REVIEW PERBANDINGAN PENCEMARAN MINYAK DI PERAIRAN DENGAN PROSES BIOREMEDIASI MENGGUNAKAN METODE BIOSTIMULUS DAN BIOAUGMENTASI

Zhafira Yasmin [1)] dan Ria Wulansarie [2)]
[1,2)] Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Negeri Semarang
e-mail : zhfryasmin@gmail.com

ABSTRAK

Pencemaran minyak di wilayah perairan akibat tumpahan minyak merupakan masalah lingkungan yang sangat penting. Tumpahan minyak di perairan, terutama kecelakaan tumpahan minyak skala besar , telah memberikan ancaman besar dan menyebabkan kerusakan yang luas. Kontaminan dapat terakumulasi didalam tubuh organisme laut dan berbahaya bagi manusia yang memakannya. Untuk menanggulangi masalah pencemaran minyak di perairan ini, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan salah satunya adalah bioremediasi yang merupakan proses pemulihan air dengan memanfaatkan mikroorganisme sebagai bakteri pemecah minyak. Terdapat dua metode dalam proses bioremediasi yaitu metode biostimulasi dan bioaugmentasi. Penelitian ini bertujuan menguraikan proses bioremediasi sebagai alternatif dalam upaya pengendalian pencemaran air, meliputi: isolasi, pengujian degradasi zat pencemar, dan perbanyakan bakteri serta untuk mengetahui perbandingan proses bioremediasi dengan metode biostimulasi dan bioaugmentasi.. Hasil isolasi dan identifikasi yang berasal dari "bakteri indigenous" didapatkan: Micrococcus, Corynebacterium, Phenylo-bacterium, Enhydro-bacter, Morrococcus, Flavo-bacterium, Bacillus, Staphylococcus, dan Pseudomona, yang dapat mendegradasi logam Pb, nitrat, nitrit, bahan organik, sulfida, kekeruhan, dan amonia. Sedangkan dari bakteri "commercial product" didapatkan jenis: Bacillus, Pseudomonas, Escherichia, serta enzym Amylase, Protease, Lipase, Esterase, Urease, Cellulase, dapat mendegradasi pencemar organik, nitrogen, fosfat, maupun kontrol pertumbuhan alga. Perbanyakan bakteri dari isolat bakteri indigenous dapat dikerjakan di laboratorium sedangkan bakteri "commercial product" bisa didapatkan di pasaran.

Kata kunci : biostimulasi, bioaugmentasi, bioremediasi, bakteri

I. PENDAHULUAN

Sumber daya alam seperti minyak bumi, batubara, gas, sangat diperlukan oleh industri. Hal tersebut bisa terlihat pada permintaan minyak bumi oleh negara industri maju pada negara-negara penghasil minyak bumi, seperti di Timur Tengah. Minyak bumi dapat diperoleh dari darat dan laut dengan cara pengeboran (drilling).

Namun dalam melaksanakan eksplorasi ini, minyak bumi sering tumpah ke lingkungan yang mengakibatkan tercemarnya daratan dan lautan. Pencemaran lingkungan oleh minyak bumi disebabkan karena tumpahnya minyak bumi pada proses pengolahan, produksi, distribusi maupun penggunaannya sehingga komponen-komponen minyak bumi terlepas ke dalam lingkungan, misalnya kebocoran tangker minyak bumi, jalur pipa transmisi,

kebocoran karena peralatan yang tidak terawat dengan baik, proses produksi yang tidak baik, pembuangan sisa minyak bumi (Astri, 2010). Pencemaran minyak di wilayah pantai akibat tumpahan minyak di laut (oil spill) merupakan masalah lingkungan yang sangat penting. Tumpahan minyak di laut, terutama kecelakaan tumpahan minyak skala besar, telah memberikan ancaman besar dan menyebabkan kerusakan yang luas pada lingkungan pesisir. Kontaminan dapat terakumulasi di dalam tubuh organisme laut dan berbahaya bagi manusia yang memakannya (Ajeng, 2011).

