

Pengaruh Laju Aliran Limbah pada Saringan Kerikil dengan Inokulum *Bacillus coagulans* UB-9 terhadap Kualitas Limbah Cair yang Dihasilkan*)

Nur Hidayat^{1,2}, Sri Kumalaningsih², Noorhamdani³ dan Susinggih Wijana²

- 1) Mahasiswa Program Doktor Ilmu Pertanian Universitas Brawijaya
- 2) Staf Pengajar Fak. Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya
- 3) Staf pengajar Fak. Kedokteran Universitas Brawijaya

Email: nhidayat2003@yahoo.com

*) dipresentasikan pada Deklarasi dan Seminar Nasional APTA, 16 Des 2010 di Jogjakarta.

ABSTRAK

Keberadaan limbah pangan yang kaya lipid makin lama makin meningkat dengan perubahan gaya hidup manusia. Peningkatan limbah lipid juga diikuti dengan meningkatnya jumlah deterjen yang digunakan. Oleh sebab itu perlu diketahui kemampuan penyaring kerikil dengan inokulum bakteri lipase *Bacillus coagulans* dalam mengatasi kedua limbah ini.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui persentase penurunan lipid, deterjen (LAS), BOD dan COD pada limbah cair yang dilewatkan penyaring kerikil dengan inokulum *Bacillus coagulans* UB-9

Penelitian dilakukan dalam kolam saringan kerikil dengan dimensi 60X30X30 cm³ yang diisi penuh dengan kerikil diameter 0,5 – 2,0 cm. Laju aliran yang digunakan adalah 0,25 L/hari, 4,32 L/hari dan 8,39 L/hari. Pengamatan dilakukan terhadap kadar lipid, LAS, BOD dan COD seriap minggu sekali selama satu bulan.

Hasil analisis menunjukkan bahwa kadar lipid sebesar 2,0 – 6,3 mg/L dari semula 6,5 mg/L, deterjen (LAS) 0,1 – 1,5 mg/L dari semula 5,83 mg/L, BOD 71,5 – 244,3 mg/L, dari semula 2.151 mg/L, COD 211,7 – 752 mg/L dari semula 6.438,1 mg.L dan pH 6,3 – 7,5 dari semula 6,6.

Berdasar hasil di atas dapat disimpulkan bahwa laju aliran 4,32 L/hr pada penyaring filter kapasitas limbah 20 L masih layak digunakan untuk menurunkan lipid dan deterjen namun belum baik untuk penurunan BOD dan COD.

Kata kunci: saringan kerikil, limbah cair, *Bacillus coagulans*

PENDAHULUAN

Perkembangan industri kecil dan pariwisata di Indonesia dari tahun ke tahun terus menunjukkan peningkatan. Banyak industri kecil yang terus tumbuh. Dalam bidang penunjang pariwisata, keberadaan hotel dan rumah makan juga menunjukkan andil yang tidak kecil. Keberadaan industri kecil, hotel dan rumah makan yang bukan skala besar mempunyai satu permasalahan klasik yaitu penanganan limbah. Limbah rumah makan dan hotel terutama skala kecil dan menengah sering tidak memiliki unit pengolahan limbah bahkan pada

beberapa industri yang memiliki unit pengolahan limbah tidak menyediakan atau memiliki pengolahan lipid dan deterjen, padahal kedua jenis polutan ini banyak terdapat pada limbah cair hotel dan restoran. Berdasar penelitian yang dilakukan oleh Lesikar dkk (2006) menunjukkan bahwa besarnya lemak dan lipid pada limbah rumah makan di Cina mencapai 120 – 172 mg/L, rumah makan Western (52,6 – 2100 mg/L), fast food American (158 – 799 mg/L), kantin sekolah (415 – 1970 mg/L) dan Distro 140 – 410 mg/L.

