

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Penelitian Terdahulu

1. Djo, *et al* (2017) dengan judul “Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Untuk Menurunkan COD Dan Kandungan Cu Dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana” kajian ini bertujuan untuk mengetahui efektivitas penurunan COD (Chemical Oxygen Demand), kandungan logam berat Cu dan Cr limbah cair laboratorium analitik dan mengetahui daya serap eceng gondok terhadap COD dan logam berat Cu dan Cr. Pada penelitian ini membutuhkan limbah sebanyak 10 liter kemudian ditempatkan pada 2 buah bak masing-masing dengan ukuran 47,5 cm x 32,5 cm x 30,5 cm. Adapun waktu kontak dilakukan selama 1 sampai 14 hari. Setiap hari waktu kontak akan diambil sampel limbah masing-masing sebanyak 75 mL untuk analisis COD dan analisis kandungan logam berat Cu dan Cr. Hasil penelitian menunjukkan terjadinya penurunan COD, kandungan logam berat Cu dan Cr, yang diduga akibat adanya aktivitas biologi yang mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik yang terkandung dalam air limbah. Konsentrasi awal COD, Cu dan Cr sebelum perlakuan adalah 47,04; 0,375; dan 2,58 mg/L dan setelah perlakuan selama 14 hari menjadi 26,34; 0,111; dan 0,72 mg/L. Efektivitas penurunan COD, Cu dan Cr berturut-turut sebesar 42,36%, 68,73%, dan 42,40%. Daya serap eceng gondok terhadap COD, Cu, dan Cr berturut-turut 0,1232; 0,0016; dan 0,0051 mg/g eceng gondok.
2. Andik Setiyono, Rian A. Gustaman (2017) dengan judul “Pengendalian Kromium (Cr) Yang Terdapat Di Limbah Batik Dengan Metode Fitoremediasi” kajian bertujuan untuk memberikan alternatif solusi dari dampak pencemaran Cr dengan memanfaatkan berbagai tumbuhan untuk menyerap Cr pada limbah batik. Penelitian ini adalah kuasi

eksperimen dengan rancangan desain pre and post test. Tumbuhan penyerapan yang digunakan dalam penelitian ini adalah enceng gondok (*Eichornia crassipes*), kayu apu (*Pistia stratiotes*), dan kayambang (*Salvinia cucullata*). Konsentrasi Cr pada air limbah mengalami penurunan dari 0,0546 mg/l menjadi 0,0378 mg/l setelah terjadi kontak dengan enceng gondok. Konsentrasi Cr pada air limbah mengalami penurunan dari 0,0488 mg/l menjadi 0,0315 mg/l setelah kontak dengan kayambang. Konsentrasi Cr pada air limbah mengalami penurunan dari 0,0464 mg/l menjadi 0,0240 mg/l setelah kontak dengan kayu apu. Menurut hasil uji statistik disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan penyerapan Cr yang terdapat pada limbah batik pada jenis tanaman enceng gondok, kayu apu, dan kayambang.

3. Putri Y, *et al* (2014) dengan judul “Pemanfaatan Tanaman Eceng-Ecengan (Ponteridaceae) sebagai Agen Fitoremediasi dalam Pengolahan Limbah Krom” memiliki tujuan yaitu mengetahui dari beberapa macam eceng-ecengan mana yang paling aktif dalam menyerap limbah krom industri penyamakan kulit dikawasan Sukaregang, Kabupaten Garut. Proses fotoremediasi dari limbah krom terhadap tanaman eceng-ecengan selama 21 hari. Tanaman eceng-ecengan tersebut ditambahkan 10 mL limbah krom setiap harinya selama 21 hari. Pengukuran kandungan krom total pada tanaman eceng-ecengan dilakukan pada hari ke-7, 14, dan 21. Hasil dari penelitian ini adalah tanaman eceng-ecengan dapat berperan sebagai agen fitoremediasi terhadap limbah krom penyamakan kulit dengan kapasitas penyerapan *Eichhornia crassipes*, *Monochoria vaginalis*, dan *Heteranthera peduncularis* berturut-turut adalah 1,5395, 0,1057, dan 0,5728 µg/g. Sehingga dapat disimpulkan bahwa *Eichhornia crassipes* merupakan tanaman eceng-ecengan paling efektif dan mempunyai kemampuan penyerapan paling tinggi.
4. Nugroho Andoko (2007) dengan judul “Tingkat Penurunan Chromium Total (Cr) Dari Limbah Cair TPA Piyungan Yogyakarta Dengan

