

OPTIMASI EKSTRAKSI MINYAK KULIT BIJI METE DENGAN METODE MICROWAVE ASSISTED EXTRACTION (MAE)

Cristiany Gunu Lengari¹, Stevanie Aurelia Lifindra¹, Martinus Edy Sianto², Suratno Lourentius^{3*},

¹Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

²Program Studi Teknik Industri, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

³Program Studi Profesi Insinyur, Fakultas Teknik, Universitas Katolik Widya Mandala Surabaya

*e-mail : suratno.lourentius@ukwms.ac.id

ABSTRACT

*In the processing of cashew nuts (*Anacardium Occidentale L.*) cashew seeds will be produced and the by-product is cashew nut shell. Cashew nut shells contain oil or cashew nut shell liquid (CNSL). Cashew nut shell oil is used in the pharmaceutical industry as an anti-cancer agent and also in the industrial sector as a raw material for car brake oil. The purpose of this study was to study the optimum conditions for extracting cashew nut shell oil using microwave assisted extraction (MAE). Optimization is determined by the Response Surface Methodology (RSM) method to see the relationship between the influential variables, namely temperature (50, 63, 75°C) and time (2, 6, 10 minutes). Anarchic acid contained in cashew seed oil at optimum conditions was analyzed using Gas Chromatography – Mass Spectroscopy (GC – MS). From the optimization of the yield of cashew seed shell oil extraction, it was found that the optimum conditions were at extraction time of 31.7 minutes and temperature of 68.50C with cashew seed oil yield of 41.27%. Analysis of cashew seed oil at optimum yield using GC-MS found that the anarchic acid content was 30.11%.*

ABSTRAK

*Dalam proses pengolahan jambu mete (*Anacardium Occidentale L.*) akan dihasilkan biji mete dan hasil samping berupa kulit biji mete. Kulit biji jambu mete mengandung minyak atau cashew nut shell liquid (CNSL). Minyak kulit biji mete dimanfaatkan dalam bidang industri farmasi sebagai agen anti kanker dan juga dalam bidang industri untuk keperluan bahan baku oli rem mobil. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari kondisi optimum ekstraksi minyak kulit biji mete menggunakan microwave assisted extraction (MAE). Optimasi ditentukan dengan metode Respon Surface Methodology (RSM) untuk melihat hubungan antara variabel-variabel yang berpengaruh yaitu suhu (50, 63, 75°C) dan waktu (2, 6, 10 menit). Asam anarkadat yang terkandung di dalam minyak biji mete pada kondisi optimum dianalisis menggunakan Gas Chromatography – Mass Spectroscopy (GC – MS). Dari optimasi terhadap hasil penelitian yield ekstraksi minyak kulit biji jambu mete ditemukan bahwa kondisi optimum pada waktu ekstraksi 31,7 menit dan suhu 68,5°C dengan yield minyak biji mete 41,27%. Analisis terhadap minyak biji mete pada yield optimum menggunakan GC-MS didapatkan bahwa kadar asam anarkadat sebesar 30,11%.*

Keywords: minyak, kulit biji mete, ekstraksi, optimasi, asam anarkadat

I. Pendahuluan

Negara Indonesia sangat kaya akan sumber daya alam, salah satunya adalah tanaman jambu mete yang memiliki nama latin *Anacardium Occidentale*. Tanaman jambu mete telah lama dikenal dan dibudidayakan, sehingga memberikan nilai ekonomi cukup tinggi pada komoditi perkebunan [1]. Dalam pengolahan jambu mete akan dihasilkan buah semu, biji mete dan hasil samping berupa kulit biji mete, dimana kacang mete menjadi produk utama karena banyak dimanfaatkan, terutama sebagai bahan pengisi kue. Selain itu, biji semu dapat difermentasi menjadi minuman beralkohol [2], sedangkan kulit biji mete masih belum banyak dimanfaatkan karena kurangnya pengetahuan cara memanfaatkan kulit biji mete, sehingga

pengolahan kulit biji mete belum dilakukan secara maksimal.

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik tahun 2020 produksi tanaman jambu mete di Indonesia adalah 157,40 ribu ton [3]. Potensi daerah penghasil jambu mete di Indonesia adalah Sulawesi tenggara sebagai penghasil utama sebesar 24,85% (produksi nasional), Sulawesi selatan, Sulawesi tengah (17,89%), Nusa Tenggara Timur, Nusa Tenggara Barat, dan Bali (37,95%) serta Jawa dan Madura (23,80%) [4]. Menurut Rengga dkk (2019) diperkirakan sebanyak 100 ribu ton kulit biji jambu mete dibuang [5]. Pada saat ini sebenarnya kulit biji mete dapat lebih dimanfaatkan karena dapat menghasilkan *Cashew Nut Shell Liquid (CNSL)* atau minyak kulit biji jambu mete [6].

CNSL merupakan cairan kental berwarna cokelat tua hasil ekstraksi dari kulit biji mete, selain berwarna coklat tua. *CNSL* sangat reaktif dalam reaksi oksidasi atau polimerisasi dan bersifat sangat korosif. Kandungan minyak pada kulit biji mete adalah 30 - 35%. Komponen utama minyak terdiri dari asam anardat 70%, kardanol 5%, dan kardol 18% yang merupakan fenol alami dimana dicirikan memiliki cincin aromatik yang berikatan dengan gugus hidroksil [5].

Minyak kulit biji mete dapat dihasilkan dengan cara ekstraksi menggunakan beberapa metode yaitu soxhlet, pengepresan, pengempuhan suhu panas, dengan bantuan gelombang ultrasonic, dan *microwave assisted extraction (MAE)* [1]. Sampai saat ini penelitian mengenai ekstraksi kulit biji jambu mete untuk mendapatkan *CNSL* sudah banyak dilakukan, akan tetapi dalam penelitian ini akan digunakan metode *MAE*. *MAE* merupakan salah satu metode ekstraksi yang memanfaatkan energi radiasi gelombang mikro yang mempercepat proses ekstraksi melalui proses pemanasan secara cepat dan efisien. Selain itu, *MAE* merupakan salah satu ekstraksi non-konvensional yang banyak digunakan untuk mengekstrak senyawa bioaktif dari berbagai jenis tanaman [7]. Menurut Chaturvedi (2018) ekstraksi dengan menggunakan metode *MAE* lebih baik jika dibandingkan dengan menggunakan metode konvensional karena proses pemanasan pada metode *MAE* dilakukan dengan menggunakan gelombang mikro dimana terjadi penghematan energi yang signifikan [8]. Hal tersebut dikarenakan energi gelombang mikro menimbulkan pergerakan molekuler yang sangat cepat, sehingga dapat menghasilkan gesekan. Gesekan yang dihasilkan membentuk energi panas dalam sampel yang dapat menyebabkan dinding sampel menjadi rusak dimana senyawa akan keluar dan berdifusi dengan pelarut [9]. Hal ini yang menjadikan metode *MAE* berbeda dari ekstraksi dengan metode konvensional [10]. Ada beberapa variabel yang mempengaruhi persentase yield hasil ekstraksi yaitu sifat pelarut, rasio massa terhadap volume pelarut, waktu ekstraksi, daya *microwave*, dan pengadukan [11].

II. METODE PENELITIAN

Bahan

Kulit biji jambu mete sebagai bahan penelitian diperoleh dari Kecamatan Borong, Kabupaten Manggarai Timur, Nusa Tenggara Timur. Bahan-bahan lain adalah yaitu n-heksana teknis dan akuades.

Alat

Alat *MAE* terdiri atas tabung kaca beralas datar dengan kapasitas 1000 mL, *magnetic stirrer*, dan alat pengontrol suhu, *soxhlet extraction*, *rotary evaporator* RE121, oven,

neraca kasar, neraca analitis, *Gas Chromatography – mass spectrometry (GC-MS)*.

Preparasi Bahan

Kulit biji jambu mete yang sudah dipisahkan dari bijinya, dijemur di bawah terik matahari selama satu hari mulai pukul 09:00 sampai 15:00 WIB dengan tujuan untuk mengurangi kadar air dan mencegah timbulnya jamur. Kemudian kulit biji jambu mete yang sudah dijemur dihancurkan menggunakan alat penggiling, setelah dihancurkan kulit biji jambu mete akan dijemur kembali selama tiga hari. Kulit jambu mete yang sudah dijemur selanjutnya dihaluskan menggunakan penghancur (mill) [12] dan disaring menggunakan ayakan dengan ukuran lolos ayakan 8 mesh dan tertahan ayakan 10 mesh [13].