Mengikutsertakan lipid dalam pengolahan limbah membutuhkan pembenahan proses baru karena degradasi lipid umumnya dilakukan secara biologis. Proses biologis dalam sistem pengolahan limbah umumnya dilakukan setelah proses fisis dan khemis. Proses biologis yang umum digunakan adalah Lumpur aktif dan bio-filter. trickling filter banyak digunakan untuk pengolahan limbah domestik dan industri. Proses ini adalah sebuah metode perlakuan film biologis tetap yang dirancang untuk menghilangkan BOD dan padatan tersuspensi. Sebuah trickling filter terdiri dari lengan yang berputar yang mendistribusikan air limbah secara merata di atas hamparan melingkar yang terdiri dari batu berukuran kepalan tangan, bahan kasar lainnya, atau media sintetis. Ruang antara media memungkinkan udara beredar dengan mudah sehingga kondisi aerobik dapat dipertahankan. Ruang juga memungkinkan air limbah untuk menetes ke bawah melalui, sekitar dan atas media. Sebuah lapisan lendir biologis yang menyerap dan mengkonsumsi limbah yang mengalir melalui hamparan meliputi bahan media (Buyukgungor and Gurel, 2009).

Bio filter yang telah digunakan antara lain, wetland (Ayaz and Akca, 2001), pasir dan kerikil. Filter kerikil dengan diameter 2 – 3 cm mampu menguraikan sebagian minyak pada limbah di pantai Kuwait (Radwan abd Al-Hasan, 2001). Kerikil dengan diameter 0,5 – 3 cm juga dapat digunakan untuk menurunkan BOD dan COD pada limbah tapioca sebesar lebih dari 95% (Suhartini, dkk. 2009).

Pengolahan lipid yang tak dapat dipisahkan dari limbah dapat dilakukan dengan cara menambahkan mikrobia lipolitik pada tahap biologis dengan memperhatikan konsentrasi yang dapat diterima oleh mikroorganisme yang terlibat. *Bacillus coagulans* adalah bakteri

yang mampu merombak lipid karena mampu menghasilkan enzim lipase (Hasan, *et.al.* 2006). *B. coagulans* dapat diperoleh dari tanah, lumpur aktif (Kotay and Das, 2007), makanan fermentasi seperti fermentasi biji Yam (Jeff-Agboola, 2007).

Deterjen merupakan limbah yang kini banyak mencemari lingkungan. Hasil penelitian di Afrika Selatan menunjukkan bahwa pencucian pakaian umumnya dilakukan oleh responden sekali (35%) atau dua kali seminggu (43%), dengan 18% dari responden melakukan cuci tiga kali seminggu. Hari-hari yang paling umum digunakan untuk mencuci adalah Sabtu (27%), Senin (20%), Jumat (19%) dan Rabu (16%). Durasi aktivitas mencuci bervariasi antara 1 dan 4 jam dan biasanya dilakukan pada pagi hari. penggunaan deterjen laundry bubuk per rumah tangga per bulan ditetapkan menjadi 1,5 kg (Gordon, *et al.* 2010)

Permasalahan lain yang muncul pada limbah rumah makan, hotel dan industri kecil adalah deterjen yang sering tidak dipantau keberadaannya, padahal memiliki andil yang cukup besar dalam mencemari lingkungan. Deterjen selain dipakai untuk mencuci piring, peralatan produksi juga digunakan dalam mencuci tangan. Deterjen yang dipakai mengandung surfaktan yang berasal dari olahan lipid nabati dan dapat pula dari produk sintetis seperti LAS (Linier Alkylbenzene Sulfonate). Oleh sebab itu adanya mikrobia yang memiliki kemampuan mendegradasi lipid dan surfaktan perlu dicari agar pencemaran kedua senyawa ini dapat ditangani dalam satu sistem bersamaan dengan penurunan BOD dan COD.

Permasalahan

Apakah bakteri *Bacillus coagulans* UB-9 mampu melakukan perbaikan kualitas limbah dalam penyaring kerikil?

Berapakah laju aliran yang dapat diberikan agar kualitas efluen memenuhi standar yang ditetapkan?

Tujuan

1. Menentukan dapat tidaknya inokulum *Bacillus coagulans* UB 9 dipergunakan dalam pengolahan limbah
2. Menentukan laju aliran limbah cair yang diijinkan agar proses pengolahan limbah berlangsung dengan baik.

