

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Dasar Teori

1. Limbah Layanan Kesehatan

a. Pengertian

Limbah layanan kesehatan mencakup semua hasil buangan yang berasal dari instalasi kesehatan, fasilitas penelitian, dan laboratorium. Sekitar 75-90% limbah yang berasal dari instalasi kesehatan merupakan limbah yang tidak mengandung risiko atau limbah “umum” dan merupakan limbah rumah tangga. Limbah tersebut kebanyakan berasal dari aktifitas administrasi dan kesehatan instalasi, di samping limbah yang dihasilkan selama pemeliharaan bangunan instalasi tersebut. Sisanya yang 10-25% merupakan limbah yang dipandang berbahaya dan dapat menimbulkan berbagai jenis dampak kesehatan (A. Pruss, 2005).

b. Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah cair rumah sakit adalah seluruh buangan cairan yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi limbah non medis yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian, dan limbah cair medis meliputi limbah cair yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, seperti ; air bekas cucian luka, cucian darah, air limbah laboratorium, dan lainnya (Said, 2002).

Limbah cair rumah sakit adalah semua buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang memungkinkan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan dan lingkungan (Kementerian Kesehatan RI, 2004).

c. Sumber Limbah Cair Rumah Sakit

Sumber limbah cair rumah sakit berasal dari kegiatan rumah sakit (semua air buangan) termasuk tinja yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan manusia (Kementerian Kesehatan RI, 2004).

d. Parameter Limbah Cair Rumah Sakit

Parameter limbah cair rumah sakit menurut Surat Keputusan Gubernur DIY No.7 Tahun 2010 tentang Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Pelayanan Kesehatan di Provinsi Daerah Istimewa Yogyakarta, yaitu :

1) Fisika

Parameter fisika limbah cair layanan kesehatan yaitu suhu.

2) Kimia

Parameter kimia limbah cair layanan kesehatan meliputi :

- a) BOD
- b) COD
- c) TSS
- d) NH_3 Bebas
- e) PO_4

- f) Minyak dan Lemak
 - g) Deterjen
 - h) Phenol
 - i) pH
- 3) Mikrobiologi

Parameter mikrobiologi limbah cair layanan kesehatan meliputi :

- a) Bakteri Coliform
 - b) Bakteri Patogen
- 4) Radioaktivitas

2. Pengolahan Limbah Cair

Pengolahan limbah cair dapat digolongkan menjadi tiga yaitu pengolahan secara fisika, kimia, dan biologi. Ketiga proses tersebut tidak selalu berjalan sendiri-sendiri tetapi kadang-kadang harus dilaksanakan secara kombinasi antara satu dengan yang lainnya. Ketiga proses tersebut, yaitu (Daryanto, 1995) :

a. Pengolahan Secara Fisika

Pengolahan secara fisika ditunjukkan untuk limbah yang bersifat tersuspensi atau tidak hancur, umumnya buangan cair yang mengandung padatan, akan memakai cara ini di dalam pemisahannya.

b. Pengolahan Secara Kimia

Pengolahan secara kimia adalah proses pengolahan yang menggunakan bahan kimia untuk mengurangi konsentrasi zat pencemar dalam limbah cair. Proses ini menggunakan reaksi kimia

untuk mengubah limbah cair yang berbahaya menjadi kurang berbahaya. Proses yang termasuk pengolahan secara kimia adalah netralisasi, presipitasi, klorinasi, koagulasi, dan flokulasi.

c. Pengolahan Secara Biologi

Pengolahan secara biologi adalah pengolahan limbah cair dengan menggunakan mikroorganisme seperti ganggang, bakteri, protozoa, untuk menguraikan senyawa organik dalam limbah cair menjadi senyawa yang sederhana. Pengolahan tersebut mempunyai tahapan seperti pengolahan secara aerob, anaerob, dan fakultatif.

