

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA, KERANGKA PEMIKIRAN DAN HIPOTESIS

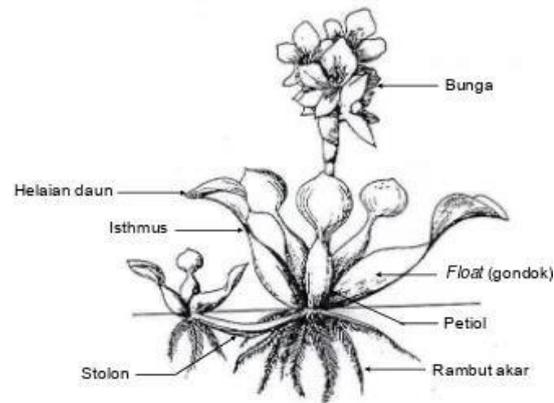
2.1 Tinjauan Pustaka

2.1.1 Eceng Gondok

Eceng gondok merupakan salah satu jenis tumbuhan air mengapung. Pertama kali ditemukan pada tahun 1824 oleh seorang ilmuwan asal Jerman, Carl Friedrich Phillip von Martius secara tidak sengaja saat sedang melakukan ekspedisi di sungai Amazon Brazil. Di Indonesia, eceng gondok berkembang setelah didatangkan pada tahun 1894 sebagai koleksi di Kebun Raya Bogor.

Tumbuhan ini termasuk jenis tumbuhan perenial yang hidup di perairan terbuka, mengapung di air jika tempat tumbuhnya cukup dalam dan akan berakar didasar jika perairan dangkal, memiliki tinggi 0,4 meter sampai 0,8 meter (Widowati 2008). Tanaman eceng gondok memiliki nama latin *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solmes. Menurut Sundariani (2017), klasifikasi eceng gondok sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Sub kingdom : Tracheobionta
Divisi : Magnoliophyta
Sub divisi : Spermatophyta
Kelas : Liliopsida (Monocotyledonae)
Subkelas : Lilidae
Keluarga : Pontederiaceae
Genus : Eichhornia
Spesies : *Eichhornia crassipes* (Mart.) Solmes



Gambar 1. Morfologi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)
(Sumber: Gopal & Sharma, 1999)

Eceng gondok terdiri dari akar, tangkai, daun dan bunga. Bagian akar eceng gondok ditumbuhi oleh bulu-bulu yang berserabut yang berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Akar eceng gondok sebagian besar berperan dalam menyerap zat-zat yang diperlukan dari dalam air. Pada ujung akar terdapat kantung akar yang berwarna merah jika terkena sinar matahari. Susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air. Sistem perakaran eceng gondok umumnya lebih dari 50% dari keseluruhan biomassa eceng gondok (Rudiyanto, 2004). Eceng gondok yang tumbuh di air yang kaya unsur hara mempunyai tinggi bagian atas lebih dari 100 cm, tetapi akarnya pendek panjangnya kurang 20 cm, sedangkan dalam perairan yang miskin hara, panjang bagian atas kurang dari 20 cm tetapi akarnya lebih dari 60 cm. Di dalam tudung akar eceng gondok terdapat banyak vakuola tanpa noda (zat warna tebal). Eceng gondok juga mempunyai ukuran lubang stomata yang besar yaitu dua kali lebih besar dibandingkan dengan kebanyakan tumbuhan lain dan jarak antara stomata adalah delapan kali besarnya lubang. Hal-hal tersebut yang mempengaruhi kemampuan eceng gondok dalam penyerapan berbagai unsur hara dan senyawa kimia lainnya dalam air.

Daun tunggal berbentuk oval berwarna hijau dan licin, daun tebal (Rorong dkk, 2010). Daun tergolong dalam makrofit yang terletak diatas permukaan air, yang didalamnya terdapat lapisan rongga udara yang berfungsi sebagai alat pengapung tanaman. Zat hijau daun (klorofil) eceng gondok terdapat dalam sel epidermis, di permukaan atas daun dipenuhi oleh mulut daun (stomata) dan bulu daun. Rongga udara yang terdapat dalam akar, batang dan daun selain sebagai alat penampungan juga berfungsi sebagai alat penyimpanan oksigen dari proses fotosintesis. Oksigen hasil dari fotosintesis ini digunakan untuk respirasi di malam hari dengan menghasilkan CO₂ yang akan terlepas ke dalam air (Fapriyanie, R. 2007).

