

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah suatu metode yang menggunakan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang terkontaminasi. Teknik dengan fitoremediasi berkembang pesat karena terbukti lebih murah. Secara lengkap, istilah fitoremediasi adalah penggunaan tanaman, termasuk pohon-pohonan, rumput-rumputan dan tanaman air untuk menghilangkan bahan berbahaya baik organik maupun anorganik dari lingkungan. Aplikasi ini telah dilakukan secara komersial seperti di USA dan Eropa, sedangkan di Indonesia sendiri teknologi ini masih relatif baru (Titi, 2005).

Pengetahuan bahwa tanaman *aquatic* (air) dan *semi aquatic* seperti *Eichornia crassipes* (eceng gondok), *Hydrocotyl umbrella*, *Lemna minor* dan *Azolla pinnata* dapat menyerap logam berat Timbal (Pb), Tembaga (Cu), Kadmium (Cd), Besi (Fe) dan Merkuri (Hg) dari larutan terkontaminasi. Kemampuan ini sekarang digunakan dalam beberapa kontruksi lahan basah dan mungkin menjadi efektif dalam menghilangkan beberapa logam berat seperti bahan organik dari air (Suryati, 2003).

Semua tumbuhan memiliki kemampuan menyerap logam tetapi dalam jumlah yang bervariasi. Sejumlah tumbuhan dari banyak famili terbukti memiliki sifat hipertoleran, yakni mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, sehingga bersifat hiperkumulator. Sifat hiperkumulator berarti dapat mengakumulasi unsur logam tertentu dengan konsentrasi tinggi pada tajuknya dan dapat digunakan untuk tujuan fitoekstraksi.

Dalam proses fitoekstraksi ini logam berat diserap oleh akar tanaman dan ditranslokasikan ke tajuk untuk diolah kembali atau dibuang pada saat tanaman dipanen (Chaney dll., 1995).

Mekanisme penyerapan dan akumulasi logam berat oleh tumbuhan dapat dibagi menjadi tiga proses yang sinambung, yaitu penyerapan logam oleh akar, translokasi logam dari akar ke bagian tumbuhan lain, dan lokalisasi logam pada bagian sel tertentu untuk menjaga agar tidak menghambat metabolisme tumbuhan tersebut (Connel dan Miller, 1995). Pembentukan reduktase di membran akar berfungsi mereduksi logam yang selanjutnya diangkut melalui kanal khusus di dalam membran akar. Setelah logam dibawa masuk ke dalam sel akar, selanjutnya logam harus diangkut melalui jaringan pengangkut, yaitu xilem dan floem ke bagian tumbuhan lain oleh molekul khelat. Berbagai molekul khelat yang berfungsi mengikat logam dihasilkan oleh tumbuhan, misalnya histidin yang terikat pada Ni dan fitokhela-tin-glutation yang terikat pada Cd (Salt dkk., 1998).

B. Tanaman Kangkung

Kangkung merupakan tumbuhan akuatik yang sering digunakan orang sebagai sayuran. Berikut adalah klasifikasi kangkung dalam taksonomi tumbuhan.

Klasifikasi :

Kingdom : Plantae (Tumbuhan)

SubKingdom : Tracheobinata (Tumbuhan Berpembuluh)

Super Divisi : Spermatophyta (Menghasilkan biji)

Divisi : Magnoliophyta (Tumbuhan berbunga)

Kelas : Magnoliopsida (Berkeping dua/dikotil)

Sub Kelas : Asteridae
Ordo : Solanales
Famili : Convolvulaceae
Genus : *Ipomoea*
Spesies : *Ipomoea aquatic forsk.*

Kangkung merupakan tanaman yang dapat tumbuh lebih dari satu tahun. Tanaman kangkung memiliki sistem perakaran tunggang dan cabang-cabang akar yang menyebar kesemua arah, dapat menembus tanah dengan kedalaman 60 sampai 100 cm, dan melebar secara mendatar pada radius 150 cm atau lebih, terutama pada jenis kangkung air (Djuariah, 2007). Batang kangkung bulat, berlubang, berbuku-buku, banyak mengandung air, memiliki percabangan yang banyak (Djuariah, 2007).

Kangkung memiliki tangkai daun melekat pada buku-buku batang dan di ketiak daunnya terdapat tunas yang dapat tumbuh menjadi percabangan baru. Bentuk daun runcing dan tumpul berwarna hijau. Selama fase pertumbuhannya tanaman kangkung dapat berbunga dan berbiji terutama jenis kangkung darat. Bentuk bunga kangkung yaitu terompet dan daun mahkota bunga berwarna putih atau merah lembayung (Maria, 2009). Menurut (Hidayat *dalam* Robin, 2012) kangkung air dapat mengurangi pencemaran limbah roti, tekstil dan obat-obatan. Tanaman air khususnya kangkung merupakan tanaman yang dapat memanfaatkan kandungan nutrient buruk suatu perairan untuk dimanfaatkan dalam proses hidupnya. Tumbuhan air dapat menghasilkan oksigen dan menyerap nutrient yang masuk ke perairan seperti nitrogen dan fosfor.

C. Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

Tanaman eceng gondok (*Eichornia crassipes*) yang berkembang di Indonesia berasal dari Amerika Selatan (Brazil) yang sering menjadi permasalahan di lingkungan perairan karena dianggap sebagai tumbuhan pengganggu (gulma) ternyata memiliki sifat hiperkumulator terhadap beberapa bahan pencemar seperti logam berat (Eddy, 2008). Perkembangbiakan vegetatif eceng gondok begitu pesat yaitu hanya membutuhkan waktu 2-4 hari. Dalam perkebangannya tanaman keluarga *Pontederiaceae* mempunyai manfaat sebagai biofilter cemaran logam berat, sebagai bahan kerajinan dan campuran pakan ternak (Ahmad, 2009).

Akarnya merupakan akar serabut yang bercabang-cabang halus, permukaan akarnya digunakan oleh mikroorganisme sebagai tempat pertumbuhan dan eceng gondok dapat digunakan untuk menghilangkan polutan karena fungsinya sebagai sistem filtrasi biologis, menghilangkan nutrient mineral, untuk menghilangkan logam berat seperti cuprum, aurum, mercury, timah, cadmium dan nikel (Hidayati, 2004).

Adapun bagian-bagian tanaman eceng gondok yang berperan dalam penguraian air adalah sebagai berikut :

1. Akar

Bagian akar tanaman eceng gondok ditumbuhi bulu-bulu akar serabut, berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Sebagian besar perakaran akar untuk menyerap zat-zat yang dibutuhkan tanaman di dalam air. Pada ujung akar terdapat kantung akar yang mana di bawah sinar matahari ini berwarna merah,

susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air (Ardiwinata 1950 dalam Muhtar, 2008).

2. Daun

Daun eceng gondok tergolong makrofita yang terletak diatas permukaan air, yang di dalamnya terdapat lapisan rongga udara dan berfungsi sebagai alat pengapung tanaman. Zat hijau daun (klorofil) eceng gondok terdapat dalam sel epidermis. Dipermukaan atas daun dipenuhi oleh mulut daun (stomata) dan bulu daun. Rongga udara yang terdapat dalam akar, batang, dan daun selain sebagai alat pengapung juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan O_2 dari proses fotossintesis. Eceng gondok berkembangbiak dengan cepat, baik secara vegetatif maupun generatif, dengan perkembangan yang begitu cepat, menyebabkan tanaman ini berubah menjadi tanaman gulma di beberapa wilayah perairan di Indonesia. Di kawasan perairan danau, eceng gondok tumbuh pada bibir-bibir pantai sampai sejauh 5-20 m. Eceng gondok memiliki akar yang bercang-cabang halus, permukaan akarnya digunakan oleh mikroorganisme sebagai tempat pertumbuhan (Neis, 1993).

Perkembangbiakan ini juga dipicu oleh peningkatan kesuburan di wilayah perairan danau (eutrofikasi), sebagai akibat dari erosi dan sedimentasi lahan, berbagai aktifitas masyarakat (mandi, cuci, kakus/MCK), budidaya perikanan, limbah transportasi air dan limbah pertanian (Joedodibroto, 1983).

Keunggulan dari eceng gondok adalah berpotensi sebagai komponen utama pembersih air limbah dari berbagai industri dan rumah tangga, karena kemampuannya yang cukup besar. Berdasarkan penelitian-penelitian sebelumnya

tanaman ini memiliki manfaat. misalnya, Dewi dalam Syahrul (1998) megatakan bahwa eceng gondok mampu tumbuh dengan baik dan menyerap zat organik non *biodegradable* yang terkandung dalam air limbah domestic dengan kadar COD kurang lebih 400 mg COD/L. Selanjutnya Nugraheni dan Trihadaningrum (2002) menjelaskan tingginya daya serap eceng gondok terhadap unsur Cd, Hg, dan Ni.

D. Tanaman Selada

Selada termasuk tanaman semusim yang banyak mengandung air. Selada umumnya dikonsumsi dalam bentuk mentah atau lalap, selain itu selada memiliki kandungan gizi yang cukup tinggi, komposisi yang terkandung dalam 100 g berat basah selada adalah: protein 1,2 g, lemak 8,2 g, KH 2,9 g, Ca 22 mg, Vitamin B 0,04 mg, dan Vitamin C 8,0 mg (Haryanto *et al.*, 1995). Muhlisah & Hening (1996) menambahkan bahwa tanaman selada mempunyai manfaat untuk obat-obatan di antaranya adalah demam, sakit kepala, muntaber, radang kulit, wasir, dan lain-lainnya.

Pada klasifikasi botani dapat dilakukan penelusuran mulai dari divisio, kelas, ordo, familia, genus, dan spesies (jenis). Divisio merupakan kelompok yang terbesar, sedangkan spesies merupakan yang terkecil. Pada kelompok yang terbesar mempunyai persamaan sifat yang lebih sedikit diantara sesamanya, sedangkan pada kelompok yang terkecil mempunyai persamaan sifat yang lebih banyak. Menurut Haryanto *et al.* (1995) :

Klasifikasi tanaman selada adalah sebagai berikut:

Divisi : *Spermatophyta*

Subdivisi : *Angiospermae*

Kelas : *Dicotyledonae*
Ordo : *Asterales*
Famili : *Asteraceae*
Genus : *Lactuca*
Spesies : *Lactuca sativa* L.

