



KINETIKA KRISTALISASI FORMULA CAMPURAN MINYAK YANG BEBAS ASAM LEMAK TRANS UNTUK PRODUKSI MARGARIN DI PT SMII

FERDINANDUS ARCHIE PANGESTU



**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

- 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

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



PERNYATAAN MENGENAI SKRIPSI DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Kinetika Kristalisasi Formula Campuran Minyak yang Bebas Asam Lemak Trans untuk Produksi Margarin di PT. SMII” 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 skripsi ini.

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

Bogor, Juni 2021

Ferdinandus Archie Pangestu
F24170046

- 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.



ABSTRAK

FERDINANDUS ARCHIE PANGESTU. Kinetika Kristalisasi Formula Campuran Minyak yang Bebas Asam Lemak Trans untuk Produksi Margarin di PT. SMII. Dibimbing oleh NURHENI SRI PALUPI, NUR WULANDARI, dan DIMAS SUPRIYADI.

Sebagai upaya penghilangan asam lemak trans dalam produk margarin PT. SMII, dilakukan penggantian campuran minyak asam lemak trans awal (*reference*) dengan campuran minyak non-trans-fat (NTF). Perbandingan sifat pelelehan dan kinetika kristalisasi kedua campuran minyak perlu dilakukan untuk mendapatkan campuran minyak NTF dengan sifat fisik yang serupa dengan campuran minyak *reference*. Perbandingan dilakukan antara campuran minyak *reference* dengan tiga jenis campuran minyak NTF. Penelitian dilakukan dengan menganalisis minyak bahan baku, mencampur minyak menjadi campuran minyak *reference* dan campuran minyak NTF, dan menganalisis campuran minyak. Analisis minyak bahan baku dan campuran minyak mencakup analisis *fatty acid composition* (FAC), *iodine value* (IV), dan *solid fat content* (SFC), serta analisis *slip melting point* (SMP) khusus pada campuran minyak. Sifat pelelehan ditentukan dengan analisis SFC, sedangkan kinetika kristalisasi ditentukan dengan model Avrami. Hasil analisis menunjukkan campuran minyak NTF tidak terdeteksi asam lemak trans. Indeks Avrami campuran minyak *reference* dan NTF-1 berturut-turut adalah 0.1413 ± 0.0047 menit⁻ⁿ dan 0.1369 ± 0.0016 menit⁻ⁿ untuk konstanta laju pembentukan kristal lemak (k); 0.93 ± 0.02 dan 0.94 ± 0.01 untuk eksponen Avrami (n). Campuran minyak NTF-1 dipilih sebagai campuran minyak alternatif karena SFC campuran minyak NTF-1 yang sesuai dengan spesifikasi perusahaan dan indeks Avrami campuran minyak NTF-1 yang tidak berbeda signifikan dengan campuran minyak *reference*.

Kata kunci: Asam lemak trans, indeks Avrami, kinetika kristalisasi, margarin, sifat pelelehan

ABSTRACT

FERDINANDUS ARCHIE PANGESTU. Crystallization Kinetics of Trans Fat Free Oil Blend Formula for PT. SMII Margarine Production. Supervised by NURHENI SRI PALUPI, NUR WULANDARI, and DIMAS SUPRIYADI.

To remove trans fatty acids in PT. SMII margarine products, non-trans-fat (NTF) oil blend needs to replace trans-fatty-acid (reference) oil blend. Melting properties and crystallization kinetics comparison of both oil blends is necessary to obtain NTF oil blend with identical physical properties to the reference oil blend. Comparison is done between reference oil blend and three NTF oil blends. The research was conducted by analyzing raw material oils, mixing the oils into reference and NTF oil blend then analyzing the oil mixture. Raw material oils and oil blends analysis include fatty acid composition (FAC), iodine value (IV), and solid fat content (SFC) analysis, also slip melting point (SMP) analysis specifically for oil blends. Melting properties were determined by SFC analysis, while crystallization kinetics were determined using Avrami model. Results show that no trans fatty acids detected in NTF oil blends. Avrami indexes of reference and NTF-1 oil blend respectively are $0.1413 \pm 0.0047 \text{ min}^{-n}$ and $0.1369 \pm 0.0016 \text{ min}^{-n}$ for the rate of crystallization constant (k); 0.93 ± 0.02 and 0.94 ± 0.01 for the Avrami exponent (n). NTF-1 oil blend was selected as alternative oil blend because the SFC is in accordance with the company's specification and Avrami indexes are not significantly different from reference oil blend.

