



**OPTIMASI PRODUKSI *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO)
BERDASARKAN RENDEMEN SECARA FERMENTASI
DENGAN METODE PERMUKAAN RESPON**

SKRIPSI

Oleh

**Ririn Rofi' Mahmudah
NIM 151710101078**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**



**OPTIMASI PRODUKSI *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO)
BERDASARKAN RENDEMEN SECARA FERMENTASI
DENGAN METODE PERMUKAAN RESPON**

SKRIPSI

diajukan guna melengkapi tugas akhir dan memenuhi salah satu syarat untuk menyelesaikan studi pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian dan mencapai gelar Sarjana Teknologi Pertanian

Oleh

**Ririn Rofi' Mahmudah
NIM 151710101078**

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERTANIAN
FAKULTAS TEKNOLOGI PERTANIAN
UNIVERSITAS JEMBER
2019**

PERSEMBAHAN

Karya tulis ini saya persembahkan kepada:

1. Allah SWT yang Maha Sempurna Pertolongan-Nya;
2. Ibu Umi Wajiroh dan Bapak Subakdi tercinta, yang telah mendidik, membimbing, mendoakan, memberikan segala dukungan dalam bentuk apapun yang tak ternilai dan mencurahkan segala perhatian;
3. Seluruh keluarga yang telah memberikan doa, kasih sayang, dan dukungan selama ini;
4. Semua guru saya sejak TK sampai perguruan tinggi yang terhormat, telah memberikan ilmu, membimbing dengan penuh kesabaran dan keikhlasan;
5. Dr. Nurhayati, S.TP, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama;
6. Ir. Giyarto M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota;
7. Jajaran Dekanat Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
8. Almamater tercinta, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
9. Teman-teman seperjuangan FTP 2015, terimakasih atas persahabatan yang terjalin selama ini;
10. Teman-teman THP C, terimakasih atas persahabatan dan kekeluargaan yang terjalin selama ini;
11. Teman-teman Kos Alya, terimakasih atas kekeluargaan yang terjalin selama ini;
12. Sahabat-sahabat yang telah sama-sama berjuang, terimakasih untuk saling mengingatkan dan memberikan semangat.

MOTTO

“Hai orang-orang yang beriman, Jadikanlah sabar dan shalatmu Sebagai penolongmu, sesungguhnya Allah beserta orang-orang yang sabar”

(Al-Baqarah: 153)

Maka nikmat Tuhan yang manakah, yang kamu dustakan (QS. Ar-Rahman: 55)

“Nilai seseorang sesuai dengan kadar tekadnya, ketulusannya sesuai dengan kadar kemanusiaanya, keberaniannya sesuai dengan kadar penolakannya terhadap perbuatan jahat dan kesucian hati nuraninya sesuai kadar kepekaannya terhadap kehormatan dirinya” (Ali bin Abi Thalib)

LEMBAR PERNYATAAN

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

nama : Ririn Rofi' Mahmudah

NIM : 151710101078

menyatakan dengan sesungguhnya bahwa karya ilmiah yang berjudul “Optimasi Produksi *Virgin Coconut Oil* (VCO) Berdasarkan Rendemen Secara Fermentasi dengan Metode Permukaan Respon” adalah benar-benar hasil karya sendiri, kecuali kutipan yang sudah saya sebutkan sumbernya, belum pernah diajukan pada institusi manapun, dan bukan karya jiplakan. Saya bertanggungjawab atas keabsahan dan kebenaran isinya sesuai dengan sikap ilmiah yang harus dijunjung tinggi.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya, tanpa ada tekanan dan paksaan dari pihak manapun serta bersedia mendapat sanksi akademik jika ternyata di kemudian hari pernyataan ini tidak benar.

Jember, 16 Desember 2019
Yang menyatakan,

Ririn Rofi' Mahmudah
151710101078

SKRIPSI

**OPTIMASI PRODUKSI *VIRGIN COCONUT OIL* (VCO)
BERDASARKAN RENDEMEN SECARA FERMENTASI
DENGAN METODE PERMUKAAN RESPON**

Oleh

Ririn Rofi' Mahmudah
NIM 151710101078

Pembimbing:

Dosen Pembimbing Utama : Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si

Dosen Pembimbing Anggota : Ir. Giyarto, M.Sc

PENGESAHAN

Skripsi berjudul “Optimasi Produksi *Virgin Coconut Oil* (VCO) Berdasarkan Rendemen Secara Fermentasi dengan Metode Permukaan Respon” oleh Ririn Rofi' Mahmudah, NIM.151710101078 telah diuji dan disahkan pada:

Hari, tanggal : Senin, 21 Oktober 2019

Tempat : Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember

Dosen Pembimbing Utama

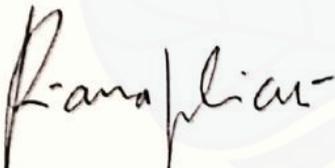

Dr. Nurhayati, S.TP., M.Si
NIP. 197904102003122004

Dosen Pembimbing Anggota

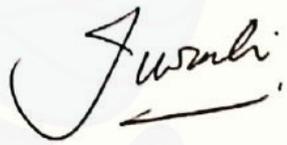

Ir. Giyarto, M.Sc
NIP. 196607181993031013

Tim Penguji

Penguji Utama


Dr. Triana Lindriati, S.T., M.P
NIP. 196808141998032001

Penguji Anggota


Dr. Ir. Sih Yuwanti, M.P
NIP. 196507081994032002

Mengesahkan,
Dekan Fakultas Teknologi Pertanian
Universitas Jember



Dr. Siswoyo Soekarno S.TP., M.Eng
NIP. 196809231994031009

RINGKASAN

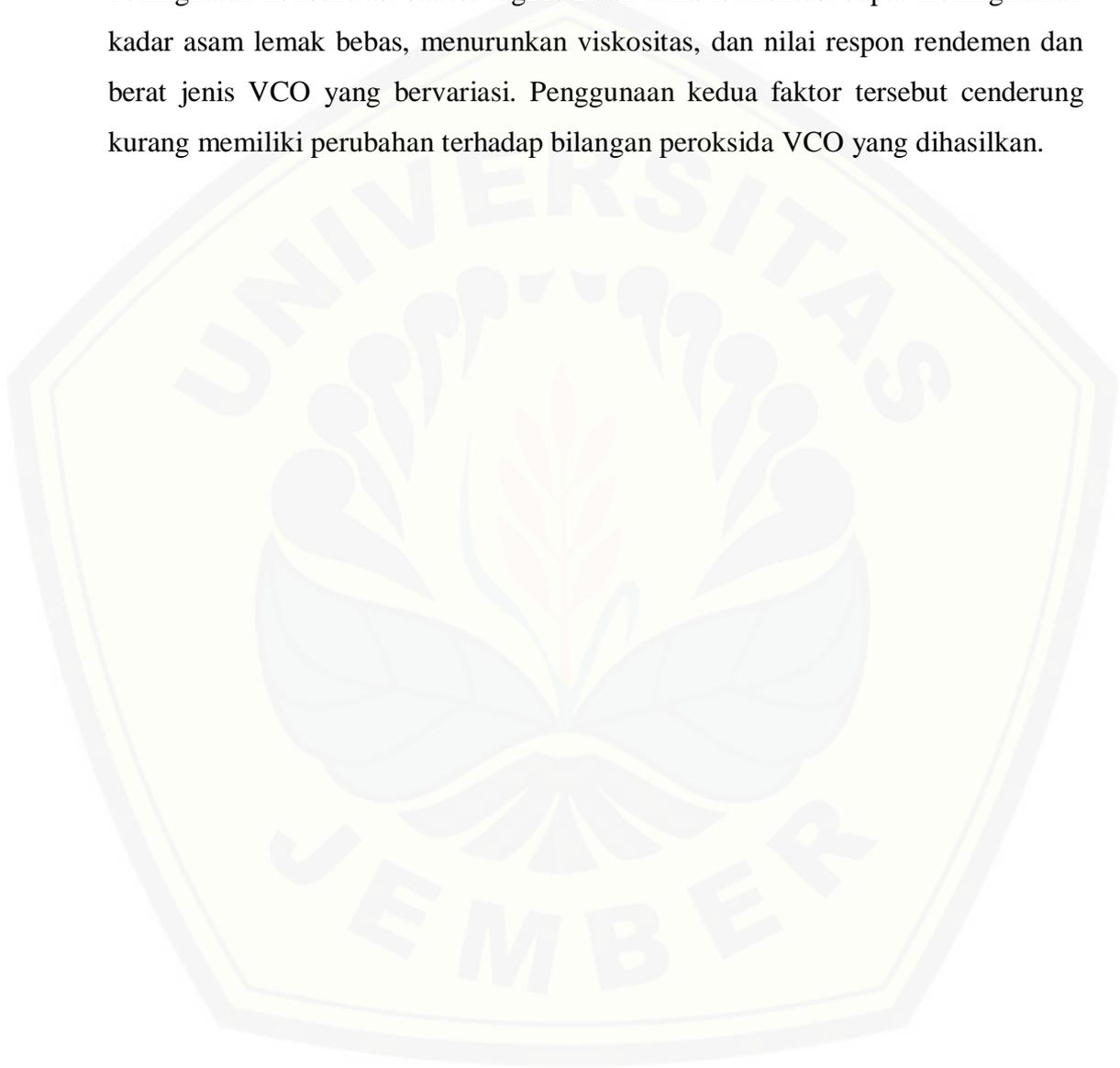
Optimasi Produksi *Virgin Coconut Oil* (VCO) Berdasarkan Rendemen Secara Fermentasi dengan Metode Permukaan Respon; Ririn Rofi' Mahmudah, NIM.151710101078; 2019; 63 halaman; Program Studi Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Jember.

Virgin Coconut Oil (VCO) dihasilkan dari daging buah kelapa yang tua. Minyak tersebut diperoleh dari krim santan yang diselubungi oleh lapisan lipoprotein. Pembebasan fraksi minyak terjadi jika lapisan lipoprotein pecah. Pemecahan lipoprotein dapat dilakukan oleh aktivitas mikroba, seperti *Saccharomyces cerevisiae* pada ragi roti. Jumlah VCO yang dihasilkan dipengaruhi oleh banyaknya ragi dan lama fermentasi dalam media krim santan. Penentuan titik optimal rendemen VCO dapat dilakukan dengan Metode Permukaan Respon. Tujuan penelitian ini adalah menentukan titik optimal rendemen pada produksi VCO secara fermentasi dan mengetahui karakteristik fisik dan kimia VCO yang dihasilkan akibat penggunaan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi yang berbeda.

Penelitian dilakukan menggunakan RSM untuk penentuan titik optimal rendemen VCO dengan faktor konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi. Penelitian dilakukan dengan tahapan yaitu pembuatan starter ragi roti dan pembuatan VCO, serta penentuan kondisi optimal dengan RSM. RSM memiliki tahapan sebagai berikut: tahap penyaringan pada model orde pertama, melakukan metode *steepest ascent* untuk pergerakan level, dan pembuatan model orde kedua sebagai tahap optimasi. Data hasil optimasi rendemen VCO disajikan menggunakan perangkat lunak *Minitab 14* yang diinterpretasikan pada *countour plot* dan *surface plot*. Hasil pengujian sifat fisik dan kimia VCO disajikan secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk grafik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa rendemen VCO optimum diperoleh dengan menggunakan konsentrasi starter ragi roti 9% dan lama fermentasi 19 jam

dengan rendemen sebesar 33,5%. Persamaan yang didapatkan dari tahap optimasi yaitu $y = 30,1552 + 0,2083x_1 + 1,7083x_2 - 0,459052x_1^2 + 0,290948x_2^2 - 0,375x_1x_2$. Variasi konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi cenderung menghasilkan perbedaan nilai rendemen dan sifat fisik dan kimia VCO yang diperoleh. Peningkatan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi dapat meningkatkan kadar asam lemak bebas, menurunkan viskositas, dan nilai respon rendemen dan berat jenis VCO yang bervariasi. Penggunaan kedua faktor tersebut cenderung kurang memiliki perubahan terhadap bilangan peroksida VCO yang dihasilkan.