BAHAN DAN METODE

Batasan Masalah

Permasalahan yang dikaji dalam penelitian ini dibatasi :

1. Limbah deterjen dan lipida yang digunakan merupakan limbah buatan yaitu dari kuah mie sedap rasa kare ayam yang diencerkan 10 kali kemudian diberi deterjen merek Daia putih 0,1 gr/L (yang telah diketahui kadar LASnya)
2. Jenis bakteri yang digunakan adalah *Bacillus coagulans* yang didapat dari Laboratorium Mikrobiologi di Laboratorium Sentral Ilmu Hayati (LSIH) Fakultas Pertanian Universitas Brawijaya.
3. Inokulum yang digunakan memiliki umur antara 24 - 72 jam setelah masa inkubasi dan batu kerikil jenis koral yang digunakan sebagai filter memiliki ukuran 0,5 – 3,5 cm. Inokulum yang dibeikan sebanyak 5% dari jumlah limbah awal.

a. Persiapan Bahan Baku Limbah Cair

Limbah cair yang digunakan adalah kuah dari mie instan. Sebelumnya mie instan direbus sesuai dengan prosedur yang tertera pada kemasan kemudian diambil kuahnya sesuai kebutuhan. Untuk setiap 100 mL kuah yang dihasilkan dilakukan pengenceran sampai 10 kali dengan pendekatan sisa kuah yang

terbuang. Selanjutnya ditambah deterjen sebanyak 100 mg/L atau 5 – 6 mg LAS/L limbah (rerata 5,83 mg/L).

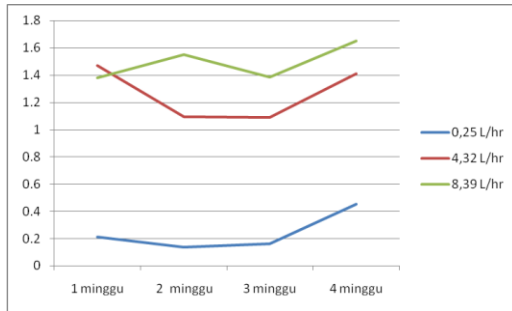
Perlakuan Limbah Cair dalam Penyaring Kerikil

Limbah cair berupa kuah mie instan yang telah diencerkan dimasukkan ke dalam tangki umpan kapasitas 20 L lalu ditambahkan starter sesuai perlakuan yaitu sebanyak 5%, volume yang telah disiapkan terlebih dahulu. Campuran tersebut kemudian dialirkan ke dalam bak penyaring kerikil yang telah terisi air penuh (ditandai dengan cairan mulai keluar dari saluran efluen) pada bak penyaring kerikil yang telah diisi dengan batu kerikil berukuran 0,5 – 3,5 cm. Proses pengaliran berlangsung secara kontinyu, dan dijaga supaya campuran larutan antara limbah cair dengan biakan inokulum dari tangki pengumpan tidak habis. Proses ini berlangsung selama 30 hari dan pengambilan sample dilakukan setiap satu minggu sekali. Analisis dilakukan pada efluen meliputi kadar LAS, lipid, BOD, COD, dan pH.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. LAS

Kadar LAS pada effluent menunjukkan stabilitas yang cukup baik sampai minggu ketiga dan diikuti dengan peningkatan kadar LAS pada effluent. Namun demikian, kadar LAS pada effluent sampai minggu ke empat masih di bawah standar yang ditetapkan. Kadar LAS effluent paling rendah dicapai apabila laju aliran 0,25 L/hr yaitu di bawah 1 mg/L dari kadar deterjen awal 100 mg/L dengan kandungan LAS 20 % (Gambar 1).



Gambar 1. Kadar LAS (mg/L) pada effluen penyaring kerikil.

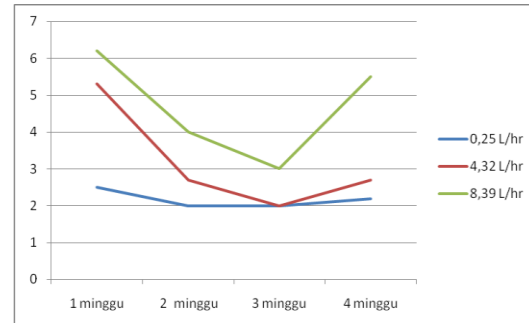
Pada Laju aliran 0,25 L/hr penurunan LAS sebesar 95,86%. Hasil ini lebih baik daripada penggunaan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan *Klebsiella oxytoca* sebesar 90% dalam 15 hari (Ojo and Ojo, 2009) sedang untuk laju aliran 4,25 L/hr penurunan LAS hanya sebesar 78,27 % dan 8,39 L/hari sebesar 75,21%. Meskipun demikian, hasil ini telah memenuhi syarat kemampuan mikroorganisme mendegradasi deterjen yang dipersyaratkan sebesar 60%.

