

# **APLIKASI BIOSURFAKTAN DARI BAKTERI *PSEUDOMONAS AERUGINOSA* UNTUK MENINGKATKAN PRODUKSI MINYAK BUMI DENGAN MEMANFAATKAN *CRUDE PALM OIL* SEBAGAI SUMBER KARBON**

**Said Zul Amraini<sup>1\*</sup>, Sri Rezeki Muria<sup>1</sup>, Bahrudin<sup>1</sup>, Irdoni HS<sup>1</sup>  
Ulfa Dwi Artha<sup>1</sup>, Reno Susanto<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>*Universitas Riau*

<sup>2</sup>*Institut Teknologi Bandung*

Email: \*saidzulamraini@eng.unri.ac.id

## **ABSTRAK**

Biosurfaktan merupakan bioproduk teknologi microbial enhanced oil recovery (MEOR) yang dapat meningkatkan produksi minyak bumi. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis biosurfaktan yang diperoleh, mengetahui pengaruh variasi pH (6, 7, dan 8) terhadap penurunan tegangan permukaan dan emulsifikasi, serta membandingkan biosurfaktan yang terbaik dengan surfaktan sintesis dalam me-recovery minyak bumi. Pembuatan biosurfaktan pada penelitian ini menggunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dan CPO sebagai sumber karbon dengan beberapa tahap yaitu preparasi bakteri, pembuatan biosurfaktan, dan analisis. Biosurfaktan yang diperoleh merupakan jenis rhamnolipid. Biosurfaktan terbaik merupakan biosurfaktan yang memiliki nilai tegangan permukaan paling rendah dan emulsifikasi paling tinggi didapat pada pH 7 dengan nilai tegangan permukaan dan emulsifikasi masing-masing sebesar 42,49 mN/m dan 58%. pH dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri pada pembuatan biosurfaktan, sehingga juga mempengaruhi nilai tegangan permukaan dan emulsifikasi. Biosurfaktan yang diperoleh memiliki kemampuan me-recovery minyak bumi lebih rendah daripada surfaktan sintesis dengan nilai COR masing-masing sebesar 57,78% dan 79,34%.

Kata kunci: biosurfaktan, CPO, pH, *Pseudomonas aeruginosa*, recovery minyak bumi

## **ABSTRACT**

*Biosurfactants are bioproducts of microbial enhanced oil recovery (MEOR) technology that can increase oil production. This study aims to determine the type of biosurfactant obtained, to determine the effect of variations in pH (6, 7, and 8) on the decrease in surface tension and emulsification, and to compare the best biosurfactants with synthetic surfactants in recovering crude oil. The manufacture of biosurfactants in this study used *Pseudomonas aeruginosa* bacteria and CPO as a carbon source with several stages, namely bacterial preparation, biosurfactant manufacture, and analysis. The biosurfactant obtained is a type of rhamnolipid. The best biosurfactant is the biosurfactant that has the lowest surface tension value and the highest emulsification is obtained at pH 7 with a surface tension and emulsification value of 42.49 mN/m and 58%, respectively. pH can affect the growth of bacteria in the manufacture of biosurfactants, so it also affects the value of surface tension and emulsification. The obtained biosurfactants have lower crude oil recovery ability than synthetic surfactants with COR values of 57.78% and 79.34%, respectively.*

