry* sebelum dan sesudah pengolahan diperiksa sebagai bagian dari metodologi eksperimental penelitian ini, yang bersifat kuantitatif. Lima langkah penelitian tugas akhir ini meliputi studi persiapan, persiapan eksperimen, pengambilan sampel, eksperimen, dan analisis data.

### 3.7. Waktu Dan Tempat

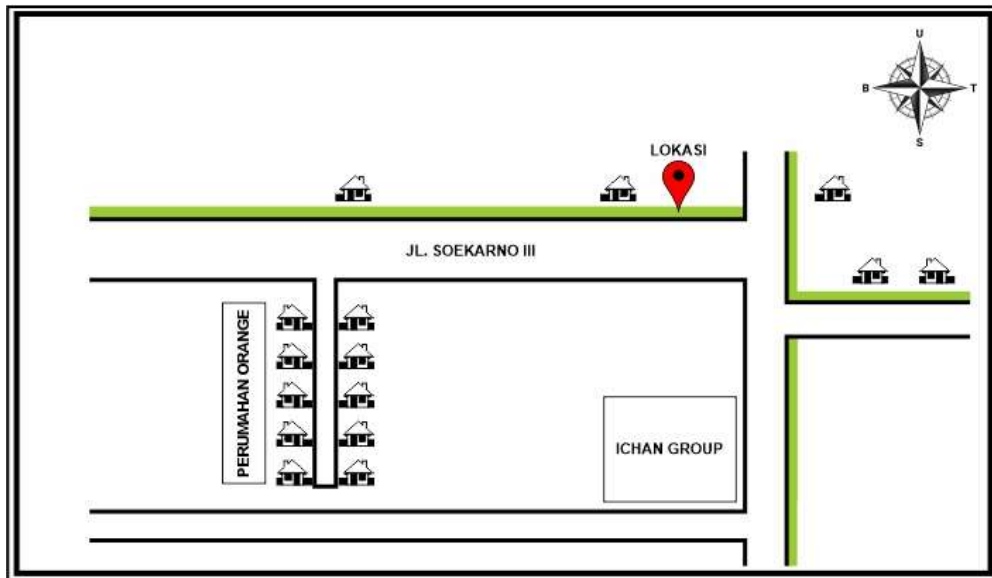
Penelitian ini dilaksanakan daerah Jln.G.obos VIII Gg.Bakung II Kec.Jekan Raya Kalimantan Tengah untuk pengambilan sampel serta pengambilan tanaman Jalan Menteng X. Gg Soekarno III, Kec. Jekan Raya, Kota Palangaka Raya, Kalimantan Tengah.



**Gambar 3.1** Lokasi Pengambilan Tanaman Eceng Gondok Dan Tanaman alga

Keterangan :

- : Lokasi pengambilan tanaman alga dan tanaman eceng gondok
- : Titik pengambilan GPS Maps



Keterangan :

Gambar denah pengambilan tanaman alga dan tanaman eceng gondok ditunjukkan titik koordinat Lat-2.241368° Long 113.907386° petunjuk lokasi pengambilan tanaman akuatik dipingiran aliran sungai daerah Jl. Soekarno III.

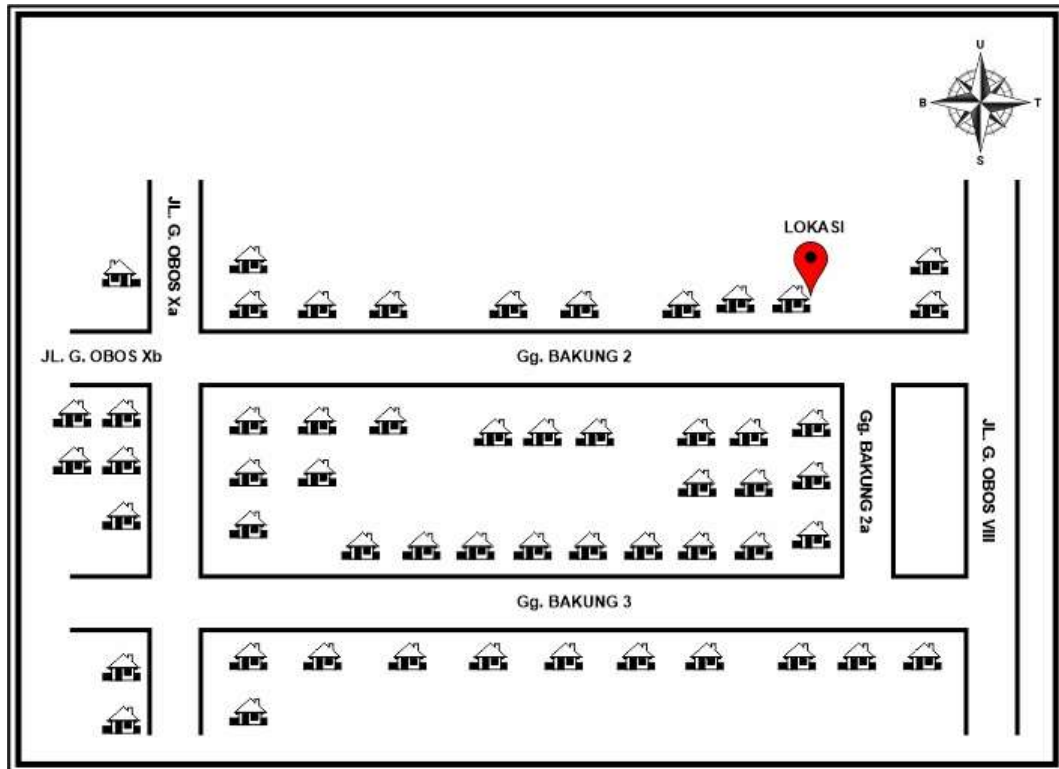


**Gambar 3.2** Lokasi Pengambilan sampel limbah *laundry*

Keterangan :

Titik 1 (satu) tempat pengambilan limbah cair detergen dari usah *laundry*





Keterangan :

Gambar denah tempat lokasi usah laundry untuk pengambilan sampel limbah cair detergen laundry.

Titik koordinat Gg. Bakung 2, Menteng, Lat-2.231481° Long 113.894923°

### 3.8. Teknik Analisis Pengambilan Data

Dalam penelitian kali ini akan dilakukan kegiatan pengumpulan data yang dibutuhkan baik data primer maupun data skunder.

#### a. Data Primer

Data primer diperoleh melalui pengamatan langsung dan hasil eksperimen dilaboratorium terkait objek penelitian yaitu :

Data parameter BOD dan COD Awal (Baku Mutu Limbah Bagi Usaha Dan/Atau Kegiatan Industri Sabun, Detergen Dan Produk-Produk Nabati PERMEN No. 5 Tahun 2014) Data parameter BOD dan COD setelah eksperimen pada reaktor A dan B.

