OPTIMASI PROSES PEMBEKUAN MINYAK KELAPA MURNI (*VIRGIN COCONUT OIL*) MENGGUNAKAN METODE RSM : KAJIAN SUHU DAN LAMA WAKTU PEMBEKUAN

Optimization of Freezing Process on Virgin Coconut Oil Using RSM Method: Study about Temperature and Duration of Freezing

Maimunah Hindun Pulungan, Oktavia Nur Fadhlillah*, Ika Atsari Dewi

Jurusan Teknologi Industri Pertanian, FTP Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: oktav792@gmail.com

ABSTRAK

Tujuan penelitian adalah untuk mengetahui berapa suhu dan lama pembekuan yang optimal pada proses pembekuan VCO. Percobaan menggunakan metode optimasi *Response Surface Methodology* (RSM) dengan 2 faktor dan 4 respon. Faktor pertama suhu pembekuan dengan variasi suhu -23, -28, dan -33°C. Faktor kedua lama pembekuan selama 44, 48, dan 52 jam. Variabel respon ialah indeks bias, FFA, kadar air, dan rendemen. Data-data ini diformulasikan menggunakan *software Desain Expert 7.5 Free Trial*, sehingga diperoleh 13 perlakuan. Hasil perlakuan terbaik dilanjutkan dengan uji organoleptik menggunakan skala hedonik (warna, aroma, dan rasa) pada 30 panelis semi terlatih. Hasil perlakuan terbaik didapatkan pada suhu pembekuan -32.47 °C selama 48.08 jam. Perlakuan terbaik menghasilkan indeks bias 1.45113, FFA 0.058%, kadar air 0.12%, dan rendemen 31.42%. Warna dan rasa dapat diterima oleh konsumen, sedangkan aroma tidak dapat diterima oleh konsumen.

Kata Kunci: Pembekuan, RSM, VCO

ABSTRACT

This study determined to optimal temperature and duration of freezing during the freezing process of VCO. Experiment used optimization method of Response Surface Methodology (RSM) with 2 factors and 4 responses. First factor was freezing temperature with temperature variations are -23, -28, and -33°C. Second factor was the duration of freezing are 44, 48 and 52 hours. Response variables measured were refractive index, FFA, moisture content, and rendemen. These data were formulated using Design Expert 7.5 Free Trial software, so that 13 treatments were obtained. Best treatment results were followed by organoleptic tests using hedonic scale (color, aroma, and taste) on 30 semi-trained panelists. The best treatment result was obtained at freezing temperatures -32.474°C for 48.081 hours. Best treatment produces 31.42% of rendemen, 1.45113 of refractive index, 0.12% of water content, and 0.058% of FFA. Color and taste could be accepted by consumers, while aroma couldn't be accepted by consumers.

Keywords: Freezing, RSM, VCO

PENDAHULUAN

Tanaman kelapa merupakan salah satu komoditi yang cukup besar di negara Indonesia yang memiliki manfaat bagi manusia. Pada periode 2017 rata-rata produksi kelapa di Indonesia sebesar 2.871.280 ton (Demitria dan Yanuar, 2016). Salah satu bagian yang dapat dimanfaatkan, dan memiliki nilai ekonomi cukup, tinggi pada tanaman kelapa ialah daging buah. Daging buah tersebut dapat diolah, menjadi santan, minyak kelapa

murni, dan minyak kelapa. Secara umum, proses pengolahan pada minyak kelapa menggunakan metode ekstraksi kering (*dry rendering*) yang masih mempunyai sifat fisiko kimia kurang baik. Hal ini disebabkan oleh penambahan bahan kimia dan proses pemanasan diatas suhu 100 °C pada proses *refining* yang berakibat pada perubahan secara kimia dari asam lemak tak jenuh serta mengakibatkan kerusakan antioksidan alami yang terkandung dalam minyak kelapa (Sapta dan Maya, 2008). Antioksidan alami dan kandungan yang terdapat dalam minyak kelapa sangat bermanfaat dan memiliki nilai ekonomi yang cukup tinggi bagi manusia. Oleh karena itu, diperlukan pengolahan minyak menggunakan suhu rendah yang mampu menjaga antioksidan alami. Pengolahan tersebut menghasilkan produk berupa minyak kelapa murni atau VCO.

Minyak kelapa murni adalah produk olahan kelapa yang dihasilkan dari daging kelapa menggunakan proses pemanasan pada suhu rendah dan tanpa proses pemurnian kimiawi serta mempunyai sifat fisik jernih, tidak berasa dan mempunyai aroma bau khas kelapa (Tamzil dkk., 2017). Beberapa metode yang sudah umum diterapkan pada proses pembuatan VCO antara lain ialah pemanasan langsung, *freezing*, perubahan bentuk emulsi, fermentasi, enzimatik, dan lain-lain. Diantara beberapa metode tersebut, metode yang paling efisien dan mudah untuk diaplikasikan dalam pemecahan emulsi santan untuk pembentukan minyak kelapa yaitu pada metode *freezing*.

