

**PENGARUH WAKTU KONTAK OPTIMUM DAN MASSA  
ADSORBEN TERHADAP KEMAMPUAN LIMBAH KARBIT  
MENGADSORPSI Pb DAN Cr DALAM LIMBAH KAIN  
JUMPUTAN DENGAN METODE FIXED BED  
COLOUM FLOW UP**

**M. Arief Karim, Legiso, Alex Trisno**

Program Studi Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang

Jl. Jendral Ahmad Yani, 13 Ulu, Palembang,

Telp. (0711)510820, Fax. (0711)519408

\*Penulis korespondensi: ariefm34@yahoo.co.id

**ABSTRAK**

Air limbah yang berasal dari rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat disekitarnya. Proses pengolahan air limbah rumah sakit dengan sistem biofilter anaero-aerob mampu menurunkan kadar BOD, COD, TSS, dan dapat menstabilkan pH. Kadar BOD, COD, dan TSS juga dapat dipengaruhi oleh kepekatan air limbah. Semakin tinggi tingkat pengenceran air limbah maka penurunan kadar BOD, COD, dan TSS juga akan semakin tinggi. Dari hasil pengamatan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik yang didapat dalam penelitian ini adalah pada laju alir 500 ml/menit dengan kepekatan 50% pengenceran dengan analisa BOD sebesar 22,40 mg/l, COD sebesar 56,24 mg/l, dan TSS sebesar 12,71 mg/l. Nilai-nilai tersebut telah sesuai dengan baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Sumsel No 18 Tahun 2005.

**Kata kunci :** air limbah, COD, BOD, TSS

**PENDAHULUAN**

Rumah sakit merupakan instansi pelayanan kesehatan yang memiliki kegiatan pokok dalam pelayanan preventif, kuratif, rehabilitasi dan promosi. Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang merupakan rumah sakit yang dimiliki oleh Pimpinan Wilayah Muhammadiyah Sumatera Selatan. Rumah Sakit Muhammadiyah Palembang didirikan pada tanggal 14 April 1997. Rumah sakit ini memiliki fasilitas UGD ( Unit Gawat Darurat ) 24 jam, rawat jalan, rawat inap, ICCU, ICU, dan kamar bedah. Selain itu, rumah sakit ini juga ditunjang dengan Laboratorium Patlogi Klinik, X-Ray, USG, ECG, Echocardiologi dan Fisioterapi. Air limbah yang berasal dari rumah sakit merupakan salah satu sumber pencemaran air yang sangat potensial. Hal ini disebabkan karena air limbah rumah sakit mengandung senyawa organik yang cukup tinggi juga kemungkinan mengandung senyawa-senyawa kimia lain serta mikroorganisme patogen yang dapat menyebabkan penyakit terhadap masyarakat disekitarnya. Oleh karena potensi dampak air limbah rumah sakit terhadap kesehatan masyarakat sangat besar, maka setiap rumah sakit diharuskan mengolah air limbahnya sampai memenuhi persyaratan standar yang berlaku. Secara analisis ternyata air limbah mempunyai sifat yang dapat dibedakan menjadi 3 (tiga) bagian yaitu sifat fisik, kimia, dan biologis.

**Sifat Fisik Air Limbah**

Penentuan derajat kekotoran air limbah sangat dipengaruhi oleh adanya sifat fisik yang mudah terlihat. Adapun sifat fisik yang penting adalah kandungan zat padat sebagai efek estetika dan kejernihan serta bau dan warna juga temperatur.

**Sifat Kimia Air Limbah**

Kandungan bahan kimia yang ada didalam air limbah dapat merugikan lingkungan melalui berbagai cara. Bahan organik terlarut dapat menghabiskan oksigen dalam limbah serta akan menimbulkan rasa dan bau yang tidak sedap pada penyediaan air bersih. Selain itu akan lebih berbahaya apabila bahan tersebut merupakan bahan yang beracun.

**Sifat Biologi Air Limbah**

Pemeriksaan biologis air limbah untuk mengetahui apakah ada bakteri-bakteri patogen yang berada didalam air limbah. Keterangan biologis ini diperlukan untuk mengukur kualitas air terutama bagi air yang dipergunakan untuk air minum. Selain itu juga untuk menaksir tingkat kekotoran air limbah sebelum dibuang ke badan air.

Senyawa-senyawa organik yang terdapat dalam air limbah sangat bervariasi, maka dari itu sangat sulit untuk menentukan kadarnya secara langsung. Cara yang umum digunakan dalam penentuan kadar bahan organik yang terkandung dalam air limbah adalah dengan mengukur banyaknya oksigen yang dibutuhkan untuk menstabilkannya.

Oksigen merupakan parameter yang sangat penting dalam air. Sebagian besar makhluk hidup dalam air membutuhkan oksigen untuk mempertahankan hidupnya, baik tanaman maupun hewan air bergantung pada oksigen yang terlarut dalam air. Dalam pengolahan air limbah dikenal 3 (tiga) parameter utama yang digunakan untuk menentukan tingkat pencemaran bahan organik dalam suatu badan air, yaitu :

**Dissolved Oxygen (DO)**

Dissolved Oxygen atau oksigen terlarut adalah banyaknya kandungan oksigen didalam air. Kadar DO dipengaruhi oleh konsumsi oksigen dari udara atmosfer melalui permukaan air, sehingga terjadi proses *supply* dan *demand oxygen*. Keseimbangan kadar DO dalam air secara ilmiah terjadi secara berkesinambungan. Mikroorganisme sebagai makhluk terkecil dalam air, untuk pertumbuhannya membutuhkan sumber energi yaitu unsur karbon (C) yang dapat diperoleh dari bahan organik yang berasal dari tanaman, ganggang yang mati, maupun oksigen dari udara. Bahan organik tersebut oleh mikroorganisme akan diuraikan menjadi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) dan air (H<sub>2</sub>O). CO<sub>2</sub> selanjutnya dimanfaatkan oleh tanaman dalam air untuk proses fotosintesis membentuk oksigen, dan begitu seterusnya.