#### b. Data Skunder

Data yang didapat penelitian melalui pengkajian teori yang dilakukan dari berbagai sumber seperti buku, jurnal, artikel ilmiah, yang erat kaitannya dengan topik permasalahan penelitian.

### 3.9. Objek Penelitian

Objek Penelitian ini mengkaji air limbah yang dihasilkan oleh salah satu usaha laundry di Palangka Raya.




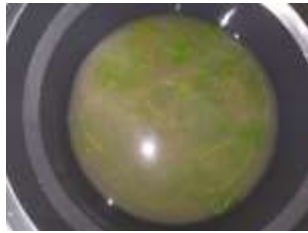
### 3.10. Variabel Pengamatan

Dalam penelitian ini terdapat 2 variabel yaitu variabel bebas dan variabel terikat, keduanya adalah sebagai berikut:















### 3.11. Variabel Indenden

Dalam penelitian ini, variabel independen meliputi:

1. Air limbah ditampung dalam reaktor selama 4, 7, dan 12 hari. Hidayat, F. (2019), mengklaim bahwa masa penahanan 5 sampai 10 hari dapat memberikan dampak yang signifikan. Dilakukan uji tampung tanaman dalam 7 hari penahan di reaktor untuk menentukan waktu kontak terhadap berapa banyak media tanaman alga dan tanaman eceng gondok, sehingga nantinya hari ke-3 dan hari ke-7 untuk pemeriksaan berapa konsentrasi BOD dan COD di uji lab dengan komposisi jumlah tanaman yang akan di ambil serta perbandingan konsentrasi terhadap parameter BOD dan COD untuk dilakukan uji lab tanaman mana dengan efisiensi penyisihan dari kadar limbah cair laundry yang akan di teliti.

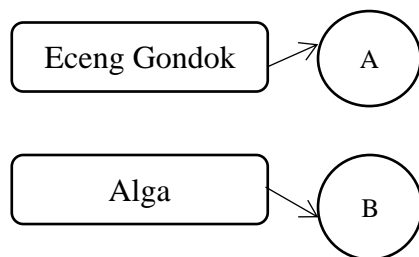
Nama Tanaman	Eceng Gondok	Alga
Hari ke-1		
Hari ke-2		



Nama Tanaman	Eceng Gondok	Alga
Hari ke-3	 	 
Hari ke-4		
Hari ke-5		
Hari ke-6		
Hari ke-7	 	 

Keterangan : Penjelasan Untuk Perubahan Morfologi Tanaman Eceng Gondok Dan Tanama Alga Dilanjutkan Pada Bab IV Hasil Pembahasan.

2. Berdasarkan jarak antar tanaman 10 cm samapi 20 cm, dilakukan pengaturan jarak tanam.
3. Jumlah sampel populasi tanaman alga dan tanaman eceng gondok.
  - Tanaman alga (*Hydrilla verticillata*) jumlah yang akan diambil 6 tanaman dengan ukuran relatif sama besar.
  - Tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*). jumlah yang akan diambil 4 tanaman dengan ukuran relatif sama besar.
4. Pengulangan sampel akan dilakukan 1 kali pengulangan.  
Sehingga pengulang akan dilakukan sebagai berikut :



Keterangan :

Reaktor A dan B : Sampel limbah laundry cair yang diisi dengan tanaman eceng gondok dan alga.

### 3.12. Variabel Dependen

Dalam penelitian ini, variabel dependen meliputi:

1. BOD dan COD merupakan parameter yang diperiksa konsentrasinya.
2. Efisiensi penyisihan BOD dan COD.

### 3.13. Tahap Penelitian

Tahap penelitian adalah tahapan yang terdapat proses dimana memiliki secara terstruktur, runtut, baku, logis, dan sitematis.

### 3.14. Tahap Persiapan

Dalam penelitian ini, persiapan pengujian membutuhkan instrumen, perlengkapan, dan persiapan media.

- a. Alat
  - Reaktor berbentuk bak seperti tabung dengan ukuran panjang 15cm, diameter 30cm, dan tinggi 15cm;.
  - Alat-alat operasional seperti, pipa penyedot air, GPS, Jerigen ukuran 5 L – 20 L botol sampel 1 L, penggaris, aluminium foil, kertas label.
- b. Bahan
  - Air limbah cair detergen *laundry* di tempatkan dalam wadah, setiap masing-masing media akan diisi air dengan volume 5 liter.
  - Jenis tumbuhan yang digunakan adalah alga (*Hydrilla verticillta*) dan eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*).
  - Sampel air limbah yang digunakan pada penelitian ini adalah air limbah *laundry* yang berasal dari *laundry* didaerah Jln.G.obos VIII (Delapan) Gg.Bakung II (Dua) Kec.Jekan Raya Kalimantan Tengah.

### **3.15. Tahap Pengambilan Tanaman**

Merupakan cara memanen suatu tumbuhan dengan mendefinisikan populasi yang akan diambil. Dalam pengambilan tanaman alga (*Hydrilla Verticillta*) dan eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) sebagai berikut.

1. Langkah pertama tanaman akan di pilih sesuai keteria dan kesuburan tanaman.
2. Langkah kedua siapakan kantong plastik serta gunting untuk memotong dahan yang melekat di batang tanaman alga dan eceng gondok.
3. Setelah tanaman diamabil lalu pisahkan tanaman sesuai golongan supaya tidak tercampur dan membuat tanaman rusak.

### **3.16. Tahap Pengambilan Sampel**

1. Siapkan botol sampel dengan ukuran 1 liter.
2. Langkah pertama sipkan air bersih untuk membersihkan botol sampel.
3. Langkah kedua bilas botol sampel yang telah diisi air.
4. Langkah ketiga keringkan botol sampel tersebut hingga mengering.
5. Langkah keempat isi air limbah *laundry* dengan perlahan kedalam botol sampel sesuai kapasitas wadah sampel.
6. Tutup botol sampel dengan rapat serta lapisi dengan aluminium foil dan sampel siap di bawa ke laboratorium.

## BAB IV

### HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Hasil

##### 4.1.1 Konsentrasi Parameter BOD dan COD Dalam Tanaman Eceng Gondok Dan Tanaman Alga Pada Limbah Cair *Laudry*.

Konsentrasi parameter BOD dan COD dalam air limbah laundry dengan waktu selama 7 hari pada **tabel 4.1.** dan **tabel 4.2.** Dilihat dari hasil pada tabel menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok dan alga pada media tanaman dengan pencemaran BOD dan COD ada berpengaruh sangat nyata pada limbah cair laundry.