Tangkai eceng gondok berbentuk bulat menggelembung yang didalamnya penuh dengan udara yang berfungsi mengapungkan tanaman dipermukaan air. Lapisan terluar petiole adalah lapisan epidermis, lalu dibawahnya terdapat jaringan pengangkut (*xylem* dan *floem*). Rongga-rongga udara dibatasi oleh dinding penyekat berupa selaput tipis berwarna putih (Sundariani, 2017).

Bunga eceng gondok berbentuk seperti mahkota berwarna lembayung muda, berbunga majemuk dengan jumlah 6 sampai 35 berbentuk karangan bunga bulir dengan putik tunggal. Bunga tidak bertangkai, tersusun melingkar poros, berbunga sepanjang tahun dan dapat berbunga serempak (Sundariani, 2017).

Eceng gondok memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi sehingga tumbuhan ini dianggap sebagai gulma yang dapat merusak lingkungan perairan. Eceng gondok dengan mudah menyebar melalui saluran air ke badan air lainnya. Pertumbuhan eceng gondok tersebut akan semakin baik apabila hidup pada air yang dipenuhi limbah pertanian atau pabrik. Oleh karena itu banyaknya eceng gondok disuatu wilayah sering merupakan indikator dari tercemar tidaknya wilayah tersebut (Nursyakia, 2014).

Pertumbuhan eceng gondok dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti cahaya matahari, suhu, dan pH. Pertumbuhan eceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari yang cukup. Suhu optimum untuk pertumbuhan eceng gondok berkisar 25⁰C sampai 30⁰C. Pertumbuhan terhenti pada temperatur dibawah

10°C atau diatas 40°C dan akan mati pada temperatur dibawah 0°C atau pada 45°C dalam 48 jam (Sundariani, 2017).

Faktor lainnya yang mempengaruhi pertumbuhan eceng gondok adalah derajat keasaman atau pH. Eceng gondok dapat hidup dalam nilai minimum pH 3,5 hingga maksimum 10. Kisaran pH optimum untuk pertumbuhannya adalah antara 6 sampai 8 (Sundariani, 2017). Eceng gondok masih dapat tumbuh dalam keadaan miskin hara dan pada perairan yang subur dapat berkembangbiak dengan cepat.

Eceng gondok memiliki keunggulan dalam kegiatan fotosintesis, penyediaan oksigen dan penyerapan sinar matahari. Bagian dinding permukaan akar, batang dan daunnya memiliki lapisan yang sangat peka sehingga pada kedalaman yang ekstrim sampai 8 meter dibawah permukaan air masih mampu menyerap sinar matahari serta zat-zat yang larut dibawah permukaan air. Keunggulan lainnya adalah dapat menyerap senyawa nitrogen dan fosfor dari air yang tercemar. Sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai komponen utama pembersih air limbah dan berbagai industri dan rumah tangga (Ratnani dkk, 2010).

2.1.2 Air Limbah

Air limbah merupakan sisa air yang digunakan dalam industri atau rumah tangga yang mengandung zat tersuspensi dan zat terlarut. Air limbah adalah air yang dikeluarkan oleh industri akibat proses produksi dan pada umumnya sulit diolah karena biasanya mengandung beberapa zat seperti pelarut organik, zat padat terlarut, *suspended solid*, minyak dan logam berat (Raissa, 2017).

Limbah cair merupakan air buangan hasil dari sisa kegiatan manusia yang apabila dibuang secara langsung ke lingkungan akan menyebabkan pencemaran dan dampak negatif terhadap lingkungan perairan. Berdasarkan sumbernya, air limbah dibedakan menjadi tiga yaitu air limbah rumah tangga (domestik), air limbah perkotaan (*municipal wastewater*) dan air limbah industri (Indriyati, 2011).