BAHAN DAN METODE

Bahan

Bahan baku utama yang digunakan untuk penelitian adalah buah kelapa (berumur 10-12 bulan, mempunyai berat 0.50 kg mempunyai warna kulit buah cokelat hingga kehitaman, bertekstur keras) yang diperoleh dari penjual Buah Kelapa Pasar Dinoyo, Kota Malang.

Alat

Gelas beker (Iwaki – 50 ml, 100 ml, 125 ml, 300 ml, dan 500 ml), tabung erlenmeyer (Iwaki – 125 ml, 250 ml), gelas ukur (Iwaki – 100 ml), buret (Iwaki – 50 ml), *juicer* (Philips – 300 W), baskom (plastik), pisau, sendok, pipet tetes, botol plastik, termometer, *freezer* (Samsung), timbangan digital (Camry), corong (Herma – 75 mm), dan oven listrik (Lokal), refraktometer, timbangan analitik (AND GR-200)

Metode

Penelitian ini menggunakan metode optimasi *Response Surface Methodology* (RSM) dengan 2 faktor dan 4 respon. Faktor pertama yaitu suhu pembekuan dengan variasi suhu -23, -28, dan -33 °C. Faktor kedua yaitu lama pembekuan selama 44, 48, dan 52 jam. Variabel respon yang diukur yaitu indeks nias, FFA, kadar air, dan rendemen. Data ini diformulasikan menggunakan bantuan *software Desain Expert 7.5 Free Trial*. Dari faktor dan respon tersebut diperoleh 13 perlakuan. Hasil perlakuan terbaik dilanjutkan dengan uji organoleptik menggunakan skala hedonik (warna, aroma, dan rasa) dilakukan oleh 30 panelis semi terlatih. Data organoleptik dianalisis dengan uji Friedman ($\alpha=0.05$).

Pelaksanaan Penelitian

1. Buah kelapa segar 120 ml (berumur 10-12 bulan, warna kulit cokelat sampai kehitaman, dan mempunyai teksur keras), memiliki berat ± 0.5 kg.
2. Dikupas buah kelapa dengan menggunakan pisau untuk mendapatkan daging kelapa.
3. Daging kelapa yang dihasilkan dipotong kecil-kecil ($\pm$ panjang 10 cm dan lebar 5cm) dan di-jus yang berfungsi untuk memisahkan santan dengan ampasnya.
4. Diukur volume santan sebanyak 120 ml dan dimasukkan ke dalam gelas ukur.
5. Dibekukan santan menggunakan *freezer* dengan suhu -23 °C, -28 °C, -33 °C selama 44 jam, 48 jam, dan 52 jam.
6. Santan beku yang diperoleh diangin-anginkan selama ± 10 menit dan diukur volumenya.
7. Santan beku di-*thawing* menggunakan oven dengan suhu $\pm 50^\circ\text{C}$ selama 1.5 jam.

8. Setelah di-*thawing* menggunakan oven, santan tersebut terbentuk menjadi 3 lapisan: lapisan atas (minyak), lapisan tengah (padatan), dan lapisan bawah (air). Minyak tersebut diambil menggunakan pipet tetes agar terpisah dari padatan dan air.
9. Setelah didapatkan minyak kelapa murni dilakukan analisis indeks bias, FFA, kadar air dan rendemen.

Pengamatan

Pengamatan yang dilakukan terhadap minyak kelapa murni meliputi perhitungan uji indeks bias (AOAC, 1980), FFA (AOAC, 2005), uji kadar air (Kumalasari, 2013), rendemen (AOAC, 2005), dan bilangan peroksida (AOAC, 2005). Selanjutnya dilakukan uji organoleptik menggunakan metode tingkat kesukaan (*hedonic scale*) dengan 30 panelis semi terlatih meliputi warna, aroma, dan rasa.

Analisis dan Pengolahan Data

Analisis data yang dilakukan pada pengujian minyak kelapa murni ini terdiri dari pengujian indeks bias, FFA, kadar air dan rendemen. Hasil data pengujian kemudian dimasukkan pada metode permukaan respon dan rancangan komposit terpusat. Pengolahan data menggunakan *Design Expert 7.1.5 trial* dengan langkah sebagai berikut:

1. Metode yang dipilih adalah metode respon permukaan (*Respon Surface Method*), dipilih desain model untuk rancangan percobaan yaitu desain komposit terpusat (*Central Composite Design*).
2. Ditetapkan faktor perlakuan yang dikaji yakni suhu pembekuan dan lama pembekuan.
3. Dimasukkan nama dan satuan serta batas maksimal dan minimal untuk masing-masing faktor perlakuan.
4. Ditetapkan respon yang digunakan yakni hasil indeks bias, FFA, kadar air, rendemen, beserta satuan dari respon tersebut.
5. Dimasukkan hasil penelitian pada masing-masing kolom respon dari tiap-tiap perlakuan.
6. Dilakukan analisis pada data respon untuk mengetahui hasil perhitungan analisis ragam ANOVA.
7. Pada menu *Model Graph*, terdapat kurva 3 dimensi untuk mengetahui hubungan antara perlakuan dengan respon.
8. Dilihat hasil solusi optimal pada menu *Numeric Optimization* pada program *Design Expert* lalu dipilih *optimal solution*.
9. Hasil terbaik dari solusi optimal di verifikasi dengan cara melakukan pembuatan minyak kelapa murni (VCO) sesuai dengan perlakuan optimal hasil dari prediksi permukaan respon dan dilakukan perhitungan indeks bias, FFA, kadar air, rendemen, dan uji organoleptik. Selanjutnya dibandingkan antara nilai prediksi permukaan respon dengan nilai aktualnya.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Indeks Bias

