

OPTIMASI PRODUKSI MINUMAN MIKROEMULSI MENGANDUNG MEDIUM CHAIN TRIGLYCERIDES (MCT) MENGGUNAKAN BAHAN BAKU DARI PALM KERNEL OIL

Optimization of Microemulsion Beverage Production Containing in Medium Chain Triglycerides (MCT) Using Raw Materials from Palm Kernel Oil

Dina Ariani, Arief Rakhman Affandi*, Rini Umiyati

Program Studi Teknologi Pangan, Fakultas Teknik dan Informatika, Universitas PGRI Semarang

*e-mail : ariefraffandi@upgris.ac.id

ABSTRAK

Palm Kernel Oil (PKO) adalah minyak yang diperoleh dari inti buah kelapa sawit. *Palm Kernel oil* memiliki kandungan *medium chain trygliceride* (MCT). MCT mudah dimetabolisme dalam tubuh sehingga menghasilkan energi dengan cepat. MCT memberi lebih sedikit kalori yaitu, 8,4 kkal/g, berbentuk cair pada suhu kamar, dan memiliki panjang rantai yang lebih pendek. Dalam rangka memperluas pengaplikasian *palm kernel oil* di bidang pangan maka dibuatlah minuman mikroemulsi. Mikroemulsi merupakan globula lemak yang terdispersi yang tersusun dari minyak, air, dan *emulsifier*. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui konsentrasi PKO dan kecepatan pengadukan optimum pada proses produksi mikroemulsi. Penelitian ini dilakukan dengan metode *Response Surface Methodology* (RSM) yang digunakan untuk mendapatkan optimasi formulasi mikroemulsi dengan faktor Konsentrasi PKO dan kecepatan pengadukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penggunaan konsentrasi PKO dan kecepatan pengadukan berpengaruh signifikan terhadap distribusi ukuran globula, namun tidak berpengaruh signifikan terhadap konduktivitas, aroma langu, aroma tengik, rasa *oily*, dan warna putih. Kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi PKO 3,06% dan kecepatan pengadukan 3439,34 rpm dengan nilai prediksi distribusi ukuran globula sebesar 2,42 μm , konduktivitas 35,69 $\mu\text{S/cm}$, aroma langu 1,29, aroma tengik 1,87, rasa *oily* 2,86, dan warna putih 3,98.

Kata kunci: *Palm kernel oil, MCT, mikroemulsi*

ABSTRACT

Palm Kernel Oil (PKO) is an oil obtained from the kernel of the oil palm fruit. *Palm Kernel oil* contains *medium chain trygliceride* (MCT). MCT is easily metabolized in the body so that it produces energy quickly. MCT provides fewer calories, namely 8.4 kcal/g, is liquid at room temperature, and has a shorter chain length. In order to expand the application of *palm kernel oil* in the food sector, *microemulsion drinks* were made. *Microemulsions* are dispersed fat globules composed of oil, water, and *emulsifiers*. This study aims to determine the optimum PKO concentration and stirring speed in the *microemulsion production process*. This study was conducted using the *Response Surface Methodology* (RSM) method which was used to obtain optimization of *microemulsion formulations* with PKO Concentration factors and stirring speed. The results showed that the use of PKO concentration and stirring speed had a significant effect on the distribution of globule size, but did not have a significant effect on conductivity, unpleasant aroma, rancid aroma, oily taste, and white color. The optimum condition was obtained at PKO concentration of 3.06% and stirring speed of 3439.34 rpm with predicted values of globule size distribution of 2.42 μm , conductivity of 35.69 $\mu\text{S/cm}$, unpleasant aroma of 1.29, rancid aroma of 1.87, oily taste of 2.86, and white color of 3.98.

Keyword: *Palm kernel oil, MCT, microemulsion*

PENDAHULUAN

Minyak inti sawit atau *Palm Kernel Oil* (PKO) merupakan salah satu produk dari proses pengolahan Tandan Buah Segar (TBS) kelapa sawit yang diperoleh dengan cara diekstraksi pada bagian inti sawit. Minyak inti sawit memiliki kegunaan yang mirip dengan minyak kelapa karena kesamaan komposisinya (Ugbogu *et al*, 2006). Asam lemak utama dalam minyak inti sawit adalah asam laurat (C12, 48%), asam miristat (C14, 16%) dan asam oleat (C18, 15%). PKO mengandung asam laurat yang mendominasi sekitar 47,84% yang tergolong ke dalam asam lemak rantai menengah (Manurung *et al.*, 2018). Penggunaan minyak inti sawit untuk keperluan pangan dapat ditemukan terutama sebagai bahan tambahan pada kopi instan, *cocoa butter substitute* (CBS), produk cokelat, dan es krim (PPKS, 2016).

Minyak PKO mengandung *Medium Chain Triglyceride* (MCT) yaitu asam lemak khusus yang mempunyai rantai karbon antara C6-C12, bersifat jenuh seperti asam kaproat, kaprilat, kaprat dan asam laurat (Lee *et al*, 2022). Gugus asam lemak yang terdapat pada struktur asilgliserol minyak PKO didominasi oleh *medium chain fatty acid* (MCFA) atau asam lemak rantai sedang. MCT mempunyai ukuran molekul lebih kecil, titik cair yang lebih rendah, cair pada suhu ruang, dan kandungan energi yang lebih rendah. Hal ini menyebabkan metabolisme

MCT sangat berbeda, sehingga dapat langsung dicerna dan mudah diserap untuk menyediakan sumber energi yang cepat dan tidak disimpan sebagai lemak tubuh (Arpi, 2013). Karakteristik dari MCT ini menjadikannya pilihan yang ideal untuk konsumen yang sadar kesehatan dan karena keunikan sifat fisikokimianya.

Salah satu upaya untuk memperluas aplikasi minyak PKO adalah dengan memodifikasinya menjadi minuman mikroemulsi. Mikroemulsi merupakan globula lemak yang terdispersi dengan ukuran globula yang sangat kecil (0,5-10 μ m) (Aum *et al*, 2021). Secara umum, mikroemulsi tersusun dari fase minyak, fase air, pengemulsi (Maleki Dizaj, 2013). Antarmuka mikroemulsi akan stabil dengan pemberian pengemulsi dalam jumlah yang tepat. Campuran antara minyak, air dan pengemulsi memungkinkan terbentuknya fleksibilitas lapisan pengemulsi (Talegaonkar *et al*, 2008).

Müller-Fischer *et al* (2007) menyatakan bahwa semakin besar peningkatan gaya kinetik yang diberikan akan menghasilkan ukuran partikel yang semakin kecil. Peningkatan kecepatan pengadukan berpengaruh terhadap pembentukan emulsi dan kestabilan emulsi. Semakin cepat perputaran pengadukan maka kontak antara partikel-partikel semakin cepat. Pola sirkulasi akan terbentuk akibat adanya proses pengadukan (Wiyani *et al.*, 2020).

Penelitian ini menggunakan bahan baku minyak *palm kernel oil* (PKO) yang dibuat menjadi minuman mikroemulsi. Pembuatan mikroemulsi pada penelitian ini merupakan tipe minyak dalam air (*oil in water*) dengan menggunakan minyak PKO sebagai fase minyak, air mineral sebagai fase air, dan lesitin kedelai sebagai pengemulsi. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Nur dan Octavia (2022) tentang stabilitas emulsi minuman VCO, perlakuan terbaik diperoleh pada konsentrasi VCO 20%, air kelapa 80%, dan lesitin kedelai 1%. Berdasarkan uraian diatas, maka penelitian tentang optimasi produksi minuman mikroemulsi kaya *medium chain triglycerides* menggunakan bahan baku dari *palm kernel oil* dengan maksud untuk

mengetahui kondisi konsentrasi PKO dan kecepatan pengadukan yang optimum.

METODOLOGI PENELITIAN

Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah Response Surface Methodology (RSM) dengan faktor konsentrasi PKO (0,5%, 0,94%, 2%, 3,06%) dan kecepatan pengadukan (3000 rpm, 3439 rpm, 4500 rpm, 5560 rpm) dengan respon distribusi ukuran globula, konduktivitas, dan sensoris. Data dianalisis menggunakan *software Design Expert 13* dengan sidik ragam One Way ANOVA. Didapat 13 perlakuan yang digunakan untuk menentukan kondisi optimum yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Desain Perlakuan Produksi Minuman Mikroemulsi

Perlakuan	X1 (kode)	Konsentrasi PKO (%) (aktual)	X2 (kode)	Kecepatan pengadukan (rpm) (aktual)
1	0	2	0	4500
2	0	2	-1,414	3000
3	0	2	+1,414	6000
4	+1	3.06	+1	5560
5	-1	0.94	-1	3439
6	0	2	0	4500
7	-1,414	0.5	0	4500
8	+1,414	3.5	0	4500
9	0	2	0	4500
10	+1	3.06	-1	3439
11	0	2	0	4500
12	0	2	0	4500
13	-1,414	0.94	+1	5560

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah timbangan analitik (Shimadzu), gelas ukur (Iwaki), erlenmeyer (Iwaki), gelas beker (Iwaki), labu ukur (Iwaki),

buret (Iwaki), pipa kapiler, termometer digital (TP-101), *high shear reactor* (JR-J300), *hot plate* (Ika C-mag Hs 7), *tachometer*, mikroskop digital yang dilengkapi dengan

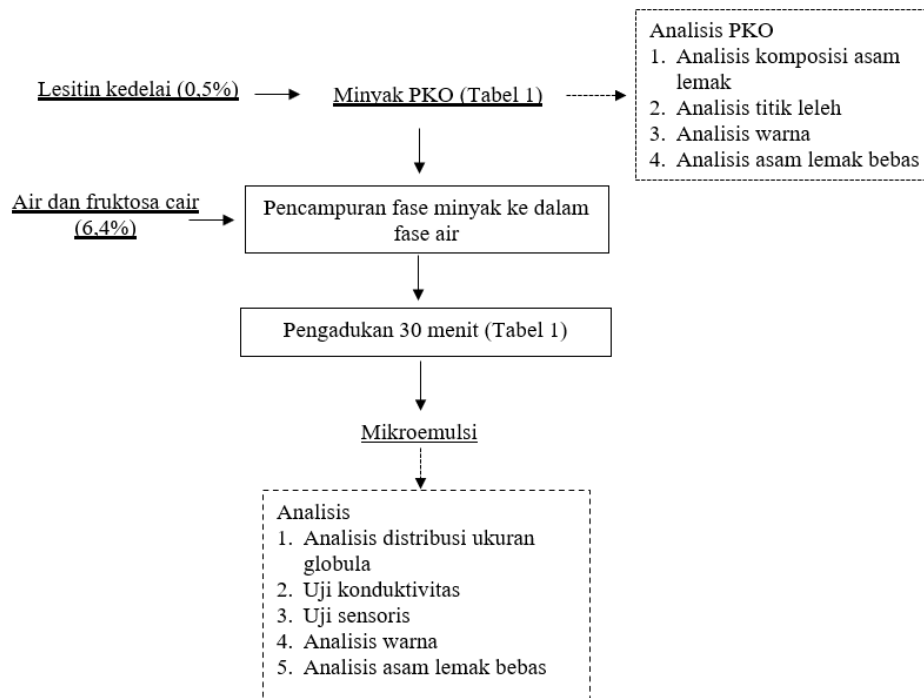
kamera digital Optilab, *colour reader* (WR-10 Fru), dan TDS meter (Multifunction).