Pada umumnya limbah minyak bumi diolah secara fisika dengan penyaringan, penyerapan, pembakaran, atau secara kimia dengan menggunakan pengemulsi. Cara-cara ini memang dapat menghilangkan limbah minyak bumi dengan cepat, akan tetapi memerlukan biaya yang mahal dan tidak ramah lingkungan. Sebagai contoh cara dengan pembakaran memang dapat menghancurkan hidrokarbon dengan cepat, namun disisi lain pada saat yang bersamaan cara tersebut menyebabkan polusi udara dan meninggalkan sisa pembakaran yang memerlukan penanganan lebih lanjut. Sementara itu penggunaan bahan kimia sintetis selain lebih mahal juga dapat menimbulkan resiko pencemaran baru, sehingga diperlukan suatu cara pengolahan limbah minyak bumi yang lebih ekonomis dan lebih ramah lingkungan (Ikhsan,2010).

Untuk menanggulangi masalah pencemaran minyak di pantai, terdapat beberapa cara yang dapat dilakukan. Mengingat dampak pencemaran minyak bumi baik dalam konsentrasi rendah maupun tinggi cukup serius, maka manusia terus berusaha untuk mencari teknologi yang paling mudah, murah, dan tidak menimbul-kan dampak lanjutan. Menurut Gritter, dkk. dari segi biaya dan kelestarian lingkungan, bioremediasi lebih murah dan berwawasan lingkungan dibandingkan dengan metode pemulihan lingkungan baik secara fisika maupun kimiawi. Bioremediasi mengaplikasi-kan dari prinsip-prinsip proses biologi untuk mengolah air tanah, tanah, dan lumpur yang terkontaminasi zat-zat kimia berbahaya. Tujuan akhir bioremediasi adalah memineralisasi kontaminan, yaitu mengubah senyawa kimia berbahaya menjadi kurang berbahaya seperti karbon dioksida atau beberapa kontaminan lain, senyawa anorganik, air, dan materi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme pendegradasi (Munawar, 2007).

Teknologi bioremediasi dianggap potensial mengingat kondisi iklim dan keanekaragaman mikroorganismenya, Indonesia merupakan daerah tropis dengan sinar matahari dan kelembaban tinggi yang sangat mendukung percepatan proses pertumbuhan mikroba untuk aktif mendegradasi minyak (Jurnal Sumber Daya Perairan, 2011). Terdapat 2 pendekatan utama dalam bioremediasi tumpahan minyak (Ajeng, 2011) :

1. Bioaugmentasi, dimana mikroorganisme pengurai ditambahkan untuk melengkapi populasi mikroba yang telah ada.
2. Biostimulasi, dimana petumbuhan pengurai hidrokarbon asli dirangsang dengan cara menambahkan nutrient dan/ mengubah habitat.

Isolasi bakteri dan Penurunan Kadar Pencemar

Saat ini penelitian dan aplikasi bioremediasi untuk air tercemar dapat

dibedakan menjadi dua, yaitu bakteri i*ndigenous* dan bakteri "commercial product".

a) Bakteri *Indigenous*

Bakteri indigenous merupakan hasil isolasi bakteri yang dilakukan oleh laboratorium yang bersangkutan. Isolat terbaik yang dipilih dapat dikombinasikan dalam suatu konsorsium.

b) Bakteri "commercial product"

Selain bakteri indigenous, perkembangan IPTEK bioremediasi menjadikan produksi mikroorganisme maupun enzim di pasaran komersial semakin mudah didapatkan. Produk komersial untuk bioremediasi biasa dipergunakan untuk menjaga kualitas air danau (*pond*), *algal bloom*, penurunan nitrat-fosfat, peningkatan. Selain untuk perairan tergenang (*lentic*), produk komersial juga telah diterapkan pada perairan mengalir (*lotic*).

II. METODE PENELITIAN

Identifikasi bakteri

Identifikasi dapat dilakukan dengan beberapa cara yaitu : Pengamatan morfologi sel, pewarnaan gram, dan uji biokimia. hasil isolasi dan identifikasi indeginous bakteri didapatkan jenis *Micrococcus, Corynebacterium, Phenylobacterium, Enhydro- bacter, Morrococcus, Flavobacterium*. Selain bakteri indigenous tersebut, bakteri "commercial product" seperti jenis Bacillus, Pseudomonas, Escherichia, serta enzym Amylase, Protease, Lipase, Esterase, Urease, Cellulase, Xylanase, juga diketahui dapat mendegradasi bahan pencemar organik (BOD, COD) di sungai.

Perbanyakan bakteri

Perbanyakan bakteri *indigenous* dilakukan melalui tahapan: pembuatan kultur stok, pemeliharaan kultur, perbanyakan kultur tahap I, perbanyakan kultur tahap II, dan pembuatan kultur produksi. perbanyakan bakteri *indigenous*, bakteri yang berasal dari *commercial product* pada umumnya hanya tinggal mengencerkan produk dengan dosis yang telah ditetapkan pada kemasannya.