Berdasarkan Tabel 1. indeks bias tertinggi diperoleh angka 1.455 pada suhu -35.07 °C selama 48 jam, sedangkan indeks bias terendah diperoleh angka 1.441 pada suhu -20.92 °C dan -28 °C selama 48 jam dari proses pembekuan. Menurut standar APCC indeks bias berkisar 1.448-1.449 pada suhu 40 °C. Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, ada beberapa perlakuan yang memiliki angka indeks bias diluar standar APCC yang telah ditentukan. Hal ini diduga adanya perbedaan suhu dan alat yang digunakan pada saat pengujian indeks bias.

Hasil penelitian tersebut menunjukkan peningkatan nilai indeks bias, seiring dengan semakin rendah suhu pembekuan dan disusul dengan lama pembekuan yang tepat. Seperti yang dicontohkan pada Tabel 3. hasil indeks bias tertinggi dan terendah didapatkan pada lama pembekuan yang sama yaitu 48 jam. Hal tersebut diakibatkan oleh suhu bahan yang lebih rendah dari suhu awal dan mengakibatkan air berubah menjadi kristal es, dan apabila suhu diturunkan lagi maka air dalam bahan akan menjadi kristal es (Sun dan Zheng, 2006).

Apabila bahan di-*thawing* akan terpisah menjadi 3 lapisan: minyak, krim, air, dan akan menghasilkan minyak yang rendah kadar air. Hal ini sesuai dengan penelitian, semakin rendah suhu maka angka indeks bias semakin tinggi, apabila dikaitkan dengan kadar air maka semakin rendah suhu kadar air semakin rendah pula.

Tabel 1. Hubungan antara suhu dan lama pembekuan terhadap respon indeks bias

No.	Suhu Pembekuan (°C)	Lama Pembekuan (jam)	Indeks Bias
1	-33.00	44.00	1.45
2	-23.00	44.00	1.44
3	-33.00	52.00	1.45
4	-23.00	52.00	1.44
5	-35.07	48.00	1.45*
6	-20.92	48.00	1.44**
7	-28.00	42.34	1.44
8	-28.00	53.66	1.44
9	-28.00	48.00	1.45
10	-28.00	48.00	1.45
11	-28.00	48.00	1.45
12	-28.00	48.00	1.45
13	-28.00	48.00	1.45

Ket. : * = nilai terendah, ** = nilai tertinggi

Tabel 2. Hasil Analisis Ragam Respon Indeks Bias

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	DB	Kuarat Tengah	Nilai F	Nilai P Prob>F	Ket.
Model	2.034E-004	5	4.068E-005	14.77	0.0013	Sig.
A-suhu (°C)	1.389E-004	1	1.389E-004	50.41	0.0002	Sig.
B-waktu (jam)	1.620E-006	1	1.620E-006	0.59	0.4682	Not Sig.
AB	2.601E-007	1	2.601E-007	0.094	0.7676	Not Sig.
A ²	3.481E-005	1	3.481E-005	12.64	0.0093	Sig.
B ²	3.598E-005	1	3.598E-005	13.06	0.0086	Sig.
Residu-al	1.928E-005	7	2.755E-006			
Lack of Fit	1.602E-005	3	5.339E-006	6.54	0.0507	Not Sig.
Std. Dev.	3.267E-006					
R Squared	2.227E-004					

Pada Tabel 2 menunjukkan bahwa model bersifat *significant* dengan nilai 0.0013 ($p < 0.05$) Variabel A (suhu pembekuan) memiliki p sebesar 0.0002 dan variabel B (waktu pembekuan) memiliki p sebesar 0.4682. Hal ini menunjukkan bahwa faktor pada suhu pembekuan memberikan pengaruh yang *significant* terhadap indeks bias VCO, sedangkan pada faktor lama pembekuan tidak memberikan pengaruh yang *significant* terhadap indeks bias VCO.

Gambar 1. kurva permukaan respon untuk faktor suhu dan lama pembekuan terhadap respon indeks bias

Gambar 1 menunjukkan kurva permukaan respon untuk faktor suhu dan lama pembekuan terhadap respon indeks bias. Indeks bias terendah ditunjukkan dengan warna hijau pada perlakuan suhu -23 °C selama 44 jam dan warna merah menunjukkan nilai indeks bias yang semakin tinggi yang dimiliki perlakuan suhu semakin rendah. Dalam grafik juga menunjukkan model *Quadratic* dimana kondisi optimum ada dipuncak terendah dan setelahnya akan terjadi penurunan hasil respon indeks bias berdasarkan kedua faktor yang digunakan.

