

## **LAPORAN KEMAJUAN**

**Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit (BPDPS)**

### **JUDUL PENELITIAN**

**Pengembangan Proses Produksi Oleokimia Sukrosa  
Ester Berbahan Metil Ester Sawit dan Aplikasinya pada  
Produk *Personal care*, Kosmetika dan *Cleaning***

### **KELOMPOK PENELITI**

**Prof. Dr. Erliza Hambali**

**Dr. Mira Rivai, STP. MSi**

**Rista Fitria, STP**

**Dr. Rini Purnawati, MSi**

**Ir. Bayu Rusmananda**

**Ari Imam Sutanto, STP. MSi**

**Fatria Resti Haryani, STP. MSi**

### **BIDANG PENELITIAN**

**Oleokimia dan Biomaterial**

## **LEMBAGA PENELITIAN DAN PENGABDIAN MASYARAKAT**

**Institut Pertanian Bogor**

**Badan Pengelola Dana Perkebunan Kelapa Sawit**

**Kementerian Keuangan**

**Tahun 2023**

## LEMBAR PENGESAHAN

1. Judul Penelitian : Pengembangan Proses Produksi Oleokimia Sukrosa Ester Berbahan Metil Ester Sawit dan Aplikasinya pada Produk *Personal care*, Kosmetika dan *Cleaning*
2. Ketua Peneliti
- a. Nama Lengkap : Prof. Dr. Erliza Hambali
  - b. Jenis Kelamin : P
  - c. NIP/NIK/KTP : 19620821 198703 2 003
  - d. Jabatan Struktural : Kepala Divisi Teknologi Proses
  - e. Jabatan Fungsional : Guru Besar IPB University
  - f. Lembaga Periset : IPB University
  - g. Alamat : Kampus IPB Dramaga Jl. Raya Dramaga, Babakan, Kec. Dramaga, Kabupaten Bogor, Jawa Barat 16680
  - h. Telpon/Faks : 02518330970/02518330977
  - i. Alamat Rumah : Jl. Sari Bentang No.3 RT.007/014 Villa Duta Bogor 16143 Jawa Barat-Indonesia
  - j. Telpon/Faks/Email : 0811157030 / [erlizahambali@apps.ipb.ac.id](mailto:erlizahambali@apps.ipb.ac.id) / [erliza.h@gmail.com](mailto:erliza.h@gmail.com)

3. Anggota Peneliti

No	Nama	Instansi
1	Dr. Mira Rivai, STP. Msi	Surfactant and Bioenergy Research Center-LPPM-IPB University
2	Dr. Rini Purnawati, Msi	Departemen Teknik Industri Pertanian, IPB
3	Rista Fitria, STP.	Surfactant and Bioenergy Research Center-LPPM-IPB University
4	Ir. Bayu Rusmananda	Surfactant and Bioenergy Research Center-LPPM-IPB University
5	Ari Imam Sutanto, STP. Msi	Surfactant and Bioenergy Research Center-LPPM-IPB University
6	Fatria Resti Haryani, STP. MT	Surfactant and Bioenergy Research Center-LPPM-IPB University

4. Pembiayaan

Uraian	Jumlah (Rp)
Biaya yang dibutuhkan Tahun I	2.150.467.935
Biaya yang dibutuhkan Tahun II	2.562.704.730

Bogor, 30 September 2023

Ketua Peneliti

Prof. Dr. Erliza Hambali  
NIP. 19620821 198703 2 003

Menyetujui,  
Wakil Rektor Bidang Riset, Inovasi dan  
Pengembangan Masyarakat Agromaritim IPB