Keywords: biosurfactant, CPO, pH, *Pseudomonas aeruginosa*, petroleum recovery

## PENDAHULUAN

Produksi minyak bumi di Indonesia pada tahun 2016, 2017, 2018 mengalami penurunan sebanyak 4% dengan memproduksi minyak bumi secara berturut-turut sebanyak 875 ribu, 837 ribu, dan 808 ribu barel/tahun (Bordoloi & Konwar, 2009). Salah satu penyebabnya adalah 72% produksi minyak bumi di Indonesia berasal dari lapangan yang telah berproduksi lebih dari 30 tahun sehingga, mengalami laju penurunan produksi lapangan sebanyak 29% per tahun (Habibullah, 2018). Salah satu teknologi yang dapat meningkatkan produksi minyak bumi adalah *enhanced oil recovery* (EOR) dengan kemampuan meningkatkan produksi minyak bumi sebanyak 30% dari reservoir yang sudah diambil (Sen, 2008 dan Gudina dkk, 2012). EOR adalah suatu teknik menginjeksi surfaktan (*surfactant flooding*) ke dalam reservoir. Secara umum, surfaktan yang digunakan adalah surfaktan yang disintesis dari *petroleum* seperti *petroleum sulfonate* (Sheats & MacArthur, 2002). Namun, penggunaan surfaktan sintesis tergolong tidak ramah lingkungan karena mengandung *petrochemical* (Majidaie dkk, 2011). Oleh karena itu, dilakukan pengembangan EOR yang lebih ramah lingkungan yaitu *microbial enhanced oil recovery* (MEOR). MEOR adalah suatu teknik yang menginjeksikan bioproduk berupa biosurfaktan. Biosurfaktan adalah surfaktan yang disintesis oleh mikroorganisme dengan menggunakan bahan organik dan memiliki sifat biodegradable, sehingga ramah bagi lingkungan. Pembuatan biosurfaktan lebih menitik beratkan pada penggunaan bahan baku dan mikroba yang akan digunakan (Elraies dkk, 2010).

Pada penelitian ini, pembuatan biosurfaktan menggunakan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853 dan *crude palm oil* (CPO) atau lebih dikenal dengan minyak mentah sawit sebagai sumber karbon dengan memvariasikan pH media fermentasi yaitu 6, 7, dan 8. Penggunaan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* adalah bakteri yang memiliki kemampuan untuk mensintesis beberapa senyawa secara biotransformasi dan mendegradasi berbagai jenis hidrokarbon (Rengga dkk, 2018). Penggunaan *crude palm oil* (CPO) sebagai sumber karbon dikarenakan produksi *crude palm oil* (CPO) di Provinsi Riau tahun 2006 sebanyak 7,43 juta ton atau sekitar 23,58 persen dari total produksi Indonesia (Habibullah, 2018). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui jenis biosurfaktan yang diperoleh, mengetahui pengaruh variasi pH terhadap penurunan tegangan permukaan dan emusifikasi, serta membandingkan biosurfaktan yang terbaik dengan surfaktan sintesis (*sodium dodecyl sulfate*/SDS) dalam *me-recovery* minyak bumi.

## METODE PENELITIAN

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini yaitu, bakteri *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 27853; *crude palm oil* (CPO); NA (*Nutrient Agar*); NB (*Nutrient Broth*). Pembuatan biosurfaktan dilakukan dalam beberapa tahap, yaitu:

### 2.1 Preperasi Bakteri

Proses preparasi bakteri ini terdiri dari peremajaan bakteri dan kultivasi bakteri. Proses peremajaan bakteri dilakukan dengan cara melarutkan 0,28 gr NA ke dalam aquades 10 mL. Larutan agar diaduk terus sambil dipanaskan sampai mendidih. Selanjutnya, larutan agar disterilisasi dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit, kemudian didinginkan sampai menjadi agar-agar. Ambil biakan murni bakteri *P. aeruginosa* ATCC 2785 sebanyak 1 ose jarum ose dan diinokulasikan pada media agar *plate* secara aseptis, kemudian diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C.

Setelah selesai proses peremajaan bakteri, proses selanjutnya adalah proses kultivasi yang dilakukan dengan cara melarutkan 1,3 gr NB ke dalam aquades 100 mL. Larutan diaduk sampai homogen dan disterilisasi dengan menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Bakteri yang telah diremajakan diambil sebanyak 2 sampai 3 ose jarum ose dan diinokulasikan pada media cair secara aseptis, kemudian diinkubasi dalam *shaker incubator* pada kecepatan 120 rpm, selama 24 jam di suhu 37°C.

### 2.2 Produksi Biosurfaktan

Proses produksi biosurfaktan merupakan proses fermentasi dengan sistem *batch* dalam fermentor berkapasitas 250 mL. Proses fermentasi dilakukan dengan menggabungkan 100 mL kultur aktif bakteri dan konsentrasi *crude palm oil* sebanyak 3% v/v. Fermentasi dilakukan selama 72 jam (3 hari) yang dikocok pada *shaker incubator* kecepatan 120 rpm pada suhu 37°C. Selama 72 jam, pH media pertumbuhan dijaga konstan dari 6, 7, dan 8. Setelah fermentasi selesai, larutan dipisahkan dengan cara disentrifugasi pada kecepatan 3300 rpm selama 30 menit dan disaring menggunakan kertas saring. Padatan yang tinggal di kertas saring berupa bakteri yang telah mati, sedangkan cairan yang tersaring di kertas saring merupakan biosurfaktan.

