**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

1. **Landasan Teori**
2. Limbah Cair
3. Pengertian Limbah Cair Rumah Sakit

Air limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit yang meliputi : limbah domestik cair yakni buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian, limbah cair klinis yakni air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dan lainnya, air limbah laboratorium dan lain-lain (Said, 2003).

Menurut Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor KEP-58/MENLH/12/1995 (2002), limbah cair adalah semua bahan buangan yang berbentuk cair yang berasal dari rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme pathogen, bahan kimia beracun, dan radioaktivitas. Limbah cair rumah sakit adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang kemungkinan mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan (Kepmenkes RI, 2004).

1. Sumber Limbah Cair Rumah Sakit

Sumber penghasil limbah rumah sakit adalah dari pelayanan medis, kegiatan penunjang medis dan fasilitas sosial lingkungan rumah sakit (Depkes RI, 1990). Menurut Hartiningsih (1992), buangan cair yang berasal dari hasil proses kegiatan rumah sakit meliputi :

1. Limbah domestik cair, yaitu buangan kamar mandi, dapur dan air bekas pencucian pakaian
2. Limbah cair klinis yaitu limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya air bekas cucian luka, cucian darah dan lainnya.
3. Limbah cair laboratorium dan lainnya. Macam, jumlah dan kadar zat pencemar yang dihasilkan dari setiap sumber tersebut bermacam-macam, tergantung kegiatan dan bahan yang digunakan.
4. Karakteristik Limbah Cair

[Limbah](http://limbah.org/limbah.html) cair memiliki 3 karakteristik yaitu karakteristik fisik, kimia dan biologi.

1. Karakteristik fisik :
2. Padatan

Padatan adalah padatan organik dan nonorganik yang mengendap dan tersuspensi sehingga bisa mengendap dan menyebabkan pendangkalan.

1. Kekeruhan

Kekeruhan menunjukkan sifat optis di dalam air karena terganggunya cahaya matahari saat masuk ke dalam air akibat adanya koloid dan suspensi.

1. Bau

Bau dikarenakan karena adanya mikroorganisme yang menguraikan bahan-bahan organik.

1. Suhu

[Limbah](http://limbah.org/limbah.html) cair memiliki suhu yang berbeda dibandingkan dengan air biasa, biasanya suhunya lebih tinggi karena adanya proses pembusukan

1. Karakteristik kimia [limbah](http://limbah.org/limbah.html) cair yaitu :
2. pH

pH dalam limbah cair yang normal antara 6-9, sedangkan untuk air yang tercemar nilai pH berbeda-beda tergantung pada jenis limbahnya. Perubahan keasaman pada limbah cair, baik kearah asam ataupun alkali akan mengganggu keidupan biota air. pH menunjukkan perlu atau tidaknya pengolahan pendahuluan (*pretreatment*) untuk mencegah terjadinya gangguan pada proses pengolahan limbah cair secara konvensional (Suparmin, 2002).

1. Fosfat  
   Kandungan fosfat yang tinggi menyebabkan suburnya algae dan organisme lainnya. Fosfat kebanyakan berasal dari bahan pembersih yang mengandung senyawa fosfate seperti sabun atau detergen.
2. Nitrogen

Umumnya terdapat sebagai bahan organik dan diubah menjadi amonia oleh bakteri sehingga menghasilkan bau busuk dan bisa menyebabkan permukaan air menjadi pekat sehingga tidak bisa ditembus cahaya matahari.

1. Karakteristik Biologis
   * + 1. Bakteri Coli

Sumber bakteri pathogen dalam limbah cair berasal dari kotoran manusia (tinja). Untuk menganalisa bakteri pathogen sangat sulit sehingga perlu digunakan parameter mikrobiologi perkiraan terdekat jumlah golongan coliform tinja dalam limbah cair 100 ml limbah cair.

* + - 1. Virus

Virus yang dikeluarkan oleh tubuh manusia dapat menjadi polutan yang berbahaya. Virus dapat bertahan cukup lama sampai dengan 40 hari dalam air pada suhu 20oC atau selama 6 hari dalam air sungai.

