

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Limbah

Limbah Rumah Sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit dalam bentuk padat, cair dan gas (Kep Menkes RI No. 1204/Menkes/SK/X/2004). Mengingat dampak yang mungkin timbul, maka diperlukan upaya pengelolaan yang baik meliputi alat atau sarana, keuangan dan tata laksana pengorganisasian yang ditetapkan dengan tujuan memperoleh kondisi rumah sakit yang memenuhi persyaratan kesehatan lingkungan. Air limbah rumah sakit umumnya mempunyai komposisi yang hampir sama dengan limbah rumah tangga atau domestik. Perbedaannya adalah adanya kandungan mikroorganisme, bahan kimia beracun dan bahan radioaktif yang terdapat pada limbah rumah sakit. Limbah rumah sakit dapat dikategorikan sebagai limbah yang mengandung berbagai bahan organik yang salah satunya mengandung ammonia. Ammonia merupakan senyawa nitrogen yang mudah larut dalam air dan bersifat basa sehingga dalam air akan membentuk ammonium hidroksida. Ammonia dapat berpengaruh pada reflex pernafasan, batuk-batuk, sesak napas lalu tiba-tiba lemas, serta dapat mengganggu selaput conjunctive pada mata. Dijumpai pula efek kronis pada bronchus, peningkatan eksresi ludah, gejala kencing tersendat-sendat / *urine retention* (Margono, et al, 1991).

2.1.1 Limbah padat Rumah Sakit

Limbah padat rumah sakit adalah limbah yang langsung dihasilkan dari tindakan diagnosis dan tindakan medis terhadap pasien. Termasuk dalam kajian

tersebut juga kegiatan medis di poliklinik, perawatan, bedah, kebidanan, otopsi dan ruang laboratorium.

Limbah padat menurut (Soemirat, 2009) dapat digolongkan menjadi limbah benda tajam terdiri dari jarum, pipet, pecahan kaca dan pisau bedah. Limbah infeksius terdiri dari limbah yang dihasilkan oleh laboratorium, kamar isolasi, kamar perawatan, dan sangat berbahaya karena bisa juga menularkan penyakit. Limbah jaringan tubuh terdiri dari darah, anggota badan hasil amputasi, cairan tubuh dan plasenta. Limbah farmasi berupa obat-obatan atau bahan yang telah kadaluarsa, obat-obat yang terkontaminasi, obat yang dikembalikan pasien atau tidak digunakan. Limbah kimia berupa limbah kimia yang berbahaya, tidak berbahaya dan limbah yang bisa meledak atau yang hanya bersifat korosif. Limbah radiaktif bahan yang terkontaminasi dengan radio-isotop. Limbah ini harus dikelola sesuai dengan peraturan yang diwajibkan.

2.1.2 Limbah cair Rumah Sakit

Dalam melakukan fungsinya rumah sakit menimbulkan berbagai limbah dan sebagian dari limbah tersebut merupakan limbah yang berbahaya. Sebagian dari limbah rumah sakit berbentuk cair sehingga disebut dengan limbah cair. Limbah cair 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 (Depkes RI, 2006). Sumber air limbah rumah sakit dibagi atas tiga jenis yaitu air limbah infeksius, air limbah domestik dan air limbah kimia.

Menurut (Adisasmito, 2007) dalam buku Sistem Manajemen Lingkungan Rumah Sakit, limbah cair rumah sakit terdiri dari limbah cair infeksius dan non

infeksius. Limbah cair infeksius berasal dari kegiatan pelayanan MCK (Mandi, Cuci, Kakus) pasien berupa limbah cair dalam kamar mandi dan pencucian peralatan yang digunakan, laboratorium klinis berupa air limbah dari pencucian peralatan laboratorium dan sejenisnya, pengobatan atau perawatan klinis terutama berasal dari kegiatan pencucian ginjal dan pencucian peralatan ruang operasi, laundry dan pembersihan ruang infeksi, emergency dan radiologi.