2. FFA

Tabel 3. menunjukkan hubungan antara suhu dan lama pembekuan terhadap respon asam lemak bebas (FFA) minyak VCO. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin rendah suhu pembekuan diikuti dengan lama yang tepat akan menghasilkan angka asam lemak bebas (FFA) semakin rendah. Menurut Suryani dkk. (2016), salah satu faktor yang dapat mempengaruhi kenaikan asam lemak bebas (FFA) adalah kadar air minyak. Semakin rendah FFA maka kadar air minyak akan semakin rendah juga. Perolehan analisis asam lemak bebas (FFA) pada proses pembekuan minyak VCO berkisar antara 0.041%-0.287%. Asam lemak bebas (FFA) tertinggi didapatkan angka 0.287% dari perlakuan suhu pembekuan -20.92°C selama 48 jam. Asam lemak bebas (FFA) terendah didapatkan angka 0.041% dari perlakuan suhu pembekuan -35.07 °C selama 48 jam.

Tabel 3. Hubungan antara suhu dan lama pembekuan terhadap respon FFA

No.	Suhu Pembekuan (°C)	Lama Pembekuan (jam)	FFA (%)
1	-33.00	44.00	0.08
2	-23.00	44.00	0.20
3	-33.00	52.00	0.08
4	-23.00	52.00	0.24
5	-35.07	48.00	0.04**
6	-20.92	48.00	0.28*
7	-28.00	42.34	0.16
8	-28.00	53.66	0.16
9	-28.00	48.00	0.12
10	-28.00	48.00	0.08
11	-28.00	48.00	0.16
12	-28.00	48.00	0.12
13	-28.00	48.00	0.12

Ket. : * = nilai terendah, ** = nilai tertinggi

Kandungan Asam lemak bebas (FFA) VCO pada penelitian masih memenuhi standar APCC yaitu 0 – 0.5%. Menurut Meilina *et.al* (2010), asam lemak bebas dihasilkan melalui reaksi hidrolisis yang disebabkan oleh sejumlah air, enzim ataupun aktivitas mikroorganisme. Selain itu, meningkatnya asam lemak bebas disebabkan adanya kandungan air pada substrat yaitu santan yang akan dijadikan sebagai sumber minyak kelapa. Adanya air pada substrat menyebabkan terjadinya proses hidrolisis pada minyak kelapa pada saat proses pencampuran yang memicu terbentuknya asam lemak bebas (Nodjeng dan Rorong, 2013).

Tabel 4. Hasil Analisis Ragam Respon FFA

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	DB	Kuadrat Tengah	Nilai F	Nilai P Prob>F	Ket.
Model	0.051	2	0.025	29.33	0.0001	Sig.
A-suhu (°C)	0.050	1	0.050	58.41	0.0001	Sig.
B-waktu (jam)	2,101E-004	1	2.101E-004	0.24	0.6323	Not Sig.
Residu-al	8.626E-003	10	8.626E-004			
Lack of Fit	5.264E-003	6	8.773E-004	1.04	0.5070	Not Sig.
Std. Dev.	3.362E-003	4	8.405E-004			
R Squa-red	0.059	12				

Tabel 4 menunjukkan bahwa model bersifat *significant* dengan nilai 0.0001 ($p < 0.05$) yang menunjukkan hanya 0.0001 atau 0.01% kemungkinan peluang terjadinya gangguan. Variabel A (suhu pembekuan) memiliki p sebesar 0.0001 dan model B (waktu pembekuan) memiliki nilai p sebesar 0.623. Hal ini menunjukkan bahwa model pada suhu pembekuan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap FFA minyak VCO, sedangkan model pada waktu pembekuan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap FFA minyak VCO.

Gambar 2. Kurva permukaan respon untuk faktor suhu dan lama pembekuan terhadap respon FFA

Gambar 2 menunjukkan kurva permukaan respon untuk faktor suhu dan lama pembekuan terhadap respon FFA. Respon FFA tertinggi ditunjukkan dengan warna kuning dan warna hijau menunjukkan nilai FFA yang semakin rendah. Pada grafik juga menunjukkan model *Linier* dimana kondisi minyak tertinggi ada di puncak dan setelahnya akan terjadi penurunan hasil respon FFA berdasarkan kedua faktor yang digunakan. Hasil analisis data optimasi menunjukkan bahwa kondisi minyak tertinggi untuk FFA yaitu pada suhu -20.92 °C selama 48 jam. Apabila perlakuan suhu semakin rendah, maka FFA yang dihasilkan akan semakin rendah.

3. Kadar Air

Tabel 5. menunjukkan hasil kadar air tertinggi didapatkan angka 0.25% dari perlakuan suhu -20.92 °C selama 48 jam, sedangkan kadar air terendah didapatkan angka 0.12% dari perlakuan suhu pembekuan -35.07 °C selama 48 jam.

Tabel 5. Hubungan antara suhu dan lama pembekuan terhadap respon kadar air

No	Suhu Pembekuan (°C)	Lama Pembekuan (jam)	Rendemen (%)
1	-33.00	44.00	0.18
2	-23.00	44.00	0.21
3	-33.00	52.00	0.18
4	-23.00	52.00	0.22
5	-35.07	48.00	0.12**
6	-20.92	48.00	0.25*
7	-28.00	42.34	0.20
8	-28.00	53.66	0.20
9	-28.00	48.00	0.17
10	-28.00	48.00	0.17
11	-28.00	48.00	0.12**
12	-28.00	48.00	0.15
13	-28.00	48.00	0.15

Ket. : * = nilai terendah, ** = nilai tertinggi

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, kandungan kadar air yang dihasilkan masih memenuhi standar Codex yaitu 0.1 – 0.5%. Dikaitkan dengan SNI 7381-

2008, hasil kandungan kadar air penelitian juga memenuhi standar yaitu maksimal 0.2%. Hasil penelitian tersebut menunjukkan apabila semakin rendah suhu pembekuan akan menghasilkan kadar air semakin rendah. Hal tersebut disebabkan, oleh suhu pada bahan yang lebih rendah dari, suhu awal dan mengakibatkan, air mulai berubah menjadi kristal es, dan apabila suhu diturunkan, maka air dalam bahan akan menjadi kristal es. Apabila bahan dicairkan air akan terpisah dengan minyak dan krim, dan menghasilkan minyak dengan kadar air rendah (Sun dan Zheng, 2006).

Tabel 6. Hasil Analisis Ragam Respon Kadar Air

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	DB	Kuadrat Tengah	Nilai F	Nilai P Prob>F	Ket.
Model	0.0140	5	0.0028	5.83	0.0194	Sig.
A-suhu (°C)	0.0081	1	0.0081	16.77	0.0046	Sig.
B-waktu (jam)	0.0000	1	0.0000	0.0260	0.8764	Not Sig.
AB	0.0000	1	0.0000	0.0520	0.8261	Not Sig.
A ²	0.0022	1	0.0022	4.56	0.0700	Not Sig.
B ²	0.0044	1	0.0044	9.23	0.0189	Sig.
Residu-al	0.0034	7	0.0005			
Lack of Fit	0.0017	3	0.0006	1.34	0.3808	Not Sig.
Std. Dev.	0.0017					
R Squared	0.0174					

Tabel 6. menunjukkan bahwa model bersifat *significant* dengan nilai 0.0194 ($p < 0.05$) yang menunjukkan hanya 0.0194 kemungkinan peluang terjadinya gangguan. Variabel A (suhu pembekuan) memiliki p sebesar 0.0046 dan variabel B (waktu pembekuan) memiliki p sebesar 0.8764. Hal tersebut menunjukkan faktor pada suhu pembekuan berpengaruh secara *significant* terhadap kadar air VCO, sedangkan faktor lama pembekuan tidak berpengaruh secara *significant* terhadap kadar air minyak VCO.

Gambar 3. Kurva permukaan respon untuk faktor suhu dan lama pembekuan terhadap respon kadar air

Gambar 3. menunjukkan kurva permukaan respon untuk faktor suhu dan lama pembekuan terhadap respon kadar air. Kadar air tertinggi ditunjukkan dengan warna kuning pada perlakuan suhu -20.95 °C selama 48 jam dan warna biru muda pada perlakuan suhu semakin tinggi yang menunjukkan nilai kadar air semakin rendah. Dalam grafik juga menunjukkan model *Quadratic* dimana kondisi optimum ada dipuncak terendah dan setelahnya akan terjadi kenaikan hasil respon kadar air berdasarkan kedua faktor yang digunakan. Hasil analisis data optimasi menunjukkan bahwa kondisi minyak tertinggi untuk kadar air yaitu pada suhu -20.95°C selama 48 jam.

4. Rendemen

Pada Tabel 7. diketahui bahwa hasil rendemen tertinggi diperoleh angka 30.25% pada suhu -35.07 °C selama 48 jam, sedangkan rendemen terendah diperoleh angka 17.66% pada suhu -20.92 °C selama 48 jam pada proses pembekuan. Tabel 8 model bersifat *significant* dengan nilai 0.0093 yang berarti ($p < 0.05$). Hal tersebut menunjukkan model pada suhu pembekuan memberikan pengaruh yang signifikan, sedangkan model pada lama pembekuan tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rendemen minyak.

