



## Optimasi Proses Sokletasi Menggunakan Metode Permukaan Respon dan Karakterisasi Minyak Biji Alpukat (*Persea Americana*)

Yeti Widyawati<sup>\*</sup>, Frida Ayu Mageswara, Septiaji Adi Permana

Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Universitas Jayabaya

<sup>\*</sup>) Corresponding author: [widya.w21@gmail.com](mailto:widya.w21@gmail.com)

(Received: 12-Mar-2020 • Approved: 12-Mar-2020 • Accepted: 6-Apr-2020)

### Abstract

*The Avocado seeds were collected from Indonesia. Avocado seeds have a large oil content that has the potential to be used as a source of vegetable oil. The collected seeds were oven-dried and crushed into powder by mortar and pestle. Soxhlet extraction was used for the extraction of the oil. The solvent used for oil extraction was heptanol. The extracted oil was separated from the solvents by rotary evaporator. The oil content solvents commonly used for the extraction process are hexane. However, hexane turns out to have an alarming danger if it is used for extracting food ingredients, so alternative solvents such as n-heptane are needed. The method used is Central Composite Design (RSM-CCD) Response Surface Methodology by varying the time, temperature, and volume of n-heptane solvent. ANOVA test with a 95% confidence level ( $p < 0.05$ ) showed that the study variable had a significant effect on avocado seed oil yield. The characteristics of avocado seed oil produced were an orange color, yield 2.8112%, moisture content 0.0915%, density 0.8138 g / ml, and FFA 0.0997%. Analysis of the composition of avocado seed oil fatty acids obtained by the dominant fatty acid component were plural unsaturated fatty acids, linoleic acid of 47.3531% (b/b), saturated fatty acids in the form of palmitic acid of 20.3439% (b / b), and monounsaturated fatty acids namely oleic acid at 15.8823% (b/b). The optimum yield in this study was influenced by operating variables, where the optimum yield was at 2 hours, 10 grams of seed mass, at 300 °C and solvent volume of 180 ml*

### Abstrak

Biji alpukat sebagai limbah banyak terdapat di Indonesia. Biji alpukat memiliki kandungan minyak yang cukup besar sehingga berpotensi untuk dijadikan salah satu sumber minyak nabati. Biji alpukat dikeringkan dengan oven dan ditumbuk menjadi bubuk dengan mortar dan alu. Ekstraksi soklet digunakan untuk mengekstraksi minyaknya. Pelarut yang digunakan untuk ekstraksi minyak adalah heptanol. Minyak yang diekstraksi dipisahkan dari pelarut dengan evaporator vakum. Optimasi proses ekstraksi menggunakan *Response Surface Methodology-Central Composite Design* (RSM-CCD) dengan memvariasikan waktu ekstraksi, suhu ekstraksi, dan volume pelarut n-heptana. Karakteristik parameter sifat fisiko minyak ditentukan. Uji ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% ( $p < 0,05$ ) menunjukkan bahwa variabel penelitian memberikan pengaruh yang signifikan pada *yield* minyak biji alpukat. Karakteristik minyak biji alpukat yang dihasilkan yaitu berwarna oranye, *yield* 2,8112 %, kadar air 0,0915 %, densitas 0,8138 g/ml, dan FFA 0,0997 %. Analisis komposisi asam lemak minyak biji alpukat yaitu asam linoleat sebesar 47,3531% (b/b), asam lemak jenuh berupa asam palmitat sebesar 20,3439% (b/b), dan asam lemak tidak jenuh tunggal yaitu asam oleat sebesar 15,8823% (b/b). *Yield* optimum pada penelitian ini dipengaruhi oleh variabel operasi, dimana rendemen optimum adalah saat waktu ekstraksi 2 jam, massa biji 10 gram, suhu ekstraksi 300°C dan volume pelarut 180 ml.

**Keywords** : *avocado seed oil, central composite design, soxhlet extraction*

## PENDAHULUAN

Alpukat (*Persea americana* Mill.) merupakan *family* dari *Lauraceae*. Meskipun pohon alpukat adalah tanaman asli Amerika Tengah, tanaman tersebut tersebar luas di negara-negara tropis dan subtropis. Secara anatomis, buah alpukat dapat dibedakan menjadi tiga, yaitu daging buah bagian dalam (20%), pulp (65%) dan kulit luar (15%) [1,2]. Buah alpukat mengandung trigliserida (TG) dengan kandungan asam lemak tak jenuh yang tinggi. Mengandung senyawa fitokimia bioaktif seperti karotenoid, tokoferol, pitosterol, alkohol alifatik dan hidrokarbon [3,4]. Buah alpukat yang matang apabila diekstraksi, memiliki kandungan lipid yang cukup tinggi di antara semua buah, yaitu sekitar 18,7 dan 21,8% dari lipida, dan dilaporkan dalam varietas *Fuerte* [5-7]. Minyak alpukat banyak digunakan sebagai produk perawatan kesehatan, kosmetik, farmasi dan *nutraceuticals*.

Konsumsi minyak alpukat menjadi *trend* atau populer karena nilai gizinya yang tinggi dan manfaatnya bagi kesehatan manusia termasuk untuk hiperkolesterolemia [8,9], hipertensi [10], diabetes dan lemak hati [11]. Minyak ini juga dapat mengurangi risiko kardio-metabolik [12] dan memiliki anti-kanker dan sifat antimikroba [13,14]. Kematangan hortikultura buah memainkan peran penting, biasanya setelah panen kandungan minyak tidak ditemukan meningkat [15]. Buah alpukat yang matang menghasilkan minyak lebih besar dari pada buah yang mentah [16]. Minyak alpukat yang digunakan secara komersial adalah merupakan hasil ekstraksi dari daging alpukat.

Beberapa peneliti telah melakukan optimalisasi proses ekstraksi untuk senyawa fenolik dari buah stroberi, apel dan residu dari *chestnut* [17], dan telah dilaporkan metode ekstraksi untuk pemurnian minyak biji alpukat, seperti sentrifugasi, ekstraksi panas menggunakan pelarut heksana, pengepresan dingin, pengepresan dengan ekstraksi menggunakan pelarut eter, dan ekstraksi menggunakan pelarut etanol [18,19]. Metode ekstraksi sangat mempengaruhi hasil dan kualitas minyak dari bahan tanaman apa pun. Untuk mengetahui optimasi proses ekstraksi sokletasi biji alpukat dan untuk menetapkan model matematika multivariable, agar didapatkan hubungan antara respon dan variabel independen dengan penggunaan minimal jumlah percobaan, maka digunakan metode permukaan respon. Tujuan penulisan paper ini adalah mendapatkan model persamaan matematika untuk memprediksi kondisi optimal proses ekstraksi menggunakan pelarut heptanol dan karaktersasi minyak biji alpukat yang dihasilkan.

