

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

A. Deskripsi Teori dan Penelitian Yang Relevan

1. Limbah Cair

Limbah merupakan hasil sampingan dari suatu aktivitas yang sudah merupakan bahan buangan. Limbah juga dapat dikatakan sebagai materi atau komponen yang dapat berupa padatan (*solid wastes*), cair (*liquid wastes*), atau gas (*gaseous wastes*) yang dikeluarkan oleh suatu proses industri yang memiliki efek samping negatif (Sugiharto, 1987:5).

Efek samping yang ditimbulkan dari limbah diantaranya: membahayakan kesehatan manusia karena pembawa penyakit, merugikan dalam segi ekonomi karena dapat menimbulkan kerusakan pada benda, bangunan maupun tanaman dan peternakan, merusak atau membunuh kehidupan dalam air seperti ikan dan binatang peliharaan yang lain, dapat merusak keindahan karena bau busuk dan pemandangan yang kotor.

Limbah dapat berbentuk padat, cair maupun gas. Sumber air buangan/limbah dapat dikelompokkan menjadi tiga yaitu limbah rumah tangga, limbah industri dan limbah rembesan. Air buangan/limbah ini mengandung racun dan membahayakan. Bila air buangan/limbah ini tidak ditangani dengan baik dapat menyebabkan berbagai masalah atau dampak pada kehidupan dan pencemaran lingkungan.

a. Limbah Industri

Limbah industri yaitu limbah yang berasal dari aktivitas industri. Jenis limbah industri sangat bervariasi tergantung dari jenis dan besar kecilnya industri. Menurut Sugiharto air limbah adalah kotoran dari masyarakat, rumah tangga dan yang berasal dari industri.

b. Limbah Industri Sablon

Limbah industri sablon merupakan hasil sampingan dari seluruh proses penyablonan. Proses penyablonan ini menggunakan berbagai bahan kimia untuk mendapatkan hasil sablon yang berkualitas.

1) Proses- proses dalam industri sablon:

Proses- proses yang harus dilalui dalam cetak sablon adalah:

a) Pembuatan desain

Desain ini berupa gambar ataupun teks yang menjadi pola cetak sablon. Desain cetak sablon ini dapat dibuat dengan manual ataupun digital. Untuk desain manual biasanya menggunakan tinta hitam pekat digambar menggunakan tangan di atas kertas kalkir. Ketentuan dalam desain adalah kepekatan tinta dalam gambar harus merata.

Sedangkan jika menggunakan desain digital dapat dibuat di komputer dengan menggunakan software grafis seperti Photoshop atau Corel Draw. Hasil gambar ini kemudian dicetak dengan *printer*. *Printer* yang digunakan sebaiknya *printer* laser

atau jenis tinta (*bubble*). Hal ini berkaitan dengan ketajaman gambar desain yang akan diafdruk pada layar *screen*. (Guntur Nusantara, 2003:38)

b) Proses afdruk film (*Exposing*)

Proses afdruk film adalah proses pemindahan gambar desain ke *screen* dengan menggunakan cahaya ultra violet (UV). Bahan yang dipergunakan adalah larutan emulsi dan *sensitizer* (obat afdruk).

Proses afdruk dimulai dari melarutkan cairan emulsi dengan sensitizer dengan perbandingan 9:1 hingga menjadi gel. Gel dioleskan ke bagian luar layar *screen* dengan menggunakan alat pelapis sampai merata. Gel dioleskan juga ke bagian dalam *screen*.

Kain *screen* di keringkan dengan memakai kipas angin atau *hairdryer*. Pada proses ini dilakukan diruang gelap untuk menghindari sinar UV membakar lapisan afdruk, karena jika kena sinar UV dapat diyakinkan proses ini akan gagal. Setelah proses pengerigan awal ini selesai di lanjutkan proses penyinaran dengan menutup dengan film atau desain yang telah kita buat dengan kertas kalkir tadi. Diatas film ditindih dengan kaca agar film tidak bergeser pada waktu penyinaran, dan pada bagian belakang *screen* ditindih juga dengan spon dan kain

berwarna gelap untuk menguragi atau meredam sinar UV.
(Guntur Nusantara, 2003:41)

