

PEMANFAATAN LUMPUR AKTIF DALAM MEREDUKSI FENOL

The Use Of Activated Sludge In Reducing Phenol

Ahmad Jauhari & Gt. A. R. Thamrin

Program Studi Kehutanan Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat
Jl. A. Yani Km 36 Banjarbaru, Kalimantan Selatan

ABSTRACT. *This study aims to determine the effect of activated sludge microbes in reducing phenol compounds contained in industrial wastewater plywood. Given that the plywood industry uses resin Phenol Formaldehyde (PF) as the main mix adhesive, produces wastewater containing phenolic compounds that are toxic (poison) to the environment. The results with 95% confidence level indicates the number of microbes have a significant influence on phenol reduction of 62.25 mg / L to 4.09 mg / L, with the equation $y = -0.606x + 14.76$ and r value of 0.967. Which means that 96.7% of phenol is affected by microbial reduction. The test results of phenol in industrial wastewater plywood showed the efficiency of wastewater treatment process reached 93.43%. On the initial conditions phenol observation (without treatment), levels of phenols in industrial wastewater plywood for 62.25 mg / L. Once mixed with activated sludge, a decrease in phenol content as follows: the 15-minute levels of phenol 9.58 mg / L, at 30 minute levels of phenol 9.25 mg / L, at 60 minute levels of phenol 7.46 mg / L, the 120 min levels of phenol 6.50 mg / L, the phenol content of 240 minutes 6.08 mg / L, the phenol content of 480 minutes 4.09 mg / L.*

Key words: *activated sludge, microbial, phenol*

ABSTRAK. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh mikroba dari lumpur aktif dalam mereduksi senyawa fenol yang terdapat dalam limbah cair industri kayu lapis. Mengingat industri kayu lapis yang menggunakan resin Phenol Formaldehyde (PF) sebagai campuran utama perekat, menghasilkan limbah cair yang mengandung senyawa fenol yang bersifat toksin (racun) bagi lingkungan.

Hasil penelitian dengan tingkat kepercayaan 95% menunjukkan jumlah mikroba memberikan pengaruh yang signifikan terhadap reduksi fenol dari 62,25 mg/L menjadi 4,09 mg/L, dengan persamaan $y = -0,606x + 14,76$ dan nilai r sebesar 0,967. Yang berarti 96,7% penurunan fenol dipengaruhi oleh mikroba.

Hasil pengujian fenol dalam limbah cair industri kayu lapis menunjukkan efisiensi proses penanganan limbah mencapai 93,43 %.

Pada pengamatan fenol kondisi awal (tanpa perlakuan), kadar fenol dalam limbah cair industri kayu lapis sebesar 62,25 mg/L. Setelah dicampur dengan lumpur aktif, terjadi penurunan kadar fenol sebagai berikut : pada 15 menit kadar fenol 9,58 mg/L, pada 30 menit kadar fenol 9,25 mg/L, pada 60 menit kadar fenol 7,46 mg/L, pada 120 menit kadar fenol 6,50 mg/L, pada 240 menit kadar fenol 6,08 mg/L, pada 480 menit kadar fenol 4,09 mg/L.

Kata kunci : lumpur aktif, mikroba, fenol.

Penulis untuk korespondensi : e-mail zehari@yahoo.co.id

PENDAHULUAN

Indonesia memiliki aktifitas eksplorasi hutan yang sangat tinggi. Salah satu jenis industri yang ada di Kalimantan Selatan adalah industri perkayuan. Industri kayu mulai bermunculan dengan diberlakukannya Surat Keputusan Bersama Tiga Menteri (SKBTM) tahun 1980, dengan maksud membatasi ekspor kayu bulat dan untuk menunjang penyediaan kayu bagi industri kayu di dalam negeri. Kemudian

terbit Surat Keputusan Bersama Empat Dirjen (SKBED) tahun 1981, yang bertujuan untuk memperbesar porsi penyediaan kayu bulat untuk industri-industri kayu di dalam negeri yang berintikan industri kayu lapis.

Menurut Manurung (2008) kebijakan larangan ekspor kayu bulat pertama kali diberlakukan oleh Pemerintah Indonesia pada Mei 1980. Larangan ekspor kayu bulat pada awalnya diberlakukan

secara bertahap, kemudian pada awal tahun 1985 ekspor kayu bulat dihentikan secara total. Kebijakan larangan ekspor kayu bulat ini bertujuan untuk : meningkatkan perolehan devisa dari ekspor kayu olahan, memperluas kesempatan kerja di bidang industri hasil hutan, meningkatkan nilai tambah, dan memacu perkembangan ekonomi regional.