Tabel 7. Hubungan antara suhu dan lama pembekuan terhadap respon rendemen

No	Suhu Pembekuan (°C)	Lama Pembekuan (jam)	Rendemen (%)
1	-33.00	44.00	29.46
2	-23.00	44.00	23.81
3	-33.00	52.00	29.93
4	-23.00	52.00	23.05
5	-35.07	48.00	30.25 **
6	-20.92	48.00	17.66 *
7	-28.00	42.34	22.23
8	-28.00	53.66	23.82
9	-28.00	48.00	29.78
10	-28.00	48.00	29.13
11	-28.00	48.00	26.87
12	-28.00	48.00	28.36
13	-28.00	48.00	28.14

Ket. : * = nilai terendah, ** = nilai tertinggi

Peningkatan rendemen minyak dipengaruhi oleh semakin rendahnya suhu pembekuan diikuti dengan lama pembekuan yang tepat. Rendahnya suhu mempengaruhi pemecahan emulsi santan disebabkan oleh gaya osmosis selama proses pembekuan, dikarenakan pembentukan kristal es yang berukuran besar dan perpindahan air dari dalam partikel sampai ke luar partikel. Apabila suhu semakin rendah, semakin besar pula gaya untuk memecahkan emulsi santan sehingga menghasilkan rendemen minyak semakin tinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian Sugiarto dkk. (2014), semakin rendah temperatur pembekuan pra destilasi pada proses pembuatan minyak nilam menghasilkan volume minyak per kg bahan baku semakin tinggi. Selain itu, rendemen juga dipengaruhi oleh umur dan tebal daging buah kelapa yang digunakan. Semakin tua umur buah kelapa (11-12 bulan) dan mempunyai daging buah kelapa yang tebal, maka rendemen VCO yang dihasilkan semakin tinggi (Anwar dan Reza, 2016).

Tabel 8 Hasil Analisis Ragam Respon Rendemen

Sumber Keragaman	Jumlah Kuadrat	DB	Kuadrat Tengah	Nilai F	Nilai P Prob>F	Ket.
Model	152.94	5	30.59	7.65	0.0093	Sig.
A-suhu (°C)	115.03	1	115.03	28.76	0.0010	Sig.
B-waktu (jam)	0.4795	1	0.4795	0.1199	0.7393	Not Sig.
AB	0.3782	1	0.3782	0.0946	0.7674	Not Sig.
A ²	15.29	1	15.29	3.82	0.0915	Not Sig.
B ²	26.38	1	26.38	6.60	0.0371	Sig.
Residu-al	28.00	7	4.00			
Lack of Fit	23.16	3	7.72	6.39	0.0525	Not Sig.
Std. Dev.	2.00					
R Squared	0.8453					

Lama pembekuan tidak berpengaruh secara *significant* terhadap respon rendemen pada model linier. Hal ini mungkin disebabkan karena kurang tepatnya batas atas dan batas

bawah pada faktor lama pembekuan. Jarak lama pembekuan terlalu dekat yaitu 44, 48, dan 52 jam yang menyebabkan tidak berpengaruh secara *significant* terhadap respon rendemen. Aris (2008), menggunakan rentang waktu 12 jam pembekuan untuk memberikan pengaruh terhadap lama pelayuan, temperatur pembekuan dan bahan pengemas terhadap kualitas kimia daging sapi beku.

Gambar 4. Kurva permukaan respon untuk faktor suhu dan lama pembekuan terhadap respon rendemen

Gambar 4 menunjukkan rendemen tertinggi ditunjukkan pada perlakuan suhu -35 °C selama 48 jam ditunjukkan dengan warna merah, pada perlakuan suhu semakin tinggi ditunjukkan dengan warna hijau yang menunjukkan nilai rendemen semakin rendah. Pada grafik juga menunjukkan model *Quadratic* dimana kondisi optimum ada di puncak dan setelahnya akan terjadi penurunan hasil respon rendemen berdasarkan kedua faktor yang digunakan. Hasil analisis data optimasi menunjukkan bahwa kondisi minyak tertinggi untuk rendemen yaitu pada suhu -35.07 °C selama 48 jam. Diketahui selama 48 jam merupakan waktu yang optimal untuk mendapatkan rendemen minyak tertinggi. Hal ini sesuai dengan penelitian sebelumnya, apabila pembekuan dilakukan lebih dari 48 jam tidak akan meningkatkan jumlah pada minyak kelapa murni (Suphapas dkk., 2016).

5. Optimasi Respon Rendemen, Indeks bias, Kadar Air, dan Asam Lemak Bebas (FFA)

Tabel 9 menunjukkan bahwa perlakuan optimal menggunakan suhu pembekuan -32.47 °C dan lama pembekuan 48.08 jam menghasilkan prediksi respon indeks bias 1.456, FFA 0.074%, kadar air 0.138%, rendemen 30.672%, dengan ketepatan/*desirability* 0.716 atau 71.6%.

