



## OPTIMASI EKSTRAKSI MINYAK BIJI ALPUKAT DENGAN PELARUT N- HEXANA

**Achmad Qodim Syafaatullah<sup>a,\*</sup>, Dwi Setyorini<sup>a</sup>, Renova Panjaitan<sup>b</sup>, Yeni Variyana<sup>c</sup> Ansori<sup>d</sup>**

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Kimia Mineral Politeknik ATI Makassar

Jalan Sunu No. 220, Kota Makassar, 90211

<sup>b</sup>Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur

Jalan Rungkut Madya No. 1, Gunung Anyar, Surabaya

<sup>c</sup>Program Studi Teknologi Rekayasa Kimia Industri Politeknik Negeri Lampung

Jalan Soekarno Hatta No. 10, Rajabasa Raya, Rajabasa, Bandar Lampung, Lampung

<sup>d</sup>Program Studi Teknik Kimia Institut Teknologi dan Bisnis Muhammadiyah Banyuwangi Jawa Timur

Jl. Diponegoro No.60, Dusun Krajan, Genteng Kulon, Genteng, Banyuwangi, Jawa Timur

\*E-mail: Achmadqodims@atim.ac.id

*Masuk Tanggal : 8 Mei, revisi tanggal: 21 Juni, diterima untuk diterbitkan tanggal : 30 Juni 2023*

### Abstrak

Produksi buah alpukat di Indonesia dalam 3 tahun terakhir mengalami peningkatan terus menerus. Salah satu bagian dari alpukat yang masih belum dimanfaatkan maksimal adalah bagian bijinya. Biji alpukat ini memiliki berbagai potensi yang dapat digunakan. Diantaranya mengandung minyak nabati yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biodiesel. Namun, waktu ekstraksi yang dibutuhkan biasanya memakan waktu lama. Dan suhu yang digunakan untuk mengekstrak minyak dari biji alpukat ini dibutuhkan suhu yang tinggi. Metode ekstraksi sokletasi merupakan salah satu dari beberapa metode ekstraksi yang digunakan untuk mengekstrak minyak dari biji alpukat. Pengaruh suhu dan waktu selama ekstraksi dipelajari dalam penelitian ini. Hasil penelitian dianalisa yield dan kadar asam lemak bebasnya. Hasil dari penelitian ini dianalisa agar memperoleh hasil yang optimal. Salah satu metode yang digunakan adalah *Response Surface Methodology* (RSM). Metode RSM ini digabungkan dan diterapkan untuk mengoptimalkan dan menganalisis kondisi ekstraksi. Faktor independen adalah suhu ekstraksi (100-110 °C), dan waktu ekstraksi (5-7 jam). Kondisi optimum ekstraksi adalah 103,041°C, dan 5,689 jam. Model prediksi yang diperoleh sebesar 12,518% untuk yield hasil ekstraksi dan kadar asam lemak bebas sebesar 1,489%.

**Kata Kunci:** Ekstraksi, Soklet, Yield, FFA, RSM

### Abstract

*Avocado production in Indonesia in the last 3 years has increased continuously. One part of the avocado that is still not fully utilized is the seed. This avocado seed has various potentials that can be used. Among them contain vegetable oil that can be used as raw material for biodiesel. However, the required extraction time usually takes a long time. And the temperature used to extract oil from avocado seeds requires high temperatures. The soxhlet extraction method is one of several extraction methods used to extract oil from avocado seeds. The effect of temperature and time during extraction was studied in this research. The results of the study were analyzed for yield and free fatty acid content. The results of this study were analyzed to obtain optimal results. One of the methods used is the Response Surface Methodology (RSM). These RSM methods were combined and applied to optimize and analyze extraction conditions. The independent factors were extraction temperature (100-110 °C) and extraction time (5-7 hours). The*

---

*optimum extraction conditions were 103.041°C and 5.689 hours. The prediction model obtained was 12.518% for the extraction yield and free fatty acid content of 1.489%.*