**Tabel 4.1** kadar BOD dan COD pada tanaman eceng gondok

Bak Reaktor Tanaman	Waktu Operasional (Hari Ke-)	Konsentrasi Hasil Eksperimen Akhir	
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)
Tanaman Eceng Gondok ( <i>Eichhornia Crassipes</i> )	3	42,0 mg/L	83,8 mg/L
Tanaman Eceng Gondok ( <i>Eichhornia Crassipes</i> )	7	33,0 mg/L	67,1 mg/L

Terlihat bahwa pada **tabel 4.1.** tanaman eceng gondok, bahwa semua sampel limbah cair laundry dari bak reaktor yang berisikan tanaman eceng gondok dan tanaman alga. Pada hari ke-3 tingkat kadar BOD dan COD pada **tabel 4.1.** memiliki kadar BOD 42,0 mg/L dan kadar COD 83,8 mg/L.

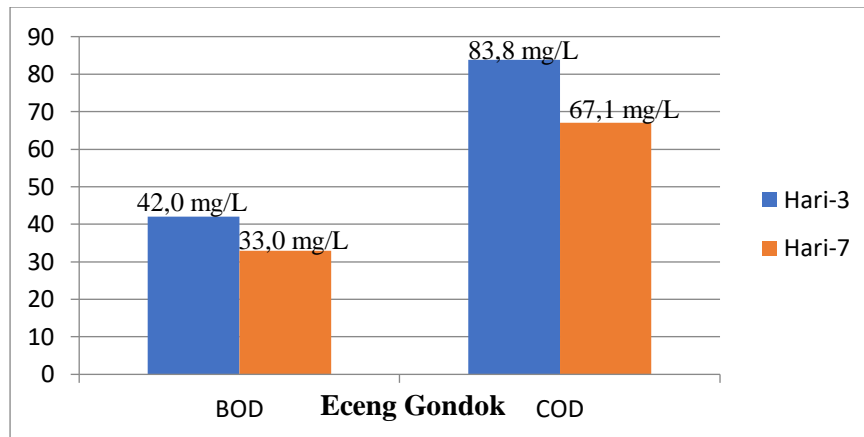
**Tabel 4.2.** Kadar BOD dan COD pada tanaman Alga

Bak Reaktor Tanaman	Waktu Operasional (Hari Ke-)	Konsentrasi Hasil Eksperimen Akhir	
		BOD (mg/L)	COD (mg/L)
Tanaman Alga ( <i>Hydrilla</i> <i>Verticillata</i> )	3	21,0 mg/L	43,5 mg/L
Tanaman Alga ( <i>Hydrilla</i> <i>Verticillata</i> )	7	38,0 mg/L	76,5 mg/L

Sedangkan pada tabel 4.2 bawah pada hari ke-3 selama perlakuan menggunakan tanaman alga tingkat kadar BOD 21,0 mg/L dan COD 43,5 mg/L, setelah dilakukan perlakuan selama 7 hari tersebut saat hari ke-7 bisa dilihat kadar BOD 38,0 mg/L dan COD 76,5 mg/L.

#### **4.1.2 Pengaruh Efektivitas Tanaman Eceng Gondok Pada Parameter BOD dan COD**

Pengaruh efektivitas tanaman eceng gondok pada parameter BOD dan COD merupakan parameter terlarut yang menyebabkan pencemaran lingkungan yang didalam air limbah cair laundry. Hasil uji nilai BOD dan COD didapatkan dari selisih waktu tinggal tanaman hari ke-3 dan hari ke-7 setelah 7 hari perlakuan dengan tanaman eceng gondok. Berdasarkan data hasil pengamatan yang dianalisis, menunjukan hasil yang cukup baik untuk penyerapan kadar BOD dan COD dengan jumlah penyerapan setelah perlakuan, pada hari ke-3 data hasil BOD 42,0 mg/L dan COD 83,8 mg/L sehingga pada hari ke-7 mengidentifikasi bahwa data hasil uji lab BOD 33,0 mg/L dan COD 67,1 mg/L berbeda nyata dengan data hasil hari ke-3. Berikut merupakan data hasil grafik perbandingan pengukuran BOD dan COD.



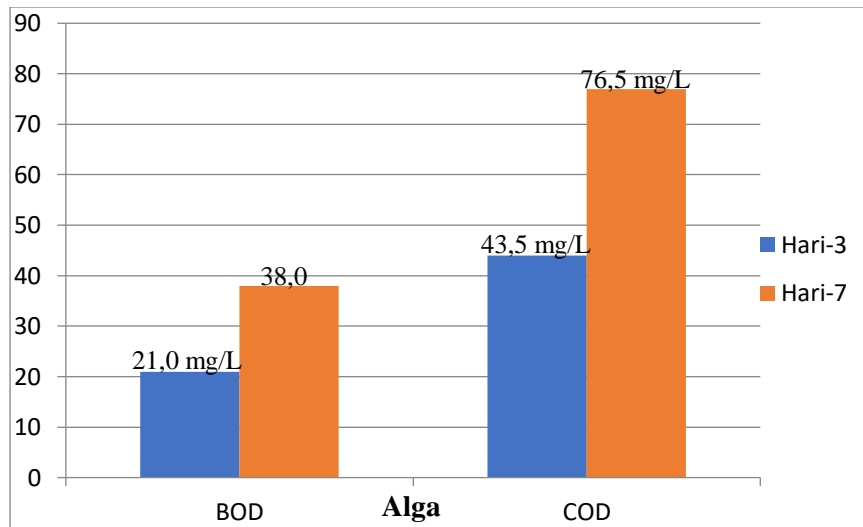
**Gambar 4.1.** Grafiik Perbandingan Kadar BOD Dan COD Pada Waktu Kontak Hari-3 Sampai Hari-7 Terhadap Limbah Cair *Laundry* Dengan Perlakuan Tanaman Eceng Gondok.

Dari grafik **Gambar.1.** dapat dilihat bahwa tanaman eceng gondok mampu menurunkan kadar BOD dan COD pada waktu tinggal hari ke-3 samapai hari ke-7 telah terjadi penyerapan kadar BOD dan COD yang tidak terlalu signifikan. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, tanaman eceng gondok mampu menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair laundry.

#### 4.1.3 Pengaruh Efektivitas Tanaman Alga Pada Parameter BOD dan COD

Pengaruh efektivitas tanaman alga pada parameter BOD dan COD merupakan parameter terlarut yang menyebabkan pencemaran yang didalam air limbah cair laundry. Hasil uji laboreatorium nilai BOD dan COD didapatkan dari selisih waktu tinggal tanaman hari ke-3 dan hari ke-7 setelah 7 hari perlakuan dengan tanaman eceng gondok. Berdasarkan data hasil pengamatan yang dianalisis, menunjukan hasil yang tidak cukup baik untuk penyerapan kadar BOD dan COD dengan jumlah penyerapan setelah perlakuan, pada hari ke-3 data hasil BOD 21,0 mg/L dan COD 43,5 mg/L sehingga pada hari ke-7 mengidentifikasi bahwa data hasil uji lab BOD 38,0 mg/L dan COD 76,5 mg/L berbeda nyata dengan data hasil hari ke-3. Berikut merupakan data hasil grafik perbandingan pengukuran BOD dan COD.