SUMMARY

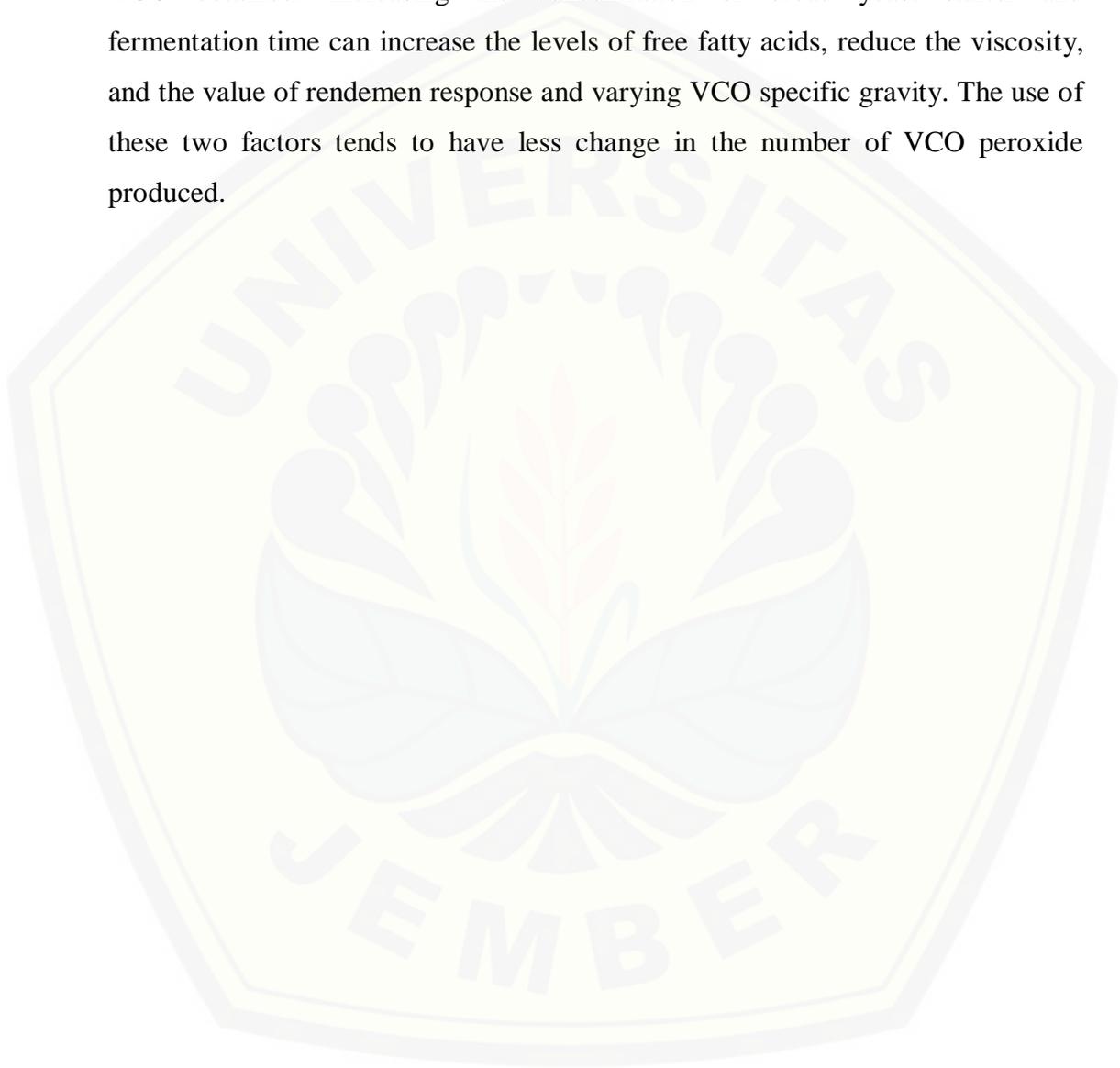
Optimasi Produksi *Virgin Coconut Oil* (VCO) Berdasarkan Rendemen Secara Fermentasi dengan Metode Permukaan Respon; Ririn Rofi' Mahmudah, NIM.151710101078; 2019; 63 Pages; Study Program of Agricultural Product Technology, Faculty of Agricultural Technology, University of Jember.

Virgin Coconut Oil (VCO) is produced from the flesh of old coconuts. The oil is obtained from coconut milk cream which is covered by a layer of lipoprotein. Liberation of the oil fraction occurs if the lipoprotein layer ruptures. The breakdown of lipoproteins can be carried out by microbial activity, such as *Saccharomyces cerevisiae* in bread yeast. The amount of VCO produced is influenced by the amount of yeast and fermentation time in coconut milk cream media. Determination of the optimal VCO yield point can be done with the Response Surface Method. The purpose of this study is to determine the optimal yield point in fermented VCO production and to know the physicochemical characteristics of VCO produced due to the use of different concentrations of bread yeast starter and fermentation time.

The study was conducted using RSM to determine the optimal point of VCO yield with a factor of bread yeast starter concentration and fermentation time. The research was carried out in stages, namely the manufacture of bread yeast starter and the making of VCO, as well as the determination of optimal conditions with RSM. RSM has the following stages: the screening stage in the first order model, using the steepest ascent method for level movement, and the creation of the second order model as the optimization stage. The data from the VCO yield optimization is presented using Minitab 14 software which is interpreted in the countour plot and surface plot. The results of physical and chemical properties of VCO are presented descriptively and presented graphically.

The results showed that the optimum VCO yield was obtained by using a 9% bread yeast starter concentration and 19 hours fermentation time with a yield

of 33.5%. The equation obtained from the optimization stage is $y = 30.1552 + 0.2083x_1 + 1.7083x_2 - 0.459052x_1^2 + 0.290948x_2^2 - 0.375x_1x_2$. Variations in bread yeast starter concentration and fermentation time tend to produce differences in the yield value and the physical and chemical properties of the VCO obtained. Increasing the concentration of bread yeast starter and fermentation time can increase the levels of free fatty acids, reduce the viscosity, and the value of rendemen response and varying VCO specific gravity. The use of these two factors tends to have less change in the number of VCO peroxide produced.



PRAKATA

Alhamdulillahirobbil'alamin, puji syukur kehadiran Allah SWT, yang telah melimpahkan rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi yang berjudul "Optimasi Produksi *Virgin Coconut Oil* (VCO) Berdasarkan Rendemen Secara Fermentasi dengan Metode Permukaan Respon". Skripsi ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat menyelesaikan pendidikan Strata Satu (S1) pada Program Studi Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember. Dalam penyusunan skripsi ini penulis tidak lepas dari bantuan berbagai pihak. Oleh karena itu dalam kesempatan ini penulis menyampaikan terima kasih kepada:

1. Dr. Siswoyo Soekarno S.TP., M.Eng selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember;
2. Dr. Nurhayati, S.TP, M.Si selaku Dosen Pembimbing Utama;
3. Ir. Giyarto M.Sc selaku Dosen Pembimbing Anggota;
4. Dr.Triana Lindriati, S.T., M.P dan Dr. Ir. Sih Yuwanti M.P selaku tim penguji;
5. Semua pihak yang tidak dapat disebutkan satu persatu, yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan dan sangat mengharap saran dan kritik yang bersifat membangun dari semua pihak. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan dapat menambah wawasan pembaca pada umumnya.

Jember, 16 Desember 2019

Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN SAMPUL	i
HALAMAN JUDUL	ii
HALAMAN PERSEMBAHAN	iii
HALAMAN MOTTO	iv
HALAMAN PERNYATAAN	v
HALAMAN PEMBIMBINGAN	vi
HALAMAN PENGESAHAN	vii
RINGKASAN	viii
SUMMARY	x
PRAKATA	xii
DAFTAR ISI	xiii
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR GAMBAR	xvi
DAFTAR LAMPIRAN	xvii
BAB 1. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan Penelitian	4
1.4 Manfaat Penelitian	4
BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA	5
2.1 Buah Kelapa	5
2.1.1 Daging Buah Kelapa.....	5
2.1.2 Santan.....	6
2.2 Virgin Coconut Oil (VCO)	7
2.3 Pengolahan Virgin Coconut Oil (VCO) Secara Fermentasi ..	8
2.4 Sifat Fisik dan Kimia VCO	9
2.5 Metode Permukaan Respon	12
BAB 3. METODOLOGI PENELITIAN	16
3.1 Tempat dan Waktu Penelitian	16
3.2 Alat dan Bahan Penelitian	16
3.3 Pelaksanaan Penelitian	16
3.3.1 Rancangan Percobaan	16
3.3.2 Tahapan Penelitian.....	21
3.4 Parameter Pengamatan	25
3.5 Prosedur Analisis	25

3.5.1 Analisis Rendemen VCO	25
3.5.2 Analisis Viskositas.....	25
3.5.3 Analisis Berat Jenis.....	26
3.5.4 Analisis Asam Lemak Bebas.....	26
3.5.5 Analisis Bilangan Peroksida.....	26
3.6 Analisis Data	27
BAB 4. HASIL DAN PEMBAHASAN	28
4.1 Optimasi Produksi VCO Berdasarkan Rendemen	28
4.2 Viskositas VCO.....	35
4.3 Berat Jenis VCO.....	37
4.4 Asam Lemak Bebas VCO.....	39
4.5 Bilangan Peroksida VCO	42
BAB 5. PENUTUP	44
5.1 Kesimpulan	44
5.2 Saran.....	44
DAFTAR PUSTAKA.....	45
LAMPIRAN.....	48

DAFTAR TABEL

	Halaman
2.1 Komposisi buah kelapa	5
2.2 Komposisi kimia daging buah kelapa pada berbagai tingkat kematangan.	6
2.3 Syarat mutu VCO menurut SNI 7381-2008	8
3.1 Faktor dan level percobaan.....	17
3.2 Pengkodean level orde I	17
3.3 Rancangan dan hasil percobaan orde I dengan faktor konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi	18
3.4 Pergerakan level pada metode <i>steepest ascent</i>	19
3.5 Pengkodean level pada orde II.....	19
3.6 Rancangan percobaan orde II	20
3.7 Penyebaran perlakuan sampel dari rancangan orde II.....	21
4.1 Hasil percobaan orde II pada rendemen VCO	28
4.2 Analisis regresi model orde II.....	31
4.3 Analisis varian model orde II	31

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
3.1 Tahapan penelitian	22
3.2 Pembuatan starter ragi roti.....	23
3.3 Pembuatan VCO secara fermentasi	24
4.1 <i>Surface plot</i> hubungan antara faktor konsentrasi starter ragi roti dengan lama fermentasi terhadap rendemen VCO.....	29
4.2 <i>Contour plot</i> hubungan antara faktor konsentrasi starter ragi roti dengan lama fermentasi.....	29
4.3 Viskositas VCO dengan perbedaan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi	35
4.4 Berat jenis VCO dengan perbedaan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi	38
4.5 Asam lemak bebas VCO dengan perbedaan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi	40

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
4.1 Rendemen VCO	49
4.1.1 Hasil simulasi untuk Orde I	49
4.1.2 Hasil rendemen VCO pada orde I	51
4.1.3 Hasil rendemen VCO pada <i>Steepest Ascent</i>	52
4.1.4 Hasil simulasi untuk Orde II	53
4.1.5 Hasil rendemen VCO orde II	55
4.1.6 Penentuan titik optimal	56
4.2 Viskositas VCO	59
4.2.1 Hasil waktu alir VCO	59
4.2.2 Rekapitulasi pengujian viskositas VCO	60
4.3 Berat Jenis VCO	60
4.3.1 Berat VCO dengan volume 10 ml	60
4.3.2 Rekapitulasi Berat jenis VCO	61
4.4 Asam Lemak Bebas VCO	61
4.5 Dokumentasi Penelitian	63

BAB 1. PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Tanaman kelapa memiliki arti penting bagi masyarakat Indonesia sebagai kebutuhan pangan dan gizi serta bahan baku industri. Menurut Direktorat Jendral Perkebunan, produksi kelapa di Indonesia pada tahun 2017 sebesar 2.871.280 ton dengan luas area 2.619.264 Ha. Produksi kelapa di Indonesia sebagian besar dimanfaatkan untuk kebutuhan domestik sekitar 65%, sisanya diekspor dalam bentuk olahan maupun buah kelapa butir. Tanaman kelapa dapat menghasilkan produk yang beragam karena hampir seluruh bagian dari tanaman kelapa dapat dimanfaatkan, terutama pada buah kelapa. Salah satu hasil olahan dari buah kelapa yaitu *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang bermanfaat untuk kesehatan tubuh manusia (Suhardiyono, 1993).

VCO adalah produk olahan dari daging buah kelapa tua yang segar. VCO merupakan salah satu bahan pangan sumber lemak yang saat ini banyak diminati masyarakat karena memiliki manfaat bagi kesehatan. VCO mengandung energi sebanyak 6,8 kal/gr dan *Medium Chain Fatty Acid* (MCFA) sebanyak 92%. VCO memiliki kandungan asam laurat yang tinggi sekitar 45,1-53,2%. Asam laurat yang masuk ke dalam tubuh akan diubah menjadi monolaurin yaitu sebuah senyawa monogliserida yang bersifat antivirus, antibakteri, antiprotozoa (Setiaji dan Prayugo, 2006), sehingga dapat meningkatkan daya tahan tubuh manusia terhadap penyakit dan dapat mempercepat penyembuhan suatu penyakit. Asam laurat memiliki kemampuan antibakteri tanpa merusak sel normal tubuh (Enig, 1996). Jika dibandingkan dengan minyak kelapa, terdapat perbedaan komposisi yang terkandung di dalam minyak kelapa dan VCO, walaupun secara umum beberapa kandungan tetap sama. Kandungan yang terdapat di kedua minyak ini antara lain Polyphenols, vitamin dan mineral. Namun VCO memiliki tambahan komposisi lain yaitu asam lemak, kolesterol baik dan tidak memiliki asam lemak non trans (*non trans fatty acid*). Selain itu, VCO juga memiliki kandungan Vitamin E yang tidak ada pada minyak kelapa. Kandungan antioksidan di dalam

VCO sangat tinggi seperti tokoferol yang berfungsi untuk mencegah penuaan dini dan menjaga vitalitas tubuh (Setiaji dan Prayogo, 2006). Di samping itu VCO efektif dan aman digunakan sebagai moisturizer pada kulit sehingga dapat meningkatkan hidrasi kulit (Lucida dkk.,2008)

VCO dapat diolah dengan beberapa metode, diantaranya yaitu cara penggunaan minyak pancing, pengasaman, sentrifugasi, fermentasi dan enzimatik. Pengolahan VCO secara fermentasi dilakukan dengan cara dengan atau tanpa penambahan inokulum ragi pada krim santan. Ragi yang dapat digunakan diantaranya yaitu ragi roti, ragi tape dan ragi tempe. Pada pembuatan VCO dengan tiga jenis ragi, kualitas paling baik dihasilkan dari fermentasi menggunakan ragi roti (Mujdalipah, 2016).

Menurut Azmi (2000), VCO dari fermentasi santan kelapa dapat menggunakan mikroba *Candida subtilis*, *Saccharomyces cerevisiae*, atau *Lactobacillus lactis*. Jenis mikroba yang terdapat pada ragi roti yaitu *Saccharomyces cerevisiae* dapat membantu fermentasi pada santan. Selama pertumbuhannya, *S. cerevisiae* dalam emulsi santan akan menghasilkan enzim. Enzim tersebut akan digunakan untuk memecah emulsi santan sehingga menghasilkan VCO.

Berbeda dengan VCO, minyak kelapa yang terbuat dari kopra mengalami proses pemurnian. Komponen-komponen tidak tersabunkan seperti sterol, klorofil dan vitamin E akan terpisah pada proses netralisasi minyak (Ketaren, 1986). Teknologi pembuatan VCO yang baik harus dapat memenuhi kriteria seperti: dapat menjamin keberadaan vitamin E dan enzim-enzim yang terkandung dalam daging buah kelapa, serta tidak menggunakan panas yang dapat menguraikan asam lemak penyusun komponen minyak kelapa.