Setelah \pm 1 menit screen di basahi dengan air, pada proses ini disebut dengan proses pengembangan, setelah dibasahi dengan air dan larutan kimianya telah bersih dibiarkan sesaat sebelum dibersihkan dengan menggunakan *hairspray*. *Hairsepray* ini berguna untuk merapikan dan membersihkan dari sisa-sisa larutan afdruk pada bagian image area, proses selanjutnya adalah mengkoreksi gambar dengan screen laquer untuk menutup Image area yang tidak diinginkan menjadi non Image area. Proses terakhir dalam mengafdruk film adalah penyinaran akhir untuk finishing, setelah film selesai di afdruk dan di koreksi dibiarkan kering sebelum digunakan.

c) Proses sablon

Persiapan dalam proses penyablonan adalah pemasangan *screen* pada media, setelah screen terpasang dengan tepat barulah mulai dengan proses pemulasan cat/ tinta. Dalam proses pewarnaan diusahakan untuk mendahulukan warna terang yang berlajut ke warna gelap, setelah cat dipulaskan secara merata dengan rakel screen kemudian di angkat dan hasilnya di keringkan sebelum melanjutkan kewarna lainnya.

2) Limbah Industri Sablon sebagai Pencemar Lingkungan

Limbah industri sablon bersifat mencemari lingkungan sebab di dalamnya terkandung zat berbahaya yang berasal dari cairan kimia dari bahan-bahan yang digunakan.

Beberapa sumber-sumber pencemar tersebut antara lain berasal dari:

a) Sisa Photoxol TS (bahan pembuat afdruk pada screen)

Bahan afdruk adalah bahan pokok untuk membuat film (klise) pada screen. Bahan ini ada yang berupa larutan, ada pula yang berupa lembaran afdruk. Larutan afdruk merupakan campuran antara emulsi dan cairan sensitizer (cairan peka cahaya). Emulsi merupakan cairan yang berfungsi sebagai pelapis screen. Cairan kental ini berperan dalam proses pembentukan gambar pada screen. Sensitizer berperan sebagai bahan pencampur emulsi yang bersifat peka cahaya.

b) Air sisa tinta/cat sablon

Bahan cetak sablon terdiri dari tinta sablon dan pengencer. Tinta sablon sebagai materi pokok pembentuk gambar pada benda sasaran sablon. Pengencer digunakan sebagai campuran tinta agar kekentalannya dapat disesuaikan.

c) Kaporit

Kaporit atau cairan pemutih pakaian digunakan untuk menghapus film setelah screen selesai digunakan. Bahan ini

bersifat mudah merapuhkan benda, bersifat korosif. Screen yang telah bersih dapat digunakan kembali untuk membuat film atau model gambar lainnya.

d) Krim deterjen

Krim deterjen atau sabun colek sebagai peluruh sisa-sisa tinta dan minyak yang masih tertinggal pada layar screen yang dilakukan setelah proses pengafdrukan film (*exposing*) selesai. (Guntur Nusantara, 2003:21-24)

Menurut Imam Muthoha (2000:21), limbah sablon di klasifikasikan menjadi limbah padat dan limbah cair yang tersaji dalam Tabel 1.

Tabel 1: Klasifikasi Limbah Sablon

No	Limbah Padat	Limbah Cair
1.	Potongan kain perca	Cairan sisa Photoxol TS (bahan pembuat afdruk pada screen)
2.	Potongan benang jahit	Cairan sisa Rubber (cat sablon)
3.	Plastik OPP	Cairan sisa pencucian kain tekstil
4.	Kertas Label	
5.	Kertas hangtag	

Sumber: Imam Muthoha (2000)

3) Baku Mutu Air Limbah Industri

Baku mutu air limbah adalah ukuran batas atau kadar unsur pencemar dan/atau jumlah unsur pencemar yang ditenggang keberadaannya dalam air limbah yang akan dibuang tau dilepas ke dalam sumber air dari suatu usaha dan / atau kegiatan. (Peraturan

Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor 03 tahun 2010 tentang Baku Mutu Air Limbah bagi Kawasan Industri).

Baku mutu air limbah bagi kawasan industri tertuang dalam Tabel 2 sebagai berikut.