Prof. Dr. Ir. Ernan Rustiadi M. Agr  
NIP. 19651011 199002 1 002

## DAFTAR ISI

LEMBAR PENGESAHAN.....	ii
DAFTAR GAMBAR .....	iv
ABSTRAK.....	viii
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Tujuan Penelitian .....	2
1.3. Luaran Kegiatan .....	3
2. TINJAUAN PUSTAKA.....	4
2.1. Esterifikasi Asam Lemak.....	4
2.2. Transesterifikasi Sukrosa dan Asam Lemak .....	4
2.3. <i>State of The Art</i> dalam Bidang yang Diteliti dan Hasil yang Dicapai .....	4
3. METODOLOGI PENELITIAN.....	9
3.1. Bahan dan Peralatan .....	9
3.2. Metode Penelitian .....	9
4. HASIL DAN PEMBAHASAN .....	13
4.1. Penyiapan Bahan Baku Metil Ester (Metil Ester Laurat, Miristat, Palmitat, Stearat, Oleat dan Olein).....	13
4.2. Sintesis Sukrosa Ester Melalui Proses Sukrolisis Menggunakan Bahan Baku Metil Ester Laurat, Miristat, Palmitat, Stearat, Oleat dan Olein Serta Karakterisasi Produk yang Dihasilkan .....	17
4.3. Optimasi Proses Sintesis Sukrosa Ester Olein dari Metil Ester Olein terhadap Rendemen Sukrosa Ester Olein. ....	48
4.4. Disain Reaktor Sukrolisis Kapasitas 5 L/batch, Pembangunan Prototipe, Ujicoba Produksi, Analisis Produk yang Dihasilkan dan Optimasi Proses.....	51
4.5. Kajian Formulasi Produk Aplikasi Menggunakan Surfaktan Sukrosa Ester .....	61
4.5. BMC .....	101
6. KESIMPULAN .....	106
DAFTAR PUSTAKA .....	108
LAMPIRAN .....	114

## DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1.	Reaksi esterifikasi asam lemak .....	4
Gambar 2.2.	Reaksi kimia proses transesterifikasi metil palmitat dan sukrosa menjadi sukrosa palmitat .....	4
Gambar 3.1.	Diagram alir pelaksanaan riset selama 2 tahun .....	12
Gambar 4.1.	Produk sukrosa ester yang dihasilkan.....	18
Gambar 4.2.	Hasil analisis FTIR asam lemak: a) asam laurat, b) asam miristat, c) asam palmitat dan d) sukrosa .....	19
Gambar 4.3.	Hasil analisis FTIR sukrosa ester: a) Sukrosa ester komersial, b) Sukrosa ester laurat (katalis $K_2CO_3$ ), c) Sukrosa ester laurat (katalis $Na_2CO_3$ ), d) Sukrosa ester miristat (katalis $K_2CO_3$ ), e) Sukrosa ester miristat (katalis $Na_2CO_3$ ), f) Sukrosa ester palmitat (katalis $K_2CO_3$ ) dan g) Sukrosa ester palmitat (katalis $Na_2CO_3$ ). .....	21
Gambar 4.4.	Gugus fungsi sukrosa ester olein .....	22
Gambar 4.5.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan jenis metil ester terhadap pH sukrosa ester yang dihasilkan .....	23
Gambar 4.6.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan konsentrasi katalis terhadap pH sukrosa ester olein yang dihasilkan.....	24
Gambar 4.7.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan jenis metil ester asam lemak terhadap stabilitas busa sukrosa ester yang dihasilkan.....	26
Gambar 4.8.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan jenis metil ester terhadap stabilitas emulsi sukrosa ester yang dihasilkan.....	28
Gambar 4.9.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan konsentrasi katalis terhadap stabilitas emulsi sukrosa ester yang dihasilkan.....	29
Gambar 4.10.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan jenis metil ester terhadap tegangan permukaan sukrosa ester yang dihasilkan. ....	32
Gambar 4.11.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan konsentrasi katalis terhadap tegangan permukaan produk sukrosa ester yang dihasilkan. ....	34
Gambar 4.12.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan bahan baku metil ester terhadap tegangan antarmuka sukrosa ester yang dihasilkan .....	36
Gambar 4.13.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan konsentrasi katalis terhadap tegangan antarmuka sukrosa ester yang dihasilkan .....	38
Gambar 4.14.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan jenis metil ester asam lemak terhadap sudut kontak sukrosa ester yang dihasilkan .....	40
Gambar 4.15.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan konsentrasi katalis terhadap sudut kontak sukrosa ester yang dihasilkan.....	42
Gambar 4.16.	Histogram hubungan antara jenis katalis dan jenis metil ester asam lemak terhadap rendemen sukrosa ester yang dihasilkan .....	45

