PENGGUNAAN BIOAKTIVATOR UH-1 UNTUK PENANGGULANGAN PENCEMARAN MINYAK BUMI DI LINGKUNGAN SUNGAI

Edward. Hs, Khairat
Jurusan Teknik kimia, Fakultas Teknik Universitas Riau
Email : Edward-201024@yahoo. com

Abstrak

Penelitian ini bertujuana untuk mengetahui banyaknya pencemaran minyak bumi yang dapat ditanggulangi dan volume bioaktivator yang sesuai serta jumlah degradasi senyawa alifatik yang terjadi dalam minyak bumi .Sampel air sungai diambil dari Sungai Ukai Minas Provinsi Riau dan sample minyak bumi diambil dari Gathering Station I (GS I) Minas. Penelitian secara invitro dilakukan di Laboratorium PT. CPI , Provinsi Riau.

Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa bioaktivator UH-1 dapat meningkatkan degradasi minyak bumi di lingkungan sungai , voleme bioaktivator yang sesuai yaitu 20 ml per 1,5 m luas area dengan lama waktu degradasi 336 jam . Hasil degrasi total minyak bumi sebanyak 45,81%, sedangkan degradasi senyawa alifatik yang terjadi dalam minyak bumi sebanyak 57,78%. Setelah dilakukan analisis variansi (ANOVA) ternyata yang sangat berpengaruh terhadap degradasi minyak bumi adalah waktu.

Kata kunci : Bioaktivator; Minyak Bumi; Pencemaran

1. Pendahuluan

Minyak bumi atau senyawa hidrokarbon minyak bumi merupakan pencemar perairan yang paling besar bila dibandingkan dengan senyawa organik lainnya. Keberadaan hidrokarbon minyak bumi dilingkungan perairan dapat terjadi melalui beberapa cara seperti tumpahan minyak bumi yang disebabkan oleh kecelakaan kapal tanker, aktivitas pengeboran minyak bumi di darat maupun dilaut, buangan industri, aktivitas pembersihan kapal, dan lainnya (Suhardono 1991). Telah dilaporkan tumpahan minyak bumi yang terjadi di laut dan di sungai diseluruh dunia dalam tahun 1991 cukup banyak, dimana Amerika Serikat sebesar 10.804.200 galon, Eropa sebesar 4.237.000 galon, dan Asia 7.675.700 galon.

Penelitian minyak bumi di laut pada akhir-akhir ini telah dilakukan secara intensif, namun penelitian pencemaran minyak bumi yang terjadi dibeberapa sungai di Indonesia belum dilaporkan secara terinci. Semakin meningkatnya kandungan minyak bumi di sungai maka dampak negative yang ditimbulkan adalah berubahnya siklus biologis pada organisme, terputusnya rantai makanan, dan berubahnya kualitas air dan sedimen pada dasar sungai. Keseluruhan ini akan mempengaruhi kemempuan manusia untuk mencukupi kebutuhan pangan serta bahan mentah lainnya dimasa mendatang.

Air sungai merupakan media pertumbuhan mikroorganisme, khususnya mikroorganisme pendegradsi hidrokarbon yang memegang peranan penting dalam pengendalian pencemaran minyak bumi di sungai. Sementara itu diperkirakan akumulasi minyak bumi pada lingkungan sungai bergantung pada mekanisme oksidasi atau penguraian minyak bumi oleh berbagai mikroorganisme yang ada dalam sungai, sedangkan tingkat biodegradasi hidrokarbon minyak bumi bergantung pada aktivitas mikroorganisme (Oppenheimer, 1990). Oleh karena itu perlu adanya langkah-langkahpemanfaatan mikroorganisme untuk penanggulangan pencemaran minyak bumi di lingkungan sungai, yaitu dengan jalan meningkatkan aktivitas mikro organisme pendegradasi minyak bumi.

Salah satu factor yang sangat berpengaruh terhadap aktivitas mikroorgansme adalah tersedianya nutrisi yang seimbang disamping factor lain seperti temperatur, kebuthan oksigen terlarut , jenis dan jumlah mikroorganisme pendegradasi hidrokarbon (Noor, 1982). Apabila terjadi pencemaran minyak bumi di perairan khususnya di sungai maka akan terjadi ketidakseimbangan nutrisi yang dibutuhkan oleh mikroorganisme dan seterusnya akan mengalami kematian, sehingga terjadi penerunan aktiviatas mikroorganisme untuk melakukan degradasi minyak bumi. Cara untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan meningkatkan aktivitas mikroorganisme yang ada diperairan untuk melakukan proses degradasi terhadap hidrokarbon minyak bumi. Untuk itu dibutuhkan sumber nutrisi guna menyeimbangkan kehidupan alamiah mikroorganisme tersebut.

