

**PEMANFAATAN LUMPUR AKTIF DALAM REMEDIASI LIMBAH CAIR
BENGKEL KENDARAAN BERMOTOR DENGAN PENAMBAHAN
BAKTERI INDIGENUS**

**UTILIZATION OF ACTIVATED SLUDGE IN WASTEWATER
REMEDICATION OF MOTOR VEHICLES WORKSHOP WITH THE
ADDITION OF INDIGENOUS BACTERIA**

*Oswaldia Sabdania Roga¹, L. Indah Murwani Y.², A. Wibowo Nugroho Jati³
Fakultas Teknobiologi, Universitas Atma Jaya Yogyakarta,
Jl. Babarsari No. 44 Yogyakarta, 054roga@gmail.com*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk melihat kemampuan bakteri indigenus pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor yang diolah dengan proses lumpur aktif. Bakteri indigenus yang ditemukan terdapat 2 isolat yaitu isolat OR 1 yang cenderung masuk ke genus *Pseudomonas* dan isolat OR 2 yang cenderung masuk ke genus *Staphylococcus*. Kedua isolat ini mampu melakukan remediasi yang ditunjukkan dengan adanya kenaikan DO, penurunan TPH dan penurunan TSS. Isolat OR 1 mampu menaikkan kadar DO dari 0,5 mg/l hingga 3,33 mg/l dan isolat OR 2 sebesar 3,66 mg/l. Isolat OR 1 mampu menurunkan TPH hingga 28,61 ppm atau 76,39% dari kondisi TPH awal yaitu 121, 2 ppm. Isolat OR 2 menurunkan TPH hingga 53,81 ppm atau sebesar 55,60%. Kadar TSS awal sebelum diolah ialah 6 mg/l, penggunaan isolat OR 1 mampu menurunkan TSS hingga 3,54 mg/l dan isolat OR 2 mampu menurunkan TSS hingga 2,96 mg/l.

Kata kunci : bakteri indigenus, limbah bengkel, lumpur aktif, TPH.

PENDAHULUAN

Di Indonesia jumlah bengkel dari tahun ke tahun mengalami peningkatan seiring dengan meningkatnya kendaraan bermotor baik itu roda dua maupun roda empat. Dinas Pengelolaan Kas dan Aset Daerah (DPKAD) DIY mencatat total kendaraan bermotor baik roda dua maupun roda empat mencapai 1.053.482 unit per Oktober 2012. Kankantapong dkk.(2009) dalam Cindiyanti (2011), mengemukakan kegiatan perawatan kendaraan bermotor menghasilkan limbah yang merupakan limbah bahan berbahaya dan beracun (B3) dan non B3. Limbah B3 ini berupa oli bekas, aki bekas, dan alat-alat pada kendaraan bermotor. Oli

merupakan campuran dari hidrokarbon kental ditambah berbagai bahan kimia aditif. Oli bekas sendiri mengandung komponen logam berat, *polychlorinated biphenyls* (PCBs), *polycyclic aromatic hydrocarbons* (PAHs). Komponen-komponen ini mengandung sifat beracun tinggi saat terlepas ke lingkungan, terutama tanah yang merupakan tempat berkembangbiaknya makhluk hidup.

Menurut Udiharto (2000), tingkat toksisitas limbah bengkel hidrokarbon minyak dapat bersifat akut atau kronik yang memiliki dampak terhadap manusia, tumbuhan dan hewan. Bioremediasi merupakan teknik yang dapat digunakan untuk mengurangi kadar hidrokarbon. Teknik bioremediasi yang sering digunakan dalam skala industri ialah teknik lumpur aktif. Lumpur aktif merupakan proses biologis menggunakan mikroorganisme untuk mendegradasi bahan-bahan organik yang terkandung dalam limbah cair menjadi CO_2 , H_2O , NH_4 , dan sel biomassa baru. Penelitian ini akan dilakukan isolasi bakteri *indigenus* yang terdapat pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor dan kemudian mengukur kemampuan dari isolat bakteri yang diperoleh apakah mampu meremediasi limbah dengan sistem lumpur aktif.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari 2014 hingga Juni 2014 di Laboratorium Teknobiologi-Industri untuk isolasi bakteri dan karakterisasi limbah; dan di Kebun Biologi Fakultas Teknobiologi Universitas Atma Jaya Yogyakarta untuk proses perlakuan sistem lumpur aktif. Rancangan percobaan yang digunakan adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan perlakuan variasi

