BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah

1. Pengertian limbah

Limbah adalah sisa atau buangan dari suatu usaha atau kegiatan manusia. Limbah merupakan bahan buangan yang tidak terpakai yang berdampak negatif jika tidak dikelola dengan baik. Secara garis besar limbah medis yang dihasilkan sarana pelayanan kesehatan, baik rumah sakit, puskesmas, atau sarana lain yang terdiri dari limbah yang diproduksi dari beberapa tindakan seperti hasil suatu diagnosis, pengujian biologis, hasil benda tajam, atau buangan limbah hasil suatu kegiatan (Asmadi, 2013).

2. Pengertian limbah rumah sakit

Pengertian limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan dari kegiatan Rumah Sakit dalam bentuk padat, cair, pasta (gel) maupun gas yang dapat mengandung mikroorganisme pathogen bersifat infeksius, bahan kimia beracun, dan sebagian bersifat radioaktif (Depkes, 2006).

3. Dampak dari limbah rumah sakit

Dampak yang ditimbulkan limbah rumah sakit akibat pengelolaannya yang tidak baik dapat berupa :

a. Merosotnya mutu lingkungan rumah sakit yang dapat mengganggu masalah kesehatan bagi masyarakat.

b. Limbah medis yang mengandung berbagai macam bahan kimia beracun, buangan yang terkena kontaminasi serta benda - benda tajam dapat menimbulkan berbagai penyakit dan gangguan kesehatan kecelakaan kerja.

c. Limbah medis yang berupa partikel debu dapat menimbulkan pencemaran penyakit dan kuman.

d. Pengelolaan limbah medis yang kurang baik akan menyebabkan estetika lingkungan yang kurang sedap dan dapat menyebabkan infeksi nosokomial.

e. Limbah cair yang tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan pencemaran badan air terutama air permukaan atau lingkungan dan menjadi media tempat berkembangbiaknya mikroorganisme pathogen, serangga yang dapat menjadi transmisi penyakit terutama kholera, disentri, thypus abdominalis.

4. Penggolongan limbah rumah sakit

Menurut Arifin (2008) Jenis-jenis limbah rumah sakit secara umum limbah rumah sakit dibagi dalam 2 (dua) kelompok besar, yaitu: limbah klinis, limbah non klinis baik padat dan cair. Limbah klinis/medis padat adalah limbah yang terdiri dari limbah benda tajam, limbah infeksius, limbah laboratorium, limbah patologi atau jaringan tubuh, limbah sitotoksis, limbah farmasi, dan limbah kimiawi**.** Limbah rumah sakit berdasarkan bentuknya dapat dibagi menjadi :

1. Limbah padat rumah sakit adalah semua rumah sakit yang berbentuk padat akibat kegiatan rumah sakit yang terdiri atas limbah medis padat dan nonmedis yaitu sebagai berikut :

a. Limbah padat nonmedis, yaitu limbah padat yang dihasilkan dari kegiatan rumah sakit diluar medis yang bersasal dari dapur, perkantoran serta taman dari halaman yang dapat dimanfaatkan kembali apabila ada teknologi.

b. Limbah medis padat, yaitu limbah padat yang terdiri atas limbah infeksius, limbah patologis, limbah benda tajam, limbah farmasi, limbah sitotosik, limbah container bertekanan, dan limbah dengan kandungan logam berat yang tinggi. Penggolongan kategori limbah medis padat dapat diklasifikasikan berdasarkan potensi bahaya yang tergantung di dalamnya, serta volume dan sifat persistensinya yang menimbulkan masalah:

1) Limbah benda tajam adalah obyek atau alat yang memiliki sudut tajam, sisi, ujung atau bagian menonjol yang dapat memotong atau menusuk kulit seperti jarum hipodermik, perlengkapan intravena, pipet pasteur, pecahan gelas, pisau bedah. Semua benda tajam ini memiliki potensi bahaya dan dapat menyebabkan cedera melalui sobekan atau tusukan. Benda-benda tajam yang terbuang mungkin terkontaminasi oleh darah, cairan tubuh, bahan mikrobiologi, bahan beracun atau radio aktif. Limbah benda tajam mempunyai potensi bahaya tambahan yang dapat menyebabkan infeksi atau cidera karena mengandung bahan kimia beracun atau radio aktif. Potensi untuk menularkan penyakit akan sangat besar bila benda tajam tadi digunakan untuk pengobatan pasien infeksi atau penyakit infeksi.

2) Limbah infeksius, memiliki pengertian sebagai limbah yang berkaitan dengan pasien yang memerlukan isolasi penyakit menular (perawatan

intensif) dan limbah laboratorium. Limbah infeksius mencakup pengertian sebagai berikut:

a) Limbah yang berkaitan dengan pasien yang memerlukan isolasi penyakit menular (perawatan intensif).

b) Limbah laboratorium yang berkaitan dengan mikrobiologi dari rumah sakit atau ruang perawatan/isolasi penyakit menular

Namun beberapa institusi memasukkan juga bangkai hewan percobaan yang terkontaminasi atau yang diduga terkontaminasi oleh organism pathogen ke dalam kelompok limbah infeksius.

3) Limbah patologi (jaringan tubuh) adalah jaringan tubuh yang terbuang dari proses bedah atau autopsi.

4) Limbah sitotoksis adalah bahan yang terkontaminasi atau mungkin terkontaminasi dengan obat sitotoksis selama peracikan, pengangkutan atau tindakan terapi sitotoksis dan harus dimusnahkan melalui incinerator pada suhu lebih dari 1.000ºC. Tempat pengumpul sampah sitotoksis setelah dikosongkan lalu dibersihkan dan didesinfeksi.

5) Limbah farmasi ini dapat berasal dari obat-obat kadaluwarsa, obat-obat yang terbuang karena batch yang tidak memenuhi spesifikasi atau kemasan yang terkontaminasi, obat- obat yang dibuang oleh pasien atau dibuang oleh masyarakat, obat-obat yang tidak lagi diperlukan oleh institusi bersangkutan dan limbah yang dihasilkan selama produksi obat- obatan.

