

## BAB II

### TINJAUAN PUSTAKA

#### A. COD (*Chemical Oxygen Demand*)

##### 1. Definisi COD

COD merupakan oksigen (mg O<sub>2</sub>) yang diperlukan untuk mengoksidasi senyawa organik secara kimawi, yang dibutuhkan untuk mengoksidasi zat organik dalam 1 liter air dengan menggunakan oksidator kalium dikromat selama 2 jam pada suhu 150°C. Hasil analisis COD menunjukkan bahwa kandungan senyawa organik yang terdapat dalam limbah.<sup>(25)</sup> Pengoksidasi ion bikromat K<sub>2</sub>R<sub>2</sub>O<sub>7</sub> yang digunakan sebagai sumber oksigen (*oxidizing agent*), COD menjadi angka yang menjadi sumber pencemaran bagi zat-zat organik secara alamiah dan dapat dioksidasi dengan proses mikrobiologis yang menyebabkan oksigen terlarut berkurang didalam air.<sup>(26)</sup>

##### 2. Unsur Kimia

Berdasarkan sifat kimia, ion dikromat (Cr<sub>2</sub>O<sub>7</sub><sup>2-</sup>) merupakan oksidan yang ditentukan sebagai mayoritas kasus, COD menjadi sering digunakan sebagai ukuran untuk polutan didalam air limbah untuk menilai kekuatan pembuangan air limbah industry.<sup>(27)</sup>

##### 3. Dampak COD

###### a. Dampak COD terhadap kesehatan manusia

Akibat dari konsentrasi COD yang tinggi dalam badan air menunjukkan bahwa adanya bahan pencemar organik dalam jumlah tinggi jumlah mikroorganisme baik secara patogen dan tidak patogen yang dapat menimbulkan berbagai macam penyakit untuk manusia.<sup>(28)</sup>

###### b. Terhadap lingkungan

Konsentrasi COD yang tinggi dapat menimbulkan dan menyebabkan kandungan oksigen terlarut didalam badan air

menjadi rendah, bahkan habis. Faktor ini dapat mengakibatkan oksigen sebagai sumber kehidupan bagi makhluk yang berada didalam air seperti hewan dan tumbuhan air, tidak dapat terpenuhi sehingga makhluk air tersebut bisa terancam mati dan tidak dapat berkembang biak dengan baik.<sup>(3)</sup>

#### 4. Metode pengukuran COD

Pada pengukuran COD dilakukan dengan metode reflux spektrofotometri. Reflux spektrofotometri adalah metode pengujian yang dilakukan untuk menguji COD dalam air limbah dengan reduksi  $\text{Cr}_2\text{O}_7^{2-}$  secara spektrofotometri pada kisaran nilai COD 100 mg/l sampai dengan 900 mg/l pada panjang gelombang 600 nm.<sup>(29)</sup> Peralatan yang digunakan seperti : reflux, penggunaan asam pekat, dan titrasi.<sup>(30)</sup> Metode pengukuran COD juga dapat didasarkan pada ketentuan bahwa semua bahan organik yang terkandung dapat dioksidasi menjadi  $\text{CO}_2$  dan  $\text{H}_2\text{O}$  dengan bantuan oksidator yang kuat dalam keasaman.<sup>(26),(31)</sup> Maka dapat dikatakan semakin tinggi jumlah COD yang dihasilkan semakin tinggi kadar oksigen terlarut untuk dioksidasi dan oksigen yang tersedia untuk biota perairan semakin rendah. Dengan baku mutu untuk parameter COD menurut peraturan daerah provinsi jawa tengah nomor 5 tahun 2012 yaitu COD 100-150 mg/l.<sup>(17)</sup>

## B. Limbah Cair

### 1. Definisi Limbah Cair

Limbah cair adalah limbah yang berwujud cair yang berasal dari hasil kegiatan industri yang dibuang langsung ke lingkungan dan dapat menjadi penyebab tercemarnya lingkungan.<sup>(32)</sup> Menurut peraturan pemerintah RI nomor 82 tahun 2001 air limbah merupakan sisa dari hasil suatu usaha atau kegiatan yang berbentuk cair. Air limbah tersebut berasal dari berbagai hasil kegiatan seperti limbah rumah tangga maupun limbah industri.<sup>(33)</sup>

## 2. Sumber Air Limbah

Air limbah dapat berasal dari berbagai sumber yaitu sebagai berikut.<sup>(34)</sup>

### 1) Rumah tangga (*limbah domestic*)

Limbah rumah tangga adalah air hasil buangan yang berasal dari penggunaan untuk kebersihan seperti gabungan hasil kegiatan dapur, kamar mandi, toilet dan bekas cucian.

