

# Eksplorasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon Pada Tanah Terkontaminasi Minyak Bumi

## Exploration of Bacterium Decomposer Hydrocarbon Land Contaminated Oil Sludge

R.T.Manalu, A.Napoleon, A. Hermawan

Email: rio@istn.ac.id

### ABSTRACT

This research aim to for the exploration of bacterium of decomposer hydrocarbon at land of contaminated petroleum which have potency of decomposing hydrocarbon in petroleum waste. Intake follow the example of the land for the research of this is conducted in some place which its land land of contaminated petroleum at area Benakat, Pengabuan And Rimau which is all area reside in the South Sumatra. A lot of and rich of mikroorganisme executed in Chemical Laboratory, Biology And Fertility of Land of Majors of Soil; of Faculty Agriculture of University Sriwijaya, Indralaya. Identify the bacterium conducted in Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) and Analyse the TPH (Total Petroleum Hydrocarbon) executed in Chemical Laboratory Analyse The, Chemical Majors Faculty of Mathematics and Natural Sciences of University Sriwijaya. Time of Research Execution started by early August 2008 till December 2008. Research result indicate that there are 4 spesies of bacterium of origin of location Benakat, 2 spesies of bacterium of origin of Location Rimau and 6 spesies of bacterium of origin of Pengabuan location. Chosen bacterium capable to live on until hydrocarbon concentration 300 ppm is bacterium of type of *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, and *Acinetobacter calcoaceticus*. Chosen bacterium able to decomposing and elaborate the hydrocarbon by elaborating hydrocarbon compound become the source energi required for the activity of the bacterium so that reach the content TPH 1%.

*Keywords* : Exploration, bacterium

### ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengeksplorasi bakteri pendegradasi hidrokarbon pada tanah terkontaminasi minyak bumi yang berpotensi mendegradasi hidrokarbon dalam limbah minyak bumi. Pengambilan contoh tanah untuk penelitian ini dilakukan di beberapa tempat yang tanahnya terkontaminasi pada daerah Benakat, Pengabuan dan Rimau yang semua daerah berada di Sumatera Selatan. Perbanyakan dan pengkayaan mikroorganisme dilaksanakan di Laboratorium Biologi Tanah Jurusan Tanah Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya, Indralaya. Identifikasi bakteri dilakukan di Balai Besar Laboratorium Kesehatan (BBLK) dan Analisis TPH (*Total Petroleum Hidrokarbon*) dilaksanakan di Laboratorium Kimia Analisa, Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sriwijaya. Waktu Pelaksanaan Penelitian dimulai awal bulan Agustus 2008 hingga Desember 2008. Hasil penelitian menunjukkan bahwa ada 4 spesies bakteri asal lokasi Benakat, 2 spesies bakteri asal lokasi Rimau dan 6 spesies bakteri asal lokasi Pengabuan. Isolat terpilih yang mampu untuk mempertahankan hidup sampai konsentrasi hidrokarbon 300 ppm adalah bakteri jenis *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, dan *Acinetobacter calcoaceticus*. Isolat terpilih mampu mendegradasi dan menguraikan hidrokarbon dengan cara menguraikan senyawa hidrokarbon yang dibutuhkan untuk aktivitas isolat tersebut sehingga kandungan TPH mencapai 1%.

Kata kunci : Eksplorasi, Bakteri

### PENDAHULUAN

Industri minyak bumi dan gas (migas) telah diketahui sebagai salah satu industri terbesar yang berpotensi mencemari tanah. Kontaminasi akibat tumpahan minyak, kebocoran, maupun timbunan *oil sludge* adalah persoalan yang kini perlu segera mendapat penanganan yang baik. Salah satu jenis limbah yang dihasilkan dari kegiatan migas adalah berupa *sludge* minyak. Limbah *sludge* minyak sampai saat ini masih

merupakan masalah yang dihadapi oleh sebagian besar perusahaan migas. Sulitnya penanganan limbah ini terutama disebabkan oleh jumlahnya yang relative besar, serta sifat dan karakteristik limbah yang berdasarkan peraturan tergolong limbah B3 (Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat, 2004).