Berdasarkan grafik gambar.2 dibawah ini terlihat hasil pengujian tanaman alga bahwa tanaman ini kurang mampu menyerap kadar BOD dan COD pada waktu tinggal hari ke-3 sampai hari ke-7 tidak terjadi penyerapan kadar BOD dan COD yang signifikan. Sehingga hasil pengujian tersebut, tanaman tidak mampu menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair *laundry*.













**Gambar.4.2** Grafiik Perbandingan Kadar BOD Dan COD Pada Waktu Kontak Hari-3 Sampai Hari-7 Terhadap Limbah Cair *Laudry* Dengan Perlakuan Tanaman Alga.







#### 4.1.4 Morfologi Tanaman Eceng Gondok Dan Tanaman Alga

Berdasarkan hasil pengamatan morfologi tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dan tanaman alga (*Hydrilla Verticillata*) pada tabel 4.3 dari awal sampai akhir penelitian selama 7 hari.

**Tabel 4.3.** Perubahan Morfologi Tanaman Eceng Gondok Dan Tanaman Alga

Nama Tanaman	Eceng Gondok	Alga
Hari ke-1		
Hari ke-2		
Hari ke-3	 	 
Hari ke-4		
Hari ke-5		



Nama Tanaman	Eceng Gondok	Alga
Hari ke-6		
Hari ke-7	 	 

**Hasil Sumber** : Pengamatan Efektivitas Tanaman Alga Dan Tanaman Eceng Gondok

Hasil morfologi pengamatan selama 7 hari uji tanaman eceng gondok dan tanaman alga sebagai media fitoremediasi terhadap limbah cair laundry detergent.

#### 4.2 Pembahasan

Berdasarkan hasil uji efektivitas, kemampuan tanaman eceng gondok dan tanaman alga dalam menurunkan konsentrasi kadar BOD dan COD dalam detergent limbah cair *laundry* dapat dilihat dari besar dan kurangnya penyerapan terhadap konsentrasi BOD dan COD yang berada dalam detergent limbah cair *laundry*. Limbah yang digunakan untuk penelitian ini adalah limbah cair *laundry* detergent yang berasal dari proses pencucian sebuah usaha laundry di daerah Gang Bakung II, Jln. G.Obos VIII, kota palangka raya.

**Tabel 4.4.** Data Hasil Penyerapan Kadar BOD Dan COD Pada Tanaman.

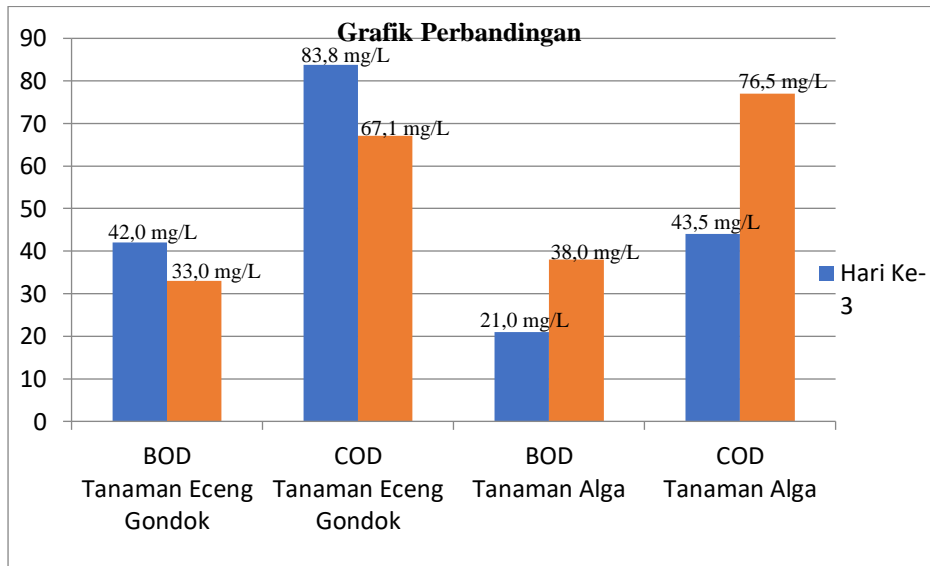
Bak Reaktor Tanaman	Baku Mutu Kandungan limbah		Waktu Operasional (Hari Ke-)	Konsentrasi Hasil Eksperimen Akhir	
	BOD (mg/L)	COD (mg/L)		BOD (mg/L)	COD (mg/L)
Tanaman Eceng Gondok <i>Eichhornia Crassipes</i>	75	180	3	42,0	83,8
Tanaman Eceng Gondok <i>Eichhornia Crassipes</i>	75	180	7	33,0	67,1
Tanaman Alga <i>Hydrilla Verticillata</i>	75	180	3	21,0	43,5
Tanaman Alga <i>Hydrilla Verticillata</i>	75	180	7	38,0	76,5

Berdasarkan data hasil pengujian konsentrasi BOD dan COD dalam bak reaktor limbah cair laundry pada **tabel 4.3.** terlihat ada perbedaan setelah dilakukan perlakuan dengan tanaman eceng gondok dan alga, diperkirakan tanaman eceng gondok mampu menyerap kadar BOD dan COD sedang tanaman alga tidak memungkinkan untuk mampu menyerap kadar BOD dan COD.

Hasil pengujian menunjukkan bahwa pada hari-1 dilakukan perlakuan menggunakan tanamana hingga hari ke-3 untuk pengujian sampel seberapa besar kadar BOD dan COD bagi kedua tanaman samapai hari ke-7 pengujian akhir pengambilan sampel limbah cair laundry setelah dilakukan pelakuan selama 7 hari hari menggunakan kedua tanaman tersebut, hal ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok dan tanaman alga mempunyai perbedaan dalam menyisihkan kadar BOD dan COD detergen limbah cair laundry dari segi jumlah tanaman maupun jumlah konsentrasi volume ai detergen limbah cair laundry.

Pada hari ke-3, tanaman eceng gondok kadar BOD dan COD menunjukkan hasil konsentrasi BOD dan COD sekitar 42,0 mg/L dan 83,8 mg/L, adanya penurunan dihari ke-7 menunjukkan hasil konsentrasi BOD dan COD sekitar 33,0 mg/L dan 67,1 mg/L. Sedangkan pada hari ke-3, tanaman alga kadar BOD dan COD menunjukkan hasil konsentrasi BOD dan COD sekitar 21,0 mg/L dan 43,5 mg/L, tidak adanya penurunan

kadar BOD dan COD melainkan kenaikan konsentrasi kadar BOD dan COD dihari ke-7 sekitar 38,0 mg/L dan 76,5 mg/L. Disini bisa dijelaskan bagi tanaman alga semakin sedikit jumlah tanaman yang akan ditanam untuk penyisihan kadar BOD dan COD maka semakin tidak mampu tanaman tersebut untuk penurunan kadar BOD dan COD detergen limbah cair laundry berbeda halnya dengan tanaman eceng gondok semakin banyak jumlah tanaman yang ditanam untuk penyisihan kadar BOD dan COD maka semakin besar kemungkinan kadar BOD dan COD menurun.



