

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

Limbah cair merupakan air buangan hasil aktifitas manusia baik itu dari kegiatan industri rumah tangga maupun perdagangan. Salah satu aktifitas yang berkembang cukup pesat yaitu kawasan kuliner, dimana limbah cair yang dihasilkan berasal dari beberapa rumah makan. Air buangan bersumber dari proses persiapan bahan makanan, pengolahan makanan, pencucian peralatan memasak, dan juga berasal dari toilet dan tempat cuci. Ada dua hal yang perlu diperhatikan pada limbah cair kawasan kuliner, yakni karakteristik fisika, kimia dan biologis. Karakteristik fisika meliputi padatan total, temperatur, warna dan bau. Karakteristik kimia meliputi bahan organik, bahan anorganik dan gas. Karakteristik biologis meliputi mikroorganisme yang terkandung dalam air limbah tersebut. Karakteristik limbah cair kawasan kuliner merupakan akumulasi dari beberapa rumah makan dengan konsentrasi *Biological Oxygen Demand* (BOD) sebesar 463,205 mg/L dan *Total Suspended Solid* (TSS) sebesar 266,67 mg/L (Mega, *et.al* 2014), dimana material-material tersebut dapat mengganggu kehidupan biota dan juga dapat mengganggu kesehatan manusia, sehingga perlu adanya pengolahan terlebih dahulu sebelum dibuang ke badan air agar tidak mencemari badan air dan menurunkan kualitas lingkungan (Pramita dan Puspita, 2019).

Berdasarkan Penelitian Wirawan *et.al.*, (2014) melakukan penelitian tentang pengolahan limbah domestik dengan tujuan untuk mengetahui pengaruh penggunaan tanaman kayu apu dengan sistem DFT, pengaruh lama waktu retensi dan pemberian aerasi terhadap parameter BOD, COD, TSS, pH, serta kandungan minyak dan lemak. Hasil penelitian tersebut diperoleh mengenai *Pistia stratiotes L.* dalam pengolahan limbah cair domestik menunjukkan adanya peningkatan nilai BOD maksimal sebesar 45,35% pada perlakuan A6B2, penurunan nilai COD maksimal sebesar 65,06% pada perlakuan A6B2, penurunan nilai TSS maksimal sebesar 19,99% pada perlakuan A6B2, nilai pH maksimum sebesar 8,50 pada perlakuan A3B2, dan penurunan nilai

minyak dan lemak maksimum sebesar 37,10% pada perlakuan A6B2. Perlakuan lama waktu retensi 6 hari dengan aerasi (A6B2) paling efisien dalam pengolahan limbah cair domestik dengan tanaman kayu apu.

Berdasarkan penelitian Nasihah *et.al*, (2018) melakukan penelitian tentang pengolahan limbah domestik dengan tujuan untuk mengetahui cara pengolahan yang efektif dalam menjernihkan limbah cair domestik pada sungai dan mengetahui kadar pH yang terkandung di dalam air limbah. Hasil penelitian tersebut proses pengolahan limbah cair domestik dengan metode sederhana yakni koagulasi-flokulasi dan fitoremediasi tanaman kayu apu dapat mengurangi pencemaran pada air.

Berdasarkan penelitian Setiyawan *et.al*, (2018) melakukan penelitian tentang pengolahan limbah domestik dengan tujuan untuk menguji kemampuan tumbuhan kayu ambang (*Lemna minor*), kayu apu (*Pistia stratiotes*), dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes solm*) untuk menyerap Pb (*timbal*) di lingkungan air. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tumbuhan kayu ambang (*Lemna minor*), kayu apu (*Pistia stratiotes*), dan eceng gondok (*Eichhornia crassipes solm*) mampu menyerap Pb di lingkungan air.