### 2) Limbah perkotaan (*municipal wastes water*)<sup>(35)</sup>

Air buangan yang berasal dari daerah seperti perkantoran, perdagangan, hotel, restoran, dan tempat-tempat aktivitas perdagangan lainnya.

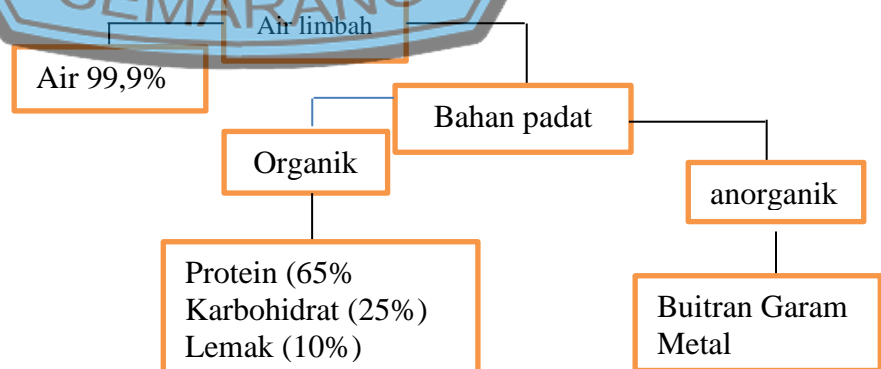
### 3) Limbah industri (*industrial wastes water*)<sup>(36)</sup>

Jenis bahan sisa atau bahan buangan yang berasal dari hasil pengolahan suatu industri dan dapat menjadi limbah yang sangat berbahaya bagi lingkungan hidup manusia tumbuhan dan hewan.

## 3. Komposisi air limbah

air limbah memiliki komposisi yang bervariasi dari masing-masing industri yang menghasilkannya, tetapi secara garis besar zat-zat yang terdapat pada air limbah dikelompokkan seperti berikut.<sup>(6)</sup>

Gambar 2.1 : Zat-zat yang terkandung dalam air limbah



Sumber : <sup>(9)</sup>

#### 4. Teknik pengolahan limbah

Air limbah yang mengandung COD dapat diidentifikasi dengan melakukan metode pengukuran menggunakan peralatan khusus *reflux*, penggunaan asam pekat, pemanasan dan titrasi. Peralatan *reflux* digunakan untuk menghindari berkurangnya produksi air limbah karena pemanasan. Pengendalian pencemaran air limbah dapat ditentukan dengan baku mutu air limbah itu sendiri seperti yang telah ditentukan oleh peraturan pemerintah daerah Provinsi Jawa Tengah tahun 2012 dimana kadar COD pada air limbah yaitu 150 mg/l.<sup>(17),(33)</sup> pengendalian air limbah dilakukan dengan cara menurunkan jumlah COD yang terkandung dalam air limbah tersebut yaitu.<sup>(37)</sup>

##### a. Penambahan oksidasi

Yaitu penambahan zat-zat yang dapat mengoksidasi polutan dalam air, oksidator yang biasanya digunakan seperti kaporit dan hidrogen peroksida

##### b. Reaksi kimia koagulasi dan floktuasi

Reaksi ini digunakan untuk menghilangkan TSS yang ada didalam air, dan kadar COD juga otomatis akan ikut turun, dalam hal ini penambahan flokulan harus dilakukan dengan sangat teliti karena apabila dosis nya berlebih maka akan menaikkan kadar COD.

##### c. Biological treatment

kadar COD yang diatas 2000 ppm dapat menggunakan anaerobik tapi jika nilai COD kecil atau rendah dapat menggunakan aerobik

##### d. Penggunaan biocleaner

Merupakan alat yang berfungsi untuk menurunkan nilai COD secara efektif menggunakan cara yang mudah dan tidak memakan biaya dan tempat yang luas.

