

yahoo!mail

Reaktor Advanced

mail+ Upgrade Now

elvianto Home

Compose

- Inbox 1.3K
- Unread
- Starred
- Drafts 5
- Sent
- Archive
- Spam
- Trash
- Less
- Views Hide
- Photos
- Documents
- Emails to myself
- Subscriptions
- Shopping
- Receipts

Back Archive Move Delete Spam

[REAKTOR] IN SITU TRANSESTERIFIKASI MINYAK BIJI MAHONI MENJADI METIL ESTER DENGAN CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN) 2 Yahoo/Sent

Reaktor Reaktor <jreaktor@undip.ac.id> To: elviantodaryono@yahoo.com, elviantodaryono@yahoo.com, elviantodaryono@yahoo.com Mon, Feb 16, 2015 at 8:51 AM

Kepada Yth Penulis Artikel

Dh

kami beritahukan bahwa artikel yang Bapak kirim akan kita proses jika bahasa yang digunakan adalah sesuai Pedoman Bahasa Indonesia yang benar. Jika saya baca Bapak belum menggunakan SPOK (Subyek Predikat obyek dan Keterangan). Salah satu Reviewer yang menelaah artikel Bapak kemarin mensarankan supaya memperbaiki bahasa. Hasil review memang tidak kita kirimkan. Ha lain yang perlu diperhatikan adalah Secara Judul hampir sama dengan sebelumnya, demikian juga isinya (latar belkang dan pembahasan) hanya berbeda di bahan baku. Autoplagiarisme memungkinkan akan ditemukan jika masih seperti ini.

Mohon sekiranya diperbaiki baru bisa kita proses ntuk ditelaah lebih lanjut.

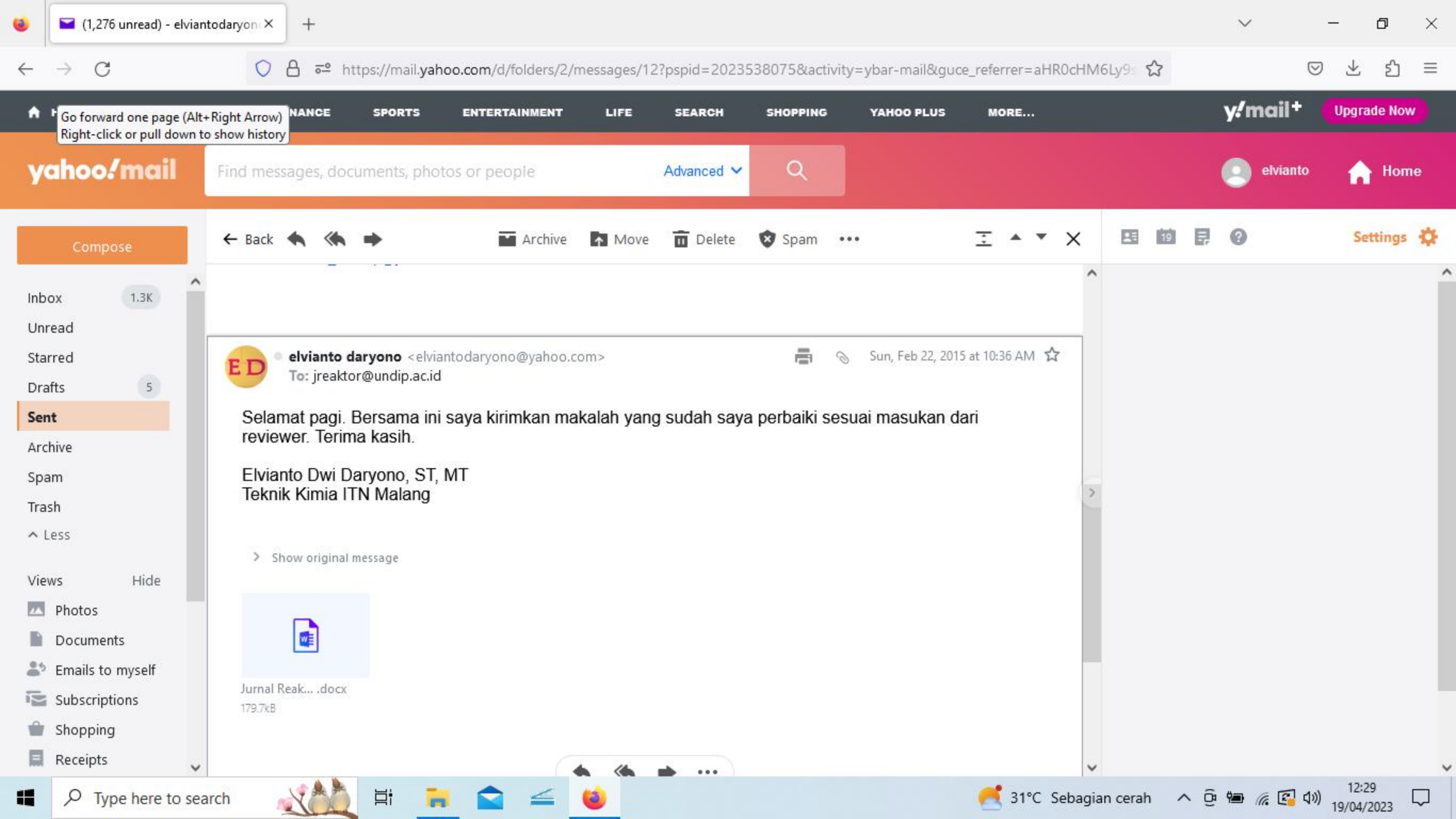
Jurnal REAKTOR Dept. of Chemical Engineering, Diponegoro University Website: http://ejournal.undip.ac.id/index.php/reaktor Email: reaktor_tkundip@yahoo.com

Reaktor Reaktor

jreaktor@undip.ac.id
+ Add to contacts

yahoo! Download now

Get FREE 100GB storage on the new Yahoo Mail



Compose

- Inbox 1.3K
- Unread
- Starred
- Drafts 5
- Sent**
- Archive
- Spam
- Trash
- Less
- Views Hide
- Photos
- Documents
- Emails to myself
- Subscriptions
- Shopping
- Receipts

Back Archive Move Delete Spam

ED elvianto daryono <elvantodaryono@yahoo.com> To: jreaktor@undip.ac.id Sun, Feb 22, 2015 at 10:36 AM

Selamat pagi. Bersama ini saya kirimkan makalah yang sudah saya perbaiki sesuai masukan dari reviewer. Terima kasih.

Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
Teknik Kimia ITN Malang

Show original message



Jurnal Reak... .docx
179.7kB

IN SITU TRANSESTERIFIKASI MINYAK BIJI MAHONI MENJADI METIL ESTER DENGAN *CO-SOLVENT* THF (*TETRAHYDROFURAN*)

IN SITU TRANSESTERIFICATION OF MAHOGANY SEED OIL BECOME TO METHYL ESTER WITH *CO-SOLVENT* THF (*TETRAHYDROFURAN*)

Elvianto Dwi Daryono^{*)}, Adrianus Chrisantus Rengga, Imaniar Safitri

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang, 65145, Telp/Faks : (0341)551431/553015

^{*)} email : elvianto_itn@yahoo.co.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengkaji efektifitas penggunaan *co-solvent* THF pada reaksi transesterifikasi *in situ* minyak biji mahoni sebagai solusi proses pembuatan biodiesel yang efektif dan efisien. Variabel dan kondisi operasi meliputi katalis NaOH, kecepatan pengadukan 450 rpm, suhu reaksi suhu kamar, rasio molar minyak:metanol = 1:101,39, rasio molar katalis:minyak = 0,5:1, % FFA minyak 1,42%, kadar air biji 0,8%, waktu reaksi 3, 8, 13, 18, dan 23 menit serta rasio molar minyak:THF 1:47,15, 1:57,85 dan 1:67,85. Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh sebanyak 50 gram dimasukkan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan ditambahkan metanol, THF dan katalis NaOH serta dilakukan reaksi sesuai dengan variabel dan kondisi operasi penelitian. Setelah reaksi selesai dipisahkan antara ampas dan filtratnya. Filtrat didistilasi pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ dan residu hasil distilasi dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama ± 12 jam agar terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas sebagai metil ester kemudian dianalisis konsentrasi metil oleatnya dengan GC. Dari data hasil penelitian didapatkan hasil terbaik pada rasio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan konsentrasi metil oleat 59,10% dan yield metil ester 79,69%. Densitas metil ester $0,8791 \text{ g/cm}^3$ memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu $0,85 - 0,89 \text{ g/cm}^3$.

Kata kunci : biodiesel, *co-solvent*, minyak biji mahoni, transesterifikasi *in situ*

Abstract

The purpose of this research was to assess the effectiveness of the use of *co-solvent* THF for *in situ* transesterification reaction mahogany seed oil as a biodiesel manufacturing process solutions that effectively and efficiently. Variables and operating conditions include catalyst NaOH, stirring speed of 450 rpm, room temperature the reaction temperature, molar ratio of oil: methanol = 1: 101.39, the molar ratio of catalyst: oil = 0.5: 1, % FFA oil is 1.42%, moisture content seed of 0.8%, reaction time is 3, 8, 13, 18, and 23 minutes, and the molar ratio of oil: THF is 1: 47.15, 1: 57.85 and 1: 67.85. Mahogany seeds that have been dried and pulverized size +20/-30 mesh as much as 50 grams included in the three-neck flask equipped condenser and added methanol, THF and catalyst NaOH and the reaction carried out in accordance with the variables and operating conditions. After the reaction is complete, the filtrate and cake was separated. The filtrate is distilled at a temperature of $\pm 70^{\circ}\text{C}$ and the residue distilled included in the separating funnel and allowed to stand for ± 12 hours in order to form two layers. The top layer as methyl esters were analyzed by GC to concentrations of methyl oleate. From the research data obtained the best results at a molar ratio of oil: THF = 1: 67.85 and reaction time 23 minutes with methyl oleate concentration of 59.10% and yield methyl ester of 79.69%. Methyl ester density 0.8791 g/cm^3 meet SNI 04-7182-2006 from 0.85 to 0.89 g/cm^3 .

Keywords : biodiesel, *co-solvent*, *in situ* transesterification, mahogany seed oil

Pendahuluan

Latar Belakang

Energi terbarukan sangat dibutuhkan dewasa ini, terutama dalam hal kebutuhan energi bahan bakar. Bahan baku bahan bakar selama ini yang digunakan adalah bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Pasokan bahan baku yang semakin menipis inilah yang melatarbelakangi diadakan penelitian dan pengembangan untuk sumber-sumber energi terbarukan (*renewable*). Sumber energi terbarukan tersebut diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan kebutuhan yang semakin meningkat. Salah satu kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat adalah bahan bakar solar. Kebutuhan solar Indonesia dari tahun ke tahun terus naik, pada tahun 1995 sebesar 15,84 miliar liter, tahun 2000 sebesar 21,39 miliar liter, tahun 2005 sebesar 27,05 miliar liter dan pada tahun 2010 diperkirakan akan meningkat menjadi 34,71 miliar liter. Peningkatan ini akan terus terjadi setiap tahunnya seiring dengan pengembangan teknologi yang semakin maju dan jumlah penduduk yang semakin bertambah (Peraturan Presiden RI No. 5, 2006).

Pemerintah melalui UU No. 30 tahun 2007 menetapkan untuk mengembangkan sumber energi terbarukan, termasuk penelitian dan pengembangan untuk diversifikasi sumber-sumber energi terbarukan tersebut. Pemerintah juga telah menetapkan untuk mengurangi peran minyak bumi dari 52% menjadi 20%, dan sebaliknya peran energi terbarukan akan ditingkatkan menjadi sekitar 20% pada tahun 2025.

Biodiesel merupakan suatu energi alternatif yang telah dikembangkan secara luas untuk mengurangi ketergantungan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM). Biodiesel adalah metil ester asam lemak yang dihasilkan dari proses kimia antara minyak nabati dan alkohol. Produksi biodiesel dari minyak tumbuhan (seperti minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar) terkendala karena minyak kelapa sawit digunakan untuk minyak goreng. Sedangkan minyak jarak pagar bersifat racun serta perlu lahan luas untuk penanaman dan waktu yang relatif lama untuk pemanenan biji jarak pagar.

Penanaman mahoni di Indonesia cukup luas, dimana pada umumnya penanaman mahoni yang luas dikelola oleh Perum Perhutani yang mengelola sekitar 116.282 ha di Jawa, Sumatera dan Sulawesi. Adapun sekitar belasan ribu hektar dikelola oleh Pemda sebagai tanaman peneduh jalan-jalan di banyak kota besar. Dengan luasan tersebut, selain berpotensi sebagai penghasil kayu, pohon reboisasi/penghijauan serta peneduh jalan dan dengan produksi biji mencapai 4-8 kg/pohon/tahun, biji mahoni dengan kandungan minyak yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel (Towaha, 2011).

Biji mahoni jenis *Khaya Senegalensis* mengandung minyak sekitar 52,5%, tidak mengandung asam lemak esensial sehingga tidak mempunyai nilai nutrisi dan merupakan minyak non pangan (Eromosele *et al.*, 1998 ; Okieimen *et al.*, 1999). Kandungan minyak biji mahoni lebih besar dari kandungan minyak biji jarak pagar yang sekitar 30 – 50% (Ong *et al.*, 2011). Komposisi asam lemak pada minyak biji mahoni adalah asam stearat (10,41%), asam palmitat (21,39%), asam oleat (64,62%) dan asam-asam lain (3,58%) (Okieimen *et al.*, 1999).

Aliyu *et al.*, (2012) melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni dengan katalis NaOH pada suhu 60°C dan waktu reaksi 30 menit. Mereka menghasilkan biodiesel yang memenuhi ASTM D 6751-06 standard sebagai biodiesel (B100). Radha dan Manikandan (2011) melakukan transesterifikasi minyak biji Neem (*Azadirachta indica*) yaitu pohon mahoni keluarga *Meliaceae* yang tumbuh di India dengan katalis NaOH. Mereka mendapatkan metil ester dengan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam. Damayanti dan Bariroh (2012), melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni. Mereka mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, katalis KOH 0,1 N, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI-04-7182-2006 (densitas 874,08 kg/m³, viskositas 3,07 mm²/s dan bilangan asam 0,5601 mg KOH/gr).

Secara umum pengolahan biodiesel (metil ester) dilakukan dengan proses konvensional. Proses konvensional untuk memproduksi biodiesel/FAME melibatkan ekstraksi minyak, pemurnian dan

transesterifikasi (Haas *et al.*, 2004). Kartika dkk (2009) melaporkan bahwa jika bahan baku biodiesel minyak dari biji, akan membebani 70% dari total biaya produksi.

Transesterifikasi in situ dapat menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan proses yang lebih efisien. Proses transesterifikasi in situ merupakan salah satu unit operasi terintegrasi yang terdiri dari ekstraktor (sebagai tempat terjadinya proses ekstraksi) dan reaktor (sebagai tempat terjadinya reaksi) yang berada dalam unit peralatan. Dalam proses transesterifikasi in situ, ekstraksi minyak serta esterifikasi dan/atau transesterifikasi dilakukan dalam satu langkah dimana alkohol berfungsi sebagai pelarut ekstraksi sekaligus sebagai reagent transesterifikasi selama proses transesterifikasi in situ berlangsung (Supardan *et al.*, 2014).

Transesterifikasi In Situ dengan Penambahan *Co-solvent*

Pada transesterifikasi in situ yang menjadi masalah adalah kelarutan minyak dalam metanol rendah sehingga akan membentuk reaksi dua fase, sedangkan katalis berada di fase metanol dan reaksi terjadi pada fase tersebut. Reaksi satu fase dapat dibentuk dengan menambahkan pelarut yang dapat meningkatkan kelarutan minyak yaitu *co-solvent*.

Zeng *et al.*, (2009) melakukan reaksi transesterifikasi in situ minyak biji bunga matahari menggunakan metanol dengan penambahan *co-solvent* DEM (*Diethoxymethane*). Mereka mendapatkan produk dengan 97,7% FAME dan 0,74% FFA pada rasio molar katalis:minyak = 0,5:1, rasio molar metanol:minyak = 101,39:1, rasio molar DEM:minyak = 57,85:1, kecepatan pengaduk 150 rpm, suhu reaksi 20°C dan waktu reaksi 13 menit. Shuit *et al.*, (2010) mendapatkan FAME dengan yield 99,8% dengan ukuran biji jarak pagar < 0,355 mm, *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam, rasio metanol: biji yaitu 7,5 ml/gr dan katalis H₂SO₄ 15%. Supardan dkk (2014) melakukan transesterifikasi in situ biji jarak pagar menggunakan kavitas hidrodinamik. Mereka mendapatkan biodiesel dengan yield 60% pada rasio volume methanol: biji 19 ml/gr, volume metanol 800 ml, suhu reaksi 50°C, waktu

reaksi 120 menit, katalis KOH 2 gr, kandungan air biji , 3%, ukuran biji 0,355 – 1,18 mm dan volume *co-solvent* n – heksan 95 ml. Kartika dkk (2012) mendapatkan biodiesel dengan yield 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, 0,075 mol/L KOH dalam metanol, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Boey *et al.*, (2011) melakukan transesterifikasi in situ CPO yang teradsorpsi pada SBC (*Spent Bleaching Clay*) dengan proses ultrasonic. Mereka mendapatkan yield metil ester 75,2% pada rasio mol metanol: minyak 150:1, massa SBC 2 gram, katalis KOH 20%, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 2 jam dan *co-solvent* petroleum eter 3 ml. Hincapie *et al.*, (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 300 rpm, massa *castor seed* 20 gram, katalis KOH 1%, molar rasio etanol:minyak 60:1, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Khang *et al.*, (2014) melakukan transesterifikasi in situ kopra dengan menggunakan campuran metanol dan THF. Mereka mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100g, rasio volume THF:metanol = 0,4, rasio molar metanol:minyak = 60:1 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 83,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak = 1:67,85 (Daryono dkk, 2014).

Hampir semua penelitian tersebut melakukan reaksi pada suhu tinggi, waktu reaksi relatif lama, bahan baku yang relatif sulit didapat/sebagai bahan baku minyak goreng dan yield metil ester yang tidak terlalu tinggi. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari kondisi proses yang lebih baik dan hemat energi yaitu reaksi pada suhu kamar, waktu reaksi yang lebih cepat dan bahan baku yang mudah didapat yaitu biji mahoni yang selama ini hanya sebagai limbah yang belum dimanfaatkan dan diharapkan didapatkan yield metil ester yang lebih tinggi.