Berdasarkan penelitian Maya Safitri *et.al*, (2019) melakukan penelitian tentang pengolahan limbah domestik dengan tujuan melakukan fitoremediasi dengan menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* pada air limbah laundry. Hasil penelitian menjelaskan bahwa air limbah laundry setelah diolah dengan metode fitoremediasi menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* menunjukkan penurunan *Total Suspended Solid* (TSS) dan *Total Dissolved Solid* (TDS). Hasil uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan dengan menggunakan *L. minor* dan *H. verticillata* berpengaruh nyata terhadap penurunan TSS air limbah laundry ($F= 501,60$, $p= 0,000$; Anova).

Berdasarkan penelitian Muryani dan Widiarti, (2019) melakukan penelitian tentang pengolahan limbah domestik dengan tujuan menganalisis perubahan kadar BOD dan COD air lindi dengan fitoremediasi menggunakan tanaman teratai dan apu-apu serta melakukan pengamatan terhadap kondisi tanaman. Hasil penelitian

menunjukkan bahwa kadar BOD dan COD tiap perlakuan lebih rendah daripada kontrol, meskipun perbedaannya relatif kecil.

Tabel 2.1 Ringkasan Penelitian Terdahulu

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|--|---|--|
| 1. | (Wirawan, <i>et. al</i> 2014) | Mengetahui pengaruh penggunaan tanaman kayu apu dengan sistem DFT, pengaruh lama waktu retensi dan pemberian aerasi terhadap parameter BOD, COD, TSS, pH, serta kandungan minyak dan lemak | Didapatkan pengaruh <i>Pistia stratiotes L.</i> dalam pengolahan limbah cair domestik menunjukkan adanya peningkatan nilai BOD maksimal sebesar 45,35% pada perlakuan A6B2, penurunan nilai COD maksimal sebesar 65,06% pada perlakuan A6B2, penurunan nilai TSS maksimal sebesar 19,99% pada perlakuan A6B2, nilai pH maksimum sebesar 8,50 pada perlakuan A3B2, dan penurunan nilai | Jenis limbah, variasi jenis tanaman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan. |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|--|---|--|
| | | | <p>minyak dan lemak maksimum sebesar 37,10% pada perlakuan A6B2. Perlakuan lama waktu retensi 6 hari dengan aerasi (A6B2) paling efisien dalam pengolahan limbah cair domestik dengan tanaman kayu apu.</p> | |
| 2. | (Nasihah, <i>et.al</i> 2018) | Mengetahui cara pengolahan yang efektif dalam menjernihkan limbah cair domestik pada sungai dan mengetahui kadar pH yang terkandung di dalam air limbah. | Proses pengolahan limbah cair domestik dengan metode sederhana yakni koagulasi-flokulasi dan fitoremediasi tanaman kayu apu dapat mengurangi pencemaran pada air. | Jenis limbah, variasi jenis tanaman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan. |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|------------------------------------|--|---|---|
| 3. | (Setiyawan, <i>et. al</i> 2018) | Menguji kemampuan tumbuhan kayu ambang (<i>Lemna minor</i>), kayu apu (<i>Pistia stratiotes</i>), dan eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes solm</i>) untuk menyerap timbal (Pb) di lingkungan air | Tumbuhan kayu ambang (<i>Lemna minor</i>), kayu apu (<i>Pistia stratiotes</i>), dan eceng gondok (<i>Eichhornia crassipes solm</i>) mampu menyerap timbal (Pb) di lingkungan air | Jenis limbah, variasi jenis tanaman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan |
| 4. | (Maya Safitri, <i>et. al</i> 2019) | Untuk melakukan fitoremediasi dengan menggunakan <i>L. minor</i> dan <i>H. verticillata</i> pada air limbah laundry | Air limbah laundry setelah diolah dengan metode fitoremediasi menggunakan <i>L. minor</i> dan <i>H. verticillata</i> menunjukkan penurunan <i>Total Suspended Solid</i> (TSS) dan <i>Total Dissolved Solid</i> (TDS). Hasil uji Anova menunjukkan bahwa perlakuan | Jenis limbah, variasi jenis tanaman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan |

| No | Nama Belakang Peneliti (Tahun) | Tujuan | Hasil | Perbedaan |
|----|--------------------------------|--|---|---|
| | | | dengan menggunakan <i>L. minor</i> dan <i>H. verticillata</i> berpengaruh nyata terhadap penurunan TSS air limbah laundry (F= 501,60, p= 0,000; Anova). | |
| 5. | (Muryani, <i>et.al</i> 2019) | Untuk menganalisis perubahan kadar BOD dan COD air lindi dengan fitoremediasi menggunakan tanaman teratai dan apu-apu serta melakukan pengamatan terhadap kondisi tanaman. | Menunjukkan bahwa kadar BOD dan COD tiap perlakuan lebih rendah daripada kontrol, meskipun perbedaannya relatif kecil | Jenis limbah, variasi jenis tanaman yang digunakan, jenis parameter yang diujikan |

2.1 Teori – Teori yang relevan

2.1.1 Pengertian Air Limbah Domestik

Air limbah domestik berasal dari berbagai macam kegiatan dalam kebutuhan sehari-hari pada kehidupan manusia, air limbah yang dihasilkan dari kegiatan mandi, mencuci baju, mencuci peralatan makanan dan air kotoran manusia. Menurut Keputusan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 112 Tahun 2003 tentang Baku Mutu Air Limbah Domestik pada Pasal 1 ayat 1 menyatakan bahwa air limbah domestik merupakan air limbah yang berasal dari usaha atau kegiatan permukiman (*real estate*), rumah makan (*restaurant*), perkantoran, perniagaan, apartemen dan asrama. Sedangkan menurut Peraturan Pemerintah RI Nomor 82 Tahun 2001 tentang Pengelolaan Kualitas Air dan Pengendalian Pencemaran Air, menyatakan di ayat 14 yaitu air limbah adalah sisa dari suatu usaha dan atau kegiatan yang berwujud cair (Asadiya *et.al*, 2018).

Air limbah dapat menjadi salah satu sumber pencemar perairan apabila tingginya kandungan bahan organik dalam air limbah tersebut mampu meningkatkan pencemaran pada badan air penerima (Amri *et.al*, 2015). Sifat utama dari limbah domestik dapat mengandung bakteri, virus, dan parasit dalam jumlah yang banyak sehingga mampu menimbulkan penyebaran penyakit selain itu, kandungan dalam detergen dalam air limbah domestik mampu meningkatkan unsur hara seperti sehingga komponen fosfor dan nitrogen yang tinggi seperti terjadi eutrofikasi, adapula logam berat seperti timbal (Pb) yang mampu meningkatkan resiko penurunan kesehatan akibat hilangnya kemampuan *hemoglobin* dalam mengikat zat penting seperti kalsium (Sulistia dkk, 2019).

Tanaman *Frogbit* adalah tanaman yang hidupnya mengambang di atas permukaan air. Bahkan, saat ini *frogbit* dijadikan sebagai tanaman hias di aquarium ikan cupang. Tentunya dengan manfaat tersebut tidak heran lagi jika saat ini banyak yang membudidayakan *Frogbit* (Latif I, 2022). Berikut ini merupakan baku mutu air limbah yang digunakan pada Peraturan Gubernur Jawa Tengah No.02 Tahun 2017.

Tabel 2.2 Baku Mutu Air Limbah Domestik 1

| Parameter | Kadar Maksimum |
|------------------|-----------------------|
| Suhu | 30°C |
| TDS | 200 (mg/L) |
| pH | 6,0 – 9,0 |
| BOD | 30 mg/L |
| COD | 100 |
| TSS | 30 mg /L |

2.2.2 Karakteristik Air Limbah Domestik

Air limbah domestik adalah salah satu sumber daya air yang dapat digunakan atau dimanfaatkan untuk berbagai keperluan. Namun dengan beberapa kendala dari limbah domestik yaitu kualitas air yang tidak memenuhi syarat kualitas air karena mengandung berbagai polutan. Perlu dilakukannya pengolahan air limbah hingga mencapai kualitas air yang diperlukan sebelum untuk digunakan kembali air limbah untuk berbagai macam keperluan (Mubin dkk., 2016). Karakteristik air limbah domestik berdasarkan sifatnya dapat digolongkan menjadi sebagai berikut :

a. Karakteristik Fisik

Pada air buangan rumah tangga sebagian besar terdiri dari bahan padat dan tersuspensi. Kondisi warna yang suram seperti larutan sabun, biasanya berbau, berwarna bekas cucian beras dan sayur, bagian-bagian tinja dan lain sebagainya. Berikut merupakan parameter dari karakteristik secara fisik pada limbah domestik (Kholif, 2020) :