6) Limbah kimia adalah limbah yang dihasilkan dari penggunaan bahan kimia dalam tindakan medis, veterinari, laboratorium, proses sterilisasi, dan riset. Pembuangan limbah kimia kedalam saluran air kotor dapat menimbulkan korosi. Sementara bahan kimia lainnya dapat menimbulkan ledakan. Limbah kimia yang tidak berbahaya dapat dibuang bersama-sama dengan limbah umum.

7) Limbah radioaktif adalah bahan yang terkontaminasi dengan radio isotop yang berasal dari penggunaan medis atau riset radio nukleida. Limbah ini dapat berasal dari antara lain :

   a) Tindakan kedokteran nuklir, *radioimmunoassay* dan *bacterilogis* dapat berbentuk cair, padat atau gas.

   b) Penanganan, penyimpanan dan pembuangan bahan radioaktif harus memenuhi peraturan yang berlaku.

2. 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, 2006). Limbah cair rumah sakit umumnya mengandung senyawa polutan organik yang cukup tinggi dan dapat diolah dengan proses pengelolaan secara biologis, baik yang berasal dari buangan domestik maupun buangan limbah medis klinis. Sementara itu, untuk limbah yang berasal dari laboratorium biasanya banyak mengandung logam berat dan bila dialirkan ke dalam pengolahan secara biologis akan menganggu proses pengelolaan. Limbah ini harus dipisahkan dan

ditampung kemudian diolah secara kimia-fisika baru dialirkan bersama-sama dengan limbah cairan lainnya dan diolah dengan pengelolaan biologis

3. Limbah gas

   Limbah gas adalah semua limbah yang berbentuk gas yang berasal dari kegiatan pembakaran di rumah sakit seperti incinerator, dapur, anastesi, dan pembuatan obat sitotoksik.

B. Limbah Cair Rumah Sakit

1. Pengelolaan limbah cair di rumah sakit

Limbah cair adalah semua air buangan termasuk tinja yang berasal dari kegiatan rumah sakit yang mungkin mengandung mikroorganisme, bahan kimia beracun dan radioaktif yang berbahaya bagi kesehatan. Menurut Permenkes RI No.7 Tahun 2019 Penyelenggaraan Pengamanan Limbah Cair Pengamanan limbah cair adalah upaya kegiatan penanganan limbah cair yang terdiri dari penyaluran dan pengolahan dan pemeriksaan limbah cair untuk mengurangi risiko gangguan kesehatan dan lingkungan hidup yang ditimbulkan limbah cair. Limbah cair yang dihasilkan kegiatan rumah sakit memiliki beban cemaran yang dapat menyebabkan pencemaran terhadap lingkungan hidup dan menyebabkan gangguan pada manusia. Untuk itu, air limbah perlu dilakukan pengolahan sebelum dibuang ke lingkungan, agar kualitasnya memenuhi baku mutu air limbah yang ditetapkan sesuai dengan ketentuan peraturan perundangundangan. Limbah Cair rumah sakit juga berpotensi untuk dilakukan daur ulang untuk tujuan penghematan penggunaan air di rumah sakit. Untuk itu, penyelenggaraan pengelolaan limbah cair harus memenuhi ketentuan di bawah ini:

1. Rumah sakit memiliki Unit Pengolahan Limbah Cair (IPAL) dengan teknologi yang tepat dan desain kapasitas olah limbah cair yang sesuai dengan volume limbah cair yang dihasilkan.
2. Unit pengolahan limbah cair harus dilengkapi dengan fasilitas penunjang sesuai dengan ketentuan.
3. Memenuhi frekuensi dalam pengambilan sampel limbah cair, yakni 1 (satu) kali per bulan.
4. Memenuhi baku mutu efluen limbah cair sesuai peraturan perundang-undangan.
5. Memenuhi pentaatan pelaporan hasil uji laboratorium limbah cair kepada instansi pemerintah sesuai ketentuan minimum setiap 1 (satu) kali per 3 (tiga) bulan.
6. Unit pengolahan limbah cair:
    a. Limbah cair dari seluruh sumber dari bangunan/kegiatan rumah sakit harus diolah dalam Unit Pengolah Limbah Cair (IPAL) dan kualitas limbah cair efluennya harus memenuhi baku mutu sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan sebelum dibuang ke lingkungan perairan. Air hujan dan limbah cair yang termasuk kategori limbah B3 dilarang disalurkan ke IPAL.
    b. IPAL ditempatkan pada lokasi yang tepat, yakni di area yang jauh atau tidak menganggu kegiatan pelayanan rumah sakit dan diupayakan dekat dengan badan air penerima (perairan) untuk memudahkan pembuangan.

c. Desain kapasitas olah IPAL harus sesuai dengan perhitungan debit maksimal limbah cair yang dihasilkan ditambah faktor keamanan (safety factor) + 10 %.

d. Lumpur endapan IPAL yang dihasilkan apabila dilakukan pembuangan atau pengurasan, maka penanganan lanjutnya harus diperlakukan sebagai limbah B3.

e. Untuk rumah sakit yang belum memiliki IPAL, dapat mengolah limbah cairnya secara off-site bekerjasama dengan pihak pengolah limbah cair yang telah memiliki izin. Untuk itu, maka rumah sakit harus menyediakan bak penampung sementara air limbah dengan kapasitas minimal 2 (dua) kali volume limbah cair maksimal yang dihasilkan setiap harinya dan pengangkutan limbah cair dilaksanakan setiap hari.

f. Untuk limbah cair dari sumber tertentu di rumah sakit yang memiliki karateristik khusus harus di lengkapi dengan pengolahan awal (pre-treatment) sebelum disalurkan menuju IPAL. Limbah cair tersebut meliputi:

   1) Limbah cair dapur gizi dan kantin yang memiliki kandungan minyak dan lemak tinggi harus dilengkapi pretreatment berupa bak penangkap lemak/minyak.

   2) Limbah cair laundry yang memiliki kandungan bahan kimia dan deterjen tinggi harus dilengkapi pre-treatmen berupa bak pengolah deterjen dan bahan kimia.

   3) Limbah cair laboratorium yang memiliki kandungan bahan kimia tinggi harus dilengkapi pre-treatmenya berupa bak pengolah bahan kimia.