Metode Penelitian

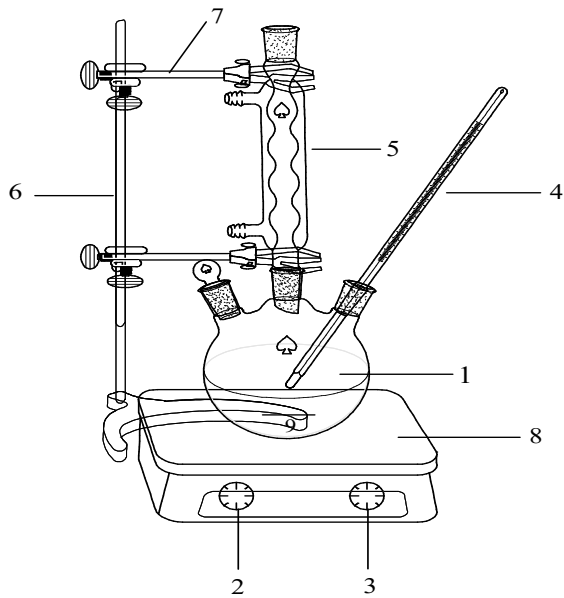
Variabel dan Kondisi Operasi

Variabel dan kondisi operasi meliputi bahan baku biji mahoni sebanyak 50 gram, % FFA minyak 1,42%, ukuran bahan +20/-30 mesh, kadar air bahan 0,8 %, katalis NaOH dengan rasio molar minyak:NaOH = 1 : 0,5, rasio molar minyak:metanol = 1:101,39, suhu reaksi pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$), kecepatan pengadukan 450 rpm, rasio molar minyak:THF = 1: 47,15 ; 1 : 57,85 dan 1 : 67,85 serta waktu reaksi 3, 8, 13, 18, dan 23 menit. Bahan penelitian utama yaitu biji mahoni yang didapatkan dari daerah Blitar. Reagen yang digunakan dalam penelitian meliputi metanol (MERCK, 99,9%), THF (MERCK, 99,8%) dan NaOH pellet (Riedel – de Haen, 99%). Reaksi dilakukan pada skala laboratorium menggunakan labu alas bulat berleher tiga dilengkapi pendingin balik, thermometer dan pengaduk magnetik. Suhu reaksi dijaga pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) menggunakan penangas air dan tekanan atmosferik.

Prosedur Percobaan

Memasukkan biji mahoni sebanyak 50 gram ke dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan melakukan reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni pada suhu kamar dengan penambahan *co-solvent* THF (*Tetrahydrofuran*) serta pengadukan dengan pengaduk magnetik dengan kecepatan 450 rpm. Mengambil sampel untuk keperluan analisa pada waktu reaksi 3, 8, 13, 18, dan 23 menit sebanyak 5 gram, kemudian memisahkan biji mahoni dengan hasil reaksi dengan kertas saring. Memisahkan hasil reaksi dengan distilasi pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ sampai tidak ada destilat yang menetes. Destilat merupakan metanol dan *co-solvent* sisa, sedangkan residu merupakan campuran dari metil ester, minyak, gliserol dan katalis. Memasukkan residu dalam corong pemisah selama ± 12 jam sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan bawah adalah gliserol dan katalis NaOH, sedangkan lapisan atas adalah metil ester dan minyak biji mahoni yang tidak bereaksi. Lapisan atas dianalisa konsentrasi metil oleatnya dengan menggunakan GC.

Diskripsi Peralatan



Keterangan:

1. Labu leher tiga
2. Tombol pengatur temperatur
3. Tombol pengatur kecepatan stirrer
4. Termometer
5. Pendingin balik
6. Penyangga
7. Statif
8. Hot plate
9. Magnetic Stirrer

Gambar 1. Reaktor Transesterifikasi In Situ

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian

Dari hasil analisis dan perhitungan didapatkan data konsentrasi metil oleat dan yield metil ester.

Tabel 2 Data konsentrasi metil oleat dan yield metil ester pada transesterifikasi in situ dengan katalis NaOH.

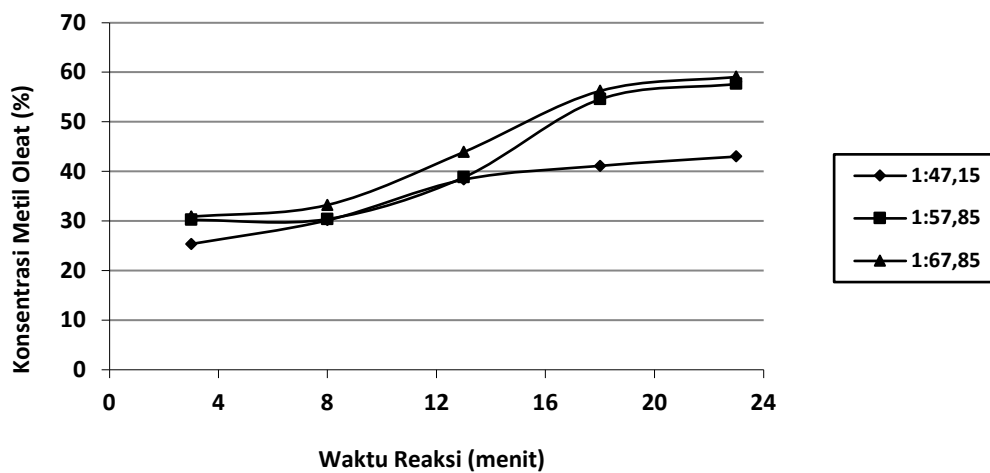
Ratio molar THF:minyak	Waktu reaksi (menit)	Berat metil ester (gram)	Konsentrasi metil oleat (%)	Yield metil ester (%)
47,15:1	3	0,7	25,36	47,99
	8	0,9	30,18	54,00
	13	1,5	38,36	62,83
	18	1,6	41,13	65,49
	23	2,1	43,03	67,23
	3	1	30,25	54,08
	8	0,9	30,39	54,25

57,85:1	13	1,3	38,82	63,28
	18	1,4	54,57	76,54
	23	2,3	57,67	78,72
	3	1,2	30,88	54,82
	8	1,4	33,26	57,51
1:67,85	13	1,7	43,92	68,02
	18	2,1	56,24	77,73
	23	3,3	59,10	79,69

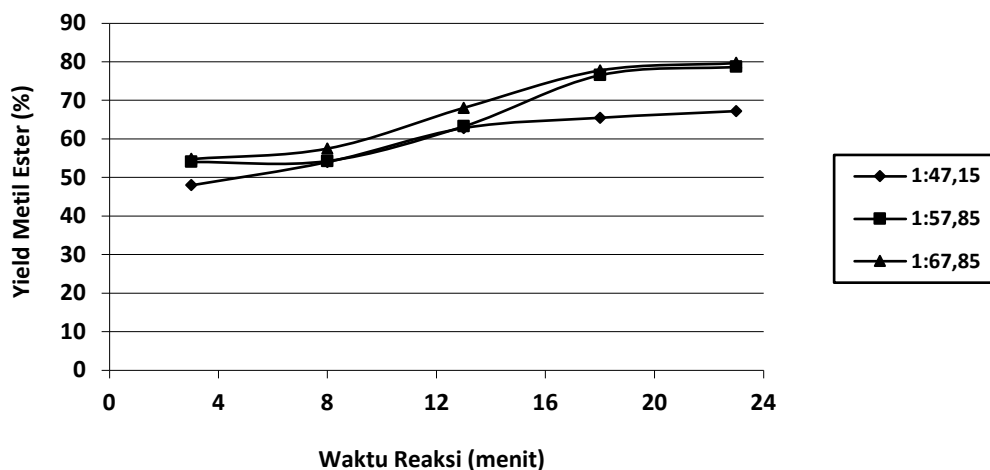
Tabel 3 Data pengaruh ratio molar THF:minyak terhadap % FFA dan densitas metil ester

Ratio molar THF:minyak	Yield metil ester (%)	% FFA	Densitas (g/cm³)
47,15:1	67,23	0,5488	-
57,85:1	78,72	0,5326	-
1:67,85	79,69	0,5004	0,8791

Gambar dan Pembahasan



Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:co-solvent terhadap



konsentrasi metil oleat (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:co-solvent terhadap yield metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Dari tabel 2 dapat dilihat bahwa semakin tinggi rasio molar THF:minyak dan semakin lama waktu reaksi akan didapatkan berat metil ester yang semakin besar. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan berat metil ester 3,3 gram.

Berdasarkan gambar 2 dan 3 juga dapat dilihat bahwa dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan konsentrasi metil oleat dan yield metil ester yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak FAME yang didapatkan karena semakin lama solvent atau pelarut mengekstrak minyak dari biji mahoni, maka minyak yang dihasilkan semakin banyak dalam proses transesterifikasi in situ. Dapat terlihat juga bahwa penambahan *co-solvent* THF dapat meningkatkan FAME yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Sehingga semakin banyak THF yang ditambahkan dapat meningkatkan kelarutan TG terhadap metanol dan reaksi berjalan semakin cepat dan metil ester yang dihasilkan semakin banyak. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan konsentrasi metil oleat 59,10% dan yield metil ester 79,69%.

Dari tabel 3 dapat dilihat bahwa semakin tinggi rasio molar THF:minyak dan yield metil ester yang didapatkan, maka % FFA akan semakin kecil. Hal ini karena dengan semakin banyaknya minyak yang membentuk metil ester akan semakin mengurangi minyak yang tidak bereaksi yang merupakan sumber terbentuknya FFA.

Perbandingan dengan penelitian terdahulu :

- Pada transesterifikasi minyak biji Neem (*Azadirachta indica*) yaitu pohon mahoni keluarga *Meliaceae* yang tumbuh di India, didapatkan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam (Radha dan Manikandan, 2011). Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi 79,69% (selisih 3,31%) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan reaksi pada suhu kamar.
- Transesterifikasi minyak biji mahoni mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, katalis KOH 0,1 N, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam. (Damayanti dan Bariroh, 2012). Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester

tertinggi 79,69% (selisih 7,23%) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan reaksi pada suhu kamar.

- Pada penelitian ini mendapatkan yield metil ester tertinggi 79,69% pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio mol minyak:THF = 1:67,85. Zeng *et al.*, 2009 mendapatkan yield metil ester tertinggi 97,7% pada waktu reaksi 13 menit, rasio molar minyak:THF=1:57,85 dengan bahan baku biji bunga matahari dan *co-solvent* DEM (*diethoxymethane*). Perbedaan ini disebabkan karena kelarutan DEM terhadap metanol dan minyak lebih tinggi dibanding THF (laju ekstraksi minyak DEM 95,85% dan THF 92,87%, Zeng *et al.*, 2009).
- Shuit *et al.*, (2010) mendapatkan yield metil ester $\pm 10\%$ pada waktu reaksi 1 jam untuk transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n – heksan, sehingga hasil penelitian ini lebih baik.
- Penelitian Supardan dkk (2014) yaitu transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan menggunakan kavitas hidrodinamik, mendapatkan yield biodiesel 60% pada suhu reaksi 50°C dan waktu reaksi 120 menit. Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 79,69% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan suhu reaksi pada suhu kamar.
- Kartika dkk (2012) mendapatkan yield biodiesel 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, 0,075 mol/L KOH dalam metanol, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 79,69% (selisih 9,31%) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi pada suhu kamar dan kecepatan pengadukan 450 rpm.
- Hincapie *et al.*, (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 300 rpm, massa *castor seed* 20 gram, katalis KOH 1%, molar rasio etanol:minyak 60:1, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Hasil

penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 79,69% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit.

- Khang *et al.*, (2014) mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100g, rasio volume THF:metanol = 0,4, rasio molar metanol:minyak = 60:1 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Hasil penelitian ini lebih baik, dimana yield metil ester tertinggi 79,69% didapatkan pada reaksi dengan suhu kamar dan waktu reaksi 23 menit.
- Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 83,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak = 1:67,85 (Daryono dkk, 2014). Hasil penelitian ini berbeda dimana yield metil ester tertinggi 79,69% didapatkan pada reaksi dengan suhu kamar dan waktu reaksi 23 menit. Hal ini karena kandungan minyak pada biji pepaya yang lebih tinggi yaitu 34,65% (Sammarphet, 2008) dibandingkan minyak pada biji mahoni yaitu 34,255% (Damayanti dan Bariroh, 2012).

KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian didapatkan kesimpulan yaitu :

- Konsentrasi metil oleat tertinggi 59,10% dan yield metil ester tertinggi 79,69% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio mol minyak:THF = 1:67,85.
- Semakin lama waktu reaksi dan semakin besar rasio molar minyak:*co-solvent* maka konsentrasi metil oleat dan yield metil ester semakin besar.
- Yield metil ester yang dihasilkan pada transesterifikasi in situ minyak biji mahoni dengan *co-solvent* jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses transesterifikasi minyak biji mahoni konvensional.
- Dari perbandingan dengan penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa *co-solvent* THF berperan lebih baik dalam pembentukan metil ester dibanding *co-solvent* n-heksan. Hal ini

karena THF bisa berperan sebagai pelarut yang bersifat polar (bisa melarutkan metanol) dan juga bisa bersifat non polar (bisa melarutkan minyak), dibanding n-heksan yang hanya bersifat non polar.

- Dari perbandingan dengan penelitian terdahulu juga dapat disimpulkan bahwa katalis basa menghasilkan yield metil ester yang lebih tinggi dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan katalis asam.
- Dari hasil analisa densitas metil ester didapatkan hasil 0,8791 g/cm³. Hasil ini memenuhi spesifikasi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³.

DAFTAR PUSTAKA

Aliyu, A., Lomsahaka, E., Hamza, A., (2012), Production of biodiesel via NaOH catalyzed transesterification of mahogany seed oil, *Adv. Appl. Sci. Res.*, 3, pp. 615 – 618.

Boocock, D.G.B., Konar, S.K., Mao, V., Sidi, H., (1996), Fast One-Phase Oil-Rich Process for The Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters, *Biomass Bioenergy*, 11 : 43-50.

Boey, P.L., Ganesan, S., Maniam, G.P., Ali, D.M.H., (2011), Ultrasound Aided In Situ Transesterification of Crude Oil Adsorbed on Spent Bleaching Clay, *Energy Conversion and Management*, 52, pp. 2081-2084.

Damayanti, A., Bariroh, S., (2012), Pengolahan Biji Mahoni (*Swietenia Macrophylla King*) Sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, Vol. 1, No.1, hal. 8 – 15.

Daryono, E.D., Hudha, M.I., Muyassaroh., (2014), Sintesa Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Reaksi Transesterifikasi In Situ Menggunakan *Co-solvent* THF (*Tetrahydrofuran*), *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Kimia FMIPA Unesa, pp. B-292 – B-300.

Eromosele, I.C., Eromosele, C.O., Innazo, P., Njerim, P., (1998), Studies on Some Seeds and Seed Oils, *Bioresource Technology*, 64, pp. 245 – 247.

Haas, M.J., Scott, K.M., Marmer, W.N., Foglia, T.A., (2004), In Situ Alkaline Transesterification: an Effective Method for The Production of Fatty Acid Esters from Vegetable Oils, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 81, pp. 83-89.

Hincapie, G., Mondragon, F., Lopez, D., (2011), Conventional and In Situ Transesterification of Castor Seed Oil for Biodiesel Production, *Fuel*, 90, pp. 1618-1623.

Kartika, I.A., Yuliani, S., Ariono, D., Sugiarto, (2009), Rekayasa Proses Produksi Biodiesel Berbasis Jarak (*Jatropha Curcas*) Melalui Transesterifikasi In Situ, *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB*, pp. 129-139.

Kartika, I.A., Yani, M., Ariono, D., Evon, P., Rigal, L., (2012), In Situ Transesterification of Oil-Containing *Jatropha Curcas* Seeds to Produce Biodiesel Fuel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol. 11, No. 1, hal. 41-49.

Khang, D.S., Razon, L.F., Madrazo, C.F., Tan, R.R., (2014), In situ transesterification of coconut oil using mixtures of methanol and tetrahydrofuran. *Chemical Engineering Research and Design*, 92, pp. 1512 – 1518.

Okieimen, F.E., Eromosele, C.O., (1999), Fatty acid composition of seed oil of *Khaya Senegalensis*, *Bioresource Technology*, 69, pp. 279 – 280.

Ong, H.C., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., Nurhasyima, R.S., (2011), Comparison of palm oil, *Jatropha curcas* and *Calophyllum inophyllum* for biodiesel : A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp. 3501 – 3515.

Peraturan Presiden Republik Indonesia Nomor 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional.

Radha, K.V., Manikandan, G., (2011), Novel Production of Biofuels From Neem Oil, *World Renewable Energy Congress*, Swedia, pp. 471 – 478.

Sammarphet, P., (2008), Investigation of The Papaya Seed Oil Properties for Development in to Edible Oil, *Master Tesis*, Mahidol University.

Shuit, S.H., Lee, K.T., Kamaruddin, A.H., Yusup, S., (2010), Reactive Extraction and In Situ of *Jatropha Curcas* L. Seeds for The Production of Biodiesel, *Fuel*, 89, pp. 527-530.