1. Padatan (*Solid*)

Merupakan padatan yang terdapat pada dasar air yang dapat mengakibatkan pendangkalan, padatan terdiri dari zat organik dan zat anorganik.

2. Warna

Merupakan karakteristik yang terlihat pada limbah cair yang melihatkan pewarnaan yang bisanya disebabkan oleh zat organik dan algae.

3. Bau

Bau yang ditimbulkan disebabkan oleh bahan-bahan organik yang diuraikan oleh mikroorganisme yang berada di dalam air limbah domestik.

4. Suhu

Temperatur yang melebihi baku mutu yang telah ditetapkan akan mempengaruhi reaksi yang terjadi pada air limbah.

5. Kekeruhan

Kekeruhan terjadi dikarenakan zat padat yang bercampur dengan zat cair yang menjadi suspensi yang mengakibatkan air limbah menjadi keruh.

b. Karakteristik Kimiawi

Umumnya air buangan ini memiliki kombinasi zat-zat kimia anorganik yang berasal dari penguraian tinja, urine serta sampah-sampah yang lain. Oleh karena itu, biasanya pada waktu masih baru bersifat basah, dan cenderung ke asam apabila telah mulai membusuk. Parameter pada karakteristik kimiawi yaitu:

1. Biological Oxygen Demand (BOD)

Merupakan parameter kualitas air limbah yang menunjukkan banyaknya oksigen dalam kandungan air limbah. Kandungan BOD yang tinggi pada air limbah tidak dapat mendukung kehidupan organisme yang membutuhkan oksigen. Perlu dilakukan uji analisis BOD untuk menentukan kadar pencemaran pada suatu limbah, dalam pengertian, kebutuhan mikroba terhadap oksigen (Imaniar, 2022)

2. Chemical Oxygen Demand (COD)

Merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat-zat organik dalam satu liter limbah. Nilai dari COD umumnya lebih tinggi dari BOD dikarenakan COD merupakan total bahan organik yang terkandung pada limbah sedangkan BOD merupakan bahan organik yang mudah didergradasi (Imaniar, 2022).

3. Protein

Merupakan kandungan utama pada makhluk hidup. Terjadinya bau pada air limbah disebabkan oleh protein karena adanya proses pembusukan dan penguraian (Imaniar, 2022).

4. Karbohidrat

Karbohidrat mengandung karbon, oksigen, dan hidrogen yang umumnya berisikan 6 atau kelipatan 6 atom karbon pada suatu molekul (Imaniar, 2022).

5. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak biasanya mengapung dan adapula yang mengendap di dalam lumpur air limbah. Minyak dan lemak dalam air limbah menimbulkan lapisan tipis semacam selaput yang dapat mempengaruhi kehidupan pada permukaan air (Imaniar, 2022).

6. Amonia

Amonia biasanya didapatkan berupa gas dengan bau tajam yang khas. Nilai persentase kadar amonia bebas yang tinggi dengan meningkatnya nilai pH dan suhu perairan (Imaniar, 2022).

7. Fosfat

Fosfat berada dalam air limbah dalam bentuk organik. Sebagai fosfat fosfat kompleks atau sebagai orthophosfat anorganik. Separuh dari fosfat air limbah domestik berasal dari penggunaan bahan – bahan detergen sintesis (Imaniar, 2022).