isolat bakteri. Penelitian ini terdiri dari beberapa tahap yaitu isolasi dan identifikasi bakteri, karakterisasi limbah bengkel kendaraan bermotor, uji aktivitas degradasi meliputi DO, TPH, dan TSS. Data yang diperoleh dianalisis dengan Anava untuk mengetahui letak beda nyata dengan tingkat kepercayaan 95%.

HASIL DAN PEMBAHASAN

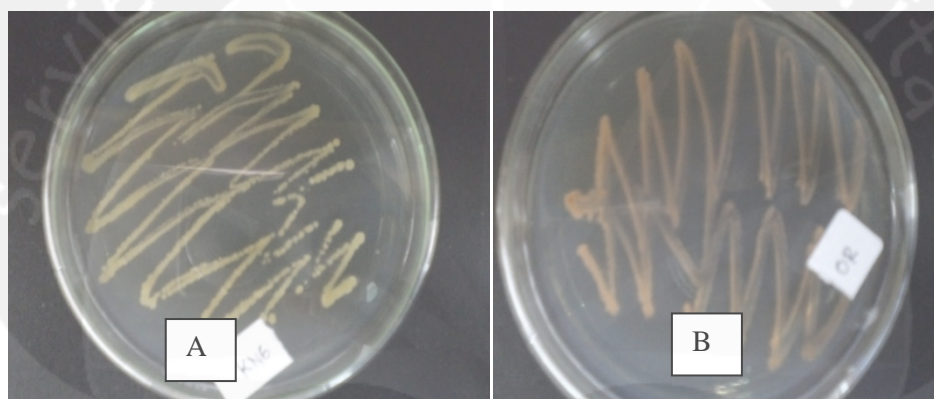
A. Isolasi Bakteri

Uji pendahuluan dalam penelitian ini dilakukan dengan proses aerasi (pemberian udara) pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor secara teratur sampai terjadi proses lumpur aktif. Lumpur aktif ini ditandai dengan terbentuknya flok-flok pada lumpur limbah. Flok-flok ini terjadi karena adanya mikroorganisme terutama bakteri, partikel inorganik, dan polimer exoseluler (Herlambang dan Wahjono, 1999). Flok yang terbentuk ini diambil secara steril untuk isolasi bakteri sehingga dapat diketahui bakteri dominan pada lumpur aktif limbah cair bengkel kendaraan bermotor.

Isolasi bakteri dilakukan pengenceran dari 10^{-1} hingga 10^{-7} pada limbah cair bengkel kendaraan bermotor. Hasil isolasi pengenceran dapat dilihat pada Tabel 1. Dari pengenceran ini ditemukan 2 isolat dominan yang diberi nama isolat OR 1 dan isolat OR 2 (Gambar 1). Ciri-ciri dari kedua isolat ini dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 1. Jumlah koloni yang didapat hasil metode *spread plate* isolasi limbah bengkel kendaraan bermotor

No	Tingkat Pengenceran	Jumlah Koloni
1	10^{-1}	<i>Too Numerous To Count</i> (TNTC)
2	10^{-2}	TNTC
3	10^{-3}	TNTC
4	10^{-4}	TNTC
5	10^{-5}	86
6	10^{-6}	27
7	10^{-7}	-