Air limbah industri adalah buangan dari hasil kegiatan produksi barang atau jasa dari suatu perusahaan atau instansi yang apabila dibuang secara langsung dapat mencemari lingkungan dan perairan. Perkembangan industri dan teknologi

diberbagai bidang kehidupan memberikan peningkatan terhadap kualitas hidup manusia pada zaman sekarang. Namun secara tidak langsung juga memberikan dampak negatif bagi keseimbangan lingkungan hidup berupa pencemar apabila tidak dilakukan pengolahan yang baik dan benar sesuai dengan standar baku mutu air limbah (Indriyati, 2011).

Air limbah perkotaan berasal dari tempat tinggal, kantor, institusi dan lain-lain. Kemungkinan terdapat *groundwater*, air permukaan, air hujan dan limbah industri (Asmadi dan Suharno, 2012). Limbah cair domestik adalah air hasil buangan dari kegiatan rumah tangga manusia sehari-hari yang mencemari badan air. Menurut hasil studi Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia pada tahun 2014, menyatakan bahwa 60%-70% sungai di Indonesia telah tercemar oleh limbah domestik rumah tangga. Hal tersebut terjadi dikarenakan meningkatnya populasi manusia yang cukup pesat namun tidak seimbang dengan kesadaran manusia akan perlunya melakukan pengolahan limbah domestik dengan baik dan benar. Menurut Widyaningsih (2011) limbah cair domestik terbagi menjadi dua kategori yaitu :

1. Limbah cair domestik yang berasal dari air cucian, seperti sabun, deterjen, minyak dan pestisida.
2. Limbah cair yang berasal dari kakus seperti sabun, shampo, tinja dan air seni.

Limbah cair domestik menghasilkan senyawa organik berupa protein, karbohidrat, lemak dan asam nukleat. Bahan-bahan organik dalam limbah cair dapat terurai menjadi nitrat, fosfat, dan karbonat, sedangkan deterjen dapat terurai menjadi fosfat. Komposisi limbah cair sebagian besar merupakan air dan sisanya berupa padatan terlarut (*dissolved solids*) dan partikel padat tidak terlarut (*suspended solids*). Limbah cair perkotaan mengandung lebih dari 99,9% cairan dan 0,1% padatan. Padatan dalam limbah cair ini terdiri dari padatan organik dan non organik. Zat organik terdiri dari 65% protein, 25% karbohidrat dan 10% lemak. Sedangkan padatan non organik terdiri dari *grit*, garam-garam dan logam berat, zat ini yang menjadi bahan pencemar utama bagi lingkungan. Zat-zat tersebut yang memberikan ciri kualitas air buangan dalam sifat fisik, kimiawi maupun biologi (Nur, Syam dan Palang, 2016).

2.1.3 Limbah *Laundry*

Dewasa ini banyak bermunculan industri rumah tangga seperti *laundry* yang banyak dijumpai di wilayah perkotaan. Pertumbuhan industri ini memiliki efek samping yang kurang baik, sebab industri-industri kecil tersebut sebagian besar langsung membuang limbahnya ke selokan atau badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu. Dengan banyaknya usaha *laundry* diberbagai wilayah, maka detergen yang digunakan atau dibuang juga semakin banyak (Hardiyanti dan Rahayu, 2007). 80% pencemaran perairan tawar di Indonesia disebabkan oleh limbah domestik baik dalam bentuk cair maupun padatan. Sebanyak 35% dari limbah domestik cair bersumber dari buangan limbah rumah tangga yang mengandung bahan detergen (Nur, Syam dan Palang, 2016). Detergen merupakan suatu senyawa sintesis zat aktif padat muka (*surface active agent*) yang dipakai sebagai zat pencuci yang baik untuk keperluan rumah tangga, industri tekstil, kosmetik, obat-obatan, logam, kertas dan karet. Detergen memiliki sifat pendispersi, pencucian dan pengemulsi. Detergen dalam air mengganggu karena larutan sabun akan menaikkan pH air (Wardhana dan Handayani, 2014). Detergen yang mengandung fosfat jika dilarutkan dalam air akan memiliki pH antara 9-10,5 (Nur, Syam dan Palang, 2016).