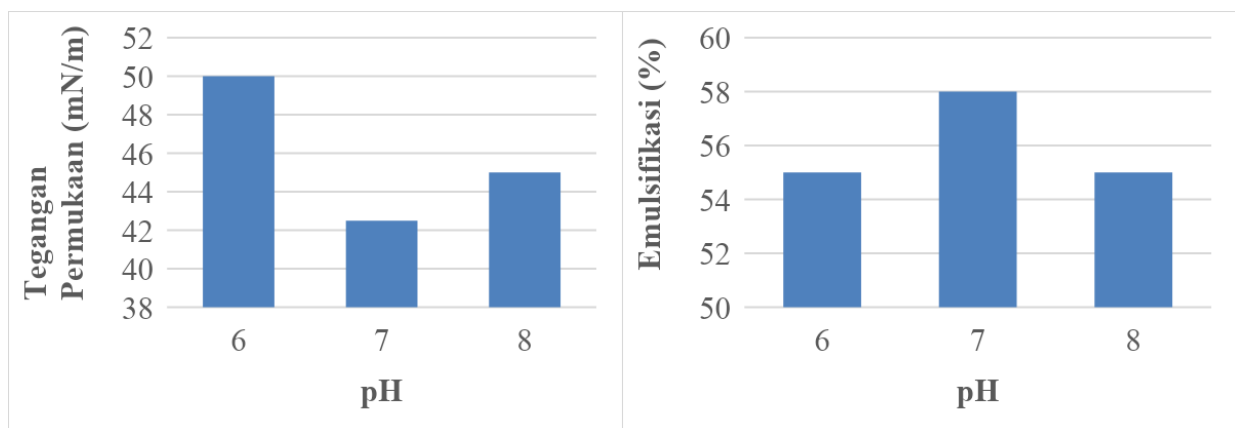
### 2.3 Analisis Hasil

Analisis yang dilakukan pada penelitian ini terdiri dari analisis tegangan permukaan, analisis emulsifikasi, analisis *fourier transform infra red* (FTIR), dan analisis *crude oil removal* (COR).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Tegangan Permukaan dan Emulsifikasi

Analisis tegangan permukaan dan emulsifikasi bertujuan untuk mengetahui biosurfaktan terbaik dengan memiliki nilai tegangan permukaan paling rendah dan nilai persentase emulsifikasi paling tinggi. Pada analisis tegangan permukaan menggunakan akuades sebagai kontrol positif dan analisis emulsifikasi menggunakan campuran air dan minyak goreng. Gambar 1 menunjukkan pengaruh penambah pH pada nilai tegangan permukaan dan emulsifikasi suatu biosurfaktan. Biosurfaktan yang diperoleh pada pH 7 memiliki nilai tegangan permukaan yang paling rendah senilai 42,49 mN/m dan nilai emulsifikasi paling tinggi senilai 58%. Nilai tegangan permukaan akuades sebagai kontrol positif sebesar 73,05 mN/m (Ikhwan, 2017). Berdasarkan perhitungan, penurunan tegangan permukaan biosurfaktan pada pH 7 sebesar 30,6 mN/m. Tingkat keasaman (pH) dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri dalam proses produksi biosurfaktan, sehingga berpengaruh pula terhadap tegangan permukaan dan emulsifikasi. pH media pertumbuhan yang rendah akan mengakibatkan bakteri tidak bisa efisien menghasilkan biosurfaktan dan pH media akan selalu meningkat selama masa pertumbuhan bakteri (Saikia dkk, 2012). Selain itu, pH optimum untuk pertumbuhan bakteri *P.aeruginosa* adalah 6,6 sampai 7,0 (Stover dkk, 2000).

