

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Tinjauan Pustaka

Penelitian Fazaya dkk, (2013) menggunakan tanaman eceng gondok untuk mengolah limbah cair rumah tangga. Jenis penelitian yaitu penelitian eksperimen yang dilanjutkan dengan analisa sampel di laboratorium. Hasil dari penelitian ini yaitu tanaman eceng gondok mampu meremoval TSS, BOD dan COD. Tanaman tersebut dapat menurunkan kadar TSS dari 73 mg/l hingga 4 mg/l, kadar BOD dari 90 mg/l hingga 4 mg/l dan kadar COD dari 172,48 mg/l menjadi 10,87 mg/l dengan efektifitas penurunan masing-masing 89,3%, 92,9% dan 90,4%.

Penelitian Hibatullah dkk, (2019) menggunakan media bioball dan tanaman kiambang mampu dalam menurunkan beban pencemar seperti BOD. Dari hasil penelitian yang dilakukan, pengolahan dengan bioball dan tanaman kiambang mampu menurunkan parameter khususnya BOD dan minyak lemak, tetapi nilai tersebut masih diatas baku mutu Keputusan Menteri Lingkungan Hidup No. 112 Tahun 2003.

Penelitian Pribadi dkk, (2016) menggunakan tumbuhan kiambang (*Salvinia molesta*) sebagai salah satu alternatif pengolahan awal untuk pengolahan limbah domestik. Karakteristik awal limbah domestik pada penelitian ini yaitu COD 247 mg/l, amonia 1,154mg/NH₃-N/l, nitrit 10,56 mg/NO₂-N/l dan nitrat 73,37mg/NO₃-N/l. Efisiensi penyisihan COD terjadi pada reaktor ke-5 (luas area penutupan kiambang 100%) tumbuhan yaitu sebesar 79% hingga konsentrasi menjadi 27,7 mg/l. Sedangkan efisiensi penyisihan amonia terjadi pada reaktor ke-4(luas area penutupan kiambang 75%) sebesar 97% pada hari ke-9 dengan konsentrasi akhir 0,02 mg/l. Efisiensi penyisihan nitrit terjadi pada reaktor ke-1 (luas area penutupan kiambang 0%)sebesar 17% pada hari ke-9 dengan konsentrasi akhir 5,96 mg/NO₂-N/l. Efisiensi penyisihan nitrat terjadi pada reaktor ke-1 (luas area penutupan kiambang 0%)sebesar 34% pada hari ke-12 dengan konsentrasi akhir 12,6mg/NO₃-N/l.

Penelitian Nurfadillah dkk, (2017) menggunakan tanaman eceng gondok

untuk mengetahui pengaruh tahapan dari berbagai proses fitoremediasi sehingga masyarakat dapat menerapkan sistem fitoremediasi untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan. Hasil menunjukkan bahwa terjadi penurunan BOD yang tidak stabil sedangkan pada pH mengalami penurunan yang signifikan dengan rentang penurunan pH selama 7 hari pada limbah cair domestik dengan perlakuan massa eceng gondok 150 gram ialah 9,1-8,18 mengalami penurunan yang lebih besar jika dibandingkan dengan limbah cair domestik tanpa perlakuan eceng gondok yang memiliki rentang penurunan pH yaitu 9,3-8,86.

Tabel 2. 1 Penelitian Terdahulu

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
1.	Fazaya dkk (2020)	Untuk membandingkan karakteristik fisik dan kimia limbah cair rumah tangga serta efektivitas eceng gondok sebelum dan setelah melalui fitoremediasi dengan memanfaatkan tumbuhan eceng gondok.	Pada penelitian ini menggunakan tanaman eceng gondok untuk mengolah limbah cair rumah tangga. Jenis penelitian yaitu penelitian eksperimen yang dilanjutkan dengan analisa sampel di laboratorium. Hasil dari penelitian ini yaitu tanaman eceng gondok mampu meremoval TSS, BOD dan COD. Tanaman tersebut dapat menurunkan kadar TSS dari 73 mg/l hingga 4 mg/l, kadar BOD dari 90 mg/l hingga 4 mg/l dan kadar COD dari 172,48 mg/l menjadi 10,87	Tujuan penelitian, parameter pengujian, dan metode penelitian.