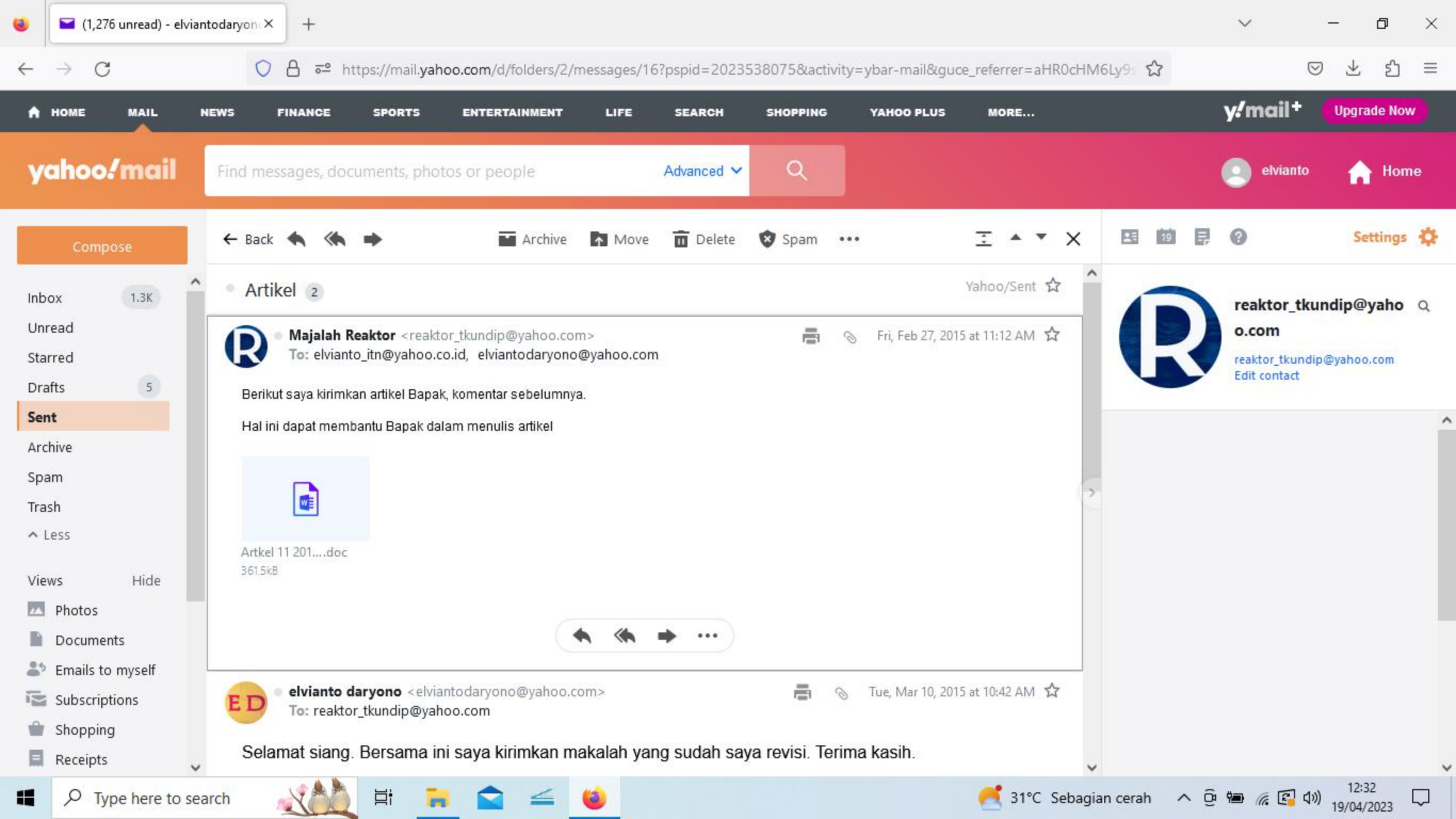
SNI 04 – 7182 – 2006, Badan Standarisasi Nasional.

Supardan, M.D., Satriana, Moulana, R., (2014), Transesterifikasi In Situ Biji Jarak Pagar Menggunakan Kavitas Hidrodinamik, *Agritech*, Vol. 34, No. 1, hal. 43-49.

Towaha, J., (2011), Biji Mahoni sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Majalah Semi Populer Tanaman Rempah dan Industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan, Vol.2, No. 6, hal. 23.

Undang – Undang Republik Indonesia Nomor 30 Tahun 2007 Tentang Energi.

Zeng, J., Wang, X., Zhao, B., Sun, J., Wang, Y., (2009), Rapid In Situ Transesterification of Sunflower Oil, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, pp. 850-856.



Compose

- Inbox 1.3K
- Unread
- Starred
- Drafts 5
- Sent**
- Archive
- Spam
- Trash
- Less
- Views Hide
- Photos
- Documents
- Emails to myself
- Subscriptions
- Shopping
- Receipts

Back Archive Move Delete Spam

Artikel 2 Yahoo/Sent

Majalah Reaktor <reaktor_tkundip@yahoo.com>
 To: elvianto_itn@yahoo.co.id, elviantodaryono@yahoo.com
 Fri, Feb 27, 2015 at 11:12 AM

Berikut saya kirimkan artikel Bapak, komentar sebelumnya.
 Hal ini dapat membantu Bapak dalam menulis artikel


 Artkel 11 201....doc
 361.5kB

elvianto daryono <elviantodaryono@yahoo.com>
 To: reaktor_tkundip@yahoo.com
 Tue, Mar 10, 2015 at 10:42 AM

Selamat siang. Bersama ini saya kirimkan makalah yang sudah saya revisi. Terima kasih.

reaktor_tkundip@yahoo.com
 reaktor_tkundip@yahoo.com
 Edit contact

**SINTESA BIODIESEL DARI MINYAK BIJI PEPAYA DENGAN REAKSI
TRANSESTERIFIKASI IN SITU MENGGUNAKAN CO-SOLVENT THF
(Tetrahydrofuran)
SYNTHESIS BIODIESEL FROM PAPAYA SEED OIL WITH IN SITU
TRANSESTERIFICATION REACTION USED CO-SOLVENT THF (Tetrahydrofuran)**

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengkaji efektifitas penggunaan co-solvent THF pada reaksi transesterifikasi in situ minyak biji pepaya sebagai solusi proses pembuatan biodiesel yang ekonomis, efektif dan efisien. Variabel dan kondisi operasi meliputi katalis NaOH, kecepatan pengadukan 150 rpm, suhu reaksi suhu kamar, rasio molar minyak:metanol = 1:101,39, rasio molar katalis:minyak = 0,5:1, % FFA minyak 0,5363%, waktu reaksi 3, 8, 13, 18, 23, 28 dan 33 menit serta rasio molar minyak:THF 1:47,15, 1:57,85 dan 1:67,85. Biji pepaya yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh sebanyak 250 gram dimasukkan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan ditambahkan metanol, THF dan katalis NaOH serta dilakukan reaksi sesuai dengan variabel dan kondisi operasi penelitian. Setelah reaksi selesai dipisahkan antara ampas dan filtratnya. Filtrat didistilasi pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ dan residu hasil distilasi dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama ± 12 jam agar terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas sebagai metil ester kemudian dianalisis konsentrasi metil esternya dengan GC. Dari data hasil penelitian didapatkan hasil terbaik pada rasio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan konsentrasi metil ester 71,46% dan yield metil ester 83,3575%. Densitas metil ester 0,8859 g/cm³ memenuhi Standar Biodiesel Indonesia yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³.

Kata kunci : biodiesel, co-solvent, minyak biji pepaya, transesterifikasi in situ

Abstract

The research aims to study effectivity usage co-solvent THF of in situ transesterification papaya seed oil as solution process making biodiesel that economist, effective and efficient. The research variables and operation conditions to include is catalyst NaOH, mixing speed is 150 rpm, reaction temperature is room temperatue, molar ratio oil:methanol = 1:101,39, molar ratio of catalyst:oil = 0,5:1, % FFA 0,5363%, time reactions is 3, 8, 13, 18 and 23 minutes and molar ratio of oil:THF is 1:47,15, 1:57,85 dan 1:67,85. Papaya seed after drying and grinding with size +20/-30 mesh amount 250 gram enter to three neck flash that complete with condenser and addition with methanol, THF, NaOH catalyst and treat reaction same with research variables and operation conditions. After reaction finish, filtrate and cake separates. Filtrate to distillation with temperature $\pm 70^{\circ}\text{C}$ and residue distillation enter to separate funnel and reside along ± 12 hours in order to formed 2 layer. Up layer is methyl ester then analysis methyl ester concentration with GC. From research data the best result is molar ratio of oil:THF = 1:67,85 and time reactions 23 minutes with methyl ester concentration 71,46% and yield 83,3575%. Density of methyl ester is 0,8859 g/cm³ was in accordance with the Indonesian Biodiesel Standard is 0,85 – 0,89 g/cm³.

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

Pendahuluan

Latar Belakang

Bahan bakar alternatif yang paling banyak menjadi perhatian akhir-akhir ini adalah biodiesel (metil ester). Biodiesel dihasilkan dari reaksi transesterifikasi minyak nabati atau hewani dengan

alkohol menggunakan katalis diantaranya katalis basa (umumnya KOH atau NaOH). Produksi biodiesel dari minyak tumbuhan (seperti minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar) terkendala karena minyak kelapa sawit digunakan untuk minyak goreng. **Sedang minyak jarak pagar bersifat racun serta perlu lahan luas untuk penanaman dan waktu yang relatif lama untuk pemanenan biji jarak pagar.** **Kalimat ini perlu dukungan pustaka**

Berdasarkan data Badan Pusat Statistik produksi pepaya tahun 2010 adalah 675.801 ton. Banyaknya penggunaan buah pepaya baik untuk konsumsi, kosmetik hingga kebutuhan sebagai bahan obat-obatan mengakibatkan banyaknya limbah biji pepaya dan hanya sebagian kecil yang digunakan sebagai bibit tanaman. Buah pepaya mengandung biji sekitar 15%. Kandungan minyak pada biji pepaya bervariasi antara 25,41% sampai 34,65% tergantung dari jenis buah (Sammarphet, 2008). Dengan asumsi kandungan minyak 30%, maka bisa dihasilkan minyak biji pepaya sebanyak 30.411,05 ton. **Angka-angka pada alenia diatas perlu diklarifikasi. Mis kandungan biji dalam buah papaya. Yang lebih mengherankan kandungan minyak pada biji papaya 30%. Mungkin ini pada biji kering. Nilai 30.411,05 ton minyak biji papaya, sungguh fantastis. Tapi kurang masuk akal.**

Minyak pada biji pepaya tidak dapat digunakan sebagai minyak goreng karena adanya senyawa *benzyl isothiocyanate* (Sammarphet, 2006). Biodiesel dari minyak biji pepaya memenuhi standard Philippine National Standard (PNS 2020:2003), American Society for Testing and Materials (ASTM D6751-08) dan European Standards (EN14214) (Charvet *et al.*, 2011).

Uraian diatas merupakan referensi utama (sebagai pembanding) dari naskah ini

Tabel 1 Komposisi Asam Lemak pada Minyak Biji Pepaya

Asam Lemak	% Berat
Asam Kaprat	14,83

Asam Laurat	5,34
Asam Miristat	8,71
Asam Miristoleat	2,07
Asam Palmitat	18,91
Asam Oleat	49,99
Asam Linoleat	0,99
Asam Arasidat	1,09
Asam Behenat	0,06

Sumber : Yuniwati dan Purwanti (2008) apakah pustaka ini menganalisis atau hanya menyajikan komposisi minyak biji pepaya yang ada di pustaka. Kalau demikian mestinya pustaka aslinya yang dicantumkan

Proses produksi biodiesel umumnya dilakukan melalui dua tahap yaitu tahap ekstraksi minyak dari bahan baku dan tahap transesterifikasi minyak menjadi biodiesel. Ekstraksi minyak nabati umumnya dilakukan secara mekanik menggunakan *expeller* atau *hydraulic press* yang kemudian diikuti oleh ekstraksi dengan n-heksana. Adapun transesterifikasi minyak nabati menjadi biodiesel umumnya dilakukan melalui proses transformasi kimia dengan menggunakan pereaksi metanol atau etanol dan katalisator asam atau basa. Kedua tahapan tersebut dilakukan secara terpisah dan diskontinyu, sehingga proses produksi biodiesel menjadi kurang efisien dan mengkonsumsi banyak energi. Selain itu, proses produksi minyak dari biji membebani 70% dari total biaya proses produksi biodiesel (Kartika dkk, 2009). Proses pemungutan minyak nabati sudah lazim dan bisa dikatakan sudah mapan prosesnya. Uraian diatas kurang mengena.

Transesterifikasi In Situ

Metode proses transesterifikasi in situ adalah metode dimana proses ekstraksi ditiadakan. Pada reaksi transesterifikasi in situ proses ekstraksi minyak dan reaksi transesterifikasi minyak menjadi biodiesel terjadi secara simultan dalam satu kali proses. Qian *et al.*, 2008 melakukan

transesterifikasi in situ minyak biji kapas dan mendapatkan konversi minyak menjadi biodiesel sebesar 98% dengan konsentrasi NaOH 0,1 mol/L, perbandingan molar pereaksi (metanol/minyak) 135:1, kadar air biji < 2%, ukuran partikel 0,3-0,335 mm, suhu dan waktu reaksi masing-masing 40°C dan 3 jam.

Kartika dkk, 2009 melakukan transesterifikasi in situ minyak biji jarak pagar pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 240 menit dan kecepatan pengadukan 800 rpm. Rendemen biodiesel tertinggi (71%) didapatkan pada kadar air 0,5% dan ukuran partikel bahan 35 mesh. Biodiesel yang dihasilkan mempunyai bilangan asam 0,27 mg KOH/gr dan viskositas < 3,5 cSt, serta memenuhi Standar Biodiesel Indonesia. Pada transesterifikasi in situ minyak biji kedelai dengan katalis basa (NaOH), Haas *et al.*, 2004 menghasilkan yield ester tertinggi pada suhu reaksi 60°C dengan perbandingan molar methanol/trigliserida/NaOH sebesar 226:1:1,6 dan waktu reaksi 8 jam. Didapatkan konversi 84% metil ester dari minyak yang terekstrak. Pada penelitian penulis sebelumnya yaitu transesterifikasi in situ minyak biji pepaya didapatkan konsentrasi metil ester 77,68% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 120 menit, kecepatan pengadukan 600 rpm dan ratio bahan:methanol = 20 g : 400 ml (Daryono, 2013).

Jika dilihat dari penelitian transesterifikasi in situ diatas, maka kekurangan dari metode transesterifikasi in situ adalah dibutuhkan suhu reaksi yang relatif masih tinggi (40-60°C), waktu reaksi relatif lama (120 menit sampai 8 jam), pengadukan yang relatif cepat (600-800 rpm) dan ratio bahan:methanol yang tinggi. Hal ini disebabkan karena kelarutan minyak dalam methanol yang sangat rendah.

Kajian diatas kalau ditulis secara komprehensif akan lebih bagus Bukan tulisan dari masing2 penulis → Qian *et al.*, 2008, Haas *et al.*, 2004, (Daryono, 2013

Mestinya pada saat bahas molar ratio, beberapa pustaka telah menyajikan dan membahas molar rasio shg bisa dibuat lebih bagus.

Transesterifikasi dengan *Co-solvent*

Co-solvent adalah bahan yang berfungsi untuk meningkatkan kelarutan minyak dalam methanol. Reaksi satu fasa dapat dibentuk dengan menambahkan *co-solvent*. *Co-solvent* sangat larut dalam alkohol, asam lemak dan trigliserida. Berdasarkan sifat dan nilai ekonomi, THF merupakan *co-solvent* yang paling baik karena murah, tidak beracun, tidak reaktif dan bertitik didih rendah sehingga mudah dipisahkan bersama methanol dan dapat *direcycle* kembali (Boocock *et al.*, 1996).

Rachmaniah dkk, 2009 dalam penelitiannya mendapatkan konsentrasi metil ester lebih tinggi dibandingkan transesterifikasi konvensional yaitu 98,42% pada ratio THF:methanol yaitu 2:1, molar ratio CPO:methanol = 1:6, katalis NaOH 0,5%-berat dan suhu reaksi 30°C. Pada penelitian penulis sebelumnya didapatkan konsentrasi metil ester tertinggi 94,79% pada ratio THF:methanol yaitu 2:1, molar ratio minyak jarak pagar:methanol = 1:6, waktu reaksi 10 menit, katalis NaOH 1,3% berat dan suhu reaksi pada suhu kamar (Muyassaroh, Daryono dan Hudha, 2012).

Kekurangan dari transesterifikasi dengan *co-solvent* dibandingkan dengan transesterifikasi in situ yaitu minyak nabati yang digunakan harus melalui *pretreatment* dahulu. Purifikasi dilakukan jika minyak yang digunakan *crude oil* yang masih mengandung banyak impurities. Reaksi esterifikasi juga harus dilakukan jika minyak mempunyai % FFA > 2%. Pada penelitian penulis sebelumnya didapatkan data pada minyak jarak pagar terdapat konsentrasi FFA = 7,54%. Untuk menurunkan FFA menjadi < 2% dilakukan reaksi esterifikasi dengan katalis H₂SO₄ pada suhu 30°C selama 60 menit (Daryono, 2010).

Alinea diatas sebaiknya ditulis ulang dan lebih komprehensif, Kalimat: Pada penelitian penulis sebelumnya, sebaiknya ditulis pustakanya Misalnya... Anu dkk (2013)

Transesterifikasi In Situ dengan Penambahan *Co-solvent*

Zeng *et al.*, (2009) melakukan reaksi transesterifikasi in situ minyak biji bunga matahari menggunakan metanol dengan penambahan *co-solvent* DEM (*Diethoxymethane*). Mendapatkan produk dengan 97,7% FAME dan 0,74% FFA pada rasio molar katalis:minyak = 0,5:1, rasio molar metanol:minyak = 101,39:1, rasio molar DEM:minyak = 57,85:1, kecepatan pengaduk 150 rpm, suhu reaksi 20°C dan waktu reaksi 13 menit. Shuit *et al.*, (2010) mendapatkan yield FAME 99,8% dengan ukuran biji jarak pagar < 0,355 mm, *co-solvent* n – heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam, rasio metanol: biji yaitu 7,5 ml/gr dan katalis H₂SO₄ 15%. Pada transesterifikasi in situ biji jarak pagar menggunakan kavitas hidrodinamik, Supardan dkk (2014) mendapatkan yield biodiesel 60% pada rasio volume methanol:biji 19 ml/gr, volume methanol 800 ml, suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 120 menit, katalis KOH 2 gr, kandungan air biji , 3%, ukuran biji 0,355 – 1,18 mm dan volume *co-solvent* n – heksan 95 ml. Kartika dkk (2012) mendapatkan yield biodiesel 89% pada rasio methanol:biji jarak pagar 6:1, 0,075 mol/L KOH dalam methanol, rasio n-heksan:methanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Boey *et al.*, (2011) melakukan transesterifikasi in situ CPO yang teradsorpsi pada SBC (*Spent Bleaching Clay*) dengan proses ultrasonik, mendapatkan yield metil ester 75,2% pada rasio mol methanol: minyak 150:1, massa SBC 2 gram, katalis KOH 20%, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 2 jam dan *co-solvent* petroleum eter 3 ml. Hincapie *et al.*, (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 300 rpm, massa *castor seed* 20 gram, katalis KOH 1%, molar rasio etanol:minyak 60:1, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak.

Hampir semua penelitian tersebut melakukan reaksi pada suhu tinggi, waktu reaksi relatif lama, bahan baku yang relatif sulit didapat/sebagai bahan baku minyak goreng dan yield metil ester yang tidak terlalu tinggi. Sehingga tujuan dari penelitian ini adalah untuk mencari kondisi proses yang lebih baik dan hemat energi yaitu reaksi pada suhu kamar, waktu reaksi yang lebih cepat

bahan baku yang mudah didapat yaitu biji pepaya yang selama hanya sebagai limbah, dan diharapkan didapatkan yield metil ester yang lebih tinggi.