Penyusun utama senyawa detergen adalah *Dodecyl Benzene Sulfonat* (DBS) yang memiliki kemampuan untuk menghasilkan busa (Ginting, 2007). Komponen utama penyusun detergen pada umumnya adalah *Sodium Dodecyl Benzene Sulfonat* (NaDBS) dan *Sodium Tripolyphosphat* (STTP) yang bersifat sangat sulit terdegradasi (Hermawati dkk., 2005). *Sodium Tripolyphosphat* (STTP) adalah jenis builder yang paling sering digunakan dalam detergen (Tjandraatmadja dan Diaper, 2006). Detergen komersial yang beredar di pasaran biasa ditambahkan dengan zat selain surfaktan seperti pengharum, pemutih, enzim, zeolit, fosfat, EDTA, *triclosan* dan asam atau basa (Arnelli, 2010). Fosfor biasanya terdapat di alam maupun air limbah dalam bentuk fosfat. Senyawa fosfat dalam air limbah dapat berupa senyawa ortofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Polifosfat banyak digunakan dalam pembuatan detergen sintesis. Polifosfat berasal dari air buangan penduduk dan industri yang menggunakan detergen mengandung fosfat. Komponen fosfat

adalah salah satu pembentuk deterjen sebagai pembentuk buih, sedangkan fosfat organik terdapat pada air limbah domestik (tinja) dan sisa makanan.

Fosfat organik dapat terbentuk dari orthofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena baik bakteri maupun tanaman menyerap fosfat untuk pertumbuhan tanaman tersebut. Karena selain menjadi salah satu unsur nutrisi penting disamping N dan K, fosfat memiliki peranan penting dalam memacu pertumbuhan akar dan pembentukan sistem perakaran serta memacu pertumbuhan generatif tanaman. Selain sisi positif, fosfat memiliki sisi negatif yang merugikan makhluk hidup dan lingkungan sekitarnya. Adanya fosfat dalam air dapat menghambat penguraian pada proses biologis (Saefumillah, 2006). Fosfat merupakan persenyawaan fosfor yang berperan penting sebagai penunjang kehidupan akuatik. Penggunaan deterjen berlebihan dapat meningkatkan konsentrasi fosfat pada badan air sehingga memicu pertumbuhan algae (Apriyani, 2017). Fosfat tidak memiliki daya racun, tetapi akumulasi dalam jumlah berlebihan dapat menyebabkan pengkayaan unsur hara atau eutrofikasi yang ditandai dengan terjadinya ledakan pertumbuhan tanaman air sehingga menyebabkan pencemaran air (Apriyani, 2017).

2.1.4 Baku Mutu Air Limbah

Menurut Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001 tentang Baku Mutu Air Limbah disajikan pada Tabel 1.

Tabel 1. Baku Mutu Air Limbah

Parameter	Satuan	Baku Mutu
TSS	mg/L	50
Fosfat	mg/L	0,2
pH	-	6 – 9

Sumber : Peraturan Pemerintah No. 82 Tahun 2001

Nilai pH atau derajat keasaman secara umum menggambarkan besaran tingkat kemasaman atau kebasaaan suatu perairan. Perairan dengan nilai pH 7 dikatakan kondisi perairannya netral, bersifat masam jika nilainya kurang dari 7 dan

bersifat basa jika nilai pH lebih dari 7. Perubahan nilai pH mempengaruhi kehidupan biota. Dimana normalnya biota dapat hidup jika nilai pH berkisar 7 sampai 8,5 (Ratnani, Hartati dan Kurniasari, 2010).

Di perairan, fosfor tidak ditemukan dalam keadaan bebas melainkan dalam bentuk senyawa anorganik yang terlarut (ortofosfat dan polifosfat) dan senyawa organik berupa partikulat. Fosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan oleh tumbuhan dan merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan, sehingga menjadi faktor pembatas yang mempengaruhi produktivitas perairan. Fosfat yang terdapat di perairan bersumber dari air buangan penduduk (limbah rumah tangga) berupa deterjen, residu hasil pertanian (pupuk), limbah industri, hancuran bahan organik dan mineral fosfat.

