

PENGGANDAAN SKALA DAN OPTIMASI PROSES PRODUKSI SUKROSA ESTER SAWIT SKALA 20 KG

SITI IZDIHAR AUFA NAQIYYAH



**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PERNYATAAN MENGENAI TUGAS AKHIR DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tugas akhir dengan judul “Penggandaan Skala dan Optimasi Proses Produksi Sukrosa Ester Sawit Skala 20 Kg” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tugas akhir ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Agustus 2024

Siti Izdihar Aufa Naqiyyah
F3401201084

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang menggunakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

ABSTRAK

SITI IZDIHAR AUFA NAQIYYAH. Penggandaan Skala dan Optimasi Proses Produksi Sukrosa Ester Sawit Skala 20 Kg. Dibimbing oleh ERLIZA HAMBALI dan RINI PURNAWATI.

Sukrosa ester adalah surfaktan oleokimia berbahan dasar asam lemak dari kelapa sawit. Sukrosa ester termasuk surfaktan nonionik dan memiliki afinitas tinggi terhadap air. Penelitian ini bertujuan untuk menggandakan skala produksi sukrosa ester sawit dari skala laboratorium ke skala 20 kg. Proses ini memastikan bahwa proses yang berhasil di laboratorium dapat direproduksi dalam skala yang lebih besar. Penggandaan skala sukrosa ester dilakukan optimasi pengadukan menggunakan reaktor *batch stirred tank* berbahan *stainless steel* 304 dengan dua jenis pengaduk turbin dan *anchor*. Sukrosa ester yang dihasilkan memiliki nilai HLB 15-17. Rendemen sukrosa ester tertinggi adalah 83%, dengan nilai tegangan permukaan/antarmuka 22,62 dyne/cm dan 12,4 dyne/cm. Sukrosa ester yang dihasilkan memiliki stabilitas busa yang baik dan emulsi yang bertahan hingga waktu pengamatan tiga minggu. Pengaduk *turbine* menghasilkan kualitas homogenitas dalam pencampuran yang lebih baik daripada pengaduk *anchor* sehingga sukrosa ester yang dibuat menggunakan jenis pengaduk turbin menunjukkan performa yang lebih baik.

Kata kunci: metil ester, pengaduk *anchor*, pengaduk *turbine*, penggandaan skala, sukrosa ester

ABSTRACT

SITI IZDIHAR AUFA NAQIYYAH. *Scale-Up and Process Optimization of 20 Kg Palm Sucrose Ester Production*. Supervised by ERLIZA HAMBALI and RINI PURNAWATI.

Sucrose ester is an oleochemical surfactant derived from fatty acids of palm oil. Sucrose ester is a nonionic surfactant with a high affinity for water. This research aims to scale up the production of palm sucrose ester from laboratory scale to 20 kg. This process ensures that the successful laboratory procedure can be reproduced on a larger scale. The scale-up of sucrose ester involved optimization of mixing using a batch stirred tank reactor made of stainless steel 304, equipped with two types of impellers: turbine and anchor. The sucrose ester produced had an HLB value of 15-17. The highest yield of sucrose ester was 83%, with a surface/interfacial tension of 22.62 dyne/cm and 12.4 dyne/cm. The sucrose ester exhibited good foam stability and emulsion stability lasting up to three weeks of observation. The turbine impeller provided better mixing homogeneity compared to the anchor impeller, resulting in better performance of the sucrose ester produced using the turbine impeller.

Keywords: *anchor impeller, methyl ester, turbine impeller, scale up, sucrose ester*

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PENGGANDAAN SKALA DAN OPTIMASI PROSES PRODUKSI SUKROSA ESTER SAWIT SKALA 20 KG

SITI IZDIHAR AUFA NAQIYYAH

Tugas Akhir
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknik pada
Program Studi Teknik Industri Pertanian

**DEPARTEMEN TEKNOLOGI INDUSTRI PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Skripsi:

- 1 Prof. Dr. Ir. Erliza Noor
- 2 Dr. Elisa Anggraeni, STP, MSc, IPM



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Judul Tugas Akhir : Penggandaan Skala dan Optimasi Proses Produksi
Sukrosa Ester Sawit Skala 20 Kg
Nama : Siti Izdihar Aufa Naqiyyah
NIM : F3401201084

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Prof. Dr. Ir. Erliza Hambali, M.Si



Pembimbing 2:
Dr. Rini Purnawati S.TP, M.Si



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:
Prof. Dr. Ono Suparno, S.TP, M.T
NIP. 197212031997021001



Tanggal Ujian:
14 Agustus 2024

Tanggal Lulus:

@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala rahmat dan karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Penelitian ini dilaksanakan sejak bulan Januari 2024 sampai bulan Agustus 2024 dengan judul "Penggandaan Skala dan Optimasi Proses Produksi Sukrosa Ester Sawit Skala 20 Mg". Penulis ingin mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses pembuatan laporan karya ilmiah ini antara lain kepada:

1. Prof. Dr. Erliza Hambali, Dr. Elisa Anggraeni, STP, MSc, IPM., Dr. Rini Purnawati selaku dosen pembimbing dan Dosen PIC yang telah memberikan saran, arahan, serta ilmu yang bermanfaat pada penelitian ini.
2. Prof. Dr. Ono Suparno, MT selaku Ketua Departemen Teknologi Industri Pertanian.
3. Para dosen, staff, dan seluruh civitas Departemen Teknologi Industri Pertanian yang telah memberikan ilmu selama studi.
4. Pihak PT Ratu Bio Indonesia dan SBRC yang telah membantu, memfasilitasi, dan memberikan informasi yang penulis butuhkan selama proses penelitian.
5. Anggota tim, Ayustia Gita Pratiwi dan Yuliana Muslimah yang telah kebersamai proses penelitian ini dan menjadi teman diskusi yang baik.
6. Umi dan Abi yang selalu mendukung dan memberikan doa terbaik selama berjalannya penelitian ini.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Agustus 2024

Siti Izdihar Aufa Naqiyyah

DAFTAR ISI

ABSTRAK	2
ABSTRACT	2
DAFTAR TABEL	10
DAFTAR GAMBAR	10
DAFTAR LAMPIRAN	10
I PENDAHULUAN	11
1.1 Latar Belakang	11
1.2 Rumusan Masalah	12
1.3 Tujuan	12
1.4 Manfaat	12
1.5 Ruang Lingkup	12
II METODE	13
2.1 Tahapan Desain Keteknikan	13
2.2 Waktu dan Tempat	14
2.3 Alat dan Bahan	14
2.4 Prosedur Kerja	14
2.5 Rancangan Percobaan dan Analisis Data	15
III HASIL DAN PEMBAHASAN	16
3.1 Hasil Eksplorasi	16
3.2 Formulasi Permasalahan Desain Keteknikan	16
3.3 Hasil Pembangkitan Alternatif Solusi	16
3.4 Pengembangan dan Uji Solusi Keteknikan Iterasi 1	18
3.5 Pengembangan dan Uji Solusi Keteknikan Iterasi 2	19
3.6 Validasi	29
IV SIMPULAN DAN SARAN	31
4.1 Simpulan	31
4.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	35
RIWAYAT HIDUP	45



DAFTAR TABEL

1	Rancangan percobaan	15
2	Karakteristik fisik pengaduk dan fluida	17
3	Analisis sifat fisiko kimia metil ester	20
4	Hasil perhitungan nilai HLB sukrosa ester	21
5	Hasil pengujian stabilitas emulsi sukrosa ester	25
6	Waktu retensi dan jumlah kandungan sukrosa ester	29
7	Perbandingan karakteristik sukrosa ester hasil penelitian terbaik dibandingkan dengan sukrosa ester komersial	30

DAFTAR GAMBAR

1	Jenis pengaduk (a) <i>turbine</i> (b) <i>anchor</i>	17
2	Reaksi esterifikasi metil ester	18
3	Reaksi Transesterifikasi Sukrosa (Hass 1977)	20
4	Neraca massa produksi sukrosa ester palmitat	21
5	Neraca massa produksi sukrosa ester stearat	21
6	Histogram hubungan jenis pengaduk terhadap rendemen sukrosa ester yang dihasilkan	22
7	Histogram hubungan jenis pengaduk terhadap tegangan permukaan sukrosa ester yang dihasilkan	23
8	Histogram hubungan jenis pengaduk terhadap stabilitas busa sukrosa ester yang dihasilkan	24
9	Histogram hubungan jenis pengaduk terhadap tegangan antarmuka sukrosa ester yang dihasilkan	24
10	Histogram hubungan jenis pengaduk terhadap pH sukrosa ester yang dihasilkan	26
11	Gugus fungsi a) SE stearat komersial b) SE stearat pengaduk <i>turbine</i> c) SE palmitat komersial d) SE palmitat pengaduk <i>turbine</i>	27
12	Hasil analisis HPLC sampel sukrosa ester a) SE palmitat <i>turbine</i> b) SE palmitat <i>anchor</i> c) SE stearat <i>turbine</i> d) SE stearat <i>anchor</i>	28
13	Hasil analisis HPLC sukrosa ester komersial a) palmitat b) stearat	28
14	Pola aliran pengaduk (a) <i>turbine</i> (b) <i>anchor</i> (Shabrina <i>et al.</i> 2018)	30

DAFTAR LAMPIRAN

1	Perhitungan kebutuhan bahan pembuatan sukrosa ester palmitat	36
2	Perhitungan kebutuhan bahan pembuatan sukrosa ester stearat	36
3	Perhitungan persentase rendemen sukrosa ester palmitat berdasarkan stoikiometri	37
4	Perhitungan persentase rendemen sukrosa ester stearat berdasarkan stoikiometri	37
5	Perhitungan Bilangan Reynolds	38
6	Perhitungan Daya	38
7	Prosedur Analisis	38
8	Hasil sidik ragam rendemen sukrosa ester	42
9	Hasil sidik ragam tegangan permukaan sukrosa ester	42
10	Hasil sidik ragam stabilitas busa sukrosa ester	43
11	Hasil sidik ragam tegangan antarmuka sukrosa ester	43
12	Hasil sidik ragam pH sukrosa ester	44