Selain dapat merangsang pertumbuhan ekonomi, industri perkayuan juga menimbulkan masalah lingkungan yaitu limbah yang tidak sedikit dan mengandung senyawa-senyawa organik dan anorganik yang berbahaya dan mencemari lingkungan.

Limbah merupakan hasil sampingan dari proses produksi yang seringkali tidak mempunyai nilai ekonomis dan merupakan indikator tidak efisiennya proses produksi. Limbah yang terdapat pada industri perkayuan dapat dibedakan menjadi 3 macam yaitu limbah padat (*solid waste*), limbah cair (*liquid waste*) dan limbah gas (*gaseous waste*). Limbah cair yang dihasilkan dari proses produksi kayu sangat berbahaya bagi kesehatan apabila dibuang langsung ke lingkungan. Limbah cair dapat menurunkan kandungan oksigen terlarut serta dapat menimbulkan dampak negatif terhadap organisme air.

Salah satu bahan pencemar yang sering menimbulkan masalah lingkungan adalah hidrokarbon aromatis. Hidrokarbon yang sering dijumpai terutama di perairan adalah fenol dan derivatnya. Fenol alami dapat dijumpai di berbagai tanaman. Tanin merupakan suatu kelompok senyawa fenolik yang merupakan komponen tumbuhan. Tumbuhan juga menghasilkan lignin yang merupakan kelompok polifenol. Industri kayu lapis masih ada yang menggunakan resin fenol formaldehida dalam proses produksi. Peningkatan produksi kayu lapis akan meningkatkan volume limbah cair yang mengandung fenol. Fenol merupakan senyawa yang bersifat toksik bagi makhluk hidup dan dikenal sebagai asam karbol.

Untuk mengurangi tingkat pencemaran air yang dihasilkan oleh

industri, maka limbah yang dihasilkan perlu diolah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan agar tidak menimbulkan pencemaran yang dapat membahayakan makhluk hidup. Dalam penanganannya banyak metode pengolahan limbah yang dapat diterapkan, salah satunya dengan menggunakan reaktor biologis yang efektif mengelola limbah yang bersifat organik dan anorganik. Penggunaan lumpur aktif mampu mempercepat perbaikan kualitas limbah cair (Metcalf et al. 1981 yang dikutip oleh Jauhari 1990).

Kemampuan degradasi mikroba terhadap senyawa fenol dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti jenis mikroba, proses aklimatisasi, senyawa toksik, dan toleransi mikroba terhadap senyawa toksik.. Beberapa mikroba mampu mendegradasi fenol dengan baik.

Penyisihan bahan-bahan organik beracun seperti fenol dan sianida pada konsentrasi rendah dapat juga dilakukan dengan pengolahan secara kimia yaitu mengoksidasinya dengan klor (Cl_2), kalsium permanganat (KMnO_4), aerasi, ozon (O_3) dan hidrogen peroksida (H_2O_2). Pada dasarnya dapat diperoleh efisiensi tinggi dengan pengolahan secara kimia, akan tetapi biaya pengolahan menjadi mahal karena memerlukan bahan kimia. Disamping itu teknologi yang digunakan tidak ramah lingkungan.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh mikroba dalam mereduksi senyawa fenol yang terdapat dalam limbah cair industri kayu lapis.

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat bermanfaat bagi kalangan industri dalam mengelola limbah cair. Khususnya dalam mereduksi senyawa fenol yang terdapat dalam limbah cair industri kayu lapis.

Lumpur aktif mengandung mikroba yang mampu mereduksi senyawa fenol. Semakin lama limbah cair berinteraksi dengan lumpur aktif, maka kandungan fenol akan semakin berkurang.

METODE PENELITIAN

Sampel limbah diambil dari inlet kolam pengolahan limbah cair industri kayu lapis PT. Basirih Industrial Corporation Banjarmasin. Pengamatan dan pengukuran sampel dilakukan di Laboratorium Penanggulangan Pencemaran Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru.

Penelitian dilaksanakan selama 2 bulan yang meliputi persiapan alat dan bahan, pengambilan sampel limbah, pembuatan lumpur aktif, pengukuran parameter dan pembuatan laporan.