3. Pengolahan Limbah Cair di IPLC RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta

Pengolahan limbah cair rumah sakit dilakukan pada instalasi yang ada di rumah sakit. Instalasi Pengelolaan Limbah Cair (IPLC) Dr. Sardjito Yogyakarta, meliputi (Giyatmi, 2003) :

a. Bak Penyaringan

Bak penyaringan merupakan unit operasi yang dijumpai pertama dalam bangunan pengolahan limbah. Dari inlet ini bak penyaring mulai berfungsi menyaring bahan-bahan kasar seperti plastik, kertas, kayu agar tidak ikut masuk ke unit pengolahan selanjutnya. Bak penyaring juga berfungsi untuk melindungi pompa, valve dan peralatan instalasi lainnya dari gangguan yang disebabkan oleh kehadiran benda-benda kasar yang terbawa aliran. Bahan-bahan kasar yang tersangkut/tersaring diangkat secara manual dan dibuang sebagai sampah.

b. Bak Penangkap Pasir

Bak penangkap pasir berfungsi untuk menghilangkan kerikil halus yang berupa pasir, koral atau zat padat berat lainnya yang mengalami penurunan kecepatan atau mempunyai gaya berat lebih besar dari zat organik yang dapat membusuk dalam limbah. Pada bak penangkap pasir ini terdapat tiga bagian aliran limbah. Dua bagian digunakan secara rutin dan satu lagi digunakan sebagai cadangan bila ada bagian yang dikuras atau dibersihkan.

c. Bak Equalisasi

Setelah melewati bak penangkap pasir, limbah cair dialirkan masuk ke bak equalisasi. Letak bak equalisasi berada lebih rendah dari bak penangkap pasir sehingga terjadi kontak antara oksigen dengan limbah cair saat terjunan air dari bak penangkap pasir masuk ke kolam equalisasi. Fungsi utama dari bak equalisasi adalah untuk meratakan debit limbah cair yang masuk ke unit pengolahan selanjutnya. Bak equalisasi juga berfungsi sebagai kolam pencampuran limbah cair. Pencampuran ini digunakan untuk menghomogenkan limbah cair yang kemudian dipompa ke bak aerasi. Pencampuran juga dilakukan oleh pompa pengangkut limbah cair dari bak equalisasi ke bak aerasi dengan cara mengembalikan sebagian dari debit yang diangkut ke bak aerasi.

d. Bak Aerasi

Pengambilan zat pencemar yang terkandung dalam limbah cair merupakan tujuan dari pengolahan limbah cair. Proses penambahan oksigen (aerasi) ke dalam limbah cair sangat menentukan

keberhasilan pengolahan limbah cair karena pada tahap ini kotoran-kotoran organik yang terkandung di dalam limbah akan diurai dan dihilangkan secara biokimiawi dengan bantuan bakteri aerobik dan anaerobik. Proses aerobik terjadi pada permukaan bak, sedangkan proses anaerobik terjadi pada bagian dasar/bawah kolam yang tidak mengandung oksigen. Proses aerobik dan anaerobik dalam suatu bak aerasi terjadi secara bersama-sama. Reaksi kimia yang terjadi secara aerob oleh mikroorganisme aerob akan menghasilkan CO_2 , H_2O , H_2S , CH_4 , NH_3 , N_2 , dan mikroorganisme baru. Bak aerasi pada instalasi pengolahan limbah cair RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta memasukkan udara ke dalam limbah cair melalui benda porous atau nozel. Nozel diletakkan di bagian dasar bak sebanyak 15 buah yang disusun seri dalam tiga baris sehingga ada lima nozel dalam satu barisnya. Dengan adanya penambahan oksigen dan lumpur ke dalam bak aerasi dapat meningkatkan penambahan mikroorganisme seiring dengan pembentukan sel-sel baru. Hasil dari penguraian zat organik yang terdapat dalam limbah cair pada bak aerasi ini akan membentuk flok (biosolid) yang kemudian dialirkan ke dalam bak pengendapan (sedimentasi).