Gambar 1.A : isolat OR 1, B : isolat OR 2

Kedua isolat ini dibedakan berdasarkan pengamatan warna, bentuk, tepi, elevasi koloni, uji katalase menggunakan H_2O_2 serta beberapa uji biokimia sederhana yaitu, uji fermentasi karbohidrat berupa glukosa; fruktosa; dan galaktosa, pembentukan indol, reduksi nitrat dan hidrolisis pati. Hasil dari pengujian ini digunakan untuk pencirian dan identifikasi mikroorganisme yang diperoleh (Capuccino dan Sherman, 1983). Berdasarkan Tabel 2 hasil morfologi dan uji biokimia yang telah dilakukan, diperkirakan jenis dari kedua isolat tersebut menggunakan *Bergey's Manual of Determinative Bacteriology 7th edition*, isolat OR 1 memiliki sifat

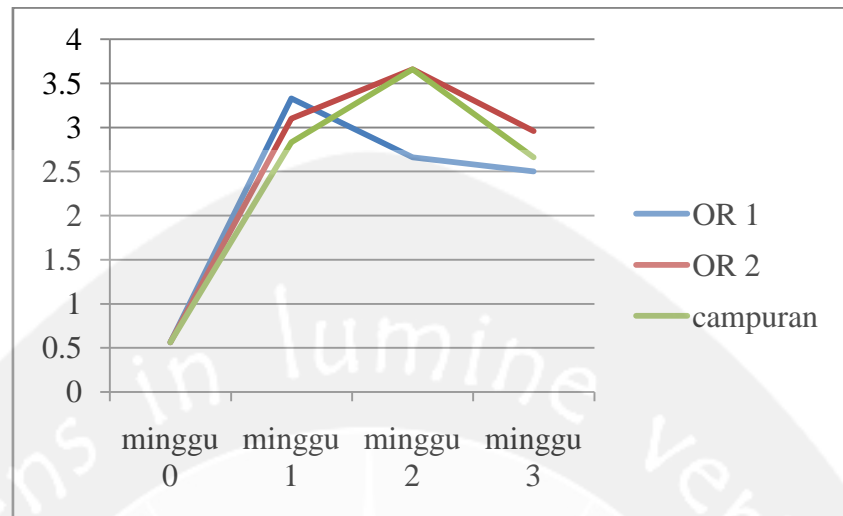
menyerupai genus *Pseudomonas* dan isolat OR 2 memiliki sifat menyerupai genus *Staphylococcus*.

Tabel 2. Karakterisasi Isolat Bakteri yang Diperoleh dari Lumpur Aktif Limbah Bengkel Kendaraan Bermotor

Isolat	bentuk koloni	Tepi koloni	Elevasi Koloni	warna Koloni	Bentuk Sel	Pewarnaan Gram	Uji Bio Kimia					
							F.K			K	N	I
							G	S	L			
OR 1	<i>circular</i>	<i>erose</i>	<i>raised</i>	kuning	batang	-	-	-	-	+	+	-
OR 2	<i>circular</i>	<i>entire</i>	<i>raised</i>	orange	bulat	+	-	-	-	+	+	-

B. Uji DO

Hasil karakterisasi awal kadar DO dari limbah bengkel kendaraan bermotor tergolong cukup rendah yaitu 0,5 mg/l. Setelah dilakukan penambahan isolat *indigenus* terlihat pada Gambar 2 terjadi kenaikan grafik yaitu pada isolat OR 2 dan isolat campuran mengalami kenaikan dari minggu 1 hingga minggu ke 2 dan terjadi penurunan pada minggu ke 3. Turunnya kadar oksigen yang terlarut ini disebabkan karena mikrobia yang ada melakukan metabolisme sehingga dibutuhkan oksigen yang banyak. Pada isolat OR 1 mengalami kenaikan pada minggu 1 dan mengalami penurunan pada minggu ke 2 dan minggu ke 3. Kadar DO yang terus menurun menunjukkan mikrobia dapat bekerja secara optimal karena dengan semakin berkurangnya oksigen yang terlarut maka bahan organik yang ada semakin berkurang (Andrews, 1971).