Tabel 2: Baku Mutu Air Limbah Bagi Kawasan Industri

No	Parameter	Satuan	Kadar maksimum
1.	pH	-	6-9
2.	TSS	mg/L	150
3.	BOD	mg/L	50
4.	COD	mg/L	100
5.	Sulfida	mg/L	1
6.	Ammonia (NH ₃ -N)	mg/L	20
7.	Fenol	mg/L	1
8.	Minyak dan lemak	mg/L	15
9.	MBAS	mg/L	10
10.	Kadmium	mg/L	0,1
11.	Krom heksavalen (Cr ⁶⁺)	mg/L	0,5
12.	Krom total (Cr)	mg/L	1
13.	Tembaga (Cu)	mg/L	2
14.	Timbal (Pb)	mg/L	1
15.	Nikel (Ni)	mg/L	0,5
16.	Seng (Zn)	mg/L	10
17.	Kuantitas Air Limbah Maksimum	0,8 L Perdetik Per Ha Lahan Kawasan Terpakai	

Sumber lampiran Peraturan Menteri Lingkungan Hidup No 03 tahun 2010

Beberapa parameter yang digunakan sebagai ukuran batas unsur pencemar yaitu:

a) Total Solid (TSS)

Merupakan jumlah zat padat tersuspensi/materi yang mempunyai ukuran lebih kecil dari pada molekul / ion yang terlarut. Materi tersuspensi mempunyai efek yang kurang baik terhadap kualitas

air karena menyebabkan kekeruhan dan mengurangi cahaya yang dapat masuk kedalam air. (Ahmad, 2008:7)

b) Biological Oxygen Demand (BOD)

Menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air.

c) Chemical Oxygen Demand (COD)

Merupakan jumlah kebutuhan oksigen dalam air untuk proses reaksi secara kimia guna menguraikan unsur pencemar yang ada. COD dinyatakan dalam ppm (part per milion) atau ml O₂/ liter.

d) Dissolved Oxygen (DO)

Oksigen terlarut adalah oksigen yang terdapat di dalam air (dalam bentuk molekul oksigen, bukan dalam bentuk molekul hydrogen oksida) dan biasanya dinyatakan dalam mg/l (ppm). Adanya oksigen bebas sangat diperlukan oleh berbagai biota air (misalnya ikan hanya dapat hidup di air yang mempunyai kandungan oksigen bebas lebih besar 3 ppm). Oksigen bebas dalam air dapat berkurang bila dalam air terdapat kotoran atau limbah organik yang *degradable*. (Ahmad M.M, 2008:14)

e) Derajat keasaman (pH)

pH merupakan ekspresi adanya ion H⁺ dalam air. pH dapat mempengaruhi kehidupan biologi dalam air. Bila terlalu rendah

atau terlalu tinggi dapat mematikan kehidupan mikroorganismenya.

pH normal untuk kehidupan air adalah 6-8.

2. Pencemaran Air

Pencemaran air yaitu masuknya makhluk hidup, zat, energi atau komponen lain ke dalam air, sehingga kualitas air turun sampai ke tingkat tertentu yang menyebabkan air tidak berfungsi lagi sesuai dengan peruntukannya. Menurut Kristanto (2002:71) pencemaran air adalah penyimpangan sifat-sifat air dari keadaan normal, bukan dari kemurniannya.

Pencemaran akan terjadi bila dalam lingkungan hidup manusia terdapat suatu bahan dalam konsentrasi yang besar. Bahan tersebut dinamakan polutan atau kontaminan. Kontaminan yang mencemari air digolongkan ke dalam tiga kategori: kimiawi, fisik dan hayati. Kontaminan-kontaminan tertentu dapat mempunyai pengaruh nyata terhadap kualitas air.

3. Logam Krom

Logam krom merupakan salah satu logam sangat beracun yaitu dapat mengakibatkan kematian atau gangguan kesehatan yang tidak pulih dalam jangka waktu singkat (Nina,2007:36)

Zat warna adalah salah satu sumber pembawa krom. Zat warna merupakan senyawa yang dipergunakan pada suatu bahan sehingga berwarna, dan warnanya tidak hilang/melekat pada saat pencucian, penggosokan. Molekul zat warna merupakan gabungan dari zat organik

yang tidak jenuh, kromofor sebagai pembawa warna dan auksokrom sebagai pengikat antara warna dengan serat. (Ahmad M.M, 2008: 13)

Pewarnaan dengan zat warna reaktif akan terikat di dalam serat kain, bila pada proses pewarnaan ditambah zat fiksasi seperti: soda abu, soda kue, kaustik soda. Zat warna untuk proses pengecapan berupa suatu campuran berbentuk pasta atau larutan kental yang terdiri dari: zat warna, pengental, dan obat pembantu dari soda kaustik untuk menguatkan warna.