Alat yang digunakan pada penelitian ini yaitu pH meter, Aerator, Spektrofotometer, Bioreaktor kecil, Tempat inkubasi bakteri (Enhast), Tabung reaksi, Labu erlenmeyer, Labu ukur, Labu semprot, Kertas Label, Alat tulis menulis, Neraca analitik, Cawan petri. Sedangkan Bahan yang digunakan pada penelitian yaitu Limbah cair kayu lapis, Aquades, Standard fenol, Reagent fenol, Kalium dihidrogen fosfat (KH_2PO_4), Natrium sulfat (Na_2SO_4), Glukosa, Peptone, Natrium klorida, Disodium hydrogen phosphate, Yeast extract, Pancreatic digest of Caseine, Agar.

Pembuatan Lumpur aktif

Pembuatan substrak bakteri dengan tahapan yaitu menimbang Kalium dihidrogen fosfat sebanyak 0,075 gr, menimbang Natrium sulfat sebanyak 0,052 gr, menimbang Glukosa sebanyak 1,5 gr, melarutkan bahan-bahan tersebut dalam 1 liter aquades. Pembuatan buffer fosfat dengan tahapan yaitu menimbang Kalium dihidrogen fosfat sebanyak 0,3 gr, melarutkan bahan tersebut dalam 1 liter aquades.

Pembuatan lumpur aktif dengan aklimatisasi limbah (Endah 1987 yang dikutip oleh Jauhari 1990) yaitu mengambil sampel limbah cair industri kayu lapis sebanyak 2 liter, menambahkan 1 liter larutan buffer fosfat, menginkubasikan sampel selama 2 x 24 jam dan memberi oksigen dengan bantuan aerator, mengendapkan sampel dan membuang cairan supernatan, menambahkan 1 liter substrak bakteri.

Cara kerja penelitian

Menganalisa kadar fenol awal dan menghitung jumlah bakteri awal dalam limbah cair, memasukkan lumpur aktif ke

dalam bioreaktor yang berisi limbah cair, memberi oksigen secara kontinyu ke dalam bioreaktor dengan bantuan aerator, mengambil sampel pada bioreaktor secara berkala (1 menit, 15 menit, 30 menit, 60 menit, 120 menit, 240 menit dan 480 menit), mengukur kadar fenol setelah perlakuan pada bioreaktor, menghitung jumlah bakteri setelah perlakuan pada bioreaktor, menghitung efisiensi proses pengolahan limbah dalam bioreaktor.

Pembuatan larutan standar fenol (BSN 2004) dengan tahapan yaitu pembuatan larutan induk fenol 1000 mg/L, dengan cara melarutkan 1,0 gr fenol ($\text{C}_6\text{H}_5\text{OH}$) dengan 100 mL air suling didalam labu ukur 1000 mL dan diencerkan sampai tanda garis, pembuatan larutan baku fenol 100 mg/L, dengan cara mengambil 10 mL larutan induk fenol kedalam labu ukur 100 mL dan menambahkan air suling sampai tepat tanda garis, pembuatan larutan kerja fenol sebagai berikut : mengambil 0,25 mL ; 0,5 mL ; 1,0 mL ; 1,5 mL ; 2,0 mL dan 3,0 mL larutan baku fenol dan memasukkan masing-masing ke dalam labu ukur 100 mL, menambahkan air suling sampai tepat pada tanda garis sehingga diperoleh kadar fenol 0,25 mg/L ; 0,5 mg/L ; 1,0 mg/L ; 1,5 mg/L ; 2,0 mg/L dan 3,0 mg/L.

Pembuatan pereaksi fenol yaitu pembuatan larutan nitro aniline, dengan cara melarutkan 0,1 gr 4-Nitro aniline dalam 10 mL Asam cuka glasial 96% dan menjadikan 100 mL dengan air suling, pembuatan larutan natrium nitrit, dengan cara melarutkan 1,0 gr NaNO_2 kristal dalam 100 mL air suling, Pembuatan larutan natrium karbonat, dengan cara melarutkan 20 gr Na_2CO_3 dalam 100 mL air suling.

