

# Ekstraksi minyak biji ketapang menggunakan *microwave pretreatment*: pengaruh massa biji ketapang dan waktu radiasi

Budi Santoso<sup>1,\*</sup>, Aura Nabilla<sup>1</sup>, Sri Rahayu<sup>1</sup>, Aprillena T. Bondan<sup>2</sup>, S. Selpiana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Sriwijaya  
Jl. Raya Inderalaya – Prabumulih KM. 32 Inderalaya, Ogan Ilir (OI), 30662, Indonesia

<sup>2</sup>Balai Riset dan Standarisasi Industri Palembang, Kementerian Perindustrian RI  
Jl. Perindustrian II No. 12, KM 9, Sukarami, Palembang, 30152, Indonesia

\*Email: budisantosokimia@gmail.com

## Abstrak

Bahan baku pelunak kompon karet umumnya banyak yang berasal dari minyak bumi (*petroleum oil*), yaitu jenis minyak mineral dengan kelemahan, antara lain tidak bersifat ramah lingkungan, dapat menyebabkan iritasi, korosif, dan bersifat karsinogenik. Alternatif lain yang dapat digunakan yaitu minyak nabati, salah satunya seperti minyak biji ketapang (*Terminalia catappa*). Proses ekstraksi biji ketapang dalam penelitian ini dilakukan dengan menggunakan soxhlet dan memanfaatkan *microwave pretreatment* untuk melihat pengaruhnya terhadap hasil ekstraksi minyak biji ketapang. Pada penelitian ini, waktu radiasi dalam *microwave pretreatment* yang digunakan bervariasi, yaitu 0, 2, 4, 6, dan 8 menit dengan massa biji ketapang 20, 40, dan 60 gram. Berdasarkan hasil yang didapatkan, diketahui bahwa peningkatan waktu radiasi dalam *microwave pretreatment* dapat meningkatkan persentase *yield* minyak yang dihasilkan. Adapun pengaruh massa diketahui mengalami peningkatan pada massa 40 gram dan mengalami penurunan pada massa 60 gram. Persentase *yield* minyak yang dihasilkan pada penelitian ini berkisar antara 50,233-60,187%. Pengujian sifat fisik dan kimia ditinjau dari densitas dan angka asam untuk mengetahui pengaruh variasi yang digunakan terhadap kualitas minyak yang dihasilkan. Densitas minyak ketapang paling tinggi sebesar 0,90112 gr/mL dan densitas minyak paling rendah sebesar 0,8568 gr/mL. Angka asam minyak terendah 1,7799 mg KOH/g minyak dan angka asam tertinggi 5,1463 mg KOH/g minyak.

**Kata Kunci:** Ekstraksi Soxhlet, *Microwave Pretreatment*, Waktu Radiasi, Minyak Biji Ketapang, Persentase *Yield* Minyak

## Abstract

Raw materials for rubber compound softeners are generally derived from petroleum oil, which is a type of mineral oil with weaknesses, such as non biodegradable, irritant, corrosive, and carcinogenic. Another alternative that can be used is vegetable oil, such as ketapang seed oil (*Terminalia catappa*). Ketapang seed extraction process using soxhlet and microwave pretreatment, that can give effect on the extraction results of ketapang seed oil. In this study, the radiation time in the microwave pretreatment are 0, 2, 4, 6, and 8 minutes with the mass of ketapang seeds are 20, 40, and 60 gram. Based on the results obtained, it is known that increasing the radiation time in microwave pretreatment can increase the percentage of oil yield produced. The effect of mass is known to increase in mass of 40 grams and have a decrease in mass of 60 grams. The percentage of oil yield in this study is obtained between 50,233-60,187%. Analysis of physical and chemical properties in terms of density and acidity to determine the effect of variations used on the quality of the oil produced. The highest density of ketapang oil is 0.90112 gr/mL and the lowest oil density is 0.8568 gr/mL. The lowest oil acid number is 1.7799 mg KOH/g oil and the highest acid number is 5.1463 mg KOH/g oil.