Contoh zat warna antara lain senyawa-senyawa krom, seperti: Nedlan Blue (0,0 dihidroksiazon), CrCl_3 , K_2CrO_7 , sebagai penguat yaitu: $\text{Cr}(\text{NO}_3)_3$, PbCrO_4 , CrCl . Pencucian menggunakan detergent katonik, sehingga mengandung semua sisa bahan pewarna dan bahan pembantu dan mengandung sisa detergent.

Kegiatan industri yang dapat menyebabkan adanya krom di dalam lingkungan antara lain industri cat, baja, tekstil, kulit, semen, keramik, dan kertas. Kontaminasi logam krom dapat terjadi melalui makanan dan minuman yang tertumpuk di ginjal akan mengakibatkan keracunan akut yang akan ditandai dengan kecenderungan terjadinya pembengkakan pada hati dan dalam waktu yang cukup panjang akan mengendap dan menimbulkan kanker paru-paru. Tingkat keracunan krom pada manusia diukur melalui kadar atau kandungan krom dalam urine. Oleh karena itu, krom merupakan logam yang sangat beracun dan sangat berbahaya bagi kesehatan manusia.

Daya racun yang dimiliki oleh logam krom ditentukan oleh valensi ionnya. Ion Cr (VI) merupakan bentuk logam krom yang paling banyak dipelajari sifat racunnya bila dibandingkan dengan ion-ion Cr(II) dan Cr(III). Krom dengan senyawa valensi enam lebih berbahaya bila dibandingkan dengan krom yang bervalensi tiga (Sugiharto, 1987).

4. Penelitian yang Relevan

Banyak peneliti telah menggunakan eceng gondok untuk pengurangi kandungan limbah di lingkungan perairan. Rudy Syahputra (2005) meneliti fitoremediasi Logam Cu Dan Zn dengan Tanaman Eceng Gondok (*Eichhornia Crassipes (Mart.) Solms*).

Sri Haryanti dkk (2009) meneliti tentang adaptasi morfologi fisiologi dan anatomi eceng gondok (*Eichhornia crassipes (Mart) Solm*) di berbagai perairan tercemar. Menggunakan 110-120 gram eceng gondok selama 20 hari di berbagai perairan tercemar.

Nurandani Hardyanti dan Suparni Setyowati Rahayu (2007) meneliti tentang fitoremediasi fosfat dengan pemanfaatan eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). Menyimpulkan fitoremediasi fosfat dengan eceng gondok dapat menyerap fosfat (sebagai P total) dalam jumlah yang cukup banyak dalam waktu 5 hari.

Badrus Zaman dan Endro Sutrisno (2006) meneliti kemampuan penyerapan eceng gondok terhadap amoniak dalam limbah rumah sakit berdasarkan umur dan lama kontak. Menggunakan 20-80 gram eceng gondok selama 6 hari.

5. Diskripsi Tanaman Eceng Gondok

a. Klasifikasi Eceng Gondok

Divisi	: <i>Spermatophyta</i>
Sub divisi	: <i>Angiospermae</i>
Kelas	: <i>Monocotyledoneae</i>
Suku	: <i>Pontederiaceae</i>
Marga	: <i>Eichhornia</i>
Spesies	: <i>Eichornia crassipes Solms</i> (Ahmad M.M, 2008:15)

b. Morfologi

Eceng gondok merupakan tumbuhan yang hidup dalam perairan terbuka. Mengapung bila air dalam dan berakar didasar bila air dangkal. Perkembangbiakan eceng gondok terjadi secara vegetatif maupun secara generatif. Perkembangan secara vegetatif terjadi bila tunas baru tumbuh dari ketiak daun, lalu membesar dan akhirnya menjadi tumbuhan baru.

Setiap 10 tanaman eceng gondok mampu berkembangbiak menjadi 600.000 tanaman baru dalam waktu 8 bulan. Hal ini membuat eceng gondok dimanfaatkan untuk pengolahan air limbah. Eceng gondok dapat mencapai ketinggian antara 40 - 80 cm dengan daun yang licin dan panjangnya 7 - 25 cm.

Tumbuhan eceng gondok terdiri atas helai daun, pengapung, leher daun, ligula, akar, akar rambut, ujung akar, dan stolon yang

dijadikan sebagai tempat perkembangbiakan vegetatif. (Ahmad M.M, 2008: 16-18)

Gambar 1 menunjukkan morfologi dari tumbuhan eceng gondok:



Gambar 1. Morfologi Eceng Gondok
(Hanni Daylistio Rahmaningsih, 2006)

Keterangan:

B=Helai daun (leaf blade)

F= Pengapung (float)

I= Leher daun (Isthmus)

L= Ligula

R= Akar (Root)

rh = Akar rambut (root hair)

rc = Ujung akar

S = Stolon

Eceng gondok merupakan tanaman yang berakar serabut dan tidak bercabang, mempunyai tudung akar yang mencolok. Akarnya memproduksi sejumlah besar akar lateral yaitu 70 buah/cm. Akar panjangnya bervariasi mulai dari 10-300 cm. Sistem perakaran eceng gondok pada umumnya lebih dari 50% dari seluruh biomassa

tumbuhan, tetapi perakarannya kecil apabila tumbuh dalam lumpur.

Perakaran eceng gondok ditunjukkan pada Gambar 2 berikut ini:



Gambar 2: Perakaran Eceng Gondok
(sumber: dokumen pribadi)

c. Faktor lingkungan yang menjadi syarat untuk pertumbuhan eceng gondok

1) Cahaya matahari, Suhu

Pertumbuhan eceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari yang cukup, dengan suhu optimum antara 25⁰C-30⁰C, Hal ini dapat dipenuhi dengan baik di daerah beriklim tropis.

2) Derajat keasaman (pH) air

Eceng gondok dapat hidup di tempat yang mempunyai derajat keasaman (pH) air 3,5-10. Agar pertumbuhan eceng gondok menjadi baik, pH air optimum antara 4,5-7.

(Ahmad M.M, 2008: 18)

d. Ciri-ciri Fisiologis Eceng Gondok

Eceng gondok memiliki daya adaptasi yang besar terhadap berbagai macam hal yang ada disekelilingnya dan dapat berkembang

biak dengan cepat. Eceng gondok dapat hidup ditanah yang selalu tertutup oleh air yang banyak mengandung makanan. Selain itu daya tahan eceng gondok juga dapat hidup ditanah asam dan tanah yang basah. (Anonim (1996) dalam Ahmad M.M, 2008: 19)

Ciri-ciri fisiologis eceng gondok untuk melakukan proses-proses sebagai berikut:

1) Transpirasi

Laju hilangnya air dari tumbuhan dipengaruhi oleh kuantitas sinar matahari dan musim penanaman. Laju transpirasi akan ditentukan oleh struktur daun eceng gondok yang terbuka lebar yang memiliki stomata yang banyak sehingga proses transpirasi akan besar dan beberapa faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, udara, cahaya dan angin.

2) Fotosintesis

Fotosintesis merupakan sintesa karbohidrat dari karbondioksida dan air oleh klorofil. Menggunakan cahaya sebagai energi dengan oksigen sebagai produk tambahan. Dalam proses fotosintesis ini tanaman membutuhkan CO_2 dan H_2O dan dengan bantuan sinar matahari akan menghasilkan glukosa, oksigen dan senyawa-senyawa organik lain. Karbondioksida yang digunakan dalam proses ini berasal dari udara dan energi matahari.

Tumbuhan eceng gondok merupakan salah satu tumbuhan dengan laju fotosintesis tinggi karena stomata yang ukurannya besar. (Ahmad,2008:18)

e. Kemampuan Dalam Menyerap Logam Berat

Eceng gondok dapat hidup mengapung bebas di atas permukaan air dan berakar di dasar kolam atau rawa jika airnya dangkal. Kemampuan tanaman inilah yang banyak di gunakan untuk mengolah air buangan karena dengan aktivitas tanaman ini mampu mengolah air buangan domestik dengan tingkat efisiensi yang tinggi.

Eceng gondok dapat menurunkan kadar BOD, partikel suspensi secara biokimiawi dan mampu menyerap logam-logam berat seperti Cr, Pb, Hg, Cd, Cu, Fe, Mn, Zn dengan baik. Kemampuan menyerap logam persatuan berat kering eceng gondok lebih tinggi pada umur muda dari pada umur tua. (Widianto dan Suselo (1977) dalam Ahmad M.M, 2008:17).