Cara uji fenol meliputi pembuatan kurva kalibrasi dengan cara memasukkan 1,5 mL larutan natrium nitrit dan 5,0 mL larutan nitro aniline ke dalam labu erlenmeyer. Diaduk dan diamkan 2 menit sehingga terjadi penghilangan warna, menambahkan masing-masing 25 mL larutan kerja standar fenol sambil diaduk, menambahkan 2,5 mL larutan natrium karbonat. aduk dan diamkan 10 menit, memasukkan kedalam kuvet pada alat spektrofotometer secara berurutan dari kadar fenol terkecil. Baca dan catat absorbansinya pada panjang gelombang 460 nm. Melakukan preparasi sampel yaitu

sampel uji dalam kondisi jernih, bila sampel keruh, dilakukan penyaringan menggunakan kertas saring, bila sampel berwarna dilakukan proses destilasi dengan cara memasukkan 100 mL sampel uji kedalam labu destilasi, memanaskan labu destilasi hingga diperoleh 50 mL air destilat, air destilat siap diuji. Melakukan pengujian sampel yaitu memasukkan 1,5 mL larutan natrium nitrit dan 5,0 mL larutan nitro aniline ke dalam labu erlenmeyer. Diaduk dan diamkan 2 menit sehingga warna larutan menjadi bening, menambahkan 25 mL sampel uji sambil diaduk, menambahkan 2,5 mL larutan natrium karbonat. Diaduk dan diamkan 10 menit, memasukkan sampel uji ke dalam kuvet pada alat spektrofotometer, dibaca dan dicatat absorbansinya pada panjang gelombang 460 nm, menghitung kadar fenol dalam sampel uji dengan menggunakan kurva kalibrasi.

Pengujian mikroba meliputi Pembuatan larutan pengencer dan perbenihan. Pembuatan larutan pengencer dan perbenihan sebagai berikut pembuatan buffered peptone water (BPW) sebagai larutan pengencer dengan cara : menimbang 10 gr peptone ; 5 gr natrium klorida ; 3,5 gr disodium hydrogen phosphate ; 1,5 gr kalium dihidrogen phosphate, melarutkan bahan-bahan tersebut dalam 1 L air suling, dan mengatur keasaman larutan pada kisaran pH 7,0, memasukkan larutan tersebut ke dalam labu, dan disterilkan pada suhu 121°C selama 20 menit. Pembuatan plate count agar (PCA) sebagai media pertumbuhan mikroba dengan cara : menimbang 2,5 gr yeast extract ; 5 gr pancreatic digest of caseine ; 1 gr glukose ; 15 gr agar, melarutkan bahan-bahan tersebut dalam 1 L air suling, dan mengatur keasaman larutan pada kisaran pH 7,0, memasukkan larutan tersebut ke dalam labu, dan disterilkan pada suhu 121°C selama 15 menit.

Cara uji mikroba dengan mengambil 1 mL dari masing-masing pengenceran ke dalam cawan petri steril, menuangkan 12 mL media PCA yang telah dicairkan pada suhu 45°C kedalam cawan petri, dalam waktu 15 menit, menggoyangkan cawan petri dengan hati-hati hingga sampel tercampur rata dengan perbenihan, mengerjakan pemeriksaan blangko dengan mencampur air pengencer dengan perbenihan, membiarkan hingga campuran dalam cawan petri membeku, memasukkan semua cawan petri dengan posisi terbalik kedalam inkubator pada suhu 35°C selama 48 jam, mencatat pertumbuhan koloni pada setiap cawan.

Analisis Data

Nilai kadar fenol disimbolkan dengan peubah Y, sedangkan nilai jumlah mikroba disimbolkan dengan peubah X. Data hasil analisa perubahan nilai kadar fenol dan jumlah bakteri dimasukkan dalam tabel.

Untuk memudahkan pengolahan data, maka nilai-nilai yang diperoleh dimasukkan dalam tabel pengamatan serta ditampilkan dalam bentuk grafik.

Model rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah regresi linier sederhana. Parameter yang diamati adalah jumlah mikroba dan kadar fenol.

Model umum percobaan sebagai berikut :

$$Y = a + bX \quad (1)$$

Dimana:

Y = nilai pengujian fenol

a = konstanta

b = nilai koefisien

X = nilai pengamatan jumlah mikroba

Dari persamaan tersebut diatas akan diperoleh nilai R^2 yang merupakan koefisien penentu hubungan antara X dan Y, serta nilai r yang menggambarkan korelasi antara X dan Y.

Sedangkan untuk mencari nilai efisiensi proses penanganan limbah, dapat dihitung dengan menggunakan rumus sebagai berikut (Idris & Saed 2002) :

$$\% \text{ reduksi fenol} = \frac{(C_0 - C)}{C_0} \times 100 \%$$

Dimana :

C_0 = kadar fenol awal (mg/L) dan C = kadar fenol akhir (mg/L)

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pada penelitian ini, sumber fenol diambil dari inlet kolam pengolahan limbah cair industri kayu lapis PT. Basirih Industrial Corporation Banjarmasin. Karena perusahaan tersebut masih menggunakan resin fenol formaldehyde sebagai campuran utama perekat. Hal ini berdasarkan tulisan Mintarsih (2006), bahwa komposisi terbesar dalam perekat adalah resin yang digunakan yaitu mencapai 70% sampai 80% dari total campuran perekat, sedangkan sisanya adalah bahan-bahan tambahan yang komposisinya berbeda-beda untuk tiap perekat.