1. Prinsip-prinsip Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit

Pengolahan limbah pada dasarnya merupakan upaya mengurangi volume, konsentrasi atau bahaya limbah, setelah proses produksi atau kegiatan, melalui proses fisika, kimia atau hayati. Proses pengolahan limbah cair umumnya dibagi menjadi empat kelompok (Suparmin, 2002), yaitu :

* + 1. Pengolahan Pendahuluan ( *Pre Treatment* )

Pengolahan pendahuluan digunakan untuk memisahkan padatan kasar, mengurangi ukuran padatan, memisahkan minyak atau lemak dan proses menyetarakan fluktuasi aliran limbah pada bak penampung.

* + 1. Pengolahan Pertama ( *Primer Treatment* )

Pengolahan pertama bertujuan untuk mengurangi kandungan padatan tersuspensi melalui proses pengendapan (*sedimentation*).

* + 1. Pengolahan Kedua ( *Secondary Treatment* )

Pengolahan kedua berupa aplikasi proses biologis yang bertujuan untuk mengurangi zat organik melalui mekanisme oksidasi biologis.

* + 1. Pengolahan Ketiga ( *Tertiary Treatment* )

Pengolahan ketiga ini adalah lanjutan dari pengolahan pertama dan kedua. Pengolahan ini merupakan pengolahan secara fisik, kimia dan biologi (waluyo, 2005). Tahap pengolahan ini untuk menghilangkan fosfat, nitrat, bau dan mematikan bakteri pathogen. Beberapa jenis pengolahan yang sering digunakan antara lain :

1. Sedimentasi
2. Koagulasi
3. Adsorbsi (karbon aktif)
4. *Ion exchange*
5. Klorinasi

Sedangkan menurut Sugiharto (2005), secara garis besar kegiatan pengolahan air limbah dapat dikelompokkan menjadi 6 bagian. Selain 4 tahap di atas juga terdapat tahap-tahap :

* + 1. Pembunuhan bakteri ( Desinfektion )

Pembunuhan bakteri bertujuan untuk membunuh atau mengurangi mikroorganisme pathogen yang ada di dalam limbah cair. Mekanisme pembunuhan sangat dipengaruhi oleh kondisi dari zat pembunuhnya dan mikroorganisme itu sendiri. Pembunuhan bakteri dapat menggunakan panas dan bahan radiasi (biaya pelaksanaannya sangat mahal).

* + 1. Pengolahan lanjutan

Pengolah limbah akan menghasilkan lumpur yang perlu diadakan pengolahan secara khusus agar lumpur tersebut dapat dimanfaatkan kembali untuk keperluan kehidupan.

1. Pengolahan Limbah Cair pada Bak Sedimentasi

Menurut Waluyo (2005), sedimentasi adalah proses pengendapan partikel-partikel padat yang tersuspensi dalam cairan atau zat cair karena pengaruh gravitasi (gaya berat) secara alami. Dalam proses pengendapan cara gravitasi untuk mengendapkan partikel-partikel tersuspensi yang lebih berat dari pada air. Kegunaan dari sedimentasi adalah mereduksi bahan-bahan tersuspensi (kekeruhan) dari dalam air dan dapat berfungsi untuk mereduksi kandungan organism (pathogen) tertentu dalam air.

Sedimentasi dapat berlangsung secara sempurna pada danau yang airnya diam atau pada wadah yang dibuat sedemikian rupa sehingga air di dalamnya dalam keadaan diam. Pengolahan dengan bak sedimentasi paling sedikit dibutuhkan waktu detensi 24 jam. Pada bak sedimentasi kecepatan aliran rendah dengan waktu tinggal yang lebih lama sehingga memberikan kesempatan terjadinya pengendapan secara gravitasi.

Dalam prinsip pengolahan limbah cair, sedimentasi termasuk cara pengolahan ketiga (*Tertier Treatment*). Dimana pengolahan menggunakan secara fisika, kimia dan biologi. Tujuannya untuk menghilangkan fosfat, nitrat, bau dan mematikan bakteri pathogen.

1. Fosfat

Fosfat pada limbah cair berasal dari detergen karena sebagian besar penyusun detergen adalah polifosfat. Detergen yang tersisa akan mencemari lingkungan atau badan air. Fosfat berasal dari proses degradasi detergen, urine dan juga zat organik secara aerobik. Fosfat sangat berguna untuk pertumbuhan mikroorganisme dan merupakan faktor yang menentukan produktifitas badan air, air limbah rumah tangga, industri dan pertanian menyebabkan pertumbuhan tanaman yang berlebih (Sutrisno, 1991).

Fosfat di dalam air limbah berasal dari proses degradasi zat organik secara aerobik, hidrolisa senyawa polipospat pada detergen dan dari urine. Dalam air limbah fosfat dijumpai dengan senyawa orthofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Orthofosfat merupakan senyawa monomer seperti : H2PO4-, HPO dan PO, sedangkan polifosfat merupakan senyawa polimer seperti (PO3)3-, P3O dan P2C. Polifosfat diuraikan menjadi ortofosfat dan persenyawaan fosfat organik akan didegradasi menjadi orthofosfat dengan bantuan bakteri (Ralp, 1989).

Fosfat merupakan unsur yang esensial bagi tumbuhan tingkat tinggi dan algae, sehingga unsur ini menjadi faktor pembatas bagi tumbuhan dan algae akuatik serta sangat mempengaruhi tingkat produktivitas perairan (Effendi, 2005). Dalam air limbah fosfat dijumpai dengan senyawa orthofosfat, polifosfat dan fosfat organik. Ortofosfat merupakan bentuk fosfor yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik, sedangkan polifosfat harus mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat terlebih dahulu, sebelum dapat dimanfaatkan sebagai sumber fosfor.

Semua polifosfat mengalami hidrolisis membentuk ortofosfat. Perubahan ini bergantung pada suhu. Suhu yang mendekati titik didih, perubahan berlangsung cepat, kecepatan ini meningkat dengan menurunnya nilai pH. Perubahan polifosfat menjadi ortofosfat pada air limbah yang mengandung bakteri berlangsung cepat dibandingkan pada air bersih. Fosfat yang berikatan dengan ferri (Fe2(PO4)3) bersifat tidak larut dan mengendap diperairan. Ketika kondisi anaerob, ion besi valensi tiga (ferri) mengalami reduksi menjadi ion besi valensi dua (ferro) yang bersifat larut dan melepaskan fosfat ke perairan, sehingga meningkatkan keberadaan fosfat di perairan (Effendi, 2005).

Fosfat yang berlebih di dalam badan air akan menimbulkan dampak bagi kesehatan dan lingkungan. Fosfat yang terdapat dalam limbah cair, jika tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan :

1. Gangguan terhadap kesehatan

Keberadaan fosfat yang berlebih akan menimbulkan dampak bagi kesehatan, yaitu timbulnya *septicemia* (keracunan di dalam darah). *Septicemia* ini demulai dari sakit gigi, bintik-bintik pada lapisan mukosa gigi dan abses pada tulang rahang, terjadi demam menggigil dan dapat mengakibatkan kematian. Selain itu, fosfat yang tinggi dapat menyebabkan iritasi pada mukosa saluran pencernaan dengan tanda-tanda mual, muntah, sakit perut, pendarahan pada saluran pencernaan, acidosis dan shock (Siswanto, 1991).

1. Gangguan terhadap lingkungan

Limbah cair yang mengandung fosfat jika dibuang ke badan air akan memacu pertumbuhan alga dan menyebabkan *euthrophication* yaitu dimana badan air kaya akan nutrien. Sehingga kualitas badan air menurun. Kualitas badan air menurun karena fosfat akan memacu pertumbuhan alga bloom. Alga bloom akan menutupi permukaan air, sehingga oksigen dalam air akan berkurang. Proses aerobik akan berubah menjadi proses anaerobik, sehingga timbul bau pada badan air dan badan air tidak dapat digunakan sesuai peruntukkannya, karena oksigen berkurang sehingga kehidupan di badan air akan terganggu.

1. Gangguan terhadap keindahan

Limbah cair yang mengandung zat organik dan karena aktivitasnya dapat menyebabkan timbulnya bau yang tidak sedap, perubahan warna, berubahnya rasa dan perubahan suhu.

1. Amonia

Analisa air limbah biasanya berkaitan dengan penetapan unsur nitogen di dalamnya. Penetapan unsur nitrogen dalam air limbah umumnya adalah penetapan terhadap beberapa kelompok nitrogen antara lain amonia, nitrogen organik dan lainnya. Dalam air limbah kebanyakan nitrogen pada dasarnya dalam bentuk amonia dan nitrogen organik.

Amonia dalam air limbah (NH3) dihasilkan dari pembusukan secara bakterial terhadap zat-zat organik pada kondisi anaerobik. Menurut Effendi (2005), sumber amonia di perairan adalah pemecahan nitrogen organik (protein dan urea) dan nitrogen anorganik yang terdapat di dalam tanah dan air, yang berasal dari dekomposisi bahan organik (tumbuhan dan biota akuatik yang telah mati) oleh mikroba dan jamur. Proses ini dikenal dengan istilah amonifikasi.

Amonifikasi sebagai senyawa bebas pada proses pemecahan protein, membantu sebagai sumber nitrogen pada sejumlah tumbuhan. Namun, amonia tidak dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan. Sumber nitrogen yang dapat dimanfaatkan secara langsung oleh tumbuhan akuatik adalah nitrat (NO3), ammonium (NH4) dan gas nitrogen (N2). Amonia akan dioksidasi menjadi ntrit dan nitrat. Proses oksidasi ini disebut nitrifikasi yang merupakan proses penting dalam siklus nitrogen dan berlangsung pada kondisi aerob (Effendi, 2005).

Oksidasi amonia menjadi nitrit dilakukan oleh bakteri *Nitrosomonas*, sedangkan oksidasi nitrit menjadi nitrat dilakukan oleh bakteri *Nitrobacter*. Proses amoniikasi dan nitrifikasi dipengaruhi oleh suhu dan aerasi. Proses amonifikasi dan nitrifikasi ditunjukkkan dalam persamaan reaksi :

amonifikasi nitrifikasi

N organik + O2 NH3-N + O2  NO2-N + O2 NO3-N

*Nitrosomonas*

2NH3 + 3O2 2NO2- + 2H+ + 2H2O

*Nitrobacter*

2NO2- + O2 2NO3-

Amonia yang terukur diperairan berupa amonia total (NH3 dan NH4­+). Amonia bebas (NH3) tidak dapat terionisasi, sedangkan ammonium (NH4+) dapat terionisasi. Amonia bebas yang tidak terionisasi (*unionized*) bersifat toksis terhadap organisme akuatik. Toksisitas amonia terhadap organisme akuatik akan meningkat jika terjadi penurunan kadar oksigen terlarut, pH dan suhu.

Selain menimbulkan toksisitas, amonia juga menyebabkan timbulnya bau pada limbah (gas amonia). Oleh karena itu, perubahan zat organik dari kondisi aerobik menjadi anaerobik tidak diinginkan karena menimbulkan bau busuk. Pentingnya bau dalam penentuan kondisi air limbah dipertinggi pula oleh kenyataan bahwa konsentrasi yang sangat kecil daripada suatu zat tertentu dapat ditelusuri dari baunya. Suatu konsentrasi dari kira-kira 0,037 mg/L amonia dapat menimbulkan bau amonia yang sedikit menyengat. Amonia juga dapat menyebabkan iritasi dan korosi serta dapat mengganggu proses desinfeksi dengan chlor (Slamet, 2006).

1. Fitoremediasi

Fitoremediasi adalah upaya penggunaan tanaman dan bagian-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).

Prinsip dasar dari teknologi fitoremediasi ini adalah memulihkan tanah terkontaminasi, memperbaiki sludge, sedimen dan air bawah tanah melalui proses pemindahan, degradasi atau stabilisasi suatu kontaminan. Proses dalam teknologi fitoremediasi ini berjalan secara alami dengan enam tahapan proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan atau pencemar disekitarnya.

1. Phytoacumulation (phytoextraction)yaitu tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan, proses ini disebut juga Hyperacumulation. Akar tumbuhan menyerap polutan dan selanjutnya ditranslokasi ke dalam organ tumbuhan. Proses ini adalah cocok digunakan untuk dekontaminasi zat-zat anorganik.
2. Rhizofiltration (rhizo=akar) adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Spesies tumbuhan yang fungsional adalah rumput air seperti Cattail dan eceng gondok .
3. Phytostabilization yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
4. Rhizodegradetion yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi atau bakteri.
5. Phytodegradation yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang memiliki molekul menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan susunan molekul yang lebih sederhana, yang dapat bergunan bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada batang, daun, akar atau di luar sekitar tanaman dengan bantuan enzym yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzym berupa bahan kimia yang mempercepat proses degaradasi.
6. Phytovolatization yaitu proses menarik dan transpirsi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak bebahaya lagi untuk selanjutnya diupakan ke atmosfir. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air dengan jumlah 200 sampai dengan 1000 liter air perhari tiap batangnya (Kurniawan, 2008).

Jenis-jenis tanaman yang sering digunakan di fitoremediasi adalah Anturium Merah, Anturium Kuning, Alamanda Kunig, Alamanda Ungu, Akar Wangi, Bambu Air, Cena Presiden Merah/Kuning/Putih, Dahlia, Dracenia Merah/Hijau, Enceng Gondok, Heleconia Merah/Putih, Lotus Kuning Merah dan lain-lain.

1. Tanaman Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

Tanaman enceng gondok dalam perkembangannya menjadi gulma yang banyak tumbuh dalam perairan diantara jenis-jenis gulma yang berkembang di indonesia. Tanaman enceng gondok mempunyai bentuk dan ukuran yang beraneka ragam tergantung pada keadaan geografi area tempat tumbuhnya. Tanaman ini mempunyai kemampuan menyerap logam berat dan senyawa sulfid. Menurut Steenis (2006) tanaman enceng gondok mempunyai kedudukan taksonomi sebagai berikut :

Divisiio : *Spermatophyta*

Sub divisi : *Angiospermae*

Clasissis : *Monocotyledoneae*

Ordo : *Farinosease*

Familia : *Pontedoriceae*

Genus : *Eichornia*

Spesies : *Eichornia crassipes*

Enceng gondok adalah tanaman air atau rawa yang dapat digunakan sebagai agen pembersih bagi perairan tercemar oleh logam-logam berat, limbah organik, limbah anorganik dan mengurangi tingkat kekeruhan air dengan cara mengabsorbsi dan mengurangi pergerakan sehingga memudahkan terjadinya sedimentasi dari bahan tersuspensi. Sifat tanaman yang cepat berkembangbiak dan toleransi tinggi terhadap lingkungan atau habitat hidupnya, membawa tumbuhan ini untuk membuka harapan baru sebagai media dalam pengendalian pencemaran air.

Tanaman yang hidup di air seperti halnya *Eichornia crassipes* pada perakarannya memiliki mikroba *rhizosfera* yang mempunyai kemampuan untuk menguraikan bahan-bahan organik ataupun anorganik. Sehingga kehadirannya kemudian dimanfaatkan untuk keperluan pengolahan air buangan (Suriawiria, 2003).

* + 1. Akar

Bagian akar ditumbuhi bulu-bulu serabut, berfungsi sebagai pegangan atau jangkar. Sebagian besar akarnya berguna untuk menyerap zat-zat yang diperlukan dari dalam air. Bagian ujung akar tidak terdapat tudung akar (kaliptra) tetapi sebagai gantinya bebentuk kantong akar. Dibawah penyinaran matahari kantong akarnya akan berwarna merah, susunan akarnya dapat mengumpulkan lumpur yang terlarut dalam air yang tersangkut dalam kepadatan serabut akar.

* + 1. Tangkai

Tangkai enceng gondok berbentuk bulat menggelembung yang di dalamnya penuh dengan bilik udara yang berguna untuk mengapung dipermukaan air.

* + 1. Daun

Daun enceng gondok merupakan daun makrofita yang terletak di atas permukaan air, yang di dalamnya terdapat lapisan rongga udara yang berfungsi sebagai alat pengapung. Zat hijau daun terdapat dalam epidermis. Di permukaan lapisan atas daun dipenuhi dengan mulut daun (stomata) dan bulu daun.

* + 1. Bunga

Bertangkai panjang dengan warna mahkota lembanyung muda. Berbunga majemuk dengan jumlah 6-35, bentuk karangan bunga bulir dengan putik tunggal. Dapat berbunga serempak sepanjang tahun dan cepat layu ( Sigid, 2004).

1. Potensi Enceng Gondok Sebagai Penyerap Pencemar dalam Air

Beberapa tumbuhan air dapat menyerap unsur-unsur hara dan zat kimia lainnya yang diperlukan secara cepat dan efektif, sehingga kehadirannya di air dapat digunakan untuk pengolahan buangan. Seperti banyak penelitian yang dilaporkan saat ini, beberapa tumbuhan air dapat menyerap senyawa organik dan anorganik serta unsur-unsur kimia lainnya yang terlarut dalam perairan yang tercemar salah satunya enceng gondok.

Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) dapat menyerap kandungan logam berat dan unsur-unsur kimia beracun lainnya dalam suatu perairan yang tercemar (Cahyana, 2006). Enceng gondok (*Eichornia crassipes*) pada perakarannya memiliki mikroba *rhizosfera* yang mempunyai kemampuan untuk menguraikan bahan-bahan organik ataupun anorganik. Sehingga kehadirannya di air untuk keperluan pengolahan buangan (Waluyo, 2005).

Proses penyerapan zat-zat yang terdapat di dalam limbah dilakukan oleh ujung-ujung akar dengan jaringan meristem oleh molekul-molekul air yang ada pada tumbuhan. Unsur-unsur yang terdapat di air diambil oleh enceng gondok dalam bentuk anion dan kation, yang dilakukan oleh ujung-ujung akarnya. Penyerapan terbesar terjadi pada bulu-bulu akar yang berjumlah sangat banyak. Permukaan akar yang luas dan kesempatan kontak langsung dengan air memudahkan proses penyerapan unsur-unsur dalam jumlah yang besar. Akar yang masih muda berpotensi untuk menyerap ion-ion dalam jumlah banyak (Dwijoseputro, 1980).

Secara fisiologis enceng gondok dapat berperan secara tidak langsung dalam mengatasi bahan pencemar perairan. Oksigen hasil fotosintesis di daun dan tangkai daun ditransfer ke akar yang luas serta air di sekitarnya. Ini membuat rizosfer menyediakan lingkungan mikro dengan kondisi yang kondusif bagi bakteri termasuk bakteri nitrit. Oleh karena itu aktivitas dekomposisi oleh bakteri jenis ini yaitu perubahan amonia menjadi nitrat lebih meningkat (Haryanti dkk, 2010). Senyawa nitrat yang larut dalam air akan diabsorbsi oleh tumbuhan, kemudian akan diubah menjadi senyawa protein (Effendi, 2005).

1. Pengolahan Limbah Cair dengan Tanaman Enceng Gondok

Pengolahan limbah cair menggunakan tanaman enceng gondok merupakan sistem pengolahan yang berwawasan lingkungan. Tanaman ini banyak tersedia, dapat hidup di air limbah dan memiliki perakaran yang luas sehingga respirasi oleh akar dapat terjadi disemua bagian. Unit pengolahan ini menggunakan tanaman sebagai pengurai bahan organik maupun anorganik. Menurut hasil penelitian Betyandria (2010), penambahan enceng gondok sebanyak 0,5 Kg/20 L air limbah efektif menurunkan fosfat. Waktu kontak yang diperlukan minimal selama 24 jam karena proses fotosintesis berlangsung selama 24 jam dalam sehari dan memberi kesempatan bakteri pengurai untuk melakukan degradasi zat-zat pencemar.

Enceng gondok melakukan evatranspirasi yaitu penguapan dan penyerapan secara cepat pada sistem perakaran dan sistem daunnya. Pada perakarannya terdapat jaringan *parenchematis* sehingga penyerapan cepat terjadi, sedangkan pada daun terdapat jaringan yang mempercepat evatranspirasi yaitu adanya rambut-rambut dan stomata pada permukaan daunnya. Proses penyerapan unsur hara dilakukan oleh akar yang diawali dengan penguraian bahan organik oleh mikroorganisme *rhizosfera* yang kemudian diserap oleh akar tanaman dalam jumlah besar.

Fosfat di dalam tanaman air mempunyai fungsi sangat penting yaitu dalam proses fotosintesis, respirasi, transfer, pembelahan dan pembesaran sel serta proses-proses di dalam tanaman. Sedangkan amonia tidak dapat dimanfaatkan langsung oleh tumbuhan tetapi dengan bantuan bakteri diubah menjadi ion amonium, nitrat dan gas nitrogen yang langsung dapat diserap oleh tumbuhan. Kecepatan penyerapan zat pencemar dari dalam air limbah oleh enceng gondok dipengaruhi oleh beberapa faktor, diantaranya komposisi dan zat yang terkandung dalam air limbah, kerapatan enceng gondok dan waktu tinggal enceng gondok dalam air limbah.

Selain itu, kadar pH air limbah, oksigen terlarut dan suhu air juga mempengaruhi proses penyerapan fosfat dan amonia. Enceng gondok tumbuh dengan baik pada pH 7,0-7,5. Jika pH nya lebih atau kurang maka pertumbuhannya terhambat, bahkan mati jika kondisi pH nya terlalu ekstrim (Hardyanti, 2006).

Kadar pH yang tinggi menyebabkan amonia bersifat toksik karena amonia yang terkandung dalam media tidak terionisasi (Juswardi dkk, 2010). Tingkat toksisitas amonia akan semakin meningkat pada kondisi kadar oksigen terlarut dan suhu yang rendah. Kondisi oksigen terlarut dan suhu yang rendah menyebabkan bakteri nitrifikasi di *rhizorfer* tidak mampu melakukan proses nitrifikasi secara optimal.

1. **Kerangka Konsep**

Karakteristik kimia

* Fosfat
* Amonia

1. Sinar matahari
2. Kualitas limbah cair
3. Kepadatan tumbuhan
4. pH
5. Aerasi
6. Fitoremediasi Enceng Gondok (*Eichornia crassipes*)

Limbah Cair

Badan air

Tidak

tercemar

Tercemar

* *Septicemia*
* Iritasi mukosa saluran pencernaan
* Bau
* Ganguan chlorinasi

Gambar 1. Kerangka Konsep

Keterangan : menunjukkan variabel yang diteliti.

1. **Hipotesis**
   * + - 1. Hipotesis Mayor

Ada pengaruh fitoremediasi *Eichornia crassipes* (enceng gondok) terhadap perbaikan kualitas limbah cair buangan di IPLC RSUP Dr. Sardjito.

* + - * 1. Hipotesis Minor

1. Ada pengaruh fitoremediasi enceng gondok terhadap kadar fosfat pada bak sedimentasi yang ditanami enceng gondok.
2. Ada pengaruh fitoremediasi enceng gondok terhadap kadar amonia pada bak sedimentasi yang ditanami enceng gondok.