Pengolahan limbah dengan memanfaatkan teknologi pengolahan dapat dilakukan dengan cara fisika, kimia dan biologis atau gabungan ketiga sistem pengolahan tersebut. Pengolahan limbah cara biologis digolongkan menjadi pengolahan cara aerob dan pengolahan limbah cara anaerob (Ginting, 2007).

2.2 Eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Menurut (Gerbano, 2005) menyebutkan eceng gondok termasuk *famili Pontederiaceae*. Tanaman ini hidup di daerah tropis maupun subtropis. Eceng gondok digolongkan sebagai gulma perairan yang mampu menyesuaikan diri terhadap perubahan lingkungan dan berkembang biak secara cepat. Tempat tumbuh yang ideal bagi tanaman eceng gondok adalah perairan yang dangkal dan berair keruh, dengan suhu berkisar antara 28-30° C dan kondisi pH berkisar 4-12. Di perairan yang dalam dan berair jernih di dataran tinggi, tanaman ini sulit tumbuh. Eceng gondok mampu menghisap air dan menguapkannya ke udara melalui proses evaporasi.

Eceng gondok yang berkembang di Indonesia berasal dari Amerika Selatan (Brazil). Tanaman ini didatangkan tahun 1894 sebagai koleksi di Kebun Raya Bogor. Pada umumnya eceng gondok tumbuh mengapung di atas

permukaan air dan lahan–lahan basah atau di antara tanaman–tanaman pertanian yang dibudidayakan di lahan basah.

Tanaman ini banyak dijumpai pada daerah rendah di pinggiran sawah, danau, waduk, rawa dan kawasan industri di pinggir sungai dari hulu sampai hilir (Gerbono, 2005., Thayagajaran, 1984). Daun eceng gondok berbentuk bulat telur, berwarna hijau segar dan mengkilap. Pada perairan yang mengandung nitrogen tinggi, eceng gondok memiliki daun yang relatif lebar dan berwarna hijau tua. Sebaliknya di perairan yang mengandung nitrogen rendah, eceng gondok memiliki daun yang relatif kecil dan berwarna kekuning-kuningan, karena pertumbuhan eceng gondok tergantung dari nutrisi yang tersedia dan cahaya matahari untuk fotosintesis.

Tangkai daun memanjang, berbentuk silindris, dengan diameter 1-2 cm. Tangkai ini mengandung air yang dibalut serat yang kuat dan lentur. Akar tanaman ini mampu menetralsisir air yang tercemar limbah, sehingga seringkali dimanfaatkan untuk penanganan limbah industri, Bunga eceng gondok berwarna ungu muda (nila) dan banyak dimanfaatkan sebagai bunga potong. Eceng gondok memiliki keunggulan dalam kegiatan fotosintesis, penyediaan oksigen dan penyerapan sinar matahari. (Sumber Hidayat, 1993).



Gambar 1. Eceng gondok (*Eichornia crassipes*)

Bagian dinding permukaan akar, batang dan daunnya memiliki lapisan yang sangat peka sehingga pada kedalaman yang ekstrem sampai 8 meter di bawah permukaan air masih mampu menyerap sinar matahari serta zat-zat yang larut di bawah permukaan air. Akar, batang, dan daunnya juga memiliki kantung-kantung udara sehingga mampu mengapung di air. Keunggulan lain dari eceng gondok adalah dapat menyerap senyawa nitrogen dan fosfor dari air yang tercemar, berpotensi untuk digunakan sebagai komponen utama pembersih air limbah dari berbagai industri dan rumah tangga. Karena kemampuannya yang besar, tanaman ini diteliti oleh National Aeronautics and Space Administration (NASA) untuk digunakan sebagai tanaman pembersih air di pesawat ruang angkasa (Little, 1979., Thayagajaran, 1984). Eceng gondok juga dapat digunakan untuk menurunkan konsentrasi COD dari air limbah (Zimmel, 2006., Tripathi, 1990).

Struktur anatomi eceng gondok terdiri dari struktur batang, struktur daun dan struktur akar. Batang tanaman eceng gondok (*petiola*) yang berbentuk bulat menggebung, didalamnya penuh dengan ruang-ruang udara yang berfungsi untuk mengapung diatas permukaan air. Lapisan terluar dari *petiola* adalah *epidermis*. Lapisan epidermis pada eceng gondok tidak berfungsi sebagai alat perlindungan jaringan, tetapi berfungsi untuk mengabsorpsi gas-gas dan zat-zat makanan secara langsung dari air. Jaringan di sebelah dalam banyak terdapat jaringan pengangkut yang terdiri dari *xylem* dan *floem*, dengan letak yang tersebar merata di dalam *parenki* (Widyaningsih, 2007).

Menurut (Zimmel, 2006) dalam meneliti mengenai kemampuan eceng gondok untuk mengolah limbah cair tahu didapatkan kesimpulan bahwa eceng

gondok dapat digunakan untuk mengolah limbah cair tahu. Dalam penelitian tersebut pertumbuhan eceng gondok dapat meningkatkan. Eceng gondok mempunyai ciri – ciri daun yang berbentuk bulat telur, ujungnya tumpul dan hampir bulat. Tulang daun membengkok dengan ukuran 7-25 cm dan di permukaan sebelah atas daun banyak dijumpai stomata. Eceng gondok mempunyai akar serabut. Akar eceng gondok dapat mengumpulkan lumpur. Lumpur akan melekat di antara bulu-bulu akar. Di belakang tudung akar (kaliptra) akan terbentuk sel-sel baru untuk jaringan akar baru (meristem). Syarat pertumbuhan yang optimum bagi eceng gondok adalah air yang dangkal, ruang tumbuh luas, air tenang, cukup cahaya matahari, suhu antara 20-30°C, cukup unsur hara, dan pH antara 7-7,5. Eceng gondok memanfaatkan kedalaman air secara terbatas yakni antara 2-3 meter. Namun di daerah tropis ada kemungkinan sampai sedalam 5 meter. Hal ini disebabkan penetrasi cahaya matahari hanya akan terjadi pada kedalaman 2-3 meter atau paling banyak 5 meter di bawah permukaan air. Kedalaman air tidak mempengaruhi produksi biji eceng gondok tetapi mempengaruhi perkecambahan biji.

Prosentase perkecambahan biji eceng gondok yang ditanam beberapa sentimeter di dalam lumpur menjadi menurun jika dibandingkan dengan yang diletakkan pada permukaan lumpur. Ketenangan air merupakan faktor yang sangat penting untuk memungkinkan pertumbuhan massal dari eceng gondok. Keadaan air yang bergolak karena mengalir atau bergelombang karena angin dapat menghambat pertumbuhan eceng gondok.

Eceng gondok sangat memerlukan cahaya matahari yang cukup dan suhu optimum 25-30° C. Hal ini dapat dipenuhi dengan baik oleh iklim tropis, kecuali

di rawa-rawa yang terlindung oleh hutan. Perkecambahan biji eceng gondok sangat dipengaruhi oleh cahaya, dalam keadaan gelap, biji eceng gondok tidak dapat berkecambah.

Eceng gondok merupakan tumbuhan yang sangat toleran terhadap kadar unsur hara yang rendah dalam air, tetapi sangat besar respon terhadap kadar unsur hara yang tinggi. Pertumbuhan eceng gondok dipengaruhi oleh pH. Pada pH sekitar 7,0 - 7,5 eceng gondok mempunyai pertumbuhan yang lebih baik. Pada pH di bawah 4,2 dapat meracuni pertumbuhan eceng gondok sehingga eceng gondok mati.

Eceng gondok dapat dimanfaatkan untuk proses pemulihan lingkungan. Pemanfaatan tumbuhan dalam aktivitas kehidupan manusia untuk proses pemulihan lingkungan yang tercemar dengan menggunakan tumbuhan telah dikenal luas dengan istilah fitoremediasi (*phytoremediation*) (Sriyana, 2006 dan Mangkoedihardjo, 2005). Proses fitoremediasi ini berlangsung secara alami dengan enam tahapan proses secara serial yang dilakukan tumbuhan terhadap zat kontaminan/pencemar yang berada di sekitarnya dan menurut (Mangkoedihardjo, 2005) keenam tahapan tersebut adalah sebagai berikut:

1. *Phytoaccumulation (phytoextraction)* yaitu proses tumbuhan menarik zat kontaminan dari media sehingga berakumulasi di sekitar akar tumbuhan. Proses ini disebut juga *hyperaccumulation*.
2. *Rhizofiltration (rhizo=akar)* adalah proses adsorpsi atau pengendapan zat kontaminan oleh akar dengan cara menempel pada akar. Proses ini telah dibuktikan dengan percobaan menanam bunga matahari pada kolam mengandung zat radio aktif di Chernobyl, Ukraina.

3. *Phytostabilization* yaitu penempelan zat-zat kontaminan tertentu pada akar yang tidak mungkin terserap ke dalam batang tumbuhan. Zat-zat tersebut menempel erat pada akar sehingga tidak akan terbawa oleh aliran air dalam media.
4. *Rhizodegradation* yaitu penguraian zat-zat kontaminan oleh aktivitas mikroba yang berada di sekitar akar tumbuhan. Misalnya ragi, fungi dan bakteri.
5. *Phytodegradation (phytotransformation)* yaitu proses yang dilakukan tumbuhan untuk menguraikan zat kontaminan yang mempunyai rantai molekul yang kompleks menjadi molekul yang sederhana yang dapat berguna bagi pertumbuhan tumbuhan itu sendiri. Proses ini dapat berlangsung pada daun, batang, akar atau di luar sekitar akar dengan bantuan enzim yang dikeluarkan oleh tumbuhan itu sendiri.
6. *Phytovolatilization* yaitu proses menarik dan transpirasi zat kontaminan oleh tumbuhan dalam bentuk yang telah menjadi larutan terurai sebagai bahan yang tidak berbahaya lagi untuk selanjutnya diuapkan ke atmosfer. Beberapa tumbuhan dapat menguapkan air 200-1000 liter per hari untuk setiap batang.

Mekanisme penyerapan limbah organik, metode penurunan atau penghilangan substansi toksik dalam air limbah dengan media tanaman lebih dikenal dengan istilah fitoremediasi. Fitoremediasi adalah pemanfaatan tanaman untuk mengekstraksi, menghilangkan dan mendetoksifikasi polutan dari lingkungan. Eceng gondok menyerap zat-zat organik melalui ujung akarnya sehingga menurunkan kandungan BOD, COD, ammonia, fosfat dan padatan tersuspensi yang merupakan tolak ukur pencemaran zat-zat organik (Suardhana IW, 2009). Zat-zat organik yang terserap akan masuk ke dalam

batang melalui pembuluh pengangkut kemudian menyebar ke seluruh bagian tanaman eceng gondok. Pada proses ini zat organik akan mengalami reaksi biologi dan terakumulasi di dalam batang tanaman, kemudian diteruskan ke daun (Sriyana, 2006).

Menurut Dinges (1982), eceng gondok mampu menurunkan kadar total bakteri coliform dan fecal bakteri coliform limbah kota. Kecepatan dan banyaknya penyerapan dipengaruhi oleh berbagai faktor, misalnya jenis logam/zat pencemar, umur dan ukuran tumbuhan, lamanya kontak berlangsung. Kemampuan eceng gondok dalam penyerapan adalah karena adanya vakuola dalam struktur sel. Mekanisme penyerapan yang terjadi yaitu dengan adanya bahan-bahan yang diserap menyebabkan vakuola mengembang, 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.

Sebuah sel yang bervakuola dapat mencapai ukuran lebih besar dari pada tanpa vakuola. Sitoplasma berfungsi sebagai “bengkel” sel karena di dalamnya berlangsung sebagian besar kegiatan kimiawi antar sel berlangsung melalui dinding sel dengan proses difusi dan osmosa. (Loveless, 1987).