Dari permasalah yang ditimbulkan oleh pencemaran minyak bumi terhadap perairan (sungai), maka dalam penelitian ini dapat dirumuskan masalahnya ; apakah penggunaan bioaktivator UH-1 sebagai nutrisi dapat meningkatkan jumlah degradasi minyak bumi yang dilakukan mikroorganisme alami dan berapa banyak minyak bumi sebagai bahan pencemar dilingkungan sungai dapat ditanggulangi.

2. Tinjauan Pustaka

2.1. Minyak Bumi

Minyak bumi merupakan campuran hidrokarbon yang terbentuk berjuta-juta tahun secara dekomposisi bertahap dari tumbuh-tumbuhan dan hewan , berupa caiaran kental bewarna hitam yang terdapat dalam cekungan-cekungan kerak bumi . Jadi minyak bumi merupakan suatu campuran yang sangat komplek dari senyawa-senyawa hidrokarbon dan bukan hidrokarbon (Michelin, 1989). Senyawa hidrokarbon penyusun minyak bumi dapat dibedakan antara lain hidrokarbon alifatik (alkana dan alkena), hidrokarbon Alisiklik (strukturnya berbentuk cincin), dan hidrokarbon aromatic.

Komponen utama dari minyak bumi adalah hidrokarbon dengan kadar 50-98% disamping sejumlah senyawa organik yang mengandung oksigen, belerang, nitrogen , dan logam-logam dalam jumlah kecil .

2.2. Bioaktivator

Bioaktivator adalah mikro nutrisi suplementer (sumber C, O, P, ect) yang diperlukan untuk mengimbangi kelebihan unsure C dan H yang terdapat dalam lingkungan sungai (perairan) pada saat terjadinya pencemaran minyak bumi atau tumpahan minyak bumi. Formulasi untuk suatu bioaktivator dapat terbuat dari air, zat organik (lemak atau minyak) yang tidak larut dalam air, sumber nitrogen dan fosfor, dan surfaktan (Noor, 1992).

2.3. Faktor-Faktor Mempengaruhi Biodegradasi.

a. Jenis dan Jumlah Mikroorganisme, berbagai mikroorganisme yang mampu tumbuh pada minyak bumi telah diisolasi dari lingkungan perairan. Mikroorganisme ini mampu mengoksidasi senyawa hidrokarbon yang merupakan bakteri campuran terdiri atas beberapa spesies mikroba seperti ***Pseudomonas, Algaligenes, Mikrococcus, Corynebacterteria, Mycobacteria, Nocardia, Penicillin,*** dan lain-lain. Setiap spesies hanya dapat mendegradasi senyawa hidrokarbon tertentu dalam minyak bumi. Atlas dan Bertha (1992) telah meneliti jumlah dan distribusi mikroorganisme pendegradsi dengan tingkat pencemaran hidrokarbon dan menurut Zobell (1989) terdapat kurang lebih 70 spesies mikroorganisme yang tumbuh pada minyak bumi akan mengalami perubahan sebagaimana berubahnya komposisi minyak bumi selama proses degradasi berlangsung.

b. Komposisi Minyak Bumi, Komposisi minyak bumi dibagi ke dalam empat fraksi yaitu fraksi jenuh, aromatik, senyawa mengandung N, S, O dan fraksi aspal. Perbandingan relatif keempat fraksi ini berbeda untuk setiap jenis minyak bumi . Pada fraksi jenuh mengandung n-alkana dilaporkan sebagai fraksi yang sangat mudah mengalami degradasi (Foster dan Kaster, 1994). Tetapi fraksi jenuh yang mengandung alkana rantai bercabang dan sikloalkana sukar diserang oleh mikroorganisme pengurai. Penelitian lebih lanjut mengenai sikloalkana menunjukkan bahwa makinbanyak cincin yang ada dalam senyawa tersebut, semakin sulit untuk didegradasi dan akan lebih sulit lagi dengan bertambahnya cincin dalam senyawa aromatic tersebut.