Gambar 4.17. Histogram hubungan antara jenis katalis dan konsentrasi katalis terhadap rendemen sukrosa ester yang dihasilkan.....	46
Gambar 4.18. Grafik pengaruh suhu dan waktu terhadap respon rendemen sukrosa ester olein. Contour plot (a) dan grafik 3D (b).....	50
Gambar 4.19. Flow diagram proses produksi sukrosa ester kapasitas 5 L .....	52
Gambar 4.20. Disain teknis reaktor sukrolisis kapasitas 5 L .....	52
Gambar 4.21. <i>Wiring diagram control panel</i> reaktor sukrolisis kapasitas 5 L .....	53
Gambar 4.22. <i>Wiring diagram power panel</i> reaktor sukrolisis kapasitas 5 L .....	53
Gambar 4.23. Prototipe reaktor sukrolisis kapasitas 5 L.....	54
Gambar 4.24. Kegiatan proses ujicoba produksi sukrosa ester menggunakan prototipe reaktor sukrolisis skala 5 L .....	55
Gambar 4.25. Sampel produk sukrosa ester yang dihasilkan .....	55
Gambar 4.26. Hasil analisis FTIR sukrosa ester laurat.....	56
Gambar 4.27. Hasil analisis FTIR sukrosa ester miristat .....	57
Gambar 4.28. Hasil analisis FTIR sukrosa ester palmitat.....	58
Gambar 4.29. Hasil analisis FTIR sukrosa ester stearat .....	59
Gambar 4.30. Hasil analisis FTIR sukrosa ester oleat .....	60
Gambar 4.31. Hasil analisis FTIR sukrosa ester olein.....	61
Gambar 4.32. Diagram alir pembuatan losion .....	63
Gambar 4.33. Affinity diagram hasil percobaan formulasi losion.....	67
Gambar 4.34. Pengaruh konsentrasi sukrosa ester laurat, miristat dan pamitat terhadap bobot jenis produk losion yang dihasilkan.....	69
Gambar 4.35. Pengaruh konsentrasi sukrosa ester laurat, miristat dan palmitat terhadap pH losion produk losion yang dihasilkan .....	70
Gambar 4.36. Pengaruh konsentrasi sukrosa ester laurat, miristat dan palmitat terhadap viskositas produk losion yang dihasilkan.....	70
Gambar 4.37. Pengaruh konsentrasi sukrosa ester laurat, miristat dan palmitat terhadap tegangan permukaan produk losion yang dihasilkan .....	71
Gambar 4.38. (a) <i>Cycling test</i> nilai pH losion, (b) <i>Cycling test</i> viskositas losion, (c) <i>Cycling test</i> bobot jenis losion, (d) <i>Cycling test</i> ukuran <i>droplet</i> losion.....	73
Gambar 4.39. Diagram alir proses pembuatan krim wajah .....	76
Gambar 4.40. Tampilan produk krim wajah yang dihasilkan .....	78
Gambar 4.41. Pengaruh konsentrasi sukrosa ester laurat, miristat dan palmitat terhadap pH produk krim wajah yang dihasilkan.....	79
Gambar 4.42. Pengaruh konsentrasi sukrosa ester laurat, miristat dan palmitat terhadap viskositas produk krim wajah yang dihasilkan.....	80

Gambar 4.43. Pengaruh konsentrasi sukrosa ester laurat, miristat dan palmitat terhadap tegangan permukaan produk krim wajah yang dihasilkan .....	85
Gambar 4.44. <i>Cycling test</i> nilai pH krim wajah.....	86
Gambar 4.45. <i>Cycling test</i> ukuran droplet krim wajah.....	86
Gambar 4.46. <i>Cycling test</i> viskositas krim wajah .....	87
Gambar 4.47. Hasil uji mikroba krim wajah pengenceran $10^{-1}$ .....	88
Gambar 4.48. Hasil uji mikroba krim wajah pengenceran $10^{-2}$ .....	88
Gambar 4.49. Diagram alir proses formulasi sabun tanah .....	90
Gambar 4.50. Grafik pengaruh penambahan konsentrasi kaolin dan sukrosa ester terhadap nilai pH sabun tanah yang dihasilkan.....	93
Gambar 4.51. Grafik pengaruh penambahan konsentrasi kaolin dan sukrosa ester terhadap stabilitas busa sabun tanah yang dihasilkan .....	94
Gambar 4.52. Grafik pengaruh penambahan konsentrasi kaolin dan sukrosa ester terhadap tingkat kekerasan sabun tanah yang dihasilkan.....	95
Gambar 4.53. Grafik pengaruh penambahan konsentrasi kaolin dan sukrosa ester terhadap kadar air sabun tanah yang dihasilkan.....	96
Gambar 4.54. Grafik pengaruh penambahan konsentrasi kaolin dan sukrosa ester terhadap tegangan permukaan sabun tanah yang dihasilkan .....	97
Gambar 4.55. Grafik pengaruh penambahan konsentrasi kaolin dan sukrosa ester terhadap kadar asam lemak bebas sabun tanah .....	98
Gambar 4.56. Sabun tanah dalam kemasan .....	100
Gambar 4.57. Sabun tanah berbahan sukrosa ester dan arang aktif.....	101
Gambar 4.58. Tampilan sabun tanah cair yang telah dihasilkan .....	101