Indonesia sebagai salah satu Negara dengan biodiversitas sangat besar menyediakan banyak sumber isolat mikroba yang memiliki nilai ekonomi penting. Pencarian isolat-isolat yang dapat digunakan dalam

industri seperti isolat yang mampu menghasilkan enzim-enzim komersil perlu diupayakan. Salah satu pendekatan yang dapat dilakukan adalah mengeksplorasi kapasitas metabolisme mikroba.

Menurut Toccalino (1993), bakteri pendegradasi hidrokarbon sangat menarik untuk diisolasi karena kemampuannya menguraikan komponen minyak bumi dan memiliki kemampuan mengoksidasi hidrokarbon serta menjadikan hidrokarbon sebagai salah satu donor elektronnya. Sehingga mikroorganisme ini berperan dalam pembersihan tumpahan minyak dengan mengoksidasi minyak bumi menjadi gas karbondioksida (CO<sub>2</sub>) yang ada dalam tanah yang terkontaminasi minyak bumi dan tidak membahayakan terhadap lingkungan.

Bakteri pendegradasi hidrokarbon dapat digunakan sebagai agens bioremediasi untuk perlindungan tanah dan air terhadap pencemaran limbah minyak bumi. Koleksi bakteri tersebut perlu dilakukan untuk pemanfaatannya di lapangan untuk mendukung keberlanjutan ketersediaan lahan pertanian (Widyastini, 2006). Menurut Gadd (1998) dan Bartha & Atlas (1997), bakteri yang mampu mendegradasi hidrokarbon dari pengolahan minyak bumi yang mengandung hidrokarbon atau suatu ekosistem penerima hidrokarbon yang penyebarannya sangat luas terutama pada lingkungan yang tercemar minyak.

Berdasarkan uraian diatas, manfaat bakteri pendegradasi hidrokarbon yang cukup banyak ini telah memacu penelitian-penelitian mengenai bakteri ini. Pada penelitian ini akan dilakukan isolasi bakteri indigen yang mampu mendegradasi hidrokarbon. Penelitian mengenai eksplorasi bakteri pendegradasi hidrokarbon di Sumatera Selatan, masih sangat sedikit sekali sehingga perlu dilakukan penelitian ini.

## BAHAN DAN METODE

Penelitian ini diawali dengan isolasi bakteri pendegradasi hidrokarbon pada limbah minyak bumi (*sludge*) di berbagai tempat. Kultur bakteri dibuat dengan cara menumbuhkan bakteri pada media minimum padat selektif mengandung hidrokarbon yang ditambahkan senyawa hidrokarbon secara bertahap sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi. Data yang diamati meliputi : jenis bakteri hingga tingkat genus, dan kemampuan biodegradasi yang dinyatakan dalam persentasi penurunan kadar TPH.

Dalam pelaksanaan penelitian dilakukan melalui tiga tahap: Persiapan, kegiatan di lapangan, kegiatan di Laboratorium (Isolasi bakteri dari tanah kontaminan, pemurnian dan perbanyakan, seleksi, identifikasi bakteri, peremajaan isolat).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 1. Isolasi

Isolat bakteri yang diperoleh dari limbah minyak bumi di dalam medium SBS (*Salt Base Soltution*) berjumlah 4 isolat. Karakteristik lengkap morfologi koloni yang diisolasi disajikan dalam Tabel 1. Tabel 1. Karakteristik Isolat bakteri

No.	Bentuk Koloni	Warna Koloni	Tepi	Elevasi	Struktur Dalam
1	Irregular	Putih Kekuningan	Lobate	Raised	Coarsely Granular
2	Irregular	Kuning kehijauan	Undulate	Low convex	Finely granular
3	Circular	Putih kekuningan	Entire	Convex	Transparent
4	Irregular	Bening Putih	Lobate	Low convex	Opaque

Pada Tabel 1 diungkapkan bahwa isolat 1, memiliki ciri, yaitu dengan bentuk koloni yang tidak beraturan (*irregular*), tepi yang tidak rata, berwarna kuning, permukaan kasar, tidak mengkilap dan struktur dalam yang kasar dan beraturan.

Isolat 2 memiliki karakteristik koloni yang sama juga, yang dapat dibedakan dari isolat 1. Koloni dari isolat ini berwarna kuning kehijauan, buram, cembung, dengan tepi koyak. Isolat 3 memiliki karakteristik koloni yang khas, yang mudah dibedakan dari isolat 1 dan 2. Koloni dari isolat ini tampak putih kekuningan bening, dengan tepi yang rata menyerupai tetesan air dan mempunyai struktur dalam yang jernih (*transparent*).