2.1.5 Fitoremediasi

Fitoremediasi berasal dari bahasa Yunani kuno yaitu nabati atau tanaman dan bahasa Latin yaitu remedium atau memulihkan keseimbangan atau perbaikan; menggambarkan pengobatan masalah lingkungan (bioremediasi) melalui penggunaan tanaman yang mengurangi masalah lingkungan tanpa perlu menggali bahan kontaminan dan membuangnya ditempat lain. Fitoremediasi adalah penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi (Rondonuwu, 2014). Metode fitoremediasi banyak dikembangkan dan dipilih dibanding sistem remediasi lainnya karena kemampuannya untuk menghasilkan buangan sekunder yang lebih rendah sifat toksiknya lebih bersahabat dengan lingkungan serta lebih ekonomis (Pratomo, 2014).

Untuk menentukan tanaman yang dapat digunakan pada penelitian fitoremediasi tanaman yang mempunyai sifat :

1. Cepat tumbuh
2. Mampu mengkonsumsi air dalam jumlah yang banyak pada waktu yang singkat
3. Mampu meremediasi lebih dari satu polutan
4. Toleransi yang tinggi terhadap polutan.

Proses fitoremediasi berasal dari akar tumbuhan yang menyerap bahan polutan yang terkandung kedalam air. Kemudian melalui proses transportasi tumbuhan, air yang mengandung bahan polutan dialirkan keseluruh tubuh tumbuhan, sehingga air menjadi bersih dari polutan. Tumbuhan ini dapat berperan langsung atau tidak langsung dalam proses remediasi lingkungan tercemar (Surtikanti, 2011).

2.1.6 Kangkung

Kangkung merupakan salah satu tanaman hortikultura yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Berasal dari India kemudian menyebar ke berbagai negara di Asia dan Afrika. Terdapat dua jenis kangkung di Indonesia, yaitu kangkung darat dan kangkung air. Perbedaan dari kedua jenis kangkung ini adalah tempat tumbuhnya. Dimana kangkung darat tumbuh di lahan tegalan dan lahan sawah, sedangkan kangkung air tumbuh di genangan air (Hasan dan Pakaya, 2020).

Tanaman kangkung darat memiliki nama latin *Ipomea reptans* Poir termasuk kedalam golongan famili *Convolvulacea* (Wijaya, Syamsuddin dan Abdul, 2014). Menurut Suratman, Priyanto dan Setyawan (2000), klasifikasi tanaman kangkung dalam sistematika tumbuh-tumbuhan sebagai berikut :

Kingdom : Plantae
Sub kingdom : Spermatophyta
Divisi : Magnoliophyta
Sub divisi : Angiospermae
Kelas : Dicotyledonae
Keluarga : Convolvulaceae
Genus : Ipomea
Spesies : *Ipomea reptans* Poir



Gambar 2. Morfologi Kangkung (*Ipomea reptans* Poir)
(Sumber: Nur Dina Amalia, 2020)

Tanaman kangkung merupakan tanaman yang dapat tumbuh lebih dari satu tahun. Memiliki sistem perakaran tunggang dan cabang-cabang akarnya menyebar ke semua arah, dapat menembus tanah sampai kedalaman 60 cm hingga 100 cm dan melebar secara mendatar hingga radius 150 cm atau lebih. Kangkung memiliki batang bulat dan berongga, berbuku-buku, banyak mengandung air (*herbacious*). Batang kangkung memiliki percabangan yang banyak dan setelah tumbuh lama batangnya akan menjalar (Djuariah, 2007).

