

# Isolasi Bakteri Termofilik Penghasil Biosurfaktan yang Berpotensi sebagai Agen MEOR (*Microbial Enhanced Oil Recovery*) dari Sumur Minyak di Sungai Angit

RORA EVA LAINI<sup>1)</sup>, A. NAPOLEON<sup>2)</sup>, DAN MUNAWAR<sup>3)</sup>

<sup>1)</sup>Mahasiswa Pengelolaan Sumber Daya Alam Pasca Sarjana Universitas Sriwijaya; <sup>2)</sup>Ketua Jurusan Ilmu Tanah Fakultas pertanian Universitas Sriwijaya; <sup>3)</sup> Staf Pengajar Jurusan Biologi FMIPA Universitas Sriwijaya

**Intisari:** Salah satu teknik EOR yang dikembangkan saat ini adalah memanfaatkan mikroba yang dikenal dengan *microbial enhanced oil recovery* (MEOR). MEOR merupakan teknologi yang memanfaatkan aktivitas mikroba dan dilakukan dengan tujuan meningkatkan perolehan minyak pada suatu reservoir minyak bumi dengan cara menginjeksikan mikroba ke dalam reservoir tersebut. Riset ini bertujuan untuk mendisolasi bakteri termofilik penghasil biosurfaktan yang berpotensi sebagai agen MEOR. Sampel minyak diambil dari tiga sumur minyak yang berbeda di desa Sungai Angit, Musi Banyuasin menggunakan metode *Multiple Sampling*. Bakteri yang berhasil diisolasi diuji kemampuannya bertahan hidup pada suhu tinggi dan kemampuannya menghasilkan biosurfaktan. Ada 8 bakteri hasil isolasi, namun hanya 7 yang lolos uji termofilik dan 3 bakteri yang secara signifikan menghasilkan biosurfaktan, yaitu : *Pseudomonas citronellolis*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Burkholderia glumae*.

**Keywords:** isolasi, bakteri termofilik, biosurfaktan, MEOR

**Email:** Roratoha@yahoo.co.id, a\_napoleon214@yahoo.com, mu\_na\_war@yahoo.com.

## 1 PENDAHULUAN

Desa Sungai Angit yang berada di kecamatan Babat Toman merupakan salah satu desa penghasil minyak bumi di Sumatera Selatan. Terdapat ratusan sumur tua peninggalan Belanda yang sampai saat ini masih dikelola oleh masyarakat setempat secara tradisional. Sumur minyak ini merupakan sumberdaya alam yang memberikan kontribusi yang besar bagi masyarakat di sekitarnya. Namun produktivitas sumur minyak ini semakin hari semakin menurun, sehingga masyarakat melakukan pembuatan sumur minyak baru. Sumur minyak yang baru dibuat terkadang tidak menghasilkan minyak, melainkan air sehingga ditinggalkan begitu saja. Selain kerugian materi yang mencapai puluhan juta rupiah dalam pembuatan satu sumur minyak kerugian non materi juga terjadi, berupa kerusakan ekosistem. Untuk itu diperlukan teknologi yang mampu meningkatkan produktivitas sumur minyak peninggalan Belanda agar kerusakan ekosistem bisa diminimalisir. *Enhanced oil recovery* (EOR) diharapkan mampu mengatasi permasalahan ini.

Salah satu teknik EOR yang dikembangkan saat ini adalah memanfaatkan mikroba yang dikenal dengan *microbial enhanced oil recovery* (MEOR). MEOR merupakan teknologi yang memanfaatkan aktivitas mikroba dan dilakukan dengan tujuan me-

ningkatkan perolehan minyak pada suatu reservoir minyak bumi dengan cara menginjeksikan mikroba ke dalam reservoir tersebut (Rangkuti, 2012). Pelaksanaan MEOR dapat dipersiapkan melalui seleksi bakteri dari reservoir. Isolat bakteri terpilih dapat digunakan untuk mengaktifkan sumur-sumur tua yang telah ditutup atau meningkatkan perolehan minyak bumi dari sumur aktif (Juli dan Virmuda, 2001).