Menurut Setiaji dan Prayogo (2006), pembuatan VCO dari santan kelapa secara fermentasi memiliki kelebihan yaitu minyak yang dihasilkan berwarna jernih dan beraroma harum khas minyak kelapa, penggunaan energi yang minimal karena tidak menggunakan pemanasan, pengolahan sederhana dan tidak terlalu rumit, tingkat ketengikan rendah, dan daya simpan lebih lama. Namun, metode ini memiliki kekurangan yaitu waktu fermentasi relatif lama yaitu sekitar 10-14 jam.

Pengolahan VCO secara fermentasi dipengaruhi oleh lama fermentasi dan konsentrasi starter yang digunakan. Penggunaan konsentrasi dan lama fermentasi yang tepat perlu diketahui untuk memperoleh kondisi optimum pembuatan VCO. Fermentasi VCO selama ini hanya dilakukan dengan cara fermentasi spontan yang belum dilakukan permodelan optimasi, sehingga diperlukan suatu metode untuk mendapatkan *setting* faktor yang optimal. Salah satunya dengan menggunakan Metode Permukaan Respon atau *Respon Surface Methodology* (RSM).

RSM merupakan metode optimasi yang banyak digunakan dalam berbagai bidang karena lebih efektif dan tingkat keberhasilan tinggi. RSM mencakup teknik statistik untuk membangun suatu model empiris melalui desain eksperimen serta dapat mencari suatu reaksi yang berhubungan dengan variable *output* sebagai respon dan variabel *input* sebagai prediktor. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk menentukan titik optimal pada *setting* kondisi proses fermentasi VCO, sehingga rendemen VCO yang dihasilkan menjadi optimal.

1.2 Rumusan Masalah

Hasil produksi *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang optimal dapat ditentukan dengan metode pembuatan yang tepat. Metode pembuatan VCO secara fermentasi menggunakan ragi telah banyak digunakan karena metode ini mudah dilakukan dan menghasilkan minyak berwarna jernih, beraroma harum khas minyak kelapa, tingkat ketengikannya rendah dan daya simpannya lebih lama. Rendemen minyak yang dihasilkan atau terekstrak diperoleh dari krim santan. Dalam sistem emulsi santan, minyak akan diselubungi oleh lapisan lipoprotein. Pembebasan minyak terjadi jika lapisan lipoprotein rusak/pecah. Perusakan lapisan tersebut dapat dilakukan oleh mikroba, seperti yang terdapat pada ragi. Ragi akan memecah protein yang berperan sebagai pengemulsi. Pemecahan emulsi santan dapat terjadi dengan adanya ragi tertentu. Permasalahan yang timbul yaitu belum diketahui titik optimal penggunaan jumlah starter ragi roti dan lama fermentasi untuk menghasilkan rendemen VCO yang optimal dengan menggunakan metode RSM.

1.3 Tujuan Penelitian

Tujuan penelitian adalah:

1. Menentukan kondisi optimal penggunaan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi berdasarkan rendemen pada pembuatan VCO secara fermentasi dengan metode *Response Surface Methodology*.
2. Mengetahui sifat fisik dan kimia VCO hasil penggunaan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi yang berbeda.

1.4 Manfaat Penelitian

Manfaat yang diharapkan dari penelitian adalah memberikan alternatif pada masyarakat untuk mengolah kelapa menjadi VCO sebagai produk yang bermanfaat dan bernilai ekonomis tinggi dengan penggunaan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi yang tepat dalam menghasilkan rendemen VCO yang optimal.

BAB 2. TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Buah Kelapa

2.1.1 Daging Buah Kelapa

Kelapa (*Cocos nucifera*) termasuk suku palmae. Secara fisik, buah kelapa memiliki bentuk bulat panjang dengan diameter sekitar 25 cm dengan batok yang keras. Daging buah kelapa memiliki kandungan kimia seperti air, protein dan lemak (Sutarmi dan Hartin, 2005). Daging buah kelapa merupakan salah satu bagian yang sering digunakan oleh masyarakat maupun industri untuk diolah menjadi suatu produk. Dalam pemanfaatannya, daging buah kelapa dapat diolah menjadi kopra kemudian diproses lebih lanjut menjadi minyak. Daging buah kelapa juga digunakan dalam keadaan segar yaitu sebagai santan, kelapa parut, maupun pembuatan minyak (Palungkun, 2004). Komposisi buah kelapa dapat dilihat pada Tabel 2.1

Tabel 2.1 Komposisi buah kelapa

Komponen	Jumlah berat (%)
Sabut	25-32
Tempurung	12-13,11
Daging Buah	28-34,9
Air Buah	19,2-25

Sumber: Palungkun (2004)

Umur buah kepala merupakan salah satu faktor yang menentukan kualitas *Virgin Coconut Oil* (VCO) karena kadar dan mutu minyak yang dihasilkan sangat ditentukan oleh tingkat kematangan buah kelapa. Kadar minyak maksimal yaitu $\pm 60,3\%$ akan diperoleh setelah 11-12 bulan pembuahan dan ditandai oleh tempurung yang berwarna coklat kehitaman tiga lubang tempat tumbuh bakal tanaman berwarna hitam, dan pada kulit ari berwarna kehitaman (Barlina dan Hengky, 2004).

Menurut Rindengan dan Novarianto (2004), kadar minyak sangat dipengaruhi oleh tingkat ketuaan buah. Buah yang semakin tua memiliki kadar minyak yang semakin tinggi. Kelapa segar memiliki kandungan minyak 35-50%. Buah kelapa tua atau matang umumnya dipanen pada umur 11-12 bulan.

Komposisi kimia daging buah kelapa yang ditentukan oleh umur buah kelapa pada berbagai tingkat kematangan dapat dilihat pada Tabel 2.2

Tabel 2.2 Komposisi kimia daging buah kelapa pada berbagai tingkat kematangan

Komponen	Buah Kelapa		
	Muda	Setengah Tua	Tua
Kalori (Kal)	68,0	180,0	359,0
Protein (g)	1,0	4,0	3,4
Lemak (g)	0,9	13,0	34,7
Karbohidrat (g)	14,0	10,0	14,0
Kalsium (mg)	17,0	8,0	21,0
Fosfor (mg)	30,0	35,0	21,0
Besi (mg)	1,0	1,3	2,0
Vitamin A (IU)	0,0	10,0	0,0
Thiamin (mg)	0,0	0,5	0,1
Asam Askorbat (mg)	4,0	4,0	2,0
Air (g)	83,3	70,0	46,9
Bagian yang dapat dimakan (g)	53,0	53,0	53,0

Sumber: Ketaren (1987)

2.1.2 Santan

Santan adalah emulsi minyak dalam air berwarna putih susu yang diperoleh dengan cara pemerasan parutan daging kelapa dengan atau tanpa penambahan air. Santan kental merupakan hasil olahan santan kelapa yang telah diberi emulsifier sehingga emulsinya lebih stabil. Santan merupakan bentuk emulsi minyak dalam air dengan protein sebagai stabilisator emulsi. Air sebagai pendispersi dan minyak sebagai fase terdispersi. Di dalam sistem emulsi minyak dalam air, lapisan protein sebagai lapisan pelindungnya (emulsifier). Senyawa protein membungkus butir-butir cairan minyak dengan satu lapisan tipis, sehingga butir-butir minyak tidak dapat bergabung menjadi satu lapisan. Butir-butir minyak dapat bergabung menjadi satu fase jika sistem emulsi dipecah dengan cara merusak protein sebagai pembungkus butir-butir minyak (Ramdhoni *et al.*, 2009).

2.2 Virgin Coconut Oil (VCO)

Virgin Coconut Oil (VCO) merupakan minyak kelapa murni yang dihasilkan dari buah kelapa tua segar dan diolah dengan atau tanpa pemanasan. Minyak ini mengandung 48% asam laurat, yaitu asam lemak jenuh dengan rantai

karbon sedang (MCFA, *Medium Chain Fatty Acid*) yang mudah diserap oleh tubuh, sehingga dapat langsung masuk dalam sistem metabolisme untuk menghasilkan energi dan tidak menyebabkan timbunan jaringan lemak. Asam laurat di dalam tubuh akan diubah menjadi monolaurat yang bersifat antimikroba (Setiaji dan Prayugo, 2006). Santan kelapa merupakan cairan hasil ekstraksi dari kelapa parut dengan menggunakan air. Bila santan didiamkan, secara pelan-pelan akan terjadi pemisahan bagian yang kaya dengan minyak dengan bagian yang memiliki kandungan sedikit minyak. Bagian yang kaya dengan minyak disebut sebagai krim dan bagian yang memiliki sedikit kandungan minyak disebut dengan skim. Krim lebih ringan dibanding skim sehingga krim berada pada bagian atas, dan skim pada bagian bawah (Tarwiyah, 2001).

Menurut Setiaji dan Prayugo (2006), minyak kelapa murni mengandung asam lemak rantai sedang yang mudah dicerna dan dioksidasi oleh tubuh sehingga mencegah penimbunan di dalam tubuh. VCO juga memiliki kandungan antioksidan yang tinggi seperti tokoferol dan betakaroten. Antioksidan ini berfungsi untuk mencegah penuaan dini dan menjaga vitalitas tubuh. Komponen utama VCO adalah asam lemak jenuh sekitar 90% dan asam lemak tak jenuh sekitar 10%. Asam lemak jenuh pada VCO didominasi oleh asam laurat $\pm 53\%$ dan asam kaprilat 7%. Keduanya merupakan asam lemak rantai sedang yang disebut *Medium Chain Fatty Acid* (MCFA).

VCO yang berkualitas baik tidak mudah tengik karena kandungan asam lemak jenuhnya tinggi sehingga proses oksidasi tidak mudah terjadi. Analisis yang berkaitan dengan standar khasiat dilakukan dengan menentukan komposisi senyawa-senyawa berkhasiat yaitu kandungan asam-asam lemaknya. Syarat mutu VCO menurut SNI 7381-2008 dapat dilihat pada Tabel 2.3.

Tabel 2.3 Syarat mutu VCO menurut SNI 7381-2008

No	Jenis uji	Satuan	Persyaratan
1	Keadaan :		
	1.1 Bau		Khas kelapa segar, tidak tengik
	1.2 Rasa		Normal, khas minyak kelapa
	1.3 Warna		Tidak berwarna hingga kuning pucat
2	Air dan senyawa yang menguap	%	Maks 0,2
3	Bilangan iod	g iod/100g	4,1-11,0
4	Asam lemak bebas (dihitung sebagai asam laurat	%	Maks 0,2
5	Bilangan peroksida	mg ek/kg	Maks 2,0-3,0
6	Asam lemak :		
	6.1 Asam kaproat (C6:0)	%	ND-0,7
	6.2 Asam kaprilat (C8:0)	%	4,6-10,0
	6.3 Asam kaprat (C10:0)	%	5,0-8,0
	6.4 Asam laurat (C12:0)	%	45,1-53,2
	6.5 Asam miristat (C14:0)	%	16,8-21
	6.6 Asam palmitat (C16:0)	%	7,5-10,2
	6.7 Asam stearat (C18)	%	2,0-4,0
	6.8 Asam oleat (C18:1)	%	5,0-10,0
	6.9 Asam linoleat (C18:2)	%	1,0-2,5
	6.10 Asam linolenat (C18:3)	%	ND-0,2
7	Cemaran mikroba		
	7.1 Angka lempeng total	Koloni/ml	Maks 10
8	Cemaran logam :		
	8.1 Timbal (Pb)	mg/kg	Maks 0,1
	8.2 Tembaga (Cu)	mg/kg	Maks 0,4
	8.3 Besi (Fe)	mg/kg	Maks 5,0
	8.4 Cadmium (Cd)	mg/kg	Maks 0,1
9	Cemaran Arsen (As)	mg/kg	Maks 0,1

CATATAN ND-*No Detection* (tidak terdeteksi)

Sumber: BSN(2008)

2.3 Pengolahan *Virgin Coconut Oil* (VCO) Secara Fermentasi

Pembuatan minyak secara fermentasi pada prinsipnya adalah pengrusakan protein yang menyelubungi globula lemak menggunakan enzim proteolitik yang dihasilkan oleh mikroorganisme atau tanaman. Pada pembuatan minyak kelapa secara fermentasi, krim santan dicampur dengan mikroba penghasil enzim protease dan lipase, yang dapat menghidrolisis lapisan lipoprotein pelindung

globula minyak dengan didukung oleh kadar air yang tinggi (Setiaji dan Prayugo, 2006).

Fermentasi merupakan kegiatan mikroba pada bahan pangan sehingga dihasilkan produk yang dikehendaki. Mikroba yang umumnya terlibat dalam fermentasi adalah bakteri, khamir dan kapang. Santan yang diperoleh dimasukkan ke dalam wadah dan didiamkan selama 1 jam sehingga terbentuk dua lapisan, yaitu krim santan pada bagian atas dan air pada bagian bawah. Kemudian krim santan difermentasi dengan menambah ragi. Fermentasi selesai ditandai dengan terbentuknya 3 lapisan yaitu lapisan minyak paling atas, lapisan tengah berupa protein dan 8 lapisan paling bawah berupa air. Pemisahan dilakukan dengan menggunakan kertas saring. Proses fermentasi dalam pembuatan minyak kelapa murni atau *Virgin Coconut Oil* (VCO) yaitu mikroba dari ragi dalam emulsi menghasilkan enzim, antara lain enzim protease. Enzim protease ini memutus rantai-rantai peptida dari protein berat molekul tinggi menjadi molekul-molekul sederhana dan akhirnya menjadi peptida-peptida dan asam amino yang tidak berperan lagi sebagai emulgator dalam santan kelapa sehingga antara minyak dan air memisah. Dari uraian diatas dapat disimpulkan bahwa dengan adanya aktivitas mikroba tersebut dihasilkan asam sehingga akan menurunkan pH. Pada pH tertentu akan dicapai titik isoelektrik dari protein. Protein akan menggumpal sehingga mudah dipisahkan dari minyak (Cahyono dan Untari, 2009).