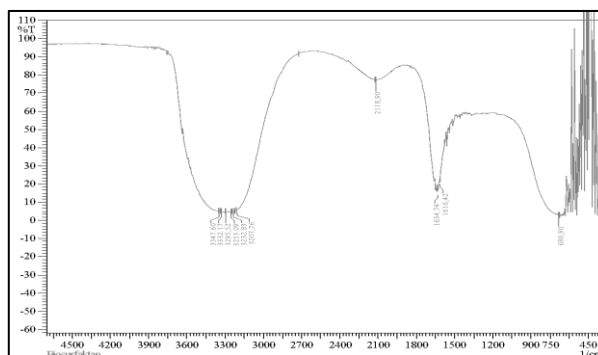


Gambar 1. Pengaruh pH Terhadap (a) Tegangan Permukaan; (b) Emulsifikasi

### 3.2 *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

Pada analisis *fourier transform infra red* (FTIR), sampel yang digunakan adalah biosurfaktan terbaik yang diperoleh pada pH 7. Gambar 2 menunjukkan pita serapan pada panjang gelombang  $3347,60\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan O-H pada senyawa rhamnopiranosil. Keberadaan senyawa rhamnopiranosil di dalam biosurfaktan yang dihasilkan menunjukkan

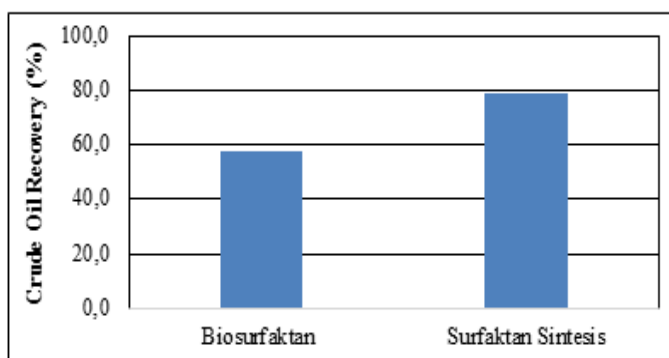
biosurfaktan tersebut berjenis rhamnolipid (Bordoloi & Kowar, 2009). Selain itu, pada Gambar 2, terdapat pita serapan pada panjang gelombang  $1616,42\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya ikatan  $\text{C}=\text{C}$  atau  $\text{>C}=\text{O}$  pada senyawa anion karboksilat (Saikia dkk, 2012). Pada Gambar 2, juga terdapat pita serapan pada panjang gelombang  $1634,74\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan adanya ikatan  $\text{C}=\text{O}$  pada senyawa karbonil (Suryanti dkk, 2014).



Gambar 2. Spektrum FTIR dari Biosurfaktan pada pH 7

### 3.3 Crude Oil Removal (COR)

Pada analisis *crude oil removal* (COR), biosurfaktan yang digunakan adalah biosurfaktan terbaik yang diperoleh pada pH 7. Gambar 3 menunjukkan perbandingan nilai *crude oil removal* antara biosurfaktan dengan surfaktan sintesis berupa SDS (sodium dedosil sulfat). Nilai persentase *crude oil removal* pada biosurfaktan yang diperoleh dari penelitian ini sebesar 57,78%, sedangkan nilai persentase *crude oil removal* pada surfaktan sintesis berupa SDS sebesar 79,34%. Hal ini dikarenakan, biosurfaktan yang diperoleh dari penelitian ini merupakan produk yang belum murni, sedangkan surfaktan sintesis berupa SDS merupakan produk yang sudah murni (Ikhwani, 2017).



Gambar 3. Perbandingan Nilai *Crude Oil Removal* Antara Biosurfaktan dengan Surfaktan Sintesis

## KESIMPULAN

Jenis biosurfaktan yang dihasilkan oleh bakteri *Pseudomonas aeruginosa* dengan menggunakan *crude palm oil* sebagai sumber karbon utama adalah biosurfaktan jenis rhamnolipid. Nilai pH dapat mempengaruhi pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* yang berkolerasi terhadap nilai tegangan permukaan dan emulsifikasi. Hasil yang terbaik diperoleh pada pH 7 dengan nilai tegangan permukaan sebesar 42,49 mN/m dan emulsifikasi sebesar 58%. Biosurfaktan yang dihasilkan dalam penelitian ini memiliki kemampuan *me-recovery* minyak bumi lebih rendah daripada surfaktan sintesis (*sodium dodecyl sulfate*/SDS) yaitu dengan nilai *crude oil removal* masing-masing sebesar 57,78% dan 79,34%.