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			mg/l dengan efektifitas penurunan masing-masing 89,3%, 92,9% dan 90,4%.	
2.	Hibatullah (2019)	Untuk mengetahui efisiensi penurunan BOD, Minyak dan lemak pada limbah rumah tangga dengan pengolahan biofilter aerob menggunakan media bioball dan tanaman kiambang.	Hasil dari penelitian ini pengolahan dengan bioball dan tanaman kiambang mampu menurunkan parameter khususnya BOD dan minyak lemak. Efisiensi penurunan BOD sebesar 68,98% dari konsentrasi awal BOD 785,5 mg/l menjadi 235,29 mg/l. Sedangkan efisiensi penurunan minyak lemak sebesar 96,60% dari konsentrasi awal.	Tujuan penelitian, parameter pengujian, dan metode penelitian.

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
			5213 mg/l menjadi 177,5 mg/l.	
3.	Pribadi dkk (2016)	Untuk mengetahui kemampuan tumbuhan kiambang dalam menyisihkan kadar COD, amonia, nitrit dan nitrat pada limbah cair domestik (<i>grey water</i>).	Hasil dari penelitian ini adalah tanaman kiambang mampu meremoval COD sebesar 79% hingga konsentrasi menjadi 27,7 mg/l, amonia sebesar 97% dengan konsentrasi akhir sebanyak 0,02 mg/l, nitrit sebesar 17% dengan konsentrasi akhir 5,96 mg/NO ₂ - dan nitrat sebesar 34% dengan konsentrasi akhir sebesar 12,6 mg/NO ₃ - .	Tujuan penelitian, parameter pengujian, dan metode penelitian
4.	Nurfadillah dkk, (2017)	Untuk mengetahui pengaruh tahapan dari berbagai proses fitoremediasi sehingga masyarakat dapat menerapkan	Menunjukkan bahwa terjadi penurunan BOD yang tidak stabil sedangkan pada pH mengalami	Tujuan penelitian, parameter pengujian, dan metode penelitian.

No.	Nama Belakang Peneliti (Tahun)	Tujuan	Hasil	Perbedaan
		sistem fitoremediasi untuk mengurangi dampak pencemaran lingkungan serta untuk mengetahui massa eceng gondok (<i>Eichornia crassipes</i>) 50 gram, 100 gram dan 150 gram terhadap BOD dan pH dalam fitoremediasi limbah cair domestik.	penurunan yang signifikan dengan rentang penurunan pH selama 7 hari pada limbah cair domestik dengan perlakuan massa eceng gondok 150 gram ialah 9,1-8,18 mengalami penurunan yang lebih besar jika dibandingkan dengan limbah cair domestik tanpa perlakuan eceng gondok yang memiliki rentang penurunan pH yaitu 9,3-8,86.	

2.2 Teori-teori yang relevan

2.2.1 Pengertian Rumah Sakit

Rumah sakit sebagai tempat atau fasilitas pelayanan penanganan, pengolahan dan pembuangan menghasilkan limbah cair dalam jumlah besar dan kualitasnya memerlukan perhatian khusus karena mengandung zat-zat yang berbahaya bagi tubuh, kesehatan masyarakat dan lingkungan (Depkes RI, 2013).

2.2.2 Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah cair rumah sakit adalah semua limbah cair dari rumah sakit yang mungkin mengandung bahan kimia beracun dan radioaktif (Depkes RI, 2013). Diperlukan upaya pengelolaan yang baik meliputi pengelolaan sumber daya manusia, alat dan fasilitas, pembiayaan dan prosedur organisasi yang ditetapkan untuk tujuan kondisi akomodasi yang memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan. (Depkes RI, 2013).