4) Limbah cair rontgen yang memiliki perak tinggi harus dilengkapi penampungan sementara dan tahapan penanganan selanjutnya diperlakukan sebagai limbah B3.

5) Limbah cair radioterapi yang memiliki materi bahan radioaktif tertentu harus dilengkapi pre-treatment berupa bak penampung untuk meluruhkan waktu paruhnya sesuai dengan jenis bahan radioaktifnya dengan mengikuti ketentuan peraturan perundang-undangan.

g. Jaringan pipa penyaluran limbah cair dari sumber menuju unit pengolahan air limbah melalui jaringan pipa tertutup dan dipastikan tidak mengalami mengalami kebocoran.

7. Kelengkapan fasilitas penunjang unit pengolahan limbah cair

a. IPAL harus dilengkapi dengan fasilitas penunjang sesuai dengan ketentuan peraturan perundang-undangan.

b. Kelengkapan fasilitas penunjang tersebut adalah:

1) Bak pengambilan contoh air limbah yang dilengkapi dengan tulisan “Tempat Pengambilan Contoh Air Limbah Influent” dan/ atau “Tempat Pengambilan Contoh Air Limbah Efluent”.

2) Alat ukur debit air limbah pada pipa inflen dan/atau pipa efluen

3) Pagar pengaman area IPAL dengan lampu penerangan yang cukup dan papan larangan masuk kecuali yang berkepentingan.

4) Papan tulisan titik koordinat IPAL menggunakan Global Positioning Sistem (GPS).

5) Fasilitas keselamatan IPAL. Uraian selengkapnya diuraikan pada Sub BAB Pengawasan Keselamatan Fasilitas Kesehatan Lingkungan.

8. Penataan frekuensi pengambilan contoh limbah cair sebagai berikut:
   a. Setiap rumah sakit harus melakukan pemeriksaan contoh limbah cair di laboratorium, minimal limbah cair efluennya dengan frekuensi setiap 1 (satu) kali per bulan.
   b. Apabila diketahui hasil pemeriksaan laboratorium menunjukkan kualitas limbah cair tidak memenuhi baku mutu, segera lakukan analisis dan penyelesaian masalah, dilanjutkan dengan pengiriman ulang limbah cair ke laboratorium pada bulan yang sama. Untuk itu, pemeriksaan limbah cair disarankan dilakukan di awal bulan.
9. Penaatan kualitas limbah cair agar memenuhi baku mutu limbah cair sebagai berikut:
   a. Dalam pemeriksaan kualitas air limbah ke laboratorium, maka seluruh parameter pemeriksaan air limbah baik fisika, kimia dan mikrobiologi yang disyaratkan harus dilakukan uji laboratorium.
   b. Pemeriksaan contoh limbah cair harus menggunakan laboratorium yang telah terakreditasi secara nasional.
   c. Pewadahan contoh air limbah menggunakan jirigen warna putih atau botol plastik bersih dengan volume minimal 2 (dua) liter.
   d. Rumah sakit wajib melakukan swapantau harian air limbah dengan parameter minimal DO, suhu dan pH.

e. IPAL di rumah sakit harus dioperasikan 24 (dua puluh empat) jam per hari untuk menjamin kualitas limbah cair hasil olahannya memenuhi baku mutu secara berkesinambungan.

f. Petugas kesehatan lingkungan atau teknisi terlatih harus melakukan pemeliharaan peralatan mekanikal dan elektrikal IPAL dan pemeliharaan proses biologi IPAL agar tetap optimal.

g. Dilarang melakukan pengenceran dalam pengolahan limbah cair, baik menggunakan air bersih dan/atau air pengencer sumber lainnya.

h. Melakukan pembersihan sampah-sampah yang masuk bak penyaring kasar di IPAL.

i. Melakukan monitoring dan pemeliharaan terhadap fungsi dan kinerja mesin dan alat penunjang proses IPAL.

10. Penaatan pelaporan limbah cair adalah :

a. Rumah sakit menyampaikan laporan hasil uji laboratorium limbah cair efluent IPAL minimum setiap 1 (satu) kali per 3 (tiga) bulan. Laporan ditujukan kepada instansi pemerintah sesuai ketentuan yang ditetapkan. Instansi pemerintah tersebut bisa Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, Dinas Lingkungan Hidup atau Badan Pengelolaan Lingkungan Hidup dan Dinas Kesehatan Provinsi atau Kabupaten/Kota.

b. Isi laporan berisi :

1) Penaatan terhadap frekuensi sampling limbah cair yakni 1 (satu) kali per bulan.

2) Penaatan terhadap jumlah parameter yang diuji laboratorium, sesuai dengan baku mutu yang dijadikan acuan.
3) Penaatan kualitas limbah cair hasil pemeriksaan laboratorium terhadap baku mutu limbah cair, dengan mengacu pada peraturan perundang-undangan.
4) Setiap laporan yang disampaikan disertai dengan bukti tanda terima laporan.

2. Dampak limbah cair rumah sakit

Limbah cair adalah semua bahan buangan yang berbentuk cair yang kemungkinan mengandung mikroorganisme pathogen, bahan kimia beracun dan radoiaktivitas. Jika air limbah tidak dikelola dengan baik dapat menimbulkan berdampak buruk bagi makhluk hidup dan lingkungannya. Beberapa dampak buruk tesebut sebagai berikut (Rahmat, 2018).

1. Gangguan Kesehatan

Air limbah dapat mengandung bibit penyakit yang dapat menimbulkan penyakit bawaan air *(water borne diseases)*. Selain itu di dalam air limbah mungkin juga terdapat zat-zat berbahaya dan beracun yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan bagi makhluk hidup yang mengkonsumsinya. Adakalanya air limbah yang tidak dikelola dengan baik juga dapat menjadi sarang vector penyakit (misalnya nyamuk, lalat, kecoa dan lain-lain). Selain resiko yang disebabkan oleh mikroba, senyawa toksikpun dapat menyebabkan kematian dan penderitaan manusia seperti kematian akibat keracunan pestisida dalam air minum atau keracunan akibat logam berat.

2. Penurunan kualitas lingkungan

   Air limbah yang dibuang langsung ke air permukaan (misalnya : sungai dan danau) dapat mengakibatkan pencemaran air permukaan tersebut. Sebagai contoh, bahan organic yang terdapat dalam air limbah bila dibuang langsung ke sungai dapat menyebabkan penurunan kadar oksigen yang terlarut *(Dissolved Oxygen)* di dalam sungai tersebut. Dengan demikian akan menyebabkan kehidupan didalam air yang membutuhkan oksigen akan terganggu, dalam hal ini mengurangi perkembangannya. Adakalanya air limbah juga dapat merembes ke dalam air tanah, sehingga menyebabkan pencemaran air tanah. Bila air tanah tercemar maka kualitasnya akan menurun sehingga tidak dapat lagi digunakan sesuai peruntukannya.

3. Gangguan terhadap keindahan

   Adakalanya air limbah mengandung polutan yang tidak mengganggu kesehatan dan ekosistem, tetapi mengaganggu keindahan.Contoh yang sederhana adalah air limbah yang mengandung pigmen warna yang dapat menimbulkan perubahan warna pada badan air penerima. Walaupun pigmen tersebut tidak menimbulkan gangguan terhadap kesehatan, tetapi terjadi gangguan keindahan terhadap badan air penerima tersebut. Kadang-kadang air limbah dapat juga mengandung bahan-bahan yang bila terurai menghasilkan gas-gas yang berbau.Bila air limbah jenis ini mencemari badan air, maka dapat menimbulkan gangguan keindahan pada badan air tersebut. Air yang tercemar seringkali mengeluarkan bau yang sangat menusuk hidung atau berubah warna menjadi

hitam, coklat atau merah tergantung dari jenis pencemaran yang ada. Keadaan ini akan mengganggu segi keindahan yang dipunyai air.

2 Gangguan terhadap kerusakan benda

Adakalanya air limbah mengandung zat-zat yang dapat dikonversi oleh bakteri *anaerobic* menjadi gas yang agresif seperti H2S. Gas ini dapat mempercepat proses perkaratan pada benda yang terbuat dari besi (misalnya pipa saluran air limbah) dan buangan air kotor lainnya. Dengan cepat rusaknya air tersebut maka biaya pemeliharaannya akan semakin besar juga, yang berarti akan menimbulkan kerugian material. Lemak yang merupakan sebagian dari komponen air limbah mempunyai sifat yang menggumpal pada suhu air normal, dan akan berubah menjadi cair apabila berada pada suhu yang lebih panas. Lemak yang berubah benda cair pada saat dibuang kesaluran air limbah akan menumpuk secara kumulatif pada saluran air limbah karena mengalami pendinginan dan lemak ini akan menempel pada dinding saluran air limbah yang pada akhirnya akan menyumbat aliran air limbah.Selain penyumbatan dapat juga terjadi kerusakan pada tempat dimana lemak tersebut menempel yang biasanya berakibat timbulnya kebocoran (Sugiharto, 2011).

3. Sumber limbah Cair Rumah Sakit

Rumah sakit sebagai pelayanan kesehatan terdiri dari beberapa unit kegiatan. Secara umum, limbah cair rumah sakit dapat dibedakan sesuai dengan kegiatan produksinya, yaitu sebagai berikut:

1. Limbah cair domestik

Limbah cair domestik metupakan air limbah yang berasal dari buangan aktifitas rumah sakit seperti mandi dan cuci. Yang termasuk limbah cair domestik adalah:

a. Limbah cair kamar mandi

   Limbah cair kamar mandi dikategorikan sebagai limbah cair rumah tangga. Parameter dalam limbah cair kamar mandi adalah *Total Suspended Solids* (TSS), *Biological Oxygen Demand* (BOD), *Chemical Oxygen Demand* (COD), nitrogen, fosfor, minyak dan lemak, serta bakteriologis.

b. Limbah cair dapur

   Limbah cair dapur pada umumnya hampir sama dengan limbah cair rumah tangga, tetapi secara kuantitas jauh lebih besar. Limbah cair yang berasal dari dapur mengandung BOD, COD, TSS, minyak dan lemak, nitrogen, serta fosfat. Selain itu, limbah cair dari dapur juga mengandung padatan berupa sisa makanan, sisa potongan sayur dan lain-lain.

c. Limbah cair *laundry*

   Limbah cair yang berasal dari *laundry* pada umumnya bersifat basa dengan kandungan zat padat total berkisar anatara 800-1.200 mg/l dan kandungan BOD berkisar antara 400-450 mg/l.

2. Limbah cair klinis

   Limbah cair klinis merupakan limbah cair yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit misalnya air bekas cucian luka, cucian darah, dan lain-lain. Limbah cair rumah sakit baik dari kegiatan domestik maupun klinis mengandung senyawa polutan organik yang tinggi.

3. Limbah cair laboratorium

Limbah cair laboratorium berasal dari pencucian peralatan laboratorium dan bahan buangan hasil pemeriksaan seperti darah, urine, dan lain-lain. Limbah cair ini umumnya banyak mengandung berbagai senyawa kimia sebagai bahan pereaksi sewaktu pemeriksaan contoh cair laboratorium mengandung bahan antiseptic dan antibiotik sehingga bersifat toksik terhadap mikroorganisme, serta mengandung logam berat sehingga jika limbah cair tersebut dialirkan kedalam proses pengolahan secara biologis maka logam berat tersebut dapat mengandung proses kerja dari pengolahan. Oleh karena itu, untuk limbah cair ari laboratorium diolah tersendiri secara fisik dan kimia, selanjutnya hasil olahannya dialirkan bersama limbah lainnya

4. Unit pengolahan limbah cair

Unit-unit yang sering terdapat dalam Instalasi Pengolahan Limbah Cair (IPAL) adalah bak ekualisasi, bak pengendap, bak aerasi, bak anaerob, bak penangkap minyak dan septictank (Darsono, 2013). Adapun fungsi dari masing-masing unit adalah sebagai berikut:

1. Bak ekualisasi

Bak ekualisasi digunakan untuk menampung semua limbah agar kondisi limbah selalu sama dari waktu ke waktu baik kualitas maupun kuantitas. Selain itu, bak ekualisasi juga digunakan sebagai bak pengendap, sehingga perlu dilengkapi dengan pompa lumpur.

2. Bak pengendap

Bak pengendap digunakan untuk mengendapkan limbah cair, terutama setelah pemberian bahan koagulan.

3. Bak aerasi

Aerasi adalah proses memasukaan oksigen yang berasal dari udara ke dalam limbah cair. Aerasi diperlukan dalam proses aerob. Cara kerja dari bak aerasi ini yaitu apabila oksigen kurang, maka bekteri akan mati dan sulit untuk tumbuh kembali. Selain itu, bakteri dalam bak aerasi juga akan mati apabila listrik mati, sehingga bak aerasi tidak berfungsi. Bak aerasi terkadang juga digunakan untuk mengeluarkan bahan-bahan yang mudah menguap.

4. Bak anaerob

Bak anaerob diperlukan apabila limbah cair memerlukan proses anaerob. Proses anaerob adalah proses perombakan polutan limbah oleh bakteri anaerob menjadi persenyawaan sederhana. Proses ini memerlukan waktu yang lama, sehingga diperlukan bak dengan ukuran yang relatif besar.

5. Bak penangkap minyak

Bak penangkap minyak diperlukan dalam proses pengolahan limbah cair yang mengandung minyak dalam jumlah yang relatif besar. Sesuai dengan namanya, bak ini digunakan untuk menangkap bahan-bahan yang sulit membusuk tetapi mempunyai massa jenis yang lebih kecil dari limbah cair. Bahan-bahan tersebut antara lain bensin, minyak tanah, terpentin, minyak makan baik yang dipergunakan dalam rumah tangga maupun industri Minyak mengganggu proses pengolahan limbah karena menyebabkan saluran menjadi tersumbat. Selain itu, minyak sangat sulit terdekomposisi oleh bakteri secara alamiah. Menghilangkan minyak dengan bakterologi memerlukan waktu yang lama, bahkan dapat mencapai ukuran tahunan.

6. *Septic tank*

Septic tank Proses pengolahan limbah cair di dalam *septic tank* adalah anaerob sangat baik, bakteri yang bekerja adalah bakteri anaerob yang tidak memerlukan oksigen bebas. Feces manusia hilang hanya dalam waktu 24 jam, hal ini disebabkan di dalam *septic tank* telah terdapat bakteri yang jumlahnya sangat banyak, bila kondisi *septic tank* bagi kehidupan bakteri terganggu, maka kerja bakteri dalam septic tank tidak maksimum. Kondisi *septic tank* terganggu antara lain disebabkan masuknya sabun ke dalam *septic tank*

5. Pengolahan air limbah rumah sakit

1. Pengolahan biologi aerobik dan biologi anaerobik

Proses secara biologi dapat dilakukan secara aerobik (dengan udara) dan anaerobik (tanpa udara) atau kombinasi aerobik dan anaerobik. Proses biologis biasanya digunakan untuk pengolahan air limbah dengan BOD yang tidak terlalu besar.

a. Pengolahan biologi aerobik

Pengolahan biologi aerobik adalah pengolahan air limbah yang memerlukan oksigen untuk memetabolisme bakteri. Pengolahan limbah secara biologis aerobik dapat dibagi menjadi tiga yaitu :

1) Proses biologis dengan biakan tersuspensi *(suspended culture)*

2) Proses biologis dengan biakan melekat *(attached culture)*

3) Proses biologis dengan sistem kolam atau lagoon

b. Pengolahan biologi anaerobik

Beberapa teknologi pengolahan limbah cair yang sering digunakan di rumah sakit yaitu proses lumpur aktif (active sludge proces), reaktor putar biologis (rotating biological contactor/RBC), proses aerasi kontak, proses pengolahan dengan biofilter “up flow” dan pengolahan dengan sistem “biofilter anaerob-aerob”.

2. Pengolahan sekunder dengan lumpur aktif (*Actived Sludge*). Teknologi pengolahan limbah dengan *Activated Sludge* (Lumpur Aktif) ini sangat cocok untuk rumah sakit dengan kapasitas yang besar. Karena jika diterapkan untuk rumah sakit dengan kapasitas yang kecil, teknologi ini kurang ekonomis karena biaya yang diperlukan cukup besar.
3. Pengolahan dengan sistem kolam oksidasi

   Sistem kolam oksidasi ini telah dipilih untuk pengolahan air limbah rumah sakit yang terletak ditengah-tengah kota karena tidak memerlukan lahan yang luas.
4. Pengolahan air limbah dengan proses biofilter "*up flow*"

   Proses pengolahan air limbah dengan biofilter *"up flow*" ini terdiri dari bak pengendap, ditambah dengan beberapa bak biofilter yang diisi dengan media kerikil atau batu pecah, plastik atau media lain.

5. Proses pengolahan dengan sistem biofilter *anaerob-aerob*

Pengolahan dengan biofilter *anaerob-aerob* ini merupakan pengembangan dari proses biofilter anaerob dengan proses aerasi kontak. Pengolahan air limbah dengan proses biofilter *anaerob-aerob* terdiri atas beberapa bagian yaitu bak pengendap awal, biofilter anaerob (anoxic), biofilter aerob, bak pengendap akhir, dan jika perlu dilengkapi dengan bak kontaktor klor. Air limbah yang mengandung padatan berukuran besar dilakukan penyaringan, kemudian di alirkan kedalam bak pengendap awal. Air limpasan dari bak pengendap awal selanjutnya dialirkan ke bak biofilter anaerob dengan arah aliran dari atas-bawah atas. Bak anaerob berisi media kontak berupa bahan plastic/kerikil/batu sebagai tempat pertumbuhan mikroorganisme. Penguraian zat-zat organik yang ada dalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerob atau fakultatif aerob. Air limpasan dari bak anaerob di alirkan ke bak aerob yang berisi media berupa kerikil, plastic, batu apung, atau bahan serat. Pada saat itu juga dilakukan aerasi atau diembuskan Pengolahan dengan Sistem Aerasi Kontak Proses pengolahan air limbah dengan aerasi ini merupakan pengembangan dari proses lumpur aktif dan proses biofilter. Pengolahan air limbah dengan proses aerasi kontak terbagi dua, yaitu: pengolahan primer dan pengolahan sekunder. dengan udara sehingga mikroorganisme yang ada akan menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media. Air dari bak *aerob* kemudian di alirkan ke bak pengendap akhir, dalam bak ini lumpur aktif yang mengandung massa mikroorganisme diendapkan dan dipompa kembali ke bagian *inlet* bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Air limpasan dialirkan

ke bak klorinasi yang selanjutnya dikontakkan dengan senyawa klor Untuk membunuh mikroorganisme pathogen (Prayitno, 2011).