Keywords: Avrami index, crystallization kinetics, margarine, melting properties, trans fatty acids

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 mengemukakan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin 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.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2021¹
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.



KINETIKA KRISTALISASI FORMULA CAMPURAN MINYAK YANG BEBAS ASAM LEMAK TRANS UNTUK PRODUKSI MARGARIN DI PT SMII

FERDINANDUS ARCHIE PANGESTU

Skripsi
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Sarjana Teknologi Pangan pada
Program Studi Teknologi Pangan

**DEPARTEMEN ILMU DAN TEKNOLOGI PANGAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2021**

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. **Dr. Ir. Nurheni Sri Palupi, M.Si**
2. **Dr. Nur Wulandari, S.TP, M.Si**
3. **Dimas Supriyadi, S.TP**



@Hak cipta milik IPB University

IPB University



IPB University
— Bogor Indonesia —

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.

Perpustakaan IPB University



Judul Skripsi : Kinetika Kristalisasi Formula Campuran Minyak yang Bebas Asam Lemak Trans untuk Produksi Margarin di PT. SMII

Nama : Ferdinandus Archie Pangestu
NIM : F24170046

@Hak cipta milik IPB University

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Ir. Nurheni Sri Palupi, M.Si
NIP. 19610802 198703 2 002



Pembimbing 2:
Dr. Nur Wulandari, S.TP, M.Si
NIP. 19741003 200003 2 001



Diketahui oleh

Ketua Departemen Ilmu dan Teknologi Pangan:
Dr. Eko Hari Purnomo, S.TP, M.Sc
NIP. 19760412 199903 1 004



Tanggal Ujian: 9 Juli 2021

Tanggal Lulus:

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan Januari 2021 sampai bulan April 2021 ini ialah kristalisasi campuran minyak produk margarin, dengan judul “Kinetika Kristalisasi Formula Campuran Minyak yang Bebas Asam Lemak Trans untuk Produksi Margarin di PT. SMII”. Kegiatan penelitian dilaksanakan di PT. Sinar Meadow International Indonesia (SMII), sebuah industri pangan yang bergerak dalam pengolahan minyak dan lemak nabati menjadi produk-produk pangan olahan berupa margarin, *frying fat*, dan *shortening*.

Terima kasih penulis ucapkan kepada tim pembimbing, Ibu Dr. Ir. Nurheni Sri Palupi, MS sebagai dosen pembimbing pertama, Ibu Dr. Nur Wulandari, S.TP, M.Si sebagai dosen pembimbing kedua, dan Bapak Dimas Supriyadi, S.TP sebagai pembimbing lapang dan dosen penguji luar komisi yang telah membimbing penulis dalam proses pelaksanaan penelitian dan yang telah memberikan banyak ilmu. Ucapan terima kasih juga penulis sampaikan kepada orang tua dan seluruh keluarga yang telah mendukung dan memberi kepercayaan kepada penulis untuk menempuh perkuliahan di Institut Pertanian Bogor, serta tim dosen dan staff pengajar Departemen ITP yang telah memberikan banyak ilmu, bimbingan, dan pengalaman dalam bidang pangan.

Penulis memberikan ucapan terima kasih sebesar-besarnya kepada Bapak Budi Adimulyo, Bapak Payaman Pandiangan, Ibu Muyarni, Bapak Dimas Supriyadi, Bapak Suroto, Ibu Trancy, Bapak Djarot, Bapak Edi Tri, Bapak Harun, Ibu Lensi, Bapak Uci, Bapak Edi Pur, Bapak Agus, Bapak Sanusi, Mas Dedi, Mas Dian, serta pihak PT. SMII yang telah mengizinkan pelaksanaan penelitian, membantu penyediaan sampel penelitian, memberikan masukan dalam proses pengambilan data, dan memberikan ilmu mengenai proses-proses yang terlibat dalam pembuatan margarin. Apresiasi juga penulis berikan kepada Stacia dan Alifah sebagai rekan bimbingan Ibu Heni yang saling memberikan dukungan, Aisyah sebagai rekan kegiatan magang dan penelitian di PT. SMII, serta Sarah, Hanind, Garda, Ilham, Moch. Fikri, Syawal, James Michael, Nadia, Sekar, Delia, Felix Ho, Fernaldy, Noah, Huda, Abdurrachman, Tefa, Felia, dan teman-teman ITP 54 yang telah memberikan doa, dan dukungan selama penelitian dan perkuliahan.