**Biochemical Oxygen Demand (BOD)**

Biochemical oxygen demand (BOD) menunjukkan jumlah oksigen terlarut yang dibutuhkan oleh organisme hidup untuk memecah atau mengoksidasi bahan-bahan buangan didalam 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. Pemeriksaan BOD diperlukan untuk menentukan beban pencemaran akibat air buangan.

**Chemical Oxygen Demand (COD)**

Chemical oxygen demand (COD) adalah suatu uji yang menentukan jumlah oksigen yang dibutuhkan oleh bahan oksidan untuk mengoksidasi senyawa kimia dan bahan-bahan organik yang terdapat 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.

**Peranan Rumah Sakit dalam Pengelolaan Limbah**

Rumah sakit merupakan sarana upaya perbaikan kesehatan yang melaksanakan pelayanan kesehatan dan dapat dimanfaatkan pula sebagai lembaga pendidikan tenaga kesehatan dan penelitian. Pelayanan kesehatan yang dilakukan rumah sakit berupa kegiatan penyembuhan penderita dan pemulihan keadaan cacat badan serta jiwa (Said dan Ineza, 2002). Kegiatan rumah sakit menghasilkan berbagai macam limbah yang berupa benda cair, padat dan gas. Pengelolaan limbah rumah sakit adalah bagian dari kegiatan penyehatan lingkungan di rumah sakit yang bertujuan untuk melindungi masyarakat dari bahaya pencemaran lingkungan yang bersumber dari limbah rumah sakit. Unsur-unsur yang terkait dalam penyelenggaraan kegiatan rumah sakit termasuk pengelolaan limbahnya, yaitu :

1. Penanggung jawab rumah sakit
2. Pengguna jasa pelayanan rumah sakit
3. Para ahli, pakar dan lembaga yang dapat memberikan saran-saran.
4. Para pengusaha dan swasta yang dapat menyediakan sarana dan fasilitas yang diperlukan (Giyatmi, 2003).

Sarana pengolahan atau pembuangan limbah cair rumah sakit pada dasarnya berfungsi menerima limbah cair yang berasal dari berbagai alat *sanitair*, menyalurkan melalui instalasi saluran pembuangan selanjutnya melalui instalasi saluran pembuangan menuju instalasi pengolahan limbah cair.

**Jenis-jenis Limbah Rumah Sakit dan Dampaknya terhadap Kesehatan serta Lingkungan Masyarakat**

Limbah rumah sakit adalah semua limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit dan kegiatan penunjang lainnya. Limbah cair rumah sakit dapat mengandung bahan organik dan anorganik yang umumnya diukur dengan parameter DO, BOD, COD, dan lain-lain. Sedangkan limbah padat rumah sakit terdiri atas sampah-sampah yang sudah membusuk, sampah yang mudah terbakar, dan lain-lain. Limbah-limbah tersebut kemungkinan besar mengandung mikroorganisme patogen atau bahan kimia beracun berbahaya yang dapat menyebabkan penyakit infeksi dan dapat menyebar ke lingkungan rumah sakit yang disebabkan oleh teknik pelayanan kesehatan yang kurang memadai, kesalahan penanganan peralatan dan bahan-bahan terkontaminasi, serta penyediaan dan pemeliharaan sarana sanitasi yang masih kurang.

Pembuangan limbah yang berjumlah cukup besar ini sangat baik jika dilakukan dengan memisahkan limbah kedalam berbagai kategori. Untuk masing-masing kategori diterapkan cara pembuangan limbah yang berbeda. Jenis-jenis limbah rumah sakit meliputi beberapa bagian berikut ini :

1. Limbah Klinik  
Limbah klinik dihasilkan selama pelayanan pasien secara rutin, pembedahan, dan dan di unit-unit resiko tinggi. Limbah ini kemungkinan berbahaya dan mengakibatkan resiko tinggi terinfeksi kuman pada masyarakat dan staff rumah sakit. Oleh karena itu, perlu diberi label yang jelas sebagai resiko tinggi. Contoh limbah jenis ini adalah perban atau pembungkus yang kotor, cairan badan, anggota badan yang diamputasi, jarum-jarum dan semprit bekas, kantung urin dan produk darah.
2. Limbah Patologi  
Limbah patologi ini juga dianggap cukup beresiko tinggi dan sebaiknya diautoklaf sebelum keluar dari unit patologi. Limbah tersebut harus diberi label biohazard.
3. Limbah Bukan Klinik  
Limbah ini meliputi kertas-kertas pembungkus atau kantong dan plastik yang tidak berkontak dengan cairan badan. Meskipun tidak menimbulkan resiko sakit, limbah tersebut cukup merepotkan karena memerlukan tempat yang besar untuk mengangkut dan membuangnya.
4. Limbah Dapur  
Limbah ini mencakup sisa-sisa makanan dan air kotor.
5. Limbah Radioaktif  
Walaupun limbah ini tidak menimbulkan persoalan pengendalian infeksi dirumah sakit, pembuangannya secara aman harus dilakukan dengan baik.