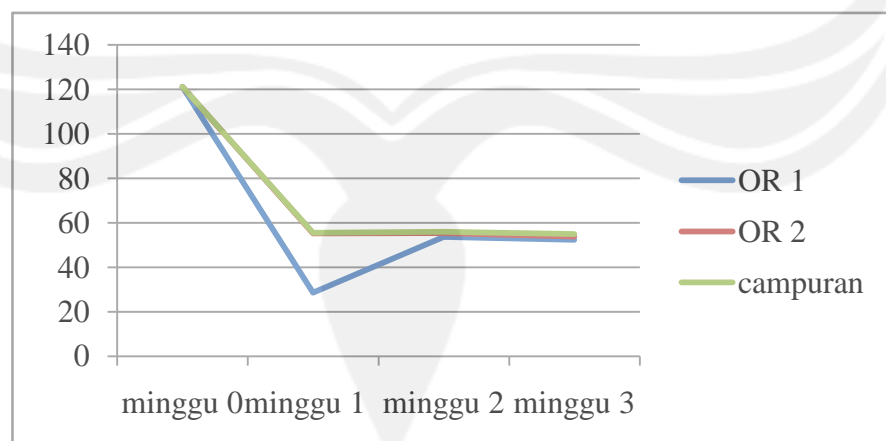
Gambar 2. Fluktuasi DO selama 3 minggu pengamatan pada variasi perlakuan

Menurut Wirosarjono (1974), tingkat pencemaran limbah berdasarkan nilai DO dikatakan rendah jika nilai DO > 5 mg/l, tingkat pencemaran sedang jika nilai DO 0-5 mg/l, dan dikatakan tinggi jika nilai DO 0 mg/l. Hasil yang diperoleh, kedua isolat ini mampu menurunkan kadar DO yang semulanya beban pencemaran tinggi yaitu 0,5 mg/l menjadi beban pencemaran sedang yaitu berkisar antara 2 – 3 mg/l. Namun tingkat pencemaran ini belum mencapai baku mutu yang ditetapkan oleh Baku Mutu Air Kelas II menurut Pergub DIY No. 20 Tahun 2008 yaitu > 5 mg/l. Untuk itu perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kemampuan ke dua isolat ini agar mencapai baku mutu yang diinginkan.

C. Uji TPH (Total Petroleum Hydrocarbon)

Hasil yang diperoleh dari ketiga perlakuan mampu menurunkan kadar petroleum hidrokarbon. Menurunnya TPH mengindikasikan telah terjadi biodegradasi dimana isolat bakteri menggunakan minyak bumi sebagai

sumber karbon untuk menghasilkan energi dan untuk pertumbuhannya (Udiharto, 1996). Isolat OR 1 merupakan isolat yang paling baik dalam menurunkan TPH dibandingkan dengan isolat OR 2 dan isolat campuran. Berdasarkan grafik pada Gambar 3, penurunan TPH tercepat terjadi pada minggu 1, hal ini disebabkan pada awal waktu inkubasi terjadi proses biodegradasi oleh bakteri dengan menggunakan hidrokarbon minyak bumi yang lebih mudah untuk didegradasi. Menurut Leahly dan Colwell (1990), dalam proses biodegradasi hidrokarbon minyak bumi akan terjadi penguraian fraksi parafinik, naftenik dan aromatik dimana parafinik merupakan fraksi yang paling mudah didegradasi sedangkan naftenik dan aromatik lebih sulit untuk didegradasi. Hal tersebut berkaitan dengan perbedaan perbandingan bobot unsur-unsur karbon dan hidrogen yang terdapat didalamnya atau perbedaan unsur-unsur karbon dan hidrogen di dalam molekul-molekul persenyawaan tersebut (Atlas 1989; Kontawa 1993).