c. Nutrisi, Hidrokarbon merupakan sumber karbon bagi mkroorganisme di perairan. Akan tetapi, mikroorganisme tidak dapat hidup hanya dengan sumber karbon saja tetapi juga memerlukan sumber nutrisi lain untuk pertumbuhan seperti : nitrogen, fosfor, sulfur, magnesium, kalium, dan besi . Dari semua unsure-unsur itu yang paling berperan dalam pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme pengoksidasi minyak bumi adalah nitrogen dan fosfor, namun jumlah yang tersedia di perairan terutama sungai sangat terbatas (Floogete, 1978)

d. Kebutuhan Oksigen, oksigen sangat dibutuhkan oleh mikroorganisme yang sifatnya aerob, baik dalam bentuk bebas maupun dalam terlarut. Besarnya kadar oksigen yang terlarut dalam air bergantung pada suhu dan salinitas air tersebut. Sebagian besar mikroorganisme pengoksidasi hidrokarbon tergolong aerob, Zobell (1989) melaporkan bahwa oksidasi sempurna 1mg hidrokarbon membutuhkan 3-4 mg ogsegen, yang berarti 320.000 liter air laut untuk oksidasi sempurna 1 liter minyak bumi untuk menjadi H2O dan CO2.

e. Temperatur , temperatur merupakan salah satu variable lingkungan yang penting dalam hubungan dengan aktivitas mikroorganisme. Perubahan temperatur akan mempengaruhi tingkat pertumbuhan mikroorganisme. Zobell, 1969 melaporkan bahwa kecepatan oksidasi hidrokarbon dengan menggunakan kultur murni pada temperature 25 C akan menjadi 10 sampai 20 kali lebih cepat disbanding pada 5 C, kemudian kotor (1971) melaporkan bahwa kecepatan oksidasi fraksi n-alkana akan meningkat dua kali lipat jika temperatur dinaikkan dari 20 C menjadi 30 C.

3. Metoda Penelitian

3.1. Bahan dan alat

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium PT. CPI Minas Propinsi Riau. Sample minyak bumi diperoleh dari Gathering Station I (GSI) Minas sedangkan sample air sungai diambil dari sungai Ukai MInas. Bahan yang digunakan antara lain : Tetra Chlor Methana (CCl4), Merkuri klorida (HgCl4), MgSO4 anh, n-Heksan, Bioaktivator. Peralatan yang diguanakan yaitu wadah contoh air, aquarium (50cm x 30cm x 30cm), pH meter, D.O meter, Rotavapor, Kromatografi Gas (GC) dan lain-lain

3.2. Percobaan

1. Penentuan Berat Total Minyak bumi

30 ml sample minyak bumi diekstraksi dengan CCl4 da dalan corong pisah , kemudian pisahkan lapisan air dan lapisan CCl4. Lapisan CCl4 ditambah magnesium sulfat anhidrat untuk menghilangakan sisa air . Filtrat CCl4 diuapkan pada suhu 30 C. Kemudian sisa penguapan ditimbang sampai beratnya konstan , maka didapatkan berat total minyak bumi.

2. Biodegrasi

Pada penelitian ini digunakan 5 (lima) buah aquarium dengan ukuran 50 cm x 30 cm x 30 cm, diisi dengan sample air sungai masing masing setinggi 20 cm (30 liter) dan sample minyak bumi sebanyak 30 ml. Aquarium I sampai III diberi perlakuan dengan penambahan bioaktivator berturut-turut 5ml, 10 ml, 20 ml. Aquarium IV tanpa penambahahan bioaktivator (secara alami) dan aquarium V ditambah 3 gr $HgCl_2$ dengan maksud membunuh mikroorganisme yang melakukan pendegradasian minyak bumi. Proses degradasi diamati berturut-turut salama 24 jam, 72 jam , 168 jam, dan 336 jam dengan tiga kali pengulangan

Tabel 1. Komposisi setiap aquarium penelitian

No. Aquarium	Kode Aguarium	Sampel Air (L)	Sampel M. Bumi (ml)	Bioaktivator (ml)
1	2	3	4	5
I	**A**	**30**	**30**	**5**
II	**B**	**30**	**30**	**10**
III	**C**	**30**	**30**	**20**
IV	**D**	**30**	**30**	**- (alami)**
V	**E**	**30**	**30**	**5 gr HgCl2**

3. Ekstraksi

Setelah proses degradasi, dilakukan ekstraksi yang tujuannya memisahkan hidrokarbon minyak bumi dari sisa degradasi pada sampel air sungai dimasing-masing aquarium pada berbagai selang waktu perlakuan , ekstaraksi dilakukan dengan menggunakan CCl4 dan MgSO4 anhidrat. Dengan menggunakan rotavapor pada temperature 30ºC , pelarut CCL4 dapat dipisahkan dari senyawa hidrokarbon (minyak bumi). Kemudian minyak bumi yang didapat ditimbang. Selanjutnya hidrokarbon yang sudah bebas dari pelarut yang ditimbang ini siap difraksinasi.