Sistem perakaran tanaman selada memiliki akar tunggang dan cabang-cabang akar menyebar keseluruh arah pada kedalaman 25-30 cm. Batang tanaman selada berbuku-buku sebagai tempat kedudukan daun. Bunganya berwarna kuning terletak pada rangkaian yang lebat. Selain itu daun selada berbentuk bulat dengan panjang mencapai 25 cm dan lebar 15 cm. Selada memiliki warna daun yang beragam yaitu hijau segar, hijau muda, hijau tua dan pada kultivar tertentu ada yang berwarna merah. Daunnya berjumlah banyak dan biasanya berposisi duduk (Sunardjono, 2005).

Tanaman selada dikembangbiakkan dengan bijinya. Sebelum dikembangbiakkan biasanya disemaikan dulu di persemaian. Biji selada dapat dibeli di toko-toko pertanian, namun dapat juga disiapkan sendiri dengan memilih biji yang tua dan sehat (Barmin, 2010).

Tanaman selada dapat ditanam pada berbagai macam tanah. Namun, pertumbuhannya yang baik akan diperoleh bila tanaman pada tanah liat berpasir yang cukup mengandung bahan organik, gembur, remah, dan tidak mudah tergenang air. Selada tumbuh baik dengan pH 6,0-6,8 atau idealnya 6,5. Bila pH terlalu rendah perlu dilakukan pengapuran. Daerah yang cocok untuk penanaman selada sekitar ketinggian 500-2.000 m dpl (Pracaya, 2004). Lingga & Marsono

(2007) berpendapat bahwa struktur tanah yang dikehendaki oleh tanaman selada adalah struktur remah yang didalamnya terdapat ruang pori-pori yang dapat diisi oleh air dan udara. Selada merah keriting dengan hasil produktifitas mencapai 13-20 ton per ha (Kementan, 2017). Tanah remah juga sangat penting bagi pertumbuhan akar tanaman. Struktur yang gembur ini akan mengakibatkan udara dan air berjalan lancar, temperatur stabil, artinya dapat memacu pertumbuhan mikroba yang memegang peran penting dalam proses pelapukan atau perombakan bahan organik.

E. Limbah Cair Batik

Industri batik umumnya merupakan industri atau usaha kecil menengah (UKM) yang menjadi mata pencaharian sebagian masyarakat. Secara keseluruhan, sumber utama air limbah industri batik berasal dari proses yang berkaitan dengan proses pewarnaan. Limbah yang mengandung bahan polutan yang memiliki sifat racun berbahaya dikenal dengan limbah B3, yang dinyatakan sebagai bahan yang dalam jumlah relative sedikit berpotensi merusak lingkungan hidup dan sumber daya (Kristianto, 2002). Sedangkan menurut Suparmoko (2002) limbah adalah segala macam sisa dari adanya suatu kegiatan yang tidak dimanfaatkan lagi baik untuk kegiatan produksi lebih lanjut, untuk konsumsi maupun distribusi dan sisa tersebut kemudian dibuang ke badan air, udara ataupun tanah.

Sektor sandang dan kulit seperti pencucian batik, batik printing, penyamakan kulit dapat mengakibatkan pencemaran karena dalam proses pencucian memerlukan air sebagai mediumnya dalam jumlah yang besar. Proses ini menimbulkan air buangan (bekas proses) yang besar pula, dimana air buangan

mengandung sisa-sisa warna, BOD tinggi, kadar minyak tinggi dan beracun (mengandung limbah B3 yang tinggi). Zat warna tekstil maupun batik merupakan suatu senyawa organik yang akan memberikan nilai COD dan BOD. Penghilangan zat warna dari air limbah tekstil maupun batik akan menurunkan COD dan BOD tersebut. Senyawa zat warna di lingkungan perairan sebenarnya dapat mengalami dekomposisi secara alami oleh adanya cahaya matahari, namun reaksi ini berlangsung relative lambat, karena intensitas cahaya UV yang sampai ke permukaan bumi relatif rendah sehingga akumulasi zat warna ke dasar perairan atau tanah lebih cepat daripada fotodegradasinya (Dae-Hee *et al*, 199 dan Al-kdasi, 2004).

Dalam pewarnaan, senyawa ini hanya digunakan sekitar 5% sedangkan sisanya yaitu 95% dibuang sebagai limbah. Senyawa ini cukup stabil sehingga sangat sulit untuk terdegradasi (terurai) di alam dan berbahaya bagi lingkungan apalagi dalam konsentrasi yang sangat tinggi karena dapat menaikkan COD (Chemical Oxygen Demand). Hal ini tentu saja dapat merusak keseimbangan ekosistem lingkungan yang ditandai dengan matinya organisme perairan (Al-kdasi, 2004).

F. HIPOTESIS

1. Limbah cair batik dengan hasil fitremediasi kangkung mempengaruhi pertumbuhan dan hasil tanaman selada.