2.2.3 Sumber Air Limbah Cair

a) Limbah Kegiatan Klinis

Limbah kegiatan klinis adalah limbah yang berasal dari kegiatan pelayanan medis perawatan, poliklinik, farmasi, bedah/kamar operasi, sisa benda tajam, kimia, infeksi, radioaktif, jaringan bentuk tubuh dalam bentuk padat maupun cair.

b) Limbah kegiatan non klinis

Yang termasuk kegiatan non klinis umumnya berasal dari kegiatan kantor, dapur, pencucian, mesin diesel dan buangan dari tanam-tanaman.

Berikut adalah sumber limbah RSI Fatimah Cilacap.

Tabel 2. 2 Sumber Air Limbah Rumah Sakit Islam Fatimah Cilacap

Sumber Air Limbah	Volume (m ³ /hari)
Rawat inap dan HD	24
Gizi, IBS Lab radiologi farmasi	14
Laundry	4,5
Poliklinik	4,5
Arafah	55
Masjid dan kamar jenazah	7
Total	105

Sumber : (Dokumen IPAL Rumah Sakit Islam Fatimah tahun 2020).

2.2.4 Karakteristik Limbah

Menurut (Hibatullah, 2019) karakteristik limbah antara lain:

1. Karakteristik Fisika

Karakteristik fisika meliputi TSS, dan suhu.

a. *Total Suspended Solid (TSS)*

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

b. Suhu

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

2. Karakteristik Kimia

Karakteristik kimia meliputi COD, BOD, pH, dan amonia.

a. *Chemical Oxygen Demand (COD)*

COD adalah jumlah kebutuhan oksigen yang diperlukan untuk oksidasi material organik, yang didapat dengan mengoksidasi limbah dengan larutan asam dikromat yang mendidih (Cr_2O_7^2).

b. *Biochemical Oxygen Demand (BOD)*

Parameter BOD adalah parameter yang paling banyak digunakan dalam pengujian air limbah dan air permukaan. Penentuan ini melibatkan pengukuran oksigen terlarut yang digunakan oleh mikro-organisme untuk menguraikan bahan-bahan organik.

c. pH

Konsentrasi ion hidrogen adalah ukuran kualitas dari air maupun dari air limbah. Adapun kadar yang baik adalah kadar di mana masih memungkinkan kehidupan biologis di dalam air berjalan dengan baik. Air limbah dengan konsentrasi yang tidak netral akan

menyulitkan proses biologis, sehingga mengganggu proses penjernihannya. pH yang baik bagi air minum dan air limbah adalah netral 7. Semakin kecil nilai pH nya maka akan menyebabkan air tersebut berupa asam.

d. Nitrogen (amonia)

Amonia (NH_3) adalah gas tidak berwarna dengan bau yang mengganggu. Amonia (NH_3) mengiritasi dan korosif, mendorong pertumbuhan mikroba dan mengganggu klorinasi. Amonia (NH_3) terdapat dalam larutan dan mungkin dalam bentuk senyawa ionik amonium.

3. Karakteristik biologis

Karakteristik biologis meliputi *Total Coliform* :

a. *Coliform*

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

2.2.5 Baku Mutu

Limbah cair yang dihasilkan kegiatan pelayanan kesehatan memiliki beban cemaran yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan hidup dan menyebabkan gangguan kesehatan manusia. Untuk itu air limbah perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan, agar kualitasnya memenuhi baku mutu air limbah yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan No:P68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016.

Baku mutu adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang atau dilepas ke dalam media air dari suatu usaha dan/atau kegiatan. Berikut merupakan baku mutu air limbah domestik yang ditunjukkan pada Tabel 2.3.