#### 5. Karakteristik limbah

Limbah dibedakan atas 3 karakteristik yaitu antara lain:<sup>(9)</sup>

##### a. Karakteristik fisik

Air limbah terdiri dari 99,9% air, berupa kandungan padat, warna, bau dan suhunya, sedangkan kandungan bahan padatnya mencapai 0,1% yang terdiri dari bahan padat tak terlarut berupa senyawa-senyawa yang larut dalam air, dalam bentuk suspensi padat (*suspended solid*) yang memiliki beberapa volume antara 100-500 mg/l, dan apabila volume suspensi padat kurang dari 100 mg/l maka air limbah disebut menjadi lemah, sedangkan air volume air lebih dari 500 mg/l maka disebut kuat. Dengan karakteristik fisika seperti total solid, bau, temperature, bau, densitas, warna, konduktivitas dan turbidity.<sup>(38)</sup>

- 1) Total solid merupakan limbah yang tersisa setelah proses evaporasi pada suhu 103-105°C, yang bersumber dari saluran air domestik, industri, erosi tanah, dan infiltrasi yang dapat menyebabkan tempat pengolahan penuh dengan *sludge* dan anaerob dapat mengganggu proses pengolahan.<sup>(32)</sup>
- 2) Bau yang disebabkan oleh udara yang dihasilkan pada proses dekomposisi atau penambahan substansi pada limbah.<sup>(32)</sup>
- 3) Temperatur merupakan konsentrasi oksigen terlarut yang mempengaruhi air. Air normal yang mempunyai temperatur 8°C dari suhu 27°C. Maka semakin tinggi temperatur air maka kandungan oksigen berkurang didalam air.<sup>(33)</sup>
- 4) *Density* atau densitas merupakan perbandingan antara jumlah massa dengan volume yang dinyatakan sebagai *slug/ft<sup>3</sup>*(kg/m<sup>3</sup>).<sup>(38)</sup>
- 5) Warna air yang bersih pada dasarnya tidak bewarna, tetapi dengan meningkatnya kondisi anaerob warna air limbah berubah menjadi yang awalnya abu-abu menjadi kehitaman.<sup>(33)</sup>
- 6) Kekeruhan dapat ditemukan dengan cara mengukur perbandingan antara intensitas cahaya yang dipancarkan dengan kekeruhan oleh sampel air limbah dan cahaya yang dipancarkan oleh suspensi standar pada konsentrasi yang sama.<sup>(32)</sup>

## b. Karakteristik kimia

Hasil dari pengolahan industry limbah yang dihasilkan biasanya bercampur dengan zat kimia anorganik dan organik yang mengandung zat kimia seperti, BOD, COD, dan logam berat seperti air raksa, kromium, kadmium, besi, nikel, arsen, selenium, mangan, dan alumunium. Pengujian air limbah terhadap unsur kimia juga dilakukan dengan pengujian yang berkaitan dengan Amonia bebas, nitrogen organik, nitrit, nitrat, fosfor organik dan fosfor anorganik. Pengujian ini sangat penting dilakukan karena kedua nutrien diidentifikasi sebagai bahan untuk pertumbuhan gulma, seperti pengujian-pengujian lain yang mendukung yaitu klorida, sulfat, pH, serta alkalinitas yang diperlukan untuk mangkaji dapat atau tidaknya air limbah yang sudah diolah dipakai kembali untuk pengolahan lainnya.<sup>(32),(38)</sup>

## c. Karakteristik biologi

Karakteristik biologi pada limbah biasanya menjadi dasar untuk mengontrol timbulnya penyakit yang disebabkan oleh organisme patogen, bakteri patogen yang terdapat pada air limbah tergolong kedalam bakteri E.colli.<sup>(32),(33)</sup>

## 6. Baku mutu air limbah

Menurut Peraturan Pemerintah Republik Indonesia nomor 5 tahun 2014 tentang baku mutu air limbah dengan kadar unsur pencemar yang keberadaan air limbahnya harus dikeluarkan atau dibuang kedalam media air oleh suatu industri dalam setiap produksi yaitu sebagai berikut :