---

**Keywords:** *Extraction, soxhlet, Yield, FFA, RSM*

---

## 1. PENDAHULUAN

Indonesia merupakan daerah tropis dimana banyak tumbuhan tumbuh subur. Salah satunya adalah alpukat. Produksi buah alpukat pada dalam kurun waktu 2019-2021 mengalami peningkatan. Pada tahun 2021 produksi buah alpukat sebesar 669.260 ton, pada tahun 2020 sebesar 609.049 ton, dan pada tahun 2019 produksinya sebesar 461.613 ton [1]. Biji Alpukat hingga saat ini masih menjadi limbah yang belum dapat dimanfaatkan secara maksimal. Sedangkan biji alpukat sendiri memiliki banyak kandungan, seperti 23% kandungan zat pati yang dapat digunakan sebagai bahan pengganti sumber pati. Selain itu, biji alpukat memiliki kandungan alkaloid, tannin dan kuinon [2].

Alpukat sendiri memiliki komposisi 65% daging buah (mesokarp), 20% biji (endokarp), dan 15% kulit buah (perikarp). Pada biji alpukat terdapat kandungan minyak sebesar 15-20 %. Minyak kandungan biji alpukat merupakan minyak nabati yang memiliki kemiripan dengan minyak hasil ekstraksi kedelai [3]. Biji alpukat merupakan bahan non edible yang dapat digunakan dalam pembuatan biodiesel. Rendemen hasil ekstraksi pada penelitian sebelumnya sebesar 2,26%. Nilai densitas minyak yang dihasilkan sebesar 0,9538 g/mL, nilai viskositasnya sebesar 45,502 cSt, dan nilai bilangan asam yang dihasilkan sebesar 6,47 mgKOH/g [4]. Pengujian mutu kualitas minyak hasil ekstrak dapat dilakukan dengan analisa FFA atau asam lemak bebas agar mengetahui kandungan asam lemak bebas dari minyak [5].

Hasil yield minyak penelitian sebelumnya yang masih kecil perlu ditingkatkan untuk mendapatkan nilai yield minyak yang tinggi dan berkualitas. Oleh karena itu perlu dilakukan studi optimasi untuk meningkatkan hasil ekstrak dan membuat penelitian menjadi lebih efisien. Pengoptimalan terhadap suhu dan waktu ekstraksi untuk mencapai hasil yang optimum dengan menggunakan *Respon Surface Methodology* (RSM) [6]. Minyak biji alpukat yang memiliki hasil optimal akan dilakukan analisis yield ekstrak minyak dan asam lemak bebasnya sehingga dapat diketahui potensinya sebagai bahan baku biodiesel.

## 2. PROSEDUR PERCOBAAN

Tahapan pada penelitian ini dibagi menjadi 3, yakni tahapan persiapan, tahapan ekstraksi sokletasi, dan analisa hasil. Tahap persiapan diawali dengan proses pencucian biji alpukat untuk menghilangkan pengotor yang menempel. Sampel selanjutnya dilakukan pengurangan kadar air menggunakan oven dengan suhu 60°C selama 3 jam. Sampel yang telah kering dilakukan pengecilan ukuran bahan hingga menjadi 60 mesh menggunakan ayakan. Tahap ekstraksi dimulai dengan penimbangan bubuk sampel sebesar 100 gram dimasukkan ke dalam soklet dengan dibungkus kertas saring. Langkah selanjutnya, ditambahkan bahan pelarut n-hexana 99% ke dalam soklet sebanyak 500 ml. Ekstraksi dilakukan dengan variasi suhu 100°C-110°C, dan variasi waktu 5-7 jam. Hasil ekstrak dipisahkan dari pelarutnya dan dianalisa. Analisa yang dilakukan adalah analisa yield, dan analisa FFA.

