

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Pengertian Rumah Sakit

Rumah Sakit merupakan sarana pelayanan kesehatan dan berfungsi sebagai tempat atau fasilitas pelayanan umum (Kusumanto, 1992). Berpijak dari fungsi tersebut, menurut Sutena (1992) Rumah Sakit mempunyai pengertian sebagai tempat perawatan serta penyembuhan penderita dan tempat pelayanan kesehatan bagi masyarakat, memiliki organisasi dan sarana serba kompleks tetapi teratur, ditangani oleh berbagai staf ahli yang profesional dan bertanggung jawab.

Bangunan Rumah Sakit yang dipergunakan untuk melaksanakan kegiatan pelayanan dapat menjadi media penularan penyakit bila tidak ada pemeliharaan dan pengawasan yang serius. Pengawasan tersebut disebut sanitasi Rumah Sakit. Sanitasi Rumah Sakit adalah upaya pengawasan berbagai lingkungan fisik, kimiawi dan biologis di Rumah Sakit yang menimbulkan akibat pengaruh buruk pada kesehatan jasmani, rohani maupun kesejahteraan sosial bagi petugas, penderita, pengunjung maupun masyarakat disekitar Rumah Sakit (Anonim, 1995).

B. Limbah Rumah Sakit

1. Sifat Limbah

Menurut Jenie dan Rahayu (1993), limbah adalah bahan sisa atau bahan buangan dari kegiatan industri yang sukar menghindarkannya akibat proses industri dan dapat mempengaruhi kualitas lingkungan. Komposisi limbah Rumah Sakit pada dasarnya tidak banyak berbeda dengan limbah rumah tangga. Sesuai dengan sifatnya

limbah Rumah Sakit dapat digolongkan menjadi empat bagian yaitu limbah cair, padat, gas dan radioaktif.

Limbah cair merupakan bahan buangan berbentuk cairan yang biasanya mengandung bahan-bahan beracun, misalnya logam berat, senyawa methan, dan senyawa organik lainnya. Limbah cair Rumah Sakit mempunyai beberapa karakteristik yaitu :

- a. Sifat fisik meliputi warna keruh, konsistensi lebih kental, berat jenis lebih besar, banyak buih.
- b. Sifat kimia meliputi pH yang cenderung basa dan mengandung protein, lemak dan karbohidrat.
- c. Sifat biologis meliputi kandungan bakteri patogen atau apatogen, fungi, virus dan ganggang.
- d. Sifat radioaktif meliputi partikel dalam cairan (Kusumanto, 1992).

Limbah padat sering disebut sebagai sampah. Sehubungan dengan itu maka sampah Rumah Sakit adalah bahan atau barang buangan padat sebagai barang timbunan dari aktifitas Rumah Sakit sehingga bahan-bahan sisa tersebut kerap kali dapat berperan sebagai penyebar penyakit menular. Limbah padat Rumah Sakit mempunyai beberapa karakteristik yaitu :

- a. Sifat fisik meliputi bau busuk dan tajam.
- b. Sifat kimia meliputi kandungan lemak dan bahan toksik.
- c. Sifat biologis meliputi kandungan bakteri patogen atau apatogen, jamur dan virus.
- d. Sifat radioaktif meliputi partikel (Kusumanto, 1995).

Limbah gas Rumah Sakit merupakan bahan buangan yang bersifat gas yang dapat ditimbulkan oleh alat atau sarana yang dioperasikan di Rumah Sakit, sistem transportasi atau lalu lintas di Rumah Sakit, dan masyarakat di Rumah Sakit (Kusumanto, 1992).

Limbah radioaktif dihasilkan oleh penggunaan bahan-bahan radiokatif dan sumber radiasi lainnya, meliputi bidang diagnostik maupun pengobatan. Salah satu bagian Rumah Sakit yang menggunakan zat radioaktif dari sumber radiasi lainnya adalah unit radiologi. Unit ini terbagi dalam sub unit diagnostik, sub unit radiotherapi, dan sub unit kedokteran nuklir (Kusumanto, 1992).

2 Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah cair Rumah Sakit merupakan limbah cair dari semua sumber pembuangan misalnya kloset, kamar mandi, tempat pencucian pakaian, dapur, ruang bedah dan ruang lainnya dalam bangunan kecuali limbah cair radiologi (Kusumanto, 1992).

Secara umum komposisi limbah cair Rumah Sakit dapat dibedakan menurut parameter fisika, kimiawi dan biologi. Berdasarkan parameter fisika maka limbah cair di Rumah Sakit mempunyai suhu antara 29°C-30°C. Berdasarkan parameter kimia, maka air limbah Rumah Sakit mempunyai BOD sebesar 155,80 ppm, nilai COD sebesar 425,90 ppm, konsentrasi phenol 0,32 ppm, kadar amoniak sebesar 0,2 ppm, kandungan detergen sebesar 0,17 ppm, kandungan nitrit sebesar 0,37 ppm dan kandungan minyak mineral limbah adalah 1,0 ppm (Anonim, 1995). Menurut Jenie dan Rahayu (1993), air buangan domestik yang tidak mengandung limbah industri mempunyai BOD kira-kira 200 ppm.

Berdasarkan parameter biologisnya limbah cair Rumah Sakit mengandung bakteri patogen. Kuman patogen yang mencapai air merupakan kuman-kuman yang berasal dari tinja hewan atau manusia atau dari badan hewan atau manusia yang terkena penyakit infeksi. Kuman-kuman patogen utama dalam air diantaranya kuman-kuman *Salmonella typhi* yang menyebabkan penyakit tifus, *Vibrio cholerae* yang menyebabkan penyakit kolera, *Shigella dysenteriae* yang menimbulkan penyakit disentri, *Escherichia sp* yang menyebabkan penyakit diare pada bayi dan *Leptospira*. Sejumlah virus antrik, termasuk didalamnya *Hepatitis infeksiosa* dan virus polio dan protozoon *Entamouba histolytis* (Jawetz et. al, 1982 ; Bonang et. al, 1982).

C. Penentuan Derajat Pencemar

Untuk mengetahui apakah suatu air terpolusi atau tidak, diperlukan pengujian untuk menentukan sifat-sifat air sehingga dapat diketahui apakah terjadi penyimpangan dari batasan-batasan polusi air. Sifat-sifat air yang umum diuji dan dapat digunakan untuk menentukan tingkat polusi air adalah nilai pH, suhu, jumlah padatan, BOD, COD, pencemaran mikroorganisme patogen, kandungan minyak, kandungan logam berat, dan kandungan bahan radioaktif (Fardiaz, 1992). Menurut Suhardi (1991), besaran yang umum digunakan adalah BOD dan COD.

Biochemical oxygen demand (BOD) adalah kebutuhan oksigen yang terlarut dalam air buangan yang dipergunakan untuk menguraikan senyawa organik dengan bantuan mikroorganisme pada kondisi tertentu. Pada umumnya proses penguraian terjadi secara baik yaitu pada temperatur 20°C dan waktu 5 hari (Gintings, 1992). Menurut Alaerts dan Sartika, (1987) pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemar akibat air buangan penduduk atau industri. Bila suatu badan air

dicemari oleh zat organik, bakteri dapat menghabiskan oksigen terlarut dalam air selama proses tersebut yang bisa mengakibatkan kematian ikan-ikan dalam air dan keadaan menjadi anaerob dan dapat menimbulkan bau busuk pada air tersebut.

Chemical oxygen demand (COD) adalah suatu uji yang merupakan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan, misalnya kalium dikromat, untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat didalam air. Uji COD biasanya menghasilkan kebutuhan oksigen yang lebih tinggi dari pada uji BOD, karena bahan-bahan yang tidak stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. Nilai COD yang semakin tinggi menunjukkan kadar pencemar yang semakin tinggi pula (Fardiaz, 1992).

Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut, dan tidak dapat terendap langsung. Padatan tersuspensi terdiri dari partikel-partikel yang ukuran maupun beratnya lebih kecil dari sedimen, misalnya tanah liat, bahan-bahan organik tertentu, sel-sel mikroorganisme, dan sebagainya. Selain mengandung bahan tersuspensi, air buangan juga sering mengandung bahan-bahan yang bersifat koloid, misalnya protein (Fardiaz, 1992).

Darsono (1992), mengemukakan bahwa untuk melindungi sumber air sesuai dengan peruntukannya, maka perlu ditetapkan baku mutu limbah cair. Berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Nomor : KEP - 08 / MENKLH /12 / 1995 tentang baku mutu limbah cair bagi kegiatan Rumah Sakit menetapkan bahwa pada tahun 2000 mendatang wajib memenuhi baku mutu limbah cair tersebut (tabel 1).

Tabel 1. Baku mutu limbah cair bagi kegiatan Rumah Sakit berdasarkan Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup nomor: KEP- 58 / MENLH / 12 / 1995.