**Keywords:** Soxhlet Extraction, *Microwave Pretreatment*, Radiation Time, Catappa Seed Oil, Oil Yield Percentage

## 1. PENDAHULUAN

Karet merupakan bahan atau material yang sering digunakan dalam kehidupan manusia. Hampir di segala sektor atau bidang kehidupan selalu dijumpai barang-barang atau material yang terbuat dari karet, seperti ban mobil atau motor, *engine mounting*, *rubber bushing*, sol sepatu, bahan pelunak, dan sebagainya. Bahan pelunak merupakan salah satu bahan kimia yang digunakan sebagai penyusun struktur molekul, umumnya digunakan dalam pembuatan kompon barang jadi karet. Bahan baku pelunak kompon karet banyak yang berasal dari minyak bumi (*petroleum oil*), yaitu jenis minyak mineral dengan kelemahan, antara lain tidak bersifat ramah lingkungan, dapat menyebabkan iritasi, korosif, dan bersifat karsinogenik. Berdasarkan hal-hal tersebut, perlu adanya alternatif penggunaan bahan pelunak yang lain yang dapat diperbaharui yaitu minyak yang berasal dari bahan nabati. Bahan alternatif yang berasal dari minyak nabati seperti minyak biji ketapang (*Terminalia catappa*) (Rahmaniar, 2013).

Minyak biji ketapang merupakan minyak nabati yang diperoleh dari biji tanaman ketapang yang jarang dimanfaatkan. Minyak biji ketapang dapat diperoleh dengan ekstraksi baik secara mekanis dan ekstraksi secara kimiawi. Ada beberapa metode *pretreatment* yang umumnya digunakan dalam ekstraksi secara konvensional, seperti *heating* dengan menggunakan *microwave*, *drying* dengan menggunakan oven maupun sinar matahari langsung, metode *pretreatment* dengan memanfaatkan *ultrasound*, *pretreatment* dengan metode *roasted*, dan sebagainya.

Penggunaan *microwave* sebagai *pretreatment* awal dalam proses ekstraksi memberikan keuntungan yang cukup signifikan jika dibandingkan dengan *pretreatment* lain yang umumnya digunakan. Hal tersebut dikarenakan adanya pemanfaatan *microwave* sebagai *pretreatment* awal dapat mengurangi lama waktu ekstraksi, dapat mengurangi konsumsi energi, serta menghasilkan minyak dengan *yield* yang relatif tinggi dibandingkan proses ekstraksi dengan *pretreatment* lain (Kittiphom, 2015).

Diketahui bahwa *yield* minyak yang dihasilkan dengan metode *drying* menggunakan oven maupun sinar matahari sebelum proses ekstraksi *soxhlet* hanya mampu dicapai dengan kisaran <55% (Faizal, dkk., 2009). Pada penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh Arabani, dkk (2015), diketahui juga bahwa

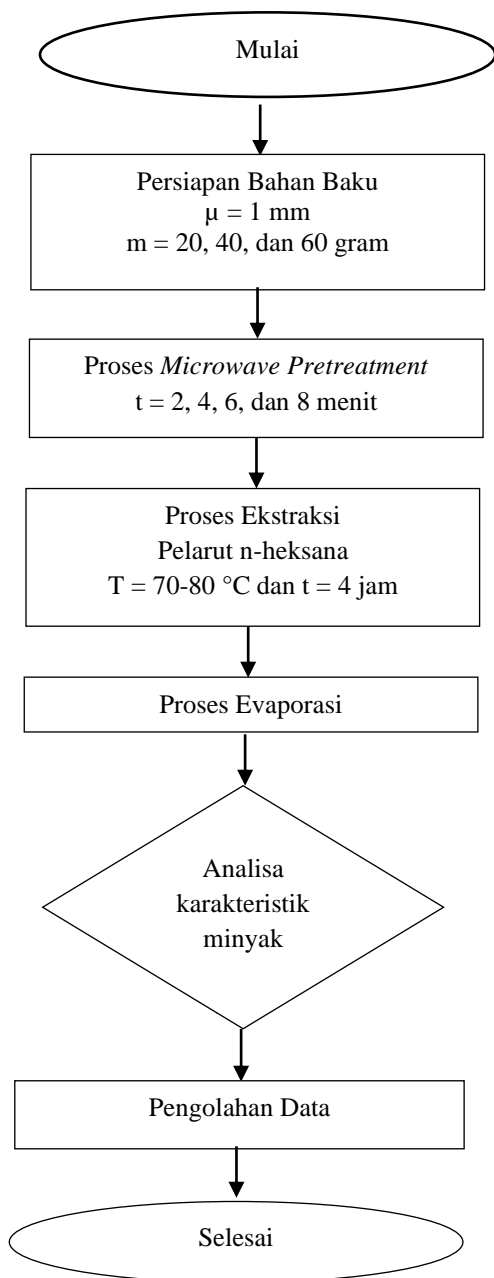
penggunaan *ultrasound* sebagai *pretreatment* pada proses ekstraksi *soxhlet* dapat menghasilkan minyak dengan *yield* sebesar 28,11% saja. Adapun proses *pretreatment* lain dengan cara *roasted* sebelum ekstraksi diketahui hanya dapat menghasilkan minyak dengan persentase *yield* sebesar 32,9% (Omojufehinsi, dkk., 2013). Sementara itu, pada penelitian ini digunakan proses *pretreatment* dengan menggunakan *microwave*.