**Gambar.4.3.** Grafik Perbandingan Penyerapan Kadar BOD Dan COD Pada Waktu Kontak Hari Ke-3 Samapai Hari Ke-7 Terhadap Limbah Cair Laundry Efektivitas Tanaman Eceng Gondok Dan Tanaman Alga.

Dari grafik **Gambar.3.** dapat dilihat bahwa tanaman eceng gondok mampu menyerap kadar BOD dan COD pada waktu tinggal selama 7 hari dalam bak reaktor terjadi penyerapan yang lumayan cukup signifikan. Berdasarkan hasil pengujian tersebut, tanaman eceng gondok dianggap mampu untuk penyerapan kadar BOD dan COD dalam waktu tinggal dibak reaktor 7 hari.

Dari grafik tersebut dapat dilihat bahwa tanaman alga kurang mampu untuk menyerap kadar BOD dan COD pada waktuk tinggal 7 hari dalam bak reaktor tidak adanya terjadi penyerapan yang signifikan karena jumlah tanaman yang di ambil terlalu sedikit.

#### 4.2.1 Pengaruh Efektivitas Tanaman Eceng Gondok dan Tanaman Alga Pada Parameter BOD dan COD

Pengaruh efektivitas tanaman eceng gondok dan tanaman alga pada parameter BOD dan COD merupakan parameter terlarut yang menyebabkan

pencemaran lingkungan yang didalam air limbah cair laundry. Hasil nilai BOD dan COD didapatkan dari selisih waktu tinggal antara hari ke-3 dan hari ke-7 setelah adanya perlakuan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nilai BOD dan COD pada hari ke-3 dan hari ke-7 mengalami perubahan pada saat uji laboratorium, dimana tanaman eceng gondok menunjukkan hasil cukup baik dalam menurunkan kadar BOD dan COD selama terjadinya efektivitas tanaman eceng gondok dengan waktu tinggal (detensi) 7 hari perlakuan menggunakan tanaman eceng gondok hasil rata-rata efektivitas 20% untuk menurunkan kadar BOD dan COD dengan volume air limbah cair laundry 5 liter dalam bak reaktor. Sedangkan hasil analisi terhadap tanaman alga didapatkan dari selisih waktu tinggal antara hari ke-3 dan hari ke-7 setelah adanya perlakuan. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, nilai BOD dan COD pada hari ke-3 dan hari ke-7 mengalami perubahan pada saat uji laboratorium, dimana tanaman alga menunjukkan hasil yang tidak cukup baik dalam menurunkan kadar BOD dan COD selama perlakuan terhadap efektivitas tanaman alga dengan waktu tinggal 7 hari perlakuan menggunakan tanaman alga.

Dari hasil rata-rata efektivitas tanaman -80% meningkatkan kadar BOD dan COD sehingga tanaman menunjukkan bahwa ketidak mampunya tanaman alga untuk menurunkan kadar BOD dan COD dengan volume air limbah cair laundry 5 liter dalam bak reaktor. Bisa dilihat dari data hasil analisis bahwa tanaman alga tidak terlalu efisien untuk menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair laundry karena tanaman alga dalam kondisi ini jumlah tanaman terlalu sedikit dan kondisi tumbuhan tanaman alga kecil maka dari itu tidak ada dampak besar atau pengaruh dalam pengolahan limbah cair laundry karena hal tersebut tanaman alga dianggap tidak mampu untuk menurunkan kadar BOD dan COD dengan maksimal. Berbeda halnya dengan tanaman eceng gondok dimana dari data hasil analisis bahwa tanaman mampu menurunkan kadar BOD dan COD pada limbah cair laundry secara garis besar tanaman eceng gondok efisien untuk menurunkan kadar BOD dan COD walau jumlah tanaman yang sedikit tetapi kondisi tumbuhan eceng gondok besar dan bisa memiliki 4 sampai 5 batang 1 tumbuhan. Prayugo (2007) menemukan bahwa media tumbuhan yang sangat baik memenuhi persyaratan seperti tempat berpijak tanaman, menahan air, menyediakan unsur hara yang dibutuhkan

tanaman, mengontrol pencemaran serta kelebihan air (drainase), dan memiliki sirkulasi udara baik.

#### **4.2.2 Pengaruh Waktu Kontak Operasional Terhadap Penurunan Kadar BOD dan COD**

Tanaman alga (*Hydrilla Verticillata*) merupakan tanaman yang melayang di air, sehingga dapat menurunkan bahan pencemar perairan lebih efektif karena bagian daun, batang dan akar terendam didalam air (Artiyani, 2011). Beberapa penelitian menyimpulkan bahwa tanaman *H. Verticillata* dapat menurunkan bahan pencemar. Berdasarkan penelitian Mutmainnah et al. (2015). Penyerapan unsur-unsur hara oleh tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) dilakukan oleh bulu-bulu akar sehingga bulu-bulu akar inilah yang berperan dalam proses penurunan konsentrasi BOD (Biologi Oxygen Demand) dan COD (Chemical Oxygen Demand). Penurunan BOD dan COD pada tanaman eceng gondok (*Eichhornia Crassipes*) banyak dipengaruhi oleh beberapa faktor, salah satunya adalah lamanya waktu perlakuan (Amalia, 2005 dalam tyagita, 2011).

Penelitian efektivitas tanaman sebagai fitoremediasi dilakukan selama 7 hari dengan pertimbangan agar tanaman uji, mempunyai waktu kontak terhadap konsentrasi BOD dan COD yang cukup dalam menurunkan bahan pencemar. Semakin lama waktu detensi (waktu penahanan) maka semakin banyak pula kesempatan tanaman uji untuk menyerap unsur-unsur kimia dalam air limbah, sehingga tingkat pencemaran dilingkungan juga semakin kecil (Upadhyay, 2004). Waktu detensi (waktu penahanan) yang efektif adalah hari ke-7 dimana konsentrasi kadar BOD dan COD mengalami penurunan pada tanaman eceng gondok, sedangkan pada hari ke-7 tidak efektif tanaman alga dengan jumlah tanaman yang tidak menumpuni/sedikit mengalami kenaikan konsentrasi kadar BOD dan COD. Pada hari ke-7 ini diperkirakan mikroba sudah benar-benar mampu beradaptasi dengan baik sehingga penurunan nilai konsentrasi BOD dan COD yang dihasilkan juga cukup besar. Pada tahap ini diperkirakan mikroba telah memperbanyak diri yang diimbangi dengan pasokan nutrisi, oksigen, cahaya dan lain sebagainya. Akan tetapi ini berlaku terhadap tanaman eceng gondok, berbeda halnya dengan tanaman alga dimana dengan jumlah tanaman yang tidak mengumpuni untuk penyerapan konsentrasi

