

## INTISARI

*Enhanced Oil Recovery* (EOR) merupakan teknologi yang dapat meningkatkan produksi minyak dari sumur-sumur tua. Salah satu metode dalam EOR adalah dengan menggunakan injeksi surfaktan. Injeksi surfaktan akan menurunkan tegangan antar muka (*interfacial tension*) antara minyak-air. Penurunan nilai IFT dapat menyebabkan minyak yang terjebak dalam pori batuan dapat terdesak keluar. Penelitian ini memiliki tiga tujuan besar yaitu (1) melakukan perbandingan karakteristik surfaktan Sodium Lignosulfonat (SLS) dengan menggunakan lignin dari lindi hitam dan lignin standar komersil (2) mempelajari pengaruh suhu terhadap kinerja pendesakan surfaktan EOR berbasis SLS dan komersil pada simulasi pendesakan minyak menggunakan *core flooding* dan (3) melakukan pemodelan *core flooding* skala lab dengan menggunakan surfaktan berbasis SLS dan surfaktan komersial pada suhu pendesakan 60 dan 80 derajat celsius.

Hasil karakterisasi fisis dan spektra FTIR menunjukkan bahwa lignin dari lindi hitam dan lignin standar komersil memberikan spektra yang cukup mirip. Hal ini menunjukkan bahwa proses isolasi lignin dari lindi hitam memiliki karakteristik yang mirip dengan lignin standar komersil. Hasil analisis EDX menunjukkan bahwa proses sulfonasi lignin meningkatkan kadar sulfur pada sampel tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa usaha untuk memasukkan gugus  $-SO_3^-$  ke dalam lignin sebagai SLS cukup berhasil. Yield SLS yang diperoleh sendiri masih cukup rendah berkisar antara 20-30 persen dari massa lignin yang disulfonasi. Hasil uji pendesakan dari surfaktan komersil dan mix-surfaktan SLS *Black Liquor* (BL) menunjukkan bahwa surfaktan komersil masih lebih baik daripada surfaktan berbasis SLS. Nilai recovery factor yang dapat diperoleh dengan surfaktan komersil mencapai 86 persen dan mix-surfaktan SLS BL hanya mencapai 78 persen. Peningkatan suhu pada uji pendesakan dengan surfaktan komersil berpengaruh positif terhadap perolehan minyak. Hal ini berbanding terbalik dengan mix-surfaktan SLS BL dimana hasil perolehan pada 80 derajat celsius lebih rendah dari 60 derajat celsius. Hal ini bisa jadi berkaitan dengan peningkatan nilai IFT dan peningkatan adsorpsi seiring dengan kenaikan suhu yang keduanya berpengaruh negatif terhadap *recovery factor*.

Pemodelan matematis untuk menggambarkan proses pendesakan pada penelitian ini telah mampu menjelaskan dengan cukup baik proses *waterflooding* I, *surfactant flooding* dan *waterflooding* II yang telah dijalankan untuk kedua surfaktan baik pada suhu 60 maupun 80 derajat celsius. Proses pemodelan membutuhkan 12 parameter yang telah dievaluasi berdasar data *recovery factor* percobaan. Hasil pemodelan memberikan kesesuaian yang cukup baik dalam membandingkan hasil simulasi dan data penelitian yang telah digunakan dalam penelitian ini.

**Kata Kunci:** *Enhanced Oil Recovery, Interfacial Tension, Lignin, Model Matematis, Recovery Factor, Sodium Lignosulfonat, Surfactant Flooding, Waterflooding*

## ABSTRACT

*Enhanced Oil Recovery (EOR) is a technology that can increase oil production from mature reservoirs. One of the chemical methods in EOR is using surfactant. Surfactant flooding may reduce the Interfacial Tension (IFT) between oil-water. A decrease of IFT may cause the increase of oil mobility in the pores. The objectives of the present work are (1) conducting characterization study of Sodium Lignosulfonate (SLS) by using lignin from black liquor and standard commercial lignin (2) studying the effect of temperature on the performance EOR of SLS surfactants and commercial surfactants in the oil flooding simulation using cores flooding and (3) conducting lab scale core flooding modeling using commercial surfactants and mix-surfactant of SLS from Black Liquor (BL) at 60 and 80-degrees celsius.*

*The results from physical characterization and FTIR analyses showed that lignin from black liquor is compatible with standard commercial lignin. This showed that the lignin isolated from BL solution gave similar characteristics with standard commercial lignin. The EDX analysis showed that the lignin sulfonation process increased the sulfur content in the sample. This confirmed that the attempt to insert the  $-SO_3$ -group into lignin structure was verified. The yields of SLS were still relatively low between 20-30 percent of the mass of lignin. The results of core flooding test by using commercial surfactant and mix-surfactant of SLS from BL showed that commercial surfactant was still better than SLS-based surfactant. The recovery factor that could be obtained by commercial surfactant reached up to 86 percent and SLS-based gave recovery as high as 78 percent. The increase in temperature in core flooding test with commercial surfactant gave positive impact to the oil recovery. However, the result for mix-surfactant of SLS from BL gave opposite results where the recovery at 80-degrees celsius was lower than that of 60-degrees celsius. This might be due to the increase of IFT as well as the increase of adsorption along with the increase of temperature which both gave negative impact to the recovery factor.*

*Mathematical model to describe the mechanism of core flooding test which consists of waterflooding I, surfactant flooding and waterflooding II have been developed for both surfactants at flooding tests of 60 and 80-degrees celsius. There are 12 parameters that should be evaluated from the experimental results. The modeling results showed good agreement between simulation results and experimental data under the operating condition that have been used in the present work.*

**Keywords:** *Enhanced Oil Recovery, Interfacial Tension, Lignin, Mathematical Model, Recovery Factor, Sodium Lignosulfonate, Surfactant Flooding, Waterflooding*