Proses dengan biofilter anaerob-aerob mempunyai beberapa keuntungan antara lain mampu mengurangi konsentrasi BOD, COD, TSS, deterjen, amonium dan fosfor, serta bakteri Eschericia coli. Selain itu, tehnik ini mempunyai efisiensi dan tanpa membutuhkan energy. Sementara, kekurangan proses biofilter anaerob-aerob antara lain kurang cocok untuk kapasitas limbah yang besar. Teknologi ini memberikan keuntungan secara teknis terdapat pada operasi dan perawatan sederhana., pengambilan COD dan bekteri efisien, serta konsumsi energi rendah.

5. Pengolahan dengan sistem kolam aerasi atau kolam stabilisas

   Sistem pengolahan air limbah "kolam stabilisasi" untuk kolam stabilisasi memerlukan lahan yang cukup luas, maka biasanya sistem ini dianjurkan untuk rumah sakit di pedalaman (di luar kota) yang biasanya masih tersedia lahan yang cukup.

6. *Anaerobic filter treatment system*

   Proses pengolahan anaerobik yaitu proses pengolahan air yang menggunakan organisme yang aktif dimana oksigen tidak ada dan proses ini ditunjukkan oleh proses fermentasi metan.

C. Pemantauan Limbah Cair Rumah Sakit

1. Karakteristik limbah cair

Pemantauan limbah cair rumah sakit dapat ditentukan dari karakteristik limbah cair. Karakteristik atau sifat air limbah yang dihasilkan oleh rumah sakit dibedakan

menjadi tiga bagian besar, yaitu karakteristik fisik, kimia dan biologi. Berikut adalah sifat air limbah dibedakan menjadi 3 yaitu :

1. Sifat fisik

   Sifat fisik ini mencakup suhu, kekeruhan, warna, bau dan padatan.

   a. Suhu

      Air sering digunakan sebagai medium pendingin dalam berbagai proses industri. Air pendingin tersebut setelah digunakan akan mendapatkan panas dari bahan yang didinginkan, kemudian dikembalikan ke tempat asalnya yaitu sungai atau sumber air lainnya. Air buangan tersebut mempunyai suhu lebih tinggi daripada air asalnya. Kenaikan suhu air tersebut akan mengakibatkan menurunnya oksigen terlarut di dalam air, meningkatnya kecepatan reaksi kimia, terganggunya kehidupan ikan dan hewan air lainnya. Jika suhu tersebut tidak juga kembali pada suhu normal, lama kelamaan dapat menyebabkan kematian ikan dan hewan lainnya (Nadeak, 2017).

   b. Kekeruhan

      Pengeruhan terjadi disebabkan pada dasarnya oleh adanya zat-zat kolloid yaitu zat yang terapung serta terurai secara halus sekali. Hal itu disebabkan pula oleh kehadiran zat organik yang terurai secara halus, jasad-jasad renik, lumpur, tanah liat dan zat kolloid yang serupa atau benda terapung yang tidak mengendap dengan segera. Pengeruhan atau tingkat kelainan adalah sifat fisik yang lain dan unik dari pada limbah dan meskipun penentuannya bukanlah merupakan ukuran mengenai jumlah benda-benda yang terapung,

sebagai aturan umum dapat dipakai bahwa semakin luar biasa kekeruhan semakin kuat limbah itu (Nadeak, 2017).

c. Warna

Air yang normal tampak jernih, tidak berwarna. Warna dalam air disebabkan adanya ion-ion logam besi dan mangan (secara alami) humus, plankton, tanaman dan air buangan industri. Warna berkaitan dengan kekeruhan, dan dengan menghilangkan kekeruhan kelihatan warna nyata. Demikian juga warna dapat disebabkan zat-zat terlarut dan zat tersuspensi. Warna menimbulkan pemandangan yang jelek dalam air limbah meskipun warna tidak menimbulkan sifat racun (Ginting, 2006)

d. Bau

Bau air limbah memberikan gambaran yang sah mengenai keadaan. Bau-bauan yang busuk, menyerupai bau hydrogen sulfida menunjukkan adanya air limbah yang busuk. Banyak dari bau yang tak sedap itu disebabkan karena adanya campuran dari nitrogen, sulfur dan fosfor dan juga berasal dari pada pembusukan protein dan lain-lain bahan organik yang terdapat di dalam air limbah. Pentingnya bau dalam penentuan kondisi air limbah dipertinggi pula oleh kenyataan bahwa konsentrasi yang sangat kecil dari suatu zat tertentu dapat ditelusuri dari baunya. Suatu konsentrasi dari kira-kira 0,037 mg/l amoniak dapat menimbulkan bau amoniak yang sedikit menyengat, konsentrasi 0,0011 mg/l dari hydrogen sulfide menyebarkan bau khas telur busuk, 0,0026 mg/l karbon disulfida menimbulkan bau yang tidak enak dan memuakkan (Nadeak, 2017).

e. Padatan

Padatan yang dapat mencemari air, berdasarkan ukuran partikel dan sifat-sifat lainnya dapat dikelompokkan menjadi padatan terendap (sedimen), padatan tersuspensi dan padatan yang terlarut. Padatan yang mengendap terdiri dari partikel-partikel yang berukuran relatif besar dan berat sehingga dapat mengendap dengan sendirinya. Padatan tersuspensi adalah padatan yang menyebabkan kekeruhan air, tidak terlarut dan tidak dapat mengendap langsung. Padatan tersuspensi berukuran lebih kecil dan lebih ringan daripada padatan terendap. Padatan terlarut terdiri dari senyawa-senyawa anorganik dan organik yang larutdalam air seperti garam-garam mineral (Nadeak, 2017).

2. Sifat kimia

Karakteristik kimia air limbah ditentukan oleh BOD, COD, nilai keasaman dan alkalinitas, lemak dan minyak serta logam-logam berat yang terkandung dalam air limbah.

a. BOD

BOD (Biological Oxygen Demand) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk menguraikan atau mengoksidasi bahan-bahan buangan di dalam air. Jadi nilai BOD tidak menunjukkan jumlah bahan organik yang sebenarnya, tetapi hanya mengukur secara relatif jumlah oksigen yang dibutuhkan untuk mengoksidasi bahan-bahan buangan tersebut. Jika konsumsi oksigen tinggi yang ditunjukkan dengan semakin kecilnya sisa oksigen terlarut, maka

berarti kandungan bahan-bahan buangan yang membutuhkan oksigen tinggi.

b. COD

COD (*Chemical Oxygen Demand*), merupakan uji yang lebih cepat daripada uji BOD, yaitu suatu uji berdasarkan reaksi kimia tertentu untuk menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi bahan-bahan organik yang terdapat di dalam air. Uji COD biasanya menghasilkan nilai kebutuhan oksigen yang lebih tinggi daripada uji BOD karena bahan-bahan yang stabil terhadap reaksi biologi dan mikroorganisme dapat ikut teroksidasi dalam uji COD. Sembilan puluh enam persen hasil uji COD yang dilakukan selama 10 menit akan setara dengan hasil uji BOD selama 5 hari (Nadeak, 2017).

c. Nilai keasaman dan alkalinitas

Umumnya air yang normal memiliki pH sekitar netral, berkisar antara 6 hingga 8. Air limbah atau air yang tercemar memiliki pH sangat asam atau pH cenderung basa, tergantung dari jenis limbah dan komponen pencemarnya. Keasaman air diukur dengan pH meter. Keasaman ditetapkan berdasarkan tinggi rendahnya konsentrasi ion hydrogen dalam air. Tinggi rendahnya alkalinitas air ditentukan air senyawa karbonat, garam-garam hidroksida, magnesium dan natrium dalam air. Tingginya kandungan zat tersebut mengakibatkan kesadahan dalam air. Semakin tinggi kesadahan suatu air semakin sulit air berbuih (Ginting, 2006).

e. Kandungan minyak dan lemak

Minyak tidak dapat larut dalam air , maka sisa minyak akan tetap mengapung di air. Minyak yang menutupi permukaan air akan menghalangi penetrasi sinar matahari ke dalam air. Selain itu, lapisan minyak juga dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut dalam air Karena fiksasi oksigen bebas menjadi terhambat. Akibatnya, terjadi ketidakseimbangan rantai makanan di dalam air. Minyak dan lemak biasanya berasal dari limbah dapur rumah sakit. (Nugroho, 2006)

f. Kandungan logam berat

Air sering tercemar oleh komponen-komponen anorganik, diantaranya berbagai logam berat yang berbahaya. Logam-logam berat yang berbahaya dan sering mencemari lingkungan terutama adalah merkuri (Hg), timbal (Pb), arsenik (As), cadmium (Cd), chromium (Cr) dan nikel (Ni). Logam tersebut pada umumnya terdapat pada limbah laboratorium rumah sakit.

3. Sifat Biologis

Mikroorganisme yang terdapat di dalam air berasal dari berbagai sumber seperti udara, tanah, sampah, lumpur, tanaman hidup atau mati, hewan hidup atau mati (bangkai), bahan organik lainnya dan sebagainya. Mikroorganisme tersebut mungkin tahan lama hidup di dalam air, atau tidak tahan lama hidup di dalam air karena lingkungan hidupnya yang tidak cocok. Air dapat merupakan medium pembawa mikroorganisme patogenik yang berbahaya bagi kesehatan. Mikroorganisme ditemukan dalam jenis yang sangat bervariasi, yakni hampir dalam semua bentuk limbah cair. Kebanyakan merupakan sel

tunggal yang bebas ataupun berkelompok dan mampu melakukan proses-proses kehidupan seperti tumbuh, bermetabolisme, dan bereproduksi. Keberadaan bakteri dalam unit pengolahan limbah cair merupakan kunci efisiensi proses biologi. Bakteri juga berperan penting dalam mengevaluasi kualitas air (Halym, 2013).

2. Parameter kualitas air limbah yang diuji

Adapun parameter yang dapat diuji untuk mengetahui kulitas dari air limbah menurut PerGub Bali No. 16 tahun 2016 adalah :

1. Fisika
   a. TSS

      Total Suspended Solid (TSS) adalah ukuran dari zat padat tersuspensi di dalam air limbah, limbah cair atau perairan yang ditentukan oleh jumlah berat lumpur yang ada di dalam air limbah setelah mengalami pengeringan

   b. Suhu

      Suhu adalah temperatur pada air dapat menentukan besarnya spesies biologi dan tingkat aktivitasnya.

2. Kimia
   a. pH

      Derajat keasaman (pH) menunjukkan suatu proses reaksi yang berada dalam perairan seperti reaksi fdalam kondisi asam atau basa. Derajat keasaman (pH) sangat berpengaruh terhadap tingkat toksisitas bahan beracun. Perairan yang netral memiliki nilai pH yaitu 7, perairan yang bersifat asam pH < 7 dan bersifat basa pH > 7.

b. BOD

Biochemical Oxygen Demand (BOD) didefinisikan sebagai jumlah oksigen yang diperlukan untuk menguraikan benda organik oleh bakteri, sehingga limbah menjadi jernih kembali. Parameter yang paling umum digunakan untuk pengukuran kandungan zat organik di dalam limbah cair adalah BOD5 yaitu pengukuran oksigen terlarut DO (*Dissolved Oxygen*) yang digunakan mikroorganisme untuk oksidasi biokimia zat organik membutuhkan waktu 5 hari.

c. COD

Chemical Oxygen Demand (COD) adalah kebutuhan oksigen dalam proses oksidasi secara kimia. Nilai COD akan selalu lebih besar dari BOD karena kebanyakan senyawa lebih mudah teroksidasi secara kimia dari pada secara biologi.

d. Minyak dan Lemak

Lemak merupakan senyawa organik yang tidak mudah diuraikan oleh mikroba. Minyak jika terdapat di dalam limbah cair, dapat merugikan karena dapat menghambat aktivitas biologi untuk pengolahan limbah cair. Selain itu dapat merusak sistem perpipaan pada instalasi pengolahan air limbah.

e. MBAS *(Methylen Blue Active Surfactant)*

MBAS adalah metode Analisa kadar deterjen dalam air dengan cara menambahkan metilen biru yang diberikan surfaktan dan di analisis dengan spektofotometer UV – Vis.

f. Amoniak

Amoniak adalah senyawa kimia, biasanya senyawa ini didapati berupa gas dengan bau tajam yang khas. Walaupun amonia memiliki sumbangan penting bagi kebutuhan nutrisi di bumi, amonia sendiri adalah senyawa kaustik yang dapat merusak kesehatan.