## UCAPAN TERIMA KASIH

Kami mengucapkan terima kasih kepada LPPM Universitas Riau yang telah mendanai penelitian ini dengan No kontrak: 696/UN.19.5.1.3/PT.01.03/202.

## DAFTAR PUSTAKA

- Bordoloi, N., & Konwar, B. (2009). Bacterial Biosurfactant in Enhancing Solubility and Metabolism of Petroleum Hydrocarbons. *Hazard Mater*, 170, 495-505.
- British Petroleum Global Company. (2019).  
<https://databoks.katadata.co.id/datapublish/2019/09/04/defisit-neraca-minyak-indonesia-kian-melebar>
- Elraies, K. A., Tan, I. M., Awang, M., & Saaïd, I. (2010, September 23). The Synthesis and Performance of Sodium Methyl Ester Sulfonate for Enhanced Oil Recovery. *Petroleum Science and Technology*, 28(17), 1799-1806.
- Gudina, E. J., Pereira, J. F., Rodrigues, L. R., Coutinho, J. A., & Teixeira, J. A. (2012). Isolation and Study of Microorganisms From Oil Samples For Application in Microbial Enhanced Oil Recovery. *International Biodeterioration & Biodegradation*, 56-64.
- Habibullah, M. (2018). *Statistik Kelapa Sawit Indonesia 2017*. (S. S. Perkebunan, Ed.) Jakarta, DKI Jakarta, Indonesia: Badan Pusat Statistik.
- Hirasaki, G. J., Miller, C. A., & Puerto, M. (2011). Recent Advances in Surfactant EOR. *SPE Journal*, 16(04), 889-907.

- Ikhwani, A. Z. (2017). Optimasi Produksi Biosurfaktan dari *Pseudomonas aeruginosa* dengan Perbedaan pH media dan Sumber Karbon Minyak Mentah. *Tesis*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Majidaie, S., Muhammad, M., Tan, I. M., & Demiral, B. (2011). Green Surfactant For Enhanced Oil Recovery. *National Postgraduate Conference* (pp. 1-5). Kuala Lumpur, Malaysia: IEEE.
- Radzuan, M. N., Banat, I., & Winterburn, J. (2016). Production and Characterization of Rhamnolipid Using Palm Oil Agricultural Refinery Waste. *Bioresource Technology*.
- Rengga, W. D., Riyadi, D. H., Bintang, A., & Kuntoro. (2018). Kajian Produksi dan Proses Biosurfaktan dari Limbah Industri Minyak Sawit dan Turunannya Menggunakan *Pseudomonas aeruginosa*. *Seminar Nasional Energi dan teknologi*, (pp. 84-94).
- Saikia, R. R., Deka, S., & Deka, M. (2012). Isolation of Biosurfactant Producing *Pseudomonas aeruginosa* RS29 from Oil Contaminated Soil and Evaluation of Different Nitrogen Sources in Biosurfactant Production. *Ann Microbiol*, 62, 753-763.
- Sen, R. (2008, June 20). Biotechnology in Petroleum Recovery: The microbial EOR. *Progress in Energy and Combustion Science*, 34, 714-724.
- Sheats, W. B., & MacArthur, B. W. (2002). Methyl Ester Sulfonate Products. *The Chemithon Corporation*.
- Stover, C. K., Pham, X. Q., Erwin, A. L., Mizoguchi, S. D., Warrenner, P., Hickey, M. J., et al. (2000). Complete Genome Sequence of *Pseudomonas aeruginosa* PAO1 an Opportunistic Pathogen. *Macmillan Magazines Ltd. Nature*, 406(6799), 959-964.
- Suryanti, V., Hastuti, S., Handayani, D. S., & Windrawati. (2014). Biosintesis Biosurfaktan oleh *Pseudomonas aeruginosa* Menggunakan Limbah Cair Industri Tapioka Sebagai Media. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 10, 22-30.
- Yuliasari, S., Fardiaz, D., Andarwulan, N., & Yuliani, S. (2014). Karakteristik Nanoemulsi Minyak Sawit Merah diperkaya . *Littri*, 20(3), 111-121.