### 2.1. Analisa FFA

Analisa *free fatty acid* (FFA) atau asam lemak bebas diukur dengan menggunakan metode titrasi alkalimetri. Ditimbang 5 gram sampel uji dan ditambahkan pelarut n-Hexana 50 mL. Selanjutnya dipanaskan hingga suhu 40°C dan minyak larut sempurna. Ditambahkan indikator pp sebanyak 2 tetes agar perubahan warna mudah diamati. Dilakukan titrasi dengan menggunakan KOH hingga sampel terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Sedangkan untuk perhitungan kadar asam lemak bebas dalam minyak menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Asam Lemak Bebas (FFA)} = \frac{25,6 \times N \times V}{W}$$

Keterangan:

N = Normalitas

V = Volume penitar

W = massa/bobot minyak jelantah

### 2.2 Studi Optimasi RSM

*Response Surface Methodology* (RSM) adalah salah satu teknik matematika dan statistik untuk mengembangkan, meningkatkan, dan mengoptimalkan proses ekstraksi minyak pada biji alpukat. Hasil analisa RSM berupa pemodelan statistik yang mewakili proses yang berlangsung. Variabel efek yang dianalisa adalah suhu ekstraksi dan waktu ekstraksi. Suhu ekstraksi yang digunakan adalah 100°C-110°C

dan waktu ekstraksi yang digunakan adalah 5-7 jam. Sedangkan variabel responsnya adalah yield hasil ekstraksi minyak dan kadar asam lemak bebas. *Software* yang digunakan adalah *Design-Expert 11*.

Tabel 1. Faktor pada desain eksperimen pada ekstraksi minyak biji alpukat menggunakan metode soklet dengan RSM

Faktor	Satuan	Level	
		Low	High
Suhu ekstraksi	°C	100	110
Waktu ekstraksi	jam	5	7

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

*Response Surface Methodology* (RSM) atau metode respon permukaan diterapkan dalam penelitian ekstraksi sokletasi minyak dari biji alpukat untuk meminimalisir jumlah percobaan dalam penelitian dan menganalisa hasil ekstrak

didapat sehingga yang mendapatkan kondisi optimum ekstraksi. Sebanyak 13 percobaan dilakukan dalam penelitian ini. Data dianalisis menggunakan *software* Design-Expert 11 dengan menyesuaikan model polinomial orde ke-2 sebagai berikut:

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \beta_{12} x_1 x_2 + \beta_{11} x_1^2 + \beta_{22} x_2^2 \quad (1)$$

Keterangan:

$x_1$  = suhu ekstraksi

$x_2$  = waktu ekstraksi

Fungsi Y merupakan variabel respon dari model pendekatan (nilai yield). Nilai  $x_1$  dan  $x_2$  menunjukkan variabel bebas yang ada pada ekstraksi minyak biji alpukat.  $\beta_0$  menunjukkan nilai konstanta,  $\beta_{11}$ ,  $\beta_{22}$  menunjukkan nilai koefisien variabel kuadrat. Sedangkan  $\beta_{12}$  menunjukkan nilai koefisien interaksi variabel.

Tabel 2. Pemilihan Model Pendekatan

Yield (%)					
Model	Jumlah Kuadrat	df	Rata-rata Kuadrat	Nilai F	Nilai p
Mean vs Total	1823.43	1	1823.43		
Linear vs Mean	4.93	2	2.47	0.8688	0.4488
2FI vs Linear	0.0020	1	0.0020	0.0006	0.9806
<b>Quadratic vs 2FI</b>	<b>24.91</b>	<b>2</b>	<b>12.45</b>	<b>25.08</b>	<b>0.0006</b>
Cubic vs Quadratic	0.0804	2	0.0402	0.0592	0.9432
Residual	3.4	5	0.6791		
Total	1856.75	13	142.83		
FFA (%)					
Model	Jumlah Kuadrat	df	Rata-rata Kuadrat	Nilai F	Nilai p
Mean vs Total	32.42	1	32.42		
Linear vs Mean	0.3291	2	0.1646	10.89	0.0031
2FI vs Linear	0.0016	1	0.0016	0.0963	0.7634
<b>Quadratic vs 2FI</b>	<b>0.1071</b>	<b>2</b>	<b>0.0536</b>	<b>8.83</b>	<b>0.0122</b>
Cubic vs Quadratic	0.0071	2	0.0035	0.4994	0.6343
Residual	0.0354	5	0.0071		
Total	32.90	13	2.53		

Tabel 3. Anova dari Model RSM berdasarkan Variabel Respon

Model	Rata-rata	Std. dev	C.V. %	R <sup>2</sup>	Adjust R <sup>2</sup>
Yield (%)	11.84	0.7047	5.95	0.8957	0.8211
FFA (%)	1.58	0.0779	4.93	0.9116	0.8485