Tabel 2. 3 Baku Mutu Air Limbah Domestik

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
pH	-	6-9
BOD	mg/L	30
COD	mg/L	100
TSS	mg/L	30
Minyak dan Lemak	mg/L	5
Amonia	mg/L	10
<i>Total Coliform</i>	Jumlah/100 ml	3000

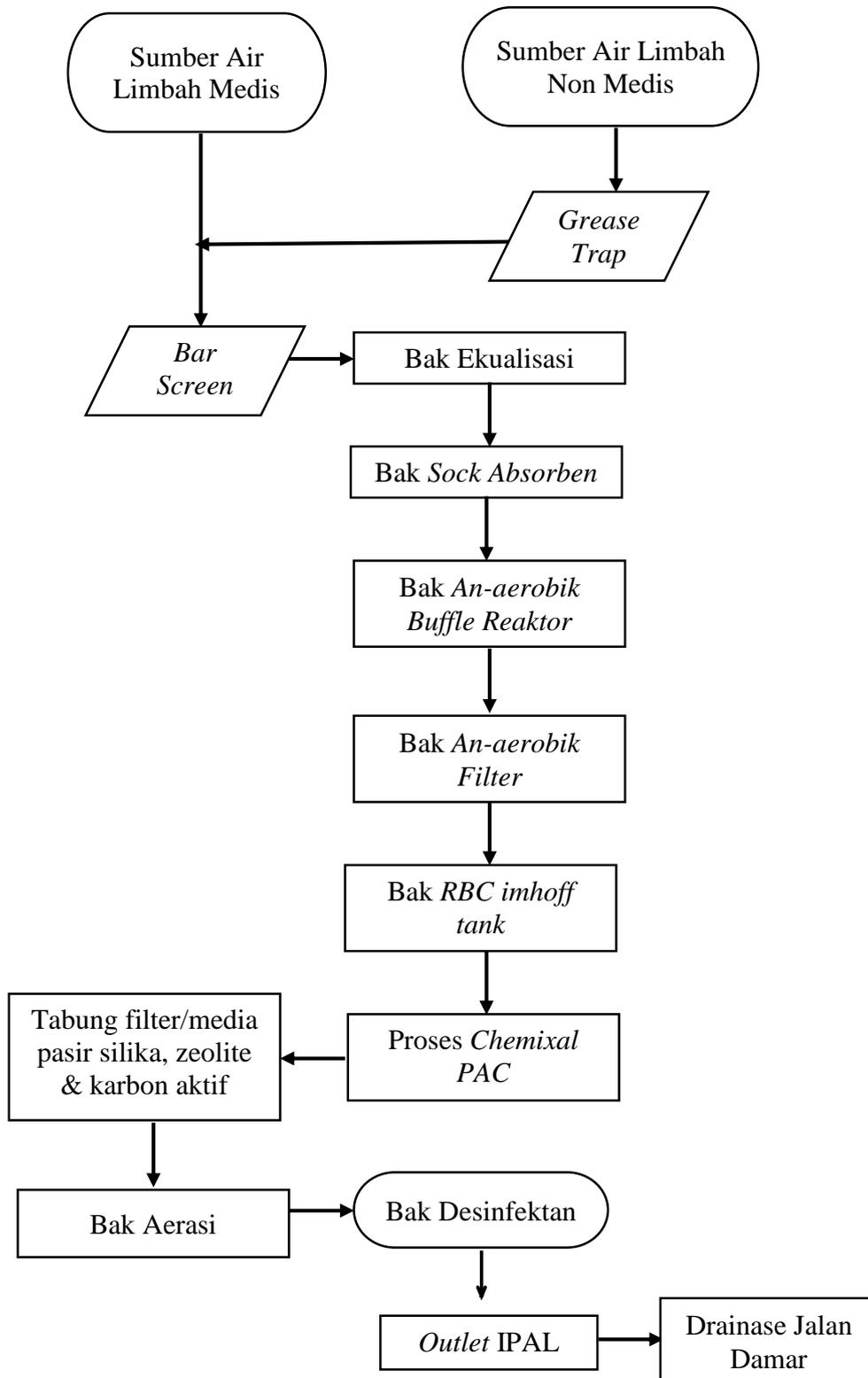
Sumber : Peraturan Menteri Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia No:P68/MENLHK/SETJEN/KUM.1/8/2016.