Bakteri yang digunakan dalam MEOR harus memiliki kemampuan untuk menghasilkan beberapa senyawa yang berpotensi dalam peningkatan perolehan minyak bumi seperti gas, asam, polimer, dan biosurfaktan. Reservoir minyak bumi di Indonesia sebagian besar memiliki kondisi oksigen yang relatif sedikit, dengan suhu di atas 40°C bahkan dapat mencapai 90°C atau lebih. Oleh karena itu, bakteri yang dibutuhkan untuk meningkatkan perolehan minyak harus menggunakan bakteri yang bersifat anaerob fakultatif dan mampu beradaptasi pada suhu tinggi (Mustafa, 2006).

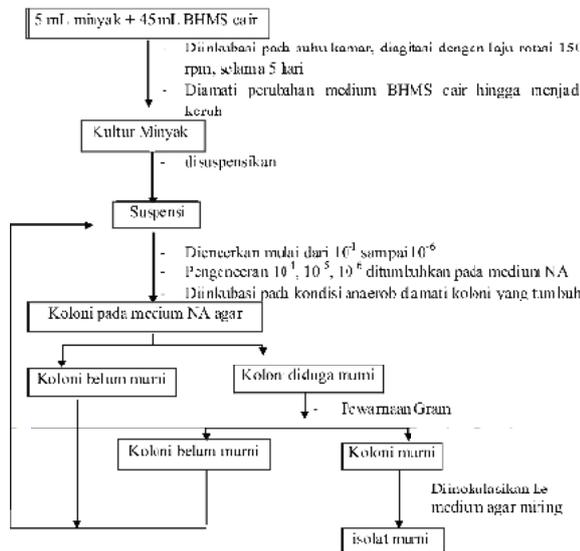
Karakteristik yang harus dimiliki oleh bakteri MEOR yaitu mampu mengolah senyawa hidrokarbon (hidrokarbonoklastik), menghasilkan biosurfaktan, menghasilkan gas, ukuran kecil, barofilik (kuat terhadap tekanan tinggi), termofilik (tahan terhadap suhu tinggi), halofilik, bersifat anaerob, tidak patogen dan indigen (berasal dari lingkungan lokasi pe-

nambangan tersebut, bukan mikroba asing). Oleh mikroba agen MEOR, senyawa hidrokarbon dari minyak mentah yang ada akan dipecah menjadi senyawa yang lebih sederhana sehingga lebih mudah dikeluarkan dan diolah lebih lanjut (Triantoro, 2011).

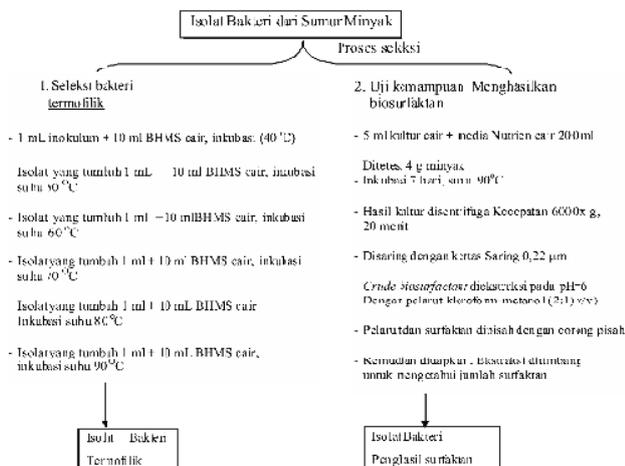
## 2 METODE DAN CARA KERJA

Pengambilan sampel minyak menggunakan metode *Multiple sampling*, dimana lokasi pengambilan minyak dilakukan pada tiga sumur minyak. Sampel minyak diambil secara aseptik sebanyak 1 liter dan akan dijadikan bahan dasar untuk mendapat isolat bakteri indigen yang berpotensi sebagai agen MEOR (Steel & Torrie, 1983).

Tahap selanjutnya hingga bisa didapatkan isolat bakteri dari minyak dapat dilihat pada bagan alir berikut :



Gambar 1. Bagan alir isolasi dan pemurnian (Munawar, 1999).