### 2. Identifikasi Isolat

Hasil identifikasi kesemua isolat ini menunjukkan bahwa semua isolat ini tergolong bakteri, dengan hasil lengkap sebagai berikut:

#### a. Isolat 1

Isolat ini mempunyai warna koloni putih berpigmen kekuningan, bentuk yang *irregular*, dengan bentuk tepi yang tinggi (*lobate*), elevasi tinggi (*raised*), dan struktur dalam yang kasar dan beraturan. Secara khusus isolat ini dengan bentuk sel batang dan berujung tumpul yang terletak seperti rantai dengan panjang 3 – 10 mikron, lebar 1 – 3 mikron, berspora sentral dan tidak bergerak, berkapsul, bersifat gram positif batang. Isolat ini dapat tumbuh dengan pH 7,0 – 7,4 dan suhu pertumbuhan 37°C, yang sifatnya aerob tetapi pertumbuhan jarang terjadi jika tidak ada oksigen.

Dari hasil identifikasi ini disimpulkan bahwa isolat 1 ini tergolong genus **Bacillus**, dengan nama lengkap *Bacillus cereus*.

#### b. Isolat A-2

Isolat 2 ini mempunyai koloni yang berwarna kuning kehijauan, bentuk koloni yang tidak teratur (*irregular*), elevasi yang sedikit cembung, tepi *undulate* dengan struktur dalam granuler halus. Sel berbentuk batang pendek lurus sedikit bengkok dengan ukuran 0,5 x 1 – 3 mikron, bergerak aktif dengan 1 flagella yang terletak pada ujung sel, tidak berspora dan tidak berkapsul. Isolat ini dapat tumbuh dalam suasana aerob dengan membentuk pigmen biru kehijauan dan dalam suasana anaerob tidak membentuk pigmen.

Dari hasil identifikasi ini, dapat disimpulkan bahwa isolat 2 ini tergolong Genus **Pseudomonas**, dengan nama lengkap *Pseudomonas aeruginosa*.

### c. Isolat 3

Isolat 3 ini mempunyai koloni yang berwarna putih kekuningan bening, bentuk yang teratur (*circular*), elevasi yang cembung, tepi menyeluruh (*entire*) dengan struktur dalam yang jernih (*transparent*) dan permukaan koloni yang mengkilat. Sel berbentuk batang pendek dengan ukuran 0,5 – 1,5 mikron, tidak bergerak dan tidak berspora yang mempunyai sifat anaerob fakultatif. Isolat ini dapat tumbuh pada pH 6,0 – 7,8 dengan suhu 35°C yang dapat tumbuh pada media sederhana. Isolat ini mampu memecahkan karbohidrat menjadi asam, laktosa dan sakarosa.

Dari hasil identifikasi, dapat disimpulkan bahwa isolat 3 ini tergolong bakteri Genus **Enterobacteriaceae** dengan nama lengkap *Klebsiella pneumoniae*.

### d. Isolat 4

Isolat 4 ini mempunyai koloni yang berwarna putih kekuningan, bentuk yang tidak teratur (*irregular*), elevasi sedikit cembung (*low convex*), tepi yang tinggi dan rata dengan struktur dalam granuler halus. Mempunyai bentuk sel bulat kecil dengan tepi yang mengalami peninggian, tidak berflagella. Isolat ini dapat tumbuh pada pH 7,4 – 7,6 dengan suhu pertumbuhan 37°C yang bersifat anaerob fakultatif.

Dari hasil identifikasi, dapat disimpulkan bahwa isolat 4 asal ini tergolong bakteri Genus **Streptococcus** dengan nama lengkap *Streptococcus beta hemolisa*.