## METODE PENELITIAN

### Bahan dan Alat

Bahan baku yang digunakan adalah biji alpukat, heptanol sebagai pelarut, eter benzene, dan etanol 96%. Peralatan yang digunakan adalah seperangkat alat ekstraksi sokletasi, *hot plate*, kertas saring, neraca analitik, blender, buret, piknometer, gelas ukur, labu didih, dan cawan porselen.

### Prosedur

Ekstrak biji alpukat adalah menggunakan pelarut heptanol yang diperoleh melalui peralatan refluks soklet dan diuapkan dengan rotari evaporator seperti yang disebut di dalam penelitian [19], Biji alpukat kering (2000 g) ditumbuk menjadi bubuk, kemudian sampel ditimbang ( $\pm 10$  g), dihilangkan lemaknya dengan eter benzene (55-75 °C), dan diekstraksi

dengan pelarut heptanol. Selanjutnya di filtrasi, ekstrak dihilangkan dari sisa pelarutnya, kemudian dikeringkan.

### Optimasi Proses Ekstraksi

Optimasi proses ekstraksi sokletasi digunakan dalam rangka untuk mendapatkan kondisi proses yang optimal. Salah satu metode yang digunakan untuk mengoptimasi adalah metode permukaan respon (RSM). Metode ini dapat memprediksi respon yang akan diperoleh akibat dari variabel-variabel yang mempengaruhinya. *Central Composite Desain* (CCD) digunakan pada percobaan ini dengan dua puluh kali percobaan, dan sebagai respon yang dicari adalah persen rendemen dan asam lemak bebas (*free fatty acid*/FFA). Rancangan disain percobaan dapat dilihat pada Tabel 1.

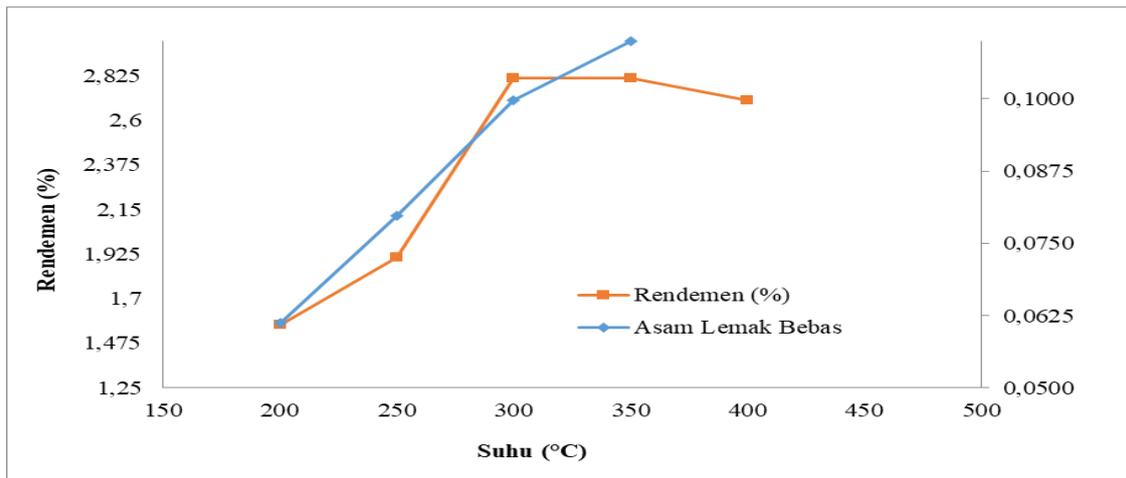
Tabel 1. Faktor independen, kode dan taraf kode pada percobaan proses ekstraksi sokletasi

Faktor independen	Kode	Taraf kode			Respon (Y)	
		-1	0	+1	Rendemen (%)	FFA (%)
Suhu (°C)	$X_1$	250	300	350		
Waktu (menit)	$X_2$	60	120	180		
Rasio pelarut (v/v)	$X_3$	1:17	1:18	1:19		

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Pengaruh Suhu Ekstraksi terhadap Rendemen dan FFA

Proses pembuatan minyak biji alpukat dengan pelarut heptanol, menggunakan metode ekstraksi sokletasi padat-cair atau *leaching*. Hasil ekstraksi berupa minyak biji alpukat tersebut dipisahkan dengan proses evaporasi. Setelah proses evaporasi, selanjutnya dilakukan analisis persen rendemen dan *free fatty acid* (FFA) minyak biji alpukat tersebut. Pengaruh suhu pada proses ekstraksi biji alpukat terhadap rendemen dan *free fatty acid* (FFA) minyak biji alpukat dapat dilihat pada Gambar 1.