Ekstraksi Soxhlet

Ekstraksi minyak kulit biji mete dilakukan dalam seperangkat alat ekstrakstor Soxhlet yang dilengkapi dengan labu beralas bundar. Sampel 50 gram dimasukkan ke dalam bidal dan dipasang pada ekstraktor soxhlet. Proses ekstraksi dengan memanaskan sampel sampai suhunya mencapai suhu didih pelarut selama 5 jam. Sebagai pelarut digunakan n-heksana. Minyak kulit biji mete yang terekstrak selanjutnya dipisahkan dari pelarut n-heksana menggunakan rotary evaporator RE121.

Alat MAE

Ekstraksi kulit biji jambu mete dilakukan dengan menggunakan alat *MAE*. Alat tersebut dilengkapi dengan pengaduk magnetik, pengontrol suhu, kondensor air di mana air es mengalir melalui pipa kondensasi dari sistem ekstraksi berbantuan gelombang mikro [14]. Metode ini memiliki banyak kelebihan dibandingkan dari metode lainnya, misalnya penggunaan waktu ekstraksi yang relatif lebih pendek dan penggunaan pelarut yang lebih sedikit sehingga dapat mengurangi jumlah pelarut yang dibutuhkan dan biaya pemisahan pelarut dari solute minyak yang diekstrak. Sampel sebanyak 50 gram diekstraksi dengan memvariasi waktu ekstraksi (2; 6; dan 10 menit) dan suhu (50; 62,5; dan 75°C). Selain itu proses ekstraksi dilakukan dengan menggunakan daya dari *microwave assisted extraction (MAE)* sebesar 100 Watt [15, 16]. Selanjutnya minyak *CNSL* dipisahkan dari pelarutnya menggunakan rotary evaporator RE121.

Desain Eksperimen

Pada penelitian ini optimasi kondisi ekstraksi *CNSL* dilakukan berdasarkan desain *central composite design (CCD)* dengan dua faktor dengan tiga level menggunakan *response surface methodology (RSM)*. Dimana penelitian ini dilakukan dengan mengamati kondisi optimum pengaruh perlakuan faktor suhu dan

waktu. Persamaan polinomial orde dua dipilih dalam penelitian ini [17].

Analisis CNSL

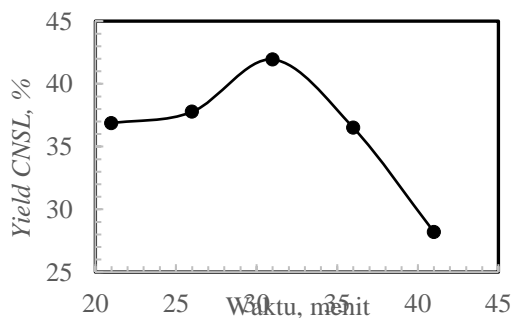
Kandungan komponen penyusun-penyusun dalam kulit biji jambu mete dianalisis dengan menggunakan Agilent 6980 N (GC – MS) dilengkapi dengan kolom J & W scientific, HP – 5MS (0,25mm×30 m×0,25µm). Suhu injector diatur pada 250°C, suhu kolom diprogram pada 50°C dan diatur untuk meningkat sebesar 10°C/menit sehingga dapat mencapai suhu 280°C dan dipertahankan selama 15 menit. Volume sampel yang diinjeksikan adalah 1 µL. Persentase luas diperoleh dari respon GC-MS. *Yield CNSL* dihitung dengan persamaan:

$$Yield\ CNSL = \frac{massa\ minyak\ kulit\ biji\ jambu\ mete\ (CNSL)}{massa\ kulit\ biji\ jambu\ mete\ (CNSL)} \times 100\% \quad (2)$$

III. HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Waktu Terhadap Yield CNSL

Hasil penelitian pengaruh waktu terhadap *yield CNSL* disajikan pada Gambar 1. Pada Gambar 1 terlihat bahwa ketika waktu ekstraksi dinaikkan dari 21 sampai 31 menit, maka akan *yield CNSL* akan meningkat. Hal ini terjadi karena seiring dengan bertambahnya waktu, maka kesempatan berkontak antara pelarut n-heksana dengan bubuk kulit biji mete akan semakin besar, dengan demikian minyak yang mampu dilarutkan oleh pelarut juga makin banyak [18]. Selain itu, peranan daya gelombang mikro yang diberikan akan membuka pori-pori dari partikel kulit biji jambu mete, sehingga n-heksana akan masuk ke dalam kulit biji jambu mete melalui pori-pori dan melarutkan minyak serta kemudian larutan akan mendifusi ke luar dari permukaan partikel kulit biji jambu mete. Akan tetapi pada saat waktu ekstraksi mencapai waktu 31 menit persentase *yield CNSL* akan mencapai maksimum, setelah waktu tersebut *yield CNSL* akan menurun. Penurunan *yield*



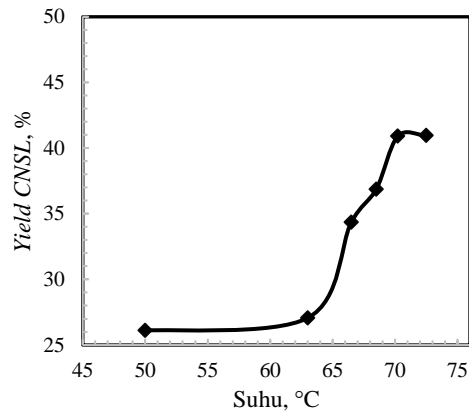
Gambar 1. Pengaruh Waktu Terhadap *Yield CNSL*

CNSL ini disebabkan karena pelarut sudah dalam keadaan jenuh sehingga tidak ada lagi minyak

yang terekstrak oleh pelarut. Selain itu juga disebabkan oleh energi gelombang magnetik dari gelombang mikro yang menyebabkan gerakan dan gesekan antara pelarut dan minyak yang sudah terekstraksi akan mengalami degradasi yang mengakibatkan rusaknya minyak.

Pengaruh Suhu Terhadap Yield CNSL

Pengaruh suhu terhadap *yield CNSL* disajikan pada Gambar 2. Dari Gambar 2 terlihat bahwa dengan meningkatnya suhu dari 50 sampai 72,5°C, maka *yield CNSL* akan meningkat dari 26,10 sampai 40,96%.



Gambar 2. Hubungan Antara Suhu Terhadap *Yield CNSL*

Peningkatan *yield CNSL* tersebut disebabkan bahwa dengan semakin tinggi suhu viskositas cairan baik n-heksana maupun minyak akan menurun dan akibatnya difusivitas minyak akan meningkat sesuai dengan persamaan Wilke Chang [19] sebagai berikut:

$$D_{AB} = \frac{1,173 \times 10^{-16} \times (\phi_B \times M_B)^{0,5} \times T}{\mu_B \times V_A^{0,6}} \quad (2)$$

dengan: D_{AB} = koefisien difusivitas solut minyak dalam pelarut n-heksana, cm^2/s ; M_B = berat molekul pelarut n-heksana, gram/gmol; T = suhu, K, μ_B = viskositas pelarut n-heksana, cP; m_{VA} = volume molal solute minyak, $cm^3/gmol$, ϕ_B = parameter asosiasi pelarut n-heksana.

Perhitungan dengan menggunakan persamaan (2) didapatkan nilai D_{AB} pada suhu tertinggi 72,5 °C sebesar $2,1258 \times 10^{-9} m^2/s$ yang hasilnya masih wajar untuk nilai difusivitas dalam fase cair yaitu berkisar 1×10^{-10} sampai $1 \times 10^{-9} m^2/s$. Dengan semakin meningkatnya nilai koefisien difusivitas karena kenaikan suhu, maka gerakan molekul n-heksana ke dalam partikel kulit biji mete akan semakin cepat untuk melarutkan minyak dan selanjutnya larutan minyak dalam n-heksana akan mendifusi ke luar dari partikel kulit biji mete. Dengan demikian dengan meningkatnya suhu, maka *yield CNSL* akan meningkat.