Tabel 2.1 baku mutu air limbah.<sup>(39)</sup>

Parameter	Kadar paling tinggi (mg/l)	Beban pencemaran paling tinggi (kg/ton)		
		Sabun	Diterjen	Nabati
BOD <sub>5</sub> <sup>5</sup>	75	0,60	1,88	0,075
COD	180	1,44	4,50	0,180
TSS	60	0,48	1,50	0,06

Minyak dan lemak	15	0,120	0,375	0,015
Fosfat (PO4)	2	0,016	0,05	0,002
pH	3	0,024	0,075	0,003

Baku mutu air limbah industri daerah yang telah ditetapkan menurut peraturan daerah Provinsi Jawa Tengah nomor 5 tahun 2012 yaitu :

Tabel 2.2 baku mutu air limbah daerah Provinsi Jawa Tengah<sup>(17)</sup>

Parameter	Kadar paling tinggi (mg/l)	Beban pencemaran paling tinggi (kg/ton)		
		Sabun	Diterjen	Nabati
BOD5 <sup>5</sup>	75	0,60	1,88	0,075
COD	180	1,44	4,50	0,180
TSS	60	0,48	1,50	0,06
Minyak dan lemak	15	0,120	0,375	0,015
Fosfat (PO4)	2	0,016	0,05	0,002
pH	3	0,024	0,075	0,003

### C. Industri batik

batik terdiri dari beberapa jenis : Batik tulis, Batik cap, Batik lukis.<sup>(40)</sup>

Adapun proses pembuatan batik yaitu sebagai berikut :<sup>(41)</sup>

#### 1. Perletakan lilin batik

Berfungsi untuk menolak terhadap warna yang diberikan A dihendaki dengan cara dicapkan menggunakan canting cap. Agar dapat dituliskan pada kain batik, maka lilin harus dipanaskan dahulu dengan suhu  $\pm 60^{\circ}-70^{\circ}\text{C}$ .

Bahan- bahan yang digunakan seperti gondorukem, damar mata kucing, parafin, lilin tawon, gajih atau lemak binatang, minyak kelapa, dan lilin batik bekas lorodon.<sup>(42)</sup>

#### 2. Pewarnaan batik

Pekerjaan dengan cara mencelupkan, atau melukis, proses pencelupan merupakan suatu proses pemasukan zat warna kedalam

serat-serat bahan tekstil, untuk dapat diperoleh warna yang tahan luntur. Pewarna yang digunakan seperti zat warna rapid, indigosol, dan zat warna reaktif<sup>(42)</sup>

### 3. Penghilangan lilin

Cara ini merupakan pekerjaan untuk menghilangkan lilin batik dari tempat-tempat tertentu dengan proses mengerok atau menghilangkan secara keseluruhan atau melorod (mbabar), proses menghilangkan larutan kostik soda dan melepaskan lilin batik dengan cara direbus dalam air mendidih yang diberi natrium silikat tergantung jenis bahan zat warna yang digunakan pada saat proses pelepasan lilin secara keseluruhan.<sup>(42)</sup>

### D. Limbah cair batik

Limbah cair batik merupakan limbah buangan hasil produksi suatu industri batik yang langsung dibuang ke lingkungan. Hasil buangan tersebut dapat mengakibatkan air dari limbah cair tersebut masuk ke perairan disekitar pemukiman dan akan menyebabkan mutu lingkungan tempat tinggal penduduk jadi turun karena limbah cair hasil produksi batik tersebut dapat menaikkan kadar COD. Jika kadar COD melampaui ambang batas dapat mengakibatkan matinya organisme diperairan, karena hasil dari proses pembuatan batik menghasilkan limbah cair dengan kandungan COD dan warna yang tinggi dengan capaian COD 3039,7 mg/l dan warna 185 CU.<sup>(43),(44)</sup>

Tabel.2.3 karakteristik limbah cair industri batik<sup>(38)</sup>

Parameter	Satuan	Nilai	Baku mutu
pH	-	5,8	6-9
BOD	mg/l	1260	30
COD	mg/l	3039,7	60
TSS	mg/l	855	100
Minyak lemak	mg/l	60,0	1,0
Phenol	mg/l	0,926	0,1
Warna	mg/l	185	50
Nitrat	mg/l	82,17	0,06
Cr	mg/l	0,0	2,0
Parameter	Satuan	Nilai	Baku mutu
Sisa khlor	mg/l	-	600