4. Fraksinasi

Fraksinasi bertujuaan untuk memisahkan senyawa-senyawa penyusun minyak bumi . Fraksinasi dilakukan dengan menggunakan kolom silica gel yang dielusi dengan pelarut n-heksan. Fraksinasi ditampung kemudian dipekatkan dengan menggunakan rotavapor, selanjutnya dianalisis dengan alat Kromatografi Gas (GC)

4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 2. Hasil pengukuran degradasi total dari minyak bumi pada berbagai perlakuan di sample air sungai .

Aquarium	Bioaktivator (ml)	Degradasi (%)			
		24 jam	72 jam	168 jam	336 jam
A	5	7,71	15,49	21,90	22,54
B	10	9,36	19,11	25,90	27,63
C	20	10,41	22,41	30,45	45,81
D	alami	2,70	5,65	5,73	10,31
E	HgCl2	0,85	1,05	1,18	1,18

Hasil pengukuran degradasi dari minyak bumi dengan berbagai perlakuan terlihat bahwa degradasi yang terjadi dalam waktu 24 jam masih relatif kecil, hal ini disebabkan baru terjadi fase penyesuaian diri dengan lingkungan sehingga aktivitasnya masil rendah.

Degradasi minyak bumi dapat berlangsung dengan baik dalam waktu 72 jam dan 168 jam ini terlihat dari hasil degradasi naik menjadi dua kali lipat. Hal ini disebabkan telah berlangsungnya

fase pertumbuhan dipercepat dan fase logarima yang aktivitas mikroorganisme pendegradasi minyak bumi sangat tinggi. Hasil degradasi total minyak bumi maksimum diperoleh dengan penambahan bioaktivator UH-1 sebanyak 20 ml dengan lama waktu 336 jam yaitu sebesar 45,81%.

Hasil degradasi total minyak bumi yang didapat secara alami 10,31% dengan lama waktu degradasi 336 jam. Rendahnya hasil degradasi secara alami disebabkan kurangnya nutrisi yang dibutuhkan mikroorganisme pendegradasi minyak bumi untuk berkembangannya, sehingga kemampuan untuk melakukan aktivitas berkurang sejalan dengan waktu. Pada penggunaan $HgCl_2$ diperoleh hasil degradasi minyak bumi sangat kecil sampai pada waktu 336 jam. Keadaan ini disebabkan $HgCl_2$ merupakan toksik bagi mikroorganisme pendegradasi minyak bumi

Tabel 3. Hasil pengamatan parameter kualitas air pada akhir proses degradasi

Parameter	**Parameter awal**	**Aquarium**				
		A	**B**	**C**	**D**	**E**
Suhu (°C)	**27,03**	**27,30**	**27,80**	**28,05**	**27,01**	**25,20**
pH	**7,53**	**6,34**	**5,80**	**5,01**	**7,50**	**7,63**
D.O (mg/l)	**14,84**	**3,60**	**3,10**	**2,25**	**4,15**	**4,83**
Tubiditi	**53,49**	**3,25**	**3,20**	**3,10**	**3,62**	**7,30**

Hasil pengamatan pameter kualitas air pada akhir proses degradasi di aquarium A, B, dan C suhu air naik, hal ini disebabkan sebahagian minyak bumi telah mengalami degradasi dan berubah menjadi senyawa-senyawa sederhana yang dapat larut dalam air. Terjadinya degradasi tersebut berlanjut dengan menipisnya lapisan minyak bumi dipermukaan air yang menyebabkan sinar matahari masuk ke dalam air. Air sampel bersifat asam hal ini ditunjukkan dengan turunnya nilai pH, hal ini disebabkan hasil degradasi minyak bumi adalah senyawa-senyawa bersifat asam, aldehida, fenol, dan senyawa lainnya.

Oksigen terlarut juga turun pada tingkat terendah, keadaan ini mengisyaratkan bahwa mikroorganisme yang bersifat aerob tidak mungkin lagi hidup di dalam air, sehingga degradasi terhenti Oleh karena itu mikroorganisme yang dapat mendegradasi minyak bumi adalah mikroorganisme yang bersifat aerob.

