

## **BAB II TINJAUAN PUSTAKA**

### **2.1 Minyak Bumi dan dampaknya bagi Lingkungan**

Minyak bumi adalah hasil proses alami berupa hidrokarbon yang dalam kondisi tekanan dan temperatur atmosfer berupa fasa cair atau padat, termasuk di dalamnya aspal dan lilin (Kristanti, 2005). Minyak bumi terbentuk dari penguraian bahan-bahan organik (sel-sel dan jaringan hewan atau tumbuhan) yang tertimbun selama berjuta tahun di dalam tanah, baik di daerah daratan ataupun di daerah lepas pantai (Anonim, 2007). Bahan utama yang terkandung dalam minyak bumi adalah hidrokarbon alifatik dan aromatik. Minyak bumi mengandung senyawa nitrogen (0-0,5 %), belerang (0-6 %) dan oksigen (0-3,5 %).

Di dalam minyak bumi terdapat dua macam komponen yang dibagi berdasarkan kemampuan mikroorganisme menguraikannya, yaitu komponen minyak bumi yang mudah didegradasi dan komponen yang sulit didegradasi. Komponen minyak bumi yang mudah didegradasi oleh bakteri merupakan komponen terbesar dalam minyak bumi yaitu alkana yang bersifat lebih mudah larut dalam air dan terdifusi ke dalam membran sel bakteri. Jumlah bakteri yang mendegradasi komponen ini relatif banyak karena substratnya yang melimpah di dalam minyak bumi. Isolat bakteri pendegradasi komponen minyak bumi ini biasanya merupakan pengoksidasi alkana normal. Sedangkan komponen minyak bumi yang sulit didegradasi merupakan komponen minyak bumi yang jumlahnya lebih sedikit dibanding komponen yang mudah didegradasi. Hal ini menyebabkan bakteri pendegradasi komponen ini jumlahnya lebih sedikit karena kalah bersaing dengan pendegradasi alkana yang memiliki substrat lebih banyak (Anonim, 2007).

Sifat fisika minyak bumi diantaranya adalah mempunyai kekuatan menyebar di atas permukaan air dengan membentuk *oil film*. Senyawa hidrokarbon minyak bumi memiliki karakteristik toksik, karsinogenik, dan mutagenik yang dapat merusak sel syaraf. Oleh karena itu jika terakumulasi pada tanah dapat menyebabkan kerusakan tekstur tanah yang terkontaminasi.

## 2.2. Surfaktan

Surfaktan atau *Surface Active Agent* merupakan suatu molekul *amphipatic* atau *amphiphilic* yang mengandung gugus hidrofobik dan lipofilik dalam satu molekul yang sama. Secara umum kegunaan surfaktan adalah untuk menurunkan tegangan permukaan, meningkatkan kestabilan partikel yang terdispersi, dan mengontrol jenis formasi emulsi, misalnya minyak di dalam air atau air di dalam minyak (Fiechter, 1992). Surfaktan akan terserap ke dalam permukaan partikel minyak atau air sebagai penghalang yang akan mengurangi atau menghambat penggabungan dari partikel yang terdispersi.

Surfaktan terbagi menjadi empat bagian penting dan digunakan secara meluas pada hampir semua sektor industri modern. Jenis-jenis surfaktan tersebut adalah surfaktan anionik, surfaktan kationik, surfaktan nonionik dan surfaktan amfoterik. Surfaktan anionik adalah senyawa yang bermuatan negatif dalam bagian aktif permukaan (*surface-active*) atau pusat hidrofobiknya. Surfaktan kationik adalah senyawa yang bermuatan positif pada bagian aktif permukaan atau gugus antarmuka hidrofobiknya (*hydrofobic surface-active*) (Sumarsih, 2002). Surfaktan non ionik adalah surfaktan yang tidak bermuatan atau tidak terjadi ionisasi molekul. Sedangkan surfaktan amfoterik adalah surfaktan yang

mengandung gugus anionik dan kationik, dimana muatannya bergantung pada pH. Pada pH tinggi dapat menunjukkan sifat anioniknya sedangkan pada pH rendah akan menunjukkan sifat kationik (Kosaric, 1992).

Surfaktan sintetik secara luas digunakan dalam beberapa industri, misalnya dalam industri petroleum, agrikultur, medis, makanan dan kosmetik, tekstil, dll. Surfaktan paling banyak digunakan dalam pembuatan sabun dan deterjen. Tipe surfaktan yang sering digunakan adalah *Linear Alkyl Benzenesulfonates* (LAS), *Alkohol Sulfates* (AS), *Alkohol Eter Sulfates* (AES) (Murni, 1998).

Surfaktan berbasis bahan alami dapat dibagi menjadi empat kelompok dasar yaitu surfaktan yang berbasis minyak – lemak seperti monoglisakarida, digliserida, poligliserol ester, *fatty* alkohol sulfat, dan *fatty* alkohol etoksilat. Surfaktan yang kedua adalah berbasis karbohidrat seperti *alkyl* poliglukosida, dan N-metil glukamida, yang ketiga adalah ekstrak bahan alami seperti lesitin dan saponin, dan yang keempat adalah biosurfaktan yang diproduksi oleh mikroorganisme, seperti rhamnolipid dan sophorolipid (Fiechter, 1992).

### **2.3. Biosurfaktan dan mikroorganisme yang memproduksinya**

Biosurfaktan adalah senyawa yang dihasilkan oleh mikroba sebagai metabolit sekunder yang dapat menurunkan tegangan permukaan (Jenning *et al*, 2000). Produk metabolit yang dihasilkan merupakan senyawa aktif pada permukaan seperti glikolipid, lipopeptida, protein kompleks-polisakarida, fosfolipid, asam lemak dan lemak netral (Mancerat, 2005). Ujung hidrofobik biosurfaktan biasanya berupa lemak jenuh, lemak tak jenuh atau asam lemak

hidroksilasi, sedangkan kelompok hidrofilik-nya dapat berupa salah satunya ionik atau nonionik dan terdiri dari mono-, di-, atau polisakarida, asam karboksilat, asam amino atau peptida (Makkar *et al*, 2003).

Beberapa mikroorganisme yang ada, sebagian besar biosurfaktan dihasilkan oleh bakteri. Biosurfaktan memiliki sifat fisika dan kimia yaitu dapat menurunkan tegangan permukaan dan menstabilkan bentuk emulsi yang digunakan untuk mengetahui dan menyaring mikroorganisme yang berpotensi menghasilkan biosurfaktan (Desai, 1993).

Parameter yang mempengaruhi proses produksi baik jenis maupun jumlah biosurfaktan adalah sumber karbon alami, parameter fisika dan kimia seperti aerasi serta temperatur dan pH (Fiechter, 1992). Perubahan substrat sering menyebabkan perubahan struktur produk, sehingga merubah sifat-sifat surfaktan yang dihasilkan. Oleh karena itu pemilihan sumber karbon sangat ditentukan oleh tujuan kekhususan penggunaan. Camoetra *et al* (1998) menerangkan bahwa jenis medium dan kondisi pertumbuhan bisa mempengaruhi jenis dan hasil biosurfaktan. Sumber karbon yang berbeda seperti gliserol, glukosa, manitol dan etanol yang digunakan untuk produksi rhamnolipid oleh *Pseudomonas* sp. memberikan pengaruh terhadap produksi biosurfaktan (Daziell *et al*, 1996).

Biosurfaktan banyak digunakan dalam beberapa industri diantaranya kosmetik, kesehatan, makanan, dan untuk meningkatkan hasil minyak bumi dengan teknologi MEOR (*Microbiology Enhance Oil Recovery*). Biosurfaktan memiliki keunggulan dibandingkan surfaktan sintetik yaitu mudah terdegradasi, tersedia dalam jumlah besar di alam serta toksisitas rendah (Kosaric, N., 1992;

Linn *et al.*, 1994). Beberapa tipe biosurfaktan yang dihasilkan oleh mikroba seperti pada Tabel 1 (Kosaric N. 1992).

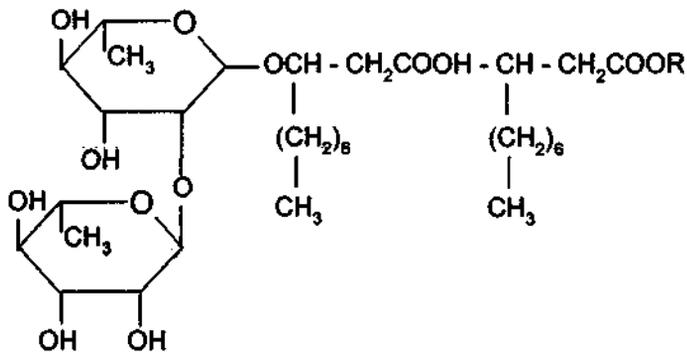
Tabel 1. Beberapa Jenis Biosurfaktan yang Dihasilkan dari Mikroba

No	Mikroba	Tipe Surfaktan
1.	<i>Torulopsis bombicola</i>	Glikolipid (sophorolipid)
2.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Glikolipid (rhamnolipid)
3.	<i>Bacillus licheniformis</i>	Lipoprotein (surfaktin)
4.	<i>Bacillus subtilis</i>	Lipoprotein (surfaktin)
5.	<i>Pseudomonas sp. DSM 2874</i>	Glikolipid (rhamnolipid)
6.	<i>Arthrobacter paraffincus</i>	Glikolipid
7.	<i>Arthrobacter</i>	Glikolipid
8.	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	Rhamnolipid
9.	<i>Pseudomonas sp. MUB</i>	Rhamnolipid
10.	<i>Torulopsis petrophillum</i>	Glikolipid atau protein
11.	<i>Candida tropicalis</i>	Polisakarida dan asam lemak kompleks

Biosurfaktan dibagi dalam beberapa kelas, yaitu:

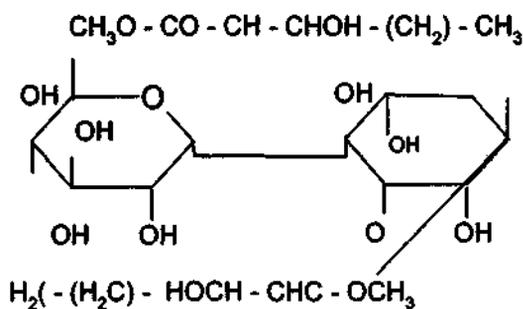
#### 1. Glikolipid

Sebagian besar biosurfaktan yang dikenal adalah glikolipid yaitu karbohidrat yang dikombinasikan dengan rantai panjang asam alifatik atau asam hidroksialifatik, yang termasuk dalam kelompok glikolipid ini adalah rhamnolipid, trehalolipid dan sophorolipid (Gautam *et al.*, 2006). Rhamnolipid dihasilkan oleh *Pseudomonas aeruginosa* (Christofi *et al.*, 2002). Kelompok glikolipid yang paling banyak diteliti adalah rhamnolipid (gambar 1).



Gambar 1. Struktur Rhamnolipid *Pseudomonas*

Beberapa tipe struktur trehalolipid yang dihasilkan oleh mikroba telah banyak dilaporkan. Disakarida trehalosa berikatan pada C-6 dan C-6' yang berasosiasi dengan sebagian besar spesies *Mycobacterium*, *Nocardia* dan *Corynebacterium* (Ochsner *et al*, 1995). Trehalosa dimikolat dihasilkan oleh *Rhodococcus erythropolis* (Gambar 2). Trehalolipid dari *R. erythropolis* dan *Arthrobacter sp* dapat menurunkan tegangan permukaan pada medium cair antara 25-40 mN/m dan 1-5 mN/m (Gautam *et al*, 2006). sedangkan sophorolipid kebanyakan dihasilkan oleh yeast seperti *Torulopsis bombicola* (Makkar *et al*, 2003).



Gambar 2. Trehalolipid

## 2. Lipopeptida dan Lipoprotein

Rantai lipopeptida surfaktin yang diproduksi oleh *Bacillus subtilis* ATTC 21332 adalah salah satu biosurfaktan yang paling bagus. Ia dapat menurunkan tegangan permukaan dari 72 mN/m menjadi 27,9 mN/m (Ron *et al*, 2001).

## 3. Asam lemak, pospolipid dan lipid netral

Beberapa mikroba dan yeast sebagian besar menghasilkan asam lemak dan surfaktan pospolipid selama masa pertumbuhan pada n-alkana. Phospatidiletanolamin dihasilkan oleh *Rhodococcus erythropolis* yang tumbuh pada n-alkana menyebabkan turunnya tegangan permukaan antara air dan heksadekana lebih rendah dari 1 mN/m (Urum *et al*, 2004).

## 4. Polimer Biosurfaktan

## 5. Partikulat Biosurfaktan

Menurut Makkar dan Rockne (2003) terdapat tiga cara transport hidrokarbon ke dalam sel bakteri secara umum yaitu yang pertama interaksi sel dengan hidrokarbon terlarut dalam fase cair. Kedua, kontak langsung (perlekatan) sel dengan permukaan tetesan hidrokarbon yang lebih besar daripada sel mikroba, sehingga pengambilan substrat dilakukan dengan difusi atau transport aktif. Ketiga, interaksi sel dengan tetesan hidrokarbon yang teremulsi atau terlarut oleh bakteri.

## 2.4. Minyak Bumi dan Hidrokarbon

Putri (1994) mengatakan minyak mentah (Crude Oil) merupakan suatu substansi yang bersifat kompleks dan dibentuk oleh lebih kurang seribu macam

molekul organik serta mengandung bahan utama berupa hidrokarbon yaitu senyawa yang terdiri dari karbon dan hidrogen, nitrogen serta oksigen dan sebagian kecil logam seperti nikel, vanadium dan besi.

Minyak bumi yang merupakan senyawa hidrokarbon dapat dibagi berdasarkan jenis ikatannya, yaitu : 1) parafin atau alkana : formulanya adalah  $C_nH_{2n+2}$ . Parafin mempunyai ikatan jenuh dan lurus, merupakan komponen terbesar dari berbagai macam crude oil. 2) iso-parafin atau iso-alkana : mempunyai formula sama dengan parafin, tetapi rantai ini bercabang. 3) naphtan/sikloalkana : formula adalah  $C_nH_{2n}$  merupakan alkana siklik dan komponen kedua terbesar dalam crude oil. 4) Aromatik yaitu rantai yang memiliki ikatan benzena (Lubis, 2000, Clark dan Brown, 1997, Anshory, 1987, dan Connell dan Miller, 1995).

## 2.5. Sifat Penyebaran Minyak Bumi di Perairan

Sifat fisika minyak bumi diantaranya mempunyai kekuatan menyebar di atas permukaan air dengan membentuk oil film. Minyak yang tertumpah atau terbuang ke dalam perairan akan mengalami berbagai proses fisika, kimia, biologis. Proses ini meliputi penyebaran dan pemindahan oleh angin dan arus, penguapan komponen yang bersifat volatil, pencampuran, emulsifikasi air dalam minyak atau sebaliknya dan pemecahan menjadi partikel kecil dalam air. Kemudian segera diikuti proses oksidasi, foto-kimia dan biologis (Atlas dan Bartha, 1981).

Laju degradasi minyak mentah dalam air pada dasarnya dipengaruhi oleh suhu, kecepatan angin, oksigen terlarut dan beberapa organisme pengurai. Pendegradasian minyak mentah ini merupakan suatu runutan reaksi kimia yang

terjadi dengan pemutusan ikatan antara atom karbon dengan hidrogen. Semakin meningkat laju pemutusan ikatan tersebut maka kadar minyak mentah akan semakin menurun (Hutagalung, 1990).

## **2.6. Dampak Pencemaran Minyak di Perairan**

Coutrier (1976) mengatakan bahwa dampak pencemaran minyak di lingkungan perairan, khususnya laut ditinjau dari segi biologinya dapat dilihat secara garis besar sebagai berikut: (a) Toksisitas letal<sup>TM</sup> hidrokarbon aromatik yang mudah larut dapat bersifat letal atau mematikan hewan dewasa pada konsentrasi 1-100 ppm, dan mematikan larva pada konsentrasi lebih rendah yaitu 0.1-1 ppm. (b) Efek subletal<sup>TM</sup> efek fisiologi yang mengakibatkan terganggunya tingkah laku pada hewan dewasa yang terkena pencemar pada konsentrasi 1-10 ppm. (c) Efek sebagai akibat penyelimutan minyak yaitu kematian pada hewan air karena tersumbatnya insang atau saluran pencernaan, tidak berfungsinya usus, tidak bernafas karena kurang udara. (d) Tercemarnya ikan dan jenis udang karena terkena komponen minyak. (e) Berubahnya habitat dan ekosistem lautan karena tertimbunnya minyak didasar laut.