*Microwave pretreatment* memanfaatkan radiasi dari gelombang mikro (gelombang elektromagnetik), dimana gelombang tersebut bisa menembus bahan dan mengeksitasi molekul-molekul bahan secara merata (volumetrik). Gelombang ini merupakan gelombang tak terionkan yang memiliki frekuensi antara 300-300.000 MHz. Prinsip pemanasan *microwave* didasarkan pada efek rotasi dipol dan konduksi ionik yang diberikan gelombang mikro pada molekul dipolar dan bermuatan (ionik). Molekul tersebut sensitif terhadap medan listrik bolak-balik yang dihasilkan oleh gelombang mikro, sehingga mengakibatkan molekul berputar dengan cepat (4,9 x 10<sup>9</sup> kali per detik) (Moret, dkk., 2019).

Berbeda dengan sistem pemanas konvensional lainnya seperti oven yang memerlukan waktu untuk bisa memanaskan hingga ke inti sampel, karena perpindahan panas terjadi secara konduksi atau konveksi. Sementara itu, gelombang mikro mampu memanaskan seluruh volume sampel, sehingga memungkinkan terjadinya pemanasan lebih cepat dengan gradien suhu yang rendah. Radiasi gelombang mikro dari proses *microwave pretreatment* menyebabkan rusaknya dinding sel dari material sehingga lebih mudah diekstraksi. Pada penelitian ini digunakan variasi massa biji dan lama waktu radiasi dengan *microwave pretreatment* untuk mengetahui bagaimana pengaruhnya terhadap *yield* dan kualitas minyak yang dihasilkan.

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

Alat yang digunakan dalam penelitian ini berupa batang pengaduk, beker gelas, gelas ukur, cawan petri, erlenmeyer, *aluminium foil*, *microwave oven*, *soxhlet extractor*, *neraca analitik*, *pipet tetes*, dan *buret*. Bahan yang digunakan yaitu biji ketapang, n-heksana, larutan KOH, etanol, indikator fenoltalein. Diagram alir proses penelitian yang akan dilakukan dapat dilihat pada Gambar 1.



**Gambar 1.** Diagram Alir Penelitian

### Prosedur Penelitian

#### Persiapan Bahan Baku

Bahan baku buah ketapang dipreparasi dan dijemur dibawah sinar matahari. Buah ketapang kering kemudian dikupas kulit buahnya secara manual dan diambil kernel bijinya, lalu disimpan pada suhu 4 °C. Biji ketapang dihaluskan, kemudian dilakukan *screening* dengan ukuran partikel 1 mm. Biji ketapang dengan ukuran yang sudah seragam kemudian ditimbang dengan variasi massa biji ketapang sebesar 20, 40, dan 60 gram.

#### Proses Microwave Pretreatment

Biji ketapang dengan masing-masing variasi massa yang berbeda diproses lebih lanjut melalui *microwave pretreatment*. Biji ketapang diletakkan dalam cawan petri dengan aluminium foil, untuk selanjutnya diproses menggunakan *microwave pretreatment* dengan *power* yang digunakan sebesar 450 W. Variasi waktu radiasi yang digunakan pada sampel tersebut antara lain, 2, 4, 6, dan 8 menit.

#### Proses Ekstraksi

Sampel dengan *microwave pretreatment* dan sampel tanpa *microwave pretreatment* selanjutnya diekstraksi menggunakan peralatan soxhlet pada suhu 70-80 °C. Ekstraksi dilakukan menggunakan pelarut n-heksana dengan volume sebesar 200 ml selama 4 jam.

#### Proses Evaporasi

Hasil ekstraksi dipisahkan dari pelarut dengan cara dievaporasi pada suhu 80-90 °C sehingga pelarut akan menguap dan diperoleh minyak yang telah terpisah dengan pelarut.