Data hasil pengujian yield ekstrak minyak dan kadar FFA minyak biji alpukat dengan menggunakan aplikasi Design Expert 11 seperti pada Tabel 1. Model statistik berupa model linear, linear dengan interaksi pada dua faktor (2FI), dan kuadratik. Model yang sesuai digunakan untuk menentukan respon paling optimum didasarkan pada urutan model (*Sequential Model Sum of Squares*), ketidaktepatan model (*Lack of Fit*),

ringkasan model statistik (*Model Summary Statistic*), dan ANOVA. Nilai P bernilai kurang dari 5% (0,05) menunjukkan bahwa model tersebut dapat menggambarkan pengaruh signifikan terhadap respon. Berdasarkan pemilihan model Sequential Model Sum of Squares didapatkan hasil bahwa model terpilih yaitu Model Quadratic vs 2FI karena memiliki nilai p terkecil ( $p < 0,05$ ) untuk variabel respon

yield dan FFA. Berdasarkan analisa ANOVA dari model RSM berdasarkan respon, nilai R<sup>2</sup> yang mendekati 1 menunjukkan hasil yang mendekati nilai eksperimen sebenarnya (Tabel 2). Rata-rata yield prediksi ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Yield (\%)} = -1133,82988 + 21,33975 \cdot \text{Suhu} + 5,93468 \cdot \text{Waktu} + 0,004450 \cdot \text{Suhu} \cdot \text{Waktu} - 0,100893 \cdot \text{Suhu}^2 - 0,545828 \cdot \text{Waktu}^2$$

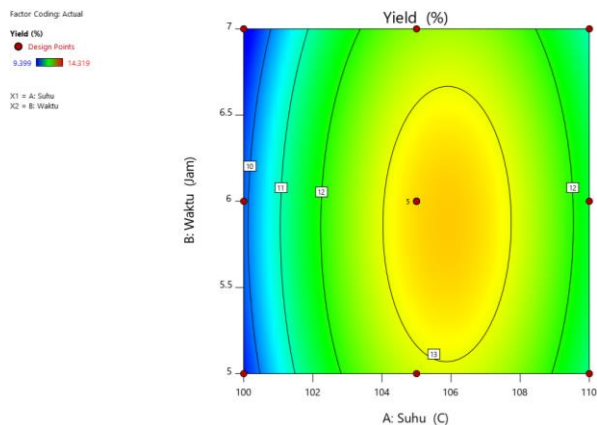
Dan rata-rata FFA prediksi dapat ditentukan dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{FFA (\%)} = -82,55966 + 1,64653 \cdot \text{Suhu} - 1,59782 \cdot \text{Waktu} + 0,004 \cdot \text{Suhu} \cdot \text{Waktu} - 0,007752 \cdot \text{Suhu}^2 + 0,106207 \cdot \text{Waktu}^2$$

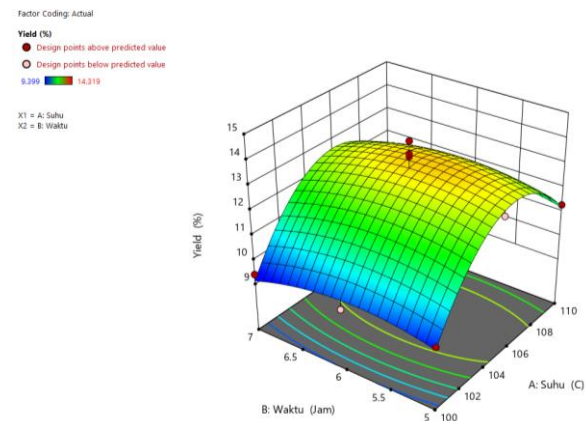
Model variabel A (suhu ekstraksi) mempunyai nilai p sebesar 0,0171 dan model variabel B (waktu ekstraksi) mempunyai nilai p sebesar 0,6228. Hal ini menunjukkan bahwa model pada suhu ekstraksi memberikan pengaruh yang signifikan terhadap yield ekstrak minyak biji alpukat, sedangkan model pada waktu ekstraksi tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap rendemen ekstrak minyak biji alpukat. Pada variabel respon FFA (%) memiliki nilai p sebesar 0,0003 untuk variabel A (suhu ekstraksi) dan nilai p sebesar 0,0188 untuk variabel B (waktu ekstraksi). Sehingga dapat dikatakan model variabel A dan B mempengaruhi nilai FFA yang signifikan.