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1.	Spesifikasi sukrosa ester.....	7
Tabel 4.1.	Analisis bilangan asam pada asam lemak C12, C14, C16, dan olein.....	13
Tabel 4.2.	Kondisi proses sintesis metil ester beberapa asam lemak dan olein.	14
Tabel 4.3.	Karakteristik metil ester C12, C14, C16, C18, C18:1 dan olein yang dihasilkan. ....	15
Tabel 4.4.	Hasil analisis FTIR sukrosa ester .....	21
Tabel 4.5.	Hasil analisis FTIR sukrosa ester olein .....	22
Tabel 4.6.	Nilai ukuran partikel dan polidispersi indeks sukrosa ester .....	43
Tabel 4.7.	Data kombinasi perlakuan optimasi dan respon rendemen sukrosa ester olein.....	49
Tabel 4.8.	Perhitungan dan analisis tangki reaktor sukrolisis.....	51
Tabel 4.9.	SNI losion tabir surya .....	62
Tabel 4.10.	Formulasi produk losion dan karakteristik produk losion yang dihasilkan .....	66
Tabel 4.11.	Komposisi baku losion.....	68
Tabel 4.12.	Formulasi produk krim dan karakteristik produk krim yang dihasilkan. ....	77
Tabel 4.13.	Hasil pembobotan organoleptik krim wajah.....	83
Tabel 4.14.	Penentuan bobot kriteria .....	83
Tabel 4.15.	Hasil perhitungan nilai alternatif .....	84
Tabel 4.16.	Hasil perangkaan pembobotan CPI krim wajah.....	84
Tabel 4.17.	Kombinasi perlakuan konsentrasi kaolin dan sukrosa ester pada sabun tanah.....	91
Tabel 4.18.	Formulasi sabun tanah.....	92
Tabel 4.19.	Hasil analisis uji organoleptik sabun tanah dengan AHP .....	99
Tabel 4.20.	Formulasi sabun tanah padat yang telah dihasilkan.....	100

## ABSTRAK

Indonesia merupakan produsen minyak sawit terbesar di dunia. Produksi minyak sawit Indonesia tahun 2022 mencapai 57,89 juta ton (Ditjenbun, 2022). Menurut Kemenperin (2022), sekitar 2,83 juta ton masih diekspor dalam bentuk *crude* CPO, sekitar 25,60 juta ton dalam bentuk *refined* dan sekitar 3,67 juta ton yang diekspor dalam bentuk oleokimia. Oleh sebab itu sangat diperlukan riset-riset yang terkait dengan teknologi proses produksi berbagai produk oleokimia dan aplikasinya untuk beragam produk industri yang bernilai tambah tinggi. Harapannya agar nilai tambah minyak sawit dapat dimanfaatkan dan dinikmati sebesar-besarnya oleh bangsa Indonesia. Salah satu alternatif produk oleokimia yang perlu diriset lebih lanjut adalah pengembangan proses produksi oleokimia sukrosa ester dan aplikasinya pada produk *personal care*, kosmetika dan *cleaning*. Sukrosa ester merupakan bahan baku terbarukan yang *environmentally friendly*, tidak beracun, biokompatibel dan *biodegradable* yang memiliki karakteristik emulsifikasi, *stabilizing* dan *conditioning* sangat baik sehingga banyak digunakan pada berbagai aplikasi produk emulsi. Peningkatan permintaan produk *personal care*, kosmetika dan *cleaning* pada berbagai kalangan usia setiap tahun selalu meningkat. Hal ini perlu ditanggapi dengan mengembangkan produk *personal care*, kosmetik dan *cleaning* berbahan alami dari oleokimia sukrosa ester sawit, sebagai upaya untuk peningkatan nilai tambah minyak sawit.

Tujuan umum penelitian ini adalah menghasilkan teknologi proses produksi oleokimia sukrosa ester berbahan ester sawit dan mengaplikasikannya pada produk *personal care*, kosmetik dan *cleaning*. Tujuan khusus penelitian tahun pertama ini adalah (a) menghasilkan kondisi proses produksi oleokimia sukrosa ester berbahan minyak sawit terbaik, (b) menghasilkan prototipe produk sukrosa ester yang dapat diaplikasikan pada produk *personal care*, kosmetik dan *cleaning*, (c) menghasilkan prototipe produk *personal care*, kosmetik dan *cleaning* berbahan oleokimia sukrosa ester sawit yang dihasilkan.