2.4 Sifat Fisik dan Kimia VCO

Minyak kelapa murni memiliki sifat kimia-fisika antara lain organoleptis tidak berwarna dan berbentuk kristal seperti jarum dan aroma khas kelapa. Kelarutan dari VCO yaitu tidak larut dalam air, tetapi larut dalam alcohol (1:1). pH VCO tidak terukur, karena tidak larut dalam air. Namun karena termasuk dalam senyawa asam maka dipastikan memiliki pH di bawah 7. Berat jenis 0,883 pada suhu 20°C. Persentase penguapan yaitu VCO tidak menguap pada suhu 21°C (0%). Titik cair 20-25°C, titik didih : 225°C, dan 7 kerapatan udara (Udara = 1): 6,91. Tekanan uap (mmHg) yaitu 1 pada suhu 121°C (Darmoyuwono, 2006).

Lemak dan minyak adalah salah satu kelompok yang termasuk pada golongan lipid, yaitu senyawa organik yang terdapat di alam serta tidak larut dalam air, tetapi larut dalam pelarut organik non-polar, misalnya dietil eter ($C_2H_5OC_2H_5$), kloroform ($CHCl_3$), benzena dan hidrokarbon lainnya, lemak dan minyak dapat larut dalam pelarut yang disebutkan di atas karena lemak dan minyak mempunyai polaritas yang sama dengan pelarut tersebut (Herlina N. 2009).

VCO juga memiliki sejumlah sifat fisika yang menguntungkan. Diantaranya adalah memiliki kestabilan secara kimia, bisa disimpan dalam jangka panjang dan tidak cepat tengik, serta tahan terhadap panas. Menurut Darmoyuwono (2006), minyak kelapa murni memiliki sifat kimia-fisika antara lain sebagai berikut.

1. Penampakan: tidak berwarna, Kristal seperti jarum
2. Aroma: ada sedikit berbau asam ditambah bau caramel
3. Kelarutan: tidak larut dalam air
4. Berat jenis: 0,883 pada suhu $20^{\circ}C$
5. pH: tidak terukur, karena tidak larut dalam air. Namunkarena termasuk dalam senyawa asam maka dipastikan memiliki pH di bawah 7
6. Persentasi penguapan: tidak menguap pada suhu $21^{\circ}C$ (0%)
7. Titik cair: $20-25^{\circ}C$
8. Titik didih: $225^{\circ}C$
9. Kerapatan udara (Udara=1): 6,91
10. Tekanan uap (mmHg): 1 pada suhu $121^{\circ}C$
11. Kecepatan penguapan (Asam Butirat= 1): tidak diketahui.

Komponen utama dari minyak kelapa murni adalah asam lemak jenuh sekitar 90% dan asam lemak tak jenuh sekitar 10%. Kandungan paling besar dalam minyak kelapa adalah asam laurat sebesar 53% dan 7% asam kaprilat. Keduanya merupakan asam lemak rantai sedang yang biasa disebut *Medium Chain Fatty Acid* (MCFA). Secara umum, lemak diartikan sebagai trigliserida yang dalam kondisi ruang berada dalam keadaan padat. Sedangkan minyak adalah trigliserida yang dalam suhu ruang berbentuk cair. Secara lebih pasti tidak ada batasan yang jelas untuk membedakan minyak dan lemak ini

(Sudarmadji, 1997). Dalam proses pembentukannya, trigliserida merupakan hasil kondensasi satu molekul gliserol dengan tiga molekul asam-asam lemak (umumnya ketiga asam lemak berbeda-beda) yang membentuk satu molekul trigliserida dan tiga molekul air. Sifat-sifat kimia minyak terdiri dari reaksi hidrolisis yaitu mengubah minyak menjadi asam-asam lemak bebas dan gliserol. Reaksi hidrolisis dapat mengakibatkan kerusakan minyak karena terdapat sejumlah air dalam minyak tersebut. Reaksi oksidasi dapat berlangsung bila terjadi kontak antara sejumlah oksigen dengan minyak. Terjadinya reaksi oksidasi ini akan mengakibatkan bau tengik pada minyak. Reaksi hidrogenasi sebagai suatu proses industri bertujuan untuk menjenuhkan ikatan rangkap dari rantai karbon asam lemak pada minyak. Reaksi esterifikasi bertujuan untuk mengubah asam-asam lemak dari trigliserid dalam bentuk ester. Reaksi esterifikasi dapat dilakukan melalui reaksi kimia yang disebut interesterifikasi (Ketaren, 2008).

Bilangan asam lemak bebas adalah jumlah miligram NaOH yang dibutuhkan untuk menetralkan asam-asam lemak bebas dari satu gram minyak atau lemak. Tujuan analisa bilangan asam lemak bebas untuk mengukur jumlah asam lemak bebas yang terdapat dalam bahan. Indikator tingkat kerusakan minyak dapat diketahui dari nilai bilangan peroksida. Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan pada minyak atau lemak. Tujuan dari analisa bilangan peroksida adalah untuk mengetahui sifat teroksidasi dari minyak (Ketaren, 1986).

Oksidasi merupakan pelepasan elektron oleh sebuah molekul, atom ataupun ion. Kerusakan minyak akibat oksidasi terjadi karena adanya kontak antara minyak dengan molekul oksidator atau oksigen pada suhu yang tinggi. Kerusakan ini akan mengakibatkan penurunan terhadap kualitas minyak yang berpengaruh pada cita rasa. Minyak yang teroksidasi akan membentuk produk primer dari asam lemak tak jenuh berupa peroksida atau hidroperoksida dan produk sekunder berupa asam lemak bebas, aldehid dan keton (Sudarmadji dkk, 1989). Proses oksidasi dimulai dari pembentukan peroksida dan hidroperoksida, serta dilanjutkan dengan penguraian asam-asam lemak, dengan konversi terbentuknya oleh aldehid dan keton serta asam-asam lemak bebas. Ketengikan terbentuk oleh

aldehid dan keton bukan oleh peroksida. Kenaikan bilangan peroksida hanya indikator dan peringatan bahwa minyak sebentar lagi akan berbau tengik (Ketaren, 1987).

2.5 Metode Permukaan Respon

Metode Permukaan Respon (*Response Surface Methodology*) adalah suatu kumpulan dari teknik-teknik statistika dan matematika yang berfungsi untuk menganalisis permasalahan tentang beberapa faktor bebas yang mempengaruhi faktor tak bebas atau respon. Metode ini dapat digunakan untuk mencari suatu fungsi pendekatan yang sesuai untuk meramalkan respon yang akan datang serta menentukan nilai-nilai dari faktor bebas yang mengoptimalkan respon (Gaspersz, 1995). Metode ini telah banyak digunakan dalam dunia penelitian dan aplikasi industri. Menurut Montgomery (2001), *Response Surface Methodology* (RSM) atau Metode Permukaan Respon adalah sekumpulan metode-metode matematika dan statistika yang digunakan dalam pemodelan dan analisis, yang bertujuan untuk melihat pengaruh beberapa variabel kuantitatif terhadap suatu variabel respon dan untuk mengoptimalkan variabel respon tersebut.

Metode Permukaan Respon digunakan untuk mencari level-level faktor bebas yang dapat mengoptimalkan respon (Montgomery, 2001). Metode ini memerlukan data yang tidak terlalu banyak sehingga kondisi optimum respon dapat diperoleh dengan waktu yang tidak terlalu lama dan biaya yang minimum (Nuryati dan Salimy, 2008). Metode Permukaan Respon memiliki beberapa kegunaan antara lain:

1. Menunjukkan bagaimana respon (y) dipengaruhi oleh faktor bebas x di wilayah yang secara tertentu diperhatikan;
2. Menentukan pengaturan faktor bebas yang paling tepat dimana akan memberikan hasil yang memenuhi spesifikasi dari respon yang berupa hasil, kekotoran, warna, tekstur dan lain sebagainya;
3. Mengeksplorasi ruang dari faktor bebas x untuk mendapatkan hasil maksimum dan menentukan sifat dasar dari nilai maksimum.

Menurut Gaspersz (1995), langkah pertama dari Metode Permukaan Respon adalah mencari atau menentukan suatu pendekatan yang sesuai untuk menggambarkan hubungan fungsional yang tepat antara respon y dan sekumpulan faktor bebas x yang dispesifikasikan. Pada tahap awal, rancangan percobaan yang digunakan adalah orde I dan pendugaan model yang digunakan adalah model linier. Model regresi linier orde 1 terdapat pada persamaan 1 dibawah ini:

$$y = \beta_0 + \beta_1X_1 + \beta_2X_2 + \beta_3X_3 + \varepsilon \dots\dots\dots (1)$$

Keterangan :

- y = respon
- β_0 = koefisien konstanta
- β_1X_1 = koefisien faktor 1
- β_2X_2 = koefisien faktor 2
- β_3X_3 = koefisien faktor 3
- ε = eror

Pada rancangan percobaan orde 1 dengan model regresi linier, merupakan tahap penyaringan (*screening*) faktor-faktor yang memiliki pengaruh paling signifikan terhadap respon. Selain itu, untuk mengetahui apakah hubungan yang terjadi antara faktor dengan respon merupakan model linier, dilakukan uji kesesuaian model menggunakan ANOVA yang terdapat pada orde 1. Salah satu cara untuk mencari titik optimum pada permukaan respon adalah dengan menggunakan cara satu faktor-satu faktor. Dimisalkan, jika x_2 tetap sedangkan x_1 berubah-ubah, maka akan dicari x_1 yang akan membuat y optimum atau hampir optimum. Setelah ditemukan nilai x_1 dan x_2 tersebut, eksperimen dapat dilakukan untuk menentukan titik optimum. Untuk itu, tujuan dari para peneliti adalah mencari titik optimum yang berada di sekitar titik optimum sebenarnya, menggunakan metode yang sederhana dan efisien. Dan biasanya, ketika dugaan titik optimum berada jauh dari nilai sebenarnya, diasumsikan bahwa model orde satu merupakan pendekatan yang cukup baik untuk menduga permukaan yang sebenarnya. Untuk mengatasi kesulitan tersebut, diperkenalkan metode *steepest ascent* yaitu metode yang bekerja berurutan sepanjang permukaan respon yang bergerak secara cepat mengarah pada peningkatan respon sampai pada titik optimum. Sebaliknya, jika yang diinginkan adalah mencari titik minimum, maka

metode yang digunakan adalah metode *steepest descent*. Metode ini tidak menentukan nilai optimum tertentu, tetapi hanya mampu mengarahkan pada daerah sekitar nilai optimum tersebut.

Menurut Chen *et al.* (2005), analisis atau uji kesesuaian model digunakan untuk menentukan model yang sesuai dengan Metode Permukaan Respon. Terdapat dua parameter yang digunakan untuk memeriksa kesesuaian model berdasarkan ANOVA dalam orde I, yaitu regresi yang menyatakan pengaruh atau hubungan antara faktor dengan respon dan *lack of fit* (ketidaksesuaian model atau simpangan model). Apabila nilai peluang (*p-value*) dari model regresi lebih besar dari derajat signifikansi ($\alpha = 0,05$), maka model linier dinyatakan tidak sesuai atau dalam hal ini tidak ada hubungan yang signifikan antara faktor dengan respon. Nilai peluang *lack of fit* (ketidaksesuaian model atau simpangan model) juga dibandingkan dengan derajat signifikansi ($\alpha = 0,05$). Apabila nilai peluang (*p-value*) *lack of fit* lebih kecil dari derajat signifikansi ($\alpha = 0,05$), maka model linier dinyatakan belum cukup menggambarkan hubungan antara faktor dengan respon sehingga diperlukan pendugaan pada orde yang lebih tinggi, yaitu model orde II.

Pada rancangan percobaan orde II, pendugaan model yang digunakan adalah model kuadratik. Model kuadratik yang digunakan dalam rancangan orde II terdapat pada persamaan 2 berikut ini:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_3 X_3 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \beta_{33} X_3^2 + \beta_{12} X_1 X_2 + \beta_{13} X_1 X_3 + \beta_{23} X_2 X_3 + \varepsilon \dots \dots \dots (2)$$

Keterangan :

y	= respon
β_0	= koefisien konstanta
$\beta_1 X_1$	= koefisien faktor 1
$\beta_2 X_2$	= koefisien faktor 2
$\beta_3 X_3$	= koefisien faktor 3
$\beta_{11} X_1^2$	= koefisien kuadrat faktor 1
$\beta_{22} X_2^2$	= koefisien kuadrat faktor 2
$\beta_{33} X_3^2$	= koefisien kuadrat faktor 3
$\beta_{12} X_1 X_2$	= koefisien interaksi faktor 1 dan 2
$\beta_{13} X_1 X_3$	= koefisien interaksi faktor 1 dan 3
$\beta_{23} X_2 X_3$	= koefisien interaksi faktor 2 dan 3
ε	= eror

Estimasi model permukaan respon orde II biasanya menggunakan *Central Composite Design* (CCD). CCD terdiri dari tiga bagian berikut:

- i. Titik sudut (*corner points*) adalah titik yang digunakan pada bagian *factorial portion desain* (rancangan 2^k faktorial) $(\pm 1, \pm 1, \dots, \pm 1)$
- ii. *Center run* (nc) yaitu percobaan pada titik pusat $(0, 0, \dots, 0)$
- iii. *Star run* atau *axial run* adalah titik pada 2^k dari bentuk $(0, \alpha, 0)$, $(0, -1, 0)$, $(0, 1, 0)$.

Rancangan percobaan orde II akan menghasilkan nilai prediksi yang baik apabila memiliki variansi yang stabil dan konsistensi yang layak pada titik x . Desain permukaan respon orde II sebaiknya harus *rotatable*, artinya varian dari nilai prediksi respon adalah sama pada semua titik x yang jaraknya sama pada desain pusat. Desain CCD dibuat *rotatable* oleh pemilihan α . Nilai α untuk rotabilitas bergantung dari jumlah titik pada *factorial portion* dalam desain, pada kenyataannya $\alpha = 2^{k/4}$ menghasilkan sebuah *rotatable* CCD dimana n_f adalah jumlah titik yang digunakan pada *factorial portion*.

