

II. TINJAUAN PUSTAKA

A. Limbah Rumah Sakit

Menurut Budi (2006), air limbah pada intinya dapat dikelompokkan menjadi tiga bagian yaitu sifat fisik, kimia dan biologis.

1. Sifat Fisik

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah dilihat. Adapun sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat sebagai efek estetika, kejernihan, bau, warna dan suhu. Komposisi limbah cair rumah sakit sebagian besar terdiri dari 99,9 % air dan sisanya terdiri dari partikel-partikel tidak terlarut 0,1 % (Budi, 2006). Partikel-partikel padat terdiri dari zat organik 70 % dan anorganik 30 %. Zat organik terdiri dari 65 % protein, 25 % karbohidrat dan 10 % lemak. Zat organik tersebut sebagian besar mudah terurai (degradabel) yang merupakan sumber makanan dan medium yang baik bagi pertumbuhan bakteri dan mikroorganisme yang lainnya.

2. Sifat Kimia

Sifat kimia dalam air limbah dapat diketahui dengan adanya zat kimia air buangan. Adapun zat kimia yang penting dalam air limbah pada umumnya dapat diklasifikasikan sebagai berikut:

a. Bahan Organik

Air limbah dengan pengotoran sedang, maka sekitar 75 % dari benda-benda tercampur dan 40 % dari zat yang dapat disaring berupa bahan

organik, yang dijumpai dalam air limbah bersisik 40-60 % adalah protein, 25-50 % karbohidrat serta 10 % lainnya lemak (Budi, 2006).

b. Bahan Anorganik

Sedangkan zat anorganik yang penting peranannya di dalam mengontrol air limbah adalah pH, kadar khlor, alkalinitas, kadar sulfur, zat beracun, logam berat seperti: Ni, Mg, Pb, Cr, Cd, Zn, Cu, Fe dan Hg, Metan, Hidrogen, Fosfor, dan gas seperti NH₃, CH₄, O₃ (Budi, 2006).

3. Sifat Bakteriologis

Sifat bakteriologis pada air buangan perlu diketahui untuk menaksir tingkat kekotoran air limbah sebelum dibuang ke badan air (Budi, 2006).

Organisme yang penting dalam air limbah dan air permukaan dapat diklasifikasikan menjadi dua yaitu:

- a. Protista, meliputi: bakteri, jamur, protozoa dan algae
- b. Binatang dan tanaman

Menurut Anonim (2011a), dalam kaitan dengan pengelolaannya, limbah medis dikelompokkan menjadi lima yaitu:

1. Golongan A, terdiri dari:

- a. Baju bedah, kapas bekas dan semua limbah yang terkontaminasi dari daerah ini.
- b. Bahan-bahan linen dari kasus penyakit infeksi.
- c. Seluruh jaringan tubuh manusia, bangkai/jaringan hewan dari laboratorium dan hal-hal lain yang berkaitan dengan kapas bekas dan pakaian bekas.

2. Golongan B, terdiri dari jarum suntik bekas, *cartridge*, pecahan gelas dan benda tajam lainnya.
3. Golongan C terdiri dari limbah dari laboratorium dan perdarahan postpartum dalam proses melahirkan (kecuali yang termasuk dalam golongan A).
4. Golongan D terdiri dari limbah bahan kimia dan bahan farmasi tertentu.
5. Golongan E terdiri dari pelapis *bed-pan*, *disposable*, *urinoir*, *incontinence-pad* dan *stamag bags*.

Sedangkan limbah non-medis ialah limbah domestik yang dihasilkan di RS tersebut. Sebagian besar limbah ini merupakan limbah organik dan bukan merupakan limbah B-3 (bahan berbahaya dan beracun). Sehingga pengelolaannya dapat dilakukan bersama-sama dengan sampah kota yang ada. Sampah non-medis berupa sisa-sisa makanan, kertas, dedaunan dan sebagainya (Paramita, 2007).