kadar BOD dan COD mikroba yang ada didalam wadah penampung atau bak reaktor tidak bisa mengimbangi untuk melakukan penyerapan BOD dan COD walau adanya pasokan nutrisi, oksigen, cahaya dan lain sebagainya mencukupi. Oleh karena itu tanaman alga mendapatkan hasil data bahwa pada waktu kontak atau detensi lamanya dengan hasil hasil waktu kontak kenaikan konsentrasi dari hari ke-7 hasil data BOD 38,0 mg/L 76,5 mg/L dibandingkan hari ke-3 konsentrasi BOD 21,0 mg/L dan COD 43,5 mg/L. Sehingga pada tanaman eceng gondok mengalami penurunan konsentrasi pada waktu kontak pada hari ke-7 BOD 33,0 mg/L dan COD 67,1 mg/L dibandingkan hari ke-3 konsentrasi BOD 42,0 mg/L dan COD 83,8 mg/L.

#### **4.2.3 Faktor-Faktor Mempengaruhi Data Hasil**

Faktor yang mempengaruhi data hasil adalah faktor internal dan eksternal dengan kata lain, faktor yang mempengaruhi dalam hasil penelitian sebagai berikut.

- a. Penyebab air limbah cair laundry mengalami perubahan warna dan bau adanya zat terlarut, zat koloid, padatan tersuspensi serta mikroba yang terkandung didalam tanaman.
- b. Oksigen terlarut, zat organik, serta sumber pencemaran lainnya.
- c. Jenis dan kandungan bahan organik, keberadaan mikroba dan suhu.
- d. Jumlah tanaman terlalu sedikit.

Dalam hal ini faktor inilah penyebab mempengaruhi hasil dari penelitian dinamakan dari segi efektivitas tanaman alga dan tanaman eceng gondok sebagai fitoremediasi memiliki perbedaan yang sangat signifikan sehingga dalah hasil data didapatkan perbedaan dalam tanaman untuk pengolahan limbah cair laundry penurunan kadar BOD dan COD. Faktor-faktor tersebut menyebabkan kurangnya kontribusi tanaman dalam pengolahan limbah cair *laundry*.

#### **4.2.4 Morfologi Tanaman Eceng Gondok Dan Tanaman Alga**

Pada hari ke-1 untuk pengecekan bagaimana efektivitas tanaman eceng gondok dan alga terhadap detergen limbah cair laundry, pada hari ke-1 tidak ada perubahan yang signifikan terhadap perubahan limbah cair laundry seperti perubahan dari segi bau dan warna limbah tersebut. Sedangkan tidak ada reaksi

perubahan terhadap tanaman eceng gondok dan alga dari segi daun layu, warna daun yang memudar, dan perubahan fisik lainnya.

Hari ke-2 pengamatan terhadap tanaman eceng gondok dan alga, saat memasuki hari ke-2 terdapat perubahan yang lumayan terlihat dari masing bak reaktor tanaman eceng gondok dan tanaman alga seperti warna daun sudah memudar dan layu, akar dan batang tidak ada memiliki perubahan untuk tanaman eceng gondok dan alga, sedangkan untuk air limbah cair laundry dari segi bau dan warna yang ada dibak reaktor bau air limbah cair laundry tidak bau cucian pakaian malah sebaliknya bau air limbah cair laundry seperti bau dari tanaman eceng gondok dari segi warna air limbah cair laundry berwarna jingga gelap untuk tanaman eceng gondok. Akan tetapi untuk air limbah cair laundry tanaman alga bau sangat menyengat seperti bau busuk pakaian yang terendam terlalu lama, sehingga dari segi warna jingga terang.

Pada hari ke-3 pengamatan dan pengecekan bagaimana efektivitas tanaman eceng gondok dan alga terhadap detergen limbah cair laundry, dalam pemantau tanaman eceng gondok pada bak reaktor A1 tidak terjadi perubahan air detergen limbah cair laundry dari segi warna dan bau masih sama seperti pada hari ke-2 sehingga segi tumbuhannya mengalami perubahan tanaman eceng gondok mulai layu dan berkerucut, serta warna daun hijau kekuningan. Sedangkan pada tanaman alga memiliki perubahan warna air limbah cair laundry jingga terang, dan bau air limbah cair laundry menghilang tidak ada bau busuk seperti hari ke-2, dari segi tanaman alga batang dan daun mulai layu hingga warna daun menjadi hijau gelap. Dihari ke-3 kali ini dilakukan pengambilan sampel air limbah cair laundry dari setiap masing-masing bak reaktor A1 tanaman eceng gondok dan B1 tanaman alga untuk mengetahui kadar BOD dan COD selama waktu tinggal 3 hari.

Hari ke-4 pengamatan dilakukan kembali upaya untuk mengetahui morfologi tanaman eceng gondok dan tanaman alga apakah selama terjadinya efektivitas tanaman mulai ada perubahan. Dari bak reaktor tanaman eceng gondok tidak terjadi perubahan bau dan warna air limbah cair laundry tetapi pada kondisi tanaman terjadi perubahan daun mulai senakin layu hingga warna daun menguning. Sedangkan untuk bak reaktor tanaman alga sama sekali tidak ada terjadi perubahan masih sama seperti hari ke-3 dari segi bau air limbah cair laundry bau busuk menghilang dari bak reaktor tanaman alga segi

warna masih sama seperti pada hari ke-3. Tetapi tanaman alga terjadi perubahan batang dan daun mulai layu hingga tekstur daun mulai rapuh dan berlendir seperti lumut.

Pada hari ke-5 pengamatan dilakukan lagi, untuk bak reaktor tanaman eceng gondok tidak ada terjadi perubahan dari segi bau air limbah cair laundry dan warna air masih sama pada hari sebelumnya. Tetapi disini tanaman eceng gondok layu dan warna daun mulai banyak menguning. Sehingga untuk bak reaktor tanaman alga sama tidak adanya terjadi perubahan dari segi warna dan bau air limbah cair laundry, dari segi tanaman memiliki perubahan daun warna hijau pudar, tanaman layu serta tekstur batang mudah putus dan memecah belah menjadi beberapa bagian batang tanaman alga.

