Desain dan Optimasi Mini Reaktor Produksi Surfaktan Gemini Berbahan Baku Nabati untuk Peningkatan Perolehan Minyak Lanjut

Inovasi Unggul Berdampak ITB 2026 | Deana Wahyuningrum[1], Rani Kurnia[2], Ismail Halim[3]
[1]KK Kimia Organik, FMIPA ITB [2]Fakultas Teknik Pertambangan dan Perminyakan, ITB [3]PT TerraLab Eksergi Nusantara (Mitra)



HASIL UTAMA

Surfaktan gemini nabati dari mini reaktor heterogen: IFT ultrarendah dan stabil pada suhu reservoir

$2{,}96\times10^{-3}$ mN/m
IFT pada 0,75% (b/b), minyak–air Lapangan A

7 hari @ 80 °C
Larutan 0,50–1,75% (b/b) stabil dalam air formasi

TKT 4 menuju TKT 5
Indikator TKT 1–4 terpenuhi; TKT 5 sedang ditempuh

Tantangan

Produksi lapangan tua terus menurun, sedangkan surfaktan untuk aplikasi CEOR masih disintesis dalam reaktor *batch* konvensional: boros energi, sulit dikontrol, dan mutunya kurang konsisten.

Solusi inovasi

Mini reaktor tangki berpengaduk 5 L berbasis intensifikasi proses: bebas pelarut organik, katalis padat ditahan cakram filter lepasan, suhu dan pengadukan terkendali.

Alur Proses Sintesis Surfaktan Gemini

Bahan baku — minyak / asam lemak nabati lokal

Preparasi reaktan — derivatisasi / aktivasi

Sintesis — di mini reaktor dengan katalis padat

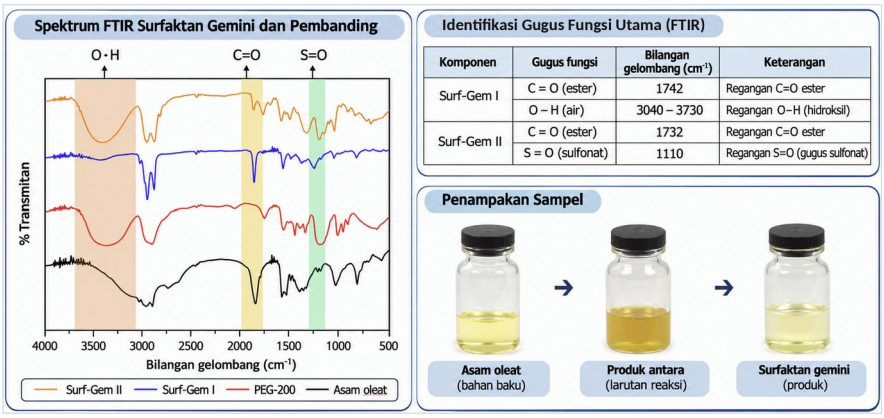
Pemurnian — ekstraksi / penyaringan

Karakterisasi — FTIR, NMR, sifat fisik, stabilitas

Evaluasi CEOR — IFT, CMC, stabilitas salinitas & suhu

Surfaktan gemini — siap diuji untuk CEOR

Bukti Hasil Laboratorium



Identifikasi Gugus Fungsi Utama (FTIR)

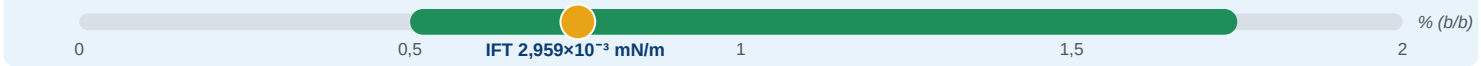
Komponen	Gugus fungsi	Bilangan gelombang (cm^{-1})	Keterangan
Surf-Gem I	C = O (ester)	1742	Regangan C=O ester
	O – H (air)	3040 – 3730	Regangan O–H (hidroksil)
Surf-Gem II	C = O (ester)	1732	Regangan C=O ester
	S = O (sulfonat)	1110	Regangan S=O (gugus sulfonat)



Uji kelakuan fasa (A) dan kestabilan (B), hari ke-0 vs ke-7, fluida Lapangan A.

1 **Struktur terkonfirmasi.** Pita C=O ester (1742 dan 1732 cm^{-1}) dan S=O sulfonat (1110 cm^{-1}) muncul pada produk dari asam oleat (spektra FTIR bahan baku, produk antara, dan produk akhir), didukung data NMR: surfaktan gemini terbentuk di dalam mini reaktor.

2 **Jendela kerja surfaktan.** IFT ultrarendah tercapai pada 0,75% (b/b), di dalam rentang konsentrasi yang stabil 7 hari pada 80 °C.



Capaian Tingkat Kesiapterapan



Menuju TKT 5: uji berulang antar-*batch*, konsumsi energi, CMC, dan uji skala percontohan bersama mitra.

Luaran & Kesimpulan

Paten sederhana S00202612565 (DJKI, 22 Okt 2026): *Mini Reaktor Heterogen Bebas Pelarut Organik dengan Sistem Retensi Katalis Padat Berbasis Cakram Filter Lepasan*

Dampak: prototipe hasil kolaborasi dengan mitra menjadi dasar *platform* produksi surfaktan CEOR dalam negeri yang mendukung TKDN dan substitusi impor.