### **Teknologi Pengolahan Air Limbah**

Untuk mengolah air yang mengandung senyawa organik umumnya menggunakan teknologi pengolahan air limbah secara biologis atau gabungan antara proses biologis dengan proses kimia-fisika. Proses secara biologis tersebut dapat dilakukan pada kondisi aerobik (dengan udara), kondisi anaerobik (tanpa udara) atau kombinasi anaerobik dan aerobik. Proses biologis aerobik biasanya digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang tidak terlalu besar, sedangkan proses biologis anaerobik digunakan untuk pengolahan air limbah dengan beban BOD yang sangat tinggi.

Pengolahan air limbah secara biologis aerobik secara garis besar dapat dibagi menjadi 3 (tiga), yakni :

1. Proses biologis dengan biakkan tersuspensi (*suspended culture*), proses ini merupakan sistem pengolahan limbah dengan menggunakan aktivitas mikroorganisme untuk menguraikan senyawa polutan yang ada dalam air dan mikroorganisme yang dibiakkan secara tersuspensi dalam suatu reaktor. Adapun contoh proses pengolahan dengan sistem ini antara lain proses lumpur aktif standar/konvensional (*standard activated sludge*).
2. Proses biologis dengan biakkan melekat (*attached culture*), proses ini merupakan sistem pengolahan limbah dimana mikroorganisme yang digunakan dibiakkan pada suatu media sehingga mikroorganisme tersebut melekat pada permukaan media. Adapun contoh teknologi pengolahan air limbah dengan cara ini antara lain *trickling filter* atau *biofilter*, *rotating biological caontraktor* (RBC), *contact aeration/oxidation* (aerasi kontak) dan lainnya.
3. Proses pengolahan air limbah secara biologis dengan lagoon atau kolam adalah dengan menampung air limbah pada suatu kolam yang luas dengan waktu tinggal yang cukup lama

sehingga dengan aktivitas mikroorganisme yang tumbuh secara alami, polutan yang ada dalam air akan terurai. Salah satu contoh proses pengolahan air limbah dengan cara ini adalah kolam aerasi atau kolam stabilisasi (*stabilization pond*).

### Teknologi Proses Pengolahan Air Limbah Rumah Sakit

Teknologi pengolahan air limbah yang digunakan untuk mengolah air limbah rumah sakit pada dasarnya hampir sama dengan teknologi proses pengolahan untuk air limbah yang mengandung polutan organik lainnya. Dalam pemilihan jenis proses yang akan digunakan harus memperhatikan beberapa faktor antara lain yakni :

1. Kualitas limbah
2. Kualitas air hasil olahan yang diharapkan
3. Jumlah air limbah
4. Lahan yang tersedia
5. Sumber energi yang tersedia

**Tabel 1. Standard Baku Mutu Limbah Cair Bagi Kegiatan Rumah Sakit Berdasarkan Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 18 Tahun 2005**

Parameter	Kadar Maksimum (mg/L)
BOD	30
COD	80
TSS	30
pH	6-9

Beberapa proses pengolahan air limbah rumah sakit yang sering digunakan yakni antara lain proses lumpur aktif (*activated sludge process*), reaktor putar biologis (*rotating biological cotractor*, RBC), proses aerasi kontak (*contact aeration process*), proses pengolahan dengan biofilter (*up flow*), serta proses pengolahan dengan sistem biofilter aerob dan anaerob.

### Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Lumpur Aktif

Pengolahan air limbah dengan proses lumpur aktif secara umum terdiri dari bak pengendap awal, bak aerasi, dan bak pengendap akhir, serta bak khlorinasi untuk membunuh bakteri patogen.

### Pengolahan Air Limbah Dengan Proses Aerasi Kontak

Proses ini merupakan pengembangan dari proses lumpur aktif dan proses biofilter. Pengolahan air limbah dengan proses aerasi kontak ini terdiri dari dua bagian yakni pengolahan primer dan pengolahan sekunder.

Keunggulan proses aerasi kontak, yaitu :

1. Pengelolaannya sangat mudah.
2. Biaya operasinya rendah.
3. Dibandingkan dengan proses lumpur aktif, Lumpur yang dihasilkan relatif sedikit.
4. Dapat menghilangkan nitrogen dan fosfor yang dapat menyebabkan eutropikasi.
5. Suplai udara untuk aerasi relatif kecil.

## METODE PENELITIAN

### **Bahan**

#### ***Limbah***

Air limbah yang dihasilkan oleh kegiatan rumah sakit, yakni yang berasal dari limbah domestik maupun air limbah yang berasal dari kegiatan klinis rumah sakit.

#### ***Senyawa Klor***

Senyawa klor yang digunakan adalah kaporit dalam bentuk solid yang berfungsi untuk membunuh mikroorganisme patogen.

