



---

# Transesterifikasi *In Situ* Minyak Biji Pepaya Menjadi Metil Ester dengan *Co-Solvent* N-Heksana Menggunakan *Microwave*

Elvianto Dwi Daryono\*, Adi Sintoyo, Rendi Chandra Gunawan

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang  
Jl. Bendungan Sigura-gura No.2 Malang 65145, Indonesia

\*E-mail: elviantodaryono@yahoo.com

## ABSTRAK

Dalam berat kering biji pepaya mengandung minyak hingga 30% sehingga berpotensi untuk digunakan sebagai bahan baku biodiesel. Transesterifikasi *in situ* merupakan langkah sederhana dalam menghasilkan biodiesel yaitu dengan cara mengeliminasi proses ekstraksi dan pemurnian minyak sehingga dapat menghemat biaya produksi dan memberikan hasil yang memuaskan. Reaksi satu fase dapat dibentuk dengan menambahkan *co-solvent* yang dapat meningkatkan kelarutan minyak. N-heksana merupakan *co-solvent* yang paling baik karena murah, tidak reaktif dan bertitik didih rendah (68°C) sehingga dapat dipisahkan secara co-distilasi bersama-sama dengan metanol. Gelombang mikro dapat merambat melewati cairan sehingga proses pemanasan akan berlangsung lebih efektif dan proses pembuatan biodiesel dapat dilakukan lebih singkat. Pada penelitian ini variasi daya yang digunakan adalah 30%, 50% dan 70% dari 399 watt serta waktu reaksi yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 menit. Hasil kemudian dianalisa menggunakan GC (Gas Chromatography). Didapatkan yield optimum sebesar 89,25% pada daya sebesar 70% dan waktu reaksi 8 menit. Yield optimum memiliki densitas sebesar 0,86 g/cm<sup>3</sup> dan memiliki angka asam 0,28 mg KOH/g sampel. Hasil tersebut telah memenuhi SNI 7182:2015.

**Kata kunci:** transesterifikasi *in situ*, biodiesel, biji pepaya, *co-solvent*, gelombang mikro

## ABSTRACT

In the dry weight of papaya seed oil contains up to 30%, so the potential to be used as raw material for biodiesel. Transesterification *in situ* is a simple step to produce biodiesel that is by eliminating extraction process and refining of oil so it can save on production costs and give satisfactory results. The reaction of one phase can be formed by adding a *co-solvent* to increase the solubility of oils. N-hexane is a *co-solvent* that is best because it is inexpensive, non-reactive and low boiling point (68°C) so that it can be separated by co-distillation with methanol. Microwave can propagate passed through the liquid so that the heating process will take place more effectively and the process of making biodiesel can be made shorter. In this study the variation of power used is 30%, 50% and 70% of 399 watts and the reaction time is 2,4,6,8 and 10 minutes. Results were analyzed by GC (Gas Chromatography). The optimum yield was 89.25% at 70% power and reaction time 8 minutes. The optimum yield has a density of 0.86 g / cm<sup>3</sup> and has an acid number of 0.28 mg KOH/g sample. These results have met the SNI 7182:2015.

**Keywords:** transesterification *in situ*, biodiesel, papaya seed, *co-solvent*, microwave

## 1. PENDAHULUAN

Krisis energi yang melanda dunia menyebabkan harga minyak mentah menjadi mahal. Dengan eksplorasi dan eksploitasi

terus menerus minyak bumi, menyebabkan masalah lingkungan sehingga mendorong pemerintah menetapkan kebijakan energi nasional dengan penekanan pada energi

terbarukan seperti biodiesel untuk mengurangi ketergantungan dengan bahan bakar fosil dan untuk meningkatkan keamanan energi negara [1].

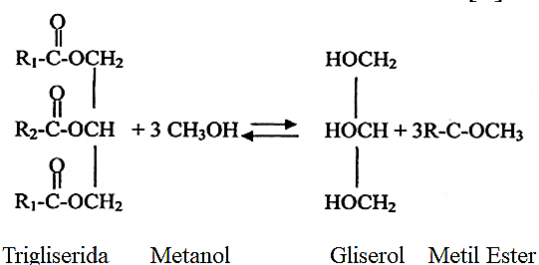
Salah satu bahan baku biodiesel yang prospek untuk dikembangkan adalah minyak biji pepaya. Tanaman pepaya termasuk komoditas utama dari kelompok buah-buahan yang mendapat prioritas penelitian dan pengembangan di lingkungan Puslitbang Hortikultura. Tanaman ini layak disebut multi fungsi, antara lain digunakan sebagai bahan makanan dan minuman, obat tradisional, pakan ternak, industri penyamakan kulit, pelunak daging dan sebagai bahan kosmetik. Diantara susunan buah pepaya yang memiliki potensi yang cukup besar dan belum banyak dikembangkan adalah bijinya karena terdapat kandungan minyak dan protein yang cukup tinggi. Buah pepaya tidak diproduksi musiman, sehingga waktu panennya dapat dilakukan setiap waktunya. Buah pepaya di Indonesia sangat berlimpah. Pada tahun 2016 produksi buah pepaya nasional mencapai 904.284 ton [2]. Berdasarkan uji klinis, biji pepaya biasa diolah dan diambil minyaknya. Biji pepaya mengandung senyawa kimia seperti golongan fenol, alkaloid, saponin dan asam lemak [3]. Dalam berat kering biji pepaya mengandung minyak hingga 30% [4].

**Tabel 1.** Komposisi asam lemak minyak biji pepaya [3]

Asam Lemak	%
Asam oleat	71,60
Asam palmitat	15,13
Asam linoleat	7,68
Asam stearate	3,60
Asam lemak lainnya	1,99

Pada umumnya proses pembuatan biodiesel melalui tahapan ekstraksi minyak, pemurnian minyak dan tahapan transesterifikasi minyak menjadi biodiesel. Tahapan-tahapan panjang yang harus dilalui menyebabkan rendahnya efisiensi dan tingginya konsumsi energi, yang mengakibatkan tingginya biaya

produksi biodiesel. Sehingga, perlu dikembangkan proses pembuatan biodiesel yang lebih efektif, efisien dan hemat energi serta dapat menghasilkan biodiesel berkualitas tinggi yaitu melalui proses transesterifikasi *in situ*. Transesterifikasi *in situ* adalah proses ekstraksi minyak dan reaksi transesterifikasi dilangsungkan secara simultan [5]. Transesterifikasi *in situ* merupakan langkah sederhana dalam menghasilkan biodiesel yaitu dengan cara mengeliminasi proses ekstraksi dan pemurnian minyak sehingga dapat menghemat biaya produksi [6] dan memberikan hasil yang memuaskan dengan faktor konversi lebih tinggi dibandingkan proses transesterifikasi konvensional [7].



**Gambar 1.** Reaksi Transesterifikasi

Produksi biodiesel secara konvensional umumnya dilakukan pada suhu tinggi dengan sumber panas eksternal. Perpindahan panas berlangsung kurang efektif karena terjadi secara konduksi dan konveksi. Pemanasan seperti ini memerlukan energi yang besar dan waktu yang cukup lama. Salah satu upaya yang dilakukan untuk mereduksi energi dan waktu reaksi dengan memanfaatkan gelombang mikro (*microwave*). Gelombang ini dapat merambat melewati cairan sehingga proses pemanasan akan berlangsung lebih efektif dan proses pembuatan biodiesel dapat dilakukan lebih singkat [8]. Gelombang mikro merupakan gelombang radio, tetapi panjang gelombangnya lebih kecil dari gelombang radio biasa dan panjang gelombangnya termasuk *ultra-short* (sangat pendek) sehingga disebut mikro dari sinilah lahir istilah *microwave* [9]. Melalui pemanasan dielektrik, campuran reaksi dapat bercampur secara homogen tanpa kontak

dengan dinding. Proses pemanasan dengan microwave menggunakan waktu yang lebih singkat untuk memanaskan bahan baku tanpa pemanasan awal [10]. Pada pemanasan konvensional untuk proses transesterifikasi (proses batch, kontinyu, dan supercritical methanol), energi panas ditransfer secara konveksi, konduksi, dan radiasi dari permukaan ke bahan baku. Dengan demikian, pemanasan konvensional mengkonsumsi energi lebih banyak dan membutuhkan waktu lama untuk preheating dan reaksi, optimalnya 1 jam untuk menghasilkan yield biodiesel 95 % [11]. Sedangkan pemanasan dengan gelombang mikro mempunyai karakteristik yang berbeda dengan pemanasan konvensional, karena panas dibangkitkan secara internal akibat getaran molekul-molekul bahan yang ingin dipanaskan oleh gelombang mikro dimana memiliki kelebihan yakni pemanasan lebih merata serta pemanasannya juga dapat bersifat selektif artinya tergantung dari dielektrik properties bahan sehingga akan menghemat energi untuk pemanasan energi microwave diberikan atau dihantarkan secara langsung pada molekul-molekul yang bereaksi melalui reaksi kimia [10]. Derajat pemanasan yang dihasilkan oleh gelombang mikro dipengaruhi oleh intensitas daya dan lama pemberian gelombang tersebut [8]. Pemanasan yang cepat dan efisien pada radiasi *microwave* lebih banyak karena gelombang *microwave* berinteraksi dengan sampel pada tingkat molekular, menghasilkan campuran inter molekular dan agitasi yang meningkatkan peluang dari sebuah molekul alkohol bertemu dengan sebuah molekul minyak [10]. Pengaruh waktu reaksi dan daya *microwave* terhadap produk menunjukkan bahwa semakin besar waktu dan daya pemanasan, maka yield produk yang dihasilkan memiliki kecenderungan meningkat sampai titik tertinggi (optimum) kemudian akan turun kembali [11]. *Co-solvent* yang sering digunakan dalam pembuatan biodiesel antara lain adalah: n-heksana, THF (tetrahidrofuran), propana, CO<sub>2</sub>, DME

(dimetil eter) dan DEE (dietil eter) [12]. Keuntungan penggunaan *co-solvent* adalah dalam reaksi dapat meningkatkan kelarutan minyak dan alkohol pada temperatur yang rendah dan juga mempercepat reaksi [13]. Salah satu strategi untuk mengatasi masalah keterbatasan transfer massa tersebut adalah reaksi satu fase. Reaksi satu fase dapat dibentuk dengan menambahkan *solvent* yang dapat meningkatkan kelarutan minyak, *solvent* tersebut selanjutnya disebut sebagai *co-solvent* [14]. *Co-solvent* sangat larut dalam alkohol, asam lemak dan trigliserida [15]. Semakin banyak jumlah *co-solvent* yang ditambahkan, kelarutan minyak akan meningkat sehingga reaksi akan berjalan semakin baik. *Co-solvent* yang dipilih sebaiknya memiliki titik didih dekat dengan metanol yang dapat mempermudah proses pemisahan di akhir reaksi [14]. Berdasarkan sifat dan nilai ekonomi, n-heksana merupakan *co-solvent* yang paling baik karena murah, tidak reaktif dan bertitik didih rendah (68°C) sehingga dapat dipisahkan secara ko-distilasi bersama-sama dengan metanol [14].

Pada sintesa biodiesel dari minyak biji pepaya dengan reaksi transesterifikasi *in-situ* menggunakan *co-solvent* THF (*Tetrahydrofuran*), mendapatkan yield 84,7685% pada kondisi operasi suhu kamar, kecepatan pengaduk 150 rpm, ukuran partikel +20/-30 mesh, kadar air 0,4% dan waktu reaksi 23 menit [16]. Transesterifikasi *in situ* minyak jarak pagar mendapatkan yield 89% metil ester pada suhu reaksi 40°C, perbandingan massa biji jarak pagar:methanol:n-hexane = 1:3:3, kecepatan pengaduk 600 rpm, katalis KOH 0,075 mol/L dan waktu reaksi 6 jam [17]. Transesterifikasi minyak jelantah dengan *microwave* mendapatkan yield metil ester 90,45% pada daya 70% dari 399 watt, waktu reaksi 30 detik, kecepatan pengaduk 1446 rpm dan rasio TG : methanol = 1:6 [8]. Pada transesterifikasi minyak kelapa sawit dengan microwave mendapatkan yield 97,06%, dengan variable katalis KOH 1% berat minyak, frekuensi material 2x, waktu

reaksi 10 menit dan daya=20% dari 900 watt [18]. Pada transesterifikasi in situ minyak biji mahoni, mendapatkan konsentrasi metil ester 69,28% dan yield 67,95% pada rasio mol minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit [19]. Transesterifikasi in situ minyak biji pepaya mendapatkan konsentrasi metil oleat 77,68% pada penggunaan volume methanol 400 ml dan waktu reaksi 120 menit [20].

## 2. METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Bioenergi ITN Malang. Bahan penelitian yang digunakan adalah biji pepaya jenis pepaya semangka, *aquadest* (H<sub>2</sub>O), asam klorida (HCl) 37%, etanol 95%, indikator Phenophtalein (PP), kalium hidroksida (KOH) p.a, metanol p.a dan n-heksana p.a.

### 2.1. PERSIAPAN BAHAN BAKU

Mencuci biji pepaya sebanyak 3 kali pembilasan untuk memastikan biji pepaya telah bersih dari lapisan gelatinnya. Mengeringkan biji pepaya dengan sinar matahari selama ± 3 hari. Memasukkan biji pepaya ke dalam oven untuk mengurangi kadar air yang tersisa pada suhu 60°C selama ± 4 jam. Apabila pengeringan dengan sinar matahari tidak didapatkan maka pengovenan dilakukan selama ± 6 jam. Biji pepaya yang telah dikeringkan, disimpan dan dihaluskan dengan cara diblender, kemudian diayak untuk mendapatkan ukuran +20/-30 mesh dan dimasukkan ke desikator untuk menjaga bahan baku tetap kering.