BAB 3. METODE PENELITIAN

3.1 Tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Kimia dan Biokimia Hasil Pertanian, dan Laboratorium Rekayasa Proses Hasil Jurusan Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi pertanian Universitas Jember. Waktu penelitian dimulai pada bulan Februari 2019 - Agustus 2019.

3.2 Alat dan Bahan Penelitian

Alat-alat yang digunakan meliputi, neraca analitik, gelas ukur, parutan kelapa, toples, sendok, kertas saring, baskom, plastik, botol kaca gelap, wadah plastik dan saringan. Alat yang digunakan untuk analisis meliputi *glass ware*, *stopwatch*, pi-pump, neraca analitik, viskometer ostwald dan piknometer.

Bahan-bahan yang digunakan meliputi buah kelapa tua umur \pm 11-12 bulan, ragi roti merk "Fermipan", air kelapa dan air. Bahan yang digunakan dalam analisis yaitu NaOH, indikator PP, etanol 95%, asam asetat, indikator amilum, kloroform, Na₂S₂O₃, KI dan aquades.

3.3 Pelaksanaan Penelitian

3.3.1 Rancangan Percobaan

Rancangan percobaan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Metode Permukaan Respon (RSM). Penelitian Eksperimen dilakukan dalam dua tahap, yaitu eksperimen orde I dan eksperimen orde II. Eksperimen orde I merupakan tahap penyaringan (*screening*) faktor-faktor yang memiliki pengaruh nyata (signifikan) terhadap respon dilanjutkan dengan metode *steepest ascent* untuk menentukan pergerakan level dari hasil yang paling tinggi. Eksperimen orde II merupakan tahap optimasi (Montgomery, 2001). Metode Permukaan Respon yang digunakan dalam penelitian utama tahap I menggunakan 2 faktor, masing-masing faktor terdiri dari 3 level. Faktor yang akan diteliti adalah perbedaan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi. Pada percobaan orde I, konsentrasi starter

ragi roti yang digunakan yaitu 10%, 20% dan 30%, dan lama fermentasi yang digunakan adalah 8 jam, 10 jam dan 12 jam. Faktor dan level yang digunakan pada penelitian dapat dilihat pada Tabel 3.1.

Tabel 3.1 Faktor dan level percobaan

Faktor	Kode	Level
Konsentrasi Starter Ragi Roti (%)	A	10, 20 dan 30
Lama Fermentasi (jam)	B	8, 10 dan 12

Keterangan:

Faktor A = Konsentrasi Starter Ragi Roti (%)

Faktor B = Lama Fermentasi (jam)

Rancangan percobaan orde I dibuat berdasarkan model *Central Composite Design* (CCD) pada Metode Permukaan Respon menggunakan perangkat lunak *Minitab 14*. Pengkodean terhadap level faktor dilakukan untuk mempermudah analisis. Level terendah pada masing-masing faktor adalah -1 dan level tertinggi adalah 1. Pengkodean level pada eksperimen orde I, selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.2.

Tabel 3.2 Pengkodean level orde I

Kode Faktor	Nama Faktor	Kode Level		
		Bawah (-1)	Tengah (0)	Atas (1)
A	Konsentrasi Starter Ragi Roti (%)	10	20	30
B	Lama Fermentasi (jam)	8	10	12

Bentuk rancangan dan hasil percobaan orde I berdasarkan faktor-faktor yang digunakan selengkapnya dapat dilihat pada Tabel 3.3.

Tabel 3.3 Rancangan dan hasil percobaan orde I dengan faktor konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi

Run	Faktor Kode		Faktor Aktual	Lama Fermentasi (jam)	Rendemen VCO (%)
	A	B	Konsentrasi Starter Ragi Roti (%)		
1	0	0	20	10	12
2	-1	-1	10	8	17
3	1	0	30	10	13
4	0	-1	20	8	16,5
5	-1	0	10	10	12,5
6	0	0	20	10	16
7	0	0	20	10	18
8	0	1	20	12	23
9	0	0	20	10	18
10	0	0	20	10	17
11	1	-1	30	8	11
12	1	1	30	12	16
13	-1	1	10	12	19

Pada rancangan percobaan orde I, pendugaan model yang digunakan adalah model linier. Data yang diperoleh pada rancangan percobaan orde 1 dianalisis menggunakan Metode Permukaan Respon (RSM) dengan bantuan *Minitab 14*, dan didapatkan persamaan sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \varepsilon$$

Keterangan :

- y = respon
- β_0 = koefisien konstanta
- $\beta_1 X_1$ = koefisien faktor 1
- $\beta_2 X_2$ = koefisien faktor 2
- ε = eror

Hasil regresi dari percobaan orde I diperoleh persamaan yaitu:

$$y = 16,1 + 2,25 B - 1,42 A$$

Persamaan tersebut menjadi titik acuan untuk metode *steepest ascent*. *Steepest ascent* adalah suatu prosedur pergerakan fungsi pada titik yang diberikan untuk pencarian nilai maksimal lokal dengan cara perhitungan pergerakan level. Tujuan dari penerapan metode *steepest ascent* adalah untuk menentukan titik origin level

percobaan berikutnya. Dasar dari penentuan titik *origin* level percobaan berikutnya adalah berdasarkan hasil percobaan dengan level yang diperoleh dari pergerakan *steepest ascent* dengan jumlah respon atau perolehan produk paling tinggi. Pergerakan level pada metode *steepest ascent* dapat dilihat pada Tabel 3.4.

Tabel 3.4 Pergerakan level pada metode *steepest ascent*

Steps	Coded Variables		Natural Variables		Response
	x_1	x_2	ξ_1	ξ_2	y (%)
Origin	0	0	10 jam	20%	-
Δ	1	-1,5	2	-3	-
Origin + Δ	1	-3	12	17	23,5
Origin + 2Δ	2	-4,5	14	14	25
Origin + 3Δ	3	-6	16	11	26,5
Origin + 4Δ	4	-7,5	18	8	24
Origin + 5Δ	5	-9	20	5	23

Berdasarkan metode *steepest ascent*, didapatkan respon (rendemen) paling tinggi yaitu pada $\text{origin}+3\Delta$ yaitu pada konsentrasi starter ragi roti 11% dan lama fermentasi 16 jam. Hasil ini selanjutnya akan dijadikan titik pada level dengan rancangan percobaan orde II. *Central Composite Design* pada rancangan percobaan orde II sebaiknya rotabel, artinya variansi dari nilai prediksi respon adalah sama pada semua titik x yang jaraknya sama terhadap desain pusat. Pada orde II ini, nilai α yang digunakan adalah 2 dengan range pada setiap level adalah 1. Pada faktor aktual *range* level pada faktor A adalah 5% dan pada faktor B adalah 2 jam. Pengkodean level pada orde II dapat dilihat pada Tabel 3.5.

Tabel 3.5 Pengkodean level pada orde II

Kode Faktor	Nama Faktor	$-\alpha$	Kode Level			
			Bawah (-1)	Tengah (0)	Atas (1)	A
A	Konsentrasi Starter Ragi Roti (%)	1	6	11	16	21
B	Lama Fermentasi (jam)	12	14	16	18	20

Berdasarkan *Central Composite Design*, diperoleh rancangan percobaan orde II, yang terdapat pada Tabel 3.6.

Tabel 3.6 Rancangan percobaan orde II

Run	Faktor Kode		Faktor Aktual	
	A	B	Konsentrasi Starter Ragi Roti (%)	Lama Fermentasi (jam)
1.	2	0	21	16
2.	0	0	11	16
3.	1	-1	16	14
4.	0	2	11	20
5.	1	1	16	18
6.	0	0	11	16
7.	-2	0	1	16
8.	0	0	11	16
9.	0	-2	11	12
10.	-1	1	6	18
11.	0	0	11	16
12.	0	0	11	16
13.	-1	-1	6	14

Pada rancangan percobaan orde II, pendugaan model yang digunakan adalah model kuadrat. Persamaan yang digunakan dalam rancangan orde II adalah sebagai berikut:

$$y = \beta_0 + \beta_1 X_1 + \beta_2 X_2 + \beta_{11} X_1^2 + \beta_{22} X_2^2 + \varepsilon$$

Keterangan :

y = respon

β_0 = koefisien konstanta

$\beta_1 X_1$ = koefisien faktor 1

$\beta_2 X_2$ = koefisien faktor 2

$\beta_{11} X_1^2$ = koefisien kuadrat faktor 1

$\beta_{22} X_2^2$ = koefisien kuadrat faktor 2

ε = eror

Rancangan percobaan pada orde II memiliki 13 run percobaan dan terdapat ragam atau kombinasi faktor yang berbeda sebanyak 9 run yang selanjutnya disebut jenis sampel 1 sampai 9. Keterangan dari sampel 1-9 menyatakan kombinasi antara faktor A (konsentrasi starter ragi roti) dan faktor B (lama fermentasi) terletak pada tabel. Sampel ini yang selanjutnya dianalisis secara fisik dan kimia. Jenis sampel menyebar dalam 9 perlakuan dan dapat dilihat pada Tabel 3.7

Tabel 3.7 Penyebaran perlakuan sampel dari rancangan orde II

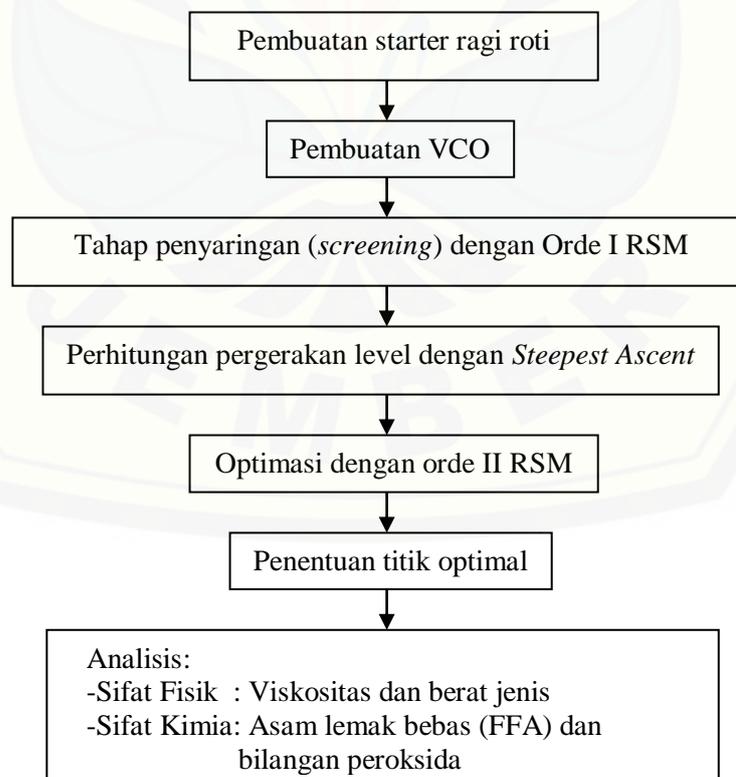
Jenis Sampel	Run	Faktor Kode		Konsentrasi Starter Ragi Roti (%)	Lama Fermentasi (jam)
		A	B		
1	7	-2	0	1	16
2	13	-1	-1	6	14
3	10	-1	1	6	18
4	9	0	-2	11	12
5	2	0	0	11	16
6	4	0	2	11	20
7	3	1	-1	16	14
8	5	1	1	16	18
9	1	2	0	21	16

3.3.2 Tahapan Penelitian

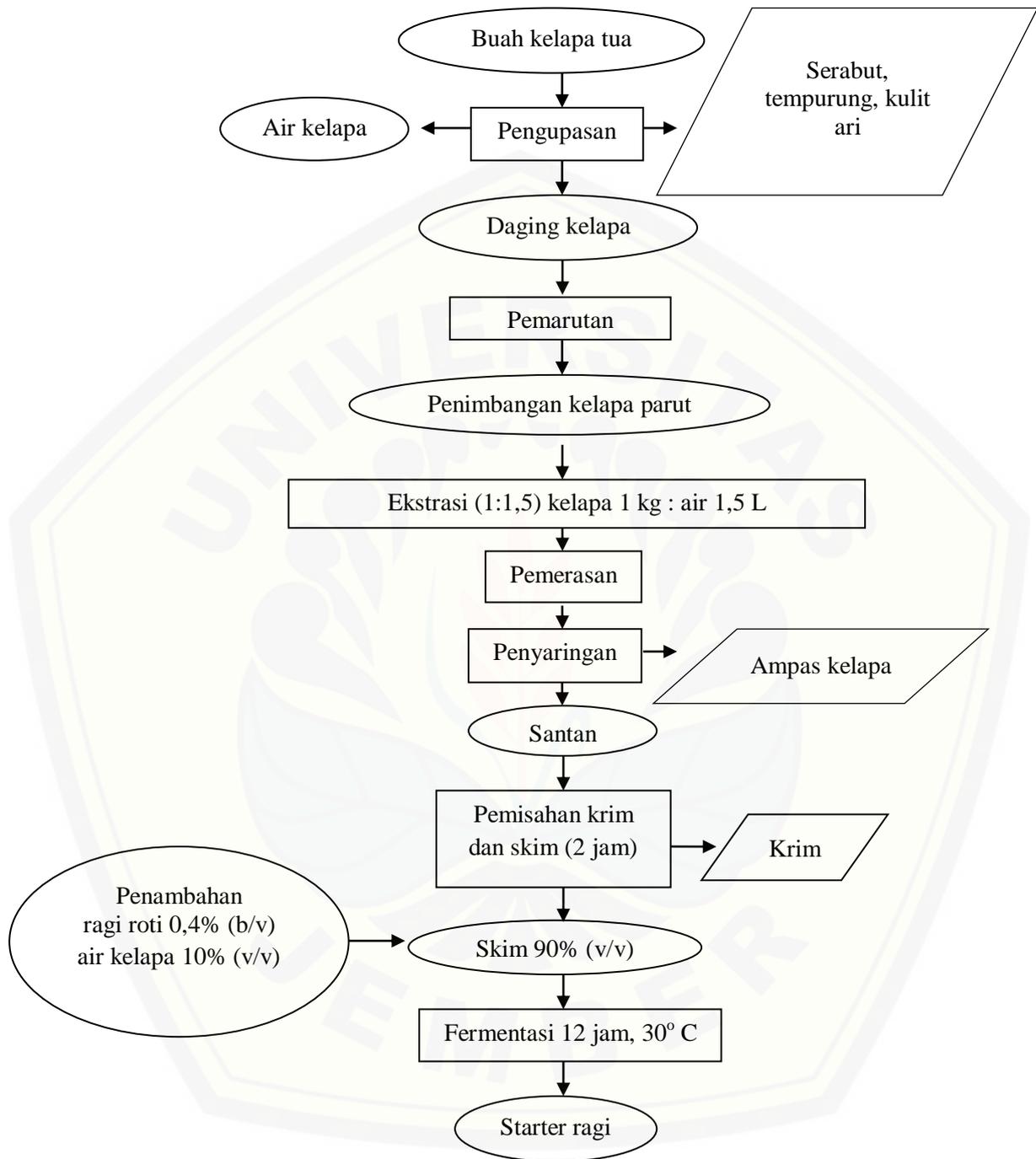
Penelitian ini dilakukan dalam dua tahap yaitu pembuatan starter ragi dan pembuatan VCO. Pada pembuatan starter ragi, ragi yang digunakan adalah ragi roti merk "Fermipan". Buah kelapa tua diparut dan diekstraksi menggunakan air 1:1,5 selanjutnya diperas dan disaring. Santan yang dihasilkan didiamkan selama 2 jam pada suhu ruang untuk memisahkan skim dan krim. Skim kelapa sebanyak 450 ml ditambahkan dengan air kelapa 50 ml dan ragi roti 2 gram, diaduk sampai homogen, dan didiamkan pada suhu ruang selama 12 jam (Rindengan *et al.* 2004). Pembuatan starter ragi roti dapat dilihat pada Gambar 3.2.

Tahap kedua yaitu pembuatan VCO yang meliputi orde I, pergerakan level dengan metode *steepest ascent* dan orde II metode RSM. Pembuatan VCO secara fermentasi menggunakan starter yaitu ragi roti. Buah kelapa yang digunakan adalah buah yang tua, yaitu berumur 11-13 bulan yang ditandai dengan tempurung dan sabut berwarna coklat tua. Buah kelapa tua akan menghasilkan rendemen minyak yang tinggi. Buah kelapa dikupas dan dipisahkan dari sabut dan

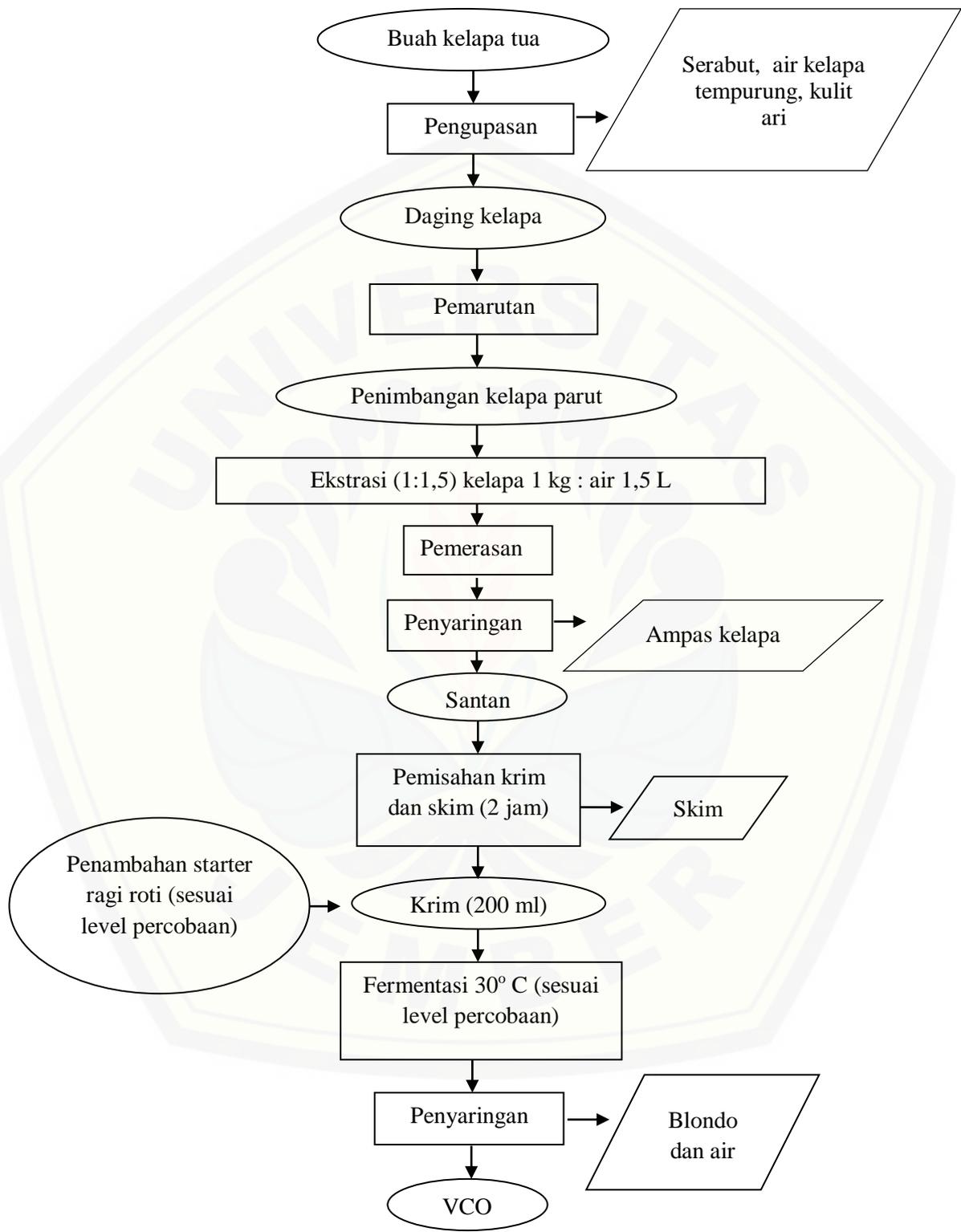
tempurung kelapa. Daging buah kelapa diparut dan ditambahkan air dengan perbandingan 1:1,5 selanjutnya diperas dan disaring. Buah kelapa yang digunakan ± 14 butir (berat daging buah rata-rata 500 g/butir). Santan yang dihasilkan didiamkan selama 2 jam pada suhu ruang untuk memisahkan skim dan krim. Krim yang didapat dicampurkan dengan starter fermentasi VCO yaitu starter ragi roti sesuai dengan konsentrasi yang ditetapkan. Krim yang digunakan pada setiap perlakuan adalah 200 ml. Setiap jenis starter ragi diukur volumenya dengan menggunakan gelas ukur dengan masing-masing konsentrasi dari total krim santan. Starter dimasukkan ke dalam masing-masing gelas dan diaduk agar starter dan krim tercampur dan dimasukkan ke dalam plastik transparan di suhu ruang dengan lama fermentasi yang telah ditetapkan. Selama fermentasi akan terbentuk 3 lapisan yaitu minyak (lapisan atas), blondo (lapisan tengah) dan air (lapisan bawah), lapisan minyak diambil dan disaring menggunakan kertas saring dan didapatkan hasil akhir yaitu VCO (Setiaji dan Prayugo, 2006). Tahapan pembuatan VCO dapat dilihat pada Gambar 3.3 dan tahapan penelitian dapat dilihat pada Gambar 3.1



Gambar 3.1 Tahapan penelitian



Gambar 3.2 Pembuatan starter ragi roti



Gambar 3.3 Pembuatan VCO secara fermentasi

3.4 Parameter Pengamatan

Parameter pengamatan yang dilakukan dalam penelitian ini yaitu ;

- a. Analisa fisik meliputi rendemen, viskositas dan berat jenis
- b. Analisa kimia meliputi asam lemak bebas (FFA) dan bilangan peroksida

3.5 Prosedur Analisis

3.5.1 Analisis Rendemen VCO (Muchtadi *et al.*, 1992)

Rendemen merupakan perbandingan antara berat bahan masuk dan bahan jadi (produk). Rendemen pada penelitian ini yaitu volume VCO dan volume krim santan yang digunakan. Perhitungan rendemen dilakukan untuk mengetahui volume VCO yang didapatkan dari banyaknya krim santan yang digunakan. Semua perlakuan berasal dari bahan masuk atau krim santan yang sama dan selanjutnya dihitung hasil rendemen pada setiap perlakuan. Perhitungan rendemen VCO sebagai berikut :

$$\text{Rendemen} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

Keterangan :

a = volume krim santan (ml)

b = volume VCO (ml)

3.5.2 Analisis Viskositas (AOAC, 1995)

Viskositas dinyatakan sebagai suatu bilangan yang menentukan kekentalan suatu zat cair. Produk VCO dilakukan pengukuran viskositas menggunakan alat viscometer ostwald. Sampel dimasukkan ke dalam viscometer sebanyak 0,5 ml dan diukur lama alirnya menggunakan *stopwatch*. Nilai viskositas diukur dengan membandingkan besarnya viskositas air pada suhu kamar (28°C) yaitu $827,681 \times 10^{-5}$ Pa dengan waktu alir 1,25 detik. Selanjutnya besarnya nilai viskositas dihitung menggunakan rumus :

$$t_1 \times y_2 = t_2 \times y_1$$

Keterangan :

t_1 = waktu alir air

t_2 = waktu alir sampel

y_1 = viskositas air ($827,628 \times 10^{-5}$) Pa.s

y_2 = viskositas sampel

3.5.3 Analisis Berat Jenis (Ketaren, 1986)

Piknometer dibersihkan dan dikeringkan, kemudian diisi dengan minyak sampai meluap dan tidak terbentuk gelembung udara. Piknometer ditutup, minyak yang meluap dan menempel di bagian luar piknometer dibersihkan. Piknometer diangkat dari waterbath, dibersihkan dan dikeringkan. Piknometer beserta isinya ditimbang. Bobot minyak adalah selisih berat piknometer beserta isinya dikurangi berat piknometer kosong.

$$\text{Berat jenis} = \frac{a - b}{c}$$

Keterangan :

a = berat piknometer+minyak (g)

b = berat piknometer kosong (g)

c = volume minyak pada suhu (ml)

3.5.4 Analisis Asam Lemak Bebas (SNI 7381-2008)

Prinsip analisis asam lemak bebas adalah pelarutan contoh lemak atau minyak dalam pelarut organik tertentu (etanol 95%) dilanjutkan dengan penitraan dengan NaOH. Contoh yang akan diuji, ditimbang sebanyak 30 gram di dalam erlenmeyer 250 ml, lalu ke dalam contoh ditambahkan 50 ml etanol 95% dan 3-5 tetes ml indikator *phenophatalein* (PP) kemudian dititrasi dengan larutan NaOH 0,1 N yang telah distandarisasi sampai warna merah jambu tercapai dan tidak hilang selama 15 detik. Persen asam lemak bebas dinyatakan sebagai asam laurat. Asam lemak bebas dinyatakan sebagai % FFA atau sebagai asam. Rumus :

$$\%FFA = \frac{V \times N \times 200}{m \times 1000} \times 100$$

Keterangan:

V = volume NaOH yang diperlukan dalam penitraan (ml)

N = normalitas NaOH

m = bobot contoh (g)

200 = bobot molekul asam laurat

3.5.5 Analisis Bilangan Peroksida (SNI 7381-2008)

Bilangan peroksida adalah nilai terpenting untuk menentukan derajat kerusakan minyak menggunakan metode iodometri yang didasarkan pada reaksi antara KI dalam larutan asam dengan ikatan peroksida. Prosedur analisis untuk

menentukan bilangan peroksida yaitu larutkan 0,3-5 gram VCO dalam erlenmeyer, tambahkan 10 ml kloroform dan 15 ml asam asetat glasial dalam erlenmeyer tertutup. Tambahkan 1 ml larutan KI jenuh, kemudian diamkan 5 menit, tambahkan 75 ml H₂O bebas CO₂. Kocok erlenmeyer dengan gerakan memutar. Lakukan titrasi dengan larutan Na₂S₂O₃ 0,02 N sampai warna kuning hampir hilang. Tambahkan 1 ml indikator amilum 1% lanjutkan titrasi sampai warna biru mulai hilang. Angka peroksida dinyatakan dalam mili-equivalen dari peroksida dalam setiap 1000 gram contoh. Perhitungan bilangan peroksida adalah sebagai berikut:

$$\text{Bilangan peroksida } \left(\frac{\text{mg}}{\text{kg}}\right) = \frac{(V_1 - V_0) \times N}{m} \times 1000$$

Keterangan :

V₀ = volume dan larutan natrium tiosulfat untuk penitraan blanko (ml)

V₁ = volume dan larutan natrium tiosulfat untuk penitraan contoh (ml)

N = normalitas larutan standar natrium tiosulfat yang digunakan

m = berat contoh (g)

3.6 Analisis Data

Data hasil pengujian rendemen disajikan dengan Metode Permukaan Respon menggunakan perangkat lunak *Minitab 14* untuk mendapatkan VCO dengan hasil yang optimum. Hasil titik optimal yang diperoleh diinterpretasikan pada *countour plot* dan *surface plot*. Data hasil pengujian fisik dan kimia disajikan secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk grafik.

BAB 5. PENUTUP

5.1 Kesimpulan

- a. Optimasi produksi VCO secara fermentasi berdasarkan rendemen dengan Metode Permukaan Respon diperoleh persamaan optimasi yaitu $y=30,1552+0,2083x_1+1,7083x_2-0,459052x_1^2+0,290948x_2^2-0,375x_1x_2$ optimasi nilai optimal pada penggunaan konsentrasi starter ragi roti 9% dan lama fermentasi 19 jam, dengan rendemen sebesar 33,5% atau 67 ml dari 200 ml krim santan.
- b. Variasi konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi cenderung menghasilkan perubahan nilai rendemen serta sifat fisik dan kimia VCO yang dihasilkan. Peningkatan konsentrasi starter ragi roti dan lama fermentasi cenderung dapat meningkatkan kadar asam lemak bebas, menurunkan viskositas, dan nilai respon rendemen dan berat jenis yang bervariasi. Penggunaan kedua faktor cenderung kurang menghasilkan terhadap bilangan peroksida yang dihasilkan.