Tabel 9. Solusi Titik Optimum Terpilih

Parameter	Standar Prediksi
Suhu Pembekuan (°C)	-32.47
Lama Pembekuan (jam)	48.08
Indeks bias	1.45
FFA (%)	0.07
Kadar air (%)	0.13
Rendemen (%)	30.67
Desirability	0.71
Keterangan	<i>Selected</i>

Tabel 10. Perbandingan Hasil Verifikasi Aktual dengan Prediksi

Parameter	Prediksi)*	Hasil Verifikasi)**	Selisih	Simpangan (%)	Akurasi (%)
Indeks Bias	1.456	1.451	0.004	0.003	99.996
FFA (%)	0.07	0.058	0.012	0.001	99.998
Kadar Air (%)	0.13	0.12	0.01	0.000	99.991
Ren-demen (%)	30.67	31.429	0.759	2.477	97.52

Berdasarkan Tabel 10, menunjukkan bahwa hasil verifikasi Respon indeks bias memiliki kesesuaian sebesar 99.99% dari prediksi nilai indeks bias program. Hasil verifikasi indeks bias lebih rendah dari prediksi yaitu sebesar 1.451 dengan selisih 0.004 dan simpangan terbesar 0.003%. Kandungan indeks bias dipengaruhi oleh faktor-faktor seperti kadar asam lemak bebas, proses oksidasi, dan suhu (Ketaren, 1986). Angka indeks bias verifikasi lebih rendah dibandingkan dengan prediksi diduga karena adanya proses oksidasi pada saat penyimpanan. Hasil verifikasi asam lemak bebas (FFA) lebih rendah dari prediksi yaitu sebesar 0.058 dengan selisih 0.012 dan simpangan terbesar 0.001%. Hal ini disebabkan oleh pembentukan asam lemak bebas atau FFA diakibatkan oleh banyaknya kandungan air pada VCO (Rindengan, 2004). Jadi apabila kandungan kadar air rendah, maka proses hidrolisis yang dapat membentuk asam lemak bebas dapat ditekan, sehingga kandungan FFA juga semakin rendah. Respon asam lemak bebas (FFA) memiliki kesesuaian sebesar 99.99% dari prediksi nilai asam lemak bebas (FFA) program. Respon kadar air memiliki kesesuaian sebesar 99.99% dari prediksi nilai kadar air program. Hasil verifikasi kadar air lebih rendah dari prediksi yaitu sebesar 0.12 dengan selisih 0.01 dan simpangan terbesar 0.000%.

Respon rendemen memiliki nilai lebih tinggi daripada prediksi yaitu sebesar 31.429% dengan selisih 0.759 dan simpangan sebesar 2.477%. Hal ini diduga pengaruh umur dan tebal daging buah kelapa yang digunakan. Semakin tua umur buah kelapa (11-12 bulan) dan mempunyai daging buah kelapa yang tebal, maka rendemen VCO yang dihasilkan semakin tinggi (Anwar dan Reza, 2016). Respon rendemen memiliki kesesuaian sebesar 97.52% dari nilai prediksi rendemen. Perbedaan prediksi hasil verifikasi dengan hasil program untuk semua parameter masih berada diantara prediksi terendah dan prediksi tertinggi, sehingga hasil verifikasi masih dapat diterima dengan selang kepercayaan 95%.

6. Analisis Organoleptik

a. Warna

Hasil uji friedman terhadap warna minyak yang diperoleh nilai *Chi-Square* (hitung) = 2.00, *Chi-Square* (tabel) = 3.841 dan *Asymp sig.* = 0.157 > 0.05. Hasil tersebut menunjukkan bahwa uji friedman antara VCO penelitian dan VCO komersial tidak berbeda nyata. Rerata kesukaan terhadap warna minyak penelitian sebesar 3.73 dan minyak komersial sebesar 3.87 dapat dikatakan bahwa penilaian panelis terhadap warna minyak penelitian dan minyak komersial relatif sama yaitu memiliki warna yang sama yaitu bening sedikit pucat. Menurut SNI 7381:2008, kualitas untuk atribut warna yaitu tidak berwarna hingga kuning pucat. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa kualitas mutu atribut warna untuk VCO penelitian dan VCO komersial sudah sesuai dengan SNI 7381:2008.

b. Aroma

Hasil uji friedman terhadap aroma VCO yang diperoleh nilai *Chi-Square* (hitung) = 7.538, *Chi-Square* (tabel) = 3.841 dan *Asymp sig.* = 0.006 > 0,05 Berdasarkan hasil uji friedman antara VCO penelitian dan VCO komersial berbeda nyata. Rerata kesukaan terhadap aroma VCO penelitian sebesar 3.13 dan VCO komersial sebesar 3.77 dapat dikatakan bahwa penilaian panelis terhadap aroma VCO penelitian dan VCO komersial agak berbeda. VCO komersial memiliki aroma khas buah kelapa lebih tajam dibandingkan dengan aroma VCO penelitian. VCO penelitian memiliki aroma yang agak tengik diduga karena

kurang tepat pada saat penyimpanan yang menyebabkan oksidasi dan menimbulkan bau agak tengik. Hal ini disebabkan oleh penyimpanan produk disimpan di suhu ruang selama 7 hari sebelum dilakukan uji organoleptik dalam botol berbahan plastik dan berwarna bening.

c. Rasa

Hasil uji friedman terhadap rasa VCO yang diperoleh nilai *Chi-Square* (hitung) = 0.182, *Chi-Square* (tabel) = 3.841 dan *Asymp sig.* = 0.670 < 0.05. Hal ini menunjukkan bahwa hasil uji friedman antara VCO penelitian dan VCO komersial tidak berbeda nyata. Rerata atribut rasa VCO penelitian sebesar 3.90 dan VCO komersial sebesar 3.83 dapat dikatakan bahwa penilaian panelis terhadap rasa VCO penelitian dan VCO komersial relatif sama yaitu memiliki rasa khas minyak kelapa. VCO penelitian dan VCO komersial pada atribut rasa sudah sesuai dengan SNI 7381:2008. Menurut SNI 7381:2008 rasa minyak kelapa yang sesuai dengan kualitas mutu yang baik dengan mempunyai rasa normal, serta khas minyak kelapa.