Parameter	Satuan	Kadar Maksimum
Suhu	°C	≤ 30
pH		6 - 9
BOD ₅	mg/l	30
COD	mg/l	80
TSS	mg/l	30
NH ₃ bebas	mg/l	0,1
PO ₄	mg/l	2
MPN-golongan koli	/100 ml	10.000

D. Proses Digesti Anaerob

Proses pengolahan limbah secara anaerob merupakan metode yang efektif untuk mengolah limbah organik. Pengolahan ini dilakukan dengan pemanfaatan mikroorganisme yang bersifat fakultatif maupun anaerob yang berlangsung dalam keadaan tanpa oksigen, mengubah zat organik menjadi gas karbondioksida dan metan (Benefield,1980). Menurut Jenie dan Rahayu (1993), alasan yang dipakai untuk menggunakan proses anaerob dalam penangan limbah antara lain adalah tingginya laju reaksi dibandingkan dengan proses aerob, kegunaan dari produk akhirnya berupa gas bio yang mengandung gas metan dan karbondioksida yang dapat dimanfaatkan sebagai sumber energi kompor untuk memasak, lampu untuk penerangan dan bahan bakar lainnya (Darsono, 1992), stabilisasi dari komponen organik dan memberikan

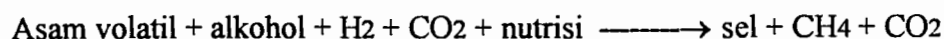
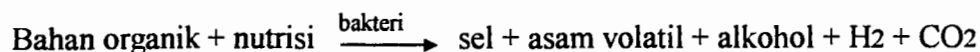
karakteristik tertentu pada daya ikat air produk yang menyebabkan produk dapat dikeringkan dengan mudah.

Ray (1982) mengemukakan bahwa proses digesti anaerob dibagi menjadi dua fase yaitu: fase asam (*acetogenesis*) dan fase metan (*methanogenesis*). Proses tersebut diawali oleh hidrolisa komponen limbah yang kompleks meliputi lemak, protein dan polisakarida menjadi komponen sub unit yang lebih kecil yang akan ditransport ke sel-sel bakteri oleh bakteri fakultatif dan anaerob. Pada proses ini lemak diubah menjadi asam lemak berantai panjang, protein diubah menjadi asam-asam amino, polisakarida menjadi gula monomer. Proses hidrolisa ini kemudian dilanjutkan dengan proses fermentasi asam (*acetogenesis*) oleh bakteri fermentatif. Degradasi gula dan tepung menghasilkan alkohol dan aldehide yang ditrasformasikan ke dalam asam organik volatil (mudah menguap), asam amino diuraikan oleh bakteri menjadi asam organik, amina. Lemak diuraikan menjadi asam lemak, alkohol dan aldehide yang berikutnya diubah menjadi asam organik.

Pada tahap kedua yang merupakan fase *methanogenesis*, produk akhir dari *acetogenesis* diubah menjadi gas (sebagian besar metan dan karbondioksida) oleh beberapa spesies bakteri anaerob yang obligat. Jadi disini terjadi stabilisasi bahan materi organik (Benefield, 1980). Mc.Carty (1968) memperkirakan bahwa 85 % metan (CH_4) yang dihasilkan oleh proses anaerob berasal dari asam asetat ($\text{CH}_3\text{CO}_2\text{H}$) atau propionic ($\text{C}_2\text{H}_5\text{CO}_2\text{H}$), sisanya yang sebesar 15 % berasal dari asam-asam volatil lainnya. Komposisi gas dari proses tersebut dapat terdiri dari 80 - 90 % metan dengan sisanya karbondioksida (CO_2), Hidrogen (H_2), Nitrogen (N_2), atau gas-gas lainnya yang merupakan hasil dari fermentasi anaerob



(Eckenfelder, 1989). Proses perombakan anaerob tersebut dapat dilihat dari reaksi berikut :



Metcalf dan Eddy (1979), melaporkan bahwa pada proses pengolahan anaerob bahan organik didegradasi dalam kondisi anaerob menjadi gas metan dan karbondioksida. Waktu tunggu yang dibutuhkan bila isi digester dicampur secara menyeluruh adalah 15 hari atau kurang.

E. Mikroorganisme yang Berperan dalam Proses Anaerob

Proses pengolahan limbah secara anaerob merupakan suatu proses pengolahan limbah yang melibatkan aktifitas mikroorganisme untuk merombak limbah dalam kondisi tanpa oksigen. Dalam kondisi anaerob bahan-bahan organik yang ada dalam limbah akan dirombak oleh mikrobia menjadi produk-produk anorganik. Perubahan bahan organik menjadi metan merupakan fermentasi anaerob yang sangat kompleks karena melibatkan peran serta beberapa macam mikrobia. Secara garis besar mikrobia yang berperan pada proses fermentasi anaerob tersebut dapat diklasifikasikan menjadi tiga kelompok, yaitu :

- Bakteri pembentuk asam (*Acidogenic bacteria*), yang merombak senyawa organik menjadi asam-asam organik, karbondioksida, hidrogen, NH_4 dan H_2S .
- Bakteri pembentuk asetat (*Acetogenic bacteria*) yang mengkonversikan asam-asam organik dan senyawa netral yang lebih besar dari methanol menjadi asetat CO_2 , dan hidrogen.