Sumber: <sup>(38)</sup>

## E. Fitoremediasi

### 1. Defenisi fitoremediasi

Fitoremediasi merupakan suatu cara dalam pemanfaatan tanaman untuk mensterilkan atau membersihkan limbah yang terkontaminasi yang mencemari lingkungan baik yang secara *ex-situ* (berasal dari kolam) maupun yang *in-situ* (langsung dari lapangan), tanaman tersebut dapat bekerjasama dengan mikroorganisme sebagai bahan media.<sup>(45)</sup>

### 2. Mekanisme fitoremediasi.<sup>(46)</sup>

- a. Penghindaraan (*escape*) apabila pengaruh yang terjadi pada tanaman musimana, tanaman tersebut dapat menyelesaikan pendauran terhadap hidupnya pada musim yang cocok.
- b. Eksklusi, tanaman dapat mengenal ion atau zat yang bersifat toksik dan akan mencegah penyerapan sehingga tidak mengalami keracunan
- c. Penanggulangan (ameliorasi) tanaman akan mengabsorbsi zat tersebut, tetapi juga akan berusaha meminimumkan pengaruhnya, jenisnya yaitu meliputi pembentukan khelat (chelation), pengenceran, lokalisasi, atau bahkan eksresi
- d. Toleransi, tanaman dapat mengembangkan sistem metabolit yang dapat berfungsi pada konsentrasi toksik dengan bantuan enzim

### 3. Keunggulan fitoremediasi <sup>(43)</sup>

Fitoremediasi memiliki kemampuan untuk

- a. menghasilkan buangan sekunder yang lebih rendah sifat toksisitasnya
- b. Dapat memberikan dampak positif bagi lingkungan serta sangat ekonomis

### 4. Kelemahan fitoremediasi <sup>(43)</sup>

- a. Membutuhkan waktu yang cukup lama

- b. Adanya kemungkinan masuknya kontaminan ke dalam rantai makanan melalui konsumsi hewan dari tanaman
- c. Adanya batasan konsentrasi kontaminan yang dapat ditolerir oleh tanaman
- d. Masalah kebocoran kontaminan yang sangat larut didalam air

**5. Mekanisme fitoremediasi menurut EPA 2000 dan ITRC 2001 yaitu sebagai berikut:<sup>(47)</sup>**

a. Fitoakumulasi

Fitoakumulasi atau fitoekstraksi adalah proses peyerapan zat yang terkontaminan media oleh tumbuhan sehingga dapat berakumulasi disekitar akar tumbuhan, atau disebut juga dengan system *hyperaccumulation*.

b. Fitostabilisasi

Merupakan proses penempelan zat-zat kontaminan pada akar tumbuhan yang tidak mungkin terserap didalam batang tumbuhan. Zat-zat itu menempel kuat pada akar sehingga tidak dapat terbawa oleh aliran air dalam media.

c. Fitovolatilisasi

Merupakan suatu proses untuk menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan teruarai sebagai bahan yang tidak berbahaya untuk di uapkan ke atmosfer.

d. Fitodegradasi (*fitotransformasi*)

Merupakan suatu proses penguraian zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya melalui susunan molekul yang sangat sederhana.

e. Rhizodegradasi

Sebuah stimulasi biodegradasi rizhosfer atau dapat disebut juga tumbuhan yang dapat membantu bioremediasi merupakan suatu

proses penguraian kontaminan didalam tanah melalui aktivitas mikrobia yang menstimulasi untuk hidup didalam rhizosfer.

## 6. Faktor-faktor yang mempengaruhi fitoremediasi untuk menurunkan kadar COD.<sup>(31)</sup>

### a. Suhu

Suhu lingkungan merupakan penyebab fotosintesis meningkat sehingga penyerapan tanaman akan ikut meningkat, karena semakin tinggi suhu pada lingkungan tanaman maka semakin tinggi pula penyerapan pada tanaman. Pada proses fotosintesis, logam Fe merupakan salah satu unsur logam yang diperlukan untuk transpor elektron pada proses fotosintesis. Suhu yang dibutuhkan untuk pertumbuhan tanaman air yaitu 25°C-30°C.<sup>(48)</sup>

### b. pH

pH merupakan derajat keasaman yang digunakan untuk menunjukkan tingkat keasaman suatu larutan. pH juga merupakan parameter kimiawi yang penting untuk menunjukkan kondisi lingkungan yang baik atau lingkungan yang sudah tercemar. pH disebut juga sebagai kologaritma aktivitas hidrogen yang terlarut.<sup>(49)</sup>

### c. Jenis tanaman

Semua tumbuhan umumnya memiliki kemampuan untuk menyerap logam tetapi dalam jumlah yang bervariasi yakni mampu mengakumulasi logam dengan konsentrasi yang tinggi pada jaringan akar dan tajuknya, sehingga bersifat hiperkumulator untuk tujuan fitoekstraksi. Tanaman yang mampu menyerap logam berbahaya pada produksi air limbah yaitu tanaman daun kiambang dan kayu apu.<sup>(41)</sup> dari penelitian sebelumnya telah didapatkan bahwa penurunan kadar COD menggunakan fitoremediasi

menggunkan tanaman daun kiambang dan kayu apu yaitu penelitian dari Magelang dengan penurunan berturut-turut sebesar 58,80%.<sup>(24)</sup>

d. Umur tanaman

Umur tanaman dapat mempengaruhi sebuah proses fitoremediasi, semakin tua umur tanaman semakin besar proses keberhasilan. Kalimat ini dapat diperkuat dengan penelitian sebelumnya yaitu penelitian tentang tanaman daun kiambang pada limbah cair domestik.<sup>(48)</sup>

e. Lama kontak

Semakin lama waktu penyerapan yang dilakukan dalam proses fitoremediasi maka semakin besar pula polutan yang diserap oleh tumbuhan. Berdasarkan penelitian sebelumnya penyerapan cemaran oleh tanaman daun kiambang penurunan terbesar didapatkan pada lama kontak hari ke- 8.<sup>(21)</sup>

Faktor-faktor yang dapat mempengaruhi berhasilnya fitoremediasi untuk kemampuan daya akumulasi berbagai tanaman berbagai sumber konsentrasi polutan:<sup>(45)</sup>

- a. Sifat kimia dan fisika, dan sifat fisiologi tanaman
- b. Jumlah zat kimia berbahaya
- c. Mekanisme akumulasi dan hiperakumulasi yang ditinjau secara fisiologis, biokimia dan molekuler
- d. Konsentrasi limbah yang digunakan

Ada beberapa kriteria tanaman yang dapat digunakan dalam proses fitoremediasi seperti tanaman tersebut harus memiliki kecepatan tumbuh yang tinggi, hidup pada habitat yang kosmopolitan, mampu mengkonsumsi air dalam jumlah yang banyak dan dalam waktu yang singkat.

## F. Tanaman daun kiambang

1. Klasifikasi tanaman daun kiambang yaitu :<sup>(50)</sup>

Kingdom	: plantae
Subkingdom	: tracheobionta
Division	: pteridophyta
Class	: filicopsida
Order	: hydropteridales
Famili	: salviniacea
Genus	: salvinia
Species	: salvinia molesta



Gambar 2.1 : tanaman daun kiambang

2. Morfologi tanaman daun kiambang:<sup>(50)</sup>

Daun kiambang (*salvinia molesta*) memiliki tiga lembar daun, dua berada diatas dan satu terendam dibawah air, *salvinia molesta* juga mengembang diatas permukaan air membentuk kerumunan dan dapat mengancam kualitas air dan suplai oksigen. *Salvinia molesta* dapat hidup dan berkembang di suhu yang beriklim tropis dengan pertumbuhan yang optimal pada suhu 20°-30°C dan pH air 6,0 dan 7,5 dan tunas akan mati apabila suhu berada dibawah 3°C dan berada diatas 43°C.<sup>(51)</sup>

Daun *salvinia molesta* memiliki panjang 2,7 cm dan lebar 1,0-1,8 cm dan dapat tumbuh baik dalam air yang mengalir lambat, pada

waktu satu minggu salvinia molesta dapat melipat gandakan diri dan mengambang secara bebas membentuk tikar yang lebar.<sup>(50)</sup>