#### ***Mikroorganisme Pengurai Limbah***

1. Mikroorganisme anaerob yang digunakan adalah EM4 (Effective Microorganism 4) yang merupakan komposisi bakteri probiotik aktif yang mampu bekerja secara sinergis pada limbah domestik rumah sakit. Komposisi bakteri jenis ini adalah *Nitrobacter* sp, *Nitrosomonas*, *Pseudomonas* sp, *Bacillus* sp. Manfaat yang didapat dari bakteri jenis ini yaitu dapat menguraikan bahan organik (protein, karbohidrat, dan lemak) secara biologis, menguraikan  $\text{NH}_3$  dan  $\text{NO}$  secara anaerob, menghilangkan bau, dan mampu menekan populasi bakteri patogen.
2. Mikroorganisme aerob yang digunakan adalah *Microplus* yang merupakan komposisi bakteri probiotik murni dan bersifat aerob (hidup dalam kondisi yang banyak oksigen) dan dapat menguraikan bahan – bahan organik yang beracun (limbah) menjadi bahan organik sederhana yang tidak mencemari lingkungan dan menghilangkan bau limbah. Kandungan bakteri yang terdapat dalam *Microplus* yaitu *Nitrosomonas* sp, *Nitrobacter* sp, *Aerobacter* sp, *Lactobacillus*, dan *Saccharomyces* c. Manfaat yang didapat dari bakteri jenis ini yaitu dapat menguraikan limbah organik (protein, karbohidrat, lemak, kandungan amoniak dan nitritnya, dll) secara biologis menjadi bahan organik sederhana yang tidak mencemari lingkungan, menghilangkan bau pada limbah organik secara biologis, menurunkan nilai COD, BOD, amoniak dll pada limbah organik, menjaga kestabilan pH. Nilai pH limbah pada bak aerasi sekitar 6,5 – 8 dengan menggunakan  $\text{H}_2\text{SO}_4$  atau  $\text{NaOH} / \text{CaCO}_3$ .

### **Prosedur Penelitian**

1. Air limbah yang berasal dari rumah sakit ditampung didalam bak kontrol
2. Dari bak kontrol kemudian dialirkan menuju bak pengendap awal, untuk mengendapkan partikel lumpur yang terdapat pada air limbah. Selain sebagai bak pengendap, juga berfungsi sebagai bak pengontrol aliran dan penampung lumpur atau zat padat lain yang terkandung dalam air limbah.
3. Air limpasan dari bak pengurai awal selanjutnya dialirkan menuju bak biofilter anaerob dengan arah aliran dari atas kebawah dan keatas (up flow). Didalam bak biofilter anaerob tersebut diisi dengan batu split. Penguraian zat-zat organik yang ada didalam air limbah dilakukan oleh bakteri anaerob dan pada permukaan media filter akan tumbuh lapisan film mikroorganisme. Mikroorganisme inilah yang akan menguraikan zat organik yang terkandung dalam air limbah.
4. Air limpasan dari bak biofilter anaerob selanjutnya dialirkan menuju bak biofilter aerob. Didalam bak biofilter aerob diisi dengan media kerikil, serat ijuk, pasir kuarsa, dan karbon

aktif yang berfungsi sebagai penyaring air limbah sambil diaerasi atau dihembus dengan udara sehingga mikroorganisme aerob yang ada dapat menguraikan zat organik yang ada dalam air limbah serta tumbuh dan menempel pada permukaan media dimana hal tersebut dapat meningkatkan efisiensi penguraian zat organik. Proses ini dinamakan aerasi kontak.

5. Dari bak aerasi, air dialirkan ke bak pengendap akhir. Didalam bak ini endapan yang terbentuk selanjutnya di pompa kembali ke bagian inlet bak aerasi dengan pompa sirkulasi lumpur. Sedangkan air limpasan dialirkan menuju bak khlorinasi, didalam bak ini air limbah dikontakkan dengan senyawa khlor untuk membunuh mikroorganisme yang masih terkandung dalam air limbah.
6. Air olahan, yakni air yang keluar setelah proses khlorinasi dan dapat langsung dibuang ke sungai atau saluran umum.

### Analisa Hasil Pengolahan Limbah

Analisa hasil pengolahan limbah ini meliputi pemeriksaan kadar BOD, COD, TSS, dan pH yang akan dilakukan di Laboratorium Teknik Kimia Universitas Muhammadiyah Palembang. Sampel penelitian adalah air limbah sebelum pengolahan dan air limbah sesudah pengolahan

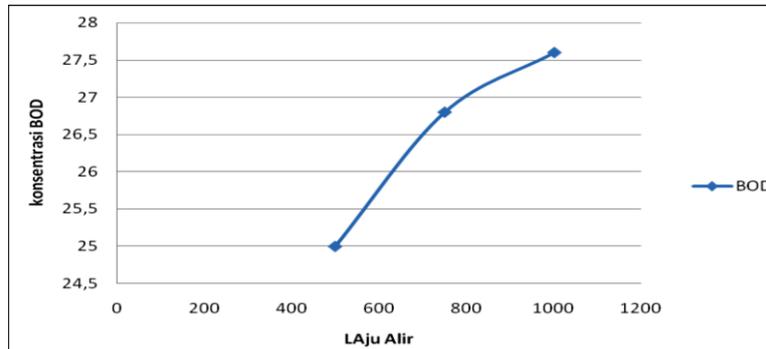
## HASIL DAN PEMBAHASAN

**Tabel 2. Hasil Penelitian**

No	Laju alir (mL/menit)	Kepekatan	Kandungan air limbah			
			COD mg/l	BOD mg/l	TSS mg/l	pH
		Limbah awal	97,85	48,20	171,00	7,52
		Baku mutu limbah cair	80	30	30	6-9
1	500	Tanpa pengenceran	70,01	25,00	21,26	7,34
2	750		72,36	26,80	24,37	7,22
3	1000		74,12	27,60	26,13	7,21
4	500	25% Pengenceran	62,25	22,70	17,42	7,15
5	750		67,34	24,80	19,56	7,20
6	1000		68,98	27,90	20,33	7,02
7	500	50% Pengenceran	56,24	22,40	12,71	6,94
8	750		59,05	23,70	16,35	7,11
9	1000		61,33	27,50	17,73	7,09