3. Bakteriologis

Escherchia coli atau biasa disingkat *E-coli* adalah satu jenis spesies utama bakteri gram negatif. Pada umumnya, bakteri ini ditemukan pada usus besar manusia.

D. Pengelolaan Limbah Cair Rumah Sakit

Limbah cair rumah sakit berpotensi menurunkan kualitas lingkungan dan merupakan salah satu potensi bahaya yang dapat menimbulkan gangguan kesehatan lingkungan, sehingga perlu dilakukan pengelolaan terhadap limbah cair tersebut. Menurut Direktorat Jendral PPM dan PLP, adapun prinsip penngolahan limbah cair yaitu (Purnama,2014):

1. Saluran pembuangan air liumbah harus menggunakan sistem saluran tertutup, kedap air dan limbah harus mengalir dengan lancer.
2. Rumah sakit harus memiliki unit pengolahan limbah sendiri atau bersama-sama secara kolektif dengan bangunan di sekitarnya yang memenuhi persyaratan teknis, apabila belum ada atau tidak terjangkau sitem pengolahan air perkotaan.
3. Kualitas limbah (*effluent*) sesuai peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Dalam pengelolaan limbah cair rumah sakit, perlu dilakukan tahap pengelolaan mulai dari air limbah dihasilkan oleh sumbernya hingga keluar effluent yang

kemudian akan dibuang ke lingkungan. Berikut adalah tahapan-tahapan tersebut (Adisasmito,2007) :

1.Pengumpulan

Pengumpulan limbah cair meliputi upaya yang dilakukan terhadap sumber penghasil limbah cair, bak control dan sistem perpipaan menuju instalasi pengolahan. Pada proses pengumpulan, dapat dilakukan upaya treatment limbah cair. Pra pengolahan merupakan tahap awal yang dilakukan sebelum limbah cair masuk kedalam proses pengolahan, dalam proses ini ada beberapa kandungan limbah cair yang dapat direduksi yaitu BOD,COD,NH3 dan TSS. Pra pengolahan bertujuan untuk mengurangi beban pencemar yang masuk kedaalm sistem pengolahan. Dalam proses pra pengolahan juga terjadi proses hemogenesasi dan netralisasi PH limbah cair dan mengatur jumlah limbah cair yang masuk ke sistem pengolahan, sehingga tidak terjadi overloading yang dapat menganggu proses pengolahan limbah cair.

2.Pengolahan

Pengolahan limbah cair dapat dilakukan melalui proses pengolahan fisik, kimia,biologis atau kombinasi dari ketiga proses pengolahan tersebut.

3.Pembuangan

Limbah cair yang sudah melalui tahap pengolahan kemudian akan dibuang ke badan air. Air buangan tersebut harus memenuhi baku mutu yang telat ditentukan. Aturan baku mutu ini ditentukan sesuai dengan kebijakan pemerintah daerah masing-masing dengan berpedoman pada Undang-Undang RI Nomor 32 Tahun 2009 tentang perlindungan dan pengelolaan lingkungan hidup dan

Peraturan Menteri Kesehatan No 7 Tahun 2019 tentang persyaratan kesehatan lingkungan rumah sakit. Pengukuran kualitas air buangan dilakukan setiap bulan di laboratorium kesehatan yang terakreditasi dan dilaporkan secara berkala kepada Dinas Lingkungan Hidup dan Kebersihan setempat. Adapun yang parameter yang digu dalam hal nakan dalam pengukuran kualitas air buangan yaitu BOD,COD,TSS dan PH.

E. Penentuan Lokasi dan Titik Pengambilan Sampel

Menurut (Anwar, 2005) pemilihan lokasi dan titik pengambilan sampel air limbah bertujuan :

1. Mengetahui efisiensi proses industry, dimana sampel diambil dari bak kontrol air limbah sebelum masuk ke pipa atau saluran gabungan yang menuju ke instalasi pengolahan air limbah (IPAL). Pengambilan sampel di lokasi tersebut dilakukan apabila suatu industry menghasilkan berbagai jenis produk dengan proses produksi dan karakteristik limbah yang berbeda-beda. Semakin kecil konsentrasi air limbah dan bahan pencemar, efisiensi produksi semakin tinggi dan begitu juga sebaliknya.
2. Mengevaluasi efisiensi IPAL. Dalam hal ini sampel diambil pada titik masuk dan keluar IPAL dengan memperhatikan waktu retensi. Sampel harus diambil pada saat produksi berjalan.
3. Mengendalikan pencemaran air,dalam hal ini sampel diambil pada :

   a. Titik perairan penerima sebelum air limbah masuk ke badan air. Pengambilan itu untuk mengetahui kualitas perairan sebelum dipengaruhi

air limbah. Data hasil penguji sampel biasanya digunakan sebagai data pembanding atau contoh.

b. Titik air saluran pembuangan limbah (outlet) sebelum air limbah disalurkan ke badan air. Pengambilan sampel ini bertujuan untuk mengetahui kualitas effluent. Apabila data hasil pengujiannya melebihi baku mutu lingkungan, maka limbah tersebut dapat mencemari perairan penerimanya.

c. Titik perairan penerima setelah air limbah masuk ke badan air, namun sebelum menerima air limbah lainnya. Pengambilan tersebut bertujuan untuk mengetahui kontribusi air limbah terhadap kualitas penerimanya.