Bahan

Bahan utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah *palm kernel oil* yang diperoleh dari pabrik pengolahan kelapa sawit di PT. XYZ Kalimantan Barat, air mineral, lesitin kedelai, fruktosa cair. Bahan kimia lain yang digunakan untuk analisis adalah aquadest, alkohol 98%, NaOH, dan indikator PP (Merck, USA).

Tahapan pembuatan minuman mikroemulsi

Pembuatan mikroemulsi diawali dengan mencampurkan bahan utama yaitu PKO sesuai rancangan di Tabel 1 dengan pengemulsi lesitin kedelai (M1), kemudian disiapkan air mineral dan fruktosa cair (6,4%) (M2). M1 dicampurkan ke M2 dengan jumlah volume total sebanyak 250 mL, kemudian dilakukan pengadukan menggunakan *high shear reactor* selama 30 menit dengan kecepatan yang berbeda sesuai Tabel 1.



Gambar 1. Proses pembuatan minuman mikroemulsi

HASIL DAN PEMBAHASAN

Karakteristik Bahan Baku

Palm kernel oil sebagai bahan baku dalam pembuatan minuman mikroemulsi

dilakukan analisis komposisi trigliserida, analisis titik leleh (*melting point*), analisis warna dan analisis asam lemak bebas (ALB).

Tabel 2. Karakteristik PKO

Parameter	Hasil penelitian	Referensi (Hazirah et al., 2012)
Profil trigliserida (%)		
CLaLa	7,4	9,0
CLaM	10,1	11,8
LaLaLa	26,6	25,5
LaLaM	19,4	14,0
LaLaO	6,7	5,5
LaMM	10,1	7,5
LaOM	5,7	4,0
LaPM	4,9	3,8
LaOO	4,1	2,8
LaOP	4,9	5,0
Titik leleh (°C)	27,7-27,9	26,5-27*
Warna		
L	47,6	-
a	-0,06	
b	8,88	
Asam lemak bebas (%)	0,17	1,33 *

Keterangan : C (asam kaprat), La (asam laurat), M (asam miristat), O (asam oleat), dan P (asam palmitat)
* (Hasrini *et al.*, 2014)

Analisis trigliserida penting dilakukan dalam menentukan kualitas minyak yang bertujuan untuk pengendalian mutu proses dan mutu minyak untuk produk minuman mikroemulsi. Komposisi trigliserida (TAG) pada Tabel 2 minyak didominasi oleh LaLaLa sebesar 26,6% dan CLaLa sebesar 7,4% dimana kedua jenis TAG tersebut tergolong kedalam golongan asam lemak rantai sedang (C6-C12). Trigliserida atau triasilgliserol (TAG) merupakan ester asam lemak dan gliserol dari minyak inti sawit. Trigliserida minyak PKO banyak mengandung asam laurat, kaprat, dan miristat yang tergolong dalam trigliserida rantai sedang atau *medium chain triglycerides* (MCT) (Simatupang dan Sutysna, 2020).

Titik leleh (*melting point*) merupakan keadaan atau kondisi suhu suatu minyak dan lemak mencair. Tabel 2 menunjukkan minyak PKO pada penelitian ini memiliki titik leleh 27,7-27,9°C. Titik leleh minyak tergantung pada asam lemak dan susunannya yang terkandung pada trigliserida. Minyak PKO memiliki sifat asam lemak jenuh berantai sedang. Asam lemak rantai sedang (C6-C12) memiliki titik leleh yang lebih rendah dibandingkan asam lemak berantai panjang (Lee et al., 2022). Sifat fisik dan kimia lipid bergantung pada komposisi asam lemak dan posisinya dalam molekul triasilgliserol (TAG). Pada produk pangan, titik leleh menjadi parameter utama untuk aplikasinya pada produk hilir (Manurung et al., 2018).

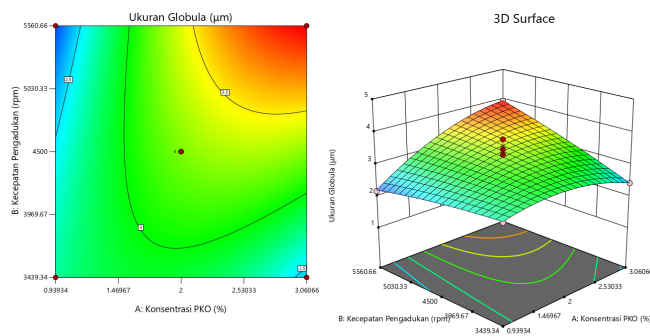
Warna merupakan salah satu atribut minyak yang berasal dari adanya beberapa pigmen di bagian tumbuhan tempat minyak diekstraksi. Warna pada minyak PKO bervariasi dari kuning pucat hingga kuning tua. Tabel 2 menunjukkan minyak PKO menghasilkan warna dengan nilai L* sebesar 47,6, nilai a* sebesar -0,06, dan nilai b* sebesar 8,88. Zat warna alami yang terdapat pada minyak inti sawit antara lain terdiri dari α -karoten, β -karoten, xanthopil, kloropil dan antosianin. Zat-zat warna tersebut menyebabkan minyak berwarna kuning, kuning kecoklatan, kehijau-hijauan dan kemerah - merahan.

Kadar asam lemak bebas (ALB) merupakan salah satu parameter mutu dari minyak inti sawit. Kadar asam lemak bebas pada Tabel 2 diperoleh nilai sebesar 0,17%. Rendahnya kadar ALB menandakan bahwa minyak memiliki kualitas yang baik. Kadar ALB dalam minyak disebabkan oleh adanya reaksi hidrolisis pada minyak. Hasil reaksi

minyak sawit menghasilkan gliserol dan asam lemak bebas. Reaksi tersebut dipengaruhi juga oleh beberapa faktor berupa kadar air, suhu, keasaman, dan katalis (enzim lipase) (Rantawi *et al*, 2017). Reaksi tersebut menghasilkan asam lemak bebas yang kemudian menimbulkan aroma tengik pada minyak (Khoirunnisa *et al*, 2020). Aroma tengik yang muncul akan menghasilkan karakteristik sensoris pada produk yang tidak diinginkan.

Hasil Optimasi Minuman Mikroemulsi Respon Distribusi Ukuran Globula

Analisis distribusi ukuran globula menunjukkan area antarmuka antara emulsi dan fase eksternal kontinu yang memiliki efek besar pada perpindahan massa dan stabilitas emulsi (Amani *et al.*, 2017). Oleh karena itu, penentuan ukuran globula emulsi sangat penting dilakukan untuk keberhasilan desain, peningkatan skala, dan analisis kinerja sistem membran cair emulsi (Raji *et al.*, 2018).



Gambar 2. Surface plot 2D dan 3D

$$Y_1 = 3,11817 - 0,491430x_1 - 0,000121x_2 + 0,000454x_1x_2 - 0,302289x_1^2 - 6,09556(10^{-8})x_2^2$$

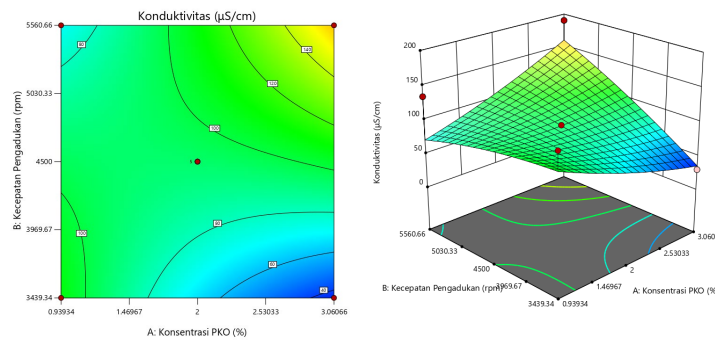
Keterangan: Y₁ distribusi ukuran globula, x₁ konsentrasi PKO, x₂ kecepatan pengadukan

Gambar 2 menunjukkan bahwa area yang berwarna biru muda pada *surface plot* menghasilkan ukuran globula yang semakin kecil, sedangkan area berwarna merah menandakan ukuran globula yang semakin besar. Hasil uji statistik memperoleh nilai *adequate precision* lebih dari 4 yang artinya model ini dapat digunakan untuk memprediksi kondisi optimum. Hasil optimasi berdasarkan respon distribusi ukuran globula yang terpilih adalah pada konsentrasi PKO sebesar

3,06%, kecepatan pengadukan 3439,34 rpm yang akan menghasilkan nilai prediksi sebesar 2,42 μm .

Respon Konduktivitas

Konduktivitas merupakan sebuah parameter yang penting dalam karakterisasi mikroemulsi (asalkan formulasinya mengandung garam dan/atau surfaktan ionik).



Gambar 3. Surface plot respon konduktivitas 2D dan 3D

$$Y_2 = 227,19218 - 179,64966x_1 - 0,001479x_2 + 0,035844x_1 x_2 + 5,50889x_1^2 - 5,53556(10^{-6})x_2^2$$

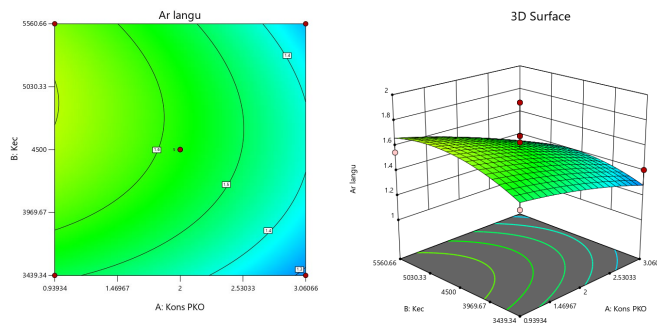
Keterangan: Y_2 konduktivitas, x_1 konsentrasi PKO, x_2 kecepatan pengadukan

Gambar 3 menunjukkan bahwa area yang berwarna biru menandakan nilai konduktivitas yang paling rendah. Semakin tinggi konsentrasi PKO dan kecepatan pengadukan akan menghasilkan konduktivitas yang semakin rendah. Sebaliknya apabila konsentrasi PKO dan kecepatan menurun maka nilai konduktivitas akan semakin tinggi. Hasil analisis statistik memperoleh nilai *adequate precision* 8,6349 (>4) yang berarti bahwa model regresi dapat digunakan untuk memprediksi kondisi optimum. Hasil optimasi berdasarkan respon

konduktivitas yang terpilih adalah pada konsentrasi PKO sebesar 3,06% dan kecepatan pengadukan 3439,34 rpm yang menghasilkan nilai prediksi sebesar 35,72 $\mu\text{S}/\text{Cm}$.

Respon Sensoris Aroma Langu

Aroma suatu bahan pangan seperti minyak merupakan faktor penting dalam menentukan tingkat penerimaan konsumen. Aroma merupakan hal yang sangat subyektif dan sulit diukur, karena setiap orang memiliki kepekaan dan kesukaan terhadap aroma yang berbeda (Fathurahmi dan Hadi, 2020).



Gambar 4. Surface plot respon aroma lango 2D dan 3D

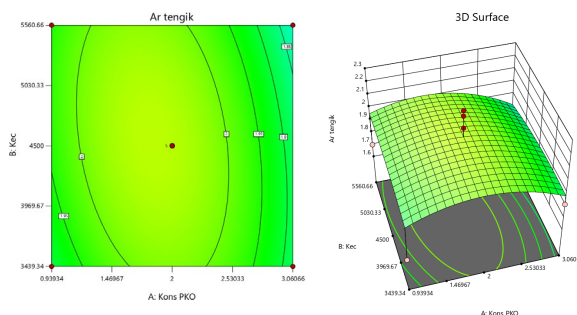
$$Y_3 = -0,488515 + 0,076473x_1 + 0,000898x_2 - 0,000024x_1x_2 - 0,024889x_1^2 - 8,93333(10^{-8})x_2^2$$

Keterangan: Y_3 Aroma lango, x_1 konsentrasi PKO, x_2 kecepatan pengadukan

Gambar 3 menunjukkan area yang berwarna biru tua adalah nilai aroma lango terendah, sedangkan yang berwarna kuning menunjukkan nilai aroma lango tertinggi. Hasil uji statistik memperoleh nilai *adequat precision* sebesar 2,72 (< 4) yang berarti bahwa model ini tidak disarankan dalam memprediksi kondisi optimum sehingga tidak terdapat konsentrasi PKO dan kecepatan pengadukan optimum pada respon ini.

Respon Sensoris Aroma Tengik

Aroma tengik pada minyak kemungkinan diakibatkan oleh proses hidrolisis maupun oksidasi yang terjadi pada minyak. Reaksi hidrolisis akan mengubah minyak menjadi asam lemak bebas dan gliserol (Aprilasani *et al*, 2014).



Gambar 5. Surface plot respon aroma tengik 2D dan 3D

$$Y_4 = 0,849686 - 0,528173x_1 - 0,000313x_2 + 0,000027x_1x_2 - 0,111222x_1^2 - 2,90000(10^{-8})x_2^2$$

Keterangan: Y_4 Aroma tengik, x_1 konsentrasi PKO, x_2 kecepatan pengadukan

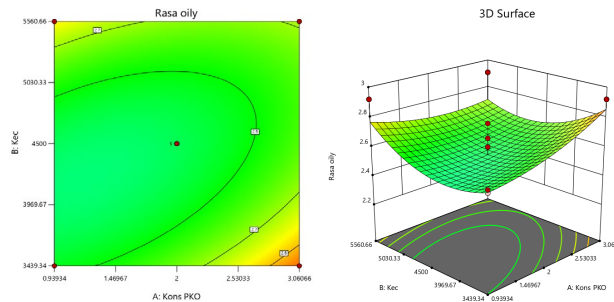
Gambar 5 menunjukkan area berwarna hujau pada *surface plot* menghasilkan nilai aroma tengik yang semakin rendah, sedangkan warna kuning menghasilkan nilai aroma

tengik semakin paling tinggi. Hasil uji statistik memperoleh nilai *adequat precision* sebesar 1,79 (< 4) yang berarti model ini tidak disarankan untuk memprediksi kondisi

optimum sehingga tidak terdapat konsentrasi PKO dan kecepatan pengadukan yang optimum pada respon ini.

Respon Sensoris Rasa *Oily*

Rasa merupakan parameter yang sangat menentukan kualitas suatu produk,



Gambar 6. Surface plot respon rasa oily 2D dan 3D

$$Y_5 = 4,26972 + 0,200756x_1 - 0,000886x_2 - 0,000073x_1x_2 + 0,044778x_1^2 - 1,15889(10^{-7})x_2^2$$

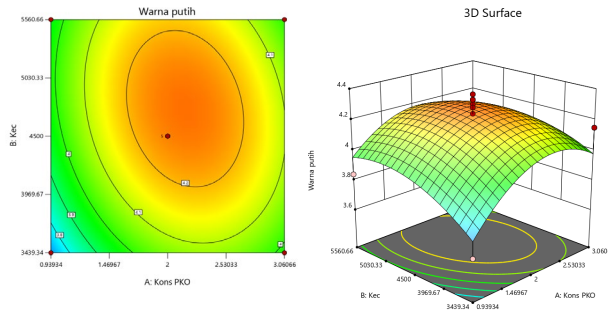
Keterangan: Y_5 = Rasa *oily*, x_1 = konsentrasi PKO, x_2 = kecepatan pengadukan

Gambar 6 menunjukkan area yang berwarna hijau kebiruan pada *surface plot* menandakan nilai rasa *oily* terendah, sedangkan area yang berwarna orange menunjukkan nilai rasa *oily* semakin tinggi. Hasil uji statistik memperoleh nilai *adequate precision* sebesar 2,25 (< 4) yang berarti bahwa model tidak disarankan untuk memprediksi kondisi optimum. Hasil optimasi berdasarkan respon rasa *oily* yang adalah pada konsentrasi PKO 1,2 % dan kecepatan pengadukan 4205,2 rpm yang menghasilkan nilai prediksi sebesar 2,53.

apakah produk tersebut mampu diterima oleh produsen atau tidak. Oleh karena itu rasa menjadi faktor yang sangat penting bagi suatu produk yang dihasilkan (Tawali *et al*, 2018).

Respon Sensoris Warna Putih

Warna merupakan faktor mutu pertama yang dapat menentukan daya terima konsumen terhadap suatu produk makanan. Daya tarik makanan sangat dipengaruhi oleh penampilan fisik atau warnanya. Warna merupakan salah satu parameter yang digunakan untuk menilai suatu produk pangan dan dapat menunjang kualitasnya (Kinteki *et al*, 2019). Bahan pangan yang memiliki warna dan penampilan menarik akan menimbulkan kesan positif, walaupun belum tentu memiliki rasa yang enak.



Gambar 7. Surface plot respon warna putih 2D dan 3D

$$Y_6 = 0,531934 + 1,03669x_1 - 0,001095x_2 + 0,000049x_1x_2 - 0,186333x_1^2 - 1,04111(10^{-8})x_2^2$$

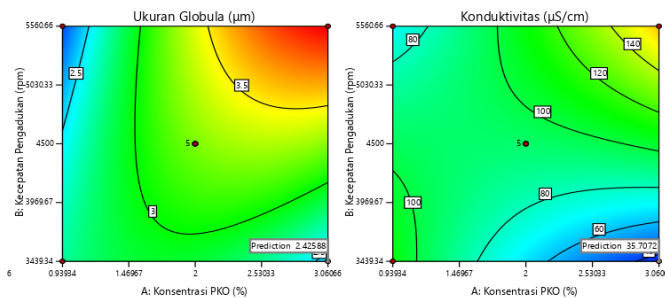
Keterangan: Y_6 Warna putih, x_1 konsentrasi PKO, x_2 kecepatan pengadukan

Gambar 7 menunjukkan area yang berwarna biru menandakan nilai warna putih semakin rendah, sedangkan area berwarna orange menandakan nilai warna putih semakin tinggi. Hasil uji statistik memperoleh nilai *adequate precision* sebesar 4,417 (> 4) yang berarti bahwa model dapat digunakan untuk memprediksi kondisi optimum. Hasil optimasi berdasarkan respon warna putih yang terpilih adalah pada konsentrasi PKO 0,94% dan

kecepatan pengadukan 3439,34 rpm yang menghasilkan nilai prediksi sebesar 3,72.

Kondisi Optimum

Gambar 8 menunjukkan nilai prediksi dari kondisi optimum yang diperoleh dari perlakuan yang terpilih yaitu dengan konsentrasi PKO 3,06% dan kecepatan pengadukan 3439,34 rpm



Gambar 8. Kondisi optimum produksi minuman mikroemulsi

Hasil Verifikasi Kondisi Optimum

Proses verifikasi bertujuan untuk mengkonfirmasi nilai prediksi pada kondisi optimum apakah nilai prediksi dari *software*

sesuai atau tidak sesuai dengan hasil eksperimen. Hasil verifikasi kondisi optimum dapat dilihat pada Tabel 3

Tabel 3. Verifikasi kondisi optimum

Respon	Prediksi	Hasil penelitian
Distribusi ukuran globula	2,42 μm	2,31 $\mu\text{m} \pm 0,35$
Konduktivitas	35,69 $\mu\text{S}/\text{Cm}$	69,66 $\mu\text{S}/\text{Cm} \pm 0.58$
Aroma langu	1,29	1,89 $\pm 1,28$
Aroma tengik	1,87	2,47 $\pm 1,44$
Rasa <i>oily</i>	2,86	2,57 $\pm 1,19$
Warna putih	3,98	4,44 $\pm 1,90$

Tabel 3 menunjukkan distribusi ukuran globula yang berbeda. Hasil prediksi memiliki nilai sebesar 2,42 μm , sedangkan pada hasil penelitian memiliki nilai yang lebih kecil yaitu sebesar 2,31 μm . Hutapea *et al* (2018) menyatakan ukuran droplet yang semakin kecil menandakan produk emulsi yang semakin stabil, sedangkan semakin besar ukuran globula menandakan semakin tidak stabil sistem emulsinya. Tabel 3 menunjukkan nilai konduktivitas yang berbeda. Hasil prediksi memberikan nilai sebesar 35,69 $\mu\text{S}/\text{cm}$, sedangkan hasil penelitian sebesar 69,66 $\mu\text{S}/\text{cm}$. Semakin tinggi nilai konduktivitas menandakan produk kurang teremulsikan dengan baik. Tabel 3 menunjukkan perbedaan nilai pada keempat parameter sensoris. Nilai prediksi pada aroma langu sebesar 1,29 yang lebih rendah daripada hasil penelitian yaitu sebesar 1,89. Nilai prediksi pada aroma tengik sebesar 1,87, yang lebih tinggi daripada hasil penelitian yaitu sebesar 1,47. Nilai prediksi

pada rasa *oily* sebesar 2,86, yang lebih tinggi daripada hasil penelitian yaitu sebesar 2,57. Nilai prediksi pada warna putih sebesar 3,98, yang lebih rendah dari pada hasil penelitian yaitu sebesar 4,44. Perbedaan pada parameter sensoris disebabkan oleh pengukuran yang menggunakan panelis semi terlatih sehingga menyebabkan nilai yang kurang akurat.