Peneliti menyadari bahwa masih terdapat beberapa kekurangan dalam penelitian ini. Oleh karena itu, peneliti mengharapkan kritik dan saran untuk meningkatkan kualitas penelitian. Penulis juga berharap karya ilmiah dapat memberi manfaat bagi pihak PT. SMII, pihak lain yang membutuhkan, serta bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2021

Ferdinandus Archie Pangestu



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR GAMBAR	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	3
1.4 Manfaat Penelitian	3
TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 Minyak Sawit dan Minyak Inti Sawit	4
2.2 Margarin dan Teknologi Pengolahan Margarin	6
2.3 Parameter Kualitas Fisik Lemak	8
2.4 Asam Lemak Trans dan Pengaruhnya Terhadap Kesehatan	11
III METODE	13
3.1 Waktu dan Tempat	13
3.2 Alat dan Bahan	13
3.3 Prosedur Kerja	13
3.4 Metode Analisis	17
3.5 Analisis Data	19
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	21
4.1 Karakteristik Fisikokimia Minyak Bahan Baku	21
4.2 Campuran minyak Margarin	27
4.3 Karakteristik Fisikokimia Campuran minyak	29
4.4 Kinetika Kristalisasi Campuran minyak	36
V SIMPULAN DAN SARAN	43
5.1 Simpulan	43
5.2 Saran	43
DAFTAR PUSTAKA	44
LAMPIRAN	48
RIWAYAT HIDUP	85

DAFTAR TABEL

1	Komposisi asam lemak pada minyak sawit	5
2	Komposisi asam lemak pada minyak inti sawit	6
3	Rancangan formula campuran minyak penelitian	16
4	Komposisi asam lemak pada minyak bahan baku (%)	21
5	<i>Iodine value</i> (IV) minyak bahan baku	23
6	<i>Solid fat content</i> (SFC) pada minyak bahan baku	25
7	Spesifikasi SFC minyak bahan baku PT. SMII	25
8	Komposisi asam lemak pada campuran minyak (%)	29
9	<i>Iodine value</i> (IV) campuran minyak	31
10	<i>Slip melting point</i> (SMP) campuran minyak	32
11	<i>Solid fat content</i> (SFC) campuran minyak	34
12	Indeks Avrami masing-masing campuran minyak	40

DAFTAR GAMBAR

1	Tahapan kerja penelitian	14
2	Profil SFC minyak-minyak bahan baku	26
3	Campuran minyak <i>reference</i>	28
4	Profil SFC campuran minyak	34
5	Kinetika kristalisasi campuran minyak pada suhu kristalisasi 20 °C	37
6	Hubungan $\ln(t)$ dengan $\ln[-\ln(1-F)]$ perhitungan indeks Avrami campuran minyak <i>reference</i> pada suhu kristalisasi 20 °C	38
7	Hubungan $\ln(t)$ dengan $\ln[-\ln(1-F)]$ perhitungan indeks Avrami campuran minyak NTF-1 pada suhu kristalisasi 20 °C	39
8	Hubungan $\ln(t)$ dengan $\ln[-\ln(1-F)]$ perhitungan indeks Avrami campuran minyak NTF-2 pada suhu kristalisasi 20 °C	39
9	Hubungan $\ln(t)$ dengan $\ln[-\ln(1-F)]$ perhitungan indeks Avrami campuran minyak NTF-3 pada suhu kristalisasi 20 °C	40

DAFTAR LAMPIRAN

1	Lampiran 1 Kromatogram hasil analisis FAC minyak bahan baku	49
2	Lampiran 2 Kromatogram hasil analisis FAC campuran minyak	55
3	Lampiran 3 Hasil ANOVA dan uji lanjut DMRT analisis IV campuran minyak	59
4	Lampiran 4 Hasil ANOVA dan uji lanjut DMRT analisis SMP campuran minyak	60
5	Lampiran 5 Hasil ANOVA dan uji lanjut DMRT analisis SFC campuran minyak	61
6	Lampiran 6 Data kinetika kenaikan SFC campuran minyak pada suhu kristalisasi 20 °C	63
7	Lampiran 7 Perhitungan indeks Avrami campuran minyak	69

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.

8	Lampiran 8 Kurva hubungan $\ln(t)$ dan $\ln[-\ln(1-F)]$ masing-masing campuran minyak	77
9	Lampiran 9 Rekap data indeks Avrami campuran minyak	83
10	Lampiran 10 Hasil ANOVA dan uji lanjut DMRT indeks Avrami campuran minyak	84

@Hak cipta milik IPB University

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.