Sedangkan sumber mikroba diambil dari endapan lumpur kolam pengolahan limbah cair PT. Basirih Industrial Corporation. Berdasar tulisan Sugiharto (1987), bahwa dalam limbah cair terdapat bermacam-macam jenis mikroorganisme. Bakteri merupakan mikroorganisme yang paling menonjol peranannya dalam menguraikan bahan organik.

Dan berdasarkan tulisan Santosa et al. (Nursaadah . dkk, 2000), bahwa mikroba

yang mampu hidup dalam lingkungan berfenol tinggi mempunyai enzim yang tidak ternaturasi oleh fenol.

Dalam penelitian ini dilakukan pengujian awal pada sampel yang belum diberi perlakuan, baik pengujian kadar fenol maupun pengujian mikroba dalam limbah cair industri kayu lapis. Kemudian sampel uji divariasi waktu tinggal terhadap mikroba yang ada dalam bioreaktor.

Pengujian fenol dilakukan di Laboratorium Air dan Air Limbah Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru dengan menggunakan metode pengujian fenol dalam air limbah (BSN 2004). Sedangkan Pengujian mikroba dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Balai Riset dan Standardisasi Industri Banjarbaru dengan menggunakan metode plate count (BSN 1992). Waktu tinggal (retention time) sampel uji dalam lumpur aktif divariasi dari 1 menit hingga 480 menit.

Dari penelitian yang telah dilaksanakan, diperoleh data pengamatan yang dimasukkan ke dalam tabel 1.

Tabel 1. Data pengamatan fenol dan mikroba
Table 1. Observational Data Of Phenol and Microbe

No. Urut	Perlakuan / Waktu Tinggal	Fenol (mg/L)	Mikroba (koloni/100mL)
1	0 hari (tanpa perlakuan)	62,25	$1,6 \times 10^3$
Setelah diaktivasi :			
2	1 menit	12,41	30×10^5
3	15 menit	9,58	100×10^5
4	30 menit	9,25	95×10^5
5	60 menit	7,46	125×10^5
6	120 menit	6,50	130×10^5
7	240 menit	6,08	153×10^5
8	480 menit	4,09	158×10^5

Dari tabel 1 setelah lumpur aktif diaktivasi dan dicampur dengan limbah cair, kadar fenol dan jumlah mikroba dapat disajikan secara visual seperti pada grafik.

Dari tabel 1 dapat dijelaskan bahwa kadar fenol pada kondisi awal (tanpa perlakuan) dalam limbah cair industri kayu lapis sebesar 62,25 mg/L. Setelah

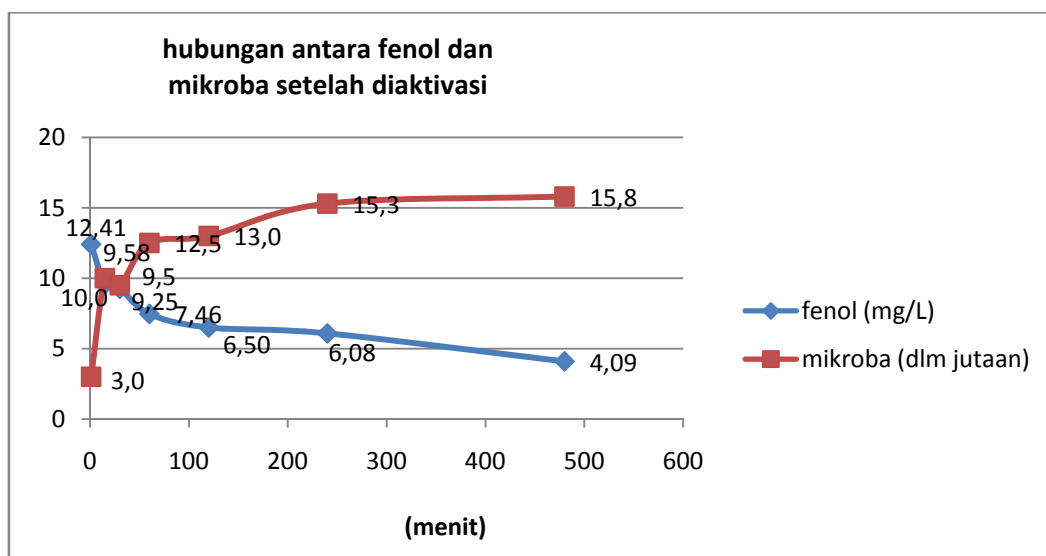
dicampur dengan lumpur aktif, terjadi penurunan kadar fenol sebagai berikut :