Daun kangkung umumnya berbentuk runcing atau tumpul, permukaan daun bagian atas berwarna hijau tua dan permukaan bagian bawah berwarna hijau muda. Kangkung memiliki tangkai daun yang melekat pada buku-buku batang dan di ketiak daunnya terdapat mata tunas yang dapat tumbuh menjadi percabangan baru. Bunga kangkung umumnya berbentuk terompet dan daun mahkota bunga berwarna putih atau merah lembayung. Kangkung memiliki biji berbentuk bulat atau bersegi-segi, berkeping dua, berwarna coklat kehitam-hitaman dan pada kangkung darat, biji berfungsi sebagai alat perbanyak tanaman secara generatif. Buah kangkung berbentuk bulat telur yang didalamnya berisi tiga butir biji, berwarna hijau dan menghitam jika sudah tua, berukuran sekitar 10 mm dan tidak memiliki umur yang lama (Maria, 2009).

Pertumbuhan kangkung dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti iklim, ketinggian tempat dan suhu. Kangkung dapat tumbuh pada daerah yang beriklim panas dan beriklim dingin. Pertumbuhan kangkung membutuhkan lahan terbuka atau mendapatkan sinar matahari yang cukup. Kangkung dapat tumbuh dan berproduksi dengan baik di dataran rendah sampai dataran tinggi (± 2000 mdpl) (Anggara, 2009). Suhu optimum untuk kangkung tumbuh berkisar 25°C sampai 30°C dan kelembaban udara diatas 60% (Rahman, 2012).

2.2 Kerangka Pemikiran

Pertumbuhan usaha *laundry* yang kian meningkat setiap tahunnya sejalan dengan meningkatnya penggunaan deterjen dan juga pencemaran lingkungan. 80% pencemaran perairan tawar di Indonesia disebabkan oleh limbah domestik baik cair maupun padatan. Sebanyak 35% sumber limbah domestik cair berasal dari buangan limbah air rumah tangga yang mengandung detergen (Nur, Syam dan Palang, 2016). Hal ini juga diperparah dengan usaha atau industri kecil *laundry* yang sebagian besar langsung membuang limbahnya ke selokan atau badan air tanpa pengolahan terlebih dahulu (Hardiyanti dan Rahayu, 2007).

Adanya fosfat dalam air juga dapat menghambat penguraian pada proses biologis (Saefumillah, 2006). Fosfat merupakan persenyawaan fosfor yang berperan penting sebagai penunjang kehidupan akuatik. Penggunaan deterjen berlebihan dapat meningkatkan konsentrasi fosfat pada badan air sehingga memicu pertumbuhan algae (Apriyani, 2017). Fosfat tidak memiliki daya racun, tetapi akumulasi dalam jumlah berlebihan dapat menyebabkan pengkayaan unsur hara atau eutrofikasi yang ditandai dengan terjadinya ledakan pertumbuhan tanaman air sehingga menyebabkan pencemaran air (Apriyani, 2017).

Salah satu metode pengolahan secara biologi yang banyak digunakan yaitu fitoremediasi. Fitoremediasi banyak dikembangkan dan dipilih dibanding sistem remediasi lainnya karena kemampuannya untuk menghasilkan buangan sekunder yang lebih rendah sifat toksiknya, lebih bersahabat dengan lingkungan serta lebih

ekonomis (Pratomo, 2014). Tumbuhan yang sering digunakan sebagai agen fitoremediator adalah eceng gondok. Eceng gondok merupakan salah satu tanaman *hyperkumulator* yang berperan penting dalam proses fitoremediasi. *Hyperakumulator* adalah tumbuhan yang dapat menyerap logam berat (Fahrudin, 2010). Pada awal perkembangan fitoremediasi, perhatian hanya difokuskan pada kemampuan hiperakumulator dalam mengatasi pencemaran logam berat dan zat radioaktif, tetapi kemudian berkembang untuk pencemar anorganik seperti arsen (As) dan berbagai substansi garam dan nitrat, serta kontaminan organik seperti khlorin, minyak hidrokarbon dan pestisida (Hidayati, 2005).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Nahrun (2017), eceng gondok terbukti efektif dalam menurunkan kadar logam timbal (Pb) dari danau buatan Universitas Hasanuddin Makassar. Menurut penelitian Firmansyah dan Situmorang (2019), eceng gondok mampu menurunkan kadar senyawa fosfat secara signifikan pada waktu kontak 2 dan sampai 4 hari, diatas rentang waktu tersebut senyawa fosfat yang terserap oleh eceng gondok terlarut kembali sehingga kadar fosfat kembali naik. Menurut Hardiyanti dan Rahayu (2007), penggunaan eceng gondok efektif dalam penurunan kandungan fosfat dalam limbah *laundry* yang cukup banyak dalam 5 hari pengujian. Penelitian yang dilakukan Stefhany, Sutisna dan Pharmawati (2013) menunjukkan eceng gondok mampu menurunkan konsentrasi fosfat dengan hasil maksimum pada hari ke 5 dengan konsentrasi fosfat <0,01mg/L.