KESIMPULAN

Kondisi optimum diperoleh pada konsentrasi PKO 3,06% dan kecepatan pengadukan 3439,34 rpm. Nilai prediksi distribusi ukuran globula sebesar 2,42 μm , konduktivitas sebesar 35,69 $\mu\text{S}/\text{Cm}$, aroma langu sebesar 1,29, aroma tengik sebesar 1,87, rasa *oily* sebesar 2,86, dan warna putih sebesar 3,98. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut terkait perbandingan pengaruh penggunaan alat pengadukan *high shear reactor* dan *high pressure homogenizer* terhadap distribusi ukuran globula.

DAFTAR PUSTAKA

- Amani, M., M, I., Ghani M, A., Rosa N, D., A, C., & R, Y. (2017). An Experimental Study on the Application of Ultrasonic Technology for Demulsifying Crude Oil and Water Emulsions. *Journal of Petroleum & Environmental Biotechnology*, 08(03).
- Aprilasani, Z., Kimia, J. T., Teknik, F., Muhammadiyah, U., Asetat, A., & Oil, V. C. (n.d.). 1096-2132-1-Sm. VC, 1–12.
- Arpi, N. (2013). Profil medium chain fatty acids (MCFA) dan sifat kimia minyak kelapa (virgin coconut oil/VCO, minyak simplah, plieku, klentik, dan kopra) dibandingkan dengan minyak sawit. *Sagu*, 12(2), 23–31. <https://sagu.ejournal.unri.ac.id/index.php/JSG/article/download/2068/2032>
- Aum, P. T. P., Gurgel Aum, Y. K. P., de Andrade Araújo, E., de Almeida Cavalcante, L., Nobre Nunes da Silva, D., Regis dos Santos Lucas, C., & de Castro Dantas, T. N. (2021). Evaluation of oil-in-water microemulsion base ethoxylated surfactant under acid conditions. *Fuel*, 290(August 2020).
- Fathurahmi, S., & Hadi Siswanto, P. (2020). Penambahan Ragi Roti Dan Lama Fermentasi Pada Proses Pengolahan Virgin Coconut Oil Addition of Baker Yeast and Fermentation Period in Virgin Coconut Oil Processing. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 5(2), 48–53.
- Hasrini, R. F., Lestari, N., & Meutia, Y. R. (2014). Studi Perbandingan Sifat FisikokimiaMinyak IntiSawit (RBDPKO) Terhidrogenasi dalam Cocoa Butter Substitutes(CBS) dengan CBS Komersial. *Warta IHP*, 31(1), 22–31.
- Hazirah, S., Norizzah, M. F., & Zaliha, O. (2012). Effects of chemical interesterification on the physicochemical properties of palm stearin, palm kernel oil and soybean oil blends. *Malaysian Journal of Analytical Sciences*, 16(3), 297–308.
- Hutapea, J. N. ., Lavlinesia, & Wulansari, D. (2018). Stabilitas dan Kerusakan Minuman Emulsi VCO (Virgin Coconut Oil) Selama Penyimpanan. *Seminar Nasional Fakultas Pertanian Universitas Jambi Tahun 2018*, 463–477.
- Indayanti, D. (2014). Uji Stabilitas Fisik Dan Komponen Kimia Pada Minyak Biji Jinten Hitam. In *Journal of Chemical Information and Modeling* (Vol. 53, Issue 9).
- Irwan, F., & Afdal, A. (2016). Analisis Hubungan Konduktivitas Listrik Dengan Total Dissolved Solid (TDS) dan Temperatur pada Beberapa Jenis Air. *Jurnal Fisika Unand*, 5(1), 85–93.
- Isyanti, M., Sudibyo, A., Supriatna, D., & Suherman, H. (2015). Penggunaan Berbagai Cocoa Butter Substitute (CBS) Hasil Hidrogenasi dalam Pembuatan Cokelat Batangan. *Warta IHP/ Journal of Agro-Based Industry*, 32(1), 33–44.
- Jadhav, H. B., & Annapure, U. S. (2023). Triglycerides of medium-chain fatty acids: a concise review. *Journal of Food Science and Technology*, 60(8), 2143–2152.
- Khoirunnisa, Z., Wardana, A. S., & Rauf, R. (2020). Angka Asam Dan Peroksida Minyak Jelantah Dari Penggorengan Lele Secara Berulang. *Jurnal Kesehatan*, 12(2), 81–90.
- Kinteki, G. A., Rizqiati, H., & Hintono, A.

- (2019). Pengaruh Lama Fermentasi Kefir Susu Kambing Terhadap Mutu Hedonik, Total Bakteri Asam Laktat (BAL), Total Khamir dan pH. *Jurnal Teknologi Pangan*, 3(1), 42–50.
- Koushki, M., Nahidi, M., & Cheraghali, F. (2015). Physico-chemical properties, fatty acid profile and nutrition in palm oil. *Journal of Paramedical Sciences (JPS) Summer*, 6(3), 117–134.
- Lee, Y. Y., Tang, T. K., Chan, E. S., Phuah, E. T., Lai, O. M., Tan, C. P., Wang, Y., Ab Karim, N. A., Mat Dian, N. H., & Tan, J. S. (2022). Medium chain triglyceride and medium-and long chain triglyceride: metabolism, production, health impacts and its applications—a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 62(15), 4169–4185.
- Lesellier, E., Latos, A., & West, C. (2021). Ultra high efficiency/low pressure supercritical fluid chromatography (UHE/LP-SFC) for triglyceride analysis: Identification, quantification, and classification of vegetable oils. *Analytical Science Advances*, 2(1–2), 33–42.
- Maleki Dizaj, S. (2013). Preparation and study of vitamin A palmitate microemulsion drug delivery system and investigation of co-surfactant effect. *Journal of Nanostructure in Chemistry*, 3(1).
- Manurung, A. I., Julianti, E., Silalahi, J., & Siahaan, D. (2018). Karakterisasi Fisikokimia Minyak Inti Sawit Sebagai Minyak Rantai Sedang. *Analytical Biochemistry*, 11(1), 1–5.
- Müller-Fischer, N., Suppiger, D., & Windhab, E. J. (2007). Impact of static pressure and volumetric energy input on the microstructure of food foam whipped in a rotor-stator device. *Journal of Food Engineering*, 80(1), 306–316.
- Ngatirah, N., Hidayat, C., Rahayu, E. S., & Utami, T. (2022). The Role of Fat Blends in Improving the Physicochemical Properties of Palm Kernel Oil for Monolaurin Synthesis. *Trends in Sciences*, 19(11), 1–10.
- Nur, N. M., & Octavia, R. (2022). Stabilitas Emulsi Minuman Virgin Coconut Oil dengan Pelarut Air Kelapa. *Journal of Sustainable Research In Management of Agroindustry (SURIMI)*, 1(2), 1–4.
- Raji, M., Abolghasemi, H., Safdari, J., & Kargari, A. (2018). Hydrodynamic study of an emulsion liquid membrane containing carbon nanotube in a mixer–settler: Mean size and size distribution of emulsion globules. *Chemical Engineering Research and Design*, 139, 77–88.
- Rantawi, A. B., Mahfud, A., & Situmorang, E. R. (2017). Industrial Management Korelasi Antara Kadar Air pada Kernel Terhadap Mutu Kadar Asam Lemak Bebas Produk Palm Kernel Oil Yang Dihasilkan (Studi Kasus pada PT XYZ). *Industrial Engineering Journal*, 6(1), 36–42.
- Rizqiyah, L. A., & Estiasih, T. (2016). Distilat Asam Lemak Minyak Sawit (DALMS) yang Mengandung Senyawa Bioaktif Multi Komponen : Kajian Pustaka Micro and Nanoemulsification Unsaponifiable Fraction of Palm Fatty Acid Distillate (PFAD) Cointain Multi Components Bioactive Compounds : A Revie. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 4(1), 56–61.
- Sartika, R. A. D. (2008). Pengaruh Asam Lemak Jenuh, Tidak Jenuh dan Asam Lemak Trans terhadap Kesehatan. *Kesmas: National Public Health Journal*, 2(4), 154.
- Senphan, T., & Benjakul, S. (2016). Chemical compositions and properties of virgin

- coconut oil extracted using protease from hepatopancreas of Pacific white shrimp. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 118(5), 761–769.
- Wiyani, L., Aladin, A., Sabara, Z., & Mustafiah, M. (2020). 701-1717-1-Pb. 5(2655), 2–7.
- Septiawan, I., Ningsih, M. S., & Gunawan, I. (2022). Analisis pengendalian kualitas pada Crude Palm Kernel Oil dengan metode Six Sigma di PT. X. *Jurnal Vorteks*, 3(1), 166–173. <https://doi.org/10.54123/vorteks.v3i1.153>
- Silalahi, R. L. R., Sari, D. P., & Dewi, I. A. (2021). Pengujian Free Fatty Acid (FFA) dan Colour untuk Mengendalikan Mutu Minyak Goreng Produksi PT. XYZ. *Jurnal Teknologi Dan Manajemen Agroindustri*, 6(1), 41–50.
- Simatupang, M. A. B., & Sutysna, H. (2020). Pengaruh Minyak Zaitun dan Olahraga Terhadap Kadar Trigliserida Tikus Wistar Diet Tinggi Lemak. *Muhammadiyah Journal of Nutrition and Food Science (MJNF)*, 1(1), 24.
- Talegaonkar, S., Azeem, A., Ahmad, F., Khar, R., Pathan, S., & Khan, Z. (2008). Microemulsions: A Novel Approach to Enhanced Drug Delivery. *Recent Patents on Drug Delivery & Formulation*, 2(3), 238–257.
- Tawali, A. B., Abdullah, N., & Wiranata, D. B. S. (2018). The Influence of Fermentation Using Bacteria Lactic Acid Yoghurt to the Flavor of Coffe Robusta (*Coffea robusta*). *Canrea Journal: Food Technology, Nutritions, and Culinary Journal*, 1(1), 90–97.
- Ugbogu, O. C., Onyeagba, R. A., & Chigbu, O. A. (2006). Lauric acid content and inhibitory effect of palm kernel oil on two bacterial isolates and *Candida albicans*. *African Journal of Biotechnology*, 5(11), 1045–1047.