- Pada 1 menit, kadar fenol turun menjadi 12,41 mg/L.
- Pada 15 menit, kadar fenol turun menjadi 9,58 mg/L.
- Pada 30 menit, kadar fenol turun menjadi 9,25 mg/L.
- Pada 60 menit, kadar fenol turun menjadi 7,46 mg/L.
- Pada 120 menit, kadar fenol turun menjadi 6,50 mg/L.

- Pada 240 menit, kadar fenol turun menjadi 6,08 mg/L.
- Pada 480 menit, kadar fenol turun menjadi 4,09 mg/L.

Dari penjelasan diatas menunjukkan terjadinya penurunan kadar fenol dalam limbah cair industri kayu lapis. Dari kadar fenol awal 62,25 mg/L (tanpa perlakuan) menjadi 4,09 mg/L (pada menit ke 480).

Terjadinya penurunan fenol dalam bioreaktor seperti terlihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik hubungan antara fenol dan mikroba setelah diaktivasi.

Figure 1. Graphic Relationships Between Phenol and Microbes After Activated

Karena terurainya senyawa fenol menjadi senyawa lain. Hal ini sesuai tulisan Kumar et al (yang dikutip oleh Mailin & Firdausi 2006), bahwa degradasi biologis dilakukan melalui pembelahan cincin benzena dimediasi oleh intraseluler reaksi enzimatis. Fenol didekomposisi oleh metabolisme bakteri menjadi molekul-molekul lain.

Dalam Wikipedia (2011), dijelaskan bahwa molekul-molekul besar seperti protein, karbohidrat, lemak, atau senyawa organik lain didekomposisi metabolisme tubuh bakteri menjadi molekul-molekul seperti asam amino, metana, gas CO₂, serta molekul-molekul lain.

Sedangkan pada pengamatan mikroba pada tabel 1 dapat dijelaskan bahwa kondisi awal (tanpa perlakuan) kadar mikroba dalam limbah cair industri kayu lapis sebesar 1600 koloni/100mL. Setelah dicampur dengan lumpur aktif (aktivasi), terjadi peningkatan jumlah mikroba sebagai berikut :

- Pada 1 menit, jumlah mikroba naik menjadi 3.000.000 koloni/100mL.
- Pada 15 menit, jumlah mikroba naik menjadi 10.000.000 koloni/100mL.
- Pada 30 menit, jumlah mikroba turun menjadi 9.500.000 koloni/100mL.
- Pada 60 menit, jumlah mikroba naik lagi menjadi 12.500.000 koloni/100mL.
- Pada 120 menit, jumlah mikroba naik menjadi 13.000.000 koloni/100mL.
- Pada 240 menit, jumlah mikroba naik menjadi 15.300.000 koloni/100mL.
- Pada 480 menit, jumlah mikroba naik menjadi 15.800.000 koloni/100mL.

Dari Gambar 2. diatas terlihat bahwa secara umum perkembangan mikroba dalam limbah cair industri kayu lapis mengalami peningkatan dari awal perlakuan hingga ke menit 480. Ini mengindikasikan bahwa mikroba aerob dalam lumpur aktif menyerap dan mengoksidasi senyawa limbah cair industri kayu lapis termasuk fenol. Hal ini dijelaskan Jauhari (1999) bahwa dalam sistem lumpur