### 3. Kemampuan daun kiambang dalam penyerapan zat kimia COD

Daun kiambang merupakan salah satu jenis gulma air yang memiliki kemampuan sebagai remediator yang sangat baik dalam meremediasi perairan yang telah terkontaminasi oleh air limbah, baik limbah organik maupun anorganik yang memiliki sifat sebagai hiperakumulator yang tinggi dan pertumbuhan tanaman ini juga sangat cepat.<sup>(51)</sup> Tanaman kiambang mampu bertahan hidup didalam perairan yang memiliki kadar nutrisi yang rendah atau perairan yang tercemar logam berat selain tanaman air daun kiambang memiliki diameter daun yang cukup kecil tetapi memiliki perakaran yang sangat lebat dan panjang. Dalam proses penyerapan akarlah yang sangat berfungsi memiliki kemampuan menyerap polutan yang paling tinggi tapi tidak menghalangi penetrasi cahaya kedalam perairan.<sup>(52)</sup>

## G. Tumbuhan kayu apu

### 1. Klasifikasi kayu apu

Kayu apu merupakan salah satu tumbuhan fitoremediator yaitu tumbuhan dengan kemampuan pengolahan limbah yang berupa logam berat, zat organik maupun anorganik dengan kemampuan sebagai fitoremediator untuk menurunkan jumlah COD dan BOD dalam air yang terkandung dalam limbah cair. <sup>(23)</sup> Klasifikasi kayu apu yaitu

Kingdom : Plantae  
Subkingdom : Tracheobionta  
Superdivisi : Spermatophyte  
Divisi : Magnoliophyta

Kelas : Liliopsida  
Subkelas : Arceidae  
Ordo : Arales  
Famili : Araceae  
Genus : Pistia  
Spesies : Pistia Stratiotes L



Gambar 2.3: tanaman kayu apu

## 2. Morfologi tumbuhan kayu apu

Tumbuhan kayu apu dikenal sebagai tumbuhan pengganggu didanau, dengan akar tanaman berbentuk akar serabut yang terjurai pada lapisan atas diperairan dan berpotensi dapat menyerap bahan-bahan yang terlarut pada air yang memiliki daya untuk mengikat butiran-butiran lumpur yang halus yang dapat digunakan untuk menjernihkan air bagi industry maupun keperluan sehari-hari.<sup>(12)</sup> Tanaman kayu apu dapat menurunkan unsur N dan P secara berturut turut, 25% dan 12% per minggu dengan penyerapan kadar awal 0,847 mg/l dan 0,493 mg/l.

## 3. Kemampuan kayu apu dalam penyerapan zat kimia COD

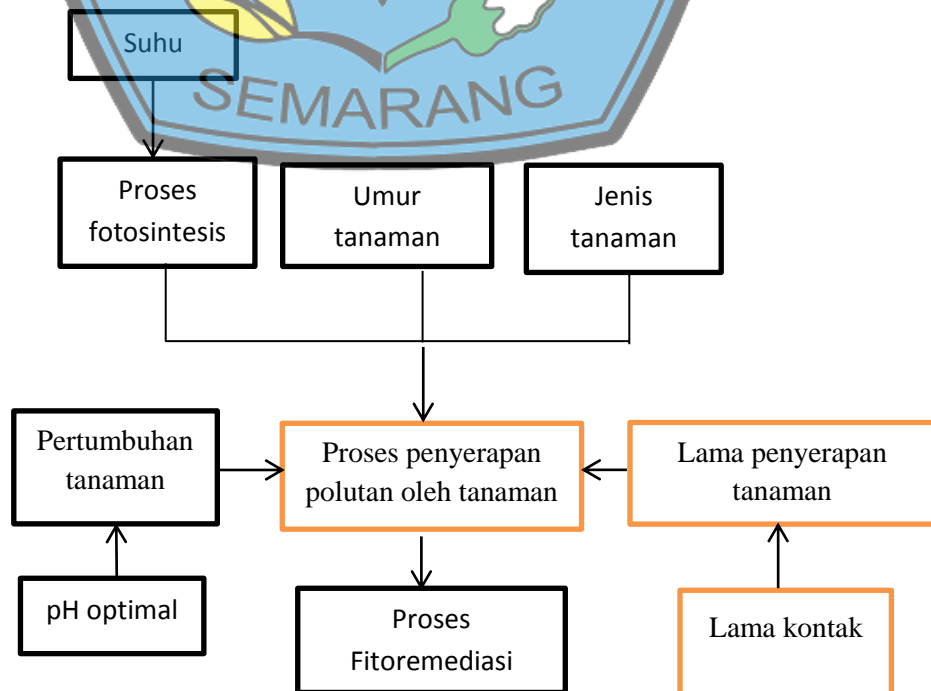
Tanaman kayu apu merupakan salah satu tanaman air yang banyak digunakan untuk proses fitoremediasi sebagai fitoremediator untuk perairan yang banyak mengandung logam berat pada limbah cair batik yang memiliki kadar organik yang tinggi. Tanaman kayu apu merupakan tanaman yang memiliki kemampuan menurunkan kadar pencemar air yang disebabkan oleh jumlah polutan yang tinggi dari hasil produksi air