Gambar 2. Bagan alir seleksi bakteri agen MEOR

## 3 HASIL

### Hasil Isolasi Bakteri dari Sampel Minyak

Isolat bakteri yang akan diuji kemampuan sebagai agen MEOR didapatkan dari sampel minyak yang berasal dari tiga sumur minyak di Desa Sungai Angit. Berikut tabel hasil isolasi bakteri dari sampel minyak:

Tabel 1. Hasil Isolasi Bakteri dari Sampel Minyak

No	Spesies	Sampel I	Sampel II	Sampel III
1	<i>Bacillus firmus</i>	-	✓	-
2	<i>Brevundimonas diminuta</i>	✓	✓	✓
3	<i>Burkholderia glumae</i>	✓	✓	-
4	<i>Pseudomonas acidovorans</i>	✓	✓	-
5	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	✓	-	-
6	<i>Pseudomonas citronellolis</i>	-	-	✓
7	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	✓	✓	✓
8	<i>Pseudomonas peli</i>	-	✓	✓
<b>Total</b>		5 spesies	6 spesies	4 spesies

Keterangan: ✓ : Terdapat pada; - : Tidak terdapat pada

Total spesies yang didapatkan dari ketiga sampel tersebut ada 8 spesies, yang kemudian akan diseleksi dan diuji potensinya sebagai agen MEOR. Secara keseluruhan jumlah spesies bakteri yang didapat dari masing-masing sampel relatif sama. Lokasi yang tidak terlalu jauh dan kondisi lingkungan sumur minyak yang relatif sama kemungkinan menyebabkan total spesies yang didapat pada masing-masing sampel tidak jauh berbeda. Namun secara rinci jumlah spesies yang didapat dari sampel II paling banyak dibandingkan dari sampel I dan III.

Menurut masyarakat yang mengelolah sumur minyak tersebut, sumur minyak dimana sampel minyak II diambil merupakan sumur minyak yang masih sangat produktif. Hal ini terlihat dari jumlah volume minyak yang dihasilkan per hari. Minyak dari sumur II ini lebih banyak daripada minyak yang dihasilkan dari sumur minyak I dan III. Selain faktor fisik dan faktor kimiawi sumur minyak, keberadaan bakteri yang lebih banyak di lokasi pengambilan sampel II juga mempengaruhi hasil produksi minyak.

### Hasil Seleksi Bakteri Termofilik

Bakteri yang hasil isolasi diuji kemampuannya untuk hidup pada suhu tinggi. Ada 8 spesies bakteri yang diuji. Menurut Mustafa (2006) suhu reservoir minyak bumi di Indonesia sebagian besar diatas suhu 40°C. Maka seleksi bakteri termofilik pada penelitian ini

dimulai dengan suhu inkubasi 40°C, lama inkubasi disesuaikan dengan lamanya bakteri mampu tumbuh pada tahapan isolasi bakteri yaitu 7 hari. Suhu inkubasi terus di tingkatkan dengan interval 10, yaitu 50°C, 60°C, 70°C, 80°C dan 90°C. Hasil seleksi bakteri termofilik dapat dilihat pada tabel berikut:

Tabel 2. Hasil seleksi bakteri termofilik

No	Spesies	40°C	50°C	60°C	70°C	80°C	90°C
1	<i>Bacillus firmus</i>	+	+	+	+	+	+
2	<i>Brevundimonas diminuta</i>	+	+	+	+	+	+
3	<i>Burkholderia glumae</i>	+	+	+	+	+	+
4	<i>Pseudomonas acidovorans</i>	+	+	+	-	-	-
5	<i>Pseudomonas aeruginosa</i>	+	+	+	+	+	+
6	<i>Pseudomonas citronellolis</i>	+	+	+	+	+	+
7	<i>Pseudomonas fluorescens</i>	+	+	+	+	+	+
8	<i>Pseudomonas peli</i>	+	+	+	+	+	+