5.2 Saran

Saran yang dapat diberikan berdasarkan penelitian ini yaitu optimasi dengan RSM harus dilakukan sesuai tahapan dengan teliti untuk mendapatkan hasil yang akurat. Pembuatan VCO harus dilakukan secara higienis agar tidak terjadi kontaminasi. Selain itu, diperlukan penelitian lebih lanjut mengenai pengaruh lama penyimpanan terhadap mutu fisik dan kimia, terutama pada angka bilangan peroksida.

DAFTAR PUSTAKA

- Abda'oe, S.F. 2017. Karakteristik VCO yang Diproduksi melalui Fermentasi oleh Ragi Tape dan Ragi Roti. *Skripsi*. Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Jember.
- Aditiya R, Rusmarilin H dan Limbong L.N. 2014. Optimasi Pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) Dengan Penambahan Ragi Roti (*Saccharomyces cerevisiae*) Dan Lama Fermentasi Dengan VCO Pancingan. *Jurnal Rekayasa Pangan dan Pertanian*. 2(2): 51-57.
- Anwar, F. 2011. Analisis Komponen Tidak Tersabunkan Dalam *Virgin Coconut Oil* (VCO) yang dibuat dengan Metode Mixing. *Skripsi*. FMIPA UNSRAT.
- AOAC. 1995. *Official Methods of Analysis*. Whashington: Association of Official Analytical Chemists.
- APCC. 2002. *Coconut Statistical Yearbook 2001*. Asian and Pacific Coconut Community.
- Azmi, J. 2000. *The Usaging of Seaweed as Fermentation Media on Coconut Oil Production*. Padang: Sainstek 3 UNP.
- Badan Standarisasi Nasional. 2008. *SNI 7381:2008, Minyak Kelapa Virgin (VCO)*. Jakarta: Badan Standarisasi Nasional.
- Barlina R dan Hengky N. 2004. *Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Cahyono dan Untari, L. 2009. Proses Pembuatan Virgin Coconut Oil dengan Fermentasi menggunakan Starter Ragi Tempe. *Skripsi*. Universitas Diponegoro.
- Chen, K. N., Chen, M. J., Liu, J. R., Lin, C. W., dan Chiu, H. Y. 2005. Optimization of Incorporated Prebiotics As Coating Materials For Probiotics Microencapsulation. *Jurnal Food Science*. 70 (5): 260-266.
- Darmoyuwono, W. 2006. *Gaya Hidup Sehat dengan Virgin Coconut Oil*. Jakarta: Gramedia.
- Enig, M.G. 1996. *Health and Nutritional Benefits from Coconut Oil: An Important Functional Food for the 21st Century*. Vietnam: AVOC Lauric Oil Symposium. Hal. 8-11.
- Erika, C., Yunita., dan Arpi, N. 2014. Pemanfaatan Ragi Tapai dan Getah Buah Pepaya pada Ekstraksi Minyak Kelapa secara Fermentasi. *Jurnal Teknologi dan Industri Pertanian Indonesia*. 6(1): 1-6.

- Gaspersz, V. 1995. *Teknik Analisa dalam Penelitian Percobaan, Edisi Pertama*. Bandung: Tarsito.
- Gunawan, M. Triatno MA, dan A. Rahayu. 2003. Analisis pangan : Penentuan Angka Peroksida Dan Asam Lemak Bebas Pada Minyak Kedelai dengan Variasi Menggoreng. *Jurnal Sains Kimia Analitik*. 6(3): 1-6.
- Gustiani, S. H. 2008. Studi Ekstraksi Analisis Minyak Lengkeng. *Skripsi*. Jakarta: FMIPA UI.
- Herlina, N. 2002. *Lemak dan Minyak*. Universitas Sumatera Utara: Digital Library.
- Ishak, Aji A., dan Israwati. 2016. Pengaruh Waktu Fermentasi dan Berat Bonggol Nanas Pada Pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO). *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 5(1): 66-77.
- Ketaren, S. 1986. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Ketaren, S. 1987. *Minyak Atsiri, Jilid I*. Jakarta: UI-Press.
- Ketaren, S. 2008. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press.
- Lehninger, A. 1994. *Dasar-Dasar Biokimia*. Jakarta: Erlangga.
- Lucida, H., Salman dan Hervian M.S. 2008. Uji Daya Peningkat Penetrasi *Virgin Coconut Oil* (VCO) Dalam Basis Krim. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*. 1(13):1-8.
- Maharun dan Apriyantono, M. 2014. Pengolahan Minyak Kelapa Murni (VCO) Dengan Metode Fermentasi Menggunakan Ragi Tape Merk NKL. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 3(2): 9-14.
- Montgomery, D. C. 2001. *Design and Analysis of Experiment*. New York: John and Wiley Sonc, Inc.
- Muchtadi, T dan Sugiyono. 1992. *Petunjuk Laboratorium Ilmu Pengetahuan Bahan Pangan*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Mujdalipah, S. 2016. Pengaruh Ragi Tradisional Indonesia dalam Proses Fermentasi Santan terhadap Karakteristik Rendemen, Kadar Air, Kadar Asam Lemak Bebas *Virgin Coconut Oil* (VCO). *Journal Fortech*. 1(1): 10-15.
- Ngatemin, Nurrahman dan J.T. Isworo. 2013. Pengaruh Lama Fermentasi pada Produksi Minyak Kelapa Murni (*Virgin Coconut Oil*) terhadap Sifat Fisik, Kimia, dan Organoleptik. *Jurnal Pangan dan Gizi*. 4(8): 9-18.
- Nuryati dan Salimy D. 2008. Metode Permukaan Respon dan Aplikasinya pada Optimal Eksperimen Kimia. *Risalah Lokakarya Komputasi dalam Sains dan Teknologi Nuklir*. 373-391.

- Palungkun, R. 2004. *Aneka Produk Olahan Kelapa*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Pyle, E. J. 1982. *Baking Science and Technology Volume I*. Chicago: Siebel Publishing Co.
- Ramdhoni, A., Nawansih, O., Nuraini, F. 2009. *Pengaruh Pasteurisasi dan Lama Simpan Terhadap Sifat Fisik, Kimia, Mikrobiologis dan Organoleptik Santan Kental*. Unila: Pustaka Ilmiah Unila.
- Rindengen, B dan Novarianto, H. 2004. *Pembuatan dan Pemanfaatan Minyak Kelapa Murni*. Jakarta: Penerbit Swadaya.
- Sari. 2010. *Analisis Pengaruh Minyak VCO*. Yogyakarta: Graha Ilmu.
- Setiaji, B dan Prayugo, S. 2006. *Membuat VCO Berkualitas Tinggi*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Simangunsong, J., Febrina E., dan Masyithah Z. 2016. Pengaruh Penambahan Inokulum, Lama Fermentasi dan Pengadukan pada Pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) Menggunakan Khamir *Saccharomyces cerevisiae* Murni. *Jurnal Teknik Kimia*. 5(3): 24-30.
- Sudarmadji, S. 1989. *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Liberty.
- Sudarmadji, S., B. Haryono dan Suhardi. 1997. *Analisis Bahan Makanan dan Pertanian*. Yogyakarta: Penerbit Liberty kerjasama dengan pusat Antar Universitas Pangan dan Gizi Universitas Gadjah Mada.
- Suhardiyono, L. 1993. *Tanaman Kelapa Budidaya dan Pemanfaatannya*. Yogyakarta: Kanisius.
- Sukartin, J.K. dan M. Sitanggang. 2005. *Gempur Penyakit dengan VCO*. Jakarta: Agromedia pustaka.
- Sutarmi dan Hartin. 2005. *Taklukkan Penyakit dengan VCO (Virgin Coconut Oil)*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Syah, A. N. A. 2005. *Virgin Coconut Oil, Minyak Penakluk Aneka Penyakit*. Jakarta: PT Agromedia.
- Tarwiyah, K. 2001. *Minyak Kelapa*. Sumatera Barat: Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat.
- Zahri, F. dan Arpi, N, 1996. Pengkajian Beberapa Sifat Minyak Pliek U (Minyak kelapa) dan Nilai Gizi Residu Hasil Sampingnya. *Skripsi*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Syiah Kuala, Darussalam Banda Aceh.

LAMPIRAN

Lampiran 4.1 Rendemen VCO

4.1.1 Hasil Simulasi untuk Orde I

Welcome to Minitab, press F1 for help.

Central Composite Design

Factors: 2 Replicates: 1
 Base runs: 13 Total runs: 13
 Base blocks: 1 Total blocks: 1

Two-level factorial: Full factorial

Cube points: 4
 Center points in cube: 5
 Axial points: 4
 Center points in axial: 0

Alpha: 1

Design Table

StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	X1	X2
10	1	0	1	0	0
8	2	-1	1	0	1
2	3	1	1	1	-1
11	4	0	1	0	0
7	5	-1	1	0	-1
4	6	1	1	1	1
3	7	1	1	-1	1
1	8	1	1	-1	-1
12	9	0	1	0	0
5	10	-1	1	-1	0
9	11	0	1	0	0
13	12	0	1	0	0
6	13	-1	1	1	0

Response Surface Regression: y versus X1; X2

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for y

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	16,077	0,8228	19,540	0,000
X1	-1,417	1,2111	-1,170	0,269
X2	2,250	1,2111	1,858	0,093

S = 2,967 R-Sq = 32,5% R-Sq(adj) = 19,0%

Analysis of Variance for y

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	2	42,42	42,42	21,208	2,41	0,140
Linear	2	42,42	42,42	21,208	2,41	0,140
Residual Error	10	88,01	88,01	8,801		
Lack-of-Fit	6	63,21	63,21	10,534	1,70	0,316
Pure Error	4	24,80	24,80	6,200		
Total	12	130,42				

Estimated Regression Coefficients for y using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	16,0769
X1	-1,41667
X2	2,25000

4.1.2 Hasil rendemen VCO pada orde I

Run	Faktor Aktual Konsentrasi Starter Ragi Roti (%)	Lama Fermentasi (jam)	Volume krim santan (ml)	Jumlah VCO (ml)	Rendemen VCO (%)
1	20	10	200	24	12
2	10	8	200	34	17
3	30	10	200	26	13
4	20	8	200	33	16,5
5	10	10	200	25	12,5
6	20	10	200	32	16
7	20	10	200	36	18
8	20	12	200	46	23
9	20	10	200	36	18
10	20	10	200	34	17
11	30	8	200	22	11
12	30	12	200	32	16
13	10	12	200	38	19

$$\text{Rendemen} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

a = volume krim santan (ml)

b = volume VCO (ml)

R = Run

$$R1 : 24/200 \times 100\% = 12\%$$

$$R8 : 46/200 \times 100\% = 23\%$$

$$R2 : 34/200 \times 100\% = 17\%$$

$$R9 : 36/200 \times 100\% = 18\%$$

$$R3 : 26/200 \times 100\% = 13\%$$

$$R10 : 34/200 \times 100\% = 17\%$$

$$R4 : 33/200 \times 100\% = 16,5\%$$

$$R11 : 22/200 \times 100\% = 11\%$$

$$R5 : 25/200 \times 100\% = 12,5\%$$

$$R12 : 32/200 \times 100\% = 16\%$$

$$R6 : 32/200 \times 100\% = 16\%$$

$$R13 : 38/200 \times 100\% = 19\%$$

$$R7 : 36/200 \times 100\% = 18\%$$

4.1.3 Hasil rendemen VCO pada *Steepest Ascent*

Steps	Volume krim santan (ml)	Jumlah VCO (ml)	Rendemen VCO (%)
Origin + Δ	200	47	23,5
Origin + 2 Δ	200	50	25
Origin + 3 Δ	200	53	26,5
Origin + 4 Δ	200	48	24
Origin + 5 Δ	200	46	23

$$\text{Rendemen} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

a = volume krim santan (ml)

b = volume VCO (ml)

$$\text{Origin} + \Delta : 47/200 \times 100\% = 23,5\%$$

$$\text{Origin} + 2\Delta : 50/200 \times 100\% = 25\%$$

$$\text{Origin} + 3\Delta : 53/200 \times 100\% = 26,5\%$$

$$\text{Origin} + 4\Delta : 48/200 \times 100\% = 24\%$$

$$\text{Origin} + 5\Delta : 46/200 \times 100\% = 23\%$$

4.1.4 Hasil simulasi untuk Orde II

Results for: Worksheet 3**Central Composite Design**

Factors: 2 Replicates: 1
 Base runs: 13 Total runs: 13
 Base blocks: 1 Total blocks: 1

Two-level factorial: Full factorial

Cube points: 4
 Center points in cube: 5
 Axial points: 4
 Center points in axial: 0

Alpha: 2

Design Table

StdOrder	RunOrder	PtType	Blocks	A	B
6	1	-1	1	2	0
12	2	0	1	0	0
2	3	1	1	1	-1
8	4	-1	1	0	2
4	5	1	1	1	1
9	6	0	1	0	0
5	7	-1	1	-2	0
11	8	0	1	0	0
7	9	-1	1	0	-2
3	10	1	1	-1	1
13	11	0	1	0	0
10	12	0	1	0	0
1	13	1	1	-1	-1

Response Surface Regression: Rendemen (%) versus Konsentrasi ; Lama Fermentasi (Jam)

The analysis was done using coded units.