Berdasarkan atas hasil penurunan LAS maka laju aliran hingga 8,39 L/hr (proses pengolahan 2 – 3 hari) untuk jumlah limbah dalam system sebanyak 20 L masih layak diterapkan. Hasil ini juga menunjukkan bahwa setelah minggu ketiga perlu dilakukan penambahan inokulum ke dalam unit penyaring kerikil agar jumlah bakteri aktifnya meningkat kembali.

2. Lipid

Konsentrasi lipid dalam effluen menunjukkan adanya pola penurunan sampai minggu ketiga kemudian mengalami kenaikan (Gambar 2). Hasil ini menunjukkan bahwa proses pengolahan lipid dalam limbah masih berlangsung dengan baik sampai minggu ketiga. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya pertumbuhan mikroorganisme lain yang terdapat dalam unit pengolah limbah karena adanya substrat hasil degradasi

yang dapat di metabolisme sehingga populasi *Bacillus coagulans* terdesak. Kemungkinan lain adalah berkurangnya kadar LAS dalam limbah akibat terdegradasi sehingga kelarutan lipid dalam air menjadi berkurang dan lipid menjadi tidak tersedia bagi bakteri. Oleh sebab itu adanya penambahan kembali inokulum dalam limbah perlu dilakukan.



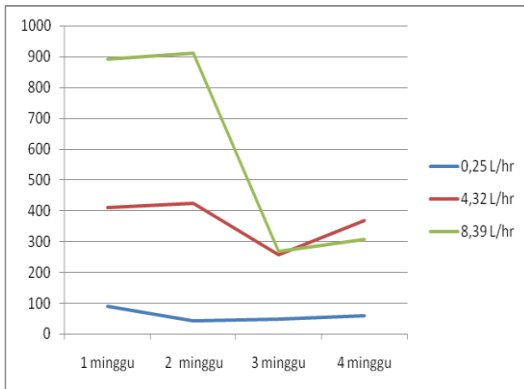
Gambar 2. Kadar Lipid (mg/L) pada effluen penyaring kerikil.

Penurunan kandungan lipid pada limbah sebesar 66,53% untuk laju aliran 0,25L/hr, 51,05% untuk laju aliran 4,32 L/hr dan 28,07% untuk laju aliran 8,39 L/hr. Hasil ini lebih rendah dari penggunaan EM sebesar 10% yang mampu menurunkan lipid 99% dalam waktu enam hari (Siripornadulsil and Labteephanao, 2008). Hal ini menunjukkan bahwa bakteri kosorium memberikan hasil yang lebih baik daripada bakteri tunggal. dan kemungkinan adanya penghambatan aktivitas lipase oleh adanya LAS. Hal ini disebabkan LAS lebih bersifat toksik bagi bakteri Gram positif seperti *Bacillus* daripada terhadap bakteri Gram negatif.

3. BOD

Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai BOD stabil sampai minggu ke empat. Pada laju aliran yang tinggi stabilitas BOD terjadi setelah minggu kedua (Gambar 3). Hasil penelitian menunjukkan bahwa bakteri ini dalam

sistem penyaring mampu tumbuh baik dan menurunkan BOD hingga lebih dari 70% yaitu sebesar 97,17 % untuk laju aliran 0,25 L/hr, sebesar 83,04% untuk 4,32 L/hari dan untuk laju aliran 8,39 L/hr terjadi penurunan sebesar 72,32%. Hasil ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Arsawan, dkk (2007) yang menggunakan limbah beminyakdan diberi aerasi. Dimana penurunan BOD mencapai 85%. Masih cukup tingginya nilai BOD kemungkinan kurangnya jumlah kolom penyaring yang digunakan, maka disarankan untuk menambah jumlah kolom pengolah limbah pada penelitian berikutnya.