8. Detergen

Bahan dasar dalam detergen adalah minyak nabati dan minyak bumi yang biasanya dihasilkan dari limbah rumah tangga. Detergen merupakan golongan dari molekul organik yang digunakan sebagai pembersih. Terdapat dua jenis detergen yaitu detergen anionik merupakan jenis detergen yang sering digunakan dalam rumah tangga dan detergen kationik (Sari, 2018).

c. Karakteristik Bakteriologis

Kandungan bakteri dan organisme kalangan *coli* terdapat pula dalam air limbah bergantung dari mana sumbernya, namun keduanya tidak berfungsi dalam proses pengolahan air buangan (Yuliani, 2019).

2.1.2 Kandungan Limbah Domestik Politeknik Negeri Cilacap

Politeknik Negeri Cilacap memiliki saluran pembuangan air limbah domestik yang bersumber dari air dapur, dan toilet. Lokasi tersebut mengeluarkan air limbah yang masih belum terdapat pengolahan sebelum dibuang langsung ke badan air. Kandungan limbah yang dihasilkan dari kegiatan Gedung Kuliah Bersama meliputi kamar mandi, dan tempat cuci piring yang mengandung pH, suhu dan TDS. Air limbah dari kamar mandi, bekas cucian perabot tentunya mengandung detergen, sabun dan mikroorganisme. Terdapat tiga komponen dalam detergen yaitu 20 - 30% surfaktan, senyawa fosfat 70 – 80% dan bahan aditif seperti pemutih dan pewangi antara 2 – 8 % (Ramadhanur *et.al*, 2015). Menurut Penelitian Imaniar 2022 kandungan air limbah Politeknik Negeri Cilacap terdiri dari :

a. Minyak dan Lemak

Minyak dan lemak merupakan salah satu senyawa yang menyebabkan pencemaran perairan yang harus dibatasi konsentrasinya. Berat jenis minyak yang lebih kecil dari air menyebabkan pembentukan lapisan tipis di permukaan air, hal tersebut dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air karena fiksasi oksigen bebas menjadi terhambat dan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air yang dapat mengganggu ketidak seimbangan rantai makanan (Sulistia *et.al*, 2019).

b. Amonia

Biasanya amonia berasal dari penguraian zat organik yang mengandung nitrogen oleh mikroorganisme. Dengan keberadaan amonia mengartikan petunjuk dari adanya pencemaran pada badan air (A'Yun, 2015). Perlu dilakukan pengolahan yang tepat untuk mengani kandungan amonia yang tercemar pada badan air (Pramita dkk, 2019).

c. Surfaktan

Surface active agent merupakan zat yang dapat mengaktifkan permukaan dan dapat menurunkan tegangan permukaan air dengan cara mematahkan ikatan-ikatan *hydrogen* pada permukaan (Sitoresmi, 2015). Jenis surfaktan yang sering digunakan dalam kandungan detergen adalah tipe anionik dalam bentuk sulfat (SO_4^{2-}) dan sulfonat (SO_3) (Suastuti *et.al.*, 2015).

d. Fosfat

Fosfat merupakan bentuk persenyawaan fosfor yang memiliki peran penting dalam menunjang kehidupan akuatik. Fosfat anorganik berasal dari makanan dan sisa buangan rumah tangga, sedangkan fosfat inorganik sumber utamanya berasal dari penggunaan detergen dan alat pembersih (Indriyati, 2009).

2.1.3 Fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan teknik pengolahan air limbah dengan menggunakan tumbuhan atau tanaman. Penggunaan tanaman, pohon-pohonan, rumput-rumputan dan tanaman air yang digunakan untuk menghilangkan bahan-bahan berbahaya organik maupun anorganik dari lingkungan. Proses penyesuaian tumbuhan terhadap lingkungan baru agar tanaman bisa bertahan hidup yang dinamakan dengan proses aklimatisasi untuk mengetahui kemampuan tanaman tersebut (Yuliani, 2019).