Hari ke-6 pengamatan dan pemantau dilakukan pada hari ini, untuk bak reaktor tanaman eceng gondok tidak ada terjadi perubahan dari segi warna hingga bau air limbah laundry sama seperti hari sebelumnya masih tidak ada terjadi perubahan. Akan tetapi perubahan yang mencolok terjadi pada tanaman eceng gondok bisa dilihat dari segi daun sudah layu dan mengkrucut sampai batang, warna daun kuning dan akar berwarna hitam pekat. Sedangkan tanaman alga pada bak reaktor tidak mengalami perubahan warna air limbah cair laundry tetapi memiliki bau air limbah cair laundry aroma tidak sedap, untuk kondisi tanaman terjadi perubahan pada tanaman warna daun mulai kehitaman, batang tanaman masih sama pada hari ke-5 serta jika kita pegang tanaman mudah putus ditangan tanaman menjadi seperti lumut berlendir.

Pada hari ke-7 pengamat terakhir terhadap tanaman eceng gondok dan tanaman alga terlihat pada bak reaktor yang berisikan tanaman eceng gondok tidak terjadi perubahan bau dan warna air limbah cair laundry masih sama seperti hari sebelumnya akan tetapi pada tanaman mengalami perubahan total dari segi warna daun kuning semua dan berkerucut serta batang, akar tanaman berwarna hitam pekat. Sedang untuk bak reaktor berisikan tanaman alga warna air masih sama seperti sebelumnya tetapi bau dari air limbah laundry mulai mengeluarkan bau seperti cucian busuk. Dari kondisi tanaman masih sama seperti hari sebelumnya tetapi mengalami perubahan total batang-batang tanaman alga memecah menjadi beberapa bagian. Di hari ke-7 kali ini dilakukan pengambilan sampel air limbah cair laundry dari setiap masing-



masing bak reaktor A1 tanaman eceng gondok dan B1 tanaman alga untuk mengetahui kadar BOD dan COD selama waktu tinggal 7 hari.

## **BAB V**

### **KESIMPULAN DAN SARAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bawah :

1. Penurunan konsentrasi pada bak reaktor tanaman eceng gondok, jumlah kandungan pada hari ke-3 BOD 42,0 mg/L dan COD 83,8 mg/L terjadi kontak waktu penurunan kadar BOD 33,0 mg/L dan COD 67,1 mg/L pada hari ke-7 hari. Dengan waktu tinggal efektivitas 7 hari tanaman eceng gondok terhadap waktu kontak selama 7 hari dan jumlah tanaman yang cukup memadai untuk melakukan pengujian penurunan kadar BOD dan COD selama waktu tinggal 7 hari. Sementara pada bak reaktor tanaman alga tidak mampu untuk melakukan penurunan penyerapan kandungan kadar BOD dan COD pada hari ke-3 BOD 21,0 mg/L dan COD 43,5 mg/L terjadinya kontak waktu kenaikan kadar BOD 38,0 mg/L dan COD 76,5 mg/L pada hari ke-7. Serta waktu tinggal efektivitas 7 hari tanaman alga mengalami kenaikan konsentrasi kandungan kadar BOD dan COD, dikarenakan jumlah tanaman yang tidak memadai untuk dilakukan pengujian penurunan kadar BOD dan COD selama waktu tinggal 7 hari. Hasil ini menunjukkan bahwa tanaman eceng gondok dalam pengujian tanaman eceng gondok cukup efektif untuk diaplikasikan sebagai pengolahan air limbah cair laundry. Sedangkan tanaman alga menunjukkan bahwa dalam pengujian efektivitas tanaman alga tidak terlalu efektif untuk diaplikasikan sebagai pengolahan air limbah cair laundry. Hal ini menunjukkan bahwa adanya beberapa faktor internal dan faktor eksternal terhadap uji efektivitas tanaman alga dan tanaman eceng gondok sebagai fitoremediasi pengolahan limbah cair laundry.

## 5.2 **Saran**

Saran yang didapatkan disampaikan pada penelitian ini sebagai berikut :

1. Diperlukan penelitian lebih lanjut dengan parameter lebih banyak dalam air limbah cair laundry.
2. Diperlukan adanya penelitianpandahuluan sebelum dilakukan perlakuan lebih lanjut untuk mengetahui pengaruh penurunan masing-masing tanaman terhadap efektifitas penyisihan pencemaran dalam air limbah cait laundry.

## DAFTAR PUSTAKA

- Apriyani, N. 2017 'Penurunan Kadar Surfaktan dan Sulfat dalam Limbah Laundry', *Media Ilmiah Teknik Lingkungan*, 2(1), pp. 37–44. doi: 10.33084/mitl.v2i1.132.
- Arkundanto, A. 2007. *Pembaharuan dalam Pembelajaran Fisika*. Jakarta: Universitas Terbuka.
- Budiawan, Fatisa Y., dan Neera K. 2009. Optimasi Biodegradabilitas dan Uji Toksisitas Hasil Degradasi Surfaktan Linear Alkilbenzena Sulfonat (LAS) Sebagai Bahan Detergen Pembersih. *MAKARA SAINS*. Vol. 13 No. 2 (125 – 133).
- Dewi, F., & Faisal, M. (2015). Efisiensi penyerapan fosfat limbah laundry menggunakan kangkung air (*Ipomoea aquatic* Forsk) dan jeringau (*Acorus calamus*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 4(1), 7-10.
- Hidayati, N., (2013). Heavy Metal Hyperaccumulator Plant Physiologi. *Jurnal Teknik Lingkungan.*, Vol. 14(2). Hal: 73-82.
- Hadrah, Hadrah, Monik Kasman, and Karunia Tri Septiani. "Analisis Penurunan Parameter Pencemar Limbah Cair Laundry dengan Multi Soil Layering (MSL)." *Jurnal Daur Lingkungan* 2.1 (2019): 36-41.
- Hidayat, Yuliyah Mahdalena. "The model of aquatic biota mortality as a function of detention time of the detergent wastewater and simple idea for controlling." *Jurnal Sumber Daya Air* 12.2 (2015): 131-146.
- Jannah, Z. N., Herawati., D. dan Ngibad., K. (2021). Analisis Konsentrasi Ion Sulfat dalam Air Menggunakan Spektrofotometri. *Jurnal Pijar MIPA* 12(02):203-206
- Mutmainnah F, Arinafaril dan Suheryanto. 2015. Fitoremediasi logam timbal (Pb) dengan menggunakan *Hydrilla verticillata* dan *Najas indica*. *J. Teknik Lingkungan*. 12(2):90-103.
- Moenandir, J dan Hidayat, S., 1990, Peranan eceng gondok dan kangkung air pada peningkatan mutu air limbah, *agrivita* vol 16 no.2 (diakses pada tanggal 7 februari 2007)
- Menurut Triana. 2014 dalam (Suharto et al., 2020) . Peningkatan Kualitas Pelayanan Dengan Integrasi Model Servqual, Model Kano dan Qfd Di Melia Laundry On Kilo's. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta
- Muzayana, Fatimatul Umi, and Silvi Hariani. "Analisis Warna, Bau dan pH Air Disekitar Tempat Pembuangan Akhir II Karya Jaya Musi 2 Palembang." *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia dan Terapan* 3.1 (2019): 16-19.
- Menurut UU No. 32 Tahun 2009 tentang Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup pasal 1 ayat 20.
- Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 22 Tahun 2021 Tentang Penyelenggaraan Perlindungan Dan Pengelolaan Lingkungan Hidup.