Kekeruhan rendah ditandai dengan turunnya nilai turbiditi pada tingkat terendah. Keadaan ini memperlihatkan bahwa kehidupan mikroorganisme di dalam air sudah menurun, karena apabila populasi mikroorganisme berkembang dengan baik di dalam air selalu ditandai dengan meningkatnya nilai turbidity dari air tersebut. Menurunnya populasi mikroorganisme ini disebabkan kekurangan nutrisi dan senyawa-senyawa yang dihasilkan dari pendegradasian minyak bumi merupakan toksik bagi mikroorganisme itu sendiri, kedua hal itu merupakan faktor penghambat bagi perkembangan populasi mikroorganisme penidegradasi minyak bumi.

Pada sampel air sungai (aquarium) D dan E suhu turun, ini disebabkan di permukaan air masih terdapat lapisan minyak bumi yang cukup tebal sehingga menghalangi sinar matahari masuk ke dalam air, namun air sudah jernih hal ini ditandai dengan rendahnya nilai turbiditi

Tabel 4. Hasil perhitungan jumlah degradasi total senyawa alifatik pada akhir degradasi (336 jam)

Nomor	Aquarium	Degradasi (%)
1	A	9,70
2	B	46,23
3	C	53,76
4	D	4,30
5	E	8,60

Hasil perhitungan kromatogram kromatografi gas terlihat bahwa degradasi senyawa alifatik dalam minyak bumi pada sampel air sungai (aquarium) A, B, dan C naik sesuai dengan jumlah volume bioaktivator UH-1 yang ditambahkan, sedangkan pada sampel air sungai D tanpa penambahan bioaktivator (alami) jumlah degradasi sangat rendah. Ini berarti bahwa proses degradasi senyawa alifatik dalam minyak bumi oleh mikroorganisme sangat dipengaruhi oleh tersedianya nutrisi yang cukup untuk dapat merangsang aktivitas mikroorganisme. Pada sampel sampel air sungai E dengan penamambahan $HgCl_2$ jumlah degradasi lebih tinggi kalau dibandingkan dengan secara alami. Hal itu disebabkan pengaruh $HgCl_2$ yang dapat bereaksi dengan senyawa-senyawa alifatik rantai panjang sehingga senyawa alifatik tersebut mengalami pemutusan rantai menjadi senyawa-senyawa rantai pendek atau membentuk senyawa komplek yang dapat laru dalam air,

5. Kesimpulan

1. Penggunaan bioaktivator UH-1 untuk penanggulangan pencemaran minyak bumi di lingkungan sungai dapat meningkatkan jumlah degradasi minyak bumi kalau dibandingkan tanpa penggunaan bioaktivator.

2. Volume bioaktivator UH-1 yang paling sesuai dalam penelitian ini adalah 20 ml dengan lama waktu degradasi 336 jam dengan hasil degradasi total minyak bumi sebanyak 45,81%. Hal ini berarti pencemaran minyak bumi yang terjadi di lingkungan sungai dapat ditanggulangi sebesar total degradasi yang terjadi.

3. Hasil analisis kromatografi gas (GC) diperoleh degradasi total senyawa alifatik sebanyak 53,76% pada penambahan bioaktivator UH-1 20 ml dengan lama waktu degradasi 336 jam.

4. Dengan variasi volume bioaktivator UH-1dan waktu, setelah dilakukan analisa variansi ternyata yang sangat berpengaruh adalah waktu, dimana waktu yang terbaik adalah 72 jam dengan selisih degradasi terbanyak

6. Daftar Pustaka

1. Atlas and Bertha. 1992. *Can. J. Microbiol.*18

2, Floodgate, G.D. 1978. *Oil Biodegradat in The Ocean Proceding on Third Intern Biodeg Symp.*, Aplalied Science, 19 – 91.

3. Higgins and Gilbert. 1978. *The Biodegradation of Hidrocarbon in The Oil Industry and Microbial Ecosystem*, Charter and Somerville, Heyden and Son Ltd, London, 80 – 105.

4. Michelin. 1989. *The Chemistry and Microbiology of pollution Hydrocarbons* , acad Press. London.

5. Noor, A. 1992. *Teknik Peanggulanagn Pencemaran Minyak Bumi di Laut Secara Kimia Mikrobiologi Suatu Studi Invitro*, laporan Penelitian.

6. Oppenheimer. 1990. *Oil Ecologi in Marine Environmental Pollution, Elsevier Scientific Publishing Compeny,* Amsterdam-Oxfork-New York.

7. Zobell, C.E. 1989. *Microbial Modification of Crude Oil on The Sea Proceding Joint Conference on Provention and Control Oil Spills, API/FWPCA*, Publication No.8080, American Petrolium Institute, Washington D.C.