Bakteri pendegradasi Minyak bumi

Air laut mengandung sejumlah mikroorganisme laut yang memiliki kemampuan untuk memetabolisa komponen minyak seerti bakteri, jamur, alga uniseluler, dan protozoa yang dapat memanfatkannya sebagai sumber karbon dan energi. Mikroorganisme yang memiliki kemampuan untuk mendegradasi minyak hdrokarbon dn komponen serupa banyak terdapat di habitat laut, air,tawar, tanah. Lebih dari 20 spesies bakteri, ragi, dan jamur terbukti dapat mendegradasi hidrokarbon mulai dai metana sampai komponen lebih dari 40 atom karbon. Isolat bakteri dapat berasal dari bakteri "*indigenous"* atau dari *"commercial product"*. Baik bakteri "*indigenous"* maupun *commercial product"*. Pada lingkungan laut, bakteri dikenal sebagai pendegraasi hidrokarbn utama. Bakteri tersebut antara lain seperti *Pseudomonas, Arthrobacter, Alcaligenes, Brevibacterium, Brevibacillus, dnan Bacillus.*

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses Bioremediasi dengan Metode Biostimulasi

Terdapat perbedaan antara proses bioremediasi dengan teknik bioaugmentasi dan biostimulasi. Biostimulasi melibatkan penambahan nutrisi yang terbatas untuk mempercepat proses biodegradasi. Pada kebanyakan

ekosistem garis pantai yang telah terkontaminasi hidrokarbon cukup berat, keeradaan nutrisi menjadi factor pembatas dalam proses biodegradasi minyak. Eksperimen laboratorium yang telah dilakukan menunjukkan bahwa penambahan nutrisi, yakni nitrogen dan fosfor dapat meningkatkan laju biodegradasi. Akan tetapi, jenis dan konsentrasi nutrisi optimal bervariasi begantung pada komposisi minyak dan kondisi lingkungan

Proses Bioremediasi denggan Metode Bioaugmentasi

Walaupun mikroorganisme pendegradasi hidrokarbon tersebar luas di alam, bioaugmentasi dianggap sebagai metode untuk mempercepat proses bioremediasi minyak. Alasan menambahkan mikroorganisme pendegradasi minyak adalah karena populasi mikroba asli mungkin tidak mampu menurunkan berbagai substrat/senyawa dalam campuran kompleks seperti minyak bumi.

Metode bioaugmentasi inilah yang paling cocok dan efisien untuk digunakan dalam menanggulangi limbah minyak dalam skala besar, karena dalam metode bioaugmentasi ini mikroba yang dikulturkan diisolasi secara khusus, pada umumnya dari lingkungan yang sama dan ditumbuhkan dalam jumlah yang besar dalam suatu reactor. Mikroba tersebut mampu mendegradasi komponen-komponen dalam hidrokarbon menjadi CO_2 dan air. Mikroba tersebut akan bertahan hidup dengaan mengkonsumsi hidrokarbon samapi polutan tersebut tersubstansi.

IV. KESIMPULAN

Isolat bakteri dapat berasal dari bakteri "*indigenous"* atau dari *"commercial product"*. Baik bakteri "*indigenous"* maupun *commercial product"* dapat mereduksi bahan pencemar logam Pb, nitrat, nitrit, bahan organik (COD), sulfida, kekeruhan, dan amonia di sungai maupun danau. Perbanyakan bakteri *indigenous* dilakukan melalui tahapan: pembuatan kultur stok, pemeliharaan kultur, perbanyakan kultur tahap I, perbanyakan kultur tahap II, dan pembuatan kultur produksi. Sedangkan perbanyakan bakteri yang berasal dari *commercial product* tinggal mengencerkan produk dengan dosis yang telah ditetapkan pada kemasannya.

Metode bioaugmentasi adalah metode yang paling cocok dan efisien untuk menanggulangi limbah minyak dalam skala besar, karena dalam metode augmentasi ini mikroba yang dikulturkan diisolasi secara khusus, pada umumnya dari lingkungan yang sama dan ditumbuhnkan dalam jumlah yang besar dalam suatu reactor. Mikroba tersebut mampu mendegradasi komponen-komponen dalam hidrokarbon menjadi CO_2 dan air. Mikroba tersebut akan bertahan hidup dengan mengkonsumsi hidrokarbon sampai polutan tersebut tersubstansi.