Adapun mekanisme fitoremediasi menurut A'Yun, (2015) penurunan kadar zat pencemar dalam air limbah dengan menggunakan tumbuhan air melalui beberapa proses seperti :

a. Fitostabilisasi

Merupakan proses imobilisasi pada tanah. Kontaminan yang akan terakumulasi yang menyebabkan tidak bisa bergerak keluar zona akar karena adanya kenaikan kontaminan yang disebabkan oleh terbawa aliran tanah melalui proses kapiler dan sebagai akibat proses transpirasi tumbuhan.

b. Rizofiltrasi

Proses Rizofiltrasi merujuk pada proses adsorpsi ataupun presipitasi kontaminan pada akar atau penyerapan ke dalam akar. Rizofiltrasi sering terjadi pada kontaminan yang memiliki perbedaan muatan ion dengan ion akar, contohnya bikarbonat, akan mengikat kation kontaminan, contohnya logam berat.

c. Fitoekstraksi

Merupakan proses penyerapan kontaminan oleh tumbuhan pada media tumbuhnya. Kontaminan yang terserap berlanjut terdistribusi ke seluruh organ tumbuhan. Proses tersebut berlangsung sejalan dengan proses transpirasi.

d. Rizodegradasi

Proses penguraian kontaminan dalam air tanah yang disebabkan oleh aktivitas mikroba.

e. Fitodegradasi

Proses penguraian kontaminan yang terserap melalui proses *metabolic* dalam tumbuhan.

f. Fitovolatilisasi

Proses pelepasan kontaminan ke udara setelah terserap oleh tumbuhan.

2.1.4 Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah merupakan suatu upaya penyesuaian fisiologis atau adaptasi dari suatu organisme terhadap suatu lingkungan baru yang akan dimasukan. Pada proses penelitian ini, dilakukan aklimatisasi dengan menggunakan tiga tanaman yaitu, tanaman apu – apu, *duckweed* dan *frogbit*. Lama waktu aklimatisasi pada ketiga tanaman tersebut yaitu tiga hari. Setelah proses aklimatisasi dilanjutkan dengan proses fitomerediasi.

2.1.5 Kayu Apu

Pistia stratiotes atau kayu apu adalah jenis tumbuhan air yang digunakan untuk pengolahan air limbah untuk penurunan kualitas air limbah baik berupa logam berat, zat organik maupun anorganik. Kayu apu termasuk golongan tumbuhan yang mengambang dan mengapung dalam habitatnya, memiliki ketinggian sekitar 5-10 cm. Bentuk daunnya seperti sendok, lidah atau rompong dengan ujung yang melebar. Daunnya berukuran sekitar 7-10 cm dengan lebar 2-5 cm. Akarnya yang dipenuhi bulu–bulu halus panjang dan lebat (Wirawan, 2014).



Gambar 2.1 Tanaman Kayu Apu (*Pistia stratiotes* L)

Sumber : (Wirawan, 2014)

Tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) merupakan tumbuhan liar yang hidup di danau, rawa, tepi sungai dan di persawahan, selain itu tanaman ini juga dimanfaatkan sebagai tanaman hias. Tumbuhan ini hidup mengapung pada permukaan air dengan akar-akarnya yang menggantung terendam di bawah bagian daunnya yang mengambang. Populasi apu-apu cukup banyak ditemukan di lingkungan karena pertumbuhannya yang tergolong cepat. Selain tingkat pertumbuhan yang cepat tingkat absorpsi atau penyerapan unsur hara dan air cukup besar serta memiliki daya adaptasi yang tinggi terhadap iklim. Tumbuhan apu-apu dapat hidup pada suhu 15°C-35°C, tetapi suhu optimum pertumbuhannya antara 22°C-30°C. Lebar daun apu-apu antara 5–14 cm dengan jarak antar nodus 0,1–0,5 cm, sehingga susunan daunnya terdapat pada bagian rosetnya (Handoko, 2016).

Tanaman apu-apu sebagai tumbuhan air memiliki potensi dalam menurunkan kadar pencemar air limbah yang memiliki kadar organik tinggi. Tanaman ini tidak jarang dikembangkan sebagai pakan ternak. Selain itu tanaman ini juga memiliki khasiat untuk obat disentri, *haematurie*, antiseptik, insektisida, obat asma, pelembut dan penyejuk. Tumbuhan ini juga dimanfaatkan untuk membersihkan air sungai yang kotor karena kemampuan akarnya untuk mencengkram lumpur-lumpur yang ada di badan air (Febri, 2019).