e. Bak Sedimentasi

Biosolid atau flok-flok yang terbentuk dari proses perombakan zat organik dari limbah yang berasal dari bak aerasi mengalir dan mengendap pada bak pengendap. Waktu pengendapan pada bak sedimentasi berlangsung selama 6 jam. Biosolid atau dapat dikatakan juga dengan lumpur yang dapat diendapkan dalam bak sedimentasi

adalah sebanyak 10-25% dari jumlah limbah cair yang masuk. Lumpur yang dihasilkan sebanyak 15,66 m³/hari dibiarkan mengendap dalam bak sedimentasi. Lumpur yang mengendap ini 5 hari sekali dipompakan ke sludge drying bed dimana sebelumnya direcycle terlebih dahulu ke bak aerasi sebanyak 50 m³ sebagai nutrisi dan mikroorganisme pengurai zat-zat organik dalam limbah cair berikutnya. Selanjutnya pada hari kelima, recycle juga dilakukan secara rutin setiap harinya selama tiga kali pemompaan. Permasalahan yang selalu timbul pada bak pengendapan lumpur adalah adanya flok-flok yang mengapung di atas permukaan bak sedimentasi. Flok-flok ini terjadi di dasar bak yang menghasilkan gas-gas yang terbawa ke atas dan mengapungkan kembali flok-flok yang akan mengendap. Flok-flok yang mengapung di permukaan air ini dapat dihilangkan dengan pengadukan secara mekanis dan dengan mengeluarkan melalui over flow masuk ke sumbu penampungan flok untuk selanjutnya dipompakan kembali ke bak aerasi. Bak sedimentasi terdapat 2 unit yaitu bak sedimentasi I dan Bak sedimentasi II.

f. Debit Thomson

Berfungsi untuk mengamati dan mengukur debit limbah. Pada unit pengolahan limbah cair ini terdapat 2 debit Thomson (Lampiran 5).

g. Bak Lumpur Aktif

Bak penampung lumpur berfungsi untuk menampung lumpur dari bak sedimentasi untuk selanjutnya dipompakan ke bak aerasi sebagai recycle. Bak ini juga berfungsi untuk menampung lumpur sisa

recycle untuk selanjutnya lima hari sekali dipompakan ke bak pengering lumpur (sludge drying bed).

h. Bak Uji Biologi I

Limbah cair yang keluar dari bak sedimentasi II mengalir masuk ke bak uji biologis I. Bak uji biologis I ini berfungsi mempersiapkan air limbah terolah sebelum dilakukan kontak chlor. Dalam bak uji biologis ini dipelihara ikan sebagai indikator.

i. Bak Kontak Desinfektan

Berfungsi untuk mencampur desinfektan dan limbah cair yang telah di terolah sebelum agar bakteri patogen yang masih terdapat dalam limbah cair akan mati.

j. Sand Filter

Berfungsi untuk menyaring partikel-partikel yang melayang dan belum mengendap di bak sedimentasi. Sand filter ini berisi pasir kuarsa dan koral.

k. Karbon Filter

Karbon filter berfungsi sebagai penyerap bau dari chlor dan menyerap warna sehingga limbah cair menjadi lebih jernih dan bau chlor dapat berkurang.

l. Bak Uji Biologis II

Pada bak uji biologi II ini dilakukan kontak desinfektan untuk membunuh bakteri yang bertujuan agar mengurangi atau membunuh mikroorganisme patogen yang ada dalam limbah cair. Bahan desinfektan yang dipergunakan dalam proses desinfeksi

pada tahap ini adalah chlorin yang berbentuk garam atau lebih dikenal dengan nama kaporit ($\text{Ca}(\text{OCI})_2$).

m. Bak Uji Biologi III

Bak uji biologis III ini merupakan proses terakhir dari sistem pengolahan yang ada di RSUP Sardjito Yogyakarta. Pada uji biologi III ini berfungsi sebagai indikator apakah limbah cair hasil pengolahan sudah layak dibuang ke badan air atau belum. Dalam bak uji biologis ini dipelihara ikan sebagai indikator. Apabila ikan hidup dengan baik, hal ini menunjukkan bahwa limbah sudah diolah tersebut telah layak dibuang ke badan air.