Tabel 4. ANOVA dan Koefisien Regresi dari Model RSM

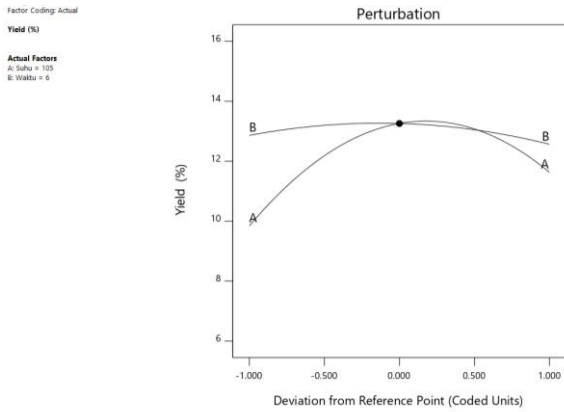
Response	Parameter	Jumlah Kuadrat	df	Rata-rata Kuadrat	Nilai F	Nilai P
Yield (%)	Model	29.84	5	5.97	12.02	0.0025
	A-Suhu	4.80	1	4.80	9.67	0.0171
	B-Waktu	0.1314	1	0.1314	0.2647	0.6228
	AB	0.0020	1	0.0020	0.0040	0.9514
	A <sup>2</sup>	17.57	1	17.57	35.39	0.0006
	B <sup>2</sup>	0.8228	1	0.8228	1.66	0.2389
FFA (%)	Model	0.4378	5	0.0876	14.44	0.0014
	A-Suhu	0.2731	1	0.2731	45.03	0.0003
	B-Waktu	0.0561	1	0.0561	9.25	0.0188
	AB	0.0016	1	0.0016	0.2639	0.6233
	A <sup>2</sup>	0.1037	1	0.1037	17.11	0.0044
	B <sup>2</sup>	0.0312	1	0.0312	5.14	0.0578



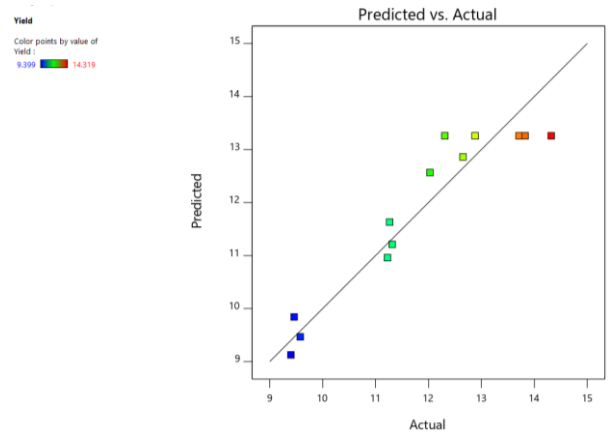
Gambar 1. Kontur plot 2 dimensi antara suhu dan waktu terhadap yield



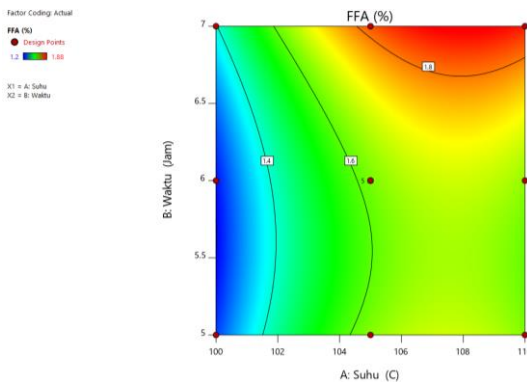
Gambar 2. Plot 3D antara suhu dan waktu terhadap yield