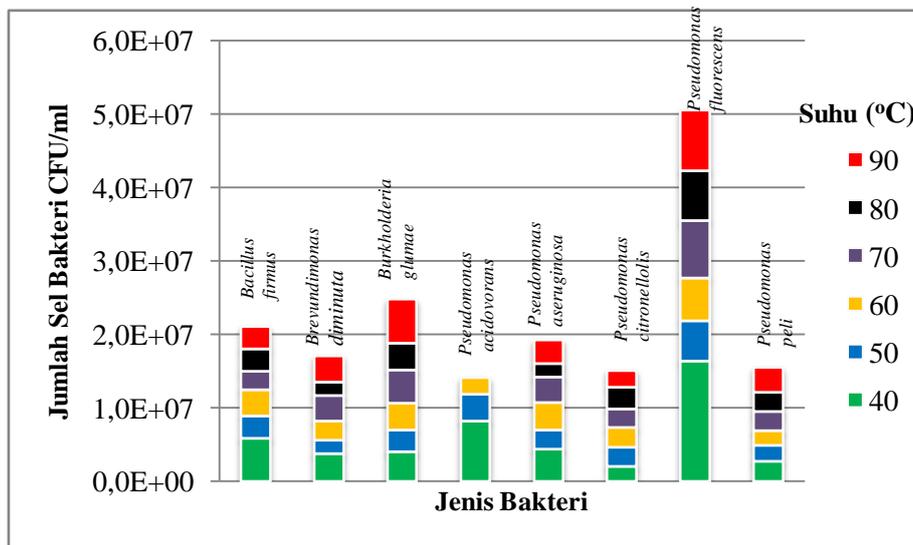
Keterangan: (+) = bakteri lolos seleksi/mampu tumbuh pada suhu...; (-) = bakteri lolos seleksi/tidak mampu tumbuh pada suhu...

Delapan bakteri tersebut sebenarnya merupakan bakteri termofilik karena mampu hidup pada suhu diatas 40°C. Menurut Purwoko (2009) bakteri termofilik merupakan bakteri yang mampu hidup pada

kisaran suhu 40°C – 65°C atau lebih. Secara umum delapan bakteri tersebut lolos seleksi bakteri termofilik. Artinya 8 bakteri tersebut bisa digunakan sebagai agen MEOR. Hal ini sesuai pernyataan Mustafa (2006) reservoir minyak bumi di Indonesia sebagian besar dengan kondisi suhu di atas 40°C bahkan dapat mencapai 90°C atau lebih, untuk itu bakteri yang akan digunakan sebagai agen MEOR haruslah mampu bertahan hidup pada suhu tinggi.

Berdasarkan informasi yang didapatkan dari riset Asnawati (2002) di Riau, suhu reservoir sumur minyak di Riau rata-rata 90,5°C. Dan informasi dari LEMIGAS (2010) bahwa suhu reservoir di lapangan Ogan, Sumatera Selatan sebesar 85°C. Maka bakteri yang akan digunakan sebagai agen MEOR di Sumatera Selatan haruslah mampu hidup pada suhu diatas 85°C, maka pada penelitian ini hanya ada 7 bakteri yang lolos seleksi agen MEOR karena mampu hidup diatas suhu 85°C. Ketujuh bakteri yang diuji pada suhu tinggi mampu hidup hingga suhu 90°C, yaitu: *Bacillus firmus*, *Brevundimonas diminuta*, *Burkholderia glumae*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas citronellolis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Pseudomonas peli*. Sedangkan *Pseudomonas acidovorans* hanya mampu bertahan hingga suhu 60°C.

Suhu mempengaruhi pertumbuhan bakteri. Masing-masing bakteri mempunyai kemampuan yang berbeda untuk bertahan hidup pada suhu yang tinggi. Berikut grafik korelasi suhu dan populasi bakteri:



Gambar 3. korelasi suhu terhadap populasi bakteri

Gambar 3. memperlihatkan pengaruh suhu terhadap populasi bakteri. Dari 8 spesies bakteri terdapat 7 bakteri yang mampu hidup sampai suhu 90 °C.