Salah satu limbah rumah sakit yang dapat membahayakan kesehatan masyarakat adalah mikroorganisme patogen. Mikroorganisme patogen yang berasal dari RS antara lain *Salmonella* sp, *Shigella* sp, *Vibrio cholerae*, *Streptococcus* sp, dan *coliform*. Mikroorganisme tersebut dianggap berbahaya karena dapat menularkan penyakit seperti penyakit diare yang sering terjadi di Indonesia walaupun biasanya ada pada peringkat kesembilan namun menjadi penyebab kematian yang cukup besar (Anonim, 2011b). Penyakit diare dapat disebabkan juga oleh infeksi bakteri. Diare akut disebabkan oleh infeksi bakteri (*Vibrio cholera*, *Escherichia coli*, *Salmonella* sp, *Shigella* sp, dan non-patogen bakteri bila jumlahnya berlebihan). Diare kronis disebabkan oleh

Enteropathogenic Escherichia coli/EPEC, Pseudomonas, Proteus, Staphylococcus, dan Streptococcus (Anonim, 2011b).

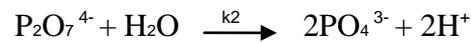
Menurut Chandra (1999), limbah rumah sakit adalah bahan sisa yang tidak digunakan lebih lanjut untuk keperluan rumah sakit. Dalam teknik pengolahan limbah secara hayati, salah satu jasad hidup yang dimanfaatkan jasanya yaitu strain dari *Pseudomonas* sp yaitu *Pseudomonas aeruginosa*. Menurut Wagner dkk, (2007) identifikasi mikrobial yang bertanggung jawab dalam penurunan nitrogen dan fosfor dalam instalasi pengolahan limbah dipandang penting dan perlu dilakukan. Hal tersebut berkaitan dengan pentingnya memahami hubungan antara diversitas suatu bakteri dengan fungsi tertentu yang penting, dengan stabilitas proses yang dikatalisis.

Bila ditinjau secara kimiawi, limbah terdiri dari bahan kimia organik dan anorganik dan senyawa-senyawa yang terkandung antara lain NH_3 bebas, PO_4 , fenol, dll. Dengan konsentrasi dan kuantitas tertentu, kehadiran limbah dapat berdampak negatif bagi lingkungan. Adapun menurut Anonim (1993) dalam Gunawan (2006), dampak dari limbah cair rumah sakit bila tidak diolah antara lain mencemari air permukaan, air tanah dan badan-badan air, mengganggu biota air, mengganggu estetika, dan terjadi pendangkalan pada sungai dan badan air. Sehingga perlu dilakukan penanganan terhadap limbah. Faktor yang mempengaruhi kualitas limbah adalah volume limbah, kandungan bahan pencemar dan frekuensi pembuangan limbah, sedangkan tingkat bahaya keracunan yang ditimbulkan oleh limbah tergantung pada jenis dan karakteristik limbah (Gunawan, 2006).

Rumah sakit dalam kegiatannya banyak menggunakan bahan-bahan yang berpotensi mencemari lingkungan (Budi, 2006). Pencemaran lingkungan yang disebabkan oleh limbah rumah sakit yang mengandung fosfat tinggi yang melebihi baku mutu yang ditetapkan akan menyebabkan masalah lingkungan hidup. Kadar bahan pencemaran fosfat dari limbah cair rumah sakit yang melebihi baku mutu yang ditetapkan perlu dilakukan penanganan bahan pencemar fosfat limbah cair rumah agar tidak mencemari lingkungan (Budi, 2006).

Salah satu limbah cair organik yang belum bisa dikurangi dalam pengolahan limbah rumah sakit yaitu fosfat (Budi, 2006). Fosfat sendiri diketahui berada dalam air limbah dalam bentuk organik, sebagai ortofosfat anorganik atau sebagai fosfat-fosfat kompleks. Fosfat kompleks mewakili kira-kira separuh dari fosfat air limbah perkotaan dan berasal dari penggunaan bahan-bahan detergen sintetis. Fosfat kompleks mengalami hidrolisis selama pengolahan hayati menjadi bentuk ortofosfat (PO_4^{3-}) (Budi, 2006).

Phospat berasal dari *Sodium Tripolyphosphate* (STPP) yang merupakan salah satu bahan yang kadarnya besar dalam detergen (Hardyanti dan Suparni, 2007). Dalam detergen, STPP ini berfungsi sebagai penyusun yang merupakan unsur penting kedua setelah surfaktan karena kemampuannya menonaktifkan mineral kesadahan dalam air sehingga detergen dapat bekerja secara optimal (Hardyanti dan Suparni, 2007). STPP ini akan terhidrolisis menjadi PO_4 dan P_2O_7 yang selanjutnya akan terhidrolisis juga menjadi PO_4 menurut reaksi berikut ini (Hardyanti dan Suparni, 2007) :



Di dalam proses pengolahan air limbah khususnya yang mengandung polutan senyawa organik, teknologi yang digunakan sebagian besar menggunakan aktifitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa polutan organik tersebut (Waluyo, 2009). Proses pengolahan air limbah secara hayati tersebut dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara) atau kombinasi anaerobik dan aerobik. Proses hayati aerobik biasanya digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang tidak terlalu besar, sedangkan proses hayati anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi (Waluyo, 2009).

B. Kandungan Fosfat

Bahan yang paling penting dalam pembuatan deterjen, adalah fosfat, namun kadar fosfat yang berlebih akan mengganggu keberadaan air tanah, dan apabila manusia mengkonsumsi air tersebut, lama kelamaan akan merusak fungsi ginjal kemudian mengalami penyakit gagal ginjal (Yuniarti dkk, 2008).

Bentuk-bentuk penting fosfat dalam air limbah adalah fosfor organik, polifosfat dan ortofospat (Budi, 2006). Polifosfat banyak digunakan dalam pembuatan deterjen sintetis. Komponen fosfat dipergunakan untuk membuat sabun sebagai pembentuk buih. Adanya fosfat dalam air limbah dapat menghambat penguraian pada proses hayati (Budi, 2006).

Keberadaan fosfat yang berlebihan di badan air menyebabkan suatu fenomena yang disebut eutrofikasi (pengkayaan nutrien). Untuk mencegah

kejadian tersebut, air limbah yang akan dibuang harus diolah terlebih dahulu untuk mengurangi kandungan fosfat sampai pada nilai tertentu (baku mutu *effluent* 2 mg/l). Dalam pengolahan air limbah, fosfat dapat disisihkan dengan proses fisika-kimia maupun hayati (Clark dkk, 1997).

Selain itu, penanggulangan limbah yang mengandung deterjen ini pada umumnya diatasi secara fisik dan kimia. Salah satu cara penanggulangan yang umum dilakukan adalah penggunaan proses fisik yaitu dengan filtrasi menggunakan beberapa bahan seperti misalnya pasir halus, arang kelapa dan batu zeolit (Nugroho dkk, 2004). Secara kimiawi menggunakan senyawa-senyawa yang berfungsi untuk memisahkan ikatan, seperti silika, asam sitrat, karbon aktif, fosfat sodium tripolifosfat. Teknik ini biasanya digunakan secara bersamaan untuk mengurangi senyawa-senyawa yang tidak sesuai dalam lingkungan, proses fisik seperti misalnya dengan penyaringan, kemudian dilanjutkan kimiawi, yaitu suatu teknik dengan mencampurkan bahan kimia, seperti misalnya tawas (Nugroho dkk, 2004).

Fosfat berada dalam air limbah dalam bentuk organik, sebagai ortofosfat anorganik atau sebagai fosfat-fosfat kompleks. Fosfat kompleks mewakili kira-kira separuh dari fosfat air limbah perkotaan dan berasal dari penggunaan bahan-bahan deterjen sintetis (Budi, 2006). Fosfat kompleks mengalami hidrolisa selama pengolahan biologis menjadi bentuk ortofosfat (PO_4^{3-}). Dari konsentrasi rata-rata fosfor keseluruhan sebanyak 10 mg/l berada dalam air limbah perkotaan, kira-kira 10 % dibuang sebagai bahan tak terpakai selama pengendapan primer dan 10 % hingga 20 % lainnya digabungkan ke dalam sel-sel bakteri selama

pengolahan biologis. Sisa yang 70 % dari fosfor yang masuk pada umumnya dilepaskan bersama buangan instalasi sekunder (Budi, 2006).

Bentuk-bentuk penting fosfat dalam air limbah adalah fosfor organik, polyphosfat dan orthophospat (Budi, 2006). Polyphosfat banyak digunakan dalam pembuatan detergen sintetis. Komponen fosfat dipergunakan untuk membuat sabun sebagai pembentuk buih. Dan adanya fosfat dalam air limbah dapat menghambat penguraian pada proses biologis. Sedangkan menurut Soemirat (1994), detergen dapat mempermudah absorpsi racun pada ikan melalui insang dan bersifat persisten sehingga terjadi akumulasi. Setiap senyawa fosfat tersebut terdapat dalam bentuk terlarut, tersuspensi atau terikat di dalam sel organisme dalam air.

Dalam air limbah senyawa fosfat dapat berasal dari limbah penduduk, industri dan pertanian. Di daerah pertanian ortofosfat berasal dari bahan pupuk, yang masuk ke dalam sungai melalui drainase dan aliran air hujan (Budi, 2006). Poliphosfat dapat memasuki sungai melalui air buangan penduduk dan industri yang menggunakan detergen yang mengandung fosfat seperti industri pencucian, industri logam dan sebagainya (Budi, 2006). Fosfat organik terdapat dalam air buangan penduduk (tinja) dan sisa makanan. Fosfat organik dapat pula terjadi dari ortofosfat yang terlarut melalui proses biologis karena baik bakteri maupun tanaman menyerap fosfat bagi pertumbuhannya. Berbagai jenis fosfat juga dipakai untuk pengolahan anti karat dan anti kerak pada pemanas air (boiler) (Budi, 2006).

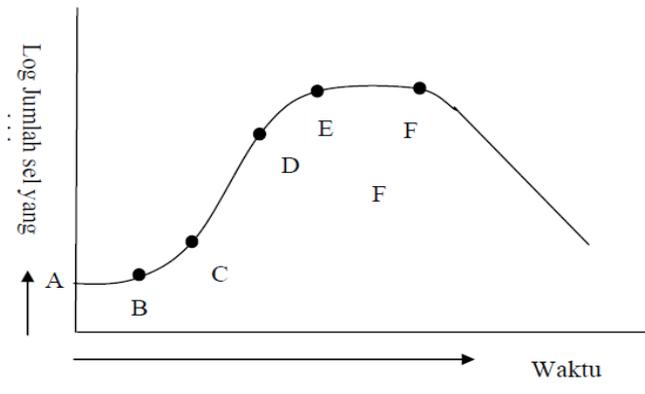
C. Bakteri

Bakteri merupakan mikrobia prokariotik yang sangat heterogen dan menghuni lingkungan yang beraneka ragam (Suharni dkk, 2008). Bakteri memiliki peran yang penting di alam sehingga penting bagi kehidupan. Peran bakteri diantaranya ialah mendaurulangkan nutrient di biosfer sehingga berguna bagi jasad lain (Suharni dkk, 2008).

Pada umumnya bakteri berbentuk sel tunggal, tidak mempunyai klorofil dan berkembang biak dengan pembelahan sel atau biner. Hidupnya sebagai jasad yang saprofitik ataupun sebagai jasad yang parasitik. Habitatnya tersebar dimana-mana, di udara, di dalam tanah, di air pada bahan makanan, tanaman ataupun pada tubuh manusia atau hewan (Suriawira, 1986).

1. Pertumbuhan Bakteri

Menurut Suriawira (1986), pertumbuhan bakteri dapat ditinjau dari dua segi yaitu pertumbuhan sel dan pertumbuhan populasi. Pertumbuhan sel yaitu penambahan volume sel serta bagian – bagian lainnya atau penambahan kuantitas isi dan kandungan di dalam selnya. Sedangkan pertumbuhan populasi yaitu pertumbuhan individu, misal dari satu sel menjadi dua, dari dua menjadi empat, dan seterusnya hingga menjadi banyak (Suriawira, 1986). Pertumbuhan mikrobia di dalam kultur statis di gambarkan sebagai suatu kurva pada Gambar 1 (Volk dan Wheeler, 1988).



Gambar 1. Skema Fase Pertumbuhan Mikroorganism (Sumber : Volk dan Wheeler, 1988).

Keterangan = A : Fase Adaptasi
 B : Fase Pertumbuhan Awal
 C : Fase Logaritmik
 D : Fase Pertumbuhan Lambat
 E : Fase Pertumbuhan Tetap
 F : Fase Kematian

a. Fase Adaptasi

Jika mikrobia dipindahkan ke dalam suatu medium, mula-mula akan mengalami fase adaptasi untuk menyesuaikan dengan substrat dan kondisi lingkungan sekitarnya. Pada fase ini belum terjadi pembelahan sel karena beberapa enzim mungkin belum disintesis. Jumlah sel pada fase ini mungkin tetap, tetapi kadang-kadang menurun. Lamanya fase ini bervariasi, dapat cepat atau lambat tergantung dari kecepatan penyesuaian dengan lingkungan di sekitarnya. Lamanya fase adaptasi menurut Fardiaz, (1992) di pengaruhi oleh beberapa faktor antara lain :

- 1) Medium dan lingkungan pertumbuhan. Sel yang ditempatkan dalam medium dan lingkungan pertumbuhan sama seperti medium dan lingkungan sebelumnya, mungkin tidak adaptasi. Tetapi jika nutrisi yang tersedia dan kondisi lingkungan yang baru sangat berbeda dengan yang sebelumnya, diperlukan waktu penyesuaian untuk mensintesis enzim-enzim yang dibutuhkan untuk metabolisme.

2) Jumlah inokulum. Jumlah awal sel yang semakin tinggi akan mempercepat fase adaptasi. Fase adaptasi mungkin berjalan lambat karena beberapa sebab, misalnya (1) kultur dipindahkan dari medium yang kaya nutrient ke medium yang kandungan nutriennya terbatas, (2) mutan yang baru terbentuk menyesuaikan diri dengan lingkungan, (3) kultur yang dipindahkan dari fase statis ke medium baru dengan komposisi sama seperti sebelumnya (Fardiaz, 1992).

b. Fase Pertumbuhan Awal

Setelah mengalami fase adaptasi, sel mulai membelah dengan kecepatan yang masih rendah karena baru selesai tahap penyesuaian diri (Fardiaz, 1992).

c. Fase Pertumbuhan Logaritmik

Pada fase ini sel mikrobial membelah dengan cepat dan konstan, di mana pertambahan jumlahnya mengikuti kurva logaritmik. Pada fase ini kecepatan pertumbuhan sangat dipenuhi oleh medium tempat tumbuhnya seperti pH dan kandungan nutrient, juga kondisi lingkungan termasuk suhu dan kelembapan udara. Pada fase ini sel membutuhkan energi lebih banyak dibandingkan dengan fase lainnya, selain itu sel dipengaruhi oleh keadaan lingkungan (Fardiaz, 1992).

d. Fase Pertumbuhan Lambat

Pada fase ini pertumbuhan populasi mikrobial diperlambat karena beberapa sebab, misalnya : (1) zat nutrisi di dalam medium sudah sangat berkurang, (2) adanya hasil-hasil metabolisme yang mungkin beracun atau dapat

menghambat pertumbuhan mikrobia. Pada fase ini pertumbuhan sel tidak stabil, tetapi jumlah populasi masih naik karena jumlah sel yang tumbuh masih lebih banyak daripada jumlah sel yang mati (Fardiaz, 1992).

e. Fase Pertumbuhan Tetap (Statis)

Pada fase ini jumlah populasi sel tetap karena jumlah sel yang tumbuh sama dengan jumlah sel yang mati. Ukuran sel pada fase ini menjadi lebih kecil karena sel tetap membelah meskipun zat nutrisi sudah mulai habis. Karena kekurangan zat nutrisi, sel kemungkinan mempunyai komposisi berbeda dengan sel yang tumbuh pada fase logaritmik. Pada fase ini sel-sel menjadi lebih tahan terhadap keadaan ekstrim seperti panas, dingin, radiasi dan bahan kimia (Fardiaz, 1992).

f. Fase Menuju Kematian dan Fase Kematian

Fase ini sebagian populasi jasad mulai mengalami kematian karena beberapa sebab yaitu : (1) nutrisi untuk mikrobia di dalam medium sudah habis, (2) energi cadangan di dalam sel habis. Jumlah sel yang mati semakin lama akan semakin banyak, dan kecepatan kematian dipengaruhi oleh kondisi nutrient, lingkungan, dan jenis mikrobia (Fardiaz, 1992).

Pembuatan kurva pertumbuhan dalam penelitian ini digunakan sebagai dasar untuk melihat fase hidup bakteri uji. Pengukuran kurva pertumbuhan dilakukan berdasarkan metode turbidimetri. Prinsip dasar dari pengukuran metode turbidimetri adalah jika cahaya mengenai sel, maka sebagian cahaya akan diserap dan sebagian cahaya lain akan diteruskan. Jumlah cahaya yang diserap berbanding lurus dengan jumlah sel bakteri, atau jumlah cahaya yang

diteruskan berbanding terbalik dengan jumlah sel bakteri. Jumlah sel yang semakin banyak, semakin sedikit cahaya yang diteruskan (Purwoko, 2007).

2. Kondisi Pertumbuhan Mikrobia

Menurut Suharni dkk, (2008), pertumbuhan mikrobia memerlukan kondisi lingkungan yang sesuai. Ada 4 parameter lingkungan utama yang perlu diperhatikan dalam menumbuhkan mikrobia, yaitu suhu, kondisi atmosfer, pH dan tekanan osmosis.

a. Suhu

Berdasarkan suhu pertumbuhan yang dibutuhkan, mikrobia ada yang bersifat mesofil, termofil, dan psikrofil. Mikrobia mesofilik tumbuh baik pada kisaran temperatur antara 20-45° C, dan mikrobia psikrofilik tumbuh baik pada kisaran temperatur antara 0-20°C (Suharni dkk, 2008).

b. Kondisi Atmosfer

Meskipun untuk mikrobia anaerob diperlukan oksigen bebas tetapi bagi mikrobia aerob obligat justru oksigen sangat beracun. Oleh karena itu untuk menumbuhkan mikrobia anaerobik diperlukan keadaan yang anaerob. Keperluan penumbuhan jasad anaerob obligat dapat dipenuhi dengan menggunakan inkubator yang disebut *anaerobic jar* (Suharni dkk, 2008).

c. pH

pH sangat mempengaruhi pertumbuhan mikrobia karena nilai pH sangat menentukan aktivitas enzim. Selama pertumbuhan mikrobia dapat menyebabkan perubahan pH medium sehingga tidak sesuai lagi untuk

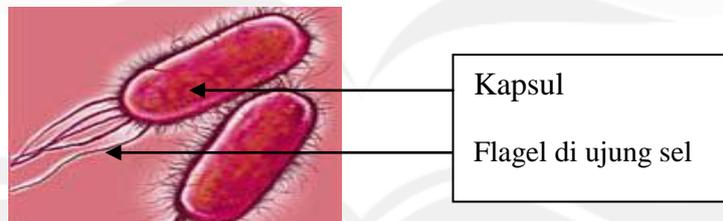
pertumbuhannya. Oleh karena itu, perlu diberikan *buffer* di dalam medium untuk mencegah perubahan pH (Suharni dkk, 2008).

d. Tekanan Osmosis

Tekanan osmosis ialah besarnya tekanan minimum yang diperlukan untuk mencegah aliran air menyeberangi membran di dalam larutan. Berdasarkan tekanan osmosisnya maka larutan tempat pertumbuhan mikrobia dapat digolongkan atas larutan hipotonis, isotonis dan larutan hipertonis. Mikrobia biasanya hidup di lingkungan yang bersifat agak hipotonis sehingga air akan mengalir dari lingkungan ke dalam sel sehingga sel menjadi mengembang dan kaku. Adanya dinding sel dapat mencegah pecahnya sel mikrobia (Suharni dkk, 2008).

3. Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*

a. Klasifikasi dan Morfologi



Gambar 2. *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa termasuk dalam keluarga Pseudomonadaceae.

Adapun klasifikasi menurut Bergey dalam Holt, (1994) adalah sebagai berikut :

Kerajaan : Bacteria
 Filum : Proteobacteria
 Kelas : Gammaproteobacteria
 Bangsa : Pseudomonadales
 Keluarga : Pseudomonadaceae
 Genus : *Pseudomonas*
 Jenis : *Pseudomonas aeruginosa*

Pseudomonas aeruginosa ditemukan oleh Gessard (1882), hidup di alam terbuka sebagai saprofit pada tanah, air liur, tumbuh – tumbuhan, sampah dll (Supriyati, 2008). Hidup di tempat basah, kamar mandi, di RS pada larutan desinfektan untuk alat kedokteran, dapur dan tinja (Supriyati, 2008). *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri Gram negatif, motil, aerobik. *Pseudomonas aeruginosa* dapat bergerak dan berbentuk batang, ukurannya 0,6 x 2 µm dan terlihat sebagai bentuk tunggal ataupun ganda, dan kadang-kadang dalam rantai pendek. (Jawetz dkk, 2005). Mempunyai ciri-ciri sebagai berikut warna koloni kuning dengan diameter 2.42 mm mempunyai bentuk sel batang, dan bersifat motil, secara luas dapat ditemukan di alam, contohnya di tanah, air, tanaman, dan hewan. *Pseudomonas aeruginosa* adalah patogen oportunistik. Bakteri ini merupakan penyebab utama infeksi pneumonia nosokomial, meskipun begitu, bakteri ini dapat berkolonisasi pada manusia normal tanpa menyebabkan penyakit (Strohl dkk, 2001).