Klasifikasi Kayu Apu adalah sebagai berikut :

| | |
|--------------|-------------------------------------|
| Kingdom | : <i>Plantae</i> |
| Sub Kingdom | : <i>Tracheobionta</i> |
| Super Divisi | : <i>Spermatophyta</i> |
| Divisi | : <i>Magnoliophyta</i> |
| Kelas | : <i>Liliopsida</i> |
| Sub Kelas | : <i>Arecidae</i> |
| Ordo | : <i>Arales</i> |
| Famili | : <i>Araceae</i> |
| Genus | : <i>Pistia</i> |
| Spesies | : <i>Pistia stratiotes Linnaeus</i> |

2.1.6 Tanaman (*Duckweed*)

Duckweed (Lemna sp.) merupakan salah satu jenis gulma air yang banyak ditemukan tumbuh di kolam, danau atau waduk. *Duckweed* adalah tanaman air terapung, dengan satu, dua atau tiga daun masing-masing dengan akar tunggal menggantung di dalam air, panjang akar 1-2 cm, bentuk daun oval, berwarna hijau muda. Tanaman ini merupakan jenis tanaman air yang memiliki kemampuan tumbuh secara cepat pada berbagai kondisi iklim. Tanaman dari *famili lemnaeae* ini banyak dimanfaatkan sebagai pakan tambahan baik untuk ikan maupun ternak di beberapa negara Asia seperti Thailand, Bangladesh, dan India. (Anonimus, 2015).



Gambar 2.2 Tanaman *Duckweed* (pati lele)

Sumber : (Nurzanah, 2022)

Tanaman *Duckweed* merupakan tanaman air sangat sederhana, tanpa batang atau daun yang jelas. Bagian terbesar dari setiap tanaman adalah struktur kecil yang terorganisir "*thallus*" atau "pelepah". Hanya beberapa sel kasar, seringkali dengan kantong udara memungkinkan mereka mengapung di permukaan air. Setiap tumbuhan, tergantung spesiesnya, dapat berakar satu atau lebih akar sederhana. Reproduksi sebagian besar aseksual dan terjadi dari meristem tertutup di dasar cabang. Kadang-kadang, tiga "bunga" kecil yang terdiri dari putik dan dua benang sari, yang dengannya ia muncul sebagai reproduksi seksual. "Bunga" ini, sebagai pseudanthium, perbungaan berkurang, dengan tiga bunga, yang jelas betina atau jantan. Mereka berasal dari *spadix* di *Araceae*. Evolusi perbungaan rumput bebek tetap ambigu karena pengurangan evolusioner yang cukup besar dari tanaman ini. Rumput bebek genus *Wolffia* adalah bunga terkecil yang diketahui berukuran panjang sekitar 0,3 mm. Buah-buahan yang dihasilkan dengan reproduksi sesekali adalah *utrikulus*, dan biji diproduksi dalam kantong dengan udara yang memfasilitasi *flotasi* (Nurzanah, 2022).

Tanaman *Duckweed* dapat dimanfaatkan dengan beberapa cara, karena dapat sekaligus membersihkan air limbah, menghasilkan pakan ternak dan digunakan sebagai bahan bakar nabati. Keuntungan utama menggunakan rumput bebek dalam akuaponik antara lain: beberapa ikan akan memakan rumput bebek, dan akan mengisi

ulang lebih cepat daripada yang bisa dimakan ikan, biomassa rumput bebek kering mengandung hingga 40% protein, yang dapat dimanfaatkan lebih lanjut dalam aplikasi pakan, rumput bebek menghilangkan sejumlah besar nitrogen dan fosfor dari air (Wiwin, 2022).