Optimasi ekstraksi CNSL

Pada penelitian ini digunakan *response surface methodology (RSM)* untuk menentukan hubungan antara variabel waktu dan suhu terhadap *yield CNSL* yang dapat mengurangi jumlah sampel yang dibutuhkan dan menentukan nilai optimum dari *yield CNSL*. Dengan jumlah sampel masing-masing variabel yang diteliti sebanyak 13 sampel. Dari sampel tersebut diolah dengan menggunakan bantuan *software Minitab 20* untuk menentukan kondisi optimum. Desain eksperimental yang digunakan pada penelitian ini adalah *central composite design (CCD)* dua faktor dan tiga level. Desain antara variabel yang dikodekan dapat dilihat pada Tabel 1. Pada Tabel 2 dicantumkan korelasi antara kedua variabel waktu dan suhu terhadap respon *yield CNSL* eksperimen. Fungsi tersebut dinyatakan dalam persamaan regresi polinomial orde dua.

Tabel 1. Desain Eksperimental

Nama	Coded	-1	0	1
Waktu, menit	X ₁	26	31	36
Suhu, °C	X ₂	70,5	72,5	74,5

Analisis statistik *ANOVA (Analysis of Variance)* dilakukan dengan menggunakan variabel yang ditunjukkan pada Tabel 3 yang merupakan rancangan eksperimen dari variabel waktu dan suhu terhadap *yield CNSL*. Menurut Rengga dkk [5] probabilitas nilai kesalahan diketahui dari pengujian nilai *p-value* yang

Tabel 2. Hasil uji orde dua *response surface methodology (RSM)*

No	Variabel Coded		Value Coded		Yield CNSL (%)
	X ₁	X ₂	Waktu (menit)	Suhu (°C)	
1	-1	-1	26	70,50	37,70
2	1	-1	36	70,50	40,80
3	-1	1	26	74,50	37,50
4	1	1	36	74,50	40,00
5	-1,414	0	25,29	72,50	37,00
6	1,414	0	36,70	72,50	39,20
7	0	-1,414	31	70,22	39,07
8	0	1,414	31	74,78	40,90
9	0	0	31	72,50	41,95
10	0	0	31	72,50	41,96
11	0	0	31	72,50	41,02
12	0	0	31	72,50	40,60
13	0	0	31	72,50	40,40

merupakan parameter untuk menganalisis tingkat signifikansi dari masing-masing koefisien regresi. Nilai *p* yang lebih kecil akan menunjukkan bahwa secara statistik akan lebih signifikan dan memberikan pengaruh terhadap *yield CNSL*

Pada permukaan respon desain nilai yang ditetapkan untuk meminimalkan terjadinya kesalahan analisis pada *ANOVA* adalah kurang daripada 0,05, oleh karena itu *p-value* dari setiap variabel harus berada di bawah 0,05. Hal ini dikarenakan *yield CNSL* yang didapatkan akan meningkat seiring dengan adanya peningkatan dari nilai variabel.

Tabel 3. *The Estimation regression coefficient and their significance for the calculation of yield CNSL, generated by ANOVA*

Term	Coef	SE Coef	T-Value	P-value
Constant	41,031	0,298	137,86	0,000
X ₁	-0,284	0,220	-1,29	0,237
X ₂	-0,678	0,398	-1,70	0,132
X ₁ ²	-0,4488	0,0869	-5,17	0,001
X ₂ ²	-0,545	0,543	-1,00	0,349
X ₁ X ₂	-0,094	0,215	-0,44	0,676