Kondisi proses esterifikasi/transesterifikasi asam lemak dan olein menggunakan katalis  $\text{H}_2\text{SO}_4$  98% dengan jumlah katalis bervariasi sesuai jenis asam lemak yang digunakan memberikan rendemen metil ester berkisar antara 87 - 97,7%. Metil ester oleat memiliki nilai rendemen tertinggi. Hasil analisis sifat fisikokimia metil ester yang dihasilkan meliputi: massa jenis pada suhu 40°C berkisar 0,85 – 0,87 g/cm<sup>3</sup>, viskositas pada suhu 40°C berkisar 2,31 - 5,35 cP, bilangan asam berkisar 0,01 - 3,48 mgKOH/g, bilangan penyabunan berkisar 191,84 - 231,39 mgKOH/g, bilangan iod berkisar 1,05 - 103,41 g-I<sub>2</sub>/100 g, gliserol total berkisar 0,008 - 0,066%-massa, gliserol bebas berkisar 0,004 - 0,042%-massa, bilangan ester berkisar 95,26 - 99,89%-massa.

Hasil analisis produk sukrosa ester yang dihasilkan menunjukkan pH berkisar 10,10 – 12,01, stabilitas busa berkisar 0 - 88%, stabilitas emulsi berkisar 20,91 – 78,44%, tegangan permukaan berkisar 23,60 – 32,57 dyne/cm, tegangan antarmuka berkisar 2,96 -17,30 dyne/cm, sudut kontak berkisar 14,39-89,00°, ukuran droplet berkisar 1,6 - 14,6 μ dan rendemen berkisar 29,08 – 59,05%. Uji FTIR menunjukkan gugus C=O pada rentang bilangan gelombang 1711 cm<sup>-1</sup> hingga 1747,51 cm<sup>-1</sup>, gugus C-H pada rentang bilangan gelombang 2852,72 cm<sup>-1</sup> hingga



3084  $\text{cm}^{-1}$  dan gugus  $\text{CH}_2$  pada rentang bilangan gelombang 2849  $\text{cm}^{-1}$  hingga 2880  $\text{cm}^{-1}$ .

Disain reaktor sukrolisis kapasitas 5 L/batch telah berhasil dibuat prototipenya dengan mengacu pada kondisi proses terbaik proses sukrolisis berbagai jenis metil ester asam lemak (laurat, miristat, palmitate, stearat, oleat) dan metil ester olein. Kapasitas produksi reaktor sukrolisis yang dihasilkan yaitu 5 L/batch, dengan diameter tangki 0,165 m, tinggi tangki 0,33 m menggunakan material SS 304, tekanan 1 bar dan suhu operasi 150 °C.

Formulasi produk *personal care*, kosmetika dan *cleaning* yang telah dilakukan meliputi produk losion, krim wajah dan sabun tanah. Formula ketiga produk yang dihasilkan ini menggunakan sukrosa ester yang telah dihasilkan, yaitu sukrosa ester laurat, miristat dan palmitat. Seluruh sampel lotion yang dihasilkan berada pada rentang SNI-16-4399 :1996. Berdasarkan parameter yang diuji menunjukkan bahwa sampel terbaik adalah losion berbahan sukrosa ester miristat 10%. Sampel tersebut memiliki stabilitas emulsi yang relatif baik serta cemaran mikroba negatif.

Formulasi krim wajah terbaik yaitu dengan penambahan sukrosa ester miristat 2%. Formulasi tersebut menunjukkan karakteristik krim wajah yang baik, diantaranya memiliki nilai pH 6,8; viskositas 5889 cP; ukuran globul 3,36  $\mu\text{m}$ ; penampakan homogen; dan tipe emulsi o/w, tidak terdapat pertumbuhan bakteri pada uji angka lempeng total dan hasil pengujian *cycling test* masih dalam batas aman syarat pemakaian kulit wajah, sudah sesuai dengan standar.

Produk sabun tanah dengan formulasi terbaik yaitu penambahan sukrosa ester 4%. Sabun tanah yang dihasilkan telah memenuhi SNI 3532:2016 sabun padat meliputi kadar air dan asam lemak bebas sebesar 14% dan 0,42%. Sabun tanah memiliki nilai pH sebesar 10, stabilitas busa tertinggi sebesar 83%, kekerasan 28,57 N/cm<sup>2</sup> dan tegangan permukaan sebesar 23,40 dyne/cm.

Berdasarkan hasil BMC, strategi perusahaan sebaiknya berfokus pada upaya mengembangkan dan meningkatkan nilai melalui inovasi produk sukrosa ester dan produk aplikasi memenuhi standar yang ada. Inovasi yang dilakukan dalam pemilihan produk, saluran pemasaran dan distribusi. Membangun keunggulan kompetitif di pasar melalui digitalisasi secara signifikan melalui platform media sosial.

Keywords: Asam lemak, krim wajah, metil ester, minyak sawit, losion, sabun tanah, sukrosa ester