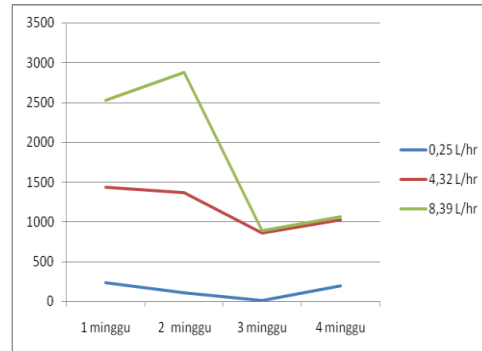
Gambar 3. Kadar BOD (mg/L) pada effluen penyaring kerikil.

4. COD

Penggunaan ukuran kerikil 50 – 250 mm menghasilkan rerata effluen dengan nilai COD 1.176 mL/L untuk laju aliran 4,32 L/hr. Hasil lebih baik jika digunakan laju aliran 0,25 L/hr dengan nilai COD 141 mg/L dan telah memenuhi baku mutu yang disyaratkan yaitu 200 mg/L Penggunaan kerikil dengan diameter < 2 mm dengan laju aliran 28 mL/detik mampu menurunkan COD dari 10.000 mg/L menjadi 510 mg/L (Ménoret, *et.al.* 2000) yang memberikan hasil lebih baik dari percobaan ini.

Bacillus coagulans strain IIT-BT (Kotay and Das, 2006) dapat

menggunakan COD pada limbah dan diubah menjadi gas hydrogen dengan jumlah gas yang dihasilkan 37,16 mL per g COD.

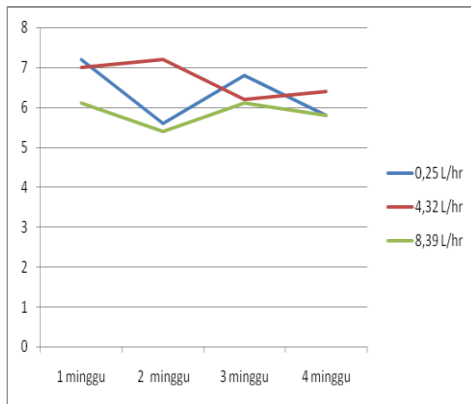


Gambar 4. Kadar COD (mg/L) pada effluen penyaring kerikil.

Penurunan COD mencapai 97,80% untuk laju aliran 0,25L/hr, sebesar 81,72 % untuk 4,32 L/hr dan sebesar 71,36% untuk laju aliran 8,39 L/hr. Hasil ini menunjukkan bahwa efisiensi yang dicapai dengan waktu tinggal limbah lima hari (laju aliran 4,32 L/hr memiliki efisiensi yg tidak beda nyata dengan biofilter wetland yang memiliki efisiensi penurunan COD mencapai 88 % (Ayaz and Akca. 2001).

5. pH

Nilai pH selama proses pengolahan dalam penyaring kerikil menunjukkan kestabilan yang bagus. Nilai pH pada semua perlakuan laju aliran tidak menunjukkan beda nyata (Gambar 5). pH effluen cenderung turun secara perlahan. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh adanya hasil-hasil metabolisme selama perombakan LAS dan lipid. Nilai pH effluen telah sesuai dengan standar yang dipersyaratkan yaitu 6 – 9.



Gambar 2. Nilai pH pada effluen penyaring kerikil.

Bacillus coagulans tumbuh lebih baik pada pH di bawah netral. Secara alami bakteri ini toleran terhadap asam. Apabila pH di bawah enam bakteri akan cepat mengubah sumber karbon menjadi biomass (Oh, *et.al.* 2003). Hal ini dapat mempercepat terjadinya penyumbatan penyaring kerikil sehingga dapat mempercepat pengurasan biofilter.

Kesimpulan

- Sistem penyaring kerikil dengan kapasitas limbah 20 L dengan laju aliran 4,32 L/hr mampu menghasilkan effluen dengan kadar lipid, LAS dan pH yang sesuai dengan persyaratan namun belum untuk BOD dan COD
- *Bacillus subtilis* UB-9 mampu menurunkan kadar lipid, LAS, BOD dan COD secara simultan pada system terbuka (tidak aseptis). Sehingga memungkinkan untuk diterapkan.