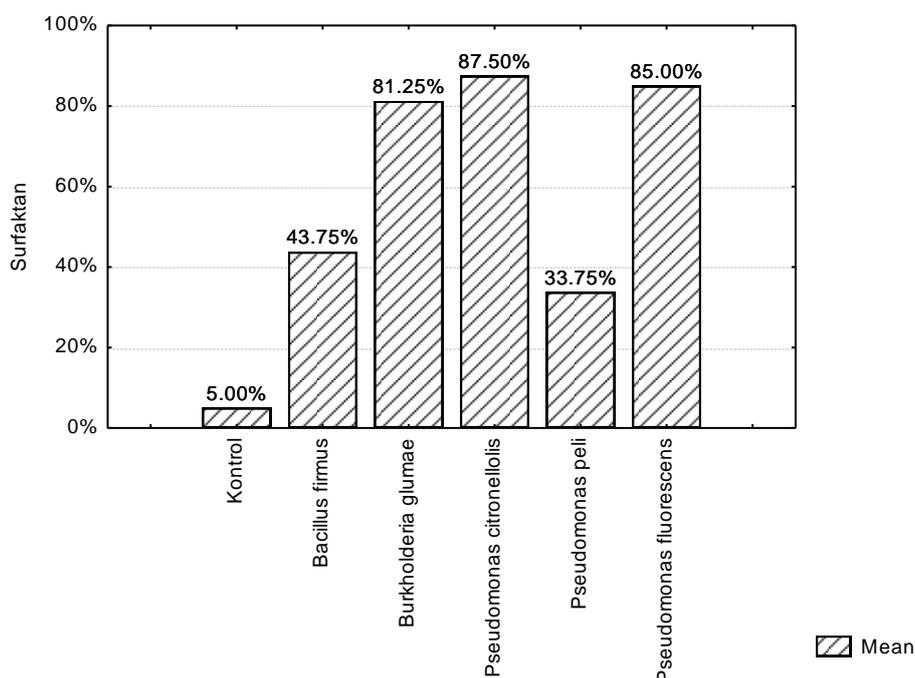
*Pseudomonas acidovorans* merupakan bakteri yang hanya mampu hidup pada suhu 60°C (lihat Tabel 2. Hasil Seleksi Bakteri Termofilik). Secara keseluruhan

*Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri yang mampu tumbuh paling baik dibandingkan bakteri lainnya.

*Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri yang mampu tumbuh paling baik pada tiap tahapan peningkatan suhu inkubasi. Dari Gambar 3. terlihat bahwa pada suhu 40°C *Pseudomonas fluorescens* memiliki populasi paling tinggi yaitu  $1,6 \times 10^7$ , sedangkan spesies yang lain kisaran  $10^6$ . Begitupun pada peningkatan suhu selanjutnya, *Pseudomonas fluorescens* memiliki populasi yang paling tinggi.

## Hasil Uji Kemampuan Menghasilkan Biosurfaktan

Uji kemampuan bakteri menghasilkan biosurfaktan menggunakan bakteri termofilik yang diperoleh sebelumnya. Menurut Nababan (2008) Biosurfaktan merupakan senyawa amfilik yang dihasilkan oleh mikroorganisme yang merupakan senyawa kompleks dengan struktur bermacam-macam. Hasil uji kemampuan bakteri menghasilkan surfaktan tersebut sebagai berikut:



Gambar 2. Hasil Uji Kemampuan Bakteri Menghasilkan Biosurfaktan

*Pseudomonas citronellolis* dan *Pseudomonas fluorescens* merupakan bakteri termofilik penghasil biosurfaktan terbanyak dibandingkan kontrol dan ketiga bakteri lainnya. Biosurfaktan yang dihasilkan *Pseudomonas citronellolis* dan *Pseudomonas fluorescens* secara berurutan adalah 87,50% dan 85,00%. Sedangkan *Burkholderia glumae*, *Bacillus firmus* dan *Pseudomonas peli* menghasilkan biosurfaktan sebesar 81,25%, 43,75%, dan 33,75%.