#### Analisa Karakteristik Minyak

Minyak hasil ekstraksi dianalisa karakteristiknya meliputi persentase *yield*, densitas, dan angka asam. Persentase dari *yield* minyak yang dihasilkan dihitung dengan rumusan seperti pada persamaan (1).

$$\text{Yield} = \frac{\text{Berat minyak hasil}}{\text{Berat biji ketapang}} \times 100\% \quad \dots(1)$$

Pengukuran nilai dari densitas minyak menggunakan piknometer. Piknometer kosong ditimbang dan dicatat massanya. Kemudian ditimbang kembali piknometer yang berisi minyak dan dicatat juga massanya. Perhitungan densitas dilakukan dengan kalkulasi seperti pada persamaan (2).

$$\rho = \frac{\text{Berat pikno isi} - \text{Berat pikno kosong}}{\text{Volume piknometer}} \quad \dots(2)$$

Minyak dari hasil ekstraksi juga akan dilakukan pengukuran angka asam. Minyak ditimbang dan dicampur dengan etanol netral lalu dititrasi dengan larutan KOH, volume KOH yang terpakai digunakan untuk menghitung nilai angka asam seperti pada persamaan (3).

Angka Asam =

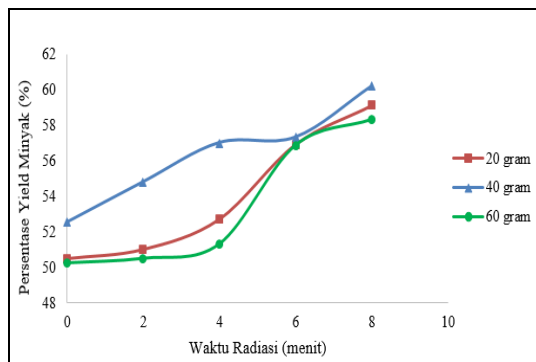
$$\frac{\text{Volume KOH} \times \text{Normalitas KOH} \times 56,1}{\text{Berat Sampel}} \quad \dots(3)$$

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Pengaruh Massa Biji dan Waktu Radiasi terhadap Persentase Yield Minyak yang Dihasilkan

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa persentase *yield* minyak meningkat dari massa 20 gram ke massa 40 gram. Namun, persentase *yield* minyak mengalami penurunan dari massa 40 gram ke 60 gram. Penurunan tersebut dikarenakan pada massa biji ketapang yang lebih besar (60 gram) dengan jumlah pelarut yang tetap, pelarut tidak dapat sepenuhnya merendam sampel selama proses ekstraksi. Akibatnya kemampuan pelarut untuk mengekstrak minyak dari bahan juga berkurang. Hal tersebut mengindikasikan bahwa semakin besar massa biji yang digunakan tidak secara signifikan *yield* minyak yang dihasilkan semakin besar pula.

Persentase *yield* minyak paling tinggi diperoleh pada massa biji 40 gram sebesar 60,187% dan yang paling rendah diperoleh pada massa biji 60 gram sebesar 50,233%. Berdasarkan data tersebut dapat disimpulkan bahwa proses ekstraksi yang paling efisien terjadi pada penggunaan massa biji 40 gram, dimana rasio antara massa biji dan volume pelarut tersebut adalah yang paling optimal pada penelitian ini.



**Gambar 2.** Grafik pengaruh massa biji dan lama waktu radiasi terhadap persentase yield

Pada penelitian sebelumnya, waktu radiasi yang umumnya digunakan adalah 2, 4, dan 6 menit. Oleh karena itu, pada penelitian ini dilakukan evaluasi waktu radiasi, yakni penambahan menjadi 8 menit dan pengurangan menjadi 0 menit (tanpa radiasi) sehingga waktu

radiasi yang digunakan bervariasi, yakni 0, 2, 4, 6, dan 8 menit. Pengaruh lama waktu radiasi terhadap *yield* minyak biji ketapang yang dihasilkan dapat dilihat pada Gambar 2 diatas. Berdasarkan grafik tersebut, dapat dilihat bahwa terjadi peningkatan *yield* ekstraksi secara signifikan dari 0 menit ke 8 menit.

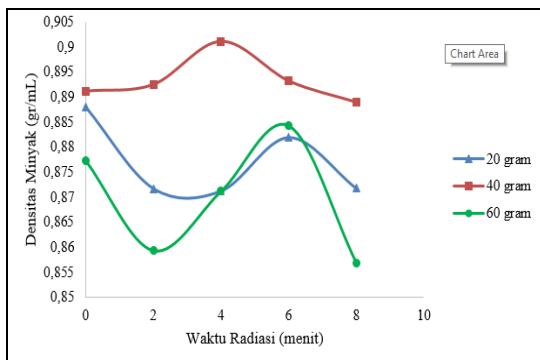
Persentase *yield* minyak yang paling tinggi diperoleh pada lama waktu radiasi 8 menit, yaitu 60,187%. Sementara, persentase *yield* minyak paling rendah diperoleh pada lama waktu radiasi 0 menit (tanpa radiasi) sebesar 50,233%. Semakin lama waktu radiasi yang dilakukan dengan *microwave pretreatment*, maka semakin tinggi *yield* minyak yang dihasilkan. Hal tersebut dikarenakan pada waktu radiasi 8 menit, kontak antara gelombang mikro yang terpancar dengan biji ketapang lebih lama dibandingkan waktu radiasi lain, sehingga pori-pori biji ketapang juga akan semakin mengembang (*swelling*). Akibatnya minyak akan lebih mudah berdifusi keluar dan *yield* ekstraksi pun akan semakin meningkat. Jadi perolehan *yield* tertinggi yaitu 60,187% pada massa biji 40 gram dan waktu radiasi 8 menit, sedangkan persentase *yield* terendah yaitu 50,233% pada massa biji 60 gram dan waktu radiasi 0 menit atau tanpa radiasi.