- Nunung & Nurhayati, (2013). *Pencemaran Lingkungan*. Bandung. Yrama Widya.
- Nasir, S dan Teguh Budi SA. 2011, *Pengolahan Air Limbah Hasil Proses Laundry Menggunakan Filter Keramik Berbahan Tanah Liat Alam dan Zeolit*, Laporan Hibah Kompetitif 2011, Universitas Sriwijaya, Indralaya (tidak dipublikasikan)
- Palar H, 2012. *Pencemaran dan Toksikologi Logam Berat*. Jakarta: PT.Rineka Cipta.
- Peinado, M. S., Lopez, J. G., Retno., Toledo, M. V. M., Pozo, dan C., Rodelas, B., 2009, *Environ. Sci. Pollut. Res.*, 30.
- Phukan, et al, R. Phukan & S. N. Phukan. 2015. Heavy Metal Uptake Capacity of Hydrilla verticillata: A Commonly Available Aquatic Plant. *International Research Journal of Environment Sciences*. 4 (3): 35-40.
- PANTIWATI, Yuni; YULIANI et al., Rifky Luvia; PURWANTI, Elly. Effect of waste laundry detergent industry against mortality and physiology index of Nile Tilapia (*Oreochromis Niloticus*). In: *Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2015*. Sebelas Maret University, 2015.
- Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Dan Kehutan Republik Indonesia Nomor P.68/Menlhk/Setjen/Kum.1/8/2016 Tentang Baku Mutu Air Domestik
- Padmaningrum, Regina Tutik, Tien Aminatun, and Yuliati Yuliati. "THE INFLUENCE OF THE BIOMAS OF MELATI AIR (*Echinodorus paleaefolius*) AND TERATAI (*Nyphaea firecrest*) ON PHOSPHATE CONTENT, BOD, COD, TSS, AND DEGREE OF MASTER LIQUID WASTE OF LAUNDRY." *Jurnal Penelitian Saintek* 19.2 (2014).
- Petrucci, Harwood, dan Herring. 2011. *Kimia dasar prinsip-prinsip dan aplikasi modern edisi kesembilan jilid 2*. Jakarta: Erlangga.
- Rahimah, Zikri, Heliyanur Heldawati, and Isna Syauqiah. "Pengolahan limbah deterjen dengan metode koagulasi-flokulasi menggunakan koagulan kapur dan PAC." *Konversi* 5.2 (2016): 13-19.
- Riyanto, Ph D. *Limbah Bahan Berbahaya dan Beracun (Limbah B3)*. Deepublish, 2014.
- Ratnawati, Rhenny, and Aprilia Talarima. Dalam Sperling, 2007 "Subsurface (SSF) constructed wetland untuk pengolahan air limbah laundry." *WAKTU: Jurnal Teknik UNIPA* 15.2 (2017): 1-6.
- Sugiharto, 2008. *Dasar-Dasar Pengelolaan Air Limbah*. Jakarta. UI – Press
- Stefhany, CA., Sutisna, M., Pharmawati, K., (2013), "Fitoremediasi Phospat dengan menggunakan Tumbuhan Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*) pada Limbah Cair Industri Kecil Pencucian Pakaian (Laundry)", *Reka Lingkungan – Jurnal Institut Teknologi Nasional*, Vol. 1 (1): 1-11.

- Sulistiyani, Erika, and Meike Fitrianingtyas. *Pengendalian fouling membran ultrafiltrasi dengan sistem automatic backwash dan pencucian membran*. Diss. Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik UNDIP, 2010.
- Salman, J. M., Njoku, V. O., & Hameed, B. H. (2012). Batch and fixed-bed adsorption of 2,4 dichlorophenoxyacetic acid onto oil palm frond activated carbon. *Chemical Engineering Journal*, 174(1), 33–40. <https://doi.org/10.1016/j.cej.2011.08.024>
- Sari, Mayang, and Mifta Huljana. "Analisis bau, warna, TDS, pH, dan salinitas air sumur gali di tempat pembuangan akhir." *ALKIMIA: Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan* 3.1 (2019): 1-5.
- Setyanto, Kris. "Pemanfaatan Eceng Gondok Untuk Membersihkan Kualitas Air Sungai Sungai Gadjahwong Yogyakarta." *Jurnal Teknologi Technoscientia* (2011): 17-22.
- Sumarsih, S., C. I. Sutrisno, and E. Pangestu. "Nutrition Quality and Digestibility of Eichhornia crassipes leaf fermented amoniation by in vitro with Trichoderma viride at the various period of fermentation." *Journal of the Indonesian Tropical Animal Agriculture* 32.4 (2007): 257-261.
- T. W. d. Sriyani., "Pengolahan Limbah Cair Industri Tapioka Dengan Metode Elektroflokulasi.," Prosiding Seminar Nasional Teknoin Bidang Teknik kimia dan Tekstil, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Bidang Teknik kimia dan Tekstil, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta., pp. hal:1, ISBN 978-979-3980-15-7., 2008.
- Tabrizi.,G.B.,and Mehvar.,M (2006), Pilot Plant Study For The Photochemical Treatment of Aquaeus Linear Alkylbenzene Sulfonate, separation and Purification Tech., 49:pp 115 – 121
- Undang-Undang Republik Indonesia No.32. Tahun (2009). "Perlindungan dan Pengelolaan Lingkungan Hidup." Undang-Undang Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2009 (1):1–71.
- Wandhana, R.,2013,Pengolahan Air Limbah LaundrySecara Alami (Fitoremediasi) Dengan Tanaman Kayu Apu (Pistia Stratiotes), Skripsi,Teknik Lingkungan,Universitas Pembangunan Nasional "Veteran",jawa timur.
- YulianiRL, PurwantiE,and PantiwatiY, 2015. Pengaruh limbah detergen industri laundry terhadap mortalitas dan indeks fisiologi ikan nila (oreochromis niloticus) effect of waste laundry detergent industry against mortality and physiology index of nile tilapia (oreochromis niloticus). Seminar Nasional XII Pendidikan Biologi FKIP UNS; 822–828
- Yudo, Satmoko. (2010). Kondisi Kualitas Air Sungai Ciliwung di Wilayah DKI Jakarta Ditinjau dari Parameter Organik, Amoniak, Fosfat, Deterjen dan Bakteri Coli. *JAI*, 6(1): 34-42.