Alinea diatas ditulis ulang dan lebih komprehensif

Metode Penelitian

Bahan baku dengan spesifikasinya yang diperlukan dalam penelitian ini

Alat yang digunakan

Prosedur percobaan

Variabel dan Kondisi Operasi Alineai ini tidak perlu tapi dirangkum dalam Metode penelitian diatas

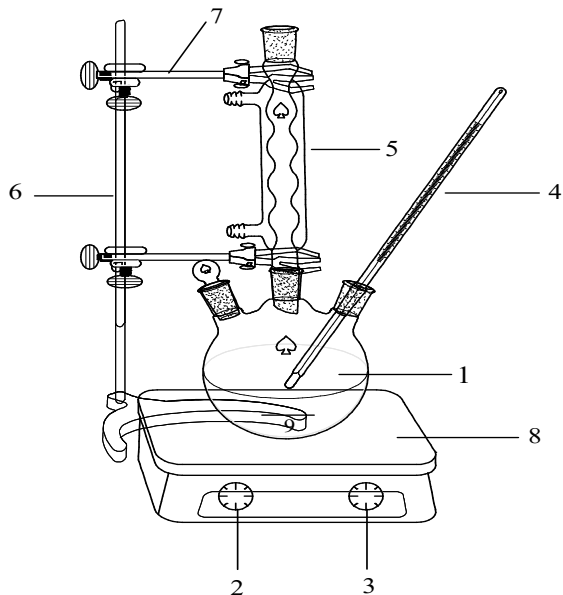
Variabel dan kondisi operasi meliputi bahan baku biji pepaya jenis pepaya semangka sebanyak 250 gram, FFA minyak 0,5363%, ukuran bahan +20/-30 mesh, kadar air bahan 0,4 %, katalis NaOH dengan rasio molar minyak:NaOH = 1 : 0,5, rasio molar minyak:methanol = 1:101,39, suhu reaksi pada suhu kamar, kecepatan pengadukan 150 rpm, rasio molar minyak:THF = 1: 47,15 ; 1 : 57,85 dan 1 : 67,85 serta waktu reaksi 3, 8, 13, 18 dan 23 menit. Bahan penelitian utama yaitu biji pepaya jenis pepaya semangka dari daerah Malang. Reagen yang digunakan dalam penelitian meliputi methanol (MERCK, 99,9%), THF (MERCK, 99,8%) dan NaOH pellet (Riedel – de Haen, 99%). Reaksi dilakukan pada skala laboratorium menggunakan labu alas bulat berleher tiga dilengkapi pendingin balik, thermometer dan pengaduk magnetik. Suhu reaksi dijaga pada suhu kamar ($\pm 30^{\circ}\text{C}$) menggunakan penangas air dan tekanan atmosferik.

Prosedur Percobaan

Memasukkan biji pepaya sebanyak 250 gram ke dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan melakukan reaksi transesterifikasi in situ minyak biji pepaya pada suhu kamar dengan penambahan *co-solvent* THF (*Tetrahidrofuran*) serta pengadukan dengan pengaduk magnetik dengan kecepatan 150 rpm. Mengambil sampel untuk keperluan analisa pada waktu reaksi 3, 8, 13, 18 dan 23 menit sebanyak 25 ml, kemudian memisahkan biji pepaya dengan hasil reaksi

dengan kertas saring. Memisahkan hasil reaksi dengan distilasi pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ sampai tidak ada destilat yang menetes. Destilat merupakan metanol dan *co-solvent* sisa, sedangkan residu merupakan campuran dari metil ester, minyak, gliserol dan katalis. Memasukkan residu dalam corong pemisah selama ± 12 jam sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan bawah adalah gliserol dan katalis NaOH, sedangkan lapisan atas adalah metil ester dan minyak biji pepaya yang tidak bereaksi. Lapisan atas dianalisa konsentrasi metil esternya dengan menggunakan GC.

Diskripsi Peralatan Mestinya sebelum prosedur



Keterangan:

1. Labu leher tiga
2. Tombol pengatur temperatur
3. Tombol pengatur kecepatan stirrer
4. Termometer
5. Pendingin balik
6. Penyangga
7. Statif
8. Hot plate
9. Magnetic Stirrer

Gambar 1.Reaktor Transesterifikasi In Situ

Hasil dan Pembahasan

Hasil Penelitian Perlu disampaikan dulu definisi yield, pengertian konsentrasi methyl ester. Konsentrasi dimana? Hasil reaksi? Atau setelah dipisahkan?

Hasil sebaiknya disajikan dalam satu bentuk Tabel atau Gambar saja, bukan keduanya

Dari hasil analisis dan perhitungan didapatkan data konsentrasi dan yield metil ester.

Tabel 2 Data konsentrasi dan yield metil ester pada transesterifikasi dengan katalis NaOH.

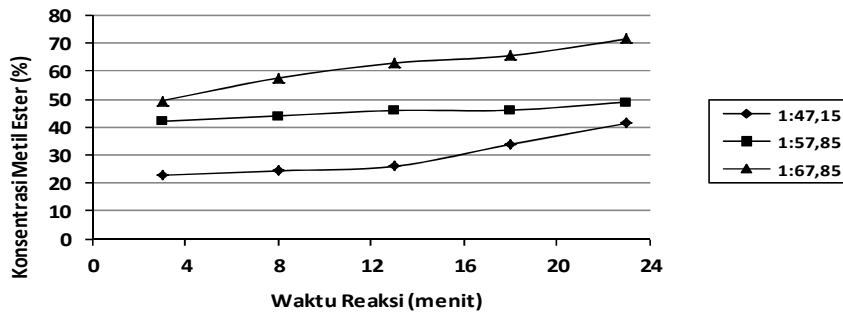
Ratio molar	Waktu reaksi	Berat metil	Konsentrasi	Yield metil
THF:minyak	(menit)	ester (gram)	metil ester (%)	ester (%)

	3	5,6	22,75	37,0719
	8	7,5	24,32	39,1296
47,15:1	13	9,3	25,89	41,3600
	18	10	33,77	50,4946
	23	13,6	41,30	58,4620
57,85:1	3	6	42,02	59,1796
	8	8,1	43,96	61,0773
	13	10,2	45,90	62,9245
	18	11,6	46,01	63,0277
	23	13,2	48,90	65,6862
1:67,85	3	7,2	49,40	66,1357
	8	10	57,49	73,0118
	13	11	62,85	77,1911
	18	12,5	65,51	79,1647
	23	14,7	71,46	83,3575

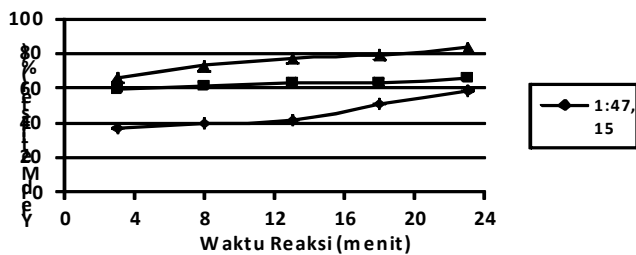
Tabel 3 Data pengaruh ratio molar THF:minyak terhadap % FFA dan densitas metil ester:

Ratio molar THF:minyak	Yield (%)	% FFA	Densitas (gr/cm ³)
47,15:1	60,9962	0,5750	-
57,85:1	68,4542	0,5233	-
1:67,85	84,7685	0,4370	0,8859

Gambar dan Pembahasan



Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:co-solvent terhadap konsentrasi metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji pepaya



Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:co-solvent terhadap yield metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji pepaya

Dari gambar 2 dapat dilihat bahwa dari berbagai ratio molar minyak:THF dan waktu reaksi didapatkan bahwa semakin lama waktu reaksi dan semakin tinggi ratio molar minyak:THF, maka semakin banyak konsentrasi metil ester yang didapatkan. Hal ini karena dengan semakin lama co-solvent dan metanol mengekstrak minyak dari biji pepaya maka semakin banyak minyak yang terekstrak sehingga semakin banyak pula metil ester yang terbentuk dari reaksi transesterifikasi

in situ. Begitu juga dengan semakin tingginya rasio minyak:*co-solvent* maka semakin banyak minyak yang terekstrak sehingga semakin banyak pula metil ester yang terbentuk dari reaksi transesterifikasi in situ. Fungsi THF sebagai *co-solvent* adalah meningkatkan kelarutan metanol terhadap minyak biji pepaya sehingga akan meningkatkan laju ekstraksi minyak dan pada akhirnya akan meningkatkan laju reaksi pembentukan metil ester itu sendiri. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan konsentrasi metil ester 71,46%.

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa dari berbagai ratio molar minyak:THF dan waktu reaksi didapatkan bahwa semakin lama waktu reaksi maka semakin tinggi yield metil ester yang didapatkan. Hal ini karena dengan semakin lama *co-solvent* dan metanol mengekstrak minyak dari biji pepaya maka semakin banyak minyak untuk reaksi transesterifikasi in situ. Begitu juga dengan semakin tingginya rasio minyak:*co-solvent* maka semakin tinggi yield metil ester yang didapatkan. Fungsi THF sebagai *co-solvent* adalah meningkatkan kelarutan metanol terhadap minyak biji pepaya sehingga akan meningkatkan laju ekstraksi minyak dan pada akhirnya akan meningkatkan laju reaksi pembentukan metil ester itu sendiri. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan yield metil ester 83,3575%.

Pembahasan perlu diperdalam bukan hanya laporan hasil percobaan. Termasuk keunggulan proses dengan co solvent sebaiknya ditonjolkan. Perlu penjelasan dengan co solven perbandingan alcohol dengan minyak jauh lebih besar dari pada transesterifikasi conventional. Tambahan lagi untuk pemisahan co solven yang jumlahnya cukup banyak perlu proses penguapan. Pada hal pada pemisahan hasil dilakukan dengan distilasi. Apakah kebutuhan energy tidak jauh lebih besar??? Mengingat panas latent adalah panas yang nilainya cukup besar persatuan massa.

Charvet, C.T.S.P., Duya, M.R.J.V., Miller, A.V.G., Razon, L.F., (2011), Evaluation of The Biodiesel Fuel Properties of Fatty Acid Methyl Esters from Carica Papaya L, *The Philippine Agricultural Scientist*, 94, pp. 88-92.

Kenapa pustakan diatas tidak digunakan dalam perbandingan hasil ataupun dalam pembahasan

Perbandingan dengan penelitian terdahulu :

- Yield metil ester tertinggi adalah 84,7685% pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio mol minyak:THF = 1:67,85. Hasil ini berbeda dengan penelitian Zeng *et al.*, 2009 dengan bahan baku biji bunga matahari dengan *co-solvent* DEM (*diethoxymethane*) didapatkan yield metil ester tertinggi 97,7% pada waktu reaksi 13 menit dan rasio molar minyak:THF=1:57,85. Hal ini karena kelarutan DEM terhadap metanol dan minyak lebih tinggi dibanding THF.
- Shuit *et al.*, (2010) hanya mendapatkan yield metil ester $\pm 10\%$ pada waktu reaksi 1 jam untuk transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n – heksan, sehingga hasil penelitian ini lebih baik.
- Penelitian Supardan dkk (2014) yaitu transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n – heksan menggunakan kavitasi hidrodinamik, mendapatkan yield biodiesel 60% pada suhu reaksi 50°C dan waktu reaksi 120 menit. Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 84,7685% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan suhu reaksi pada suhu kamar.
- Kartika dkk (2012) mendapatkan yield biodiesel 89% pada rasio methanol:biji jarak pagar 6:1, 0,075 mol/L KOH dalam methanol, rasio n-heksan:methanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 84,7685% (selisih hanya 4,2315%) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi pada suhu kamar dan kecepatan pengadukan 150 rpm.
- Hincapie *et al.*, (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 300 rpm, massa *castor seed* 20 gram, katalis KOH 1%, molar rasio etanol:minyak 60:1, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 84,7685% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi pada suhu kamar dan kecepatan pengadukan 150 rpm.

- Uraian diatas mestinya komprehensif, jangan sepotong2 tiap pustaka. Misalnya tentang rasio minyak dengan co-solvent dibahas hasil penelitian ini dengan masing2 pustaka secara bersama. Bila ada perbedaan hasil kenapa demikian????

KESIMPULAN

Dari data hasil penelitian didapatkan kesimpulan yaitu :

- Konsentrasi metil ester tertinggi 71,46% dan yield metil ester tertinggi 83,3575% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio mol minyak:THF = 1:67,85.
- Semakin lama waktu reaksi dan semakin besar rasio molar minyak:co-solvent maka konsentrasi dan yield metil ester semakin besar.
- Dari perbandingan dengan penelitian terdahulu dapat disimpulkan bahwa co-solvent THF berperan lebih baik dalam pembentukan metil ester dibanding co-solvent n-heksan. Hal ini karena THF bisa berperan sebagai pelarut yang bersifat polar (bisa melarutkan methanol) dan juga bisa bersifat non polar (bisa melarutkan minyak), dibanding n-heksan yang hanya bersifat non polar.
- Dari hasil analisa densitas metil ester yang dilakukan didapatkan hasil 0,8859 g/cm³. Hasil ini memenuhi spesifikasi Standar Biodiesel Indonesia RSNI EB 020551 yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih kepada Ditlitabmas Ditjen Dikti yang telah memberikan dana Penelitian Hibah Bersaing untuk tahun anggaran 2014 sehingga penelitian ini bisa terlaksana dengan baik.

DAFTAR PUSTAKA

Badan Pusat Statistik Republik Indonesia 2010

Boocock, D.G.B., Konar, S.K., Mao, V., Sidi, H., (1996), Fast One-Phase Oil-Rich Process for The Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters, *Biomass Bioenergy*, 11 : 43-50.

Boey, P.L., Ganesan, S., Maniam, G.P., Ali, D.M.H., (2011), Ultrasound Aided In Situ Transesterification of Crude Oil Adsorbed on Spent Bleaching Clay, *Energy Conversion and Management*, 52, pp. 2081-2084.

Charvet, C.T.S.P., Duya, M.R.J.V., Miller, A.V.G., Razon, L.F., (2011), Evaluation of The Biodiesel Fuel Properties of Fatty Acid Methyl Esters from Carica Papaya L, *The Philippine Agricultural Scientist*, 94, pp. 88-92.

Daryono, E.D., (2010), Esterifikasi Minyak Jarak Pagar dengan Katalis H₂SO₄ dan Adsorben Natrium Sulfat, *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Kimia FMIPA Unesa.

Daryono, E.D., (2013), Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Transesterifikasi InSitu, *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 8, No. 1, pp. 7-11.

Georgogianni, K.G., Kontominas, M.G., Pomonis, P.J., Avlonitis, D., Gergis, V., (2008), Conventional and In Situ Transesterification Of Sunflower Seed Oil For The Production of Biodiesel, *Fuel Processing Technology*, 89, pp. 503-509.

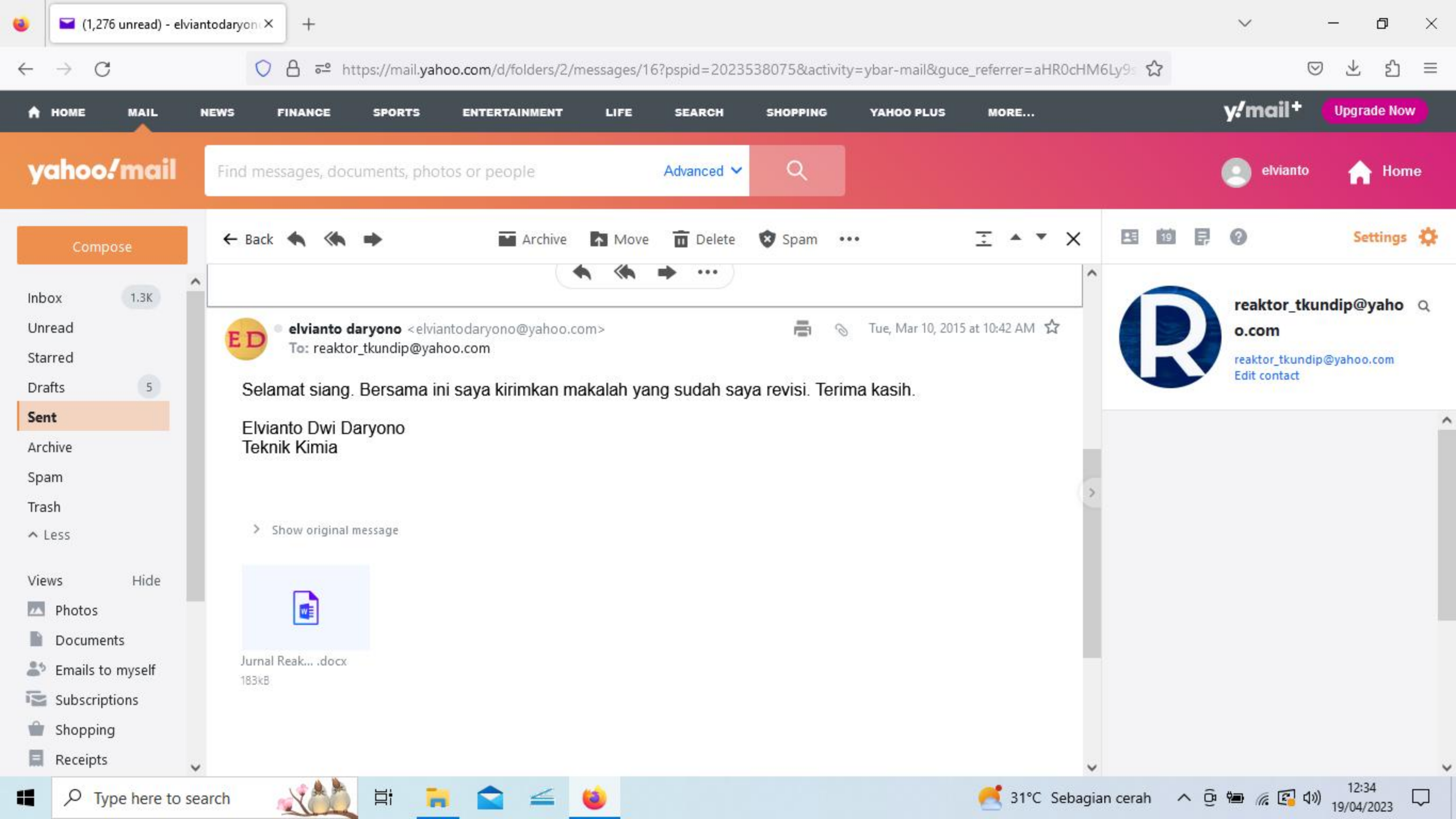
Haas, M.J., Scott, K.M., Marmer, W.N., Foglia, T.A., (2004), In Situ Alkaline Transesterification: an Effective Method for The Production of Fatty Acid Esters from Vegetable Oils, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 81, pp. 83-89.

Haas, M.J., McAloon, A.J., Yee, W.C., Foglia, T.A., (2006), A Process Model to Estimate Biodiesel Production Costs. *Bioresour. Technol*, 97, 671.

Hincapie, G., Mondragon, F., Lopez, D., (2011), Conventional and In Situ Transesterification of Castor Seed Oil for Biodiesel Production, *Fuel*, 90, pp. 1618-1623.

Kartika, I.A., Yuliani, S., Ariono, D., Sugiarto, (2009), Rekayasa Proses Produksi Biodiesel Berbasis Jarak (*Jatropha Curcas*) Melalui Transesterifikasi In Situ, *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB*, pp. 129-139.

- Kartika, I.A., Yani, M., Ariono, D., Evon, P., Rigal, L., (2012), In Situ Transesterification of Oil-Containing *Jatropha Curcas* Seeds to Produce Biodiesel Fuel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol. 11, No. 1, hal. 41-49.
- Mahajan, Sonam, Konar, S.K., Boocock., D.G.B., (2006), Standard Biodiesel from Soybean Oil by a Single Chemical Reaction, *JAOCS*, 83 : 641-645.
- Muyassaroh, Daryono, E.D., Hudha, M.I., (2012), Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar dengan Variasi Penambahan *Co-solvent* dan Waktu Reaksi, *Jurnal Teknik Kimia*, Volume 7, No. 1, pp. 8-11.
- Qian, J., Wang, F., Liu, S., Yun, Z., (2008), In Situ Alkaline Transesterification Of Cotton Seed Oil for Production of Biodiesel and Non Toxic Cotton Seed Meal, *Bioresource Technology*, 99, pp. 9009 – 9012.
- Rachmaniah, O., Baidawi, A., Latif, I., (2009), Produksi Biodiesel Berkemurnian Tinggi dari *Crude Palm Oil* (CPO) dengan Tetrahidrofuran-*Fast Single-Phase Process*, *Reaktor*, 12, pp. 166-174.
- Sammarphet, P., (2006), Investigation of The Papaya Seed Oil Properties for Development in to Edible Oil, *Master Tesis*, Mahidol University.
- Shuit, S.H., Lee, K.T., Kamaruddin, A.H., Yusup, S., (2010), Reactive Extraction and In Situ of *Jatropha Curcas* L. Seeds for The Production of Biodiesel, *Fuel*, 89, pp. 527-530.
- Supardan, M.D., Satriana, Moulana, R., (2014), Transesterifikasi In Situ Biji Jarak Pagar Menggunakan Kavitas Hidrodinamik, *Agritech*, Vol. 34, No. 1, hal. 43-49.
- Yuniwati, M., Purwanti, A., (2008), Optimasi Kondisi Proses Ekstraksi Minyak Biji Pepaya, *Jurnal Teknologi Technoscientia*, Vol. 1 No. 1, pp. 78 – 84.
- Zeng, J., Wang, X., Zhao, B., Sun, J., Wang, Y., (2009), Rapid In Situ Transesterification of Sunflower Oil, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, 860-856.



yahoo!mail

Find messages, documents, photos or people Advanced

elvianto Home

Compose

- Inbox 1.3K
- Unread
- Starred
- Drafts 5
- Sent**
- Archive
- Spam
- Trash
- Less
- Views Hide
- Photos
- Documents
- Emails to myself
- Subscriptions
- Shopping
- Receipts

Back Archive Move Delete Spam



elvianto daryono <elviantodaryono@yahoo.com>
To: reaktor_tkundip@yahoo.com

Tue, Mar 10, 2015 at 10:42 AM

Selamat siang. Bersama ini saya kirimkan makalah yang sudah saya revisi. Terima kasih.

Elvianto Dwi Daryono
Teknik Kimia

Show original message



Jurnal Reak... .docx
183kB



reaktor_tkundip@yahoo.com
o.com
reaktor_tkundip@yahoo.com
Edit contact

**PROSES PRODUKSI METIL ESTER DARI MINYAK BIJI
MAHONI DENGAN TRANSESTERIFIKASI IN SITU
MENGUNAKAN CO-SOLVENT
THF (TETRAHYDROFURAN)**

**PRODUCTION PROCESS OF METHYL ESTER FROM
MAHOGANY SEED OIL WITH IN SITU
TRANSESTERIFICATION USING CO-SOLVENT
THF (TETRAHYDROFURAN)**

Elvianto Dwi Daryono^{*)}, Adrianus Chrisantus Rengga, Imaniar Safitri

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, Institut Teknologi Nasional Malang
Jl. Bendungan Sigura-gura No. 2 Malang, 65145, Telp/Faks : (0341)551431/553015

^{*)} email : elvianto_itn@yahoo.co.id

Abstrak

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengkaji efektifitas penggunaan co-solvent THF pada reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni. Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh sebanyak 50 gram dimasukkan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan ditambahkan metanol, THF dan katalis NaOH serta dilakukan reaksi sesuai dengan variabel dan kondisi operasi penelitian. Setelah reaksi selesai dipisahkan antara ampas dan filtratnya. Filtrat didistilasi pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ dan residu hasil distilasi dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama ± 12 jam agar terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas sebagai metil ester kemudian dianalisis konsentrasi metil oleatnya dengan GC. Dari data hasil penelitian didapatkan hasil terbaik pada rasio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan konsentrasi metil oleat 59,10% dan yield metil ester 79,69%. Densitas metil ester 0,8791 g/cm³ memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³.

Kata kunci : biodiesel, co-solvent, minyak biji mahoni, transesterifikasi in situ

Abstract

The purpose of this research was to assess the effectiveness of the use of co-solvent THF for in situ transesterification reaction mahogany seed oil Mahogany seeds that have been dried and pulverized size +20/-30 mesh as much as 50 grams included in the three-neck flask equipped condenser and added methanol, THF and catalyst NaOH and the reaction carried out in accordance with the variables and operating conditions. After the reaction is complete, the filtrate and cake was separated. The filtrate is distilled at a temperature of $\pm 70^{\circ}\text{C}$ and the residue distilled included in the separating funnel and allowed to stand for ± 12 hours in order to form two layers. The top layer as methyl esters were analyzed by GC to concentrations of methyl oleate. From the research data obtained the best results at a molar ratio of oil: THF = 1: 67.85 and reaction time 23 minutes with methyl oleate concentration of 59.10% and yield methyl ester of 79.69%. Methyl ester density 0.8791 g/cm³ meet SNI 04-7182-2006 from 0.85 to 0.89 g/cm³.

Keywords : biodiesel, co-solvent, in situ transesterification, mahogany seed oil

Pendahuluan

Latar Belakang

Energi terbarukan sangat dibutuhkan dewasa ini, terutama dalam hal kebutuhan energi bahan bakar. Bahan baku bahan bakar selama ini yang digunakan adalah bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Pasokan bahan baku yang semakin menipis inilah yang melatarbelakangi

diadakan penelitian dan pengembangan untuk sumber-sumber energi terbarukan (*renewable*). Sumber energi terbarukan tersebut diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan kebutuhan yang semakin meningkat. Salah satu kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat adalah bahan bakar solar. Kebutuhan solar Indonesia dari tahun ke tahun terus naik, pada tahun 1996-1997 sebesar 19,3 miliar liter, tahun 1997-1998 sebesar 22,2 miliar liter, tahun 1999-2000 impor BBM sebesar 31,707 miliar liter dan pada tahun 2007-2015 kebutuhan solar 19,3 miliar liter (Kompas 18 Maret 2002 dalam Susilo, 2006). Peningkatan ini akan terus terjadi setiap tahunnya seiring dengan pengembangan teknologi yang semakin maju dan jumlah penduduk yang semakin bertambah.

Pemerintah melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, menetapkan pada tahun 2025 peran minyak bumi sebagai energi akan dikurangi dari 52% saat ini menjadi kurang dari 20%. Pada tahun tersebut diharapkan energi alternatif bisa menyuplai 17% kebutuhan energi nasional, termasuk di dalamnya *biofuel* atau Bahan Bakar Nabati (BBN) ikut memasok sekitar 5% (Hambali dkk, 2007).

Biodiesel merupakan suatu energi alternatif yang telah dikembangkan secara luas untuk mengurangi ketergantungan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM). Biodiesel adalah metil ester asam lemak yang dihasilkan dari proses kimia antara minyak nabati dan alkohol. Produksi biodiesel dari minyak tumbuhan (seperti minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar) terkendala karena minyak kelapa sawit digunakan untuk minyak goreng. Beberapa komponen dalam minyak jarak pagar bersifat racun (Martinez-Herrera *et al.*, 2006), serta perlu lahan luas untuk penanaman dan waktu yang relatif lama untuk pemanenan biji jarak pagar (Ariza-Montobbio and Lele, 2010).

Salah satu alternatif bahan baku yang cukup menjanjikan adalah minyak biji mahoni. Biji mahoni selama ini belum dimanfaatkan dan hanya sebagai limbah yang mengotori jalanan. Penanaman mahoni di Indonesia cukup luas, dimana pada umumnya penanaman mahoni yang

luas dikelola oleh Perum Perhutani yang mengelola sekitar 116.282 ha di Jawa, Sumatera dan Sulawesi. Adapun sekitar belasan ribu hektar dikelola oleh Pemda sebagai tanaman peneduh jalan-jalan di banyak kota besar. Dengan luasan tersebut, selain berpotensi sebagai penghasil kayu, pohon reboisasi/penghijauan serta peneduh jalan dan dengan produksi biji mencapai 4-8 kg/pohon/tahun, biji mahoni dengan kandungan minyak yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel (Towaha, 2011).

Biji mahoni jenis *Khaya Senegalensis* mengandung minyak sekitar 52,5%, tidak mengandung asam lemak esensial sehingga tidak mempunyai nilai nutrisi dan merupakan minyak non pangan (Eromosele *et al.*, 1998 ; Okieimen *et al.*, 1999). Kandungan minyak biji mahoni lebih besar dari kandungan minyak biji jarak pagar yang sekitar 30 – 50% (Ong *et al.*, 2011). Komposisi asam lemak pada minyak biji mahoni adalah asam stearat (10,41%), asam palmitat (21,39%), asam oleat (64,62%) dan asam-asam lain (3,58%) (Okieimen *et al.*, 1999).

Beberapa penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak biji mahoni telah dilakukan. Aliyu *et al.*, (2012) melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni sebanyak 15 cm³ dengan katalis NaOH pelet 0,1648 gram dan metanol 42 cm³ pada suhu 60°C dan waktu reaksi 30 menit. Mereka menghasilkan biodiesel yang memenuhi ASTM D 6751-06 standard sebagai biodiesel (B100). Radha dan Manikandan (2011) melakukan transesterifikasi minyak biji Neem (*Azadirachta indica*) yaitu pohon mahoni keluarga *Meliaceae* yang tumbuh di India dengan katalis NaOH. Mereka mendapatkan metil ester dengan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam. Damayanti dan Bariroh (2012), melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni. Mereka mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, katalis KOH 0,1 N, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI-04-7182-2006 (densitas 874,08 kg/m³, viskositas 3,07 mm²/s dan bilangan asam 0,5601 mg KOH/gr).

Secara umum pengolahan biodiesel (metil ester) dilakukan dengan proses konvensional. Proses konvensional untuk memproduksi biodiesel/FAME melibatkan ekstraksi minyak, pemurnian dan transesterifikasi (Haas *et al.*, 2004). Kartika dkk (2009) melaporkan bahwa jika bahan baku biodiesel minyak dari biji, akan membebani 70% dari total biaya produksi.

Transesterifikasi in situ dapat menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan proses yang lebih efisien. Proses transesterifikasi in situ merupakan salah satu unit operasi terintegrasi yang terdiri dari ekstraktor (sebagai tempat terjadinya proses ekstraksi) dan reaktor (sebagai tempat terjadinya reaksi) yang berada dalam unit peralatan. Dalam proses transesterifikasi in situ, ekstraksi minyak serta esterifikasi dan/atau transesterifikasi dilakukan dalam satu langkah dimana alkohol berfungsi sebagai pelarut ekstraksi sekaligus sebagai reagen transesterifikasi selama proses transesterifikasi in situ berlangsung (Supardan *et al.*, 2014).

Pada transesterifikasi in situ yang menjadi masalah adalah kelarutan minyak dalam metanol rendah sehingga akan membentuk reaksi dua fase, sedangkan katalis berada di fase metanol dan reaksi terjadi pada fase tersebut. Dengan menambahkan pelarut yaitu *co-solvent*, akan meningkatkan kelarutan minyak pada metanol sehingga akan membentuk reaksi satu fase.

Zeng *et al.*, (2009) melakukan reaksi transesterifikasi in situ minyak biji bunga matahari menggunakan metanol dengan penambahan *co-solvent* DEM (*Diethoxymethane*). Mereka mendapatkan produk dengan 97,7% FAME dan 0,74% FFA pada rasio molar katalis:minyak = 0,5:1, rasio molar metanol:minyak = 101,39:1, rasio molar DEM:minyak = 57,85:1, kecepatan pengaduk 150 rpm, suhu reaksi 20°C dan waktu reaksi 13 menit. Shuit *et al.*, (2010) mendapatkan FAME dengan yield 99,8% dengan ukuran biji jarak pagar < 0,355 mm, *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam, rasio metanol: biji yaitu 7,5 ml/gr dan katalis H₂SO₄ 15%. Supardan dkk (2014) melakukan transesterifikasi in situ biji jarak pagar menggunakan kavitas hidrodinamik. Mereka mendapatkan biodiesel dengan yield 60% pada rasio volume methanol:biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml, suhu reaksi 50°C, waktu

reaksi 120 menit, katalis KOH 2 gr, kandungan air biji , 3%, ukuran biji 0,355 – 1,18 mm dan volume *co-solvent* n – heksan 95 ml. Kartika dkk (2012) mendapatkan biodiesel dengan yield 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, 0,075 mol/L KOH dalam metanol, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Boey *et al.*, (2011) melakukan transesterifikasi in situ CPO yang teradsorpsi pada SBC (*Spent Bleaching Clay*) dengan proses ultrasonik. Mereka mendapatkan yield metil ester 75,2% pada rasio mol metanol: minyak 150:1, massa SBC 2 gram, katalis KOH 20%, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 2 jam dan *co-solvent* petroleum eter 3 ml. Hincapie *et al.*, (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 300 rpm, massa *castor seed* 20 gram, katalis KOH 1%, molar rasio etanol:minyak 60:1, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Khang *et al.*, (2014) melakukan transesterifikasi in situ kopra dengan menggunakan campuran metanol dan THF. Mereka mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100g, rasio volume THF:metanol = 0,4, rasio molar metanol:minyak = 60:1 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 83,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak = 1:67,85 (Daryono dkk, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi proses yang lebih baik dan hemat energi yaitu reaksi pada suhu kamar, waktu reaksi dalam pembentukan metil ester yang lebih cepat dan rasio molar minyak:*co-solvent* yang optimum dibandingkan dengan proses transesterifikasi konvensional.

Metode Penelitian

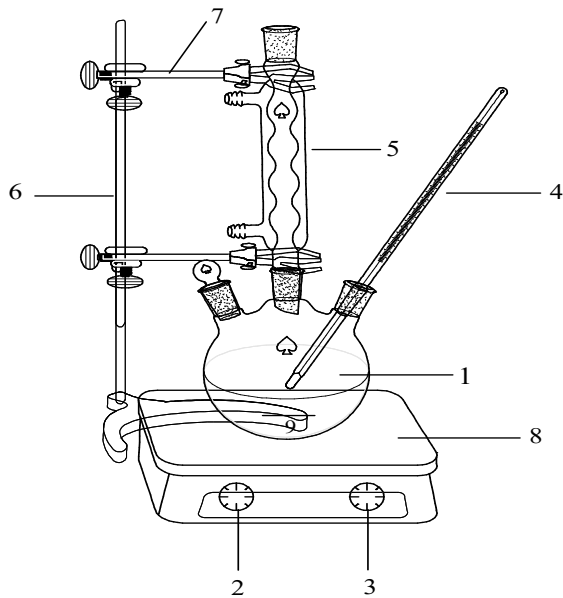
Bahan penelitian utama yaitu biji mahoni yang didapatkan dari daerah Blitar. Reagen yang digunakan dalam penelitian meliputi metanol (MERCK, 99,9%), THF (MERCK, 99,8%) dan

NaOH pellet (Riedel – de Haen, 99%). Reaksi dilakukan pada skala laboratorium menggunakan labu alas bulat berleher tiga dilengkapi pendingin balik, termometer dan pengaduk magnetik. Suhu reaksi dijaga pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) menggunakan penangas air dan tekanan atmosferik.

Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh, dianalisa kadar airnya dan % FFA-nya. Sebanyak 50 gram biji mahoni kering dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan dilakukan reaksi pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) serta pengadukan dengan kecepatan 450 rpm. Digunakan katalis NaOH pellet dengan rasio molar minyak:NaOH = 1:0,5, rasio molar minyak:metanol = 1:101,39, dan rasio molar minyak:THF = 1:47,15.

Sampel diambil sebanyak 5 gram pada waktu reaksi 5 menit dan dipisahkan antara biji mahoni dengan hasil reaksi menggunakan kertas saring. Hasil reaksi di-distilasi pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ sampai tidak ada destilat yang menetes. Destilat merupakan metanol dan *co-solvent* sisa, sedangkan residu merupakan campuran dari metil ester, minyak, gliserol dan katalis. Residu dimasukkan dalam corong pemisah selama ± 12 jam sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan bawah adalah gliserol dan katalis NaOH, sedangkan lapisan atas adalah metil ester dan minyak biji mahoni yang tidak bereaksi. Lapisan atas dianalisa konsentrasi metil oleatnya dengan menggunakan GC. Selanjutnya reaksi juga dilakukan pada rasio molar minyak:THF = 1:57,85 dan 1:67,85. Pengambilan sampel juga dilakukan pada waktu reaksi 8, 13, 18, dan 23 menit.

Diskripsi Peralatan



Keterangan:

1. Labu leher tiga
2. Tombol pengatur temperatur
3. Tombol pengatur kecepatan stirrer
4. Termometer
5. Pendingin balik
6. Penyangga
7. Statif
8. Hot plate
9. Magnetic Stirrer

Gambar 1. Reaktor Transesterifikasi In Situ

Hasil dan Pembahasan

Bahan baku yaitu biji mahoni setelah dikeringkan dan dihaluskan, dianalisa kadar airnya dan didapatkan kadar air 0,8%. Biji mahoni serbuk kemudian diekstraksi minyaknya dengan pelarut metanol dan THF dengan rasio molar metanol:THF 101,39:67,85 selama 23 menit. Minyak hasil ekstraksi dianalisa % FFA-nya dan didapatkan % FFA 1,42%, sehingga dapat langsung dilakukan reaksi transesterifikasi in situ.

Data konsentrasi metil oleat didapatkan dari hasil analisa GC lapisan atas residu hasil pemisahan dengan distilasi. Yield metil ester dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Yield} = \frac{\text{Berat Metil Ester}}{\text{Berat Minyak mula-mula}} \times 100\%.$$

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Berat Metil Ester

Tabel 1. Berat metil ester pada berbagai variabel rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi

Ratio molar THF:minyak	Waktu reaksi (menit)	Berat metil ester (gram)
------------------------	----------------------	--------------------------

	3	0,7
	8	0,9
47,15:1	13	1,5
	18	1,6
	23	2,1
	3	0,9
	8	1
57,85:1	13	1,3
	18	1,4
	23	2,3
	3	1,2
	8	1,4
67,85:1	13	1,7
	18	2,1
	23	3,3

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi memberikan pengaruh yang nyata pada berat metil ester yang didapatkan. semakin besar. Pada waktu reaksi 33 menit dengan rasio molar THF:minyak 47,15:1 didapatkan berat metil ester 2,1 gram, pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 didapatkan berat metil ester 2,3 gram dan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 didapatkan berat metil ester 3,3 gram. Pada rasio molar THF:minyak 47,15:1 dan 57,85:1, berat metil ester yang didapatkan tidak berbeda jauh hanya selisih 0,2 gram. Tetapi pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dan 67,85:1, berat metil ester yang didapatkan berbeda cukup jauh yaitu selisih 1 gram. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa rasio molar THF:minyak merupakan variabel yang paling berpengaruh pada peningkatan berat metil ester.

Untuk semua variabel rasio molar THF:minyak, peningkatan berat metil yang tertinggi terjadi pada waktu reaksi 18 menit menuju ke 23 menit. Dari variabel waktu reaksi belum didapatkan data berat metil ester optimum, karena berat metil ester masih mengalami kenaikan. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan berat metil ester 3,3 gram.

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak terhadap % FFA dan Densitas Biodiesel

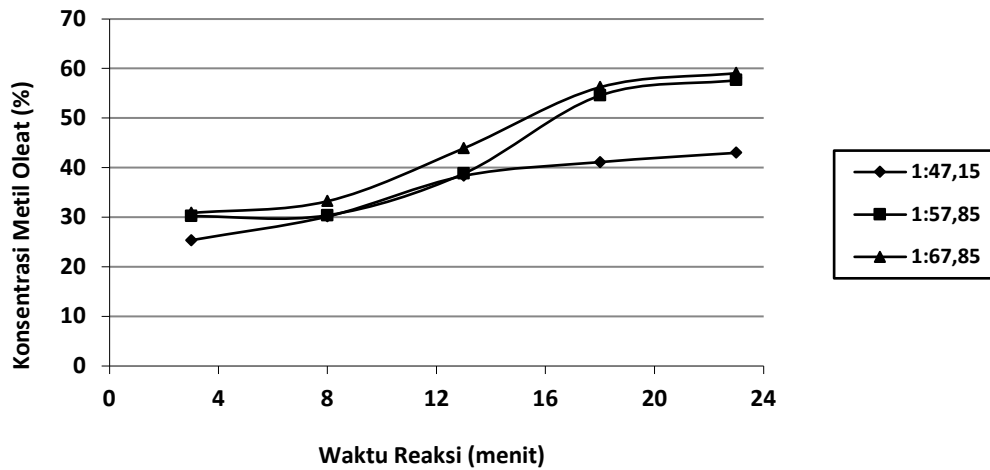
Tabel 2 Pengaruh ratio molar THF:minyak terhadap % FFA dan densitas metil ester

Ratio molar THF:minyak	% FFA	Densitas (g/cm³)
47,15:1	0,5488	-
57,85:1	0,5326	-
67,85:1	0,5004	0,8791

Dari tabel 2 terlihat bahwa semakin tinggi ratio molar THF:minyak, maka semakin kecil % FFA metil ester. Hal ini karena dengan semakin banyaknya minyak yang bereaksi menjadi metil ester, maka semakin sedikit sisa minyak yang tidak bereaksi yang merupakan sumber penyebab tingginya FFA. Semakin kecil % FFA maka semakin baik kualitas metil ester yang dihasilkan, karena % FFA berhubungan dengan kerusakan komponen penyusun metil ester. Hasil terbaik % FFA didapatkan pada ratio molar THF:minyak ratio molar THF:minyak yaitu 0,5004%. Zeng *et al.*,2006 mendapatkan metil ester dari biji bunga matahari dengan % FFA 0,74% pada transesterifikasi in situ dengan rasio molar DEM:minyak 57,85:1.

Pada rasio molar THF:minyak 1:67,85 yang merupakan kondisi terbaik didapatkan densitas metil ester 0,8791 g/cm³, memenuhi spesifikasi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³.

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Konsentrasi Metil Oleat

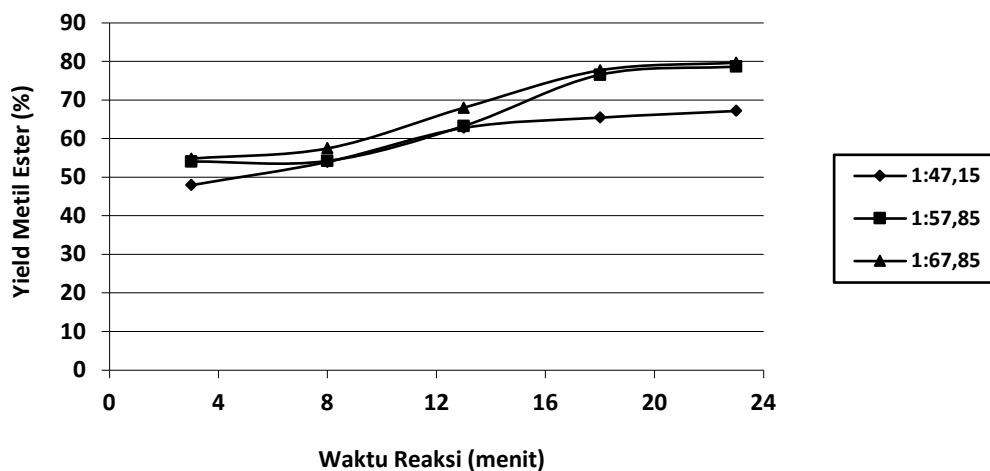


Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:*co-solvent* terhadap konsentrasi metil oleat (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan *co-solvent* THF mengakibatkan reaksi transesterifikasi in situ berjalan cukup cepat di awal reaksi. Tercapai konsentrasi metil oleat 25-30% pada waktu reaksi 3 menit. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent*, didapatkan konsentrasi metil oleat 43,02% pada waktu reaksi 30 menit dengan volume metanol 400 mL (Daryono, 2013). Penambahan *co-solvent* THF kurang berpengaruh pada perolehan konsentrasi metil oleat dibandingkan dengan variabel waktu reaksi. Terlihat dari gambar 2, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil oleat 57,67%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil oleat 59,10% hanya selisih 1,43%. Daryono, (2013) mendapatkan konsentrasi metil oleat 56,71% pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent* pada waktu reaksi 150 menit dengan volume metanol 400 mL.

Dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan konsentrasi metil oleat yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak FAME yang didapatkan, karena semakin lama solvent atau pelarut mengekstrak minyak dari biji mahoni, maka minyak yang dihasilkan semakin banyak dalam proses transesterifikasi in situ. Penambahan THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak menambahkan THF dapat meningkatkan kelarutan minyak terhadap metanol dan reaksi berjalan semakin cepat karena membentuk satu fase dan menghasilkan metil ester yang semakin banyak.

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Yield Metil Ester



Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:*co-solvent* terhadap yield metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan yield metil ester yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak metil ester yang

didapatkan. Semakin lama *solvent* dan *co-solvent* mengekstrak minyak biji mahoni, maka akan menghasilkan minyak semakin banyak yang merupakan reaktan dalam membentuk metil ester dalam proses transesterifikasi in situ. Dapat terlihat juga bahwa penambahan *co-solvent* THF dapat meningkatkan metil ester yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak THF yang ditambahkan, kelarutan TG terhadap metanol semakin besar dan reaksi berjalan semakin cepat dan metil ester yang dihasilkan semakin banyak.

Penambahan *co-solvent* THF mengakibatkan reaksi transesterifikasi in situ berjalan cukup cepat di awal reaksi. Tercapai yield metil ester sekitar 50% pada waktu reaksi 3 menit. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent*, didapatkan yield metil ester 56% pada waktu reaksi 30 menit dengan volume metanol 400 mL (Daryono, 2013). Penambahan *co-solvent* THF kurang berpengaruh pada perolehan yield metil ester dibandingkan dengan variabel waktu reaksi. Terlihat dari gambar 3, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 78,72%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 79,69% hanya selisih 0,97%. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan yield metil ester 79,69%.

Daryono, (2013) mendapatkan yield metil ester 77,68% pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent* pada waktu reaksi 150 menit dengan volume metanol 400 mL. Pada transesterifikasi minyak biji Neem (*Azadirachta indica*) didapatkan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam (Radha dan Manikandan, 2011). Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi 79,69% (selisih 3,31%) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan reaksi pada suhu kamar. Transesterifikasi minyak biji mahoni mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam. (Damayanti dan Bariroh, 2012). Hasil penelitian ini lebih

baik karena yield metil ester tertinggi 79,69% (selisih 7,23%) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan reaksi pada suhu kamar. Pada transesterifikasi konvensional rasio mol minyak:metanol yang digunakan lebih kecil jika dibandingkan dengan rasio mol minyak:metanol pada transesterifikasi in situ dengan *co-solvent*. Hal ini karena fungsi *solvent* dan *co-solvent* pada transesterifikasi in situ selain sebagai reaktan/membantu reaksi, juga untuk mengekstrak minyak dari biji berbeda dengan transesterifikasi konvensional yang minyaknya sudah tersedia sebagai reaktan.

Pada penelitian ini mendapatkan yield metil ester tertinggi 79,69% pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio mol minyak:THF = 1:67,85. Zeng *et al.*, 2009 mendapatkan yield metil ester tertinggi 97,7% pada waktu reaksi 13 menit, rasio molar minyak:THF=1:57,85 dengan bahan baku biji bunga matahari dan *co-solvent* DEM (*diethoxymethane*). Perbedaan ini disebabkan karena kelarutan DEM terhadap metanol dan minyak lebih tinggi dibanding THF (laju ekstraksi minyak pada DEM 95,85% dan pada THF 92,87%, Zeng *et al.*, 2009). Shuit *et al.*, (2010) mendapatkan yield metil ester $\pm 10\%$ pada waktu reaksi 1 jam untuk transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan. Yield tertinggi yaitu 99,8% didapatkan dengan *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam dan rasio metanol:biji 7,5 ml/gr. Penelitian Supardan dkk (2014) yaitu transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan menggunakan kavitas hidrodinamik, mendapatkan yield biodiesel 60% pada suhu reaksi 50°C, rasio volume methanol:biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml volume *co-solvent* n – heksan 95 ml, dan waktu reaksi 120 menit. Kartika dkk (2012) mendapatkan yield biodiesel 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 79,69% (selisih 9,31%) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi pada suhu kamar dan kecepatan pengadukan 450 rpm.

Hincapie *et al.*, (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 79,69% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit. Khang *et al.*, (2014) mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100g, rasio volume THF:metanol = 0,4 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Hasil penelitian ini lebih baik, dimana yield metil ester tertinggi 79,69% didapatkan pada reaksi dengan suhu kamar dan waktu reaksi 23 menit. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 83,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak = 1:67,85 (Daryono dkk, 2014). Hasil penelitian ini berbeda, dimana yield metil ester tertinggi 79,69% didapatkan pada rasio molar THF:minyak = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit. Hal ini karena kandungan minyak pada biji pepaya yang lebih tinggi yaitu 34,65% (Sammarphet, 2008) dibandingkan minyak pada biji mahoni yaitu 34,255% (Damayanti dan Bariroh, 2012).

KESIMPULAN

Konsentrasi metil oleat tertinggi 59,10% dan yield metil ester tertinggi 79,69% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio mol minyak:THF = 1:67,85. Hal ini karena semakin lama waktu reaksi dan semakin besar rasio molar minyak:*co-solvent* maka konsentrasi metil oleat dan yield metil ester semakin besar. Yield metil ester yang dihasilkan pada transesterifikasi in situ minyak biji mahoni dengan *co-solvent* jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses transesterifikasi minyak biji mahoni konvensional. *Co-solvent* THF berperan lebih baik dalam pembentukan metil ester dibanding *co-solvent* n-heksan. Hal ini karena THF bisa berperan sebagai pelarut yang bersifat polar (bisa melarutkan metanol) dan juga bisa bersifat non polar (bisa melarutkan minyak), dibanding n-heksan yang hanya bersifat non polar. Penggunaan

katalis basa akan menghasilkan yield metil ester yang lebih tinggi dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan katalis asam.

DAFTAR PUSTAKA

Aliyu, A., Lomsahaka, E., Hamza, A., (2012), Production of biodiesel via NaOH catalyzed transesterification of mahogany seed oil, *Adv. Appl. Sci. Res.*, 3, pp. 615 – 618.

Ariza-Montobbio, P., Lele, S., (2010), Jatropha plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India : viability, livelihood trade-offs, and latent conflict, *Ecological Economic*, 70, pp. 189-195.

Boocock, D.G.B., Konar, S.K., Mao, V., Sidi, H., (1996), Fast One-Phase Oil-Rich Process for The Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters, *Biomass Bioenergy*, 11 : 43-50.

Boey, P.L., Ganesan, S., Maniam, G.P., Ali, D.M.H., (2011), Ultrasound Aided In Situ Transesterification of Crude Oil Adsorbed on Spent Bleaching Clay, *Energy Conversion and Management*, 52, pp. 2081-2084.

Damayanti, A., Bariroh, S., (2012), Pengolahan Biji Mahoni (*Swietenia Macrophylla King*) Sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, Vol. 1, No.1, hal. 8 – 15.

Daryono, E.D., (2013), Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Transesterifikasi Insitu, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol 8, No. 1, hal. 7-11.

Daryono, E.D., Hudha, M.I., Muyassaroh., (2014), Sintesa Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Reaksi Transesterifikasi In Situ Menggunakan *Co-solvent* THF (*Tetrahydrofuran*), *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Kimia FMIPA Unesa, pp. B-292 – B-300.

Eromosele, I.C., Eromosele, C.O., Innazo, P., Njerim, P., (1998), Studies on Some Seeds and Seed Oils, *Bioresource Technology*, 64, pp. 245 – 247.

- Haas, M.J., Scott, K.M., Marmer, W.N., Foglia, T.A., (2004), In Situ Alkaline Transesterification: an Effective Method for The Production of Fatty Acid Esters from Vegetable Oils, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 81, pp. 83-89.
- Hincapie, G., Mondragon, F., Lopez, D., (2011), Conventional and In Situ Transesterification of Castor Seed Oil for Biodiesel Production, *Fuel*, 90, pp. 1618-1623.
- Kartika, I.A., Yuliani, S., Ariono, D., Sugiarto, (2009), Rekayasa Proses Produksi Biodiesel Berbasis Jarak (*Jatropha Curcas*) Melalui Transesterifikasi In Situ, *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB*, pp. 129-139.
- Kartika, I.A., Yani, M., Ariono, D., Evon, P., Rigal, L., (2012), In Situ Transesterification of Oil-Containing *Jatropha Curcas* Seeds to Produce Biodiesel Fuel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol. 11, No. 1, hal. 41-49.
- Khang, D.S., Razon, L.F., Madrazo, C.F., Tan, R.R., (2014), In situ transesterification of coconut oil using mixtures of methanol and tetrahydrofuran, *Chemical Engineering Research and Design*, 92, pp. 1512 – 1518.
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W., Hendroko, R., (2007), *Teknologi Bioenergi*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Martinez-Herrera, J., Siddhuraju, P., Francis, G., Davila-Ortiz, G, Becker K., (2006), Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas L.* from Mexico, *Food Chemistry*, 96, pp. 80-89.
- Okieimen, F.E., Eromosele, C.O., (1999), Fatty acid composition of seed oil of *Khaya Senegalensis*, *Bioresource Technology*, 69, pp. 279 – 280.
- Ong, H.C., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., Nurhasyima, R.S., (2011), Comparison of palm oil, *Jatropha curcas* and *Calophyllum inophyllum* for biodiesel : A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp. 3501 – 3515.

Radha, K.V., Manikandan, G., (2011), Novel Production of Biofuels From Neem Oil, *World Renewable Energy Congress*, Swedia, pp. 471 – 478.

Sammarphet, P., (2008), Investigation of The Papaya Seed Oil Properties for Development in to Edible Oil, *Master Tesis*, Mahidol University.

Shuit, S.H., Lee, K.T., Kamaruddin, A.H., Yusup, S., (2010), Reactive Extraction and In Situ of *Jatropha Curcas L. Seeds* for The Production of Biodiesel, *Fuel*, 89, pp. 527-530.