#### Pengaruh Massa Biji dan Waktu Radiasi terhadap Densitas Minyak yang Dihasilkan

Densitas minyak merupakan parameter yang digunakan untuk mengetahui sifat fisik dari minyak. Berdasarkan Gambar 3 diketahui bahwa densitas minyak meningkat dari massa 20 gram ke massa 40 gram. Sementara itu, dari massa 40 gram ke massa 60 gram densitas minyak menurun. Densitas minyak paling tinggi diperoleh pada massa biji 40 gram sebesar 0,90112 gr/ml dan densitas minyak paling rendah diperoleh pada massa biji 60 gram, yaitu 0,8568 gr/ml.

Perbedaan antara massa biji ketapang (*Terminalia catappa*) yang digunakan menyebabkan densitas minyak yang dihasilkan juga berbeda. Pada jumlah pelarut yang tetap dengan penggunaan massa biji beragam, maka pada massa biji yang terendah jumlah pelarutnya akan lebih banyak. Hal tersebut berpengaruh pada proses evaporasi, dimana semakin banyak pelarut maka proses evaporasi akan semakin lama. Akibatnya minyak akan menjadi lebih kental, sehingga viskositas dan densitas minyak akan meningkat. Selain itu, suhu selama proses evaporasi yang tidak terjaga juga dapat mempengaruhi densitas minyak. Pada penelitian Suryati, dkk (2015), semakin tinggi jumlah pelarut yang digunakan maka

akan semakin tinggi pula densitas yang dihasilkan. Pada jumlah pelarut yang tetap, massa biji yang lebih besar akan menghasilkan densitas yang lebih kecil.

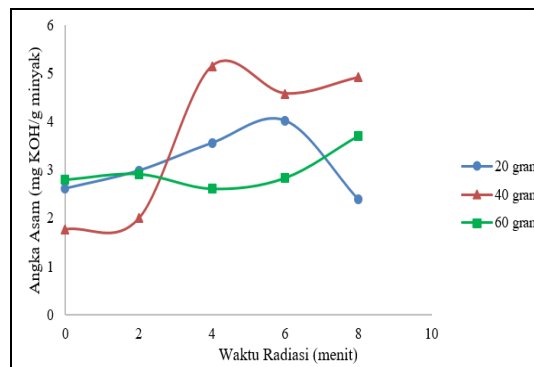


**Gambar 3.** Grafik pengaruh massa biji dan lama waktu radiasi terhadap densitas minyak

Pada Gambar 3 dapat dilihat bahwa densitas minyak paling tinggi diperoleh pada waktu radiasi 4 menit sebesar 0,90112 gr/ml. Sementara itu, densitas minyak paling rendah diperoleh pada waktu radiasi 8 menit sebesar 0,8568 gr/ml. Berdasarkan penelitian sebelumnya (Putri, dkk., 2018 dan Faizal, dkk., 2009) densitas minyak ketapang yang dihasilkan memiliki kisaran 0,8408–0,918 gr/ml. Artinya nilai densitas minyak pada penelitian ini sudah mencakup *range* densitas minyak ketapang. Namun, tidak pada semua sampel densitas minyak paling tinggi terdapat di waktu radiasi 4 menit. Dapat dilihat pada massa biji 20 dan 60 gram densitas paling tinggi terdapat di lama waktu radiasi 6 menit. Hal tersebut mengindikasikan bahwa lama waktu radiasi tidak berpengaruh secara signifikan terhadap densitas minyak yang dihasilkan. Sebab nilai densitas minyak paling tinggi terdapat di waktu radiasi paling tinggi, begitu juga dengan nilai densitas minyak paling rendah bukan diperoleh dari waktu radiasi yang paling rendah.