n. Bak Pengering Lumpur

Lumpur merupakan hasil akhir dari setiap instalasi pengolahan limbah cair. Pada Instalasi pengolahan limbah cair yang menggunakan sistem lumpur aktif yang dihasilkan dalam bak sedimentasi sebagai recycle dan sebagian lagi dipompakan ke bak pengering lumpur (sludge drying bed) lumpur yang ditumpahkan ke bak pengering lumpur biasanya mengandung kadar solid 10% dan air 90%. Instalasi pengolahan limbah cair RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta dalam mengeringkan lumpur yang dihasilkan oleh proses pengolahan limbah cair menggunakan delapan buah bak pengering lumpur. Bak pengering lumpur dilengkapi dengan media penyaring setebal 40 cm yang terdiri dari pasir halus, pasir kasar, dan koral besar. Air yang meresap melewati lapisan penyaring masuk ke pipa unser drain dan sebagian lagi menguap ke udara. Waktu pengeringan lumpur biasanya 3-4 minggu dengan ketebalan lapisan pengering lumpur

dalam bak pengering antara 15-25 cm. Semakin tebal lapisan lumpur, waktu pengeringan semakin lama. Keadaan cuaca juga sangat mempengaruhi lama waktunya pengering lumpur.

4. Phospat

Phospat berada dalam limbah cair dalam bentuk organik. Sebagai ortophosfat anorganik atau sebagai phospat-phospat kompleks. Phospat kompleks mewakili kira-kira separuh dari phospat air limbah perkotaan dan berasal dari penggunaan bahan-bahan detergen sintetis. Phospat kompleks mengalami hidrolisa selama pengolahan biologis menjadi bentuk ortofosfat (PO_4^{3-}) (Budi, 2006).

Phospat dalam limbah cair rumah sakit berasal dari Sodium Tripolyphosphate (STPP) yang merupakan salah satu bahan yang kadarnya besar dalam detergen (HERA, 2003). Dalam detergen, STPP ini berfungsi sebagai builder yang merupakan unsur penting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air sehingga detergen dapat bekerja secara optimal. STPP ini akan terhidrolisa menjadi PO_4 dan P_2O_7 yang selanjutnya akan terhidrolisa juga menjadi PO_4 (HERA, 2003).

Keberadaan phospat secara berlebihan yang disertai keberadaan nitrogen dapat menstimulir ledakan pertumbuhan algae diperairan (*Algae bloom*). Algae yang berlimpah ini akan membentuk lapisan dipermukaan air, yang selanjutnya dapat menghambat penetrasi oksigen dan cahaya matahari, sehingga kurang menguntungkan bagi ekosistem di perairan (Effendi, 2003). Apabila di dalam badan air

terdapat kandungan PO_4 yang berlebih akan mengakibatkan terjadinya eutrofikasi (HERA, 2003).

5. Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman dan bagiannya untuk dekontaminasi limbah dan masalah-masalah pencemaran lingkungan baik secara *ex-situ* menggunakan kolam buatan atau reactor maupun *in-situ* (langsung di lapangan) pada tanah atau daerah yang terkontaminasi limbah (Subroto, 1996).

Fitoremediasi berasal dari kata *phyto* (asal kata Yunani *pyton*) yang berarti tumbuhan/tanaman (*plant*) dan kata *remediation* (asal kata Latin *remediare*=to remedy) yaitu memperbaiki/menyembuhkan atau membersihkan sesuatu. Dengan demikian fitoremediasi dapat didefinisikan sebagai : penggunaan tumbuhan untuk menghilangkan, memindahkan, menstabilkan atau menghancurkan bahan pencemar baik itu senyawa organik maupun anorganik (Priyanto, 2006). Proses fitoremediasi secara umum dibedakan berdasarkan mekanisme fungsi dan struktur tumbuhan (Mangkoedihardjo, 2007). USEPA (1999, 2001) dan ITRC (2001) secara umum membuat klasifikasi proses sebagai berikut :

a. Fitostabilisasi (*phytostabilization*)

Akar tumbuhan melakukan immobilisasi polutan dengan cara mengakumulasi, mengadsorpsi pada permukaan akar dan mengendapkan presipitat polutan dalam zona akar. Proses ini secara

tipikal digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik dan beberapa logam berat.

b. Fitoekstraksi/fitoakumulasi (phytoextraction/phytoaccumulation)

Akar tumbuhan menyerap polutan dan selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan. Proses ini cocok digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik seperti pada proses fitostabilisasi.

c. Rizofiltrasi (rhizofiltration)

Akar tumbuhan mengadsorpsi atau presipitasi pada zona akar atau mengadsorpsi larutan polutan sekitar akar ke dalam akar. Proses ini digunakan untuk bahan larutan yang mengandung bahan organik maupun anorganik.

d. Fitodegradasi/fitotransformasi

(phytodegradation/phytotransformation)

Organ tumbuhan menguraikan polutan yang diserap melalui proses metabolisme tumbuhan atau secara enzimatik.

e. Rizodegradasi (rhizodegradation)

Polutan yang diuraikan oleh mikroba dalam tanah, yang diperkuat/sinergis oleh ragi, fungi, dan zat-zat keluaran akar tumbuhan (eksudat) yaitu gula, alkohol, asam. Eksudat itu merupakan makanan mikroba yang menguraikan polutan maupun biota tanah lainnya. Proses ini tepat untuk dekontaminasi zat organik.

f. Fitovolatilisasi (phytovolatilization)

Penyerapan polutan oleh tumbuhan dan dikeluarkan dalam bentuk uap cair ke atmosfer. Kontaminan bisa mengalami transformasi sebelum lepas ke atmosfer. Kontaminan bisa mengalami

transformasi sebelum lepas ke atmosfer. Proses ini digunakan untuk kontaminasi zat-zat organik.

6. Tanaman Air *Azolla pinnata*

Di Indonesia, azolla dikenal dengan nama Mata lele. Tumbuhan *Azolla pinnata* menurut Lumpkin dan Plucknett (1980) dalam taksonomi tumbuhan mempunyai klasifikasi sebagai berikut :

Divisi	: Pteridophyta
Kelas	: Leptosporangiopsida (heterosporous)
Ordo	: Salviniiales
Famili	: Azollaceae
Genus	: Azolla
Spesies	: <i>Azolla pinnata</i>



Gambar 1. *Azolla Pinnata*

Azolla merupakan tumbuhan jenis paku-pakuan air yang hidupnya mengambang diatas permukaan air. Berukuran kecil, lunak, bercabang-cabang tidak beraturan. Helaian daunnya tumpang tindih, tersusun saling menutup. Setiap daun terdiri dari dua helaian, yaitu : helaian atas dan

helaian bawah. Helaian atas berupa daun tebal, dan berada di atas air. Pada helai atau cuping bagian tengah sirip belakang dan sirip perut tipis terdapat klorofil. Cuping yang berklorofil merupakan tempat berlangsungnya proses fotosintesis dan simbiosis yang *Anabaenanya* berbeda. Cuping bagian bawah tidak berwarna dan fungsinya sebagai pengapung (Lumpkin and Plucknet, 1982).

Menurut Anonymous dalam Setiyowati (1997) menyatakan bahwa tanaman *Azolla pinnata* mempunyai jumlah stomata yang banyak terdapat dipermukaan daun yang tersusun secara vertical dan tiap 1 mm terdapat kira-kira 100 stomata. Stomata berwarna hijau karena mengandung klorofil yang berguna dalam asimilasi. Di dalamnya terdapat ruangan-ruangan yang berisi koloni *Anabaena azollae*.

Azolla pinnata tidak mempunyai batang, tetapi berupa rimpang. Pada cabang tanaman *Azolla pinnata* terdapat akar-akar yang menempel yang tersusun rapi seperti rambut yang lebat tumbuh secara horisontal dipermukaan air. Batang (rimpang) utama tidak bercabang secara bergantian, setiap cabang terdapat daun yang saling menindih (Djojowito, 2000).

Azolla dapat berkembang biak dengan beberapa cara yaitu secara vegetatif dan secara generatif. Pada perbanyakannya secara vegetatif, cabang-cabang sisi memisahkan diri dari cabang utama atau batang induk, diikuti oleh pembentukan lapisan penutup luka akibat pemisahan.

Kelebihan yang dimiliki oleh tanaman mata lele (*A. pinnata*) adalah kemampuannya bersimbiosis dengan alga hijau-biru *Anabaena azollae*. Mekanisme simbiotik dari proses fiksasi nitrogen yang terjadi dapat

membuat tanah yang ditumbuhi menjadi subur dan kaya akan nutrisi, khususnya senyawa golongan nitrogen (Kolam Azolla, 2008).

7. Tanaman Air *Azolla microphylla*

Tumbuhan *Azolla microphylla* dalam taksonomi tumbuhan mempunyai klasifikasi sebagai berikut (Lumpkin, 1980) :

Divisi : Pteridophyta
Kelas : Leptosporangiopsida (heterosporous)
Ordo : Salviniales
Famili : Azollaceae
Genus : *Azolla*
Spesies : *Azolla microphylla*



Gambar 2. *Azolla microphylla*

Azolla microphylla merupakan salah satu spesies dari genus *Azolla*. *Azolla* merupakan tumbuhan jenis paku-pakuan air yang hidupnya mengambang diatas permukaan air. Perkembangbiakan *azolla microphylla* sama seperti *azolla pinnata* yaitu secara vegetatif dan secara generatif.

Penyebarannya sangat cepat bila didukung badan air yang subur dan kaya akan nutrisi seperti nitrogen dan fosfat. Selain itu, tanaman ini memiliki berbagai kelebihan diantaranya menyerap limbah cair, bahan uji ekotoksikologi, dan merupakan salah satu bahan pakan ternak yang mempunyai nilai nutrisi tinggi (Nugrahapraja, 2008).

Azolla microphylla mampu mengurangi konsentrasi COD sebesar 39,7%, konsentrasi nitrogen sebesar 53% dan konsentrasi fosfat sebesar 49% dalam waktu retensi 3 hari (Azizah, 2008).

8. Tanaman Air *Marsilea quadrifolia*

Tumbuhan *Marsilea quadrifolia* dalam taksonomi tumbuhan mempunyai klasifikasi sebagai berikut (KPR, 2010) :

Divisi : Pteridophyta

Kelas : Pteridopsida

Ordo : Salviniales

Famili : Marsileaceae

Genus : Marsilea

Spesies : *Marsilea quadrifolia*



Gambar 3. *Marsilea quadrifolia*

Semanggi berdaun empat (*Marsilea quadrifolia*) adalah tumbuhan paku air yang daun-daunnya nampak seperti daun semanggi. Semanggi berdaun empat mempunyai akar tinggal (rhizoma) yang panjang. Daun-daunnya yang mengapung di air, berasal dari rhizoma, daun-daun tanaman ini terdiri dari 4 helai.

Semanggi berdaun empat tumbuh dalam air yang tenang, kaya bahan nutrisi, di semua benua, kecuali Amerika Selatan. Di Amerika, tumbuhan ini dianggap sebagai tumbuhan pengganggu (gulma). Di Slowakia, tumbuhan ini berkembang di 7 tempat berbeda pada tepi sungai Latorica. Dahulu, tanaman ini terlihat di daerah aliran sungai Bodrog, Laborec dan Uh. Di daerah-daerah tropis terdapat beberapa spesies terkait, yang kadang-kadang di tanam dalam akuarium-akuarium.