SIMPULAN

Proses pembekuan VCO yang optimal didapatkan pada suhu pembekuan -32.47 °C selama 48.08 jam, menghasilkan indeks bias 1.451, kadar air 0.12%, FFA 0.058%, dan rendemen 31.42%. Penilaian responden terhadap VCO untuk parameter warna dan rasa dapat diterima oleh konsumen, sedangkan parameter aroma tidak dapat diterima oleh konsumen.

DAFTAR PUSTAKA

- Anwar, C. dan Reza S. 2016. Perubahan Rendemen dan Mutu *Virgin Coconut Oil* (VCO) Pada Berbagai Kecepatan Putar dan Lama Waktu Sentrifugasi. *Jurnal Teknotan* 10:2, 51-61
- Aris, S. W. 2008. Pengaruh Lama Pelayuan, Temperatur Pembekuan, dan Bahan Pengemas Terhadap Kualitas Kimia Daging Sapi Beku. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak* 3:2, 1978-0303
- AOAC. 2005. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Association of Official Analytical Chemist. Washington. USA.
- AOAC. 1980. Official Methods of Analysis of the Association of Official Analytical Chemist. Association of Official Analytical Chemist. Washington. USA.
- APCC Asian Pasific Coconut Community. 2005. Standard for virgin coconutoil. <http://www.apccsec.org/article-coconut.html>. [20 Oktober 2018].
- Demitria, D., Dan Yanuar A. 2016. Statistik Perkebunan Indonesia. Sekretariat Direktorat Jenderal Perkebunan, Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementrian Pertanian. Jakarta
- Ketaren, S. 1986. Pengantar Teknologi Minyak Dan Lemak Pangan. Penerbit Universitas Indonesia. Jakarta
- Kumalasari H. 2013. Validasi Metode Pengukuran Kadar Air Bubuk Perisa Menggunakan Moisture Analyzer Halogen HB43-s sebagai Alternatif Metode Oven dan Karl Fischer. Bogor (ID): IPB Press
- Meilina H, Asmawati, dan Moulana R. 2010. Kajian Penambahan Ragi Roti dan Perbandingan Volume Starter dengan Substrat terhadap Rendemen dan Mutu Virgin Coconut Oil (VCO). *Jurnal Reaksi (Journal of Science and Technology)* 8, 25-33
- Nodjeng MF., dan Rorong A. 2013. Kualitas Virgin Coconut Oil yang Dibuat pada Metode Pemanasan Bertahap sebagai Minyak Goreng dengan Penambahan Wortel (*Daucus carota* L.). *Jurnal Ilmiah Sains* 13, 102-109
- Rindegan B dan Novariantio H. 2004. Minyak Kelapa Murni: Pembuatan dan Pemanfaatan. Penebar Swadaya. Jakarta
- Sapta, dan Maya, D. 2008. Kajian Sifat Fisiko Kimia Ekstrak Minyak Kelapa Murni (*Virgin Coconut Oil*, Vco) yang dibuat dengan Metode Pembekuan Krim Santan. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 18:2, 71-78

- SNI-7381-2008. 2008. Minyak Kelapa Murni (VCO). Dewan Standar Nasional Indonesia. Jakarta
- Sugiarto, dkk. 2014. Optimalisasi Destilasi Nilam Kering melalui Pembekuan Pra Destilasi. *Jurnal Rekayasa Mesin* 5:1, 97-105
- Sun D.W and Zheng L. 2006. Innovative Application Of Power ultrasound During Food Freezing Precesses. Handbook Of frozen Food Processing And Packaging. Taylor And Francis Group. 175-192
- Suphapas P., Siveluck P., Supamas P., dan Siwalak P. 2016. Study Of Manufacture of Virgin Coconut Oil by Freezing Method. *Jurnal Asosiasi Teknik Pertanian Thailand* 22:1, 1-6
- Suryani E., Wahono E.S., Novita, W. 2016. Karakteristik Fisik Kimia Minyak Kacang Tanah (*Arachis hypogaea*) Hasil Pemucatan (Kajian Kombinasi Asdorben dan Waktu Proses). *Jurnal Pangan dan Agroindustri* 4:1, 120-126
- Tamzil A., Yohana O., Ade P.S. 2017. Pembuatan *Virgin Coconut Oil* (VCO) dengan Metode Penggaraman. *Jurnal Teknik Kimia* 23:2, 19