2.2.6 Dampak Pencemaran Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah cair rumah sakit yang dibuang ke sungai atau badan air akan mempengaruhi masyarakat yang memanfaatkan sungai atau badan air tersebut untuk kebutuhan sehari-hari. Limbah cair rumah sakit dapat menyebabkan perubahan kualitas air yang dilaluinya berupa :

1. Peningkatan padatan berupa bahan organik menyebabkan peningkatan pada limbah padat, tersuspensi atau terlarut.
2. Peningkatan kebutuhan oksigen terlarut ini disebabkan adanya aktivitas penguraian bahan organik dari mikroorganisme, sehingga mengakibatkan peningkatan *Total Dissolved Solid* (TSS), *Chemical Oxygen Demand* (COD) dan *Dissolved Oxygen* (DO) yang lemah, sehingga mengganggu kehidupan di air.
3. Peningkatan zat beracun di dalam air menciptakan bau yang menyebar dari ekosistem perairan.

2.2.7 Pengolahan Limbah pada IPAL RSI Fatimah Cilacap



Gambar 2. 1 Proses Kerja IPAL RSI Fatimah Cilacap.

2.2.8 Fitoremediasi

Fitoremediasi berasal dari bahasa Inggris *phytoremediation*, kata ini tersusun atas dua bagian, yaitu *phyto* berasal bahasa Yunani yaitu *Greek phyton* yang berarti tumbuhan atau tanaman (*plant*), *remediation* berasal dari bahasa Latin *remediare* (*to remedy*) yaitu memperbaiki atau menyembuhkan atau membersihkan sesuatu (Taurisna, 2020). Jadi fitoremediasi (*phytoremediation*) merupakan suatu teknologi yang menggunakan tumbuhan tertentu, dimana tumbuhan tersebut bekerjasama dengan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) untuk mengubah, menghilangkan, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan (pencemar atau polutan) menjadi berkurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi (Irhamni, 2018).

2.2.9 Kelebihan dan Kekurangan Proses Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan suatu teknik yang menjanjikan dapat mengatasi pencemaran dengan efektif dan dapat digunakan secara langsung di tempat yang tercemar dengan menggunakan pepohonan, tanaman pangan, dan tanaman berbunga (Fazaya dkk, 2020).

Keuntungan dari fitoremediasi adalah :

- a. Kemampuannya untuk menghasilkan buangan sekunder yang lebih rendah sifat toksiknya
- b. Ramah terhadap lingkungan serta
- c. Lebih ekonomis yakni biaya operasi yang lebih murah

Kelemahan dari fitoremediasi adalah :

- a. Dari segi waktu yang dibutuhkan lebih lama
- b. Dikhawatirkan terjadinya keracunan bahkan kematian pada hewan dan serangga
- c. Terjadinya akumulasi logam berat pada predator jika mengkonsumsi tumbuhan yang digunakan dalam proses fitoremediasi dan hewan yang memakan tumbuhan fitoremediasi tersebut.

2.2.10 Sistem *Batch*

Sistem *batch* merupakan sebuah proses di mana semua reaktan dimasukkan bersama-sama pada awal proses dan produk dikeluarkan pada akhir proses. Dalam proses ini, semua reagen ditambahkan di awal proses dan tidak ada penambahan atau pengeluaran ketika proses berlangsung. Sistem *batch* beroperasi secara *unsteady state* (konstant) karena komposisi berubah sebagai fungsi waktu (Sarlinda dkk, 2018).