Tabel 4. *The ANOVA results for the fitted regression model*

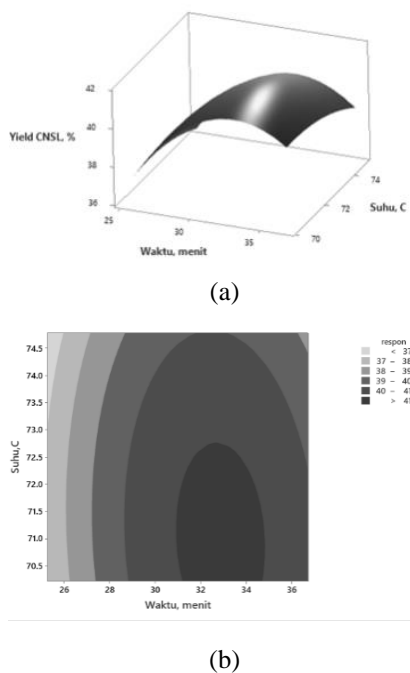
Source	DF	Sum of Square	Mean Square	F-Value	P-value
Model	5	25,8104	5,1621	10,88	0,003
X ₁	1	0,7955	0,7955	1,68	0,237
X ₂	1	1,3759	1,3759	2,90	0,132
X ₁ ²	1	12,6712	12,6712	26,70	0,001
X ₂ ²	1	0,4776	0,4776	1,01	0,349
X ₁ X ₂	1	0,0900	0,0900	0,19	0,676
Error	7	3,3221	-	-	-
Lack-of-Fit	3	1,8986	0,6329	1,78	0,290
Pure Error	4	1,4235	0,3559	-	-
Total	12	29,1325	-	-	-

Pada Tabel 4 disajikan hasil analisis *goodness of fit* model regresi matematis menggunakan *ANOVA*. Berdasarkan hasil *ANOVA*, model kuadratis yang dipilih memberikan nilai *p-value* untuk waktu (X₁²) kurang daripada 0,05 (P<0,05) yang berarti waktu memberikan pengaruh yang signifikan terhadap *yield CNSL*. Dari hasil analisis varians, ada beberapa uji untuk memeriksa uji signifikansi salah satunya yaitu uji *lack of fit* (nilai ketidakpastian) dimana syarat model dikatakan cocok dengan hasil eksperimen ketika nilai *lack of fit* lebih besar daripada 0,05 [4]. Dari pengolahan data penelitian didapatkan bahwa nilai *lack of fit* sebesar 0,290, sehingga H₀ dapat diterima atau model regresi bisa dinyatakan cocok digunakan untuk memprediksi *yield CNSL*. Hasil ini menunjukkan bahwa regresi

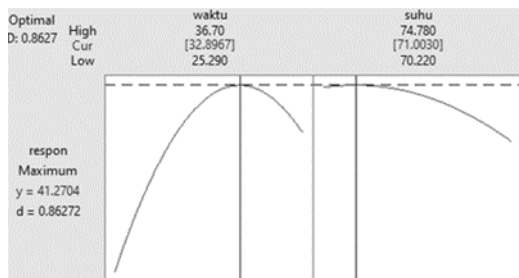
polinomial orde dua cocok dimana didapatkan nilai *R-square* (R^2) adalah 88,60%, yang menyatakan seberapa banyak varian atau angka yang bisa dibaca oleh model. Berdasarkan pada hasil pada **Error! Reference source not found**.3. didapatkan persamaan regresi polinomial orde dua sebagai berikut:

$$Y = -477,22 + 4,6979 t - 0,0718 t^2 - 12,4123 T + 0,0872 T^2 \quad (3)$$

dengan Y = respon dari prediksi, t = waktu dan T = suhu. Plot respon permukaan, kontur, dan *respon optimization* dapat dilihat secara berturut-turut pada Gambar 3 dan Gambar 4 yang menggambarkan korelasi kondisi proses waktu dan suhu terhadap *yield CNSL*.



Gambar 3. *Respon Surface Plot*
 (a). Hubungan waktu dan suhu terhadap *yield CNSL*
 (b) *Contour plot* dari *Respon Surface*



Gambar 4. *Response Optimization*

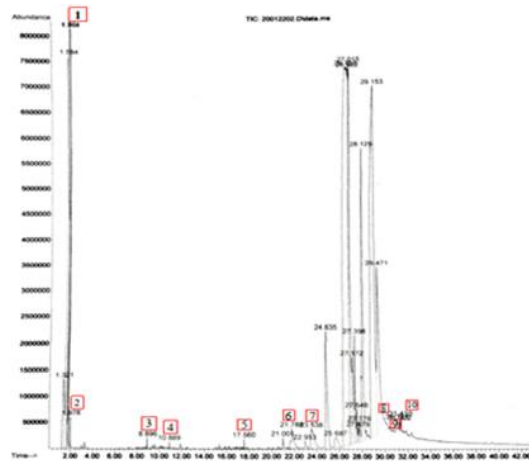
Berdasarkan hasil optimasi, didapatkan bahwa *yiled CNSL* optimum sebesar 41,27% dicapai pada kondisi waktu 32,8 menit dan suhu 71°C sebesar 41,27%. Sedangkan hasil validasi secara eksperimen pada kondisi waktu dan suhu

optimum tersebut didapatkan *yield CNSL* sebesar 39,6%, dengan perbedaan yang wajar.

Analisis Gas Chromatography – Mass Spectroscopy (GC-MS)

Hasil ekstraksi kulit biji jambu mete dengan menggunakan alat *MAE* mencapai *yield CNSL* optimum sebesar 41,27% dengan waktu 32,8 menit dan suhu 71°C di mana hasil validasi secara eksperimen pada kondisi optimum didapatkan *yield CNSL* sebesar 39,6%. Terhadap sampel hasil ekstraksi yang pada kondisi optimum tersebut dilakukan analisis dengan menggunakan GC-MS yang bertujuan untuk mengidentifikasi adanya kandungan komponen penyusun dalam minyak kulit biji jambu mete. Hasil identifikasi dengan GC-MS disajikan pada Gambar 5 dan Tabel 5.

Gambar 5. Identifikasi Komponen Penyusun



Ekstrak Kulit Biji Jambu Mete Menggunakan GC-MS

Dari Gambar 5 dan Tabel 5 terlihat bahwa komponen penyusun ekstrak kulit biji mete terbesar adalah asam anarkadat yang muncul pada retensi waktu 26,75 dengan kandungan 30,11% normalisasi area.

Tabel 5. Identifikasi komponen penyusun ekstrak kulit biji mete menggunakan GC-MS

No	Waktu Retensi (menit)	% of Normalisasi area	Komponen Senyawa
1	1,80	2,55	<i>Cyclopentane</i>
2	1,98	0,11	<i>Cyclohexane</i>
3	8,90	0,05	<i>Decane</i>
4	10,89	0,03	<i>Undecane</i>
5	17,56	0,05	<i>3,7,11-Trime-thyldodeca-1,6,10-Tren-3-ol</i>
6	21,79	0,74	<i>Palmitic acid</i>
7	23,54	1,03	<i>(9E)-9Octadecanoic acid</i>
8	26,75	30,11	<i>Anarcadict Acid</i>
9	31,11	0,33	<i>14(Z)-enylresorcinol,11(Z)5-Heptadecatri-8(Z)</i>
10	34,41	0,17	<i>Ethyl(2Z)-3(3-Cyanophenyl-2(diethoxyphosphoryl)-2-propenoate</i>

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian dan pembahasan dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut: semakin lama waktu ekstraksi dari 21 menit sampai 31 menit, *yield CNSL* semakin meningkat dari 36,87 sampai 41,94% dan semakin tinggi suhu ekstraksi dari 50 sampai 72,5 °C, *yield CNSL* yang dihasilkan semakin meningkat dari 26,10 sampai 40,96%. Kondisi optimum ekstraksi minyak dari kulit biji jambu mete dengan menggunakan metode *microwave assisted extraction* (MAE) dicapai pada waktu 32,8 menit dan suhu 71 °C dengan *yield* minyak sebesar 41,27% dengan hasil verifikasi *yiled* minyak sebesar 39,6%. Hasil analisis minyak dengan menggunakan *Gas Chromatography – Mass Spectroscopy* (GC – MS) pada kondisi optimum didapatkan hasil normalisasi area asam anarcadict (*anarcadict acid*) sebesar 30,11 %.