2.1.7 Tanaman *Frogbit* (*Limnobium laevigatum*)

Frogbit adalah tanaman yang hidupnya mengambang di atas permukaan air. Salah satu alasan kenapa banyak orang yang tertarik untuk budidaya tanaman pipit yaitu karena mempunyai banyak manfaat dan kegunaan. Tak heran juga sering dijadikan sebagai jika saat ini banyak yang membudidayakan *frogbit*. Tanaman *frogbit* adalah tanaman air yang tumbuh mengapung bebas dengan tingkat penyebaran yang sangat luas dan berkualitas tinggi.



Gambar 2.3 Tanaman *Frogbit*
(Sumber : Latif I, 2022)

Tanaman *Frogbit* lebih dikenal sebagai gulma di perairan yang cenderung sulit untuk dikendalikan, namun tanaman ini mampu mengurangi kadar bahan organik dalam air limbah dengan mensuplai oksigen ke dalam air limbah sehingga mampu mempengaruhi proses degradasi bahan organik yang terkandung. Selain itu tanaman *frogbit* dinyatakan dapat meremediasi atau menyerap zat-zat berbahaya pada air limbah dengan sangat efektif seperti logam tembaga (Cu) atau logam berat lainnya. Selain itu, tanaman ini cocok digunakan sebagai penghilang toksisitas air limbah guna menciptakan tindakan sanitasi lingkungan (penguat perkembangan tumbuhan), sehingga tanaman *frogbit* diharapkan mampu menurunkan kadar bahan organik pada

air limbah domestik khususnya limbah laundry (Wibawa, 2022). Tanaman air *frogbit* memiliki mekanisme yang sangat spesifik dan efisiensi untuk memperoleh *mikronutrien* penting dari lingkungan. Penyerapan kontaminan bervariasi untuk setiap jenis tanaman air (*free floating, submerged, emerged*). Cara penyerapan oleh tanaman juga berbeda untuk kontaminan organik dan anorganik. Penyerapan senyawa anorganik (bentuk ionik atau kompleks) melalui mekanisme penyerapan aktif atau pasif di dalam tanaman, sedangkan penyerapan senyawa organik umumnya diatur oleh *hidrofobik* dan polaritas. Serapan kontaminan organik didorong oleh difusi sederhana berdasarkan sifat kimia mereka. Kontaminan yang telah diasimilasi dan diserap, kemudian *didetoksifikasi* oleh berbagai reaksi biokimia di dalam sistem tanaman dengan menggunakan mekanisme *enzimatik* (Pratiwi M., 2018).

2.2 Hipotesis

Hipotesis dalam penelitian pengolahan limbah domestik dengan menggunakan metode fitoremediasi tanaman *duckweed* (*Lemna perpusilla*), tanaman apu-apu (*Pistia stratiotes*) dan *frogbit* (*Limnobium laevigatum*) di Gedung Kuliah Bersama Politeknik Negeri Cilacap sebagai berikut:

1. Tanaman apu-apu mampu menurunkan TDS dari nilai awal sebelum proses 225 mg/L menjadi 150 mg/L. Nilai suhu tidak ada perubahan dari suhu awal 28°C sebelum proses dan setelah proses selama 28 hari tetap 26°C. Nilai pH mengalami kenaikan dari 6,7 sebelum proses menjadi 7,3 setelah proses fitoremediasi. Tanaman *duckweed* mampu menurunkan TDS dari nilai awal sebelum proses 245 mg/L menjadi 170 mg/L. Nilai suhu ada perubahan dari 29°C sebelum proses menjadi 28°C setelah proses. Nilai pH mengalami penurunan dari 6,9 sebelum proses menjadi 6,5. Tanaman *frogbit* mampu menurunkan nilai TDS dari nilai awal sebelum proses 244 mg/L menjadi 163 mg/L. Nilai suhu mengalami penurunan dari suhu 27°C menjadi 28°C. Nilai pH mengalami penurunan dari 6,7 menjadi 6,3.
2. Diantara tanaman *duckweed*, tanaman apu-apu dan tanaman *frogbit* yang lebih baik dalam menurunkan nilai TDS, suhu dan pH adalah tanaman *duckweed*.