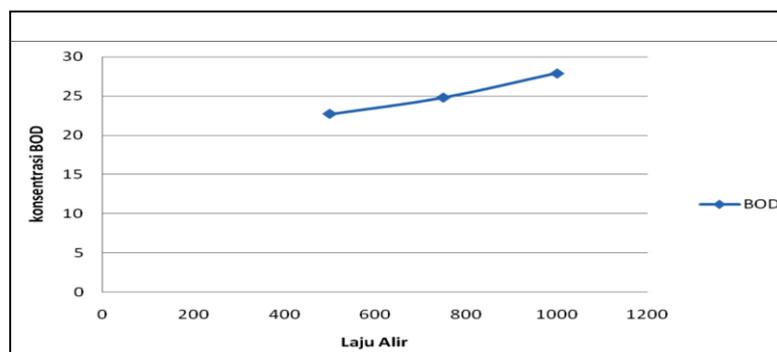
## Pembahasan

### Pengaruh Laju Alir Terhadap Penurunan Kadar BOD



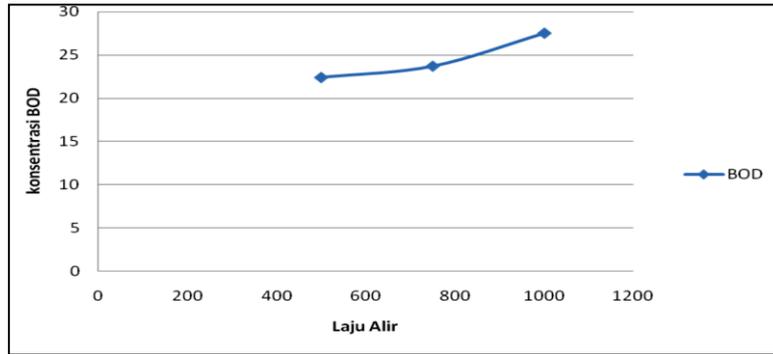
Gambar 1. Pengaruh Laju Alir Terhadap BOD tanpa Pengenceran

Pada Gambar 1 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai BOD tanpa melalui pengenceran. Kadar BOD dengan kepekatan tanpa pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 25,00 mg/l, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 26,80 mg/l, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 27,60 mg/l. Dilihat dari hasil analisa tersebut semakin rendah laju alir maka kadar BOD juga semakin rendah. Turunnya kadar BOD dalam air limbah menunjukkan bahwa senyawa-senyawa organik dalam limbah tersebut dapat menurunkan kualitas limbah yaitu dengan mengkonsumsi kandungan oksigen terlarut yang terdapat pada limbah melalui oksidasi secara biologi.



Gambar 2. Pengaruh Laju Alir terhadap BOD dengan 25% Pengenceran

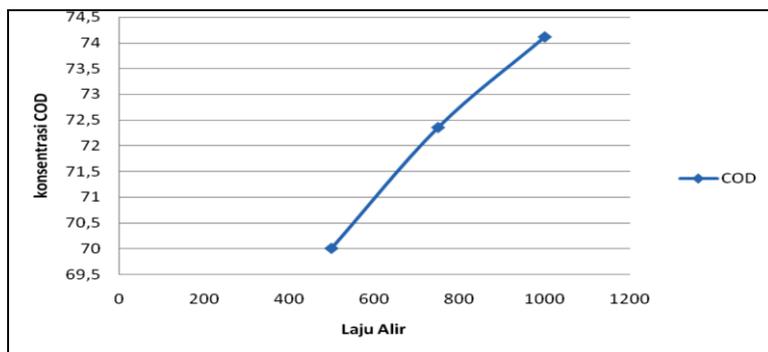
Pada Gambar 2 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai BOD dengan 25% pengenceran. Kadar BOD dengan kepekatan dengan 25% pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 22,70 mg/l, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 24,80 mg/l, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 27,90 mg/l. Dilihat dari hasil analisa tersebut semakin rendah laju alir maka kadar BOD juga semakin rendah. Turunnya kadar BOD dalam air limbah menunjukkan bahwa senyawa-senyawa organik dalam limbah tersebut dapat menurunkan kualitas limbah yaitu dengan mengkonsumsi kandungan oksigen terlarut yang terdapat pada limbah melalui oksidasi secara biologi.



Gambar 3. Pengaruh Laju Alir terhadap BOD dengan 50% Pengenceran

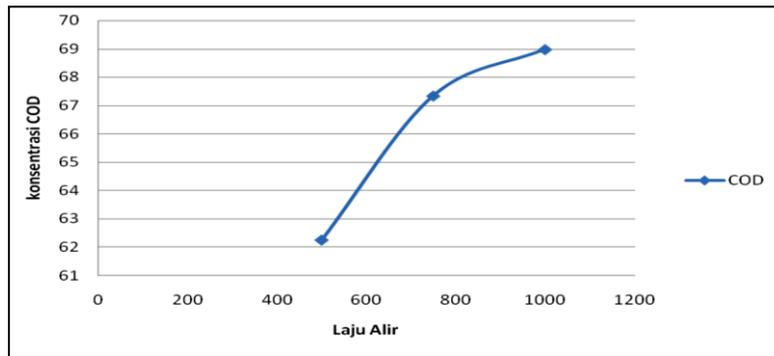
Pada Gambar 3 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai BOD dengan 50% pengenceran. Kadar BOD dengan kepekatan 50% pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 22,40 mg/l, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 23,70 mg/l, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 27,50 mg/l. Dilihat dari hasil analisa tersebut semakin rendah laju alir maka kadar BOD juga semakin rendah. Turunnya kadar BOD dalam air limbah menunjukkan bahwa senyawa-senyawa organik dalam limbah tersebut dapat menurunkan kualitas limbah yaitu dengan mengkonsumsi kandungan oksigen terlarut yang terdapat pada limbah melalui oksidasi secara biologi.