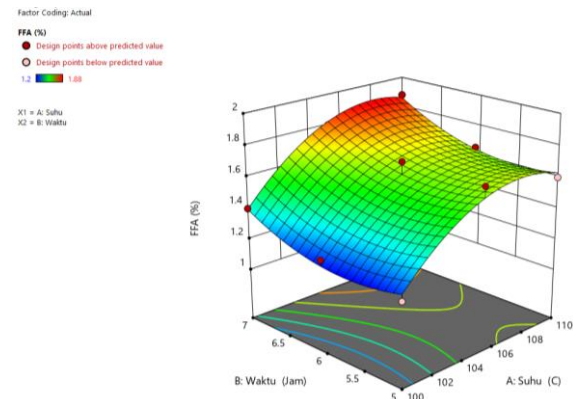
Gambar 3. Perturbation Plot



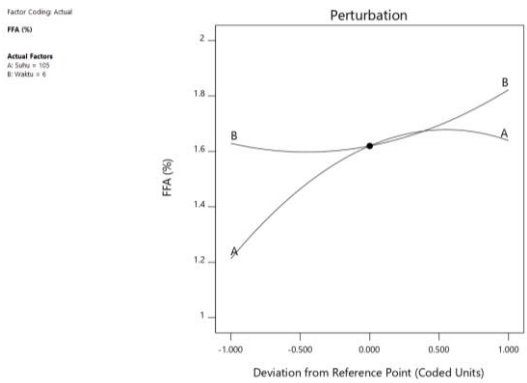
Gambar 4. Hubungan antara prediksi dengan kondisi aktual pada parameter yield (%) yang dihasilkan



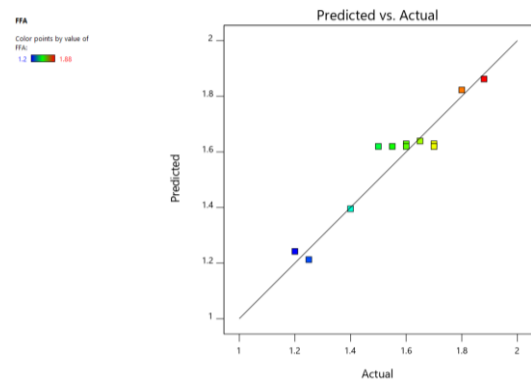
Gambar 5. Kontur plot 2 dimensi antara suhu dan waktu terhadap FFA



Gambar 6. Plot 3D antara suhu dan waktu terhadap FFA



Gambar 7. Perturbation Plot



Gambar 8. Hubungan antara prediksi dengan kondisi aktual pada parameter FFA (%) yang dihasilkan

Pengaruh interaksi parameter antara suhu dan waktu ekstraksi dapat dilihat pada Gambar 1 dan 2 Kontur dan plot 3-Dimensi tersebut menunjukkan pengaruh pada yield hasil ekstraksi ketika ekstraksi dilakukan pada variabel suhu paling rendah pada 100°C dan suhu tertinggi 110°C dengan variasi waktu ekstraksi sokletasi yang dilakukan (B= 5; 6; 7 jam). Pengambilan variabel didasarkan pada penelitian sebelumnya yakni kondisi optimal ekstraksi sokletasi biji alpukat adalah pada suhu 100°C dan waktu ekstraksi 5 jam 72 menit dengan yield dan kadar FFA yang dihasilkan sebesar 10,494% dan 1,31796% [7]. Yield yang dihasilkan mempunyai

nilai yang bervariasi dari yang terendah 9,399% hingga yang tertinggi 14,319%. Kontur warna biru menunjukkan daerah yield hasil ekstrak yang rendah dan kontur warna merah menunjukkan daerah yield hasil ekstrak yang tinggi. Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa variabel yang memiliki pengaruh signifikan terhadap hasil rendemen yang dihasilkan adalah suhu. Waktu yang dibutuhkan untuk variabel suhu yang lebih tinggi lebih singkat dalam ekstraksi dikarenakan pada suhu yang lebih tinggi pelarut memiliki kemudahan dalam menembus sel-sel dalam suatu bahan dan mengekstrak komponen-komponen yang

diinginkan. Sedangkan ekstraksi yang terjadi pada suhu rendah dan waktu ekstraksi yang singkat akan mempercepat waktu kontak pelarut dengan bahan dan pelarut akan sulit menembus sel-sel bahan sehingga komponen-komponen minyak dalam biji alpukat tidak akan terekstrak sempurna. Suhu yang sangat tinggi dan waktu ekstraksi yang terlalu lama dapat menimbulkan kerusakan pada beberapa komponen oleosirin seperti minyak pada ekstrak biji alpukat [8] [6] [9] [10]. Pada gambar 4 menunjukkan yield hasil ekstraksi pada kondisi aktual dengan prediksi dari model persamaan. Dapat dilihat, dari titik-titik yang dihasilkan mendekati garis lurus. Hal ini menunjukkan bahwa antara prediksi persamaan dapat mewakili kondisi aktual dari yield hasil ekstraksi minyak. Variabel suhu dan waktu ekstraksi merupakan variabel yang sangat penting dan berpengaruh juga terhadap kadar asam lemak bebas yang dihasilkan dari ekstraksi sokletasi biji alpukat. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 5 dan 6 Kontur dan plot 3-Dimensi kadar asam lemak bebas yang diperoleh. Kadar asam lemak bebas yang dihasilkan beragam dari yang terendah 1,2% hingga yang tertinggi 1,88% dengan variasi suhu yang sama (100-110°C) dan waktu ekstraksi (5-7 jam). Kontur biru merupakan daerah kadar asam lemak bebas yang rendah dan kontur warna merah adalah daerah kadar asam lemak bebas yang tinggi. Berdasarkan gambar 7, data hasil penelitian yang didapatkan menunjukkan bahwa asam lemak bebas (FFA) minyak biji alpukat cenderung meningkat seiring dengan semakin besarnya suhu yang digunakan. Hal tersebut dikarenakan dengan adanya proses pemanasan akan membuat minyak kelapa maupun minyak kelapa sawit mengalami perubahan baik secara fisika maupun secara kimia. Dengan adanya peningkatan suhu akan menaikkan kadar asam lemak bebas sehingga menyebabkan terjadi penurunan kualitas minyak. Penurunan kualitas minyak dapat ditunjukkan dengan ciri-ciri terdapat bau tengik dan rasa tidak lezat. Akan tetapi pada faktor waktu ekstraksi sokhlet yang lama tidak signifikan memberikan dampak yang besar kadar asam lemak bebas (FFA). Hal tersebut disebabkan selisih waktu ekstraksi yang dilakukan tidak terlalu jauh yakni hanya 1 jam. Adanya peningkatan kadar asam lemak bebas (FFA) walaupun tidak signifikan disebabkan adanya proses hidrolisis yang terjadi pada minyak. Proses ini akan semakin cepat apabila dilakukan pemanasan, sehingga semakin banyak waktu pemanasan yang dilakukan semakin tinggi nilai asam lemak bebasnya. Suhu merupakan faktor penting yang menjadi penyebab oksidasi

minyak sehingga terjadi putusannya ikatan rangkap pada minyak. Bilangan iod akan menurun seiring dengan banyaknya ikatan rangkap yang putus. Kadar asam lemak bebas menunjukkan bahwa terdapat reaksi hidrolisis pada minyak [11] [12] [13].

Dari kedua variabel yang dilakukan, perlakuan terbaik dari prediksi menggunakan *Response Surface Methodology* adalah pada variabel suhu 103,041°C dan waktu ekstraksi sokletasi 5,689 jam. Pada prediksi yield hasil ekstraknya sebesar 12,518%, dan kadar asam lemak bebas 1,489%.

#### 4. KESIMPULAN

Ekstraksi sokletasi digunakan untuk mengekstrak minyak dari biji alpukat dengan memanfaatkan titik didih dari pelarut. Hasil ekstraksi dioptimalkan agar mendapatkan yield hasil ekstrak minyak yang tinggi berdasarkan suhu, dan waktu ekstraksi. Untuk mengoptimalkan hasil ekstraksi, studi RSM diterapkan untuk menunjukkan daerah hasil ekstraksi yang optimum. Interaksi dari kedua faktor suhu dan waktu ekstraksi pada variabel respon baik yield maupun kadar asam lemak bebas dianalisa dan dievaluasi. Faktor suhu sangat mempengaruhi variabel respon dari yield hasil ekstrak. Pada variabel respon kadar asam lemak bebas sangat dipengaruhi kedua faktor ini baik suhu maupun waktu ekstraksi. Sehingga untuk kedua faktor baik suhu maupun waktu ekstraksi dapat dikatakan sangat mempengaruhi variabel respon yield ekstrak dan kadar asam lemak bebas. Kondisi optimal proses ekstraksi minyak biji alpukat adalah 103,041°C, dan 5,689 jam.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Badan Pusat Statistik, "Produksi Tanaman Buah-buahan," Biro Pusat Statistik, Jakarta, 2021.
- [2] R. Zulhida and H. S. Tambunan, "Pemanfaatan Biji Alpukat sebagai Bahan Pembuat Pati," *Jurnal Kimia*, pp. 144-148, 2013.
- [3] A. Risyad, R. L. Permadani and S. MZ, "EKSTRAKSI MINYAK DARI BIJI ALPUKAT (*Persea Americana* Mill) MENGGUNAKAN PELARUT N-HEPTANA," *Jurnal Teknik Kimia USU*, pp. 34-39, 2016.
- [4] S. D. P., Zulmanelis and Darsef, "Pembuatan Biodiesel Dari Minyak Biji Alpukat (*Persea americana*) Melalui

- Proses Transesterifikasi Langsung," *Jurnal Riset Sains dan Kimia Terapan*, pp. 23-28, 2019.
- [5] L. S. Dewi, Masrullita, Azhari, R. Dewi and L. Hakim, "KARAKTERISTIK MINYAK DARI BIJI ALPUKAT (Persea Americana Mill) MENGGUNAKAN METODE EKSTRAKSI DENGAN PELARUT N-HEKSANA," *Chemical Engineering Journal Storage*, pp. 27-37, 2022.
- [6] A. Q. Syafaatullah, Y. Variyana, Ni'maturRohmah, I. Mufaidah and A. Q. A'yun, "Optimization of Ultrasound-Assisted Extraction Parameters from Indigofera Tinctoria L using Response Surface Methodology," *Journal of Research and Technology*, pp. 175-185, 2021.
- [7] S. Animah, "Optimasi Proses Ekstraksi Minyak Biji Alpukat (Persea americana Mill) Menggunakan Metode Soxhlet," Universitas Brawijaya, Malang, 2018.
- [8] A. Q. Syafa'atullah and M. Mahfud, "Optimization Extraction of Indigofera tinctoria L. using Microwave-assisted Extraction," *OP Conference Series: Materials Science and Engineering*, pp. 1-7, 2021.
- [9] Y. Yuniati, A. Q. Syafa'atullah, L. Qadariyah and M. Mahfud, "2022 Ekstraksi Zat Warna Kelopak Bunga Telang (Clitoria ternatea L.) Dengan Metode Ekstraksi Berbantuan Ultrasonik dan Aplikasinya Untuk Minuman," *Journal of Chemical Process Engineering*, vol. 7, no. 2, pp. 79-84, 2022.
- [10] A. Q. S., "KINETIKA EKSTRAKSI LAWSONIA INERMIS L. MENGGUNAKAN ULTRASOUND-ASSISTED EXTRACTION DENGAN PELARUT AIR," *Jurnal Teknik Kimia Mineral*, vol. 1, no. 2, pp. 1-5, 2022.
- [11] L. Qadariyah, R. Panjaitan and M. Mahfud, "Optimization microwave assisted transesterification insitu for biodiesel production from Chlorella sp. using response surface methodology," *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, pp. 1-9, 2021.
- [12] R. Novella and A. Purwanti, "PENGAMBILAN MINYAK NABATI DARI BIJI ALPUKAT (PERSEA AMERICANA MILL) DENGAN PELARUT N-HEKSANA," *Jurnal Inovasi Proses*, vol. 4, no. 2, pp. 75-80, 2019.
- [13] L. Marlina and D. W. Pratama, "PENGAMBILAN MINYAK BIJI ALPUKAT DENGAN METODE EKSTRAKSI," *Jurnal TEDC*, vol. 12, no. 1, pp. 32-37, 2018.