- Bakteri penghasil metan yang berperan dalam konversi asam-asam lemak, CO₂, dan hidrogen menjadi metan dan CO₂.

Bakteri metan adalah bakteri yang memegang peranan penting dan aktif dalam proses perombakan anaerob. Bakteri metan yang telah berhasil diidentifikasi terdiri dari 4 genus, yaitu :

- Bakteri bentuk batang dan tidak membentuk spora dinamakan *Methanoacterium*.
- Bakteri batang dan membentuk spora adalah *Methanobacilus*.
- Bakteri bentuk kokus yaitu *Methanococcus* atau kelompok koki yang membagi diri.
- Bakteri bentuk sarcinae pada sudut 90° dan tumbuh dalam kotak yang terdiri dari 8 sel yaitu *Methanosarcina* (Jenie dan Rahayu, 1993).

F. Faktor-faktor yang Mempengaruhi Kehidupan Mikroorganisme

Proses penanganan limbah secara anaerob agar dapat berjalan baik dan efisien, maka perlu diperhatikan beberapa faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor tersebut antara lain berupa pertumbuhan mikroorganisme yang berperan dalam proses tersebut. Faktor yang harus diperhatikan dalam proses anaerobik ini antara lain adalah keasaman yang dinyatakan dengan pH, suhu, waktu retensi, kapasitas, dan bahan-bahan nutrisi yang diperlukan untuk proses (Jenie dan Rahayu, 1993).

Menurut Jenie dan Rahayu (1993), pengaruh dari perubahan pH terhadap sistem adalah sangat besar, oleh sebab itu perubahan pH yang terjadi harus selalu dimonitor. Hal ini disebabkan karena pada sistem anaerob, asam organik sudah akan terbentuk pada tahap pertama fermentasi. Bila proses oksidasi asam organik tersebut lebih lambat dari proses pembentukannya maka dapat dimengerti konsentrasi asam

organik dalam sistem akan meningkat dan mempengaruhi besarnya pH. Proses anaerob berjalan dengan baik di dalam pH berkisar 6,6 - 7,6, tetapi jangkauan optimumnya berkisar dari pH 7,0 - 7,2. pH dibawah 6,2 dapat meracuni bakteri metan.

Temperatur adalah parameter lingkungan yang penting lainnya. Bakteri metan mempunyai aktifitas tinggi pada kisaran mesofil dan termofil. Bakteri mesofil mempunyai jangkauan temperatur optimum sebesar 30°C - 45° C dan bakteri termofil mempunyai jangkauan temperatur optimal sebesar 45°C - 60° C (Metcalf dan Eddy, 1979), sementara itu digester anaerob mempunyai kisaran temperatur optimum antara 29°C - 35°C (Price and Poul, 1981).

Bahan-bahan organik biasanya mengandung nutrisi yang cukup baik untuk pertumbuhan mikrobia. Pada proses anaerobik ini, media yang mempunyai kandungan nutrisi tertentu yang optimum akan sangat mempengaruhi proses. Perbandingan unsur karbon, nitrogen dan fosfat adalah 150 : 55 : 1 bagian. Kekurangan unsur nitrogen atau fosfat didapat dari luar, yaitu dengan penambahan ammonium fosfat atau ammonium klorida (Jenie dan Rahayu, 1993). Kebutuhan mikronutrient pada air buangan yang bersifat asam mempunyai perbandingan COD : N : P = 1000 : 5 : 1, sedangkan C : N : P = 330 : 5 : 1, sedangkan C : N : P = 130 : 5 : 1. Kebutuhan mikronutrient yang diperlukan untuk pertumbuhan bakteri anorganik yaitu : Ni, Co, Fe, dan Mo.

G. Hipotesis

Berdasarkan dasar teori dan tujuan penelitian maka diajukan hipotesis bahwa pengolahan limbah cair Rumah Sakit secara anaerob mampu memperbaiki kualitas

BOD, COD, dan kandungan bakteri *Salmonella* sp dan *Vibrio* sp serta menghasilkan gas bio sebagai hasil samping sehingga proses digesti anaerob ini dapat digunakan sebagai alternatif pengolahan limbah cair Rumah Sakit.