Bagian-bagian tanaman yang berperan dalam penguraian air limbah adalah sebagai berikut :

1) Akar

Akar eceng gondok ditumbuhi dengan bulu-bulu akar yang berserabut. Berfungsi sebagai pegangan atau jangkar tanaman. Sebagian besar peranan akar untuk menyerap zat-zat yang diperlukan tanaman dari dalam air. Susunan akarnya dapat

mengumpulkan lumpur atau partikel-partikel yang terlarut dalam air. (Ardiwinata (1950) dalam Ahmad M.M, 2008: 17)

2) Daun

Daun eceng gondok tergolong dalam makrofita yang terletak di atas permukaan air. Di dalamnya terdapat lapisan rongga udara dan berfungsi sebagai alat pengapung tanaman. Zat hijau daun (klorofil) eceng gondok terdapat dalam sel epidemis.

Dipermukaan atas daun dipenuhi oleh mulut daun (stomata) Rongga udara yang terdapat dalam akar, batang, dan daun selain sebagai alat penampungan juga berfungsi sebagai tempat penyimpanan O_2 dari proses fotosintesis.

Oksigen hasil dari fotosintesis ini digunakan untuk respirasi tumbuhan di malam hari dengan menghasilkan CO_2 yang akan terlepas ke dalam air. (Pandey (1980) dalam Ahmad M.M, 2008: 17)

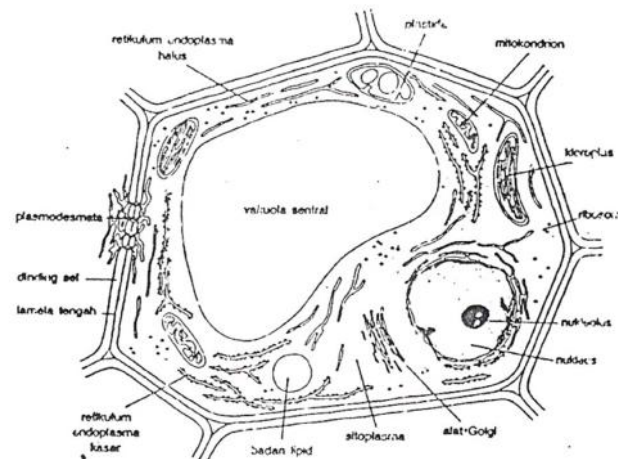
3) Tangkai

Tangkai eceng gondok berbentuk bulat menggelembung yang di dalamnya penuh dengan udara yang berperan untuk mengapungkan tanaman di permukaan air. Rongga udara dibatasi oleh dinding penyekat berupa selaput tipis berwarna putih. (Pandey (1950) dalam Ahmad M.M, 2008: 18)

f. Mekanisme Penyerapan Logam oleh Tumbuhan

Dari berbagai penelitian, eceng gondok mampu menyerap zat yang terkandung di dalam air limbah yang cukup besar. Eceng gondok memiliki akar yang bercabang-cabang halus. Kecepatan dan banyaknya penyerapan akar dipengaruhi oleh berbagai faktor, misalnya jenis logam/zat pencemar, umur dan ukuran tumbuhan, lamanya kontak berlangsung dan lain-lain

Gambaran dari struktur sel dapat dilihat pada Gambar 3 berikut ini:



Gambar 3: Diagram sebuah struktur sel tumbuhan diamati di bawah mikroskop elektron (Hanni Daylistio Rahmaningsih, 2006).

Kemampuan eceng gondok dalam penyerapan karena adanya vakuola dalam struktur sel. Mekanisme penyerapan yang terjadi yaitu dengan adanya bahan-bahan yang diserap menyebabkan vakuola menggelembung. Maka sitoplasma terdorong ke pinggiran sel sehingga protoplasma dekat dengan permukaan sel. Hal ini menyebabkan

pertukaran atau penyerapan bahan antara sebuah sel dengan sekelilingnya menjadi lebih efisien (Gambar 3).

Kecepatan penyerapan garam mineral dan unsur hara ditentukan pula oleh transpirasi dari tumbuhan tersebut. Eceng gondok memiliki kecepatan transpirasi yang lebih besar apabila dibandingkan dengan tumbuhan lain seperti kayambang (*Salvinia sp.*). Kecepatan transpirasi tanaman eceng gondok dua kali lebih besar dibandingkan kayambang.

Logam yang dibawa masuk ke sel akar kemudian ke jaringan pengangkut yaitu xylem dan floem. Kemudian ke bagian tumbuhan lain. Lokalisasi logam pada jaringan bertujuan untuk mencegah keracunan logam terhadap sel. Tanaman akan melakukan detoksifikasi, misalnya menimbun logam kedalam organ tertentu seperti akar.