Tabel 2. Identifikasi 4 Bakteri

Isolat	Jenis Bakteri
1	<i>Bacillus cereus</i>
2	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>
3	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
4	<i>Streptococcus beta hemolisa</i>

## B. Peningkatan Kemampuan Degradasi Hidrokarbon

Metode isolasi bakteri yang telah secara langsung menyeleksi jenis bakteri pendegradasi hidrokarbon. Oleh karena itu, semua isolat yang diperoleh pada penelitian ini diduga merupakan bakteri yang memiliki spesifisitas dalam mendegradasi hidrokarbon (Sigiura *et al.*, 1997). Pemberian hidrokarbon pada penelitian ini ditujukan untuk memperoleh bakteri pendegradasi hidrokarbon yang dominan di dalam hidrokarbon, karena peran bakteri ini dalam mendegradasi senyawa hidrokarbon di alam tetap penting, meskipun jumlahnya sedikit (Sharpley, 1996).

Peningkatan pemberian konsentrasi hidrokarbon dilakukan setiap 2 hingga 3 hari (tergantung dengan kecepatan pertumbuhan bakteri) secara bertahap (0 ppm, 50 ppm, 100 ppm, 150 ppm, 200 ppm, 250 ppm, dan 300 ppm). Setiap peningkatan konsentrasi hidrokarbon pada media pertumbuhannya selalu diikuti oleh penurunan jenis mikroorganisme yang masih hidup. Hal ini menunjukkan semakin sedikit jenis mikroorganisme yang mempunyai kemampuan terhadap degradasi hidrokarbon dengan

Pada awal konsentrasi hidrokarbon (50 ppm), masih terdapat 4 jenis bakteri yang masih mampu bertahan hidup. Jumlah ini terus berkurang seiring dengan peningkatan konsentrasi hidrokarbon.

Pada konsentrasi 100 ppm, satu bakteri tidak dapat bertahan dengan peningkatan konsentrasi hidrokarbon, hal ini diduga karena bakteri tersebut lebih peka terhadap pencemaran hidrokarbon dibandingkan tiga bakteri lainnya, dan sampai pada konsentrasi 200 ppm ketiga bakteri masih dapat bertahan hidup dengan jalan memecahkan rantai hidrokarbon untuk mendapatkan karbon sebagai sumber energinya. Jenis Bakteri yang masih bertahan hidup terus berkurang, hingga 300 ppm hanya tinggal dua jenis bakteri yang mampu mendegradasi hidrokarbon. Sehingga dari sejumlah isolat yang diuji kemampuan tumbuhnya pada medium SBS cair yang mengandung senyawa hidrokarbon, hanya dua isolat yang mampu tumbuh. Hubungan antara peningkatan konsentrasi hidrokarbon dengan jumlah bakteri disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hubungan Antara Peningkatan Konsentrasi Hidrokarbon Dengan Jenis Bakteri yang Masih Bertahan Hidup

Konsentrasi Hidrokarbon	Jumlah Bakteri	Jenis Bakteri
0 ppm	4	1. <i>Bacillus cereus</i> 2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 3. <i>Klebsiellae pnunioniae</i> 4. <i>Streptococcus beta hemolisa</i> .
50 ppm	4	1. <i>Bacillus cereus</i> 2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 3. <i>Klebsiellae pnunioniae</i> 4. <i>Streptococcus beta hemolisa</i> .
100 ppm	3	1. <i>Bacillus cereus</i> 2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 3. <i>Klebsiellae pnunioniae</i>
150 ppm	3	1. <i>Bacillus cereus</i> 2. <i>Pseudomona aeruginosa</i> 3. <i>Klebsiellae pnunioniae</i>
200 ppm	3	1. <i>Bacillus cereus</i> 2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i> 3. <i>Klebsiellae pnunioniae</i>
250 ppm	2	1. <i>Bacillus cereus</i> 2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>
300 ppm	2	1. <i>Bacillus cereus</i> 2. <i>Pseudomonas aeruginosa</i>

Berdasarkan identifikasi tersebut dapat diketahui bahwa kedua isolat yang mampu tumbuh hidup hingga konsentrasi 300 ppm adalah bakteri spesies *Bacillus cereus* dan *Pseudomonas aeruginosa*. Kedua bakteri yang diperoleh dari lokasi terkontaminasi minyak bumi di Lokasi Benakat menunjukkan kemampuannya dalam mendegradasi sludge, minyak mentah, dan turunan minyak bumi lainnya.