Estimated Regression Coefficients for Rendemen (%)

Term	Coef	SE Coef	T	P
Constant	30,1552	0,4045	74,545	0,000
A	0,2083	0,2812	0,741	0,483
B	1,7083	0,2812	6,074	0,001
A*A	-0,4591	0,2035	-2,256	0,059
B*B	0,2909	0,2035	1,430	0,196
A*B	-0,3750	0,4871	-0,770	0,467

S = 0,9742 R-Sq = 87,2% R-Sq(adj) = 78,1%

Analysis of Variance for Rendemen (%)

Source	DF	Seq SS	Adj SS	Adj MS	F	P
Regression	5	45,3563	45,3563	9,0713	9,56	0,005
Linear	2	35,5417	35,5417	17,7708	18,72	0,002
Square	2	9,2522	9,2522	4,6261	4,87	0,047
Interaction	1	0,5625	0,5625	0,5625	0,59	0,467
Residual Error	7	6,6437	6,6437	0,9491		
Lack-of-Fit	3	5,1437	5,1437	1,7146	4,57	0,088
Pure Error	4	1,5000	1,5000	0,3750		
Total	12	52,0000				

Estimated Regression Coefficients for Rendemen (%) using data in uncoded units

Term	Coef
Constant	30,1552
A	0,208333
B	1,70833
A*A	-0,459052
B*B	0,290948
A*B	-0,375000

4.1.5 Hasil rendemen VCO orde II

Run	Faktor Aktual		Volume krim santan (ml)	Jumlah VCO (ml)	Rendemen VCO (%)
	Konsentrasi Starter Ragi Roti (%)	Lama Fermentasi (jam)			
1	21	16	200	58	29
2	11	16	200	62	31
3	16	14	200	57	28,5
4	11	20	200	71	35,5
5	16	18	200	61	30,5
6	11	16	200	61	30,5
7	1	16	200	57	28,5
8	11	16	200	61	30,5
9	11	12	200	56	28
10	6	18	200	61	30,5
11	11	16	200	59	29,5
12	11	16	200	62	31
13	6	14	200	54	27

$$\text{Rendemen} = \frac{b}{a} \times 100\%$$

a = volume krim santan (ml)

b = volume VCO (ml)

R = Run

$$R1 : 58/200 \times 100\% = 29\%$$

$$R8 : 61/200 \times 100\% = 30,5\%$$

$$R2 : 62/200 \times 100\% = 31\%$$

$$R9 : 56/200 \times 100\% = 28\%$$

$$R3 : 57/200 \times 100\% = 28,5\%$$

$$R10 : 61/200 \times 100\% = 30,5\%$$

$$R4 : 71/200 \times 100\% = 35,5\%$$

$$R11 : 59/200 \times 100\% = 29,5\%$$

$$R5 : 61/200 \times 100\% = 30,5\%$$

$$R12 : 62/200 \times 100\% = 31\%$$

$$R6 : 61/200 \times 100\% = 30,5\%$$

$$R13 : 54/200 \times 100\% = 27\%$$

$$R7 : 57/200 \times 100\% = 28,5\%$$

4.1.6 Penentuan titik optimal

Persamaan model orde kedua yang diperoleh yaitu:

$$y = 30,1552 + 0,2083x_1 + 1,7083x_2 - 0,459052x_1^2 + 0,290948x_2^2 - 0,375x_1x_2$$

$$y = 30,1552 + 0,2083x_2 + 1,7083x_2 - 0,4591x_1^2 + 0,2911x_2^2 - 0,375x_1x_2$$

Dari persamaan yang diperoleh maka koefisien masing-masing variabel diubah ke dalam bentuk matriks. Pembentukan matriks dan penentuan titik optimal dicari dengan cara perkalian dan *inverse* matriks. Hasil perhitungan dapat dilihat pada cara dibawah:

$$\frac{dy}{dx_1} = 0$$

$$0,2083 - 2(0,4591)x_1 - 0,375x_2 = 0$$

$$0,2083 - 0,9182x_1 - 0,375x_2 = 0 \dots \dots \dots 1)$$

$$\frac{dy}{dx_2} = 0$$

$$-1,7083 - 2(0,2911)x_2 - 0,375x_1 = 0$$

$$-1,7083 - 0,5882x_2 - 0,375x_1 = 0 \dots \dots \dots 2)$$

Persamaan (1) dan (2) dapat diselesaikan dengan pendekatan matriks untuk memperoleh nilai x_1 dan x_2 yang optimal.

$$0,2083 - 0,9182x_1 - 0,375x_2 = -1,7083 - 0,5882x_2 - 0,375x_1$$

$$1,9166 - 0,5432x_1 = 0,9527x_2$$

$$\frac{1,9166 - 0,5432x_1}{0,9572} = x_2$$

Dimasukkan ke persamaan 1 untuk mencari x_1

$$0,2083 - 0,9182x_1 - 0,375x_2 = 0$$

$$0,2083 - 0,9182x_1 - 0,375 \left(\frac{1,9166 - 0,5432x_1}{0,9572} \right) = 0$$

$$0,2083 - 0,9182x_1 - 0,3918(1,9166 - 0,5432x_1) = 0$$

$$0,2083 - 0,9182x_1 - 0,751 - 0,2128x_1 = 0$$

$$0,2083 - 0,751 = 0,9182x_1 + 0,2128x_1$$

$$-0,5427 = 1,131x_1$$

$$-0,4143 = x_1$$

Dimasukkan ke persamaan 1 untuk mencari x_2

$$0,2083 - 0,9182x_1 - 0,375x_2 = 0$$

$$0,2083 - 0,9182(-0,4) - 0,375x_2 = 0$$

$$0,2083 + 0,3673 - 0,375x_2 = 0$$

$$0,2083 + 0,3673 = 0,375x_2$$

$$\left(\frac{0,572}{0,375}\right) = x_2$$

$$1,525 = x_2$$

Setelah titik level masing-masing faktor diketahui, maka selanjutnya adalah menentukan setting optimal dari faktor tersebut yang ditentukan dengan menggunakan teknik interpolasi sebagai berikut:

A. Nilai optimal konsentrasi starter ragi roti

$$x_1 = \left(\frac{A - 11}{5}\right)$$

$$-0,4143 = \left(\frac{A - 11}{5}\right)$$

$$-0,4 = \left(\frac{A - 11}{5}\right)$$

$$A = 11 - 2$$

$$A = 9\%$$

B. Nilai optimal lama fermentasi

$$x_2 = \left(\frac{B - 16}{2} \right)$$

$$1,525 = \left(\frac{B - 16}{2} \right)$$

$$1,5 = \left(\frac{B - 16}{2} \right)$$

$$B = 16 + 3$$

$$B = 19 \text{ jam}$$

Dari perhitungan di atas, didapatkan nilai setting yang optimal untuk setiap faktor. Untuk memperoleh rendemen yang optimal dalam pembuatan VCO, konsentrasi starter ragi roti yang digunakan 9% dengan lama fermentasi 19 jam. Nilai x_1 dan x_2 tersebut akan digunakan pada persamaan orde kedua untuk menghitung perkiraan banyaknya volume optimal dalam pembuatan VCO. Perhitungan yaitu:

$$y = 30,1552 + 0,2083x_1 + 1,7083x_2 - 0,459052x_1^2 + 0,290948x_2^2 - 0,375x_1x_2$$

$$y = 30,1552 + 0,2083 (-0,4143) + 1,7083 (1,525) - 0,459052 (-0,4143)^2 + 0,290948 (1,525)^2 - 0,375 (-0,4143) (1,525)$$

$$y = 33,5\%$$

Lampiran 4.2 Viskositas VCO

4.2.1 Hasil waktu alir VCO

Sampel VCO	Faktor aktual Konsentrasi starter ragi roti (%)	Lama Fermentasi (jam)	Waktu alir VCO (s)	
			U1	U2
1	1	16	95	99
2	6	14	99	102
3	6	18	99	98
4	11	12	98	95
5	11	16	94	95
6	11	20	93	94
7	16	14	98	102
8	16	18	99	97
9	21	16	90	95

Viskositas: $t_1 \times y_2 = t_2 \times y_1$

Keterangan :

t_1 = waktu alir air

t_2 = waktu alir sampel

y_1 = viskositas air ($827,628 \times 10^{-5}$) Pas

y_2 = viskositas sampel

U1

1: $y_2 = 95 \times 0,00827628/1,25 = 0,629$ mPas

2: $y_2 = 99 \times 0,00827628/1,25 = 0,655$ mPas

3: $y_2 = 99 \times 0,00827628/1,25 = 0,655$ mPas

4: $y_2 = 98 \times 0,00827628/1,25 = 0,649$ mPas

5: $y_2 = 94 \times 0,00827628/1,25 = 0,622$ mPas

6: $y_2 = 93 \times 0,00827628/1,25 = 0,616$ mPas

7: $y_2 = 98 \times 0,00827628/1,25 = 0,649$ mPas

8: $y_2 = 99 \times 0,00827628/1,25 = 0,655$ mPas

9: $y_2 = 90 \times 0,00827628/1,25 = 0,596$ mPas

U2

$$1: y_2 = 99 \times 0,00827628/1,25 = 0,655 \text{ mPas}$$

$$2: y_2 = 102 \times 0,00827628/1,25 = 0,675 \text{ mPas}$$

$$3: y_2 = 98 \times 0,00827628/1,25 = 0,649 \text{ mPas}$$

$$4: y_2 = 95 \times 0,00827628/1,25 = 0,629 \text{ mPas}$$

$$5: y_2 = 95 \times 0,00827628/1,25 = 0,629 \text{ mPas}$$

$$6: y_2 = 94 \times 0,00827628/1,25 = 0,622 \text{ mPas}$$

$$7: y_2 = 102 \times 0,00827628/1,25 = 0,675 \text{ mPas}$$

$$8: y_2 = 97 \times 0,00827628/1,25 = 0,642 \text{ mPas}$$

$$9: y_2 = 95 \times 0,00827628/1,25 = 0,629 \text{ mPas}$$

4.2.2 Rekapitulasi pengujian viskositas VCO

Sampel	Nilai Viskositas (mPas)		Rata-rata (mPas)
	U1	U2	
1	0,629	0,655	0,642
2	0,655	0,675	0,665
3	0,655	0,649	0,652
4	0,649	0,629	0,639
5	0,622	0,629	0,626
6	0,616	0,622	0,619
7	0,649	0,675	0,662
8	0,655	0,642	0,649
9	0,596	0,629	0,612

Lampiran 4.3 Berat Jenis VCO

4.3.1 Berat VCO dengan volume 10 ml

Sampel	Faktor aktual Konsentrasi starter ragi roti (%)	Lama Fermentasi (jam)	Berat VCO (g)	
			U1	U2
1	1	16	9,2002	9,1348
2	6	14	9,2094	9,2664
3	6	18	9,2076	9,2645
4	11	12	9,1098	9,1568
5	11	16	9,2116	9,1414
6	11	20	9,2292	9,274
7	16	14	9,2046	9,2274

8	16	18	9,2293	9,2722
9	21	16	9,218	9,2677

$$\text{Berat jenis} = \frac{a - b}{c}$$

Keterangan :

a = berat piknometer+minyak (g)

b = berat piknometer kosong (g)

c = volume minyak pada suhu (ml)

4.3.2 Rekapitulasi Berat jenis VCO

Sampel	Berat Jenis VCO (g/ml)		
	U1	U2	Rata-rata
1	0,920	0,914	0,917
2	0,921	0,927	0,924
3	0,921	0,927	0,924
4	0,911	0,916	0,913
5	0,921	0,914	0,918
6	0,923	0,927	0,925
7	0,921	0,923	0,922
8	0,923	0,927	0,925
9	0,922	0,927	0,924

Lampiran 4.4 Asam Lemak Bebas VCO

Rekapitulasi asam lemak bebas VCO

Sampel	Faktor aktual		Volume NaOH (ml)		ALB (%)		Rata-rata
	Konsentrasi starter ragi roti (%)	Lama Fermentasi (jam)	Titration 1	Titration 2	U1	U2	
1	1	16	2	1,9	0,133	0,127	0,13
2	6	14	1,7	1,8	0,113	0,12	0,117
3	6	18	1,8	1,9	0,12	0,127	0,123
4	11	12	1,7	1,8	0,113	0,12	0,117
5	11	16	2,1	2,3	0,14	0,153	0,147
6	11	20	2,6	2,5	0,173	0,167	0,17
7	16	14	1,8	1,6	0,12	0,107	0,113
8	16	18	1,9	1,8	0,127	0,12	0,123
9	21	16	2,6	2,7	0,173	0,18	0,177

$$\text{Asam lemak bebas (FFA): \%FFA} = \frac{V \times N \times 200}{m \times 1000} \times 100$$

Keterangan:

V = volume NaOH yang diperlukan dalam penitraan (ml)

N = normalitas NaOH

m = bobot contoh (g)

200 = bobot molekul asam laurat

Titration 1

$$1: (2 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,133\%$$

$$2: (1,7 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,113\%$$

$$3: (1,8 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,120\%$$

$$4: (1,7 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,113\%$$

$$5: (2,1 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,140\%$$

$$6: (2,6 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,173\%$$

$$7: (1,8 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,120\%$$

$$8: (1,9 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,127\%$$

$$9: (2,6 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,173\%$$

Titration 2

$$1: (1,9 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,127\%$$

$$2: (1,8 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,120\%$$

$$3: (1,9 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,127\%$$

$$4: (1,8 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,120\%$$

$$5: (2,3 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,153\%$$

$$6: (2,5 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,167\%$$

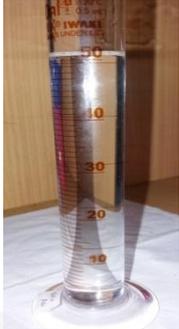
$$7: (1,6 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,107\%$$

$$8: (1,8 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,120\%$$

$$9: (2,7 \times 0,1 \times 200 / (30 \times 1000)) \times 100 = 0,180\%$$

Lampiran 4.5 Dokumentasi Penelitian

	
<p>Bahan Baku Kelapa Tua</p>	<p>Kelapa Parut</p>
	
<p>Pendiaman 2 jam</p>	<p>Penambahan Starter Ragi Roti pada Krim Santan</p>
	
<p>Fermentasi</p>	<p>Hasil Fermentasi</p>

	
<p>Penyimpanan VCO</p>	<p>Rendemen VCO</p>
	
<p>Uji Kimia VCO</p>	<p>Uji Fisik VCO</p>