Terdapat dua cara penyerapan ion logam ke dalam akar tanaman :

- 1) Aliran massa yaitu ion dalam air bergerak menuju akar yang disebabkan oleh transpirasi.
- 2) Difusi yaitu dengan perbedaan konsentrasi yang dihasilkan oleh pengambilan ion pada permukaan akar. (Fitter dan Hay (1991) dalam Ahmad M.M, 2008: 22)

Dalam pengambilan ion logam ada dua hal penting yaitu dibutuhkan energi metabolik dalam penyerapan unsur hara. Sehingga

apabila respirasi akan dibatasi maka pengambilan unsur hara sedikit. Dan kedua, proses pengambilan bersifat selektif. Tanaman mempunyai kemampuan menyeleksi penyerapan ion tertentu pada kondisi lingkungan yang luas. (Foth (1991) dalam Ahmad M.M, 2008: 22)

Kemampuan penyerapan eceng gondok juga karena pada akarnya terdapat mikrobial rhizosfera yang mengakumulasi logam berat. Mikrobial rhizosfera adalah bentuk simbiosis antara bakteri dengan jamur, yang mampu melakukan penguraian terhadap bahan organik maupun anorganik yang terdapat dalam air serta menggunakannya sebagai sumber nutrisi.

Peristiwa penyerapan Cr (VI) di air oleh eceng gondok dari lingkungannya terjadi melalui peristiwa difusi. Peristiwa difusi ini bisa dipercepat dengan meningkatkan suhu, tekanan dan konsentrasi zat terlarut (Salisbury, 1995).

Kandungan logam Cr (VI) pada akar eceng gondok akan menyebabkan keracunan yang disebut dengan stress metal, maka logam tersebut dinetralkan sifat racunnya dengan cara dikelat dengan fitokelatin, yakni sebuah peptide kecil yang kaya akan asam amino sistein yang mengandung belerang. Peptida ini biasanya mempunyai 2 sampai 8 asam amino sistein di pusat molekulnya, serta sebuah asam glutamat dan sebuah glisin pada ujung-ujungnya yang berlawanan.

Eceng gondok mempunyai mekanisme penanggulangan (ameliorasi) terhadap ion toksik. Ameliorasi dilakukan dengan

lokalisasi dan inaktivasi ion tersebut di dalam akar, sehingga konsentrasi ion toksik pada akar lebih tinggi dibandingkan pada bagian lain. Eceng gondok termasuk tumbuhan yang memiliki toleransi tinggi terhadap logam berat karena mempunyai kemampuan membentuk fitokelatin dalam jumlah yang besar (Salisbury, 1995).

g. Manfaat

Moenandir (1990) serta Sukman dan Yakup (1991), dalam Ahmad (2008:20) menyebutkan bahwa eceng gondok mempunyai manfaat. Eceng gondok dapat menyerap CO₂ di atmosfer sehingga mengurangi emisi karbon di atmosfer dan mencegah terjadinya pemanasan global.

Eceng gondok mempunyai sifat biologis sebagai penyaring air yang tercemar oleh berbagai bahan kimia buatan industri. Eceng gondok sebagai bahan penutup tanah dan kompos dalam kegiatan pertanian dan perkebunan.

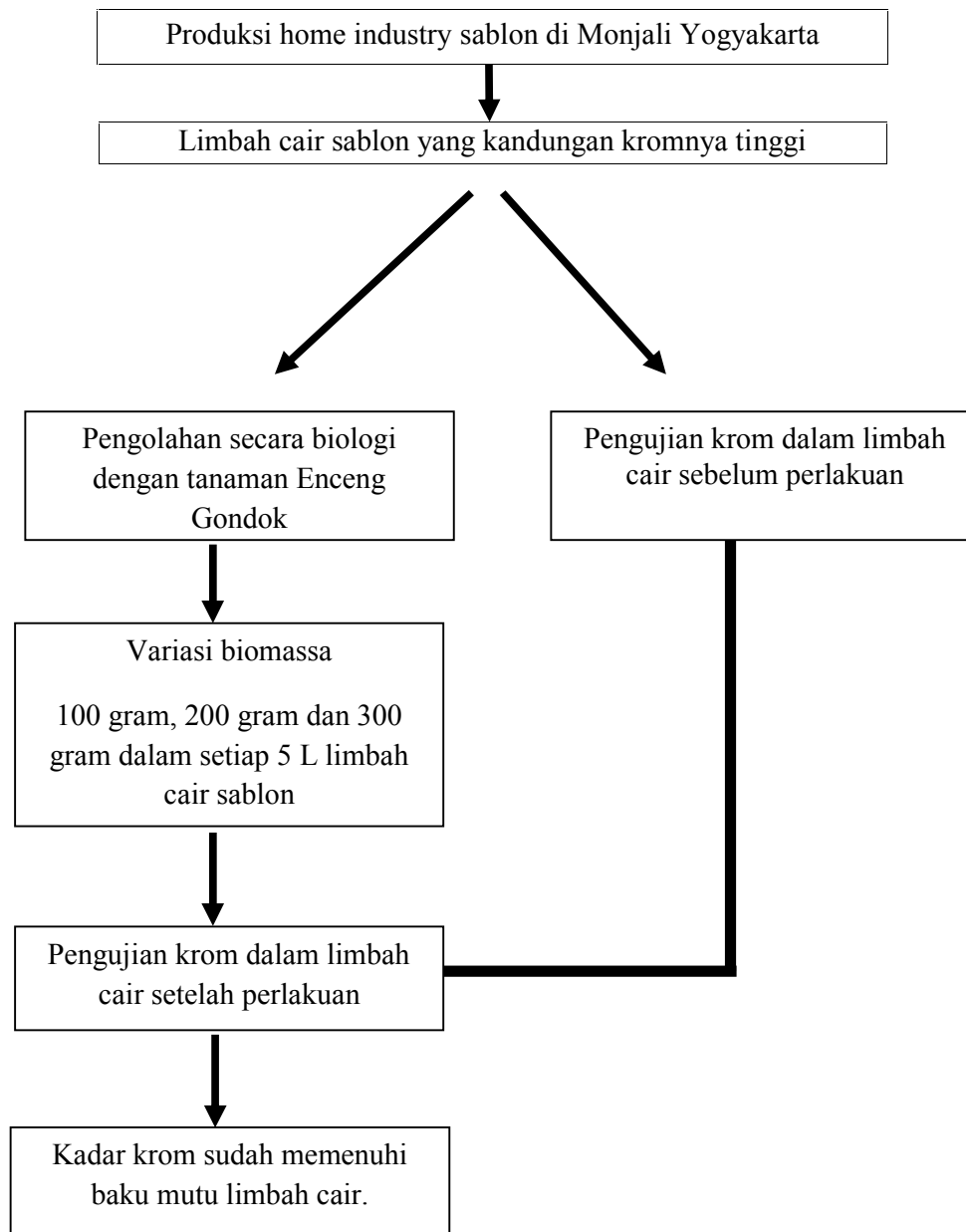
Eceng gondok sebagai sumber gas yang antara lain berupa gas ammonium sulfat, gas hidrogen, nitrogen dan metan yang dapat diperoleh dengan cara fermentasi. Eceng gondok sebagai bahan baku pupuk tanaman yang mengandung unsur NPK yang merupakan tiga unsur utama yang dibutuhkan tanaman. Sebagai bahan industri kertas dan papan buatan sebagai bahan baku karbon aktif.

B. Kerangka Berpikir

Limbah cair industri sablon mengandung logam berat krom yang mencemari lingkungan perairan apabila langsung dibuang ke sungai/selokan. Tanaman eceng gondok berpeluang sebagai alternatif untuk menurunkan kandungan krom pada limbah cair sablon menggunakan variasi biomassa.

Biomassa tanaman eceng gondok yang digunakan sebesar 100 gram/5L, 200 gram/5L dan 300 gram/5L. Setelah air buangan limbah cair sablon diberi perlakuan tersebut, diharapkan air buangan dapat memenuhi standar baku mutu. Tanaman yang digunakan adalah tanaman air eceng gondok (*Eichornia crassipes*), yang diharapkan pada variasi biomasanya dapat menurunkan kandungan krom pada limbah cair sablon Temenan Monjali Yogyakarta.

Berdasarkan uraian diatas dapat dibuat bagan kerangka berfikir seperti Gambar 4.



Gambar 4: Bagan Kerangka Berpikir

C. Hipotesis Penelitian

1. Variasi biomassa eceng gondok 100gr/5L, 200gr/5L, 300gr/5L berpengaruh terhadap kandungan krom dalam limbah cair sablon.
2. Diantara biomassa eceng gondok 100gr/5L, 200gr/5L, 300gr/5L, biomassa 100-200gr/5L paling efektif menurunkan kandungan krom limbah cair sablon.