Menurut Ni'matuzahroh (2004) dan Yani (2005), *Pseudomonas aeruginosa* mampu tumbuh baik pada ketiga substrat hidrokarbon (heksadekana, solar dan pelumas). Dari hasil pengukuran persentasi biodegradasi diketahui bahwa *Pseudomonas aeruginosa* mampu

mendegradasi hidrokarbon hingga mencapai 35,15 % pada solar dan 19,16% pada heksadekana dalam masa inkubasi selama 21 hari. Hal ini menunjukkan bahwa isolat bakteri *Pseudomonas aeruginosa* berpotensi untuk digunakan dalam upaya bioremediasi lingkungan akibat pencemaran hidrokarbon.

Dari uraian diatas, diketahui bakteri yang dominan dapat bertahan hidup dengan peningkatan konsentrasi hidrokarbon adalah *Bacillus cereus*, dan *Pseudomonas aeruginosa* merupakan bakteri yang berpotensi besar untuk mendegradasi berbagai komponen hidrokarbon dan dikembangkan dalam upaya bioremediasi lingkungan.

#### KESIMPULAN

1. Isolat yang diperoleh dari lahan terkontaminasi yang diisolasi dengan menggunakan medium SBS (*Salt Base Solution*) adalah bakteri jenis *Bacillus cereus*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Klebsiella pneumoniae*, *Streptococcus beta hemolisa*
2. Isolat terpilih yang mampu bertahan hidup sampai konsentrasi hidrokarbon 300 ppm adalah bakteri jenis *Bacillus cereus*, dan *Pseudomonas aeruginosa*.
3. Isolat terpilih mampu mendegradasi dan menguraikan hidrokarbon dengan cara menguraikan senyawa hidrokarbon yang dibutuhkan untuk aktivitas isolat tersebut.

#### SARAN

Berdasarkan hasil yang dicapai tersebut, disarankan adanya penelitian lanjutan, baik menyangkut kemampuan berbagai isolat bakteri dalam mendegradasi berbagai komponen hidrokarbon, maupun pengembangan potensi bakteri tersebut dalam upaya bioremediasi lingkungan di lapangan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Gadd, G.M. 1998. Metal tolerance. In C. Edwards (Ed.). *Microbiology Extreme Environments*. Mc. Graw-Hill Publishing Company. p. 181-209.
- Lembaga Penelitian dan Pemberdayaan Masyarakat (LPPM). 2004. Eksperimen Laboratorium Pengolahan Lumpur Minyak PT Medco E&P Indonesia Menggunakan Reaktor Batch. Pusat Penelitian Antar Universitas Bioteknologi Institut Teknologi Bandung. Bandung.
- Munawar. 1999. Isolasi dan Skrining Bakteri Pengguna Hidrokarbon di Daerah Rhizosfir Hutan Bakau yang Tercemar Limbah Industri Pengilangan Minyak Bumi. *Jurnal Ilmiah MIPA Vol II No. 2 Oktober 1999*. Hlm 41-47.
- Ni'matuzahroh, 2004. Mekanisme Asimilasi Hidrokarbon Oleh Bakteri Hidrokarbon Klasik *Pseudomonas*. Faculty of Mathematics and Natural Science Airlangga University. Semarang.
- Ni'matuzahroh, 2005. Pencarian Strain Bakteri Hidrokarbonoklastik di Kawasan Perairan Pantai Surabaya. Faculty of Mathematics and

Natural Science Airlangga University. Semarang.

- Sharpley, J.M., 1996. *Elementary Petroleum Microbiology*, Gulf Publishing Company, Texas, 65-95, 115-117.
- Sigiura, K., Ishihara, M., Shimauchi, T. & Harayama, S., 1997. Physicochemical Properties and Biodegradability of Crude Oil, *Environ. Sci. Technol.* 31, 45-51.
- Toccalino, P.L., R.L. Johnson, & D.R. Boone. 1993. Nitrogen Limitation and Nitrogen Fixation During Alkane Biodegradation in a Sandy Soil. *Appl. Environ. Microbiol.* 59:2977-2983.
- Widyastini. E. 2006. Saatnya Mikroba Untuk Limbah Hidrokarbon. PT PLN Fokus Udiklat Suralaya. Jakarta Pusat. (Diakses pada 1/6/2007 fokus online <http://www.google.com/Hidrokarbon>)