#### 2.1.1. Uji kadar air

Menimbang berat biji pepaya sebelum dimasukkan ke dalam oven. Menimbang berat biji pepaya setelah dilakukan pengeringan di dalam oven. Kadar air bahan baku biodiesel maksimal 1%, karena kadar air yang tinggi akan memicu terbentuknya FFA [21]. Menghitung kadar air biji pepaya

$$\text{Kadar air} = \frac{\text{Berat biji awal} - \text{Berat biji kering}}{\text{Berat biji awal}} \times 100\%$$

#### 2.1.2. Uji % FFA

Menimbang 20 gram minyak dalam *Erlenmeyer*. Memanaskan minyak sampai suhu 40°C. Memasukkan metanol p.a sebanyak 50 mL dan 3 tetes indikator PP ke dalam *erlenmeyer*. Mendinginkan larutan sampai suhu ruangan. Menitrasi larutan dengan larutan KOH 0,1 N sampai terjadi perubahan warna menjadi merah jambu. Mencatat volume titrasi yang dibutuhkan. Menyatakan asam lemak bebas sebagai % FFA. Bahan baku biodiesel harus mengandung FFA kurang dari 2%, karena FFA yang tinggi akan bereaksi dengan katalis basa membentuk sabun yang akan menghambat reaksi transesterifikasi [21].

$$\% \text{ FFA} = \frac{\text{mL KOH} \times \text{Normalitas KOH} \times \text{BM asam lemak}}{\text{berat contoh} \times 1000} \times 100\%$$

#### 2.1.3. Ekstraksi Minyak Biji Pepaya

Menimbang biji pepaya kering sebanyak 50 gram dan menambahkan pelarut n-heksana sebanyak 150 gr. Melakukan ekstraksi minyak biji pepaya pada suhu 70°C selama 10 menit. Kondisi operasi ekstraksi menyesuaikan dengan reaksi transesterifikasi in situ yang dilakukan. Hasil ekstraksi kemudian disaring, dan mendistilasi filtrat pada suhu 70°C sampai tidak ada destilat yang menetes. Residu setelah dingin ditimbang sebagai minyak yang terkandung pada biji pepaya.

## 2.2. TRANSESTERIFIKASI IN SITU

Memasukkan biji pepaya : metanol : n-heksana dengan rasio massa = 1:3:3 serta katalis KOH 1% berat minyak ke dalam labu leher dua yang dilengkapi pendingin balik (*refluks*). Massa biji pepaya yang digunakan 50 gram. Selanjutnya melakukan reaksi transesterifikasi *in situ* minyak biji pepaya di dalam *microwave* dengan mengatur daya dan waktu sesuai variabel. Kemudian mengatur motor pengaduk dengan kecepatan 600 rpm. Variabel bebas adalah daya yaitu 30%, 50% dan 70% dari 399 watt serta waktu reaksi yaitu 2, 4, 6, 8 dan 10 menit. Dipisahkan antara ampas dan filtratnya dengan kertas saring. Netralisasi filtrat dengan penambahan

HCl 1 mol/L sampai pH 4. Filtrat didistilasi pada suhu 70°C sampai tidak ada distilat yang menetes. Residu dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama  $\pm 12$  jam agar terbentuk 2 lapisan (lapisan gliserol berada dibagian bawah dan berwujud semi padat, lapisan metil ester dan minyak berada diatas). Lapisan atas yang merupakan metil ester dilakukan pencucian dengan air hingga pH netral kemudian dipanaskan dengan suhu 105°C selama 1 jam untuk menghilangkan sisa air hasil pencucian. Lapisan atas yang telah bebas air ditimbang massanya dan kemudian dianalisis dengan GC. Dari hasil analisa GC bisa diketahui konsentrasi dan yield produk pada kondisi proses optimum. Yield metil ester ditentukan dengan persamaan :

$$\text{Yield (\%)} = \frac{(\sum \text{Konsentrasi Metil Ester}) \times (\text{Massa Metil Ester})}{(\text{Massa Minyak Biji Pepaya Awal})} \times 100\%$$

## 2.3. ANALISA

### 2.3.1. Uji densitas metil ester

Menimbang berat piknometer kosong. Memasukkan metil ester ke dalam piknometer. Menimbang piknometer yang telah diisi metil ester. Menghitung densitas metil ester.

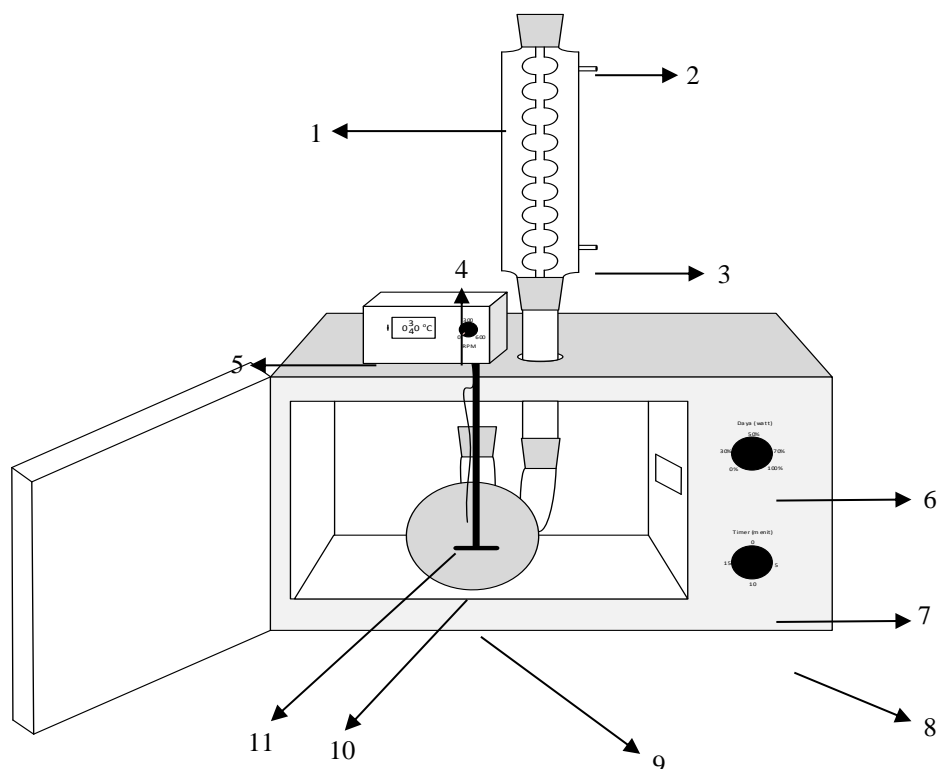
$$\rho = \frac{\text{berat piknometer isi} - \text{berat piknometer kosong}}{\text{volume piknometer}}$$

### 2.3.2. Uji angka asam [17]

Memasukkan sampel metil ester sebanyak a gr ke dalam *erlenmeyer*. Menambahkan 12,5 mL etanol 95%, kemudian memanaskan dalam penangas air hingga mendidih sambil mengaduk sampai terbentuk larutan homogen. Setelah dingin, menitrasi dengan KOH 0,1 N menggunakan indikator PP sampai terbentuk warna merah jambu yang tidak hilang selama 30 detik. Kemudian menghitung bilangan asam dengan rumus berikut:

$$\text{Angka asam} = \frac{\text{ml KOH} \times \text{N KOH} \times 56,1}{\text{berat sampel}}$$

## 2.4. DESKRIPSI ALAT



Gambar 2. Reaktor Transesterifikasi In Situ dengan Microwave

Keterangan:

1. *Refluks*
2. *Outlet water*
3. *Inlet water*
4. Pengontrol kecepatan pengaduk
5. *Display suhu*
6. Pengontrol daya
7. Pengontrol waktu
8. *Microwave*
9. Labu leher 2
10. Pengaduk
11. Sensor suhu

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Dari analisa awal didapatkan data kadar air pada biji pepaya 0,33% dan % FFA pada minyak biji pepaya 1,2%.

Dari analisa awal dengan proses ekstraksi menggunakan n-heksana didapatkan data pada 50 gram biji pepaya terdapat 9,3 gram minyak.

**Tabel 2.** Data suhu reaksi, densitas dan massa metil ester

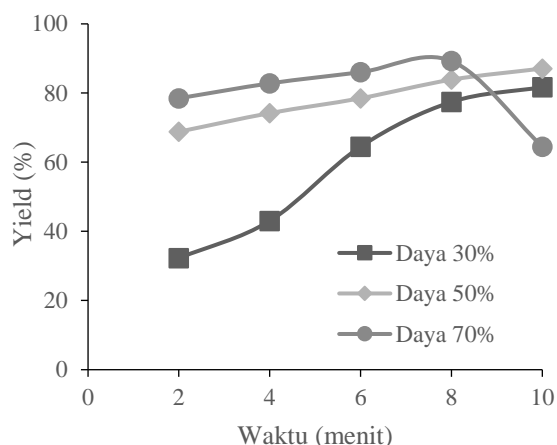
Daya (watt)	Waktu (menit)	Suhu Reaksi (°C)	$\rho$ (gr/mL)	Massa Metil Ester (gr)
30%	2	36,7	0,85	3,0
	4	39,6	0,86	4,0
	6	44,4	0,85	6,0
	8	49,2	0,85	7,2
	10	54,0	0,85	7,6
50%	2	42,4	0,85	6,4
	4	46,0	0,86	6,9
	6	51,2	0,85	7,3
	8	56,6	0,85	7,8
	10	62,0	0,86	8,1
70%	2	48,2	0,85	7,3
	4	53,0	0,85	7,7
	6	58,5	0,87	8,0
	8	64,4	0,86	8,3
	10	71,3	0,85	6,0

**Tabel 3.** Data Pengaruh Daya Terhadap Yield (%) dan Angka Asam

Daya	Yield (%)	Angka Asam (mg KOH/gr Sampel)
30%	81,72	0,42
50%	87,10	0,37
70%	89,25	0,28

densitas 0,85-0,87 gr/cm<sup>3</sup>. Hasil tersebut sesuai dengan SNI 7182:2015 yaitu 0,85-0,89 gr/cm<sup>3</sup>. Dari hasil analisa angka asam sampel dengan daya 30%, 50% dan 70% untuk yield tertinggi, didapatkan angka asam sesuai dengan SNI 7182:2015 yaitu maksimal 0,5 mg KOH/gr sampel. Semakin kecil kandungan FFA pada metil ester maka semakin kecil pula angka asam sehingga kualitas biodiesel semakin baik, karena tidak terjadi kerusakan pada komponen metil ester.

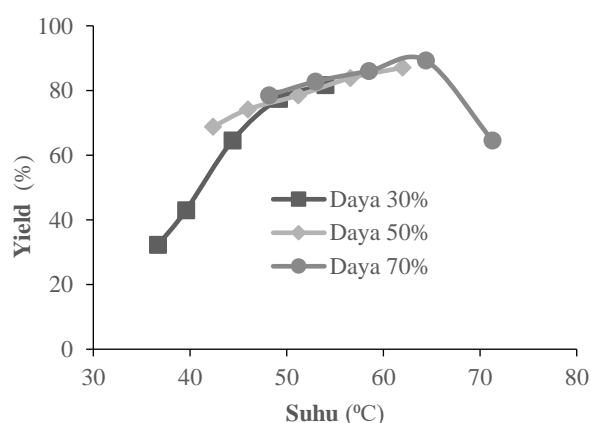
Dari analisa densitas untuk semua sampel dengan daya 30%, 50% dan 70% didapatkan



**Gambar 3.** Hubungan antara Yield (%) terhadap Waktu Reaksi (menit) dan Daya (%)

Berdasarkan Gambar 3. dapat dilihat bahwa pada daya sebesar 30%, waktu reaksi 2 menit pertama menghasilkan yield sebesar 32,26%. Pada waktu reaksi 4 menit terjadi kenaikan yield menjadi 43,01%. Pada waktu reaksi 6 menit terjadi kenaikan yield menjadi 64,52%, dan pada waktu reaksi 8 menit terjadi kenaikan yield menjadi 77,42%. Sedangkan pada waktu reaksi 10 menit terjadi kenaikan yield menjadi 81,72%. Pada daya sebesar 50%, waktu reaksi 2 menit pertama menghasilkan yield sebesar 68,82%. Pada waktu reaksi 4 menit terjadi kenaikan yield menjadi 74,19%. Pada waktu reaksi 6 menit terjadi kenaikan yield menjadi 78,49%, dan pada waktu reaksi 8 menit terjadi kenaikan yield menjadi 83,87%. Sedangkan pada waktu reaksi 10 menit terjadi kenaikan yield menjadi 87,10%. Pada daya sebesar 70%, waktu reaksi 2 menit pertama menghasilkan yield sebesar 78,49%. Pada waktu reaksi 4 menit terjadi kenaikan yield menjadi 82,80%. Pada waktu reaksi 6 menit terjadi kenaikan yield menjadi 86,02%, dan pada waktu reaksi 8 menit merupakan titik kondisi optimum terjadi kenaikan yield menjadi 89,25%. Sedangkan pada waktu reaksi 10 menit terjadi penurunan yield menjadi 64,52%. Yield optimum adalah 89,25% terjadi pada daya 70% dengan waktu reaksi 8 menit, dan terjadi penurunan yield pada waktu reaksi 10 menit menjadi 64,52%. Hal ini dikarenakan pada waktu reaksi 10 menit suhu reaksi

mencapai 71,3°C yang berarti suhu telah melewati titik didih metanol dan n-heksana, sehingga metanol dan n-heksana tersebut menguap. Hal ini mengakibatkan kebutuhan metanol dan n-heksana dalam reaksi tidak terpenuhi. Hasil ini sesuai dengan hasil penelitian Venkanna, dkk [22] yang menyatakan bahwa peningkatan suhu hingga 60°C akan meningkatkan yield biodiesel, tetapi penambahan suhu sampai 70°C justru menurunkan jumlah yield biodiesel yang terbentuk. Besar intensitas daya *microwave* sangat berpengaruh terhadap besaran yield yang dihasilkan. Secara umum yield biodiesel yang tinggi diperoleh pada waktu reaksi yang lebih singkat pada intensitas daya yang lebih besar. Dibandingkan dengan proses transesterifikasi *in situ* secara konvensional, penggunaan *microwave* ini menghasilkan yield yang besar dalam waktu yang relatif singkat.



**Gambar 4.** Hubungan antara Yield (%) terhadap Suhu (°C) dan Daya (%)

Berdasarkan Gambar 4. dapat dilihat bahwa pada daya sebesar 30%, yield yang dihasilkan terus mengalami peningkatan hingga mencapai yield tertinggi sebesar 81,72% pada suhu 54°C. Begitu juga pada daya 50% yield mengalami peningkatan hingga sebesar 87,1% pada suhu 62°C. Pada daya 70%, yield mengalami peningkatan hingga 89,25% pada suhu 64,4°C kemudian terjadi penurunan yield menjadi 64,52% pada suhu 71,3°C. Hubungan antara yield dan waktu berbanding lurus karena semakin lama waktu reaksi

maka semakin mendekati kesetimbangan sehingga reaksi terjadi semakin sempurna. Dari penelitian Daryono, dkk [16] dengan transesterifikasi *in situ* didapatkan yield metil ester tertinggi sebesar 84,76% pada kondisi suhu kamar, rasio molar minyak:THF adalah 1:67,85, rasio molar minyak: NaOH adalah 1:0,5 dan waktu reaksi 23 menit, sedangkan yield tertinggi pada penelitian ini didapatkan sebesar 89,25% pada daya sebesar 70% dan waktu 8 menit, dengan rasio massa biji:methanol:n-heksana adalah 1:3:3 lebih tinggi hasil yield metil ester yang diperoleh. Dari penelitian Kartika, dkk [7] menggunakan proses konvensional dengan transesterifikasi *in situ* didapatkan yield metil ester tertinggi sebesar 89% pada kondisi suhu 40°C, katalis KOH sebesar 0,075 mol/L, rasio massa biji:methanol:n-heksana adalah 1:3:3, dengan waktu reaksi 6 jam, sedangkan yield tertinggi pada penelitian ini didapatkan sebesar 89,25% pada daya sebesar 70% dan waktu 8 menit, dengan rasio massa biji:methanol:n-heksana adalah 1:3:3 hampir mendekati hasil yield metil ester yang didapatkan. Dari penelitian Jimmy, dkk [18] menggunakan proses modern yakni *microwave* dengan didapatkan yield metil ester tertinggi sebesar 97,06% pada kondisi daya 20% dari 900 watt, katalis KOH 1% berat minyak, waktu 10 menit, sedangkan yield tertinggi pada penelitian ini didapatkan sebesar 89,25% pada daya sebesar 70% dan waktu 8 menit, dengan rasio massa biji:methanol:n-heksana adalah 1:3:3.

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian melalui reaksi transesterifikasi *in situ* dengan *co-solvent* n-heksana menggunakan *microwave*, didapatkan kesimpulan yaitu yield optimum didapatkan pada daya sebesar 70% dan waktu reaksi 8 menit yaitu sebesar 89,25%. Yield optimum memiliki densitas sebesar 0,86 g/cm<sup>3</sup> dan memiliki angka asam 0,28 mg KOH/gr sampel. Hasil tersebut telah memenuhi standard SNI 7182:2015.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] R. S. K. Arita, Attaso, R. Septian, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Sawit dengan Katalis CaO disinari dengan Gelombang Mikro, *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 19, no. 4, hal. 45-50, 2013.
- [2] Statistik Tanaman Buah-buahan dan Sayuran Tahunan Indonesia 2016, Badan Pusat Statistik 2017.
- [3] R. Maulida, Supartono, Biodiesel Minyak Biji Pepaya (*Carica papaya L.*) Melalui Proses Transesterifikasi Menggunakan Katalis Kulit Telur, *Indonesian Journal of Chemical Science*, vol. 5, no. 1, hal. 42-45, 2015.
- [4] T. Puangsri, S. M. Abdulkarim, H. M. Ghazali, Properties of Carica Papaya L. (Papaya) Seed Oil Following Extractions Using Solvent and Aqueous Enzymatic Methods, *Journal of Food Lipids*, vol. 12, no. 1, hal. 62-76, 2005.
- [5] N. W. Kusumaningtyas, Proses Esterifikasi Transesterifikasi In Situ Minyak Sawit dalam Tanah Pemucat Bekas untuk Proses Produksi Biodiesel, skripsi, Institut Pertanian Bogor, 2011.
- [6] F. Herawati, Biodiesel dari Minyak Jelantah dan Ampas Segar Kelapa Sawit dengan Proses Transesterifikasi In Situ Memanfaatkan Katalis Abu Tandan Kosong Kelapa Sawit, tesis, Politeknik Negeri Sriwijaya, 2014.
- [7] A. Kartika, M. Yani, D. Ariono, Ph. Evon, L. Rigal, In Situ Transesterification of Oil-Containing *Jatropha Curcas* Seeds



- to Produce Biodiesel Fuel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, vol. 11, no. 1, hal. 41-49, 2012.
- [8] A. Haryanto, U. Silviana, S. Prabawa, Produksi Biodiesel dari Transesterifikasi Minyak Jelantah dengan Bantuan Gelombang Mikro: Pengaruh Intensitas Daya dan Waktu Reaksi terhadap Rendemen dan Karakteristik Biodiesel, *Agritech*, vol. 35, no. 2, hal 234-239, 2015.
- [9] S. P. Handayani, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Ikan dengan Radiasi Gelombang Mikro, Skripsi, Universitas Negeri Sebelas Maret, 2010.
- [10] V. A. Umami, Sintesis Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Gelombang Mikro, Tugas Akhir, Universitas Negeri Semarang, 2015.
- [11] A. A. Majid, D. Prasetyo, Y. C. Danarto, Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah dengan Menggunakan Iradiasi Gelombang Mikro, Simposium Nasional RAPI XI FT UMS, 2012, hal. K-15 – K-21.
- [12] S. Sakthivel, S. Halder, P. D. Gupta, Influence of Co-solvent on the Production of Biodiesel in Batch and Continuous Process. *International Journal of Green Energy*, vol 10, no. 8, hal. 876-884, 2013.
- [13] M. Y. Ritonga, M. R. R. Giovanni, Pembuatan Metil Ester Minyak Kemiri Sunan dengan Keberadaan Co-solvent Aseton dan Katalis Heterogen Natrium Silikat Terkalsinasi, *Jurnal Teknik Kimia USU*, vol. 5, no. 3, hal. 17-22, 2016.
- [14] O. Rachmaniah, A. Baidawi, A. Latif, Produksi Biodiesel Berkemurnian Tinggi dari Crude Palm Oil (CPO) dengan Tetrahidrofuran-Fast Single-Phase Process, *Reaktor*, vol 12, no. 3, hal. 166-174, 2009.
- [15] D. G. B. Boocock, S. K. Konar, V. Mao, H. Sidi, Fast One-Phase Oil-Rich Process for the Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters, *Biomass and Bioenergy*, vol. 11, no. 1, hal. 43-50, 1996.
- [16] E. D. Daryono, M. I. Hudha, Muyassaroh, Sintesa Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Reaksi Transesterifikasi In Situ Menggunakan Co-solvent THF (Tetrahydrofuran), *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 2014.
- [17] D. Kartika, S. Widyaningsih, Konsentrasi Katalis dan Suhu Optimum pada Reaksi Esterifikasi Menggunakan Katalis Zeolit Alam Aktif (ZAH) dalam Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jelantah, *Jurnal Natur Indonesia*, vol. 14, no. 3, hal. 219-226, 2012.
- [18] Jimmy, C. Andrew, Microwave Assisted to Biodiesel Production from Palm Oil in Time and Material Feeding Frequency, *International Journal of ChemTech Research*, vol. 8, no. 4, hal. 1695-1700, 2015.
- [19] E. D. Daryono, A. C. Rengga, I. Safitri, Proses Produksi Metil Ester dari Minyak Biji Mahoni dengan Transesterifikasi In-Situ Menggunakan Co-solvent THF

(Tetrahydrofuran), *Reaktor*, vol. 15, no.1, hal. 51-58, 2014.

- [20] E. D. Daryono, Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Transesterifikasi In Situ, *Jurnal Teknik Kimia*, vol. 8, no. 1, hal. 7-10, 2013.
- [21] J. Van Gerpen, B. Shanks, R. Pruszko, D. Clements, G. Knothe, Biodiesel Production Technology, National Renewable Energy Laboratory (NREL), 2004.
- [22] B. K. Venkanna, R. C. Venkataramana, Biodiesel Production and Optimization from Calophyllum Inophyllum Linn Oil (Honne Oil) – A Three Stage Method, *Bioresource Technology*, vol. 100, no. 21, hal. 5122-5125, 2009.