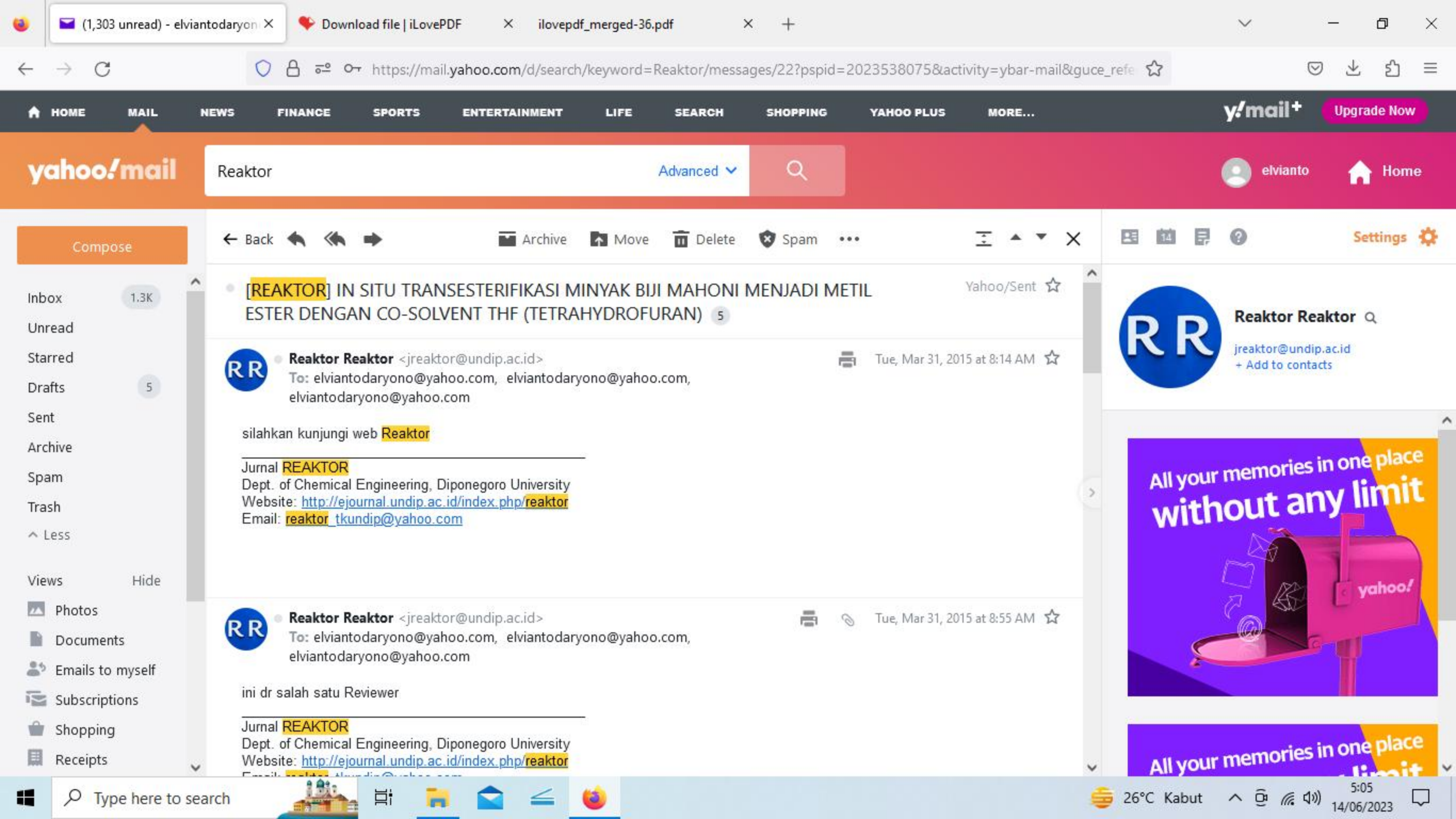
SNI 04 – 7182 – 2006, Badan Standarisasi Nasional.

Supardan, M.D., Satriana, Moulana, R., (2014), Transesterifikasi In Situ Biji Jarak Pagar Menggunakan Kavitas Hidrodinamik, *Agritech*, Vol. 34, No. 1, hal. 43-49.

Susilo, B., (2006), Biodiesel : Pemanfaatan Biji Jarak Pagar sebagai Alternatif Bahan Bakar Minyak, *Inovasi dan Teknologi*, Trubus Agrisarana, Surabaya.

Towaha, J., (2011), Biji Mahoni sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Majalah Semi Populer Tanaman Rempah dan Industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan, Vol.2, No. 6, hal. 23.

Zeng, J., Wang, X., Zhao, B., Sun, J., Wang, Y., (2009), Rapid In Situ Transesterification of Sunflower Oil, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, pp. 850-856.



yahoo!mail

Reaktor

Advanced



elvianto

Home

Compose

- Inbox 1.3K
- Unread
- Starred
- Drafts 5
- Sent
- Archive
- Spam
- Trash
- Less
- Views Hide
- Photos
- Documents
- Emails to myself
- Subscriptions
- Shopping
- Receipts

Back Archive Move Delete Spam

[REAKTOR] IN SITU TRANSESTERIFIKASI MINYAK BIJI MAHONI MENJADI METIL ESTER DENGAN CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN) 5 Yahoo/Sent

Reaktor Reaktor <jreaktor@undip.ac.id> Tue, Mar 31, 2015 at 8:14 AM
 To: elviantodaryono@yahoo.com, elviantodaryono@yahoo.com, elviantodaryono@yahoo.com

silahkan kunjungi web Reaktor

Jurnal REAKTOR
 Dept. of Chemical Engineering, Diponegoro University
 Website: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/reaktor>
 Email: reaktor_tkundip@yahoo.com

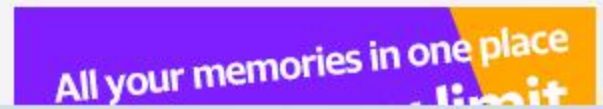
Reaktor Reaktor <jreaktor@undip.ac.id> Tue, Mar 31, 2015 at 8:55 AM
 To: elviantodaryono@yahoo.com, elviantodaryono@yahoo.com, elviantodaryono@yahoo.com

ini dr salah satu Reviewer

Jurnal REAKTOR
 Dept. of Chemical Engineering, Diponegoro University
 Website: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/reaktor>
 Email: reaktor_tkundip@yahoo.com



Reaktor Reaktor
 jreaktor@undip.ac.id
 + Add to contacts



PROSES PRODUKSI METIL ESTER DARI MINYAK BIJI MAHONI DENGAN TRANSESTERIFIKASI IN SITU MENGGUNAKAN CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN)

Abstrak

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengkaji efektifitas penggunaan co-solvent THF pada reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni. Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh sebanyak 50 gram dimasukkan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan ditambahkan metanol, THF dan katalis NaOH serta dilakukan reaksi sesuai dengan variabel dan kondisi operasi penelitian. Setelah reaksi selesai dipisahkan antara ampas dan filtratnya. Filtrat didistilasi pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ dan residu hasil distilasi dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama ± 12 jam agar terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas sebagai metil ester kemudian dianalisis konsentrasi metil oleatnya dengan GC. Dari data hasil penelitian didapatkan hasil terbaik pada rasio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan konsentrasi metil oleat 59,10% dan yield metil ester 79,69%. Densitas metil ester 0,8791 g/cm³ memenuhi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³.

Kata kunci : biodiesel, co-solvent, minyak biji mahoni, transesterifikasi in situ

Abstract

PRODUCTION OF PROCESS OF METHYL ESTER FROM MAHOGANY SEED OIL WITH IN SITU TRANSESTERIFICATION USING CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN)

The purpose of this research was to assess the effectiveness of the use of co-solvent THF for in situ transesterification reaction of mahogany seed oil. Mahogany seeds that have been dried and pulverized a size +20/-30 mesh size as much as around 50 grams. The pulverized seeds were inserted into included in the a three-neck flask equipped with condenser, and added Methanol, THF and catalyst NaOH were added to the flask then the reaction was carried out in accordance with the certain variables and operating conditions. After the reaction is was complete, then the filtrate and cake was were separated. The filtrate is was distilled at a temperature of $\pm 70^{\circ}\text{C}$ \pm (how much ?) and the residue distilled placed in included in the separating funnel and allowed to stand for ± 12 hours in order to form obtain two layers. The top layer as methyl esters were was analyzed by GC to as concentrations of methyl oleate. From the research data according to the result was obtained that the best results of this process achieved at a molar ratio of oil to: THF = of 1: 67.85 and reaction time of 23 minutes with methyl oleate concentration of 59.10% and yield methyl ester yield of 79.69%. Methyl ester density attained at 0.8791 g/cm³ meet regards with SNI 04-7182-2006 from 0.85 to 0.89 g/cm³.

Keywords : biodiesel, co-solvent, in situ transesterification, mahogany seed oil

Pendahuluan

Latar Belakang

Energi terbarukan sangat dibutuhkan dewasa ini, terutama dalam hal kebutuhan energi bahan bakar. Bahan baku bahan bakar selama ini yang digunakan adalah bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Pasokan bahan baku yang semakin menipis inilah yang melatarbelakangi diadakan penelitian dan pengembangan untuk sumber-sumber energi terbarukan (renewable). Sumber energi terbarukan tersebut diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil

Commented [S1]: \pm digunakan untuk melihat batas atas dan bawah dari suatu alat (jd harus jelas berapa ketelitian alat tersebut)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

Formatted: English (United States)

dengan kebutuhan yang semakin meningkat. Salah satu kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat adalah bahan bakar solar. Kebutuhan solar Indonesia dari tahun ke tahun terus naik, pada tahun 1996-1997 sebesar 19,3 miliar liter, tahun 1997-1998 sebesar 22,2 miliar liter, tahun 1999-2000 impor BBM sebesar 31,707 miliar liter dan pada tahun 2007-2015 kebutuhan solar 19,3 miliar liter (Kompas 18 Maret 2002 dalam Susilo, 2006). Peningkatan ini akan terus terjadi setiap tahunnya seiring dengan pengembangan teknologi yang semakin maju dan jumlah penduduk yang semakin bertambah.

Pemerintah melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, menetapkan pada tahun 2025 peran minyak bumi sebagai energi akan dikurangi dari 52% saat ini menjadi kurang dari 20%. Pada tahun tersebut diharapkan energi alternatif bisa menyuplai 17% kebutuhan energi nasional, termasuk di dalamnya *biofuel* atau Bahan Bakar Nabati (BBN) ikut memasok sekitar 5% (Hambali dkk, 2007).

Biodiesel merupakan suatu energi alternatif yang telah dikembangkan secara luas untuk mengurangi ketergantungan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM). Biodiesel adalah metil ester asam lemak yang dihasilkan dari proses kimia antara minyak nabati dan alkohol. Produksi biodiesel dari minyak tumbuhan (seperti minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar) terkendala karena minyak kelapa sawit digunakan untuk minyak goreng. Beberapa komponen dalam minyak jarak pagar bersifat racun (Martinez-Herrera *et al.*, 2006), serta perlu lahan luas untuk penanaman dan waktu yang relatif lama untuk pemanenan biji jarak pagar (Ariza-Montobbio and Lele, 2010). Salah satu alternatif bahan baku yang cukup menjanjikan adalah minyak biji mahoni. Biji mahoni selama ini belum dimanfaatkan dan hanya sebagai limbah yang mengotori jalanan. Penanaman mahoni di Indonesia cukup luas, dimana pada umumnya penanaman mahoni yang luas dikelola oleh Perum Perhutani yang mengelola sekitar 116.282 ha di Jawa, Sumatera dan Sulawesi. Adapun sekitar belasan ribu hektar dikelola oleh Pemda sebagai tanaman peneduh jalan-jalan di banyak kota besar. Dengan luasan tersebut, selain berpotensi sebagai penghasil kayu, pohon

reboisasi/penghijauan serta peneduh jalan dan dengan produksi biji mencapai 4-8 kg/pohon/tahun, biji mahoni dengan kandungan minyak yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel (Towaha, 2011).

Biji mahoni jenis *Khaya Senegalensis* mengandung minyak sekitar 52,5%, tidak mengandung asam lemak esensial sehingga tidak mempunyai nilai nutrisi dan merupakan minyak non pangan (Eromosele *et al.*, 1998 ; Okieimen *et al.*, 1999). Kandungan minyak biji mahoni lebih besar dari kandungan minyak biji jarak pagar yang sekitar 30 – 50% (Ong *et al.*, 2011). Komposisi asam lemak pada minyak biji mahoni adalah asam stearat (10,41%), asam palmitat (21,39%), asam oleat (64,62%) dan asam-asam lain (3,58%) (Okieimen *et al.*, 1999).

Beberapa penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak biji mahoni telah dilakukan. Aliyu *et al.*, (2012) melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni sebanyak 15 cm³ dengan katalis NaOH pelet 0,1648 gram dan metanol 42 cm³ pada suhu 60°C dan waktu reaksi 30 menit. Mereka menghasilkan biodiesel yang memenuhi ASTM D 6751-06 standard sebagai biodiesel (B100). Radha dan Manikandan (2011) melakukan transesterifikasi minyak biji Neem (*Azadirachta indica*) yaitu pohon mahoni keluarga *Meliaceae* yang tumbuh di India dengan katalis NaOH. Mereka mendapatkan metil ester dengan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam. Damayanti dan Bariroh (2012), melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni. Mereka mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, katalis KOH 0,1 N, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI-04-7182-2006 (densitas 874,08 kg/m³, viskositas 3,07 mm²/s dan bilangan asam 0,5601 mg KOH/gr).

Secara umum pengolahan biodiesel (metil ester) dilakukan dengan proses konvensional. Proses konvensional untuk memproduksi biodiesel/FAME melibatkan ekstraksi minyak, pemurnian dan transesterifikasi (Haas *et al.*, 2004). Kartika dkk (2009) melaporkan bahwa jika bahan baku biodiesel minyak dari biji, akan membebani 70% dari total biaya produksi.

Transesterifikasi in situ dapat menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan proses yang lebih efisien. Proses transesterifikasi in situ merupakan salah satu unit operasi terintegrasi yang terdiri dari ekstraktor (sebagai tempat terjadinya proses ekstraksi) dan reaktor (sebagai tempat terjadinya reaksi) yang berada dalam unit peralatan. Dalam proses transesterifikasi in situ, ekstraksi minyak serta esterifikasi dan/atau transesterifikasi dilakukan dalam satu langkah dimana alkohol berfungsi sebagai pelarut ekstraksi sekaligus sebagai reagen transesterifikasi selama proses transesterifikasi in situ berlangsung (Supardan *et al.*, 2014).

Pada transesterifikasi in situ yang menjadi masalah adalah kelarutan minyak dalam metanol rendah sehingga akan membentuk reaksi dua fase, sedangkan katalis berada di fase metanol dan reaksi terjadi pada fase tersebut. Dengan menambahkan pelarut yaitu *co-solvent*, akan meningkatkan kelarutan minyak pada metanol sehingga akan membentuk reaksi satu fase.

Zeng *et al.*, (2009) melakukan reaksi transesterifikasi in situ minyak biji bunga matahari menggunakan metanol dengan penambahan *co-solvent* DEM (*Diethoxymethane*). Mereka mendapatkan produk dengan 97,7% FAME dan 0,74% FFA pada rasio molar katalis:minyak = 0,5:1, rasio molar metanol:minyak = 101,39:1, rasio molar DEM:minyak = 57,85:1, kecepatan pengaduk 150 rpm, suhu reaksi 20°C dan waktu reaksi 13 menit. Shuit *et al.*, (2010) mendapatkan FAME dengan yield 99,8% dengan ukuran biji jarak pagar < 0,355 mm, *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam, rasio metanol: biji yaitu 7,5 ml/gr dan katalis H₂SO₄ 15%. Supardan dkk (2014) melakukan transesterifikasi in situ biji jarak pagar menggunakan kavitas hidrodinamik. Mereka mendapatkan biodiesel dengan yield 60% pada rasio volume methanol:biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml, suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 120 menit, katalis KOH 2 gr, kandungan air biji, 3%, ukuran biji 0,355 – 1,18 mm dan volume *co-solvent* n – heksan 95 ml. Kartika dkk (2012) mendapatkan biodiesel dengan yield 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, 0,075 mol/L KOH dalam metanol, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Boey *et al.*,

(2011) melakukan transesterifikasi in situ CPO yang teradsorpsi pada SBC (*Spent Bleaching Clay*) dengan proses ultrasonik. Mereka mendapatkan yield metil ester 75,2% pada rasio mol metanol: minyak 150:1, massa SBC 2 gram, katalis KOH 20%, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 2 jam dan *co-solvent* petroleum eter 3 ml. Hincapie *et al.*, (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 300 rpm, massa *castor seed* 20 gram, katalis KOH 1%, molar rasio etanol:minyak 60:1, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Khang *et al.*, (2014) melakukan transesterifikasi in situ kopra dengan menggunakan campuran metanol dan THF. Mereka mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100g, rasio volume THF:metanol = 0,4, rasio molar metanol:minyak = 60:1 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 83,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak = 1:67,85 (Daryono dkk, 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi proses yang lebih baik dan hemat energi yaitu reaksi pada suhu kamar, waktu reaksi dalam pembentukan metil ester yang lebih cepat dan rasio molar minyak:*co-solvent* yang optimum dibandingkan dengan proses transesterifikasi konvensional.

Metode Penelitian

Bahan penelitian utama yaitu biji mahoni yang didapatkan dari daerah Blitar. Reagen yang digunakan dalam penelitian meliputi metanol (MERCK, 99,9%), THF (MERCK, 99,8%) dan NaOH pellet (Riedel – de Haen, 99%). Reaksi dilakukan pada skala laboratorium menggunakan labu alas bulat berleher tiga dilengkapi pendingin balik, termometer dan pengaduk magnetik. Suhu reaksi dijaga pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) menggunakan penangas air dan tekanan atmosferik.

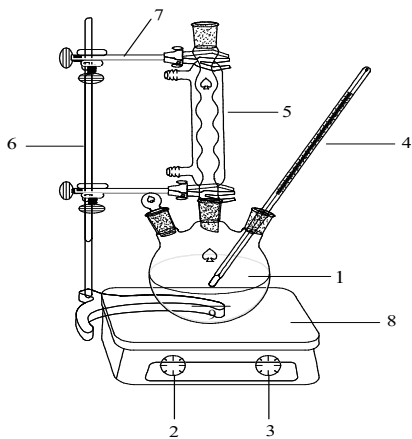
Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh, dianalisa kadar airnya dan % FFA-nya. Sebanyak 50 gram biji mahoni kering dimasukkan ke dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan dilakukan reaksi pada suhu kamar ($\pm 27^{\circ}\text{C}$) serta pengadukan

dengan kecepatan 450 rpm. Digunakan katalis NaOH pellet dengan rasio molar minyak:NaOH = 1:0,5, rasio molar minyak:metanol = 1:101,39, dan rasio molar minyak:THF = 1:47,15.