V. DAFTAR PUSTAKA

Dwi, Ajeng. 2011. Perbandingan Biostimulasi dan Bioaugmentasi dalam Bioremediasi Pantai Tercemar Minyak Bumi. Skripsi. Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.

Hafiluddin, 2011. Bioremediasi Tanah Tercemar Minyak dengan Teknik Bioaugmentasi dan Biostimulasi. Fakultas Pertanian. Universitas Trunojoyo Madura.

Munawar dan Mukhtasor. 2007. Proses Biostimulasi dengan Optimasi Nutrien

untuk Bioremediasi Tanah Tercemar Tumpahan Minyak Mentah di Kawasan Pantai. Fakultas Ilmu Kelautan. Institut Teknologi Surabaya.

Faizhal. 2013. Bioremediasi dengan Teknik Biostimulasi Tanah Tercemar Minyak Bumi dengan Menggunakan Kompos Kombinasi Limbah Media Jamur Tiram Putih (*Pleurotus ostreatus*) dan *Azolla*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Negeri Surabaya.

Kementerian PU, Pusat Litbang Sumber Daya Air. 2012. Teknik Bioremediasi sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. Bandung.

Nuryati dan Berna. 2001. Penelitian Awal Terhadap Delapan Isolat Bakteri Reservoar dalam Mengembangkan Volume Minyak Bumi Secara Monokultur. Institut Teknologi Bandung.

Nashikin, Raskun. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Pendegradasi Solar dan Bensin dari Perairan Pelabuhan Gresik. Institut Teknologi Surabaya.

Nababan, Bungaria. 2008. Isolasi dan Uji Potensi Bakteri Pendegradasi Minyak Solar dari Laut Belawan. Skripsi. Universitas Sumatera Utara.

Hamdiyah, Sitti. 2000. Isolasi dan Identifikasi Morfologi Bakteri Pendegradasi Minyak Bumi serta Efektivitasnya dalam Proses Bioremediasi. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.

Komarawidjaja, Wage. 2009. Karakteristik dan Pertumbuhan Konsorsium Mikroba Lokal dalam Media Mengandung Minyak Bumi. Jurnal Teknik Lingkungan. Jakarta.

Ikhsan, Syukria. 2010. Optimasi Konsentrasi Inokulum Bakteri Hidrokarbonoklastik pada Bioremediasi Limbah Pengilangan. UIN Sultan Syarif Riau.

Nugroho, Astri dkk. Pertumbuhan Konsorsium Isolat Bakteri Asal Benakat pada Media Minyak Bumi Bersalinitas Tinggi : Studi Kasus Biodegradasi Minyak Bumi Skala Laboratorium. 2007. Jurnal Ilmu Dasar, Vol. 8 No. 2, Juli 2007 : 186-192. Universitas Trisakti.

Umroh, Bioremidiasi Pencemaran Minyak di Sedimen Pantai Balongan, Indramayu dengan Menggunakan Bakteri *Alcanivorax Sp*. Te-9 Skala Laboratorium. Jurnal Sumberdaya Perairan 23, Vol.5 No 2. 2011. Jakarta.

Nugroho, Astri. Biodegradasi Sludge Minyak Bumi dalam Skala Mikrokosmos: Simulasi Sederhana sebagai Kajian Awal Bioremediasi Land Treatment. Makara, Teknologi, Vol. 10, No. 2, November 2006: 82-89. Universitas Trisakti.

Sarwoko M. 2005. Seleksi Teknologi Pemulihan Untuk Ekosistem Laut Tercemar Minyak. Seminar Nasional Teori dan Aplikasi Teknologi Kelautan ITS, Surabaya, 24 November 2005.

Darmayati Y. 2009. Pemanfaatan bakteri Laut dalam Bioremediasi Ekosistem Pantai Berpasir Tercemar Minyak: Uji Coba Biostimulasi, Bioaugmentasi, dan Kombinasinya Dalam Skala Laboratorium dan Demplot. *Laporan*

Akhir. Pusat Penelitian Oseanografi – Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Jakarta.

Darmayati Y. 2009. Seleksi Bakteri Laut Pendegradasi Minyak dari Perairan Teluk Jakarta. Di dalam: *Seminar Nasional Perikanan*.

Pagoray H. 2009. Biostimulasi dan Bioaugmentation untuk Bioremediasi Limbah Hidrokarbon Serta Analisis Keberlanjutan. Disertasi. Program Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor.