

BAB II TINJAUAN PUSTAKA

2.1. 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).

2.2. 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 terbang 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

2.4. 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).

2.5. 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 (Maneerat, 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 (Daziel *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).

Biosurfaktan dibagi dalam beberapa kelas, yaitu:

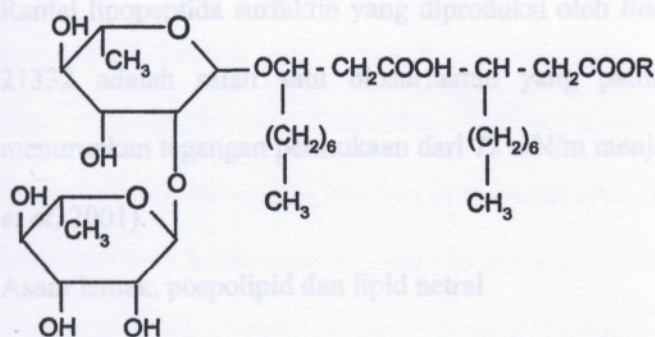
1. Glikolipid

Sebagian besar biosurfaktan yang dikenal adalah glikolipid yaitu karbohidrat yang dikombinasikan dengan rantai panjang asam alifatik atau

Tabel 1. Beberapa Jenis Biosurfaktan yang Dihasilkan dari Mikroba

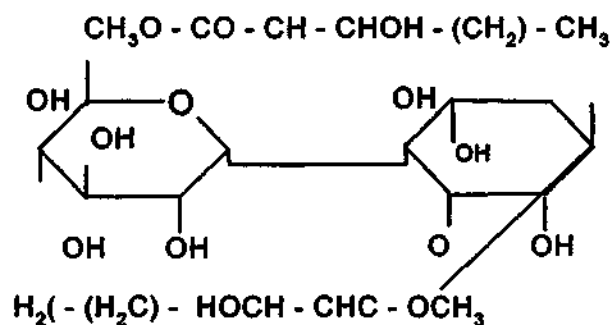
No	Mikroba	Tipe Surfaktan
1.	<i>Torulopsis bombicola</i>	Glikolipid (sophorolipid)
2.	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	Glikolipid (rhamnolipid)
3.	<i>Bacillus licheniformis</i>	Lipoprotein (surfaktin)
4.	<i>Bacillus subtilis</i>	Lipoprotein (surfaktin)
5.	<i>Pseudomonas sp. DSM 2874</i>	Glikolipid (rhamnolipid)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

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.

2.6. Peranan biosurfaktan

Salah satu aplikasi penggunaan biosurfaktan yang telah berkembang yakni dalam industri minyak yang lebih dikenal dengan MEOR (*Microbial Enhancement of Oil Recovery*) (Illias *et al* 2001). Biosurfaktan diinjeksikan ke dalam sumur minyak yang pada akhirnya meningkatkan perolehan minyak. Beberapa contoh bakteri yang telah digunakan dalam MEOR adalah: dari genus/spesies *Staphylococcus*, *Bacillus*, *Corynebacterium*, *Flavobacterium*, *Enterobacter*, *Pseudomonas* dan lain-lain (Sugihardjo *et al*, 2000).

Beberapa tahun belakangan ini biosurfaktan telah meningkat penggunaannya dalam bidang industri, disebabkan oleh sifat-sifat lingkungannya yang lebih baik daripada surfaktan buatan secara kimia. Sifat-sifatnya tersebut sesuai penggunaannya di bidang pengelolaan lingkungan khususnya petroleum, industri farmasi, kosmetik, deterjen, dan makanan (Muriel, J.M. *et al*. 1996, Khire, J.M dan M.I.Khan, 1994, dan Banat, I.M, 1995). Saat ini penggunaan biosurfaktan

untuk peningkatan proses bioremediasi secara langsung terhadap pencemar di lapangan diperkenalkan. Keuntungan produksi di lapangan (*in situ*) atau pertumbuhan di areal pencemaran akan lebih mengefektifkan biaya, lebih mudah secara ekologi dan mengurangi transportasi dan pekerja (Canny, G. and & Broaders, M. 1999).

Biosurfaktan mempunyai peranan yang penting dalam bioremediasi lingkungan karena memiliki banyak keunggulan. Penggunaan biosurfaktan memberikan peluang yang besar dalam mengatasi tumpahan minyak pada lingkungan air dan tanah lebih jauh lagi biosurfaktan potensial untuk di gunakan sebagai kontrol polusi tumpahan minyak (Krepsky *et al*, 2007).