#### Pengaruh Laju Alir Terhadap Penurunan Kadar COD



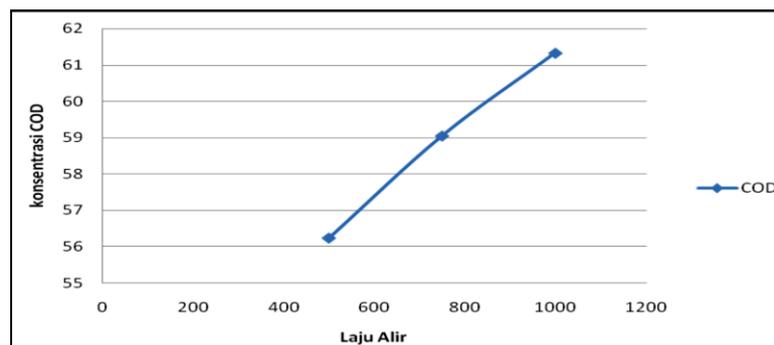
Gambar 4. Pengaruh Laju Alir terhadap COD tanpa Pengenceran

Pada Gambar 4 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai COD tanpa melalui pengenceran. Kadar COD dengan kepekatan tanpa pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 70,01 mg/l, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 72,36 mg/l, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 74,12 mg/l. Dilihat dari hasil analisa tersebut semakin rendah laju alir maka kadar COD juga semakin rendah. Turunnya kadar COD dalam air limbah menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen total untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah cair, dimana senyawa organik tersebut dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut melalui suatu oksidasi kimia hingga kadar COD dalam limbah menurun.



Gambar 5. Pengaruh Laju Alir terhadap COD dengan 25% Pengenceran

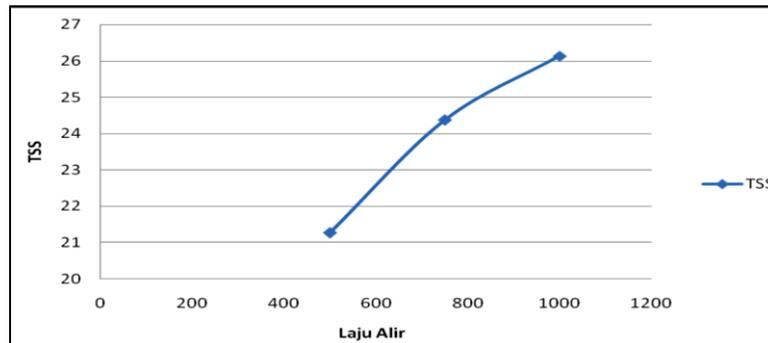
Pada Gambar 5 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai COD dengan 25% pengenceran. Kadar COD dengan kepekatan 25% pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 62,25 mg/l, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 67,34 mg/l, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 68,98 mg/l. Dilihat dari hasil analisa tersebut semakin rendah laju alir maka kadar COD juga semakin rendah. Turunnya kadar COD dalam air limbah menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen total untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah cair, dimana senyawa organik tersebut dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut melalui suatu oksidasi kimia hingga kadar COD dalam limbah menurun.



Gambar 6. Pengaruh Laju Alir terhadap COD dengan 50% Pengenceran

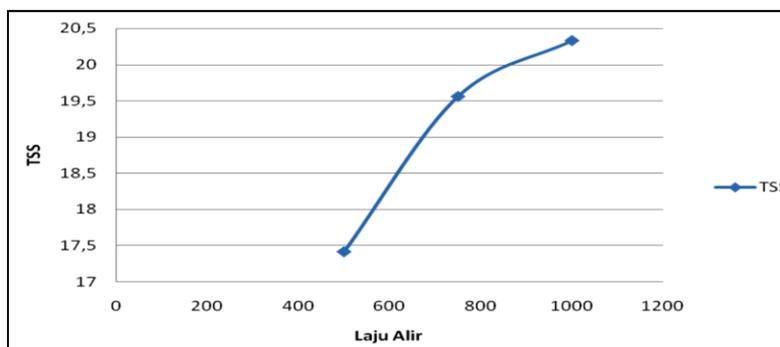
Pada Gambar 6 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai COD dengan 50% pengenceran. Kadar COD dengan kepekatan 50% pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 56,24 mg/l, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 59,05 mg/l, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 61,33 mg/l. Dilihat dari hasil analisa tersebut semakin rendah laju alir maka kadar COD juga semakin rendah. Turunnya kadar COD dalam air limbah menunjukkan bahwa kebutuhan oksigen total untuk mengoksidasi senyawa organik dalam limbah cair, dimana senyawa organik tersebut dapat mengurangi konsentrasi oksigen terlarut melalui suatu oksidasi kimia hingga kadar COD dalam limbah menurun.

### Pengaruh Laju Alir Terhadap Penurunan Kadar TSS



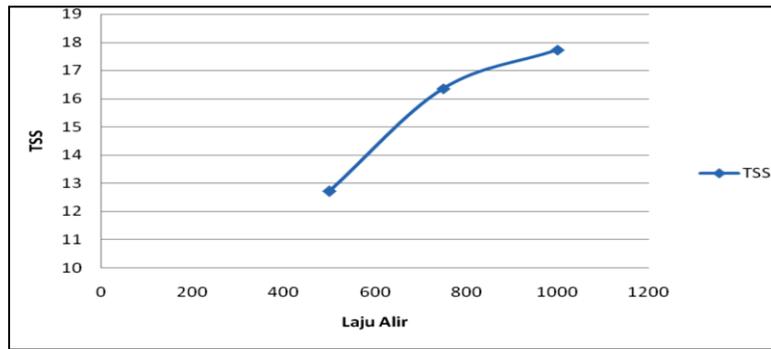
Gambar 7. Pengaruh Laju Alir terhadap TSS tanpa Pengenceran

Pada Gambar 7 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai TSS tanpa melalui pengenceran. Kadar TSS dengan kepekatan tanpa pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 21,26 mg/l, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 24,37 mg/l, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 26,13 mg/l. Dilihat dari hasil analisa tersebut semakin rendah laju alir maka kadar TSS juga semakin rendah. Turunnya kadar TSS dalam air limbah menunjukkan bahwa parameter – parameter lain seperti BOD dan COD juga akan mengalami penurunan karena suspensi yang terdapat dalam partikel koloid merupakan faktor penyebab tingginya konsentrasi BOD dan COD.



Gambar 8. Pengaruh Laju Alir terhadap TSS dengan 25% Pengenceran

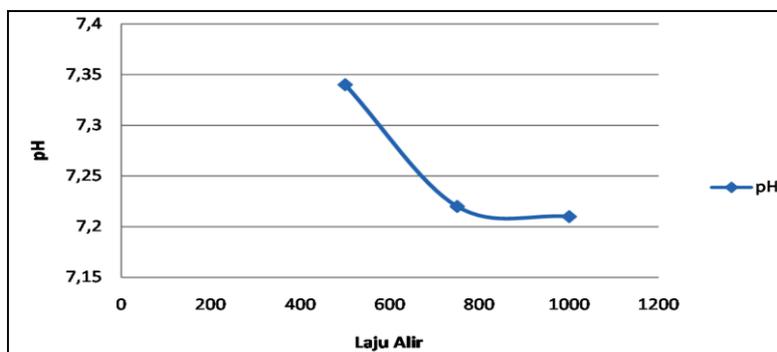
Pada Gambar 8 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai TSS dengan 25% pengenceran. Kadar TSS dengan kepekatan 25% pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 17,42 mg/l, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 19,56 mg/l, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 20,33 mg/l. Dilihat dari hasil analisa tersebut semakin rendah laju alir maka kadar TSS juga semakin rendah. Turunnya kadar TSS dalam air limbah menunjukkan bahwa parameter – parameter lain seperti BOD dan COD juga akan mengalami penurunan karena suspensi yang terdapat dalam partikel koloid merupakan faktor penyebab tingginya konsentrasi BOD dan COD.



Gambar 9. Pengaruh Laju Alir terhadap TSS dengan 50% Pengenceran

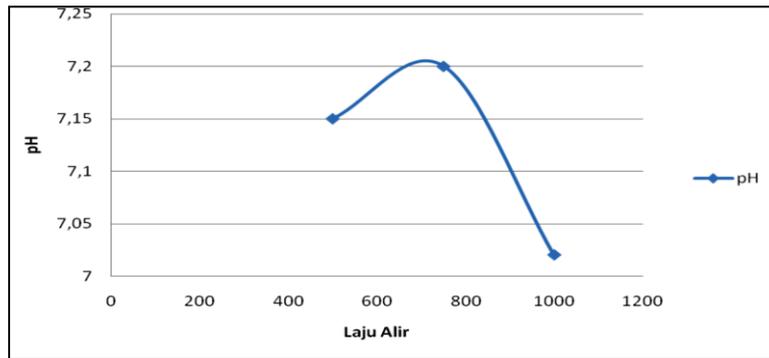
Pada Gambar 9 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai TSS dengan 50% pengenceran. Kadar TSS dengan kepekatan 50 % pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 12,71 mg/l, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 16,35 mg/l, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 17,73 mg/l. Dilihat dari hasil analisa tersebut semakin rendah laju alir maka kadar TSS juga semakin rendah. Turunnya kadar TSS dalam air limbah menunjukkan bahwa parameter – parameter lain seperti BOD dan COD juga akan mengalami penurunan karena suspensi yang terdapat dalam partikel koloid merupakan faktor penyebab tingginya konsentrasi BOD dan COD

#### Pengaruh Laju Alir Terhadap pH



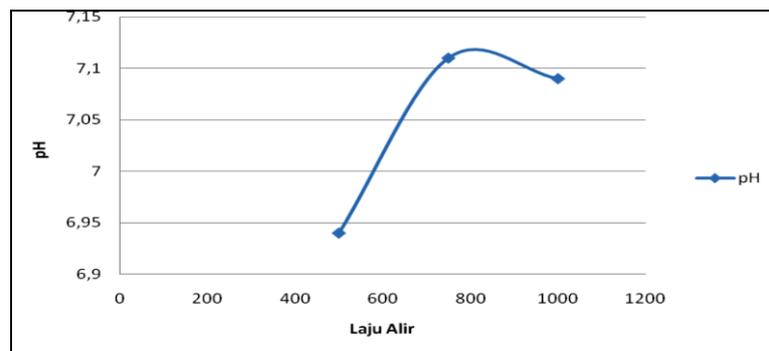
Gambar 10. Pengaruh Laju Alir terhadap pH tanpa Pengenceran

Pada Gambar 10 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai pH tanpa melalui pengenceran. Kadar pH dengan kepekatan tanpa pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 7,34, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 7,22, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 7,21. Dilihat dari hasil analisa tersebut nilai pH yang didapat telah sesuai dengan baku mutu limbah cair rumah sakit yang telah ditetapkan oleh pemerintah yaitu sebesar 6 – 9.



Gambar 11. Pengaruh Laju Alir terhadap pH dengan 25% Pengenceran

Pada Gambar 11 terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai pH dengan 25% pengenceran. Kadar pH dengan kepekatan 25% pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 7,15, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 7,20, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 7,02. Dilihat dari hasil analisa tersebut nilai pH yang didapat telah sesuai dengan baku mutu limbah cair rumah sakit yang telah ditetapkan oleh pemerintah yaitu sebesar 6 – 9.



Gambar 12. Pengaruh Laju Alir terhadap pH dengan 50% Pengenceran

Pada grafik terlihat hubungan antara laju alir terhadap nilai pH dengan 50% pengenceran. Kadar pH dengan kepekatan 50% pengenceran pada laju alir 500 ml/menit sebesar 6,94, pada laju alir 750 ml/menit sebesar 7,11, sedangkan pada laju alir 1000 ml/menit sebesar 7,09. Dilihat dari hasil analisa tersebut nilai pH yang didapat telah sesuai dengan baku mutu limbah cair rumah sakit yang telah ditetapkan oleh pemerintah yaitu sebesar 6 – 9.

## KESIMPULAN

Proses pengolahan air limbah rumah sakit dengan sistem biofilter anaero-aerob mampu menurunkan kadar BOD, COD, TSS, dan dapat menstabilkan pH. Penurunan kadar BOD, COD, dan TSS dipengaruhi oleh Laju Alir proses pengolahan limbah. Semakin rendah laju alir proses maka kadar BOD, COD, dan TSS akan semakin rendah pula. Kadar BOD, COD, dan TSS juga dapat dipengaruhi oleh kepekatan air limbah. Semakin tinggi tingkat pengenceran air limbah maka penurunan kadar BOD, COD, dan TSS juga akan semakin tinggi. Dari hasil pengamatan, maka dapat disimpulkan bahwa hasil terbaik yang didapat dalam penelitian ini adalah pada laju alir 500 ml/menit dengan kepekatan 50% pengenceran dengan analisa BOD

sebesar 22,40 mg/l, COD sebesar 56,24 mg/l, dan TSS sebesar 12,71 mg/l. Nilai-nilai tersebut telah sesuai dengan baku mutu limbah cair yang telah ditetapkan dalam Peraturan Gubernur Sumsel No 18 Tahun 2005.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Anita Rahmawati, Agnes dan Azizah, R.2002. *Perbedaan Kadar BOD, COD, TSS dan MPN Coliform Pada Air Limbah Sebelum dan Sesudah Pengolahan Di RSUD Nganjuk*.
- Djuhaeni, Dr. Henny. *Penanggulangan Dampak Lingkungan Rumah Sakit*. Kanwil Departemen Kesehatan Provinsi Jawa Barat.
- Endress dan Hauser. *COD, BOD, TOC and Colourimetric Analysers Effluent and Process Control In The Food and Beverage Industry*.
- Fardiaz, Srikandi. 1992. *Polusi Air dan Udara*. Kanisius. Yogyakarta.
- Giyatmi. 2003. *Efektifitas Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit Dr. Sardjito Yogyakarta terhadap Pencemaran Radioaktif*. Yogyakarta : Pasca Sarjana Universitas Gadjah Mada.
- Keputusan Menteri Negara Lingkungan Hidup Republik Indonesia Nomor: Kep-58/MENLH/12/1995 tentang Baku Mutu Limbah Cair bagi Kegiatan Rumah Sakit.
- Khusnuryani, Arifah. 2008. *Mikrobia Sebagai Agen Penurun Fosfat Pada Pengolahan Limbah Cair Rumah Sakit*. Seminar Nasional Aplikasi Sains dan Teknologi. Yogyakarta.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 173/Menkes/Per/VII/1997 tentang Pengawasan pencemaran Air. Departemen Kesehatan RI.
- Peraturan Menteri Kesehatan No. 512/Menkes/Per/X/1990 tentang AMDAL Rumah Sakit. Departemen Kesehatan RI.
- Peraturan Gubernur Sumatera Selatan Nomor 18 Tahun 2005 tentang baku Mutu Limbah Cair ( BMLC ) bagi Kegiatan Industri, Hotel, Rumah Sakit, Domestik, dan Pertambangan Batubara.
- Rhiti, Hyronimus. 2005. *Kompleksitas Permasalahan Lingkungan Hidup*. Universitas Atma Jaya Yogyakarta. Yogyakarta.
- Sianita, Dwi. *Kajian Pengolahan Limbah Cair industri Batik Kombinasi Aerob-Anaerob dan Penggunaan Koagulan Tawas*. Universitas Diponegoro.