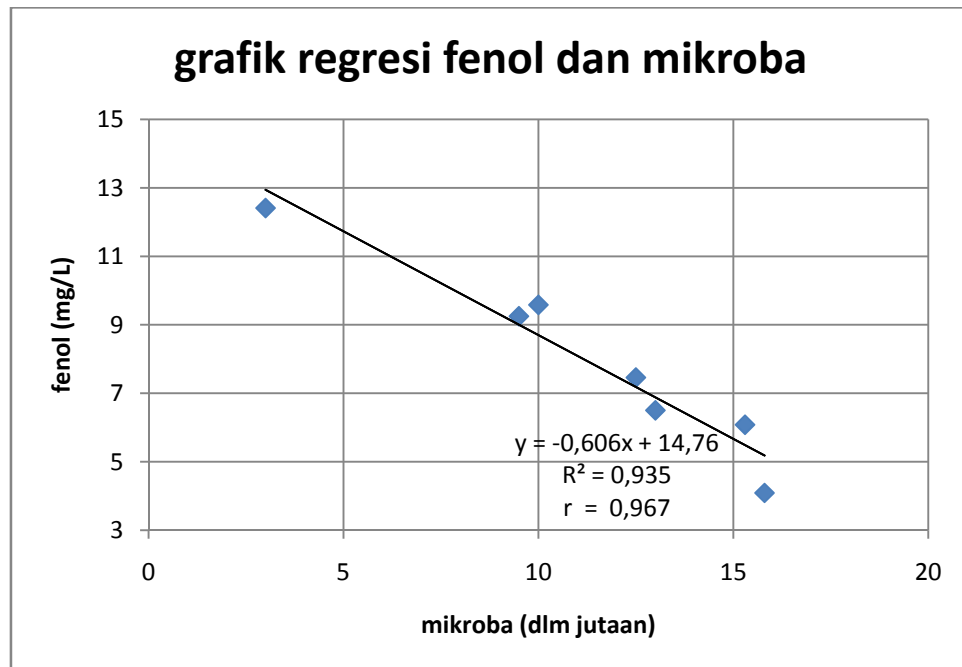
aktif, mikroba yang berperan terutama bakteri dan protozoa bersama-sama dengan bahan padat terlarut lain membentuk lumpur aktif yang menyerap dan mengoksidasi senyawa limbah. Dan sistem lumpur aktif yang digunakan untuk memproses limbah cair pada kondisi aerob. Juga sesuai dengan tulisan Sutapa (2000)

bahwa limbah cair yang mengandung mikroorganisme tersuspensi memakan polutan.

Berdasarkan perhitungan statistik dari tabel 1 (setelah diaktivasi), selanjutnya diperoleh tabel 2 analisis varians dan grafik regresi.

Tabel 2. Perhitungan anova pengaruh mikroba terhadap fenol
Table 2. Anova Calculations Microbial Influence On Phenol

	<i>df</i>	<i>SS</i>	<i>MS</i>	<i>F</i>	<i>Significance F</i>
Regression	1	42,07679	42,07679	72,80695	0,00036
Residual	5	2,88961	0,57792		
Total	6	44,9664			



Gambar 2. Grafik regresi fenol dan mikroba setelah diaktivasi.

Figure 2. Regression Charts phenol and Microbes After Activated

Dari tabel 2. dapat dilihat bahwa pada tingkat kepercayaan 95% ($f < 0,05$) memberikan nilai f sebesar 0,00036 berarti jumlah mikroba memberikan pengaruh yang sangat signifikan terhadap reduksi fenol.

Hal ini diperkuat dengan nilai r pada Gambar 2. yang mencapai 0,967 dimana dengan nilai r tersebut berarti 96,7% penurunan fenol dipengaruhi oleh mikroba.

Dari hasil penelitian ini dapat dihitung efisiensi proses pemanfaatan lumpur aktif dalam mereduksi fenol.

Persentase reduksi fenol didefinisikan sebagai banyaknya fenol yang berhasil dlenyapkan setelah diberikan kondisi perlakuan. Persentase reduksi fenol ditentukan dengan cara mengukur konsentrasi fenol awal dan akhir perlakuan (Idris & Saed 2002).

Untuk menghitung persentase reduksi fenol dalam bioreaktor, dengan menggunakan persamaan (2) sebagai berikut :

$$\text{Persentase reduksi fenol} = \frac{(C_0 - C)}{C_0} \times 100 \% \quad \dots\dots\dots (2)$$

$$\text{Persentase reduksi fenol} = \frac{(62,25 - 4,09)}{62,25} \times 100 \% = 93,43\%$$

Sehingga diperoleh persentase reduksi fenol sebesar : 93,43%.

Hal ini membuktikan pemanfaatan lumpur aktif dalam mereduksi fenol pada limbah cair sangat efisien, khususnya pada limbah cair industri kayu lapis yang

menggunakan resin fenol formaldehida sebagai bahan perekat.