Gambar 3. Fluktuasi TPH selama 3 minggu pengamatan pada variasi perlakuan

Penurunan TPH limbah bengkel kendaraan bermotor pada penelitian ini belum mencapai baku mutu yang ditetapkan dalam meremediasi limbah

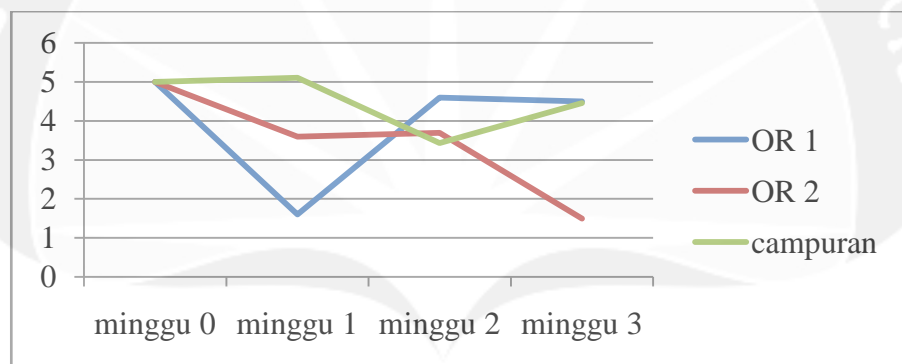
hidrokarbon. Berdasarkan Peraturan Menteri Negara Lingkungan Hidup No. 19 tahun 2010 tentang baku mutu air limbah bagi usaha dan/atau kegiatan pengolahan minyak bumi kadar maksimum TPH ialah 20 ppm. Dalam penelitian ini remediasi limbah bengkel kendaraan bermotor dengan isolat OR 1 dan isolat OR 2 dalam waktu 3 minggu hanya mampu menurunkan TPH dari 121,2 ppm hingga 53,74 ppm. Untuk itu perlu adanya kajian lebih lanjut tentang penelitian ini sehingga mencapai baku mutu yang telah ditetapkan.

D. Uji TSS (Total Suspended Solid)

Berdasarkan grafik pada Gambar 4, isolat OR 2 pada minggu ke 3 merupakan penurunan TSS paling baik yaitu sebesar 1,5 mg/l, diikuti isolat OR 1 pada minggu 1 sebesar 1,6 mg/l. Selanjutnya isolat campuran pada minggu ke 2 sebesar 3,43 mg/l, diikuti oleh isolat OR 2 pada minggu 1 dan minggu ke 2 sebesar 3,6 mg/l dan 3,76 mg/l. Isolat campuran pada minggu ke 3 sebesar 4,46 mg/l; diikuti isolat OR 1 pada minggu ke 3 dan minggu ke 2 secara berturut-turut sebesar 4,5 mg/l dan 4,6 mg/l; yang terakhir ialah isolat campuran pada minggu 1 sebesar 5,11 mg/l. Penurunan paling baik dalam waktu 1 minggu pada isolat OR 2 sama halnya dengan penelitian Subiantoro (2007), yang menurunkan TSS limbah cair industri tekstil dalam waktu 1 minggu menggunakan *Starbio Plus* menjadi 0,13 mg/l atau terjadi penurunan sebesar 99%.

Menurut Radojevic dan Vladimir (1999) dalam Wignyanto dkk.(2009), berkurangnya padatan tersuspensi ini disebabkan aktivitas

pendegradasian senyawa organik oleh bakteri pendegradasi. Hal ini karena selama proses degradasi berlangsung, molekul kompleks bahan cemar organik dipecah oleh enzim-enzim bakteri pendegradasi melalui proses hidrolisis menjadi senyawa yang lebih sederhana. Senyawa yang lebih sederhana digunakan untuk metabolisme bakteri sehingga dihasilkan energi, CO₂, H₂O, dan sisa metabolisme yang berupa lumpur yang mudah mengendap, sehingga dengan mekanisme tersebut bahan cemar organik yang keberadaannya di dalam limbah merupakan padatan tersuspensi semakin lama semakin berkurang sehingga nilai TSS juga semakin kecil.



Gambar 4. Fluktuasi TSS selama 3 minggu pengamatan pada variasi perlakuan

SIMPULAN DAN SARAN

A. Simpulan

1. Bakteri *indigenus* dominan yang ditemukan pada limbah bengkel kendaraan bermotor ialah isolat OR 1 dengan perkiraan genus *Pseudomonas* dan isolat OR 2 dengan perkiraan genus *Staphylococcus*.
2. Lumpur aktif dengan penambahan isolat pada limbah bengkel kendaraan bermotor mampu melakukan bioremediasi

hingga kadar TSS dan DO mencapai baku mutu dan penurunan TPH sebesar 76,39% pada isolat OR 1 dan 55,60% pada isolat OR 2.

3. Isolat OR 1 merupakan isolat paling baik dalam meremediasi limbah bengkel kendaraan bermotor.

B. Saran

1. Perlu adanya kajian lebih lanjut tentang identifikasi spesies dengan metode molekuler isolat OR 1 dan isolat OR 2
2. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai penambahan jumlah mikrobial isolat OR 1 dan isolat OR 2 dalam meremediasi limbah cair bengkel kendaraan bermotor
3. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai waktu remediasi isolat OR 1 dan isolat OR 2 dalam meremediasi limbah bengkel kendaraan bermotor hingga kadar TPH sesuai dengan baku mutu limbah bengkel.
4. Perlu adanya penelitian lebih lanjut mengenai fase pertumbuhan isolat OR 1 dan isolat OR 2 untuk dapat mengetahui fase pertumbuhan sehingga dapat dihubungkan dengan kemampuan remediasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Andrews, J.F. 1971. *Biological Waste Treatment*. R.P. Canale editor, John Wiley, New York.
- Atlas, R.M. 1989. *Microbiology : Fundamentals and Application*. Macmillan Publishing Company. New York.
- Cappuccino, J.G., dan Sherman, N. 2011. *Microbiology a Laboratory Manual 9th edition*. Pearson Benjamin Cummings, San Fransisco. Hal. 7-8, 23-24, 59-60, 65-66, 93, 297.
- Cindiyanti, Z.A. 2011. Pabrik Base Oil dari Limbah Plastik dengan Proses Pirolisis. *Tugas Akhir D-III*. Jurusan Teknik Kimia fakultas Teknologi Industri Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Surabaya.
- Herlambang, A., dan Wahjono, H.D. 1999. *Teknologi Pengolahan Limbah Tekstil dengan Sistem Lumpur Aktif*. Direktorat Teknologi Lingkungan
- Leahly, J.G., dan Colwell, R.R. 1990. *Microbial Degradation of Hydrocarbon : in the Environmental*. Microbial Rev 305-315.
- Udiharto, M. 1996. Bioremediasi Minyak Bumi. Di dalam : *Prosiding Pelatihan dan Lokakarya Peranan Bioremediasi dalam Pengelolaan Lingkungan*. Cibinong, 24-28 Juni 1996. Hal 24-39.
- Udiharto, M. 2000. *Hubungan Antara Tingkat Toksisitas dan Hidrokarbon Aromatik yang Terkandung dalam Lumpur Pengeboran dan Bahan Dasarnya*. Lembaran Publikasi Lemigas.
- Wignyanto., Hidayat, N., dan Ariningrum, A. Bioremediasi Limbah Cair Sentra Industri Tempe Sanan Serta Perencanaan Unit Penolahannya (Kajian Pengaturan Kecepatan Aerasi dan Waktu Inkubasi). *Jurnal Teknologi Pertanian Vol. 10 No. 2*. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Brawijaya, Malang.