Kemampuan bakteri menghasilkan biosurfaktan berkaitan dengan kemampuan bakteri menggunakan hidrokarbon sebagai substratnya. Mikroorganisme dengan produksi biosurfaktan yang besar pada umumnya mempunyai kemampuan yang besar juga dalam menguraikan senyawa hidrokarbon. (Fiechter, 1992). Bakteri hidrokarbonoklastik meru-

upakan bakteri yang mampu menghasilkan biosurfaktan dan menggunakan hidrokarbon petroleum sebagai satu-satunya sumber karbon dan energi (Cerniglia, 1992).

## 4 KESIMPULAN

Dari penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan beberapa hal sebagai berikut:

1. Tujuh dari delapan isolat yang diisolasi dari sumur minyak merupakan bakteri termofilik, yaitu: *Bacillus firmus*, *Burkholderia glumae*, *Brevundimonas diminuta*, *Pseudomonas aeruginosa*, *Pseudomonas citronellolis*, *Pseudomonas fluorescens* dan *Pseudomonas peli*.

2. Bakteri termofilik yang mampu menghasilkan biosurfaktan paling banyak dan berpotensi sebagai agen MEOR yaitu *Pseudomonas citronellolis*, *Pseudomonas fluorescens*, dan *Burkholderia glumae*.

## REFERENSI

---

- [1] Asnawati. 2001. Pengaruh Temperatur Terhadap Reaksi Fosfonat dalam Inhibitor Kerak pada Sumur Minyak. *Jurnal Ilmu Dasar*, Vol.2 No.1, 2001 :20.
- [2] Desai, J.D. and Banat, I.M. 1997. *Microbial Production of Surfactant and Their Commercial Potential*. Microbiology and Molecular Biology. Review. P.47 – 64.
- [3] Donaldson, E.C., Chilingarian, G.V., and Yen, T.F. 1989. *Microbial Enhanced Oil Recovery*. Developments in Petroleum Science, vol 22. Elsevier Science Publisher, Asterdam.
- [4] Jinfeng,L., Lijun, M., Bozhong, M., Rulin, L., Fangtian, N., and Jiayi, Z. 2005. The field pilot of microbial enhanced oil recovery in a high temperature petroleum reservoir. *Journal of Petroleum Science and Engineering* 48 (2005) 265– 271.
- [5] Juli, N. dan Virnuda, B. 2001. Penelitian Awal Terhadap Delapan Isolat Bakteri Reservoar dalam Mengembangkan Volume Minyak Bumi Secara Monokultur. *Proceeding*. Simposium Nasional IATMI.
- [6] Munawar. 1999. Isolasi dan Uji Kemampuan Isolat Bakteri Rizosfir dari Hutan Bakau Di Cilacap dalam Mendegradasi Residu Minyak Bumi. *Tesis Magister*. Institut Teknologi Bandung.
- [7] Mustafa, I. 2006. Pengkajian Potensi Bakteri Termofilik dari Sumur Minyak Bumi di Jatibarang dalam Penerapan MEOR. *Tesis*. Institut Teknologi Bandung.
- [8] Nugroho, A. 2006. Produksi Biosurfaktan oleh Bakteri Pengguna Hidrokarbon dengan Penambahan Variasi Sumber Karbon. *Jurnal : Biodiversitas* (7) : 312-316 hlm.
- [9] Rangkuti, Z. 2012. *Model Ekonomi Pemanfaatan Gas Ikutan : Studi Kasus Lapangan Eksploitasi Migas dalam Rangka Mendukung Mekanisme Pembangunan Bersih*. Penerbit IPB Press. Bogor.
- [10] Steel, R.G.D. & J.H. Torrie. 1983. Prinsip dan Prosedur Statistika: Pendekatan Biometrik (Edisi ke-2). Terjemahan oleh : M. Badaraja dan R. Korawi. Gramedia. Jakarta,
- [11] Triantoro, T. 2011. *Microbial Enhanced Oil Recovery (MEOR)*. *Blog*. Tonitriantoro.blogspot.com/2011/05/mikrobia-enhanced-oil-recovery.html.