Hal ini didukung tulisan Rahayu (2009) menyatakan bahwa karena efisien dan ekonomis, proses lumpur aktif mulai banyak digunakan dan menjadi proses aerobik yang paling populer.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Pada tingkat kepercayaan 95% dengan variasi waktu tinggal, jumlah mikroba memberikan pengaruh yang signifikan terhadap reduksi fenol. Hal ini diperkuat dengan nilai r yang mencapai 0,967. Dengan nilai r tersebut berarti 96,7% penurunan fenol dipengaruhi oleh mikroba.

Pengelolaan limbah cair industri kayu lapis dengan memanfaatkan mikroba dalam lumpur aktif, merupakan proses yang sangat efisien dalam mereduksi fenol

dengan efisiensi proses penanganan limbah mencapai 93,43 %.

Saran

Untuk mendapatkan kadar fenol yang lebih kecil, maka perlakuan waktu tinggal (retention time) perlu diperpanjang sehingga diperoleh kadar fenol yang memenuhi baku mutu limbah cair untuk industri kayu lapis (Kep-51/MenLH/10/1995) dengan kadar fenol maksimum yang diperbolehkan 1 ppm.

DAFTAR PUSTAKA

- BSN, 1992. Standard Nasional Indonesia. *Cara uji cemaran mikroba*. SNI 19-2897-1992.
- BSN, 2004. Standard Nasional Indonesia, Air dan air limbah bagian 21. *Cara uji kadar fenol secara spektrofotometri*. SNI 06-6989.21-2004.
- Idris, A & Saed K, 2002. *Degradation of phenol in wastewater using anolyte produced from electrochemical generation of brine solution*. *Global Nest: the Int. J.* Vol 4 (2-3): 139-144.
- Jauhari, A. 1990. *Penanganan limbah tahu dengan reaktor lumpur aktif sekali unduh*, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta.
- Jauhari, A. 1999. *Buku Pengantar Penanganan Limbah Industri*, Fakultas Kehutanan Universitas Lambung Mangkurat, Banjarbaru.
- Mailin M dan Firdausi R, 2006. *Kinerja tinggi fenol merendahkan mikroorganisme yang diisolasi dari air limbah dan minyak tanah terkontaminasi*. Malaysia Jurnal

- Mikrobiologi Vol. 2. 2006. <http://eprints.utm.my/8116/8116.pdf>. Diakses tgl. 2 Maret 2006.
- Manurung, Togu. E.G. 2008. *Dampak kebijakan larangan ekspor kayu bulat terhadap sektor kehutanan Indonesia*. <http://www.google.co.id/search?hl=id&q=kebijakan+larangan+ekspor+kayu+bulat+secara+total+pada+periode+tahun+1985+sampai+1997&aq=f&aql=&og=>. Diakses tgl. 5 Maret 2011.
- Mintarsih, Tuti Hendrawati. 2006. *Panduan praktis pengelolaan lingkungan industri plywood*. Asdep Bidang Pengendalian Pencemaran Agro Industri Kementrian Negara Lingkungan Hidup.
- Nursaadah, et al.. 2000. Karakterisasi bakteri pendegradasi fenol asal danau Buntal Kalimantan Tengah. *Jurnal Ilmu Tanah dan Lingkungan* Vol.3 No.2. Oktober 2002. <http://ejurnal.perpustakaan.ipb.ac.id/files/Nursaadah/KarakteristikBakteriPendegradasi.pdf>. Diakses pada tgl. 1 Maret 2011.
- Rahayu, Suparni Setyowati. 2009. Proses lumpur aktif. [http : //www.chemistry.org/..proses-lumpur-aktif-activated-sludge-process/](http://www.chemistry.org/..proses-lumpur-aktif-activated-sludge-process/). Diakses tgl. 28 Februari 2011.
- Sugiharto, 1987. *Dasar-Dasar Pengolahan Limbah cair*, Penerbit Universitas Indonesia, Jakarta
- Sutapa, Ignasius D.A. 2000. Teori bioflokulasi sebagai dasar pengelolaan sistem lumpur aktif. *Jurnal Studi Pembangunan, Kemasyarakatan & Lingkungan*, Vol. 2, No.1/Feb. 2000; 76-83 77.
- Wikipedia, 2011. <http://en.wikipedia.org/wiki/phenol>. 2 Maret 2011.
- Wikipedia, 2011. <http://id.wikipedia.org/wiki/Bakteri>. 2 Maret 2011.
- Wikipedia, 2011. <http://id.wikipedia.org/wiki/mikroorganisme>. 2 Maret 2011.