Sampel diambil sebanyak 5 gram pada waktu reaksi 5 menit dan dipisahkan antara biji mahoni dengan hasil reaksi menggunakan kertas saring. Hasil reaksi di-distilasi pada suhu $\pm 70^{\circ}\text{C}$ sampai tidak ada destilat yang menetes. Destilat merupakan metanol dan *co-solvent* sisa, sedangkan residu merupakan campuran dari metil ester, minyak, gliserol dan katalis. Residu dimasukkan dalam corong pemisah selama ± 12 jam sampai terbentuk 2 lapisan. Lapisan bawah adalah gliserol dan katalis NaOH, sedangkan lapisan atas adalah metil ester dan minyak biji mahoni yang tidak bereaksi. Lapisan atas dianalisa konsentrasi metil oleatnya dengan menggunakan GC.

Selanjutnya reaksi juga dilakukan pada rasio molar minyak:THF = 1:57,85 dan 1:67,85. Pengambilan sampel juga dilakukan pada waktu reaksi 8, 13, 18, dan 23 menit.

Diskripsi Peralatan



Keterangan:

1. Labu leher tiga
2. Tombol pengatur temperatur
3. Tombol pengatur kecepatan stirrer
4. Termometer
5. Pendingin balik
6. Penyangga
7. Statif
8. Hot plate
9. Magnetic Stirrer

Gambar 1. Reaktor Transesterifikasi In Situ

Hasil dan Pembahasan

Bahan baku yaitu biji mahoni setelah dikeringkan dan dihaluskan, dianalisa kadar airnya dan didapatkan kadar air 0,8%. Biji mahoni serbuk kemudian diekstraksi minyaknya dengan pelarut metanol dan THF dengan rasio molar metanol:THF 101,39:67,85 selama 23 menit. Minyak hasil ekstraksi dianalisa % FFA-nya dan didapatkan % FFA 1,42%, sehingga dapat langsung dilakukan reaksi transesterifikasi in situ.

Data konsentrasi metil oleat didapatkan dari hasil analisa GC lapisan atas residu hasil pemisahan dengan distilasi. Yield metil ester dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$\text{Yield} = \frac{\text{Berat Metil Ester}}{\text{Berat Minyak mula-mula}} \times 100\%.$$

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Berat Metil Ester

Tabel 1. Berat metil ester pada berbagai variabel rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi

Ratio molar THF:minyak	Waktu reaksi (menit)	Berat metil ester (gram)
47,15:1	3	0,7
	8	0,9
	13	1,5
	18	1,6
	23	2,1
57,85:1	3	0,9
	8	1
	13	1,3
	18	1,4
	23	2,3
	3	1,2
	8	1,4

Formatted: Underline

Commented [S2]: Apakah berat metil ester ini mengacu pada lapisan atas residu utk analisa GC? Masih rancu antara lapisan atas sebagai konsentrasi metil oleat atau sebagai berat metil ester? Konversi dari lapisan atas residu hingga dapat dinyatakan sebagai konsentrasi metil oleat bagaimana dan bagaimana pula asumsi berat metil ester itu sendiri. Kedua hal ini perlu dijelaskan di depan sebelum pembahasan.

67,85:1	13	1,7
	18	2,1
	23	3,3

Dari tabel 1 dapat dilihat bahwa rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi memberikan pengaruh yang nyata pada berat metil ester yang didapatkan. semakin besar. Pada waktu reaksi 33 menit dengan rasio molar THF:minyak 47,15:1 didapatkan berat metil ester 2,1 gram, pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 didapatkan berat metil ester 2,3 gram dan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 didapatkan berat metil ester 3,3 gram. Pada rasio molar THF:minyak 47,15:1 dan 57,85:1, berat metil ester yang didapatkan tidak berbeda jauh hanya selisih 0,2 gram. Tetapi pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dan 67,85:1, berat metil ester yang didapatkan berbeda cukup jauh yaitu selisih 1 gram. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa rasio molar THF:minyak merupakan variabel yang paling berpengaruh pada peningkatan berat metil ester. Untuk semua variabel rasio molar THF:minyak, peningkatan berat metil yang tertinggi terjadi pada waktu reaksi 18 menit menuju ke 23 menit. Dari variabel waktu reaksi belum didapatkan data berat metil ester optimum, karena berat metil ester masih mengalami kenaikan. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF =adalah 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan berat metil ester 3,3 gram.

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak terhadap % FFA dan Densitas Biodiesel

Tabel 2 Pengaruh ratio molar THF:minyak terhadap % FFA dan densitas metil ester

Ratio molar THF:minyak	% FFA	Densitas (g/cm ³)
47,15:1	0,5488	
57,85:1	0,5326	

Commented [S3]: Mengapa densitas pada % FFA ini tidak muncul? Perlu dinarasikan mengapa terjadi

Commented [S4]: Sama dengan komen sebelumnya hal ini perlu dijelaskan kenapa tidak muncul densitas untuk %FFA ini

67,85:1

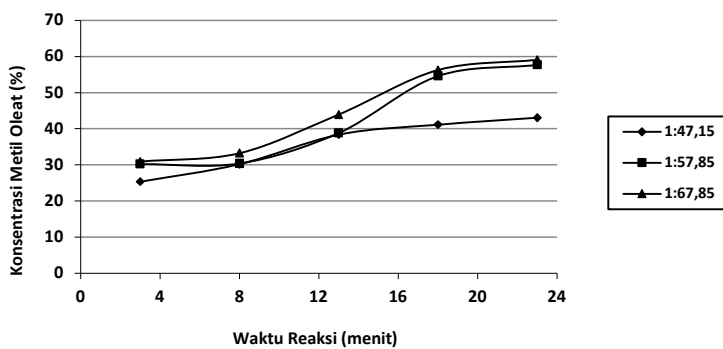
0,5004

0,8791

Dari tabel 2 terlihat bahwa semakin tinggi ratio molar THF:minyak, maka semakin kecil % FFA metil ester. Hal ini karena dengan semakin banyaknya minyak yang bereaksi menjadi metil ester, maka semakin sedikit sisa minyak yang tidak bereaksi yang merupakan sumber penyebab tingginya FFA. Semakin kecil % FFA maka semakin baik kualitas metil ester yang dihasilkan, karena % FFA berhubungan dengan kerusakan komponen penyusun metil ester. Hasil terbaik % FFA didapatkan pada ratio molar THF:minyak ratio molar THF:minyak yaitu 0,5004%. Zeng *et al.* (2006) mendapatkan metil ester dari biji bunga matahari dengan % FFA 0,74% pada transesterifikasi in situ dengan rasio molar DEM:minyak 57,85:1.

Pada rasio molar THF:minyak 1:67,85 yang merupakan kondisi terbaik didapatkan densitas metil ester 0,8791 g/cm³, memenuhi spesifikasi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³.

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Konsentrasi Metil Oleat

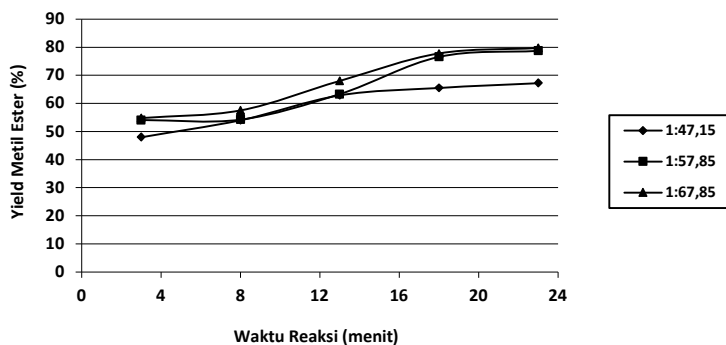


Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:co-solvent terhadap konsentrasi metil oleat (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Berdasarkan gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan *co-solvent* THF mengakibatkan reaksi transesterifikasi in situ berjalan cukup cepat di awal reaksi. Tercapai konsentrasi metil oleat 25-30% pada waktu reaksi 3 menit. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent*, didapatkan konsentrasi metil oleat 43,02% pada waktu reaksi 30 menit dengan volume metanol 400 mL (Daryono, 2013). Penambahan *co-solvent* THF kurang berpengaruh pada perolehan konsentrasi metil oleat dibandingkan dengan variabel waktu reaksi. Terlihat dari gambar 2, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil oleat 57,67%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil oleat 59,10% hanya selisih 1,43%. Daryono, (2013) mendapatkan konsentrasi metil oleat 56,71% pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent* pada waktu reaksi 150 menit dengan volume metanol 400 mL.

Dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan konsentrasi metil oleat yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak FAME yang didapatkan, karena semakin lama solvent atau pelarut mengekstrak minyak dari biji mahoni, maka minyak yang dihasilkan semakin banyak dalam proses transesterifikasi in situ. Penambahan THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak menambahkan THF dapat meningkatkan kelarutan minyak terhadap metanol dan reaksi berjalan semakin cepat karena membentuk satu fase dan menghasilkan metil ester yang semakin banyak.

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Yield Metil Ester



Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:*co-solvent* terhadap yield metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Dari gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan yield metil ester yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak metil ester yang didapatkan. Semakin lama *solvent* dan *co-solvent* mengekstrak minyak biji mahoni, maka akan menghasilkan minyak semakin banyak yang merupakan reaktan dalam membentuk metil ester dalam proses transesterifikasi in situ. Dapat terlihat juga bahwa penambahan *co-solvent* THF dapat meningkatkan metil ester yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak THF yang ditambahkan, kelarutan TG terhadap metanol semakin besar dan reaksi berjalan semakin cepat dan metil ester yang dihasilkan semakin banyak.

Penambahan *co-solvent* THF mengakibatkan reaksi transesterifikasi in situ berjalan cukup cepat di awal reaksi. Tercapai yield metil ester sekitar 50% pada waktu reaksi 3 menit. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent*, didapatkan yield metil ester 56% pada waktu reaksi 30 menit dengan volume metanol 400 mL (Daryono, 2013). Penambahan *co-solvent* THF kurang berpengaruh pada perolehan yield metil ester dibandingkan dengan variabel waktu

reaksi. Terlihat dari gambar 3, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 78,72%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 79,69% hanya selisih 0,97%. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan yield metil ester 79,69%.

Daryono, (2013) mendapatkan yield metil ester 77,68% pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent* pada waktu reaksi 150 menit dengan volume metanol 400 mL. Pada transesterifikasi minyak biji Neem (*Azadirachta indica*) didapatkan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam (Radha dan Manikandan, 2011). Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi 79,69% (selisih 3,31%) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan reaksi pada suhu kamar. Transesterifikasi minyak biji mahoni mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam. (Damayanti dan Bariroh, 2012). Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi 79,69% (selisih 7,23%) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan reaksi pada suhu kamar. Pada transesterifikasi konvensional rasio mol minyak:metanol yang digunakan lebih kecil jika dibandingkan dengan rasio mol minyak:metanol pada transesterifikasi in situ dengan *co-solvent*. Hal ini karena fungsi *solvent* dan *co-solvent* pada

transesterifikasi in situ selain sebagai reaktan/membantu reaksi, juga untuk mengekstrak minyak dari biji berbeda dengan transesterifikasi konvensional yang minyaknya sudah tersedia sebagai reaktan.

Pada penelitian ini mendapatkan yield metil ester tertinggi 79,69% pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio mol minyak:THF = 1:67,85. Zeng *et al.*, 2009 mendapatkan yield metil ester tertinggi 97,7% pada waktu reaksi 13 menit, rasio molar minyak:THF=1:57,85 dengan bahan baku biji bunga matahari dan *co-solvent* DEM (*diethoxymethane*). Perbedaan ini disebabkan karena kelarutan DEM terhadap metanol dan minyak lebih tinggi dibanding THF (laju ekstraksi minyak

pada DEM 95,85% dan pada THF 92,87%, Zeng *et al.*, 2009). Shuit *et al.*, (2010) mendapatkan yield metil ester \pm 10% pada waktu reaksi 1 jam untuk transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan. Yield tertinggi yaitu 99,8% didapatkan dengan *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam dan rasio metanol: biji 7,5 ml/gr. Penelitian Supardan dkk (2014) yaitu transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan menggunakan kavitasi hidrodinamik, mendapatkan yield biodiesel 60% pada suhu reaksi 50°C, rasio volume methanol: biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml volume *co-solvent* n – heksan 95 ml, dan waktu reaksi 120 menit. Kartika dkk (2012) mendapatkan yield biodiesel 89% pada rasio metanol: biji jarak pagar 6:1, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 79,69% (~~selisih 9,31%~~) didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi pada suhu kamar dan kecepatan pengadukan 450 rpm.

Hincapie *et al.*, (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Hasil penelitian ini lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 79,69% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit. Khang *et al.*, (2014) mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100g, rasio volume THF:metanol = 0,4 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Hasil penelitian ini lebih baik, dimana yield metil ester tertinggi 79,69% didapatkan pada reaksi dengan suhu kamar dan waktu reaksi 23 menit. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 83,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak = adalah 1:67,85 (Daryono dkk, 2014). Hasil penelitian ini berbeda, dimana yield metil ester tertinggi 79,69% didapatkan pada rasio molar THF:minyak = adalah 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit. Hal ini karena kandungan minyak pada biji pepaya yang lebih tinggi yaitu 34,65% (Sammarphet, 2008) dibandingkan minyak pada biji mahoni yaitu 34,255% (Damayanti dan Bariroh, 2012).

KESIMPULAN

Konsentrasi metil oleat tertinggi 59,10% dan yield metil ester tertinggi 79,69% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio mol minyak:THF = adalah 1:67,85. Hal ini karena semakin lama waktu reaksi dan semakin besar rasio molar minyak:co-solvent maka konsentrasi metil oleat dan yield metil ester semakin besar. Yield metil ester yang dihasilkan pada transesterifikasi in situ minyak biji mahoni dengan co-solvent jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses transesterifikasi minyak biji mahoni konvensional. Co-solvent THF berperan lebih baik dalam pembentukan metil ester dibanding co-solvent n-heksan. Hal ini karena THF bisa berperan sebagai pelarut yang bersifat polar (bisa melarutkan metanol) dan juga bisa bersifat non polar (bisa melarutkan minyak), dibanding n-heksan yang hanya bersifat non polar. Penggunaan katalis basa akan menghasilkan yield metil ester yang lebih tinggi dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan katalis asam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyu, A., Lomsahaka, E., Hamza, A., (2012), Production of biodiesel via NaOH catalyzed transesterification of mahogany seed oil, *Adv. Appl. Sci. Res.*, 3, pp. 615 – 618.
- Ariza-Montobbio, P., Lele, S., (2010), Jatropha plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India : viability, livelihood trade-offs, and latent conflict, *Ecological Economic*, 70, pp. 189-195.
- Boocock, D.G.B., Konar, S.K., Mao, V., Sidi, H., (1996), Fast One-Phase Oil-Rich Process for The Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters, *Biomass Bioenergy*, 11 : 43-50.
- Boey, P.L., Ganesan, S., Maniam, G.P., Ali, D.M.H., (2011), Ultrasound Aided In Situ Transesterification of Crude Oil Adsorbed on Spent Bleaching Clay, *Energy Conversion and Management*, 52, pp. 2081-2084.

Commented [S5]: Ditambahkan pula kondisi operasi optimum selain waktu

Damayanti, A., Bariroh, S., (2012), Pengolahan Biji Mahoni (*Swietenia Macrophylla King*) Sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, Vol. 1, No.1, hal. 8 – 15.

Daryono, E.D., (2013), Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Transesterifikasi Insitu, *Jurnal Teknik Kimia*, Vol 8, No. 1, hal. 7-11.

Daryono, E.D., Hudha, M.I., Muyassaroh., (2014), Sintesa Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Reaksi Transesterifikasi In Situ Menggunakan *Co-solvent* THF (*Tetrahydrofuran*), *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Kimia FMIPA Unesa, pp. B-292 – B-300.

Eromosele, I.C., Eromosele, C.O., Innazo, P., Njerim, P., (1998), Studies on Some Seeds and Seed Oils, *Bioresource Technology*, 64, pp. 245 – 247.

Haas, M.J., Scott, K.M., Marmer, W.N., Foglia, T.A., (2004), In Situ Alkaline Transesterification: an Effective Method for The Production of Fatty Acid Esters from Vegetable Oils, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 81, pp. 83-89.

Hincapie, G., Mondragon, F., Lopez, D., (2011), Conventional and In Situ Transesterification of Castor Seed Oil for Biodiesel Production, *Fuel*, 90, pp. 1618-1623.

Kartika, I.A., Yuliani, S., Ariono, D., Sugiarto, (2009), Rekayasa Proses Produksi Biodiesel Berbasis Jarak (*Jatropha Curcas*) Melalui Transesterifikasi In Situ, *Prosiding Seminar Hasil-Hasil Penelitian IPB*, pp. 129-139.

Kartika, I.A., Yani, M., Ariono, D., Evon, P., Rigal, L., (2012), In Situ Transesterification of Oil-Containing *Jatropha Curcas* Seeds to Produce Biodiesel Fuel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, Vol. 11, No. 1, hal. 41-49.

Khang, D.S., Razon, L.F., Madrazo, C.F., Tan, R.R., (2014), In situ transesterification of coconut oil using mixtures of methanol and tetrahydrofuran, *Chemical Engineering Research and Design*, 92, pp. 1512 – 1518.

Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W., Hendroko, R., (2007), *Teknologi Bioenergi*, Agromedia Pustaka, Jakarta.

Martinez-Herrera, J., Siddhuraju, P., Francis, G., Davila-Ortiz, G, Becker K., (2006), Chemical composition, toxic/antimetabolic constituents, and effects of different treatments on their levels, in four provenances of *Jatropha curcas L.* from Mexico, *Food Chemistry*, 96, pp. 80-89.

Okieimen, F.E., Eromosele, C.O., (1999), Fatty acid composition of seed oil of Khaya Senegalensis, *Bioresource Technology*, 69, pp. 279 – 280.

Ong, H.C., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., Nurhasyima, R.S., (2011), Comparison of palm oil, *Jatropha curcas* and *Calophyllum inophyllum* for biodiesel : A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp. 3501 – 3515.

Radha, K.V., Manikandan, G., (2011), Novel Production of Biofuels From Neem Oil, *World Renewable Energy Congress*, Swedia, pp. 471 – 478.

Sammarphet, P., (2008), Investigation of The Papaya Seed Oil Properties for Development in to Edible Oil, *Master Tesis*, Mahidol University.

Shuit, S.H., Lee, K.T., Kamaruddin, A.H., Yusup, S., (2010), Reactive Extraction and In Situ of *Jatropha Curