**BAB II**

**TINJAUAN PUSTAKA**

1. **Landasan Teori**
2. **Limbah Rumah Sakit dan Sumbernya**

Limbah cair adalah kotoran dari masyarakat dan rumah tangga yang juga berasal dari industri, air tanah, air permukaan serta buangan lainnya seperti dari rumah sakit. (Sugiharto, 1987).

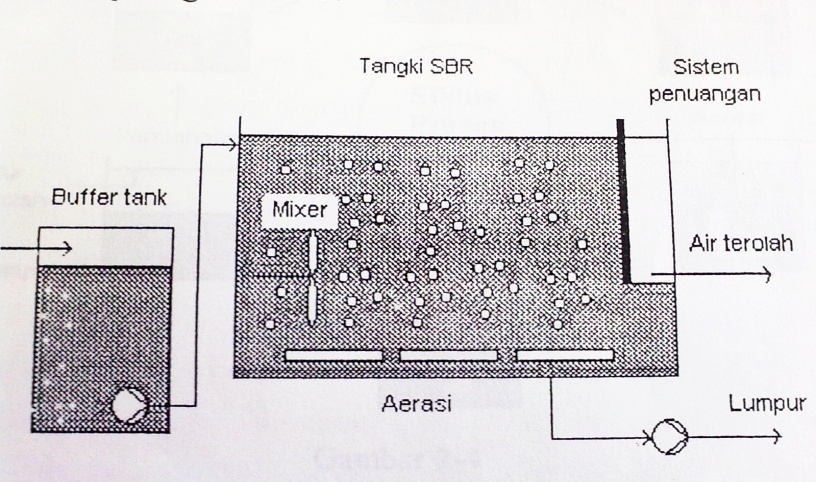
Tujuan pembangunan kesehatan adalah tercapainya hidup sehat bagi setiap penduduk, agar terwujud derajat kesehatan yang optimal. Pencapai tujuan ini adalah dengan keberadaan rumah sakit sebagai sarana pelayanan kesehatan yang sangat penting. Sebagai sarana pelayanan kesehatan, rumah sakit harus memperhatikan kualitas lingkungan yang baik agar dapat membantu mempercepat proses penyembuhan bagi pasien.

Makin disadari bahwa kegiatan rumah sakit yang sangat kompleks tidak saja menimbulkan dampak positif bagi masyarakat sekitarnya, tapi juga mungkin dampak negatif berupa cemaran akibat proses kegiatan maupun limbah yang dibuang tanpa pengolahan yang benar. Limbah berupa virus dan kuman yang berasal dari laboratorium virology dan mikribiologi dapat membahayakan kesehatan para petugas, pasien maupun masyarakat. Selain itu limbah cair, limbah padat dan limbah gas yang dihasilkan rumah sakit dapat pula menjadi media penyebaran gangguan atau penyakit, berupa pencemaran udara, pencemaran air, pencemaran makan dan minuman.

Limbah rumah sakit mengandung berbagai macam mikroorganisme tergantung pada jenis rumah sakit dan tingkat pengolahan sebelum dibuang. Dalam hal ini adalah limbah cair rumah sakit dapat mengandung bahan organik dan anorganik yang umumnya diukur dengan parameter BOD, COD, TSS dan lain-lain. Kandungan dalam limbah tersebut kemungkinan besar mengandung mikroorganisme pathogen atau bahan kimia beracun berbahaya (B3) yang dapat menyebabkan penyakit infeksi dan dapat tersebar ke lingkungan rumah sakit. Hal ini dapat terjadi jika dalam pelayanan kesehatan kurang memadai, kesalahan penanganan bahan-bahan terkontaminas dan peralatan, serta penyediaan dan pemeliharaan sarana sanitasi yang masih buruk. Limbah rumah sakit adalah seluruh buangan cair yang berasal dari hasil proses seluruh kegiatan rumah sakit meliputi:

1. Limbah cair domestik, yaitu limbah cair yang berasal dari buangan kamar mandi, dapur, air bekas pencucian pakaian.
2. Limbah cair klinis, yaitu limbah cair yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit, misalnya air bekas cucian luka, cucian darah, dan lain-lain
3. Limbah cair laboratorium dan lainnya. Macam, jumlah dan kadar zat pencemar yang dihasilkan dari setiap sumber tersebut bervariasi, tergantung kegiatan/ aktifitasnya dan bahan yang digunakan. (Hartiningsih, 1992).