Constructed Wetlands Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia Crassipes*)” penelitian ini bertujuan untuk mengetahui tingkat penurunan konsentrasi Cr yang terdapat dalam limbah cair TPA Piyungan dan untuk mengetahui apakah limbah cair TPA Piyungan mempengaruhi pertumbuhan tanaman eceng gondok (*Eichornia Crassipes*). Penelitian ini digunakan reaktor terbuat dari kayu yang dilapisi dengan plastik dengan ukuran 0,5 mx 1,0 m. setiap reaktor diberi media tanah 5 cm, dan diberi tanaman sebanyak 14 buah. Waktu pengambilan sampel pada (0, 3, 6, 9, 12 hari). Pengujian dilakukan pada air limbah dengan menggunakan SSA (*Spektrofotometri Sarapan Atom*). Tingkat penurunan logam Cr pada hari ke-12, yaitu sebesar 0.0786 mg/L pada konsentrasi 100%, 0.0723 mg/L pada konsentrasi 75%, sedangkan 50%, 25% dan 0% sudah tidak dapat terdileksi karena batas minimum pembacaan AAS hanya sampai 0,001 mg/L.

5. Selfianna Afanti (2017) dengan judul “Pengaruh Penurunan Kadar Krom (Cr) Menggunakan Media Tanaman Krangkungan (*Ipomoea Carnea*) Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Di BTIK-LIK Magetan” Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui penurunan kadar Krom (Cr) dengan menggunakan tanaman krangkungan pada limbah penyamakan kulit BTIK-LIK Magetan. Jenis penelitian ini adalah eksperimen dengan one group pre and post test design. Penelitian ini menggunakan air limbah sebanyak 5L dan tanaman krangkungan 200 gram. Hasil dari penelitian adalah limbah cair penyamakan kulit turun kadar kromnya pada hari kamis turun sebanyak 86,67%, hari jumat 90,35%, hari sabtu 92,26%, hari minggu 88,83% dan hari senin 63,05%. Dari hasil uji statistik artinya ada perbedaan penurunan kadar krom (Cr) sebelum dan sesudah perlakuan menggunakan tanaman krangkungan (*Ipomoea Carnea*) pada air limbah BTIK-LIK Magetan.

Table II.1 Penelitian Terdahulu

No	Nama Peneliti Dan Tahun Penelitian	Judul Penelitian	Hasil Penelitian	Perbedaan
1	Djo, <i>et al.</i> , 2017	Fitoremediasi Menggunakan Tanaman Eceng Gondok (<i>Eichhornia Crassipes</i>) Untuk Menurunkan COD Dan Kandungan Cu Dan Cr Limbah Cair Laboratorium Analitik Universitas Udayana	Hasil dari penelitian ini menunjukkan terjadinya penurunan COD, kandungan logam berat Cu dan Cr, akibat dari adanya aktivitas biologi yang mengoksidasi senyawa organik maupun anorganik yang terkandung dalam air limbah.	Perbedaan antara penelitian terdahulu dan penelitian sekarang yaitu aspek yang dikaji dalam penelitian terdahulu adalah COD, Cu dan Cr sedangkan untuk penelitian sekarang hanya meneliti Cr.
2	Andik Setiyono, Rian A. Gustaman, 2017	Pengendalian Kromium (Cr) Yang Terdapat Di Limbah Batik Dengan Metode Fitoremediasi	Hasil dari uji statistic disimpulkan bahwa tidak ada perbedaan penyerapan Cr yang terdapat pada limbah batik pada	Perbedaan antara penelitian terdahulu dan penelitian sekarang yaitu penggunaan tumbuhan pada penelitian terdahulu ada eceng gondok, kayu apu, dan kayambang sedangkan penelitian

			jenis tanaman eceng gondok, kayu apu, dan kayambang.	sekarang hanya menggunakan eceng gondok (<i>Eichhornia Crassipes</i>).
3	Putri Y, <i>et al.</i> , 2014	Pemanfaatan Tanaman Eceng-Ecengan (Ponteridaceae) sebagai Agen Fitoremediasi dalam Pengolahan Limbah Krom	Hasil dari penelitian ini adalah tanaman eceng-ecengan dapat berperan sebagai agen fitoremediasi terhadap limbah krom penyamakan kulit. <i>Eichhornia crassipes</i> merupakan tanaman eceng-ecengan paling efektif dan mempunyai kemampuan penyerapan paling tinggi.	Perbedaan antara penelitian terdahulu dan penelitian sekarang yaitu penelitian terdahulu menggunakan beberapa macam tanaman eceng-ecengan sedangkan penelitian sekarang hanya menggunakan eceng gondok (<i>Eichhornia Crassipes</i>) saja.
4	Nugroho Andoko, 2007	Tingkat Penurunan Chromium Total (Cr) Dari Limbah Cair TPA Piyungan Yogyakarta Dengan Constructed Wetlands Menggunakan Tanaman Eceng	Hasil dari penelitian ini adalah Tingkat penurunan logam Cr pada hari ke-12, yaitu sebesar 0.0786 mg/L pada konsentrasi 100%, 0.0723 mg/L pada konsentrasi 75%, sedangkan 50%, 25% dan 0% sudah tidak	Perbedaan penelitian terdahulu dengan sekarang adalah air limbah yang digunakan dan metode penurunan yang digunakan peneliti. Penelitian yang sekarang menggunakan air limbah penyamakan kuli dan menggunakan metode fitoremediasi.