DAFTAR PUSTAKA

1. Simpen I. 2008, "Isolasi Cashew Nut Shell Liquid Dari Kulit Biji Jambu Mete (*Anacardium Occidentale* L) Dan Kajian Beberapa Sifat Fisiko-Kimianya", *Jurnal Kimia*, 2 (2), 71–76
2. Wicaksono M. 2016, "Pemanfaatan Buah Semu Jambu Mete Menjadi Minuman Beralkohol dengan Variasi Ekstraksi dan Lama Fermentasi", *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, 1(2), 144–151
3. Badan Pusat Statistik, 2020, "Produksi Perkebunan Rakyat Menurut Jenis Tanaman (ribu ton), 2018-2020, BPS, Jakarta.
4. Listiyati D. dan Sudjarmoko B. 2011, "Nilai Tambah Ekonomi Pengolahan Jambu Mete Indonesia", *Buletin RISTRI*, 2 (2), 231–238
5. Rengga W. D. P., Hartanto D., Wibowo, B. T., dan Setiawan, M. 2019, "Ekstraksi Minyak Kulit Biji Mete dari Limbah Kulit Biji Mete (*Anacardium Occidentale*) dengan Bantuan Ultrasonik", *Jurnal Eksergi*, 16(1), 1–6
6. Budi, W. L. 2013, "Ekstraksi Cashew Nut Shell Liquid (Cnsl) Dari Kulit Biji Mete Dengan Menggunakan Metode Pengepresan Extraction Cashew Nut Shell Liquid (Cnsl) From Chasew Nut Shell Using Pressing Method", *Jurnal Teknosains Pangan*, 2(2), 84-92.
7. Camel V. 2000, "Microwave-assisted solvent extraction of environmental samples". *TrAC - Trends in Analytical Chemistry*, 19(4), 229–248.
8. Chaturvedi A. K. 2018, "Extraction of Nutraceuticals from Plants by Microwave Assisted Extraction", *Systematic Reviews in Pharmacy*, 9(1), 31–35.
9. Delazar A., Nahar L., Hamedeyazdan S., dan Sarker, S. D. 2012, "Microwave-Assisted Extraction in Natural Products Isolation", dalam *Methods in Molecular Biology*", Editor: Satyajit D. Sarker and Lutfun Nahar, Springer Science and Business Media, New York, USA
10. Beoletto V. G., de Las Mercedes Oliva, M., Marioli, J. M., Carezzano, M. E., & Demo, M. S. (2016). "Antimicrobial Natural Products Against Bacterial Biofilms" in *Antimicrobial Natural Products* Elsevier Inc., Amsterdam, 291–307.
11. Chan C., 2011, "Microwave-Assisted Extractions Of Active Ingredients From Plants", *J Chromatogr A.*, 1218(37), 6213-225
12. Edoga M. O., Fadipe L., Edoga R. N., 2006, "Extraction of Polyphenols from Cashew Nut Shell", *Leonardo Electronic Journal of Practices and Technologies*, 9(9), 107–112.
13. Patel R. N., Bandyopadhyay, S., Ganesh A., 2006, "Extraction Of Cashew (*Anacardium Occidentale*) Nut Shell Liquid Using Supercritical Carbon Dioxide", *Bioresource Technology*, 97(6), 847–853.
14. Zhou H. Y., Liu C. Z., 2006, "Microwave-Assisted Extraction of Solanesol From Tobacco Leaves", *Journal of Chromatography A*, 1129(1), 135–139.
15. Purwanto H., Hartati I, Kurniasari L., 2010,

- "Pengembangan Microwave Assisted Extractor (MAE) Pada Produksi", *Journal Momentum*, 6(2), 9–16.
16. Julaika S., Ikrimah L., Normadini B. H., 2019, "Penggunaan Gelombang Mikro Pada Pembuatan Minyak Bekatul Padi Dengan Pelarut Etanol", *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Terapan VII 2019 Institut Teknologi Adhi Tama*, Surabaya, 119–124.
 17. Montgomery, D. C., 2016, "Design and Analysis of Experiments", edisi ke-9, John Wiley and Sons Inc., New York
 18. Chairunnisa S., Wartini N. M., Suhendra L., 2019, "Pengaruh Suhu dan Waktu Maserasi Terhadap Karakteristik Ekstrak Daun Bidara (*Ziziphus mauritiana* L.) Sebagai Sumber Saponin", *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 7(4), 551.
 19. Geankoplis, C. J., Hersel, A. A., Lepek, D. H., 2018, *Transport Processes and Separation Process Principles*, edisi ke-5, Edition, Prentice Hall Inc., Boston