Kelebihan dari reaktor sistem *batch* antara lain :

1. Biaya dan harga instrumentasi rendah.
2. Penggunaannya fleksibel, artinya dapat dihentikan secara mudah kapan saja dan secara tepat.
3. Penggunaannya yang multi fungsi.
4. Reaktor ini dapat digunakan untuk campuran kuat dan beracun.
5. Mudah dibersihkan.

Kekurangan dari reaktor sistem *batch* antara lain:

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

2.2.11 Kiambang (*Salvinia cucullata*)

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

Tanaman ini merupakan gulma air yang memiliki karakteristik dalam berkembang biak sangat cepat dengan sifat adaptasi yang tinggi di berbagai kondisi lingkungan, terutama pada air buangan aktivitas industri, limbah domestik, limbah pertanian dan kehutanan. Kiambang tidak memiliki bunga sehingga perkembangannya hanya dengan cara vegetatif. Tanaman kiambang memproduksi

secara vegetatif melalui batang rapuh yang kemudian pecah. Setiap *node/sporocarps* di sepanjang rimpang akan menghasilkan individu baru (Yuliani, 2013). Dalam tata nama atau sistematika (taksonomi) tumbuh-tumbuhan, tanaman kiambang dimasukkan ke dalam klasifikasi berikut :

- Kingdom : *Plantae*
- Subkingdom : *Tracheobionta*
- Divisi : *Pteridophyta*
- Kelas : *Filicopsida*
- Ordo : *Hydropteridales*
- Familia : *Salviniaceae*
- Genus : *Salvinia*
- Spesies : *Salvinia cucullata*



Gambar 2. 2 Tanaman Kiambang (*Salvinia cucullata*)

Sumber : (Dokumentasi peneliti, 2022)

2.2.12 Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

Eceng gondok (*Eichornia crassipes*) adalah tanaman gulma di wilayah perairan yang hidup terapung pada air yang dalam yang memiliki aliran tenang. Tanaman ini berkembangbiak dengan sangat cepat, baik secara vegetatif maupun generatif. Perkembangbiakan dengan cara vegetatif dapat melipat ganda dua kali dalam waktu 7-10 hari. Tanaman eceng gondok atau *Eichhornia crassipes* yang ditunjukkan pada gambar 2.3 memiliki klasifikasi sebagai berikut:

- Kingdom : *Plantae*
- Sub Kingdom : *Viridiplantae*

- Super Divisi : *Embryophyta*
- Divisi : *Tracheophyta*
- Kelas : *Magnoliopsida*
- Super Ordo : *Lilianaes*
- Ordo : *Commelinales*
- Famili : *Pontederiaceae*
- Genus : *Eichhornia*
- Spesies : *Eichhornia Crassipes*



Gambar 2. 3 Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Sumber : Hutabarat, (2019).

Gambar diatas merupakan eceng gondok dewasa, terdiri dari akar, bakal tunas, tunas atau stolon, daun, petiole, dan bunga. Daun-daun eceng gondok berwarna hijau terang berbentuk telur yang melebar atau hampir bulat dengan garis tengah sampai 15 centimeter.

Tanaman seperti eceng gondok ini mampu menjadi penyerap polutan yang baik sehingga air yang dihasilkan dari kolam khusus yang ditanami eceng gondok itu tidak mencemari lingkungan. Diketahui bahwa tanaman berakar rimpang ini mampu menyerap nitrogen, fosfat dan zat organik. Bahkan juga bisa menyerap uranium dan mercirium, dua zat yang sangat berbahaya bila mencemari perairan.

Adanya penambahan tanaman air *Eichhornia crassipes* yang memiliki akar sebagai tempat tumbuh mikroorganisme, hal ini sesuai dengan yang dikemukakan oleh Haslinah & Andrie (2018) bahwa kehadiran tumbuhan air di perairan akan mempercepat penurunan kandungan bahan organik, karena selain menyediakan tempat hidup bagi mikroorganisme pada akar tumbuhan air, juga menyumbang oksigen melalui proses fotosintesis yang diperlukan mikroorganisme untuk menguraikan bahan pencemar.