Saran

- Perlu dilakukan penelitian lanjut terutama menggunakan konsorsium bakteri dengan *Bacillus coagulans* agar nilai BOD dan COD memenuhi standar atau penambahan jumlah kolom penyaring kerikil.

Daftar Pustaka

- Arsawan, M., I. W.B. Suyasa, dan W. Suarna. 2007. *Pemanfaatan Metode Aerasi dalam Pengolahan Limbah Berminyak*, Ecotrophic. 2(2): 1 – 9.
- Ayaz, S.C and L. Akca. 2001. Treatment of wastewater by natural systems. *Environment International* 26: 189 – 195.
- Buyukgungor, H and L. Gurel. 2009. The role of biotechnology on the treatment of wastes. *African Journal of Biotechnology* Vol. 8 (25),: 7253 – 7262.
- Gordon, A.K., W.J. Muller, N. Gysman, S.J. Marshall, C.J. Sparham, S.M. O'Connor and M.J. Whelan. 2010. Effect of laundry activities on in-stream concentrations of linear alkylbenzene sulfonate in a small rural South African river. Unilever Centre for Environmental Water Quality, Institute for Water Research, Rhodes University, Grahamstown, 6140, South Africa.
- Jeff-Agboola, Y.A. 2007. Microorganisms Associated with Natural Fermentation of African Yam Bean (*Sphenostylis sternocarpa* Harms) Seeds for the Production of Otilu. *Research Journal of Microbiology* 2(11): 816 – 823.
- Hasan.F., A. A. Shah, and A. Hameed. 2006. Industrial applications of microbial lipases. *Enzyme and Microbial Technology* 39: 235 – 251.
- Kotay, S.M. and D. Das. 2006. Feasibility of biohydrogen production from

- sewage sludge using defined microbial consortium. WHEC 16 / 13-16 June 2006 – Lyon France. [http://www.cder.dz/A2H2/Medias/Download/ProcPDF/posters/\[GIII\]BioHydrogen/195.pdf](http://www.cder.dz/A2H2/Medias/Download/ProcPDF/posters/[GIII]BioHydrogen/195.pdf) tanggal akses 7 Desember 2010.
- Kotay, S.M. and D. Das. 2007. Microbial hydrogen production with *Bacillus coagulans* IIT-BT S1 isolated from anaerobic sewage sludge. *Bioresources Technology*. 98: 1183 – 1190.
- Ménoret, C., C. Boutin., P. Molle., A. Liénard and F. Brissaud. 2000. Concentrated Effluent Treatment By Attached-Growth Cultures On Gravel And Pozzolana: Experimental Study. 1er Congrès mondial de l'IWA, Paris, 3-7 juillet 2000.
- Lesikar, B.J., O. A. Garza, R. A. Persyn, A. L. Kenimer, and M. T. Anderson. 2006. *Food-Service Establishment Wastewater Characterization*. *Water Environment Research*. 78: 805 – 809.
- Oh, S.E., S.V. Ginkel., B.E. Logan. 2003. The relative effectiveness of pH control and heat treatment for enhancing biohydrogen gas production. *Environ. Sci. Technol.* 37: 5186–5190.
- Ojo, O.A and B.A. Oso. 2009. Biodegradation of synthetic detergents in wastewater. *African Journal of Biotechnology*. 8(6): 1090 – 1109.
- Radwan, S.S. and R. H. Al-Hasan. 2001. Potential application of coastal biofilm-coated gravel particles for treating oily waste. *Aquat Microb Ecol.* 23: 113 – 117.
- Suhartini, S., N. Hidayat dan B. R. Wiryosudarmo. 2009. *Teknologi Produksi Bio-energi dan Air Bersih melalui Pengolahan Limbah Cair Tapioka*. Laporan Penelitian. Hibah Penelitian Strategis Nasional. Universitas Brawijaya. Malang.
- Siripornadulsil, S and W. Labtephanao, 2008. The Efficiency of Effective Microorganisms (EM) on Oil and Grease Treatment of Food Debris Wastewater. *KKU Sci. J.* 36(Supplement) 27-35.