limbah, dari diameter daun yang cukup besar dan akar yang panjang tetapi tidak begitu lebat, namun proses penyerapan yang bekerja paling maksimal terletak pada akarnya. akar tanaman kayu apu mampu menyerap polutan dengan cara bahan organik mendegradasi oleh mikroorganisme yang tumbuh oleh media yang menempel pada akar tanaman serta penetrasi rhizoma pada media. <sup>(53)</sup>

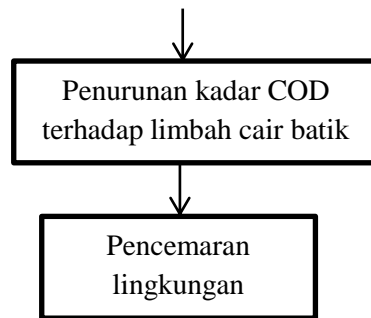
## H. Proses Fitoremediasi

Pada proses fitoremediasi yang dilakukan daun kiambang dan kayu apu akan menyerap zat kimia yang ada pada limbah cair batik dan kedua jenis tanaman air tersebut dapat menurunkan kadar zat kimia berbahaya yang terdapat pada limbah cair batik seperti COD. Penyerapan dilakukan dengan selang waktu 2, 4 dan 6 hari, proses penyerapan pada kedua jenis tanaman air tersebut dilakukan oleh akar tanaman. Akar tanaman akan berubah warna menjadi warna ungu dan seperti membusuk apabila air limbah cair batik tersebut tercemar oleh zat kimia seperti COD.

## I. Kerangka teori



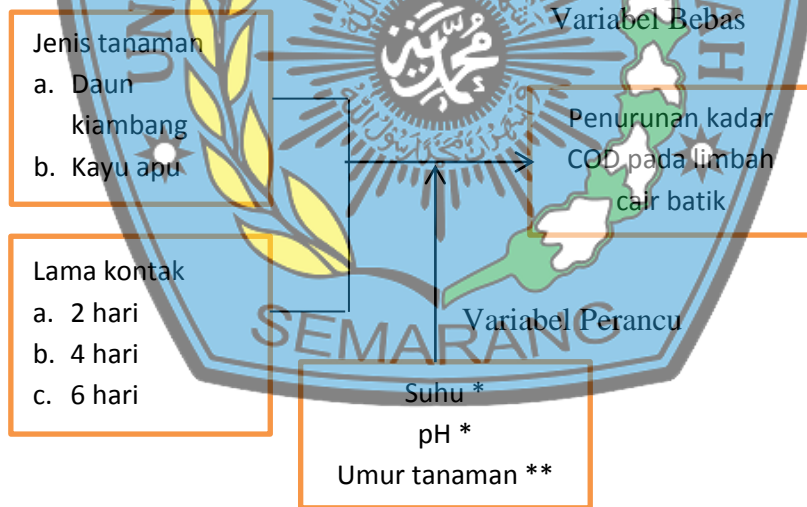




Gambar 2.4 : kerangka teori.<sup>(2).(11).(12).(21).(52).(53)</sup>

**J. Kerangka Konsep**

Variabel Bebas



Gambar 2.5: kerangka konsep.

Keterangan :

\*diukur

\*\*dikendalikan

**K. Hipotesis**

1. Ada pengaruh jenis tanaman terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair *home industri batik*
2. Ada pengaruh lama kontak terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair *home industri batik*
3. Ada pengaruh interaksi antara jenis tanaman dan lama kontak terhadap penurunan kadar COD pada limbah cair *Home Industri Batik*