Pengolahan limbah yang digunakan di RSUD wates ini adalah berupa sistem pengolah SBR (Sequenching Batch Reactor). Yang terdiri dari 2 bak pengolahan yaitu *buffer tank* dan bak SBR. Penelitian ini melakukan penambahan tawas pada *buffer tank*, ketika limbah cair tersebut belum diolah. Bentuk sistem pengolahan air limbah RSUD wates digambarkan sebagai berikut:



Gambar 1: Sistem SBR IPAL RSUD Wates

Siklus proses pada SBR terdiri dari beberapa urutan sebagai berikut :

* 1. Tahap *filling* (pengisian) air limbah dipompa dari buffer tank ke tangki SBR untuk proses selanjutnya.
  2. Tahap *mixing* (pengadukan) dilakukan setelah atau selama tahap pengisian.
  3. Tahap *settling* (pengendapan), yaitu lumpur aktif selanjutnya akan mengendap selama waktu yang ditentukan.
  4. Tahap *decanting* (pengosongan), air buangan yang telah terolah dikeluarkan dari tangki SBR dengan menggunakan system decanting.
  5. Tahap *waiting*, pada tahap ini merupakan tahap sebelum siklus berikutnya di mulai.

1. **Karakteristik Limbah Cair Rumah Sakit**

Menurut Koesnoputranto (1995), karakteristik limbah cair rumah sakit sesuai dengan sumbernya. Secara umum karakteristik limbah cair rumah sakit adalah :

1. Karakteristik Fisik

Karakteristik fisik yang penting dari limbah adalah kandungan total solid yang tersusun dari zat terapung, zat tersuspensi, dan zat koloid. Selain itu termasuk juga temperatur dan warna. Khusus untuk limbah cair rumah sakit kelihatan keruh, berbusa dan berminyak.

1. Karakteristik kimia
2. Organik

Limbah cair terdiri dari senyawa organik dari senyawa/ kombinasi karbon (C), hydrogen (H), dan oksigen (O) bersama nitrogen (N). selain itu elemen lain yang penting seperti sulfur (S), fosfor (P) dan besi (Fe). Prinsip dari bahan organik adalah limbah cair terdiri dari kelompok protein, karbohidrat, lemak dan minyak.

1. Anorganik

Kandungan anorganik yang ada berupa alkalis, kloria, logam berat, nitrogen, fosfor, sulfur, dan senyawa-senyawa toksik.

1. Karakteristik Bilogis

Mikroorganisme yang penting dalam limbah cair dan air permukaan diklasifikasikan menjadi *protista, plant* dan *animal.* Karakteristik limbah cair dipengaruhi banyak hal diantaranya iklim, suhu, kebutuhan air, debit limbah cair, dan waktu tinggal dari limbah cair. Dalam limbah cair rumah sakit terdapat mikroorganisme pathogen seperti *salmonella, shigella*, cacing dan *protozoa* lainnya.

1. **Tawas**

Tawas/Alum adalah sejenis koagulan dengan rumus kimia Al2S04 11 H2O atau 14 H2O atau 18 H2O umumnya yang digunakan adalah 18 H2O. Semakin banyak ikatan molekul hidrat maka semakin banyak ion lawan yang nantinya akan ditangkap akan tetapi umumnya tidak stabil. Pada pH < 7 terbentuk Al ( OH )2+, Al ( OH )2 4+,  Al2 ( OH )2 4+. Pada pH > 7 terbentuk Al ( OH )-4. Flok –flok Al ( OH )3 mengendap berwarna putih (Arifin,2008).

Gugus utama dalam proses koagulasi adalah senyawa aluminat yang optimum pada pH netral. Apabila pH tinggi atau boleh dikatakan kekurangan dosis maka air akan nampak seperti air baku karena gugus aluminat tidak terbentuk secara sempurna. Akan tetapi apabila pH rendah atau boleh dikata kelebihan dosis maka air akan tampak keputih – putihan karena terlalu banyak konsentrasi alum yang cenderung berwarna putih. Dalam cartesian terbentuk hubungan parabola terbuka, sehingga memerlukan dosis yang tepat dalam proses penjernihan air (Arifin,2008).

Fosfat dapat dihilangkan dengan diendapkan terlebih dahulu dengan penambahan koagulan (Sri laksmi, 1993). Pembentukkan flok pada proses koagulasi dipengaruhi oleh faktor fisik dan kimia seperti kondisi pengadukan, pH, alkalinitas, kekeruhan dan suhu. Bahan yang digunakan untuk koagulasi antara lain tawas.

Tawas merupakan bahan yang baik dalam proses koagulasi. Proses koagulasi atau flokulasi adalah proses penggumpalan partikl-partikel halus yang tidak dapat diendapkan secara gravitasi menjdai partikel-partikel yang lebih besar dapat diendapkan dengan jalan membahkan bahan koagulan.

Tawas mempunyai kelarutan yang kecil serta dapat membentuk endapan putih dalam Al(Oh)3 yang mampu mempercepat pengikatan butiran-butiran koloidal. Pada prinsipnya tawas dilarutkan dalam air maka akan terurai menjadi Al+3 dan SO42. Ion Al+3 akan bereaksi dengan fosfat membentuk endapan Alumunium phospat (AlPO4) dengan reaksi kimia sebagai berikut Al2(SO4)3+2PO43-  2AlPO4 +3 SO42-

1. **Fitoremediasi**

Phyto asal kata Yunani/greek *phyton* yang berarti tumbuhan/tanaman (*plant*), remediation asal kata Latin *remediare* (to remedy) yaitu memperbaiki/ menyembuhkan atau membersihkan sesuatu. Jadi fitoremediasi (*phytoremediation*) merupakan suatu sistem dimana tanaman tertentu yang bekerjasama dengan microorganisme dalam media (tanah, koral dan air) dapat mengubah zat kontaminan (pencemar/polutan) menjadi kurang atau tidak berbahaya bahkan menjadi bahan yang berguna secara ekonomi.

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)

Proses dalam sistem ini berlangsung secara alami dengan enam tahap proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan/ pencemar yang berada disekitarnya. Proses penyerapan zat tersebut dapat terjadi dengan cara sebagai berikut:

1. Phytoacumulation (*phytoextraction*)yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi disekitar akar tumbuhan, proses ini disebut juga *Hyperacumulation*
2. Rhizofiltrationadalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar untuk menempel pada akar. Proses ini telah dibuktikan dengan percobaan menanam bunga matahari pada kolam mengandung zat radio aktif di Chernobyl Ukraina.

3. Phytostabilizationyaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap kedalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat (stabil ) pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.

4. Rhyzodegradetiondisebut juga *enhenced rhezosphere biodegradation, or plented-assisted bioremidiation degradation*, yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada disekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi dan bakteri.

5. Phytodegradation (*phyto transformation*)yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi bahan yang tidak berbahaya dengan dengan susunan molekul yang lebih sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzym yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri. Beberapa tumbuhan mengeluarkan enzym berupa bahan kimia yang mempercepat proses degradasi.

6. Phytovolatization yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya di uapkan ke atmosfir. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200 sampai dengan 1000 liter perhari untuk setiap batang. (annonime, 2000)

Jenis-jenis tanaman yang sering digunakan di Fitoremediasi adalah Anturium Merah/Kuning, Alamanda Kuning/Ungu, Akar Wangi, Bambu Air, Cana Presiden Merah/Kuning/Putih, Dahlia, Dracenia Merah/Hijau, Enceng Gondok, Heleconia Kuning/Merah, Jaka, Keladi Loreng/Sente/Hitam, Kenyeri Merah/Putih, Lotus Kuning/Merah, Onje Merah, Pacing Merah/Putih, Padi-padian, Papirus, Pisang Mas, Ponaderia, Sempol Merah/Putih, Spider Lili, dan lain-lain.

1. **Enceng Gondok**

Eceng gondok (*Eichornia crossipes*) adalah gulma yang termasuk dalam kelas *Liliopsida* dan merupakan tumbuhan air yang tumbuh di rawa-rawa, danau, waduk atau sungai yang aliran airnya tenang. Tanaman eceng 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. Selain itu, tanaman ini juga mengandung protein, selulosa yang lebih banyak daripada non selulosanya sebagai lignin, abu, lemak dan bahan-bahan lain.Enceng gondok (*Eichhornia crassipes*.*Mart. Solm*) memiliki banyak manfaat salah satunya yaitu sebagai stabilisator suatu perairan (Marianto,2002).

Enceng gondok adalah tanaman yang dapat digunakan sebagai agen pembersih bagi perairan yang 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.

Bakteri memerlukan nutrisi baik berupa bahan organik maupun anorganik untuk pertumbuhannya. Fungsi enceng gondok dalam penelitian ini adalah sebagai pengabsorbsi limbah-limbah organik dan logam-logam berat yang mungkin diperlukan juga oleh bakteri karena kandungan nutrisi pada daerah perairan tersebut berkurang maka pertumbuhan bakteri juga akan terhambat.

Menurut penelitian Sutopo (2008), populasi mikroorganisme dalam air sungai setelah diberi perlakuan dengan enceng gondok selama 15 hari terjadi penurunan populasi bakteri. Setelah diberi perlakuan dengan tanaman enceng gondok populasi bakteri sebanyak 48,66.106 sel/100 ml sample, sedangkan sebelum diberi perlakuan dengan tanaman enceng gondok sebanyak 140.106 sel/100 ml sample.

Penelitian ini sesuai dengan penelitian Jauhari (2002), yang menyatakan bahwa enceng gondok mempunyai efek yang signifikan terhadap penurunan unsur - unsur kimia baik organik maupun anorganik karena daya serapnya yang cukup tinggi, menghambat proses-proses mikrobiologi oleh mikroorganisme yang terdapat dalam limbah tapioka.

Sasongko (1993), menyatakan bahwa enceng gondok dan tanaman yang berpotensi menyerap bahan-bahan organik maupun anorganik dan logam-logam berat, kecepatan dan banyaknya penyerapan dipengaruhi oleh faktor jenis tanaman, umur tanaman, ukuran dan berat tanaman, serta lama waktu perlakuan. Tanaman enceng gondok dapat menyerap bahan-bahan organik maupun anorganik dan logam-logam berat mencapai 75% dibandingkan dengan tanaman kangkung.

1. **Fosfat**

Fosfat banyak terdapat diperairan dalam bentuk inorganik dan organik sebagai larutan debu, dan tubuh organisme. Sumber utama fosfat inorganik dari penggunaan detergen dan alat pembersih. Fosfat organik berasal dari makanan dan buangan rumah tangga. Semua fosfat mengalami proses perubahan biologi menjadi fosfat inorganik yang selanjutnya digunakan oleh tanaman untuk membuat energi.

Fosfat sangat berguna untuk pertumbuhan organisme dan merupakan faktor yang menentukan produktifitas badan air, air limbah rumah tangga, industri dan pertanian menyebabkan pertumbuhan tanaman yang berlebih. (Totok Sutrisnodkk, 1991).

Fosfat didalam air limbah cair berasal dari proses degradasi zat organik secara aerobik, hidrolisa senyawa polifosfat pada deterjen dan dari urine. Dalam air limbah, fosfat dijumpai sebagai senyawa orthofosfat, polifosfat, dan fosfat organik. Orthofosfat merupakan senyawa monomer seperti : H2PO4-, HPO dan PO, sedangkan poli fosfat merupakan senyawa polimeter seperti (PO3)3-,P3O dan P2C. polifosfat diuraikan menjdi orthofosfat dan persenyawaan fosfat organik akan didegradasi menjadi orthofosfat dengan bantuan bakteri (Ralph H Petrucci, Suminar, 1989).

Limbah cair yang banyak mengandung fosfat bila dibuang ke badan air akan memicu pertumbuhan alga dan menyebabkan *Euthrophication* (Soejono, 1991), yaitu keadaan saat badan air kaya akan nutrient, sehingga kualitas air akan menurun karena fosfat akan memicu pertumbuan alga sehingga terjadi *algae bloom*, yaitu pertumbuhan algae secara besar-besaran. *Algae bloom* akan mentupi permukaan air sehingga oksigen dalam air akan berkurang. Proses aerobik akan berubah menjadi proses anaerobik, yang menyebabkan timbulnya bau pada badan air dan badan air tidak dapat digunakan sebagaimana mestinya karena oksigen berkurang, yang mengakibatkan kehidupan di badan air akan tergangggu. Kejadian ini juga akan menyebabkan kerusakan ekosistem perairan, ikan-ikan mati karena kekurangan oksigen.

Dampak fosfat bagi kesehatan yaitu, timbulnya septicemia (keracunan di dalam darah) yang dapat mengakibatkan kematian.septicema ini dimulai dari sakit gigi, bintik-bintik pada lapisan mukosa gigi dan abces pada tulang rahang, terjadi demam menggigil dan bias mengakibatkan kematian. Gejala keracunan dalam darah yaitu tubuh lemas, pusing, banyak keringat dan keluar air mata, kejang dan koma (Wuryadicit Waldboott, Endang Mustikowati, 1999).

Selain itu dapat menyebabkan iritasi pada mukosa saluran pencernaan, dengan tanda-tanda mual, muntah, sakit perut, pendarahan pada saluran pernafasan acidosis dan shock (Siswanto, 1999)

1. **Kerangka Konsep**

Penambahan variasi dosis tawas

Fitoremediasi Enceng Gondok

LIMBAH CAIR TEROLAH

IPAL

Limbah Cair RSUD Wates

Penurunan Kadar Fosfat Memenuhi Standar Baku Mutu

keterangan: : Variebel yang diteliti

1. **Hipotesis**

Berdasarkan kajian teori yang ada, maka peneliti merumuskan hipotesis sebagai berikut:

1. Ada penurunan kadar fosfat dengan penambahan tawas dan enceng gondok dalam limbah hasil IPAL Rumah Sakit Umum Daerah Wates.
2. Ada penuruan kadar fosfat yang sesuai baku mutu dengan penambahan tawas dan tumbuhan air enceng gondok pada limbah cair terolah RSUD Wates.
3. Ada dosis tawas paling efektif dalam penuruan kadar fosfat.