Selain itu, strain yang diisolasi dari klinik sering mempunyai pili untuk perlekatan pada permukaan sel dan memegang peranan penting dalam resistensi terhadap fagositosis. *Pseudomonas aeruginosa* merupakan organisme yang sangat mudah tumbuh pada banyak jenis medium karena memiliki kebutuhan nutrisi yang sangat sederhana menurut Jimmo (2008) dalam Anonim (2011c). Bakteri ini dapat ditemukan satu-satu, atau berpasangan, dan kadang-kadang membentuk rantai pendek, tidak mempunyai spora, tidak mempunyai selubung, serta mempunyai flagel

monotrika (flagel tunggal pada kutub) sehingga selalu bergerak. *P. aeruginosa* hidup bebas, umumnya ditemukan di tanah atau di air (Lubis, 2005).

b. Patogenesis

Menurut Jawetz dkk. (2005), manifestasi klinis infeksi *Pseudomonas aeruginosa* jika berada pada tempat dengan daya tahan yang rendah. *P. aeruginosa* dapat tumbuh pada selaput lendir dan kulit yang rusak akibat kerusakan jaringan. Bakteri menempel dan menyerang selaput lendir atau kulit, menyebar dari tempat tersebut dan berakibat penyakit sistemik. *P. aeruginosa* menyebabkan infeksi pada luka dan luka bakar, menghasilkan nanah warna hijau biru. *P. aeruginosa* dapat menyebabkan beberapa penyakit klinik antara lain adalah meningitis, infeksi saluran kencing, pneumonia nekrotika (Jawetz dkk, 2005).

Bakteri ini dapat membentuk koloni dan menimbulkan infeksi dengan memanfaatkan kerusakan mekanisme pertahanan tubuh manusia, sehingga disebut dengan patogen oportunistik (Irvin, 2008). Selain itu bakteri ini juga dapat tinggal pada manusia normal sebagai saprofit di usus dan kulit. Kemampuan *P. aeruginosa* menyerang jaringan bergantung pada produksi enzim dan toksin yang merusak barier tubuh dan sel inang (Mayasari, 2005). Bakteri ini menyebabkan infeksi saluran kemih, infeksi pernapasan, dermatitis, dan berbagai infeksi sistemik terutama pada pasien luka bakar yang sudah sangat parah (Todar, 2008).

D. Karakteristik Arang Kayu

Menurut Metcalf dan Eddy (1991) dalam Sitanggang (2008) pengolahan air limbah yang menggunakan arang kayu biasanya berfungsi sebagai pengolahan sekunder dari pengolahan biologis. Arang kayu pada penelitian ini dipergunakan untuk mengurangi kadar bahan-bahan organik terlarut yang ada. Pori-pori arang kayu menyerap benda-benda partikel, proses ini biasanya digunakan untuk melengkapi proses pengolahan limbah industri secara biologis.

Penelitian ini menggunakan arang kayu sebagai medium pertumbuhan lekat, medium lekat adalah tempat bakteri melekat untuk memakan bahan-bahan organik yang melekat pada arang kayu dan bahan organik yang tidak melekat diuraikan bakteri di dalam limbah. Arang kayu sebagai medium pertumbuhan pernah dilakukan untuk menurunkan zat warna dan deterjen dari limbah industri tekstil menurut Metcalf dan Eddy (1991) dalam Sitanggang (2008).

E. Hipotesis

1. *Pseudomonas aeruginosa* mampu menurunkan kadar fosfat dalam limbah cair rumah sakit.
2. *Pseudomonas aeruginosa* sebanyak 4 tabung reaksi mampu menurunkan kadar fosfat dalam limbah cair rumah sakit dibandingkan *Pseudomonas aeruginosa* sebanyak 3 tabung reaksi dan 2 tabung reaksi.
3. Persentase penurunan kandungan fosfat yang terkandung dalam limbah cair rumah sakit oleh *Pseudomonas aeruginosa* sebesar 70%.