

## INTISARI

Bagi Indonesia, peran minyak bumi tidak hanya sebagai salah satu sumber penerimaan negara, tetapi juga roda penggerak pembangunan ekonomi nasional. Namun, produksi minyak mentah Indonesia mengalami penurunan tiap tahunnya. Berbagai upaya dilakukan pemerintah untuk meningkatkan produksi minyak bumi Indonesia. Salah satunya dengan mencanangkan program Menuju 1 Juta Barel per hari di tahun 2030 mendatang. Salah satu metode yang gencar dikampanyekan pemerintah agar dilaksanakan ialah penerapan *enhanced oil recovery* (EOR). Salah satu metode injeksi EOR, yaitu injeksi surfaktan merupakan injeksi yang cocok untuk membantu pergerakan minyak karena surfaktan dapat menurunkan tegangan antarmuka minyak-air dan sedikit teradsorpsi pada matriks batuan. Berbagai macam jenis surfaktan dipertimbangkan kemampuannya untuk menurunkan tegangan antarmuka air dengan minyak mentah. Salah satu tipe surfaktan berbasis sulfonat berpotensi untuk dikembangkan adalah sodium lignosulfonat (SLS) yang dapat disintesis dari lignin. Telah banyak penelitian yang dilakukan untuk memanfaatkan SLS sebagai surfaktan EOR. Oleh karena itu, dalam penelitian ini zat aditif berupa alkohol dan nanopartikel silika ditambahkan dalam formulasi surfaktan SLS. Fokus pada penelitian ini, yaitu menemukan formulasi campuran surfaktan terbaik, mengamati, serta mempelajari ketahanan pada suhu tinggi (stabilitas termal) dari formulasi surfaktan. Formulasi surfaktan yang dihasilkan kemudian dikarakterisasi dengan berbagai pengujian, yaitu kestabilan larutan, perilaku fase, dan tegangan antarmuka. Dari pengujian diperoleh bahwa formulasi yang terdiri dari 50% SLS, 30% Isoamil Alkohol, dan 20% sabun *Palm Fatty Acid Distillate* (PFAD) menghasilkan nilai tegangan antarmuka sangat rendah, yaitu  $1,864 \times 10^{-3}$  mN/m. Uji perilaku fase menunjukkan bahwa larutan formulasi surfaktan dengan konsentrasi 1% membentuk Winsor Tipe III. Selanjutnya dilakukan uji stabilitas termal pada suhu 70°C selama 90 hari. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai IFT berfluktuasi dalam kisaran  $10^{-3}$  mN/m selama tiga minggu pertama. Setelah tiga minggu, nilai IFT cenderung meningkat menjadi  $10^{-2}$  mN/m hingga akhir pengujian. Kemudian, nanopartikel silika (NPS) ditambahkan ke dalam formulasi isoamil alkohol untuk mempelajari pengaruh NPS terhadap stabilitas termal. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai IFT cenderung meningkat setelah empat minggu pemantauan. Meskipun kedua formulasi dengan dan tanpa NPS memiliki nilai tegangan antarmuka rendah pada awal pemantauan. Penelitian lebih lanjut diperlukan untuk meningkatkan stabilitas jangka panjang surfaktan campuran yang ada saat ini.

Kata Kunci: EOR, SLS, formulasi, isoamil alkohol, stabilitas termal

## **ABSTRACT**

*Crude oil plays a crucial part in Indonesia's national economic development in addition to serving as a source of state revenue. The production of crude oil in Indonesia has, however, been dropping annually. The government has undertaken numerous initiatives to raise Indonesia's crude oil production. One of these involves initiating the program Towards 1 Million Barrels per Day in 2030. The government has been pushing the application of enhanced oil recovery (EOR) as one of its strategies. Surfactant injection, one of the EOR injection methods, is suitable to improve oil movement because surfactants can reduce oil-water interfacial tension and are slightly adsorbed on the rock matrix. Sodium lignosulfonate (SLS) is a promising low-cost surfactant that can be prepared from biomass. There has been large interest to utilize SLS as a chemical Enhanced Oil Recovery (EOR) surfactant. For that purpose, SLS is often mixed with other chemicals such as alcohols. The aim of this study was to find the best formulation of mixed-surfactant and to perform its thermal stability. The resulting mixed-surfactant was then characterized with variety of tests: aqueous stability, phase behavior, and IFT values. We found that a mixture that consists of 50 wt.% SLS, 30 wt.% Isoamyl Alcohol, and 20 wt.% of Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) soap gave ultralow IFT at  $1.864 \times 10^{-3}$  mN/m. Phase behavior test shows that 1 wt% of mixed-surfactant formed a Winsor Type III. Subsequently, thermal stability test was conducted at 70°C for 90 days. The results showed that the IFT value fluctuates within the range of 10-3 mN/m for the first three weeks. After three weeks, the IFT values tend to increase to 10-2 mN/m until the end of the test. Then, silica nanoparticle (SNP) was added to the formulation of isoamyl alcohol to study the influence of SNP toward the thermal stability. The result showed that IFT values tend to increase after four weeks of monitoring. Although both formulation with and without SNP was achieved ultralow IFT in the beginning of the test, further study is needed to improve the long-term stability of the present mixed-surfactant.*

*Keywords: EOR, SLS, formulation, iso-amyl alcohol, thermal stability.*