		Gondok (<i>Eichornia Crassipes</i>).	dapat terdileksi karena batas minimum pembacaan AAS hanya sampai 0,001 mg/L.
5	Selfianna Afanti, 2017	Pengaruh Penurunan Kadar Krom (Cr) Menggunakan Media Tanaman Krangkungan (<i>Ipomoea Carnea</i>) Pada Limbah Cair Penyamakan Kulit Di BTIK-LIK Magetan.	Hasil dari penelitian adalah limbah cair penyamakan kulit turun kadar kromnya pada hari Kamis turun sebanyak 86,67%, hari Jumat 90,35%, hari Sabtu 92,26%, hari Minggu 88,83% dan hari Senin 63,05%.
			Perbedaan penelitian terdahulu dan sekarang adalah tanaman yang digunakan, peneliti terdahulu menggunakan tanaman Krangkungan (<i>Ipomoea Carnea</i>) sedangkan peneliti sekarang menggunakan tanaman eceng gondok (<i>Eichhornia Crassipes</i>).

B. Telaah Pustaka Yang Sesuai

1. Limbah

a. Pengertian

Berdasarkan Peraturan Pemerintah No. 18/1999 Jo.PP 85/1999, limbah didefinisikan sebagai sisa atau buangan dari suatu usaha dan atau kegiatan manusia. Limbah adalah bahan buangan tidak terpakai yang jika tidak diolah dengan baik akan mengakibatkan dampak buruk bagi masyarakat. Air limbah yang berasal dari industri maupun rumah tangga (domestik) dapat menimbulkan dampak negatif bagi kesehatan dan lingkungan.

Limbah adalah sisa yang berasal dari aktivitas atau pekerjaan yang mengandung bahaya atau beracun. Bahan-bahan ini secara langsung atau tidak langsung dapat membahayakan lingkungan, kesehatan, kelangsungan hidup manusia dan makhluk hidup lainnya karena sifat, jumlah dan konsentrasinya (Mahida, 1984). Limbah menurut Kamus Besar Bahasa Indonesia, adalah sisa dari proses produksi yang tidak memiliki nilai ekonomis atau nilai guna saat dibuat atau digunakan.

2. Limbah Cair Industri Penyamakan Kulit

Limbah cair industri penyamakan kulit merupakan salah satu masalah yang utama selama industri penyamakan kulit berlangsung karena menghasilkan bahan organik dan krom. Pencemaran limbah cair industri penyamakan kulit paling luas dampaknya karena proses pengerjaannya menggunakan air dalam jumlah yang banyak. Limbah industri penyamakan kulit merupakan masalah serius diantara limbah pencemar industri lainnya karena merupakan campuran yang kompleks dengan komposisi yang sulit diketahui secara terperinci (Jost, 1990).

Limbah industri penyamakan kulit dapat menyebabkan perubahan fisik dan kimia pada lingkungan yang menerima aliran limbah. Anttara lain, pencemaran disebabkan oleh bahan kimia yang digunakan selama tahapan proses yang tidak diserap sepenuhnya oleh kulit yang diolah.

Akibatnya limbah yang dihasilkan oleh proses basah mengandung sisa-sisa bahan kimia dalam jumlah yang besar, termasuk logam.

a. Pra-Penyamakan (Beamhouse)

Proses yang terjadi pada pra-penyamakan adalah sebagai berikut:

- 1) Untuk menghilangkan darah, kotoran, larutan garam dan protein pada kulit dilakukan pencelupan di air selama satu malam.
- 2) Perendaman dalam kapur dan sodium sulfide untuk menghilangkan bulu
- 3) Pengolahan menggunakan larutan kapur kembali (reliming).
- 4) Penghilangan jaringan tambahan dari sisi daging kulit secara mekanis, kemudian menggunakan kapur untuk memisahkan 2/3 lapisan atas dari bagian bawah.
- 5) Penghilangan kapur menggunakan asam lemah (lactic acid) dan pemukulan atau banting dengan bahan kimia pembantu untuk menghilangkan sisa bulu dan protein yang hancur.
- 6) Pengawetan menggunakan larutan garam dan asam sulfur untuk membuat asam sampai pH tertentu sehingga garam-garam krom tidak mengendap pada serat kulit.

b. Penyamakan (Tanning)

Penyamakan krom dilakukan dengan menggunakan krom sulfat. Proses ini untuk menstabilkan jaringan protein (Collagen) dari kulit.

c. Pasca Penyamakan (Finishing)

Tahap dalam pasca penyamakan kulit adalah sebagai berikut :

- 1) Pressing (sammying) untuk menghilangkan kelembaban kulit segar.
- 2) Pencukuran (shaving)
- 3) Pewarnaan dan pelembutan kulit yang sudah disamak dengan menggunakan minyak-minyak emulsi (fatliquoring), didahului dengan sekali-sekali penyamakan sekunder menggunakan tannin sintesis (syntans) dan ekstrak penyamakan.