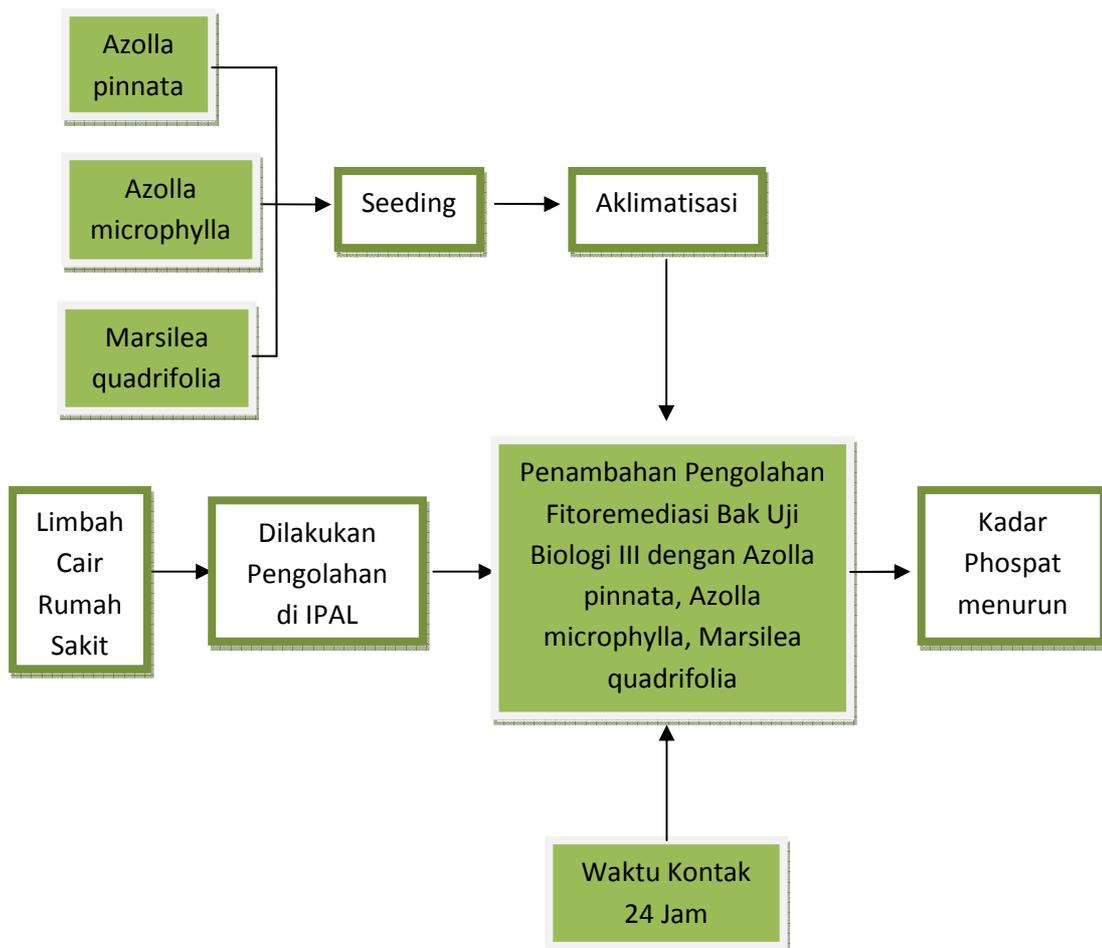
Semanggi berdaun empat (*Marsilea quadrifolia*), akan tumbuh sangat baik di dalam empang kebun. Semanggi berdaun empat akan beradaptasi cepat dengan kedalaman air sedangkan kualitas air tidak dihiraukannya (KPR, 2010).

9. Aklimatisasi

Aklimatisasi adalah proses penyesuaian fisiologis terhadap perubahan salah satu faktor lingkungan (Gusrina, 2008). Penyesuaian dua kondisi lingkungan yang berbeda (dari air sungai ke air limbah) perlu dilakukan secara cermat dan penuh kesabaran agar tingkat stress tanaman air terhadap perubahan lingkungan dapat ditekan seminimal

mungkin sehingga secara kualitas dan kondisi tanaman air dapat dipertahankan secara optimal.

B. Kerangka Konsep



Gambar 4. Kerangka Konsep

Keterangan :



= Yang akan diteliti

C. Hipotesis

1. Hipotesis Mayor

Ada pengaruh fitoremediasi tanaman air terhadap penurunan kadar fosfat limbah cair buangan di IPLC RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta.

2. Hipotesis Minor

a. Ada pengaruh fitoremediasi tanaman air *Azolla pinnata* terhadap penurunan kadar fosfat pada bak uji biologi III IPLC RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta,

b. Ada pengaruh fitoremediasi tanaman air tanaman air *Azolla microphylla* terhadap penurunan kadar fosfat pada bak uji biologi III IPLC RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta,

c. Ada pengaruh fitoremediasi tanaman air *Marsilea quadrifolia* terhadap penurunan kadar fosfat pada bak uji biologi III IPLC RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta,

d. Ada perbedaan penurunan kadar fosfat limbah cair buangan di IPLC RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta antara tanaman air *Azolla pinnata*, *Azolla microphylla* dan *Marsilea quadrifolia*,

e. Ada tanaman air yang memiliki kemampuan paling tinggi terhadap penurunan fosfat pada bak uji biologi III IPLC RSUP Dr. Sardjito Yogyakarta.