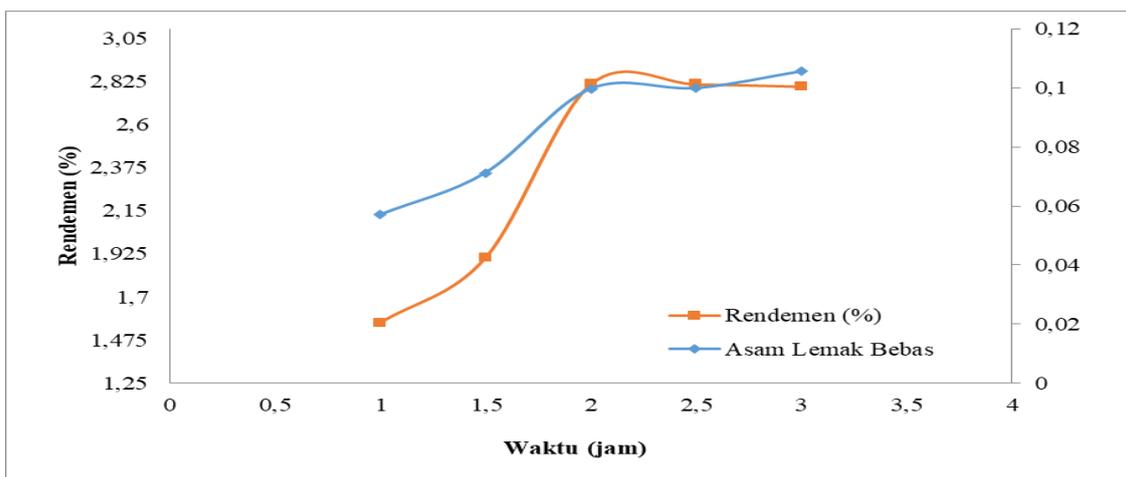


Gambar 1. Suhu Ekstraksi terhadap Rendemen dan FFA

Gambar 1. memperlihatkan bahwa pengaruh suhu ekstraksi terhadap rendemen dan *free fatty acid* (FFA); semakin tinggi suhu ekstraksi maka semakin besar rendemen dan *free fatty acid* (FFA) yang dihasilkan. Hasil rendemen pada suhu ekstraksi 400°C lebih kecil dibandingkan rendemen pada suhu ekstraksi 300°C. Namun pada suhu 200°C sampai 300°C terjadi peningkatan hasil rendemen minyak biji alpukat. Hasil asam lemak bebas (FFA) semakin meningkat dengan bertambahnya suhu ekstraksi. Pada suhu 300°C, diperoleh asam lemak bebas (FFA) sebesar 0,0876%, dan semakin meningkat seiring bertambahnya suhu.

### Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Rendemen dan FFA

Pengaruh waktu pada proses ekstraksi biji alpukat terhadap rendemen dan *free fatty acid* (FFA) minyak biji alpukat dapat dilihat pada Gambar 2.



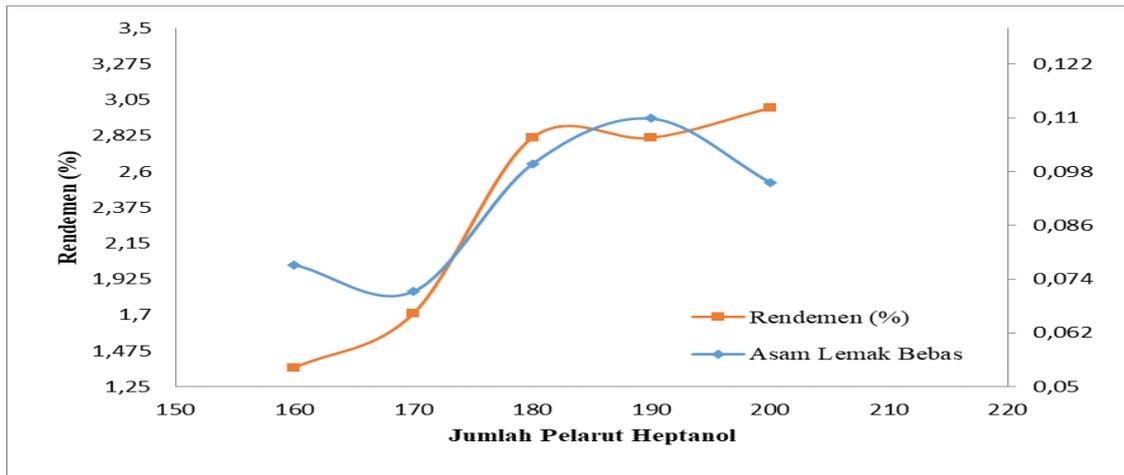
Gambar 2. Pengaruh Waktu Ekstraksi terhadap Rendemen dan FFA

Gambar 2. memperlihatkan grafik pengaruh waktu ekstraksi terhadap rendemen dan *free fatty acid* (FFA), bahwa semakin lama waktu ekstraksi, maka rendemen hasil ekstraksi biji alpukat semakin meningkat. Dimana distribusi pelarut ke dalam bahan akan semakin efektif, dan terlihat waktu ekstraksi 120 menit menghasilkan rendemen sebesar 2,81% dan waktu

ekstraksi 60 menit menghasilkan renedemen sebesar 1,58%. Hasil asam lemak bebas pada penelitian ini semakin lama waktu ekstraksi, semakin besar *free fatty acid* (FFA) yang dihasilkan. Tetapi *free fatty acid* (FFA) yang dihasilkan kurang dari 0,1 %, dan itu menunjukkan bahwa kualitas minyak biji alpukat masih baik untuk digunakan.

### Pengaruh Rasio Pelarut Ekstraksi terhadap Rendemen dan FFA

Pengaruh rasio pelarut heptana terhadap proses ekstraksi biji alpukat terhadap rendemen dan *free fatty acid* (FFA) minyak biji alpukat dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Pengaruh Jumlah Pelarut terhadap Rendemen dan FFA

Gambar 3. Memperlihatkan bahwa semakin banyak volume pelarut, maka rendemen yang dihasilkan dari ekstraksi biji alpukat semakin meningkat. Sebaliknya, semakin sedikit volume pelarut yang digunakan, maka semakin kecil rendemen yang dihasilkan. Diperoleh rendemen sebesar 3,0 % pada volume pelarut 200 ml, dan rendemen sebesar 1,37 % pada volume pelarut 160 ml. Pada grafik FFA terlihat terjadi penurunan hasil pada volume pelarut 160 ml dan 170 ml yaitu 0,08 % dan 0,07 %.

### Optimasi Proses Ekstraksi Biji Alpukat Terhadap Rendemen dan FFA

Pembentukan model ordo dua menggunakan rancangan faktorial akibat pengaruh perbandingan rasio volume pelarut, waktu dan suhu ekstraksi, maka rendemen yang diperoleh sebesar 0,1245-2,9324% dan *free fatty acid* (FFA) diperoleh berkisar 0,0570-0,0997%. Hasil analisis ragam menunjukkan bahwa rasio volume pelarut (A), waktu (B), dan suhu (C) berpengaruh nyata terhadap perolehan rendemen dan *free fatty acid* (FFA). Karena F-hitung > F-tabel maka diambil keputusan untuk menolak  $H_0$ . Artinya variabel-variabel independen xi memberikan sumbangan yang berarti terhadap model. Nilai *p-value* untuk model kuadrat (*square*) adalah  $0,000 < \alpha = 5\%$ , maka model yang tepat adalah model kuadrat. Model hubungan pengaruh A, B, dan C terhadap rendemen dan FFA adalah sebagai berikut :

$$Y_{\text{Rendemen}} = 2,8151 + 0,5063 A + 1,1448 B + 0,6316 C - 0,7617 A^2 - 1,3566 B^2 - 0,4547 C^2 + 0,2328 AB + 0,2812 AC - 0,4726 BC$$

$$Y_{FFA} = 0,099593 + 0,008879 V + 0,005007 t + 0,011716 T - 0,005811 V^2 - 0,037208 t^2 - 0,014008 T^2 + 0,013654 Vt + 0,022303 VT - 0,008063 tT$$

Untuk menguji kecocokan dari model, koefisien determinasi ( $R^2$ ) dievaluasi. Nilai  $R^2$  sebesar 96,09% (rendemen) dan 95,13% (FFA) ini menunjukkan validitas terikat. Dari nilai koefisien determinasi tersebut juga dapat diartikan bahwa model ini dapat menjelaskan 96,09% dan 95,13% dari variabilitas.

Untuk memeriksa signifikansi model, dapat dilihat pada tabel ANOVA(Tabel 2.). Hasil analisis keragaman (ANOVA) untuk model menunjukkan bahwa model linier ( $p$ -value = 0,0000) dan model kuadrat ( $p$ -value = < 0,0001), nilai tersebut signifikan karena  $p$ -value dari model linier dan kuadrat kurang dari alfa 0,05. (Montgomery, 1991).

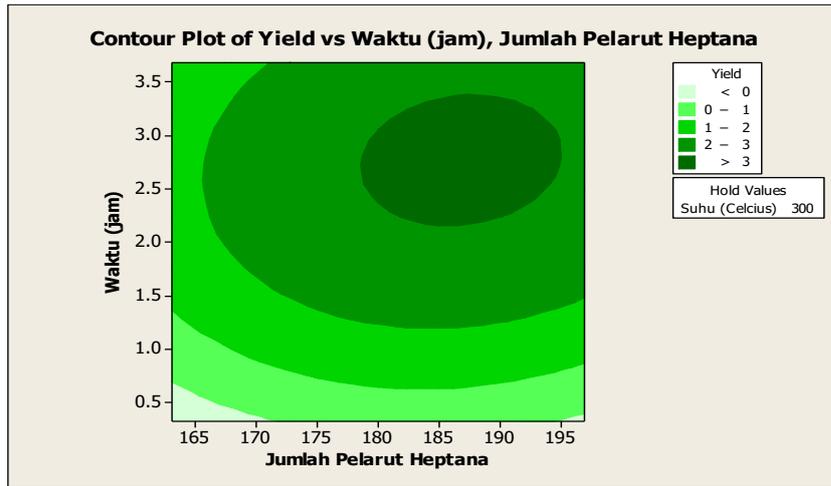
Tabel 2. *Analisis of Variant* (ANOVA) terhadap Rendemen dan FFA

Source	DF	Y1 (%Rendemen)			Y2 (%FFA)		
		SS	F-Value	P-Value	SS	F-Value	P-Value
A	1	1,2223	21.51	0.001	0.000376	16.03	0,003
B	1	6,3273	111.37	0.000	0.000121	5.16	0,046
C	1	1,9262	33.90	0.000	0.000663	28.26	0,000
AA	1	0.6341	18.23	0.002	0.000002	2.57	0,140
BB	1	3.1244	58.29	0.000	0.002330	106,25	0,000
CC	1	0.3721	6.55	0.028	0.000353	15,06	0,003
AB	1	0.0530	0.93	0.357	0.000182	7,78	0,019
AC	1	0.0773	1.36	0.270	0.000487	20,76	0,001
BC	1	0.2232	3.93	0.076	0.000065	2,77	0,127

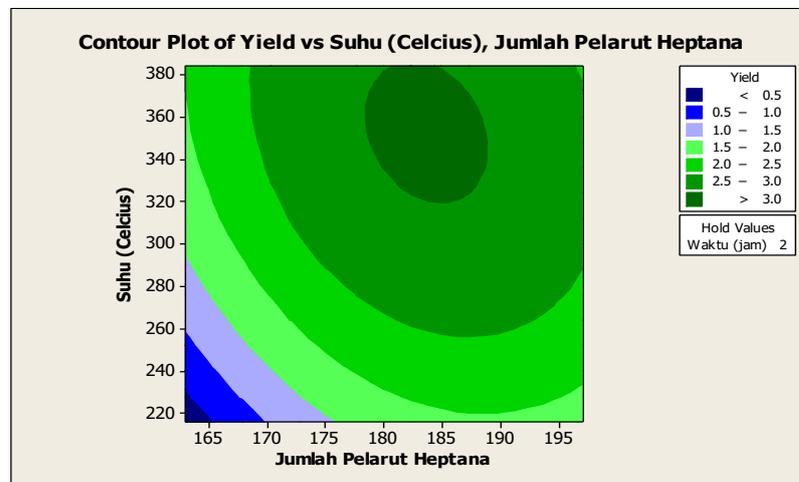
Hasil analisis ragam (Tabel 2.) menunjukkan bahwa model dugaan hasil rendemen bersifat layak dengan nilai  $p$  yang nyata (0,000). Jumlah pelarut heptana (nilai  $p = 0,001$ ), waktu (nilai  $p = 0,000$ ), suhu (nilai  $p = 0,000$ ), berpengaruh nyata secara linear terhadap model pada tingkat kepercayaan 95%. Jumlah pelarut heptana (nilai  $p = 0,002$ ), waktu (nilai  $p = 0,000$ ), suhu (nilai  $p = 0,028$ ), berpengaruh nyata secara kuadratis terhadap model pada tingkat kepercayaan 95%. Interaksi antara jumlah pelarut heptana dan waktu, jumlah pelarut heptana dan suhu, waktu dan suhu tidak berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen minyak biji alpukat pada tingkat kepercayaan 95%. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang cukup tinggi ( $R$ -sq dan  $R$ -adj = 0,9609 dan 0,9257) turut mendukung bahwa model kuadrat yang diperoleh layak untuk digunakan. Oleh karena itu, model atau persamaan cukup dapat mewakili nilai pengamatan hasil rendemen biji alpukat.

Hasil analisis ragam (Tabel 2) menunjukkan bahwa model dugaan hasil FFA bersifat layak dengan nilai  $p$  yang nyata (0,000). Jumlah pelarut heptana (nilai  $p = 0,003$ ), waktu (nilai  $p = 0,046$ ) dan suhu (nilai  $p = 0,000$ ) berpengaruh nyata secara linear terhadap model pada tingkat kepercayaan 95%. Waktu (nilai  $p = 0,000$ ) dan suhu (nilai  $p = 0,003$ ) berpengaruh

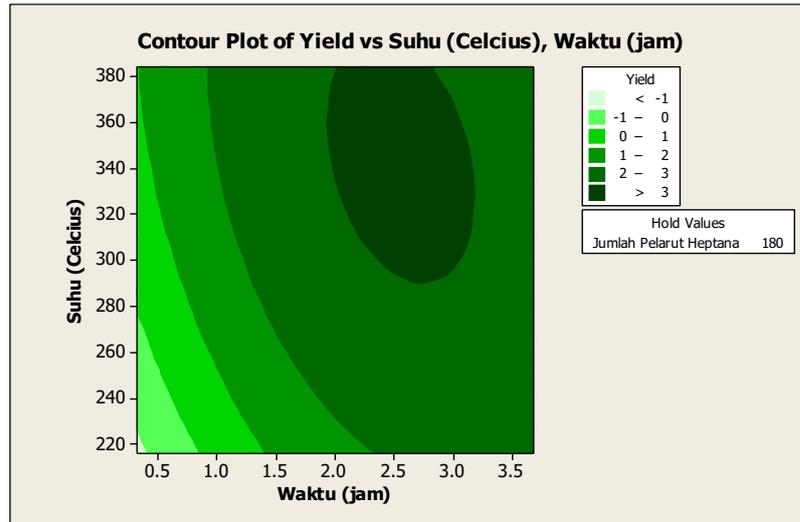
nyata secara kuadratis dan jumlah pelarut heptana (nilai  $p = 0,140$ ) tidak berpengaruh secara kuadratis terhadap model pada tingkat kepercayaan 95%. Interaksi antara jumlah pelarut heptana dan waktu, jumlah pelarut heptana dan suhu, waktu dan suhu tidak berpengaruh nyata terhadap hasil FFA minyak biji alpukat pada tingkat kepercayaan 95%. Nilai koefisien determinasi ( $R^2$ ) yang cukup tinggi ( $R\text{-sq}$  dan  $R\text{-adj} = 0,9513$  dan  $0,9074$ ) turut mendukung bahwa model kuadrat yang diperoleh layak untuk digunakan. Oleh karena itu, model atau persamaan cukup dapat mewakili nilai pengamatan *Free Fatty Acid* minyak dalam ekstraksi biji alpukat. Plot kontur yang memperlihatkan pengaruh jumlah pelarut heptana, suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen minyak biji alpukat, disajikan pada Gambar 4.



4(a)



4(b)

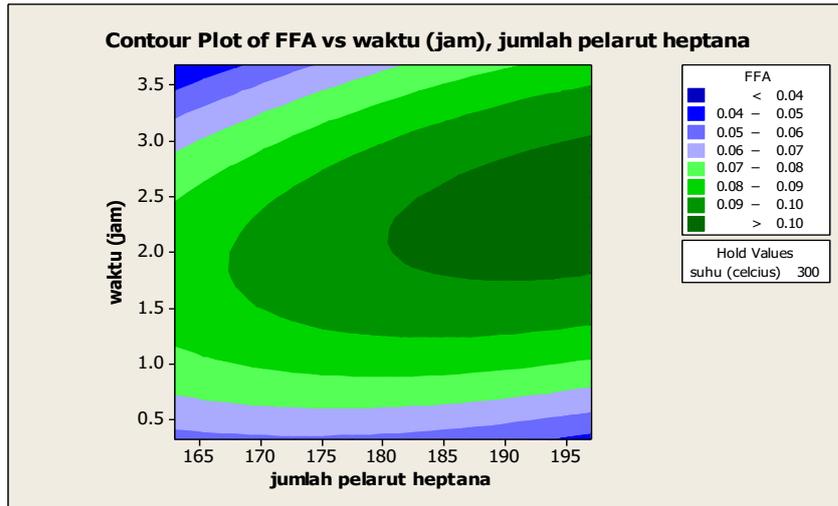


4(c)

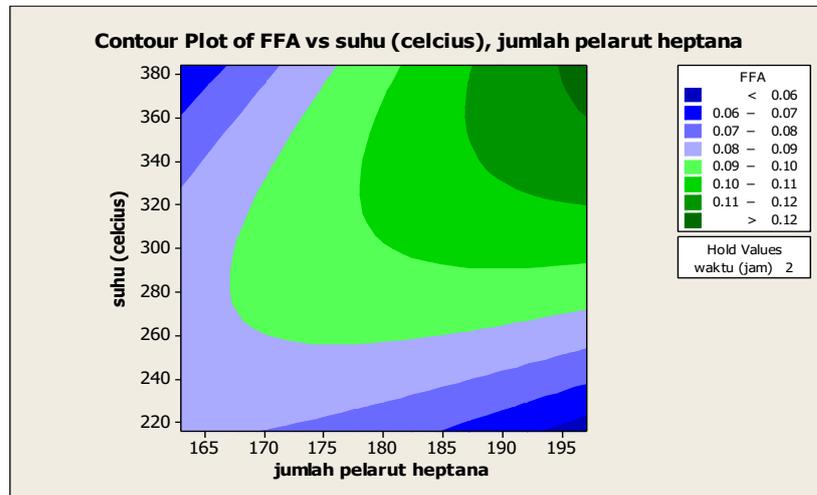
Gambar 4. Plot kontur pengaruh waktu dan jumlah pelarut (a), pengaruh suhu dan jumlah pelarut (b), pengaruh suhu dan waktu (c) terhadap rendemen minyak biji alpukat

Berdasarkan analisis ragam, jumlah pelarut heptana, suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen dan *Free Fatty Acid* minyak biji alpukat (respon). Gambar 4 (a) memperlihatkan bahwa waktu dan jumlah pelarut berpengaruh terhadap rendemen minyak biji alpukat, karena membentuk kurva parabola yang cukup baik. Semakin lama waktu ekstraksi yang dilakukan maka semakin banyak rendemen minyak yang dihasilkan, tetapi semakin banyak jumlah pelarut tidak terlalu berpengaruh terhadap hasil rendemen yang dihasilkan karena apabila jumlah pelarut banyak tetapi waktu ekstraksi tidak terlalu lama maka biji alpukat belum sempurna terekstraksi menjadi minyak. Gambar 4 (b) memperlihatkan bahwa suhu dan jumlah pelarut cukup berpengaruh terhadap rendemen minyak biji alpukat, walaupun kenampakan plot kontur masih kurang sempurna membentuk parabola. Semakin banyak jumlah pelarut dan semakin tinggi suhu ekstraksi maka hasil rendemen minyak yang dihasilkan semakin banyak. Gambar 4 (c) memperlihatkan bahwa suhu dan waktu juga cukup berpengaruh terhadap rendemen minyak biji alpukat. Plot kontur yang dihasilkan membentuk kurva parabola yang baik. Hal ini disebabkan karena pada suhu tinggi dan waktu ekstraksi yang lama, rendemen yang dihasilkan semakin baik.

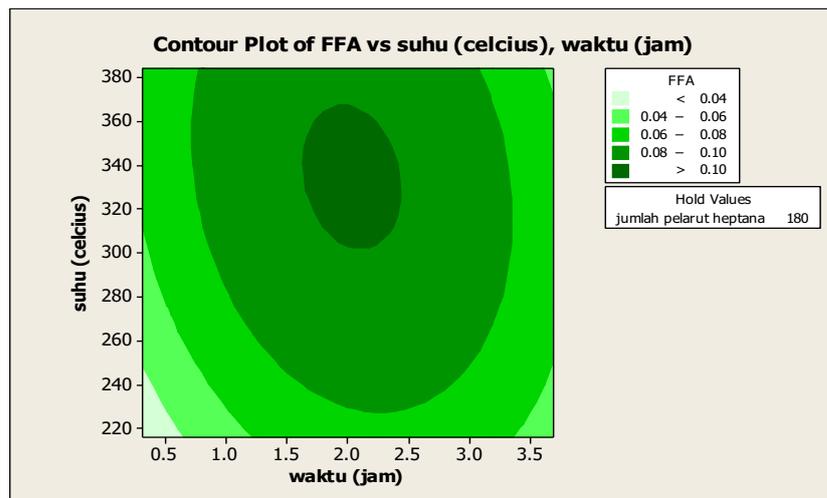
Plot kontur yang memperlihatkan pengaruh jumlah pelarut heptana, suhu dan waktu ekstraksi terhadap rendemen minyak biji alpukat, disajikan pada Gambar 5.



5(a)



5(b)



5(c)

Gambar 5. Plot kontur pengaruh waktu dan jumlah pelarut (a), pengaruh suhu dan jumlah pelarut (b), pengaruh suhu dan waktu (c) terhadap FFA minyak biji alpukat.

Berdasarkan analisis ragam, jumlah pelarut heptana, suhu dan waktu ekstraksi berpengaruh nyata terhadap hasil rendemen dan *Free Fatty Acid* minyak biji alpukat (respon). Gambar 5 (a) memperlihatkan bahwa waktu dan jumlah pelarut cukup berpengaruh terhadap FFA minyak biji alpukat, karena membentuk kurva parabola yang cukup baik. Semakin lama waktu ekstraksi yang dilakukan dan semakin banyak jumlah pelarut yang digunakan maka semakin tinggi kadar FFA minyak yang dihasilkan. Gambar 5 (b) memperlihatkan pengaruh suhu dan jumlah pelarut yang memperlihatkan plot kontur yang tidak menunjukkan kurva parabola yang cukup baik pada respon hasil *free fatty acid*. Plot kontur tersebut menggambarkan apabila suhu ekstraksi dinaikkan dan jumlah pelarut ditambahkan maka tidak mempengaruhi hasil FFA yang dihasilkan. Gambar 5 (c) memperlihatkan bahwa suhu dan waktu juga sangat berpengaruh terhadap *free fatty acid* minyak biji alpukat. Plot kontur yang dihasilkan membentuk kurva parabola yang baik pada respon *free fatty acid*. Hal ini disebabkan karena pada suhu tinggi dan waktu ekstraksi yang lama, terjadi penurunan *free fatty acid* minyak biji alpukat. Apabila *free fatty acid* yang dihasilkan semakin kecil maka kualitas minyak yang dihasilkan akan semakin baik. Hasil rendemen minyak semakin meningkat seiring dengan semakin lamanya waktu ekstraksi. Kondisi optimum proses ekstraksi biji alpukat ditentukan berdasarkan nilai target rendemen yang paling tinggi dan nilai *free fatty acid* yang kecil, yang berhasil didapatkan pada penelitian ini, yaitu sebesar 0,1245-2,9471 % untuk rendemen minyak dan 0,0570-0,0997 untuk *free fatty acid* .

### Karakteristik Minyak Biji Alpukat

Minyak biji alpukat yang diperoleh kemudian dikarakterisasi hasilnya seperti rendemen, asam lemak bebas, densitas dan kadar air. Tabel 3. Memerlihatkan sifat fisik minyak biji alpukat.

Tabel 3. Sifat Fisika Minyak Biji Alpukat

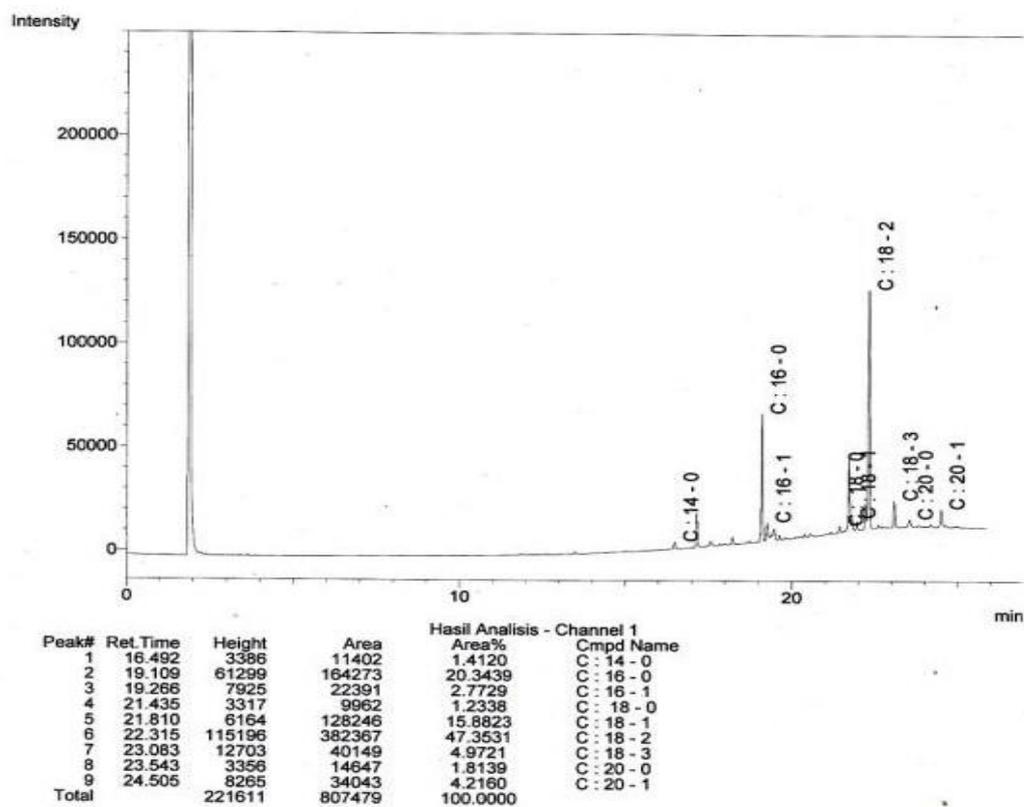
Parameter	Minyak Biji Alpukat	Minyak Biji Bunga Matahari	Minyak Jarak
Warna pada 30 °C	Oranye	Oranye Gelap	Kekuningan
Densitas pada 20 °C (g/ml)	0,81	0,87	0,87
Kadar air (%)	0,0915	0,12	0,38
FFA (%)	0,0997	0,470	0,5
Rendemen (%)	0,0997	0,470	0,5

Minyak biji alpukat hasil proses ekstraksi yang telah dipisahkan dari pelarut n-heptana, ditimbang beratnya dan diukur volumenya. Dari berat minyak biji alpukat yang diperoleh, dihitung rendemen minyak biji alpukat. Rendemen yang dihasilkan berbeda-beda, ini disebabkan hasil tersebut dipengaruhi oleh variabel penelitian yaitu jumlah pelarut heptana, suhu ekstraksi dan waktu ekstraksi. Namun yang berpengaruh terhadap rendemen minyak biji alpukat adalah waktu dan suhu ekstraksi. Semakin lama waktu dan semakin tinggi suhu ekstraksi maka semakin besar rendemen yang dihasilkan. Minyak biji alpukat memiliki FFA sebesar 0,367% -0,82% [20], sedangkan minyak biji alpukat yang diperoleh pada studi ini sebesar 0,0570 – 0,0997%. Nilai FFA yang diperoleh sebesar 0,0097%. Studi [21] melakukan ekstraksi minyak biji alpukat menggunakan pelarut heksana, diperoleh densitas sebesar 0,6951-0,7676 gr/ml. Densitas minyak biji alpukat yang dihasilkan

dalam penelitian ini lebih tinggi dari penelitian yang sebelumnya namun tidak terlalu jauh dari rentang densitas yang didapatkan, ini disebabkan karena perbedaan jenis pelarut ekstraksi yang digunakan.

### Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Alpukat

Gambar 6. Memperlihatkan hasil komposisi asam lemak minyak biji alpukat yang diekstraksi pada suhu 300°C selama 120 menit dengan massa 10 gram dan volume pelarut 180 ml, yang dianalisis menggunakan instrumentasi *Gas Chromatography* (GC).



Gambar 6. Komposisi Asam Lemak Bebas

Gambar 6 memperlihatkan bahwa komposisi asam lemak minyak biji alpukat pada waktu retensi 22,315 diperoleh asam lemak tidak jenuh jamak berupa asam linoleat (C:18-2) sebesar 47,3531%. Pada waktu retensi 19,109 diperoleh asam lemak jenuh berupa asam palmitat (C:16-0) sebesar 20,3439%, dan pada waktu retensi 21,810 diperoleh asam lemak jenuh tunggal berupa asam oleat (C:18-1) sebesar 15,8823%.

Tabel 5. Komposisi Asam Lemak Minyak Biji Alpukat

Asam Lemak	Komposisi
Asam Miristat (C:14-0)	1,4120
Asam Palmitat (C:16-0)	20,3439
Asam Palmitoleat (C:16-1)	2,7729
Asam Stearat (C:18-0)	1,2328
Asam Oleat (C:18-1)	15,8823
Asam Linoleat (C:18-2)	47,3531
Asam Linolenat (C:18-3)	4,9721
Asam Arachidat (C:20-0)	1,8139
Asam Gadoleat (C:20-1)	4,2160

Tabel 6. Rasio Asam Lemak Minyak Biji Alpukat

Asam Lemak Minyak Biji Alpukat	Rasio (studi ini)	Rasio (Bora, 2001)
Asam Lemak Tak Jenuh : Jenuh	3,03	2,07
Asam Lemak Tak Jenuh Jamak : Jenuh	2,11	1,44
Asam Oleat : Linoleat	0,34	5,92
Asam linoleat : Linolenat	9,52	2,95

Tabel 6 memperlihatkan rasio antara asam lemak tak jenuh terhadap asam lemak jenuh adalah 3,03 dan rasio antara asam lemak tak jenuh jamak terhadap asam lemak jenuh adalah 2,11. Rasio antara asam lemak jenuh tak jenuh jamak dan asam lemak ini menunjukkan parameter umur simpan minyak. Perbandingan antara asam oleat dan asam linoleat yang dihasilkan pada studi ini yaitu sebesar 0,34, dan rasio asam linoleat dengan asam linolenat (C:18-2/C:18-3) diperoleh sebesar 9,52. Rasio antara asam linoleat dan linolenat yang tinggi berguna dalam menurunkan trigliserida dan HDL dalam plasma darah. Oleh karena itu, minyak biji alpukat cukup berkhasiat untuk kesehatan bagi manusia.

## KESIMPULAN

Optimasi proses sokletasi biji alpukat diperoleh pada kondisi operasi suhu 300°C, jumlah pelarut 180 ml, dan waktu ekstraksi selama 2 jam. Uji ANOVA dengan tingkat kepercayaan 95% ( $p < 0,05$ ) menunjukkan bahwa suhu dan waktu merupakan faktor yang paling signifikan berpengaruh terhadap ekstraksi minyak dari biji alpukat dengan pelarut n-heptana. Diperoleh model kuadratik adalah sebagai berikut :

$$Y_{\text{Rendemen}} = 2,8151 + 0,5063 A + 1,1448 B + 0,6316 C - 0,7617 A^2 - 1,3566 B^2 - 0,4547 C^2 + 0,2328 AB + 0,2812 AC - 0,4726 BC$$

$$Y_{\text{FFA}} = 0,099593 + 0,008879 V + 0,005007 t + 0,011716 T - 0,005811 V^2 - 0,037208 t^2 - 0,014008 T^2 + 0,013654 Vt + 0,022303 VT - 0,008063 tT$$

Karakteristik minyak biji alpukat yang dihasilkan yaitu berwarna oranye, *yield* 2,8112 %, kadar air 0,0915 %, densitas 0,8138 g/ml, dan FFA 0,0997 %. Analisis komposisi asam lemak minyak biji alpukat yaitu asam linoleat sebesar 47,3531% (b/b), asam lemak jenuh berupa asam palmitat sebesar 20,3439% (b/b), dan asam lemak tidak jenuh tunggal yaitu asam oleat sebesar 15,8823% (b/b).

## DAFTAR PUSTAKA.

- [1] G. Costagli and M. Betti, "Method for cold-pressed high-quality edible oil production versus traditional production," *J. Agric. Eng.*, p. 115–122, 2015.
- [2] D. Dabas, . R. M. Shegog, G. R. Ziegler and . J. Lambert, "Avocado (*Persea americana*) seed as a source of bioactive phytochemicals," *Curr. Pharm.*, p. 6133–6140, 2013.
- [3] M. A. Dos Santos, T. V. Alicieo and Pereira, "Profile of bioactive compounds in avocado pulp oil: Influence of the drying processes and extraction methods," *J. Am. Oil Chem. Soc.*, pp. 19-27, 2014.
- [4] H. D. Barros, J. P. Coutinho , R. Grimaldi and Go, "Simultaneous extraction of edible oil from avocado and capsanthin from red bell pepper using supercritical carbon dioxide as solvent," *J. Supercrit. Fluids*, pp. 315-320, 2016.
- [5] A. Woolf, M. Wong, L. Eyres and T. K. McGhie, *Avocado Oil*, Urbana: AOCS Press, 2008.
- [6] X. Qin and J. Zhong, "A review of extraction techniques for avocado oil," *J. Oleo Sci.*, pp. 881-888, 2016..
- [7] E. Hurtado-Fernández , A. Fernández-Gutiérrez and A. Carrasco-Pancorbo, "Avocado fruit-*Persea americana*. In *Exotic Fruits*," London, Academic Press, 2018.
- [8] C. X. Tan , G. H. Chong, H. Hamzah and H. M. Ghazali, "Effect of virgin avocado oil on diet-induced hypercholesterolemia in rats via <sup>1</sup>H NMR-based metabolomics approach," *Phytother.*, pp. 2264-2274, 2018.
- [9] C. X. Tan , G. H. Chong, H. Hamzah and H. M. Ghazali, "Hypocholesterolaemic and hepatoprotective effects of virgin avocado oil in diet-induced hypercholesterolaemia rats," *Int. J. Food Sci. Technol.*, pp. 2706-2713, 2018.
- [10] C. A. Marquez-Ramirez, J. L. Hernandez de la Paz, O. Ortiz-Avila, A. Raya-Farias, J. C. Gonzalez-Hernandez, A. R. Rodriguez-Orozco, R. Salgado-Garciglia, A. Saavedra-Molina, D. Godinez-Hernandez and C. Cortes-Rojo, ". Comparative effects of avocado oil and losartan on blood pressure, renal vascular function, and mitochondrial oxidative stress in hypertensive rats," *Nutrition*, p. 2018, 60-67.
- [11] O. Ortiz-Avila, M. A. Gallegos-Corona, L. A. Sanchez-Briones, E. Calderon-Cortes, R. Montoya-Perez, A. R. Rodriguez-Orozco, J. Campos-Garcia, A. Saavedra-Molina, R.

- Mejia-Zepeda and C. Cortes-Rojo, "Protective effects of dietary avocado oil on impaired electron transport chain function and exacerbated oxidative stress in liver mitochondria from diabetic rats," *J. Bioenerg. Biomembr.*, pp. 337-353, 2015.
- [12] C. P. Furlan, S. C. Valle, E. Ostman, M. R. Marostica and J. Tovar, "Inclusion of Hass avocado-oil improves postprandial metabolic responses to a hypercaloric-hyperlipidic meal in overweight subjects," *J.Funct.Foods*, pp. 349-354, 2017.
- [13] Q. Y. Lu, J. R. Arteaga, Q. Zhang , S. Huerta, V. L. Go and D. Heber, "Inhibition of prostate cancer cell growth by an avocado extract: Role of lipid-soluble bioactive substances," *J.Nutr.Biochem*, pp. 23-30, 2005.
- [14] M. L. Dreher and A. J. Davenport, "Hass avocado composition and potential health effects," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr*, pp. 738-750, 2013.
- [15] P. Kulkarni, R. Paul and N. Ganesh, "In vitro evaluation of genotoxicity of avocado (*Persea americana*) fruit and leaf extracts in human peripheral lymphocytes," *Journal of Environmental Science and Health C*, p. 172–187, 2010.
- [16] C. Promkum, C. Butryee, S. Tuntipopipat and K. P, "Anticlastogenic effect of *Eryngium foetidum* L. assessed by erythrocyte micronucleus assay," *Asian Pacific Journal of Cancer Prevention*, p. 3343–3347, 2012.
- [17] J. Saha, M. Debnath, A. Saha, T. Ghosh and Sarkar, "Response surface optimisation of extraction of antioxidants from strawberry fruit, and lipid peroxidation inhibitory potential of the fruit extract in cooked chicken patties," *J. Sci. Food Agric*, pp. 110-113, 2009.
- [18] J. G. Leite, "Chemical composition, toxicity and larvicidal and antifungal activities of *Persea americana* (avocado) seed extracts," *Revista da Sociedade Brasileira de Medicina Tropical*, pp. 110-113, 2009.
- [19] M. R. Ramos, G. Jerz, S. Villanueva and . F. López-Dell, "Two glucosylated abscisic acid derivatives from avocado seeds (*Persea americana* Mill. Lauraceae cv. Hass)," *Phytochemistry*, p. 955–962, 2004.
- [20] K. Yeni and P. Riska , "Pembuatan Biodiesel dari Minyak Biji Alpukat (*Persea gratissima*) dengan Proses Transesterifikasi," 2009.
- [21] Prasetyowati , P. Retno and T. O. Fera , "PENGAMBILAN MINYAK BIJI ALPUKAT (*PERSEA AMERICANA* MILL) DENGAN METODE EKSTRAKSI," *Jurnal Teknik Kimia*, pp. 16-24, 2010.