- 4) Pengeringan dan pencukuran akhir.
- 5) Pelapisan permukaan dan buffing (finishing)

3. Kromium

a. Pengertian

Dalam bahasa Yunani kata kromium adalah “chroma” yang berarti warna. Yang dilambangkan dengan “Cr”, memiliki nomor atom (NA) 24 dan berat atom (BA) 51,996 g/mol, adalah salah satu unsur logam berat yang tahan terhadap oksidasi pada suhu tinggi, memiliki titik cair 1,857° C dan titik didih 2,6722 ° C, krom adalah paramagnetik. Vagueline menemukan logam krom pertama kali pada tahun 1797. Di alam, krom memiliki banyak bentuk senyawa yang berbeda. Cr⁰, Cr³⁺ dan Cr⁶⁺, Cr³⁺ adalah bentuk krom yang paling umum. Sedangkan Cr⁶⁺ dan Cr³⁺ yang paling sering dihasilkan oleh proses industri. Logam yang mengandung krom memiliki sifat genotoksik (racun), karsinogenik, dan non-karsinogenik. Akibat kegiatan domestik dan industri di air limbahnya, nilai krom tinggi di perairan. Karena memiliki sifat yang dapat larut di perairan, krom memiliki sifat toksik, korosif, dan karsinogenik yang dapat menjadi penyebab kanker paru-paru jika diterima oleh tubuh. Jika dalam tubuh memiliki kandungan krom lebih batas yang diperlukan, dapat menyebabkan kematian (Khuzaimah, *et al.*, 2022).

b. Sifat Kromium

1) Sifat Fisik Krom

Memiliki sifat fisik yang mudah pecah, berwarna abu-abu dan mengkilap. Titik leleh logam krom adalah 1,900 °C (3,450 °F) dan titik didihnya adalah 2,642 °C (4,788 °F). Ada kadar 7,1 g/cm² (Tria, 2021).

2) Sifat Kimia Krom

Logam krom cukup aktif, meskipun tidak bereaksi dengan air, tapi bereaksi dengan kebanyakan asam. Pada suhu kamar krom

bergabung dengan oksigen akan membentuk oksida kromium (Cr_2O_3), yang akan melindungi logam dari lebih banyak korosi.

3) Efek Toksik Krom

Dalam jumlah tertentu, krom berbahaya bagi manusia, hewan dan tumbuh-tumbuhan. Sesuai dengan bilangan oksidasinya, setiap senyawa krom memiliki peran yang beda di lingkungan dan dampak yang berbeda pada Kesehatan manusia. Krom dapat diklasifikasikan sebagai bahan beracun (B3) berdasarkan efek toksisitasnya. Jika logam berat seperti krom, terakumulasi dengan jumlah yang besar di dalam organ tubuh. Mereka cenderung memiliki dampak yang berbeda pada makhluk hidup. Bahaya akut yang ditimbulkan dalam jangka pendek dan jangka panjang adalah sebagai berikut:

a) Bahaya Pada Pencernaan

Pencernaan dapat mengalami masalah karena mencerna makanan dengan kadar krom (Cr) yang tinggi. Seperti sakit lambung, muntah, pendarahan, masalah ginjal dan hepar. Hingga berpotensi menyebabkan kematian.

b) Bahaya Pada Kulit dan Mata

Meskipun paparan krom dalam dosis rendah, kulit yang alergi terhadap krom akan bereaksi cepat. Krom (Cr) dapat menyebabkan kulit gatal dan luka yang akan lama sembuh. Paparan krom melalui kulit dapat terjadi dari berbagai produk yang mengandung krom, seperti kayu yang diawetkan dengan menggunakan krom sulfat, serta bahan bangunan, seperti semen dan tekstil. Pemaparan krom melalui kulit dapat menyebabkan kulit merah dan bengkak.

c) Bahaya Pada Pernafasan

Terjadinya iritasi hidung karena menghirup udara yang mengandung krom tinggi. Hidung berlendir, bedarah, dan lubang pada septum nasal. Terhirupnya (inhalasi) debu dan

uap krom dalam konsentrasi yang tinggi dapat menyebabkan iritasi hidung, serta paparan krom melalui makanan dan minuman.

d) Bahaya Pada Lingkungan

Bergantung dengan jenis dan jumlah logam yang ada di dalam air, toksisitas logam berat terhadap makhluk hidup di perairan berbeda-beda. Faktor-faktor yang paling umum yang mempengaruhi toksisitas logam berat terhadap makhluk hidup di perairan adalah bentuk logam dalam air, faktor lingkungan, keberadaan logam lain dan kemampuan organisme air untuk beradaptasi dengan zat toksik. Logam berat krom terdistribusi secara luas ke berbagai bagian lingkungan, seperti irigasi, air sumur, sedimen, tanah, tanaman dan hewan akuatik, karena pembuangan limbah ke lingkungan dengan konsentrasi tinggi dan aktivitas pembuangan limbah yang berlangsung terus menerus. Makhluk hidup di dalam air dapat terkena keracunan jika air terkontaminasi.

4. Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)



Gambar II.1 Tanaman Eceng Gondok

a. Klasifikasi Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Divisi : *Spermatophyta*

Sub Divisi : *Monocotyledoneae*

Kelas : *Angiospermae*
Suku : *Pontederiaceae*
Marga : *Eichhornia*
Spesies : *Eichhornia crassipes Solms*

Eceng gondok tanaman yang dapat hidup bebas di permukaan air, dapat berkembang biak di sepanjang tahun. Tumbuhan ini memiliki tinggi 0,4-0,8 m, batang yang berbuka pendek dengan diameter 1-2,5 cm dan memiliki panjang batang mencapai 30 cm. Daun eceng gondok memiliki warna hijau terang, yang bersinar dibawah sinar matahari dan garis tengah sampai 1,5 cm. Kelopak bunga dengan warna ungu muda. Setiap bunga memiliki kepala putik memiliki kemampuan untuk menghasilkan 500 bakal biji pada setiap tangkai. Terdapat bulu-bulu akar yang lebat, yang berfungsi untuk pegangan atau jangkar dan sebagian besar berfungsi untuk mengabsorpsi zat makanan yang ada dalam air (Fitriah, 2004).

b. Cara Kerja Eceng Gondok (*Eichhornia crassipes*)

Enceng gondok (*Eichhornia crassipes*) adalah gulma air yang pertumbuhannya sangat cepat dan susah untuk dikendalikan. Namun, enceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap bermacam-macam zat berbahaya yang mencemari perairan termasuk cemaran organik, logam beracun, limbah industri, rumah tangga dan buangan pertanian. Seorang ilmuwan Karl Von Mortius temukan tanaman ini secara tidak sengaja pada tahun 1824 saat melakukan ekspedisi di sungai Amazon Brazilia (Setyanto, 2011).

Sifat-sifat unggul eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) termasuk kemampuan dalam menyerap logam-logam berat dalam waktu 4 hari, kemampuan menyerap senyawa sulfida, dan mengandung protein lebih dari 11,5%. Selain itu mengandung selulosa yang lebih banyak dari non selulosanya. Tanaman ini memiliki bulu-bulu akar yang berserabut. Berfungsi sebagai

pegangan atau jangkar tanaman. Sebagian besar fungsi akar untuk menyerap zat-zat yang diperlukan tanaman yang ada didalam air, dengan mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air (Muhtar, 2008). Akar bercabang cabang halus yang dimiliki eceng gondok (*Eichhornia crassipes*) digunakan oleh mikroorganisme sebagai tempat pertumbuhan. Karena eceng gondok memiliki kemampuan untuk menyerap bahan organik dalam bentuk ion yang dihasilkan oleh proses pemecahan mikroorganisme, juga memiliki kemampuan untuk membebaskan oksigen yang digunakan mikroorganisme untuk mengurai bahan pencemar. Sehingga dengan semakin banyaknya jumlah eceng gondok dan semakin lamanya waktu tinggal akan mengakibatkan menurunnya bahan pencemar (Fika, 2016).

Kemampuan eceng gondok sebagai biofilter dikarenakan adanya mikroba-mikroba rhizosfera pada akar dan didukung oleh daya adsorpsi serta akumulasi yang besar terhadap bahan pencemar. Bahan organik yang terlarut. Bahan organik yang terlarut dalam air dapat direduksi oleh mikroba rhizosfer yang terdapat pada akar eceng gondok dengan cara menyerapnya dari perairan dan sedimen dan diakumulasikan ke dalam struktur batang (Fika, 2016).

5. Fitoremediasi

a. Definisi Fitoremediasi

kata fitoremediasi berasal dari bahasa Yunani yaitu *phyto* (tumbuhan), yang dimaksudkan pada akar dan bahasa Latin *remedium* (untuk memperbaiki atau menghilangkan kejahatan) (Sukono, 2020). Fitoremediasi adalah suatu metode yang memanfaatkan tumbuhan untuk menghilangkan polutan dari tanah atau perairan yang telah terkontaminasi. Teknik ini telah berkembang pesat karena terbukti lebih terjangkau. Istilah fitoremediasi adalah penggunaan tanaman untuk menghilangkan bahan yang berbahaya baik organik maupun anorganik yang ada di

lingkungan dengan menggunakan pohon-pohonan, rumput-rumputan dan tanaman air (Titi, 2005). Pemahaman lain Fitoremediasi adalah suatu teknik yang menggunakan tumbuhan dan mikroorganisme dalam media (tanah, koral dan air) untuk mengubah, menghilangkan, menstabilkan, atau menghancurkan zat kontaminan (pencemar atau polutan) menjadi lebih sedikit atau sudah tidak berbahaya (Irhamni, 2018).

Fitoremediasi merupakan salah satu metode yang menjanjikan untuk mengatasi pencemaran secara murah, efektif, dan dapat digunakan secara langsung di lingkungan yang tercemar, dengan menggunakan pepohonan, tanaman pangan dan tanaman berbunga (Fahrudin, 2010). Setiap tumbuhan memiliki kemampuan untuk menyerap logam dan kandungan organik yang ada dalam limbah tetapi dalam jumlah yang berbeda. Salah satu sifat tumbuhan dari banyak famili yang dikenal sebagai hipertoleran adalah kemampuan mereka untuk mengumpulkan kandungan organik dalam jumlah yang besar pada jaringan akar dan tajuknya. Melalui akarnya tumbuhan air akan menyerap bahan organik dan logam berat yang larut dalam air. Tumbuhan air akan berfungsi menjadi tempat sebagai medium untuk mikroba melekat pada akar dalam mengurai senyawa organik pada limbah cair. (Dhobie, 1996). Fitoremediasi memiliki beberapa keunggulan dibandingkan dengan metode pengolahan limbah lainnya, dapat menyerap senyawa organik dan anorganik dari limbah, yang dapat dilakukan dalam 2 cara yaitu insitu dan eksitu, proses ini juga memiliki keunggulan lainnya seperti biaya operasional relatif murah, mudah diaplikasikan, tumbuhan mudah dikontrol pertumbuhannya, itu adalah alternatif pengolahan yang paling aman bagi lingkungan karena menggunakan tanaman, tanaman mudah berkembang biak, dan memelihara keadaan alami (Imron, 2018). Pada beberapa penelitian alternatif pengolahan ini dapat mengurangi zat pencemar

pada limbah dengan jumlah yang cukup besar. Namun kekurangan dari Teknik ini adalah prosesnya yang membutuhkan waktu lama, tingkat toksisitas tinggi untuk tanaman, kecocokan tumbuhan pada lingkungan limbah, dan berbahaya jika tumbuhan dimakan oleh hewan atau serangga (Imron, 2018).

b. Mekanisme Fitoremediasi

Proses fitoremediasi bermula dari akar tumbuhan yang menyerap bahan polutan yang terkandung dalam air. Kemudian melalui proses transportasi tumbuhan, air yang mengandung bahan polutan akan dialirkan ke seluruh tubuh tumbuhan, sehingga air yang menjadi lebih bersih. Tumbuhan ini dapat berperan langsung atau tidak langsung dalam terjadinya proses remediasi pada lingkungan yang tercemar (Hasyim, 2016).

Menurut Caroline & Moa (2015), mekanisme kerja fitoremediasi mencakup proses sebagai berikut:

- 1) Fitoekstraksi adalah penyerapan zat organik dan logam berat oleh akar dan kemampuan tanaman untuk mengakumulasi zat pencemar tersebut ke beberapa bagian tubuh seperti akar, batang, dan daun.
- 2) Rhizofiltrasi adalah kemampuan tanaman untuk memanfaatkan akar dalam menyerap, mengendapkan, dan mengakumulasi zat pencemar dari aliran limbah.
- 3) Fitodegradasi adalah kontaminan organik yang sudah terserap melalui akar dan mengalami penguraian melalui proses metabolisme dalam tumbuhan.
- 4) Fitostabilisasi merupakan pengeluaran suatu senyawa kimia tertentu untuk mengimobilisasi zat pencemar dari daerah perakaran tanaman.
- 5) Fitovolatilisasi merupakan kemampuan tanaman yang menyerap zat kontaminan dan melepaskannya melalui udara lewat daun atau uap.

Menurut Youngman (1999) untuk menentukan tanaman yang dapat digunakan pada penelitian fitoremediasi dipilih 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.

Menurut Surtikanti (2011), mendeskripsikan jenis-jenis tumbuhan yang digunakan dalam berbagai aplikasi fitoremediasi sebagai berikut :

Tabel II.2 Jenis Tumbuhan Fitoremediasi

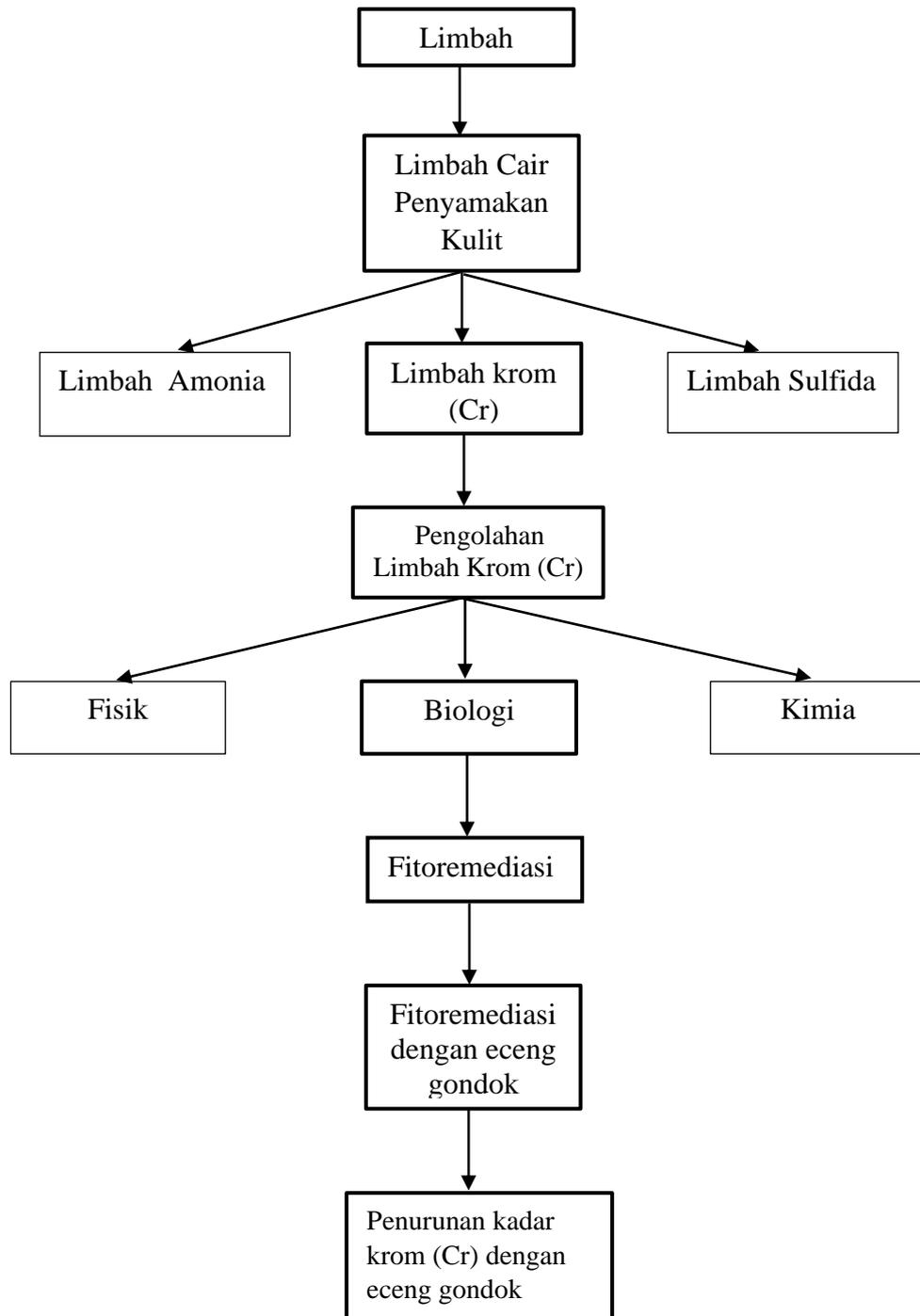
No	Aplikasi	Media	Jenis Tumbuhan
1	Fitoremediasi	Tanah, air tanah, landfill leachate, air limbah	<i>Alfalfa, Poplar, Willow, Aspen,</i> gandum
2	Bioremediasi rhizosfer	Tanah, sedimen, air limbah	Murberry, apel, tumbuhan air
3	Fitostabilisasi	Tanah sedimen	Tanaman yang memiliki sistem akar yang padat Rumput yang memiliki serat akar yang banyak. Tanaman yang dapat melakukan transpirasi air yang lebih banyak. Bunga matahari, dandellon.
5	Rhizofiltrasi	Air tanah, dan air limbah di danau atau air sumur buatan	Tanaman air

6. Aklimatisasi

Proses aklimatisasi merupakan salah satu tahap kritis dalam kegiatan konservasi tumbuhan di Indonesia yang menentukan apakah suatu tanaman dapat beradaptasi dengan baik atau tidak terhadap lingkungan baru (Rahadianoro, 2019). Tujuan aklimatisasi adalah untuk mengatur kondisi tanaman agar dapat beradaptasi dengan kondisi air limbah yang akan di tempati (Rukmi, 2013). Proses aklimatisasi dapat berlangsung dalam jangka waktu yang cukup bervariasi tergantung dari bagaimana perbedaan kondisi antara lingkungan yang baru dengan kondisi lingkungan awal. Terdapat faktor-faktor yang dapat mempengaruhi pertumbuhan tanaman selama proses aklimatisasi, yaitu seperti media tanam, suhu, kelembapan dan intensitas cahaya ruang. Beberapa faktor tersebut sangat penting untuk dipahami, di mana jika kita tidak memahami hal tersebut dan melakukan proses aklimatisasi dengan tidak benar, maka tanaman akan mengalami kematian (Sukmadijaya, 2013).

C. Kerangka Teori

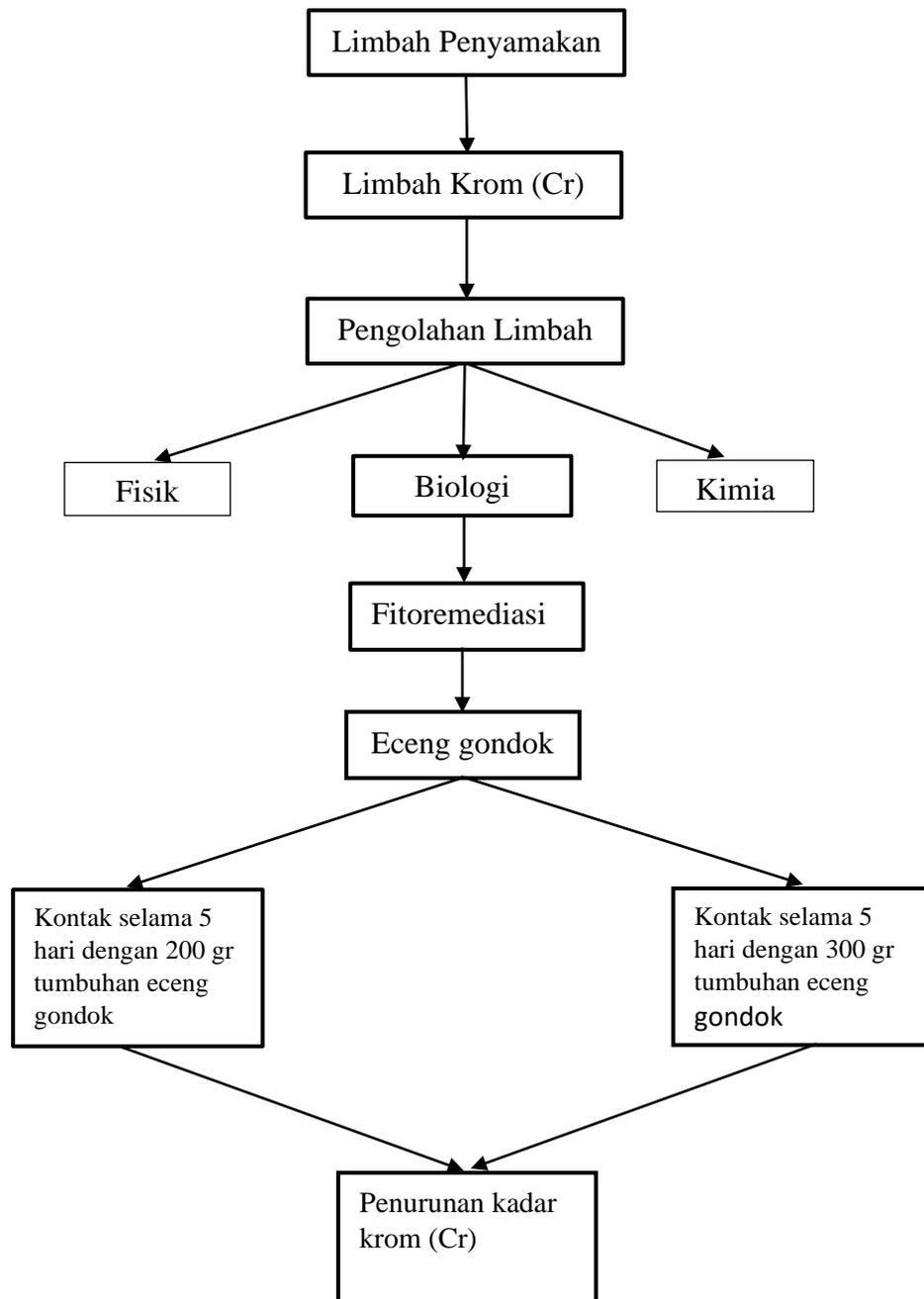
Kerangka teori pada penelitian “Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dalam Menurunkan Krom (Cr) Limbah Penyamakan Kulit”



Gambar II.2 Kerangka Teori

D. Kerangka Konsep

Kerangka konsep penelitian “Fitoremediasi Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes*) Dalam Menurunkan Krom (Cr) Limbah Penyamakan Kulit”



Gambar II.3 Kerangka Konsep