Penelitian oleh Raissa (2017) menyebutkan bahwa variasi kerapatan 30 mg/cm² eceng gondok mampu menyisihkan fosfat sebesar 99% atau setara 0,07mg/L dan dapat menurunkan nilai pH menjadi kearah netral. Dalam penelitian Nugroho, Wahyuningsih dan Ginandjar (2019) diketahui bahwa kerapatan tanaman eceng gondok mempengaruhi proses fitoremediasi kadar kadmium pada air larutan pupuk buatan. Dimana semakin banyak jumlah tanaman maka semakin besar pula potensi akumulasi limbah yang diserap oleh tanaman. Penelitian yang dilakukan Zumani, Suryaman dan Dewi (2015) menyebutkan bahwa luas penutupan paling efektif untuk fitoremediasi logam Cd adalah 60% selama 7 hari masa uji.

Penelitian terhadap penggunaan air limbah *laundry* untuk penyiraman tanaman budidaya masih sangat sedikit, terkhusus untuk tanaman kangkung. Secara umum penelitian air hasil fitoremediasi untuk penyiraman tanaman budidaya menunjukkan hasil yang positif. Seperti hasil penelitian Fajrin, dkk (2020) diketahui bahwa penyiraman dengan menggunakan air limbah tahu hasil fitoremediasi pada konsentrasi 45% dapat meningkatkan jumlah umbi per rumpun dan berat segar umbi bawah merah varietas Bima Brebes per hektar. Menurut Raga, Bullu dan Nge (2019), bahwa perlakuan konsentrasi 50% pupuk NPK + 50% limbah cair tahu dapat meningkatkan parameter pertumbuhan tinggi tanaman dari daun merah. Penelitian Safitri dkk (2022), menunjukkan bahwa penyiraman air hasil fitoremediasi dapat mempercepat pertumbuhan tinggi tanaman kacang hijau.

Dari beberapa hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan eceng gondok dapat dijadikan sebagai fitoremediator yang efektif untuk mengurangi polutan yang terdapat di air limbah *laundry*. Air limbah *laundry* yang telah berkurang kadar polutannya melalui fitoremediasi perlu diuji untuk penyiraman tanaman seperti kangkung. Penelitian diatas juga memperlihatkan bahwa kerapatan dan lama waktu kontak perendaman eceng gondok terhadap limbah *laundry* akan mempengaruhi pengurangan kadar polutan yang terdapat pada air limbah *laundry*. Maka dari itu, perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui variasi kerapatan tanaman eceng gondok dan lama kontak perendaman eceng gondok pada limbah *laundry* yang efektif mengurangi kadar polutan serta untuk mengetahui pengaruh penyiraman air hasil fitoremediasi yang berpengaruh baik untuk pertumbuhan dan hasil kangkung darat.

2.3 Hipotesis

Berdasarkan kerangka pemikiran dan uraian diatas, maka didapat hipotesis sebagai berikut :

- 1) Terjadi interaksi antara kerapatan dan lama kontak tanaman eceng gondok terhadap fitoremediasi pada air limbah *laundry* dan penyiraman air terhadap pertumbuhan dan hasil kangkung darat.

2) Diketahui variasi kerapatan dan lama kontak tanaman eceng gondok yang berpengaruh paling baik terhadap fitoremediasi pada air limbah *laundry* dan terhadap pertumbuhan dan hasil kangkung darat.