#### Pengaruh Massa Biji dan Waktu Radiasi terhadap Angka Asam Minyak yang Dihasilkan

Angka asam menunjukkan banyaknya kandungan asam lemak bebas yang terdapat dalam minyak. Asam lemak bebas dihasilkan akibat hidrolisis trigliserida. Proses hidrolisis pada trigliserida dipercepat oleh kadar air yang tinggi. Pecahnya ikatan trigliserida oleh air akan membentuk gliserol dan asam lemak bebas.



**Gambar 4.** Grafik pengaruh massa biji dan lama waktu radiasi terhadap angka asam minyak

Angka asam minyak hasil ekstraksi berdasarkan Gambar 4 diperoleh bahwa nilai angka asam tertinggi dan terendah terdapat pada variasi massa biji 40 gram. Angka asam terendah yaitu 1,7799 mg KOH/g minyak dan angka asam terbesar yaitu 5,1463 mg KOH/g minyak. Hal ini menunjukkan bahwa peningkatan dan penurunan massa biji tidak memberikan pengaruh yang signifikan terhadap besarnya angka asam minyak yang dihasilkan.

Berdasarkan Gambar 4 hasil yang diperoleh dari pengaruh waktu *microwave pretreatment* menunjukkan bahwa kenaikan waktu radiasi tidak menaikkan maupun menurunkan besarnya angka asam dari minyak yang dihasilkan artinya waktu radiasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap angka asam. Terlihat dari data yang diperoleh pada waktu radiasi dari 0 menit, 2 menit, 4 menit, 6 menit, dan 8 menit yang nilainya tidak naik maupun turun secara berkala, melainkan nilainya tidak beraturan. Angka asam terendah yaitu 1,7799 mg KOH/g minyak tanpa perlakuan tanpa *microwave pretreatment* dan angka asam terbesar yaitu 5,1463 mg KOH/g minyak pada waktu *microwave* 4 menit yang bukanlah variasi waktu terbesar dalam penelitian ini. Kualitas minyak yang dihasilkan masih memiliki mutu yang baik.

Berdasarkan penelitian sebelumnya perolehan angka asam minyak biji ketapang berkisar antara 3,286 mg KOH/g minyak (Hariani, dkk., 2017) dan dapat mencapai sebesar 7,559 mg KOH/g minyak dengan ekstraksi soxhlet (Ravensca, dkk., 2017).

Tingginya angka asam dipengaruhi oleh keadaan biji yang akan diolah. Biji yang tua dan sudah lama disimpan sebelum diolah atau sudah lama jatuh dari pohon akan membuat asam lemak bebas dalam biji naik dengan alami. Keadaan biji yang sudah jatuh dari pohon ini akan lebih cepat naik kandungan asam lemak bebasnya apabila sudah jatuh lama dan terkena

air hujan sehingga meningkatkan proses hidrolisis trigliserida karena kadar air yang tinggi. Asam lemak bebas diketahui terbentuk akibat hidrolisis trigliserida oleh air sehingga membentuk asam lemak dan gliserol. Lama waktu penyimpanan minyak hasil ekstraksi juga dapat meningkatkan angka asam. Penyimpanan minyak pada waktu yang cukup lama dapat menyebabkan meningkatkan potensi terbentuknya asam lemak bebas, akibat oksidasi dan pemecahan ikatan rangkap pada asam lemak tidak jenuhnya (Saputri, dkk., 2013).

### Analisa Statistik Pengaruh Massa Biji dan Waktu Radiasi terhadap Persentase Yield dengan Menggunakan ANOVA

Penggunaan analisa statistik menggunakan *Analysis of Variance* atau ANOVA bertujuan untuk mengetahui bagaimana pengaruh dari variasi yang digunakan terhadap hasil yang diperoleh. Variabel bebas yang dilihat pengaruhnya adalah massa biji dan waktu radiasi, sementara variabel terikat yang akan ditinjau adalah persentase *yield*. Pengaruh masing-masing variasi terhadap persentase *yield* minyak yang dihasilkan dalam analisa statistik menggunakan ANOVA dapat dilihat pada Tabel 1 berikut.

**Tabel 1.** Pengaruh massa biji dan waktu radiasi terhadap persentase *yield* menggunakan ANOVA

ANOVA						
Source of						
Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Massa Biji	23,8428	2	11,9214	9,590171	0,007505	4,45897
Waktu Radiasi	139,6797	4	34,91992	28,09133	9,24E-05	3,837853
Error	9,944681	8	1,243085			
Total	173,4671	14				

Berdasarkan Tabel 1, dapat dilihat bahwa *P value* pada variasi massa biji ketapang yang digunakan menunjukkan nilai 0,007505 dimana nilai *P* tersebut kurang dari 0,05. Hal tersebut mengindikasikan bahwa variasi massa biji memiliki pengaruh yang signifikan terhadap persentase *yield* yang dihasilkan. Sementara itu, *P value* pada variasi lama waktu radiasi dengan *microwave* menunjukkan nilai 0,0000924. Artinya waktu radiasi juga memiliki pengaruh yang signifikan terhadap persentase *yield* minyak yang dihasilkan ( $P < 0,05$ ).

Kesalahan (*error*) pada data persentase *yield* yang diinterpretasikan dalam perhitungan

*Root Mean Square Error* (RMSE) menunjukkan bahwa untuk massa 20 gram *error* yang diperoleh sebesar 0,890404, untuk massa 40 gram *error* sebesar 0,507877, dan untuk massa 60 gram 1,287226. Semakin kecil nilai *error* maka akurasi dari analisa data yang juga semakin baik, dimana nilai *error* paling kecil terdapat pada data massa biji 40 gram.

### Analisa Statistik Pengaruh Massa Biji dan Waktu Radiasi terhadap Densitas Minyak dengan Menggunakan ANOVA

Pengaruh masing-masing variasi terhadap densitas minyak menggunakan ANOVA dapat dilihat pada Tabel 2. Tabel 2 diatas menunjukkan pengaruh masing-masing variasi yang ditinjau berdasarkan *P value*. Pada variasi massa biji dapat dilihat bahwa *P value* menunjukkan nilai 0,001923 dimana nilai tersebut kurang dari 0,05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi massa biji ketapang yang digunakan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap densitas minyak yang dihasilkan. Sedangkan pada variasi lama waktu radiasi diketahui bahwa *P value* menunjukkan angka 0,128145 dimana angka tersebut mengindikasikan bahwa tidak ada pengaruh yang signifikan dari variasi lama waktu radiasi terhadap densitas minyak yang dihasilkan ( $P > 0,05$ ).

**Tabel 2.** Pengaruh massa biji dan waktu radiasi terhadap densitas minyak menggunakan ANOVA

ANOVA						
Source of						
Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Massa Biji	0,001463	2	0,000732	15,10174	0,001923	4,45897
Waktu Radiasi	0,00048	4	0,00012	2,475184	0,128145	3,837853
Error	0,000388	8	4,84E-05			
Total	0,00233	14				

Kesalahan (*error*) pada data densitas minyak yang diinterpretasikan dalam perhitungan *Root Mean Square Error* (RMSE) menunjukkan bahwa untuk massa 20 gram *error* yang diperoleh sebesar 0,006066, untuk massa 40 gram *error* sebesar 0,004116, dan untuk massa 60 gram 0,010217. Semakin kecil nilai *error* maka akurasi dari analisa data yang juga semakin baik, dimana nilai *error* paling kecil terhadap densitas minyak juga terdapat pada data massa biji 40 gram.

## Analisa Statistik Pengaruh Massa Biji dan Waktu Radiasi terhadap Angka Asam Minyak dengan Menggunakan ANOVA

Pengaruh masing-masing variasi terhadap angka asam minyak dalam analisa statistik menggunakan ANOVA dapat dilihat pada Tabel 3. Berdasarkan Tabel 3 diatas, dapat diketahui bahwa parameter *P value* pada variasi massa biji terhadap angka asam minyak adalah 0,5134664. Hal tersebut mengindikasikan bahwa massa biji ketapang yang digunakan tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap angka asam minyak ( $P > 0,05$ ). Sementara itu, pada variasi lama waktu radiasi diketahui bahwa *P value* menunjukkan angka 0,308454 dimana hasil *P value* tersebut juga kurang dari 0,05. Sehingga dapat disimpulkan bahwa variasi lama waktu radiasi juga tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap angka asam minyak yang dihasilkan.

**Tabel 3.** Pengaruh massa biji dan waktu radiasi terhadap angka asam minyak menggunakan ANOVA

ANOVA						
Source of Variation	SS	df	MS	F	P-value	F crit
Massa Biji	1,417146	2	0,708573	0,724874	0,513664	4,45897
Waktu Radiasi	5,590174	4	1,397543	1,429695	0,308454	3,837853
Error	7,820091	8	0,977511			
Total	14,82741	14				

## 4. KESIMPULAN

Berdasarkan pada hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa ekstraksi yang dilakukan tanpa *microwave pretreatment* menghasilkan *yield* minyak yang lebih rendah daripada persentase *yield* minyak dengan menggunakan *microwave pretreatment*, dimana persentase tersebut merupakan nilai *yield* minyak yang paling rendah, yakni sebesar 50,233%.

Persentase *yield* minyak paling tinggi diperoleh pada penggunaan massa biji 40 gram dengan *yield* sebesar 60,178%, dimana rasio antara massa biji dan volume pelarut tersebut adalah yang paling optimal pada penelitian ini. Hal tersebut dibuktikan dengan analisa statistik menggunakan ANOVA, dimana massa biji yang digunakan memiliki pengaruh yang signifikan terhadap *yield* ( $P < 0,05$ ).

Semakin lama waktu radiasi maka semakin tinggi *yield* minyak yang dihasilkan, dengan

persentase *yield* paling tinggi diperoleh pada waktu radiasi 8 menit. Berdasarkan analisa statistik menggunakan ANOVA diketahui bahwa lama waktu radiasi memiliki pengaruh yang signifikan terhadap *yield* minyak ( $P < 0,05$ ).

Peningkatan dan penurunan massa biji serta waktu radiasi tidak memiliki pengaruh yang signifikan terhadap besarnya angka asam minyak. Ketidakberaturan nilai angka asam tersebut dikarenakan kondisi awal biji yang diolah tidak sama dalam waktu simpan dan biji-biji tersebut didapat dari berbagai pohon yang berbeda secara acak. Hal ini dibuktikan juga dengan perhitungan *Analysis of Variance* (ANOVA) dimana nilai *P value*  $> 0,05$  yang artinya tidak ada pengaruh yang signifikan antara massa biji dan waktu radiasi terhadap angka asam.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arabani, A. A., Hosseini F., Abbaspour F., dan Anarjan N., 2015. The Effects of Ultrasound Pretreatment Processes on Oil Extraction from Tomato Wastes. *International Journal of Biosciences*. 4 (4): 8-15.
- Faizal, M., Noprianto, P., dan Amelia, R., 2009. Pengaruh Jenis Pelarut, Ukuran Partikel, dan Jumlah Siklus terhadap Yield Ekstraksi Minyak Biji Ketapang. *Jurnal Teknik Kimia Universitas Sriwijaya*. 2(1): 28-34.
- Hariani, Poedji Loekitowati., Riyanti Fahma., Oktaviani Heni, 2007. Analisis Mutu Minyak Biji Ketapang Hasil Sokletasi. *Jurnal Penelitian Sains*. 10(1): 327-334.
- Kittiphom, S dan Sutasinee, S., 2015. Effect of Microwave Pretreatment on Extraction Yield and Quality of Mango Seed Kernel Oil. *International Food Research Journal*. 22(3): 960-964.
- Moret, S., Conchione C., Srbinovska, A., Lucci, P., 2019. Microwave-based Technique for Fast and Reliable Extraction of Organic Contaminants from Food, with a Special Focus on Hydrocarbon Contaminants. *Foods*. 8 (503): 1-20.
- Omojufehinsi, M., Esanboro, M O., Abe, D.A., Shofolahan, A.O., Uzodinma, E., Badmus, K., dan O Martins, 2013. Effect of Processing on The Quality, Composition and Antioxidant Properties of *Terminalia catappa* (Indian Almond) Seed Oil. *African Journal of Food, Agriculture, Nutrition, and Development*. 3: 7663-7678.

- Putri, N.P., Muslim, M. A., Sitorus, J. G., Putra, D. L., dan Marjenah, 2018. Extraction of Ketapang Seeds (*Terminalia catappa linn*) as Raw Material of Biodiesel. *Konversi*. 7(1): 10-14.
- Rahmaniar, 2013. Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa L*) sebagai Bahan Pelunak dalam Pembuatan Kompon Karet. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*. 24(1): 49-56.
- Ravensca Irine., Saleh Chairul., dan Daniel, 2017. Pembuatan Surfaktan Berbahan Dasar Minyak Biji Ketapang *Terminalia catappa* dengan Trietanolamina. *Jurnal Aromik*. 2(2): 183-189.
- Saputri, D., Fitriani, V. Y., dan Masruhim, M. A., 2013. Stabilitas Fisik dan Kimia Minyak Biji Ketapang (*Terminalia catappa L.*) Selama Penyimpanan. *J. Trop. Pharm. Chem*. Vol. 2(3) : 132-145.
- Suryati., Ismail, A., dan Afriyanti, 2015. Proses Pembuatan Minyak Dedak Padi (*Rice Brain Oil*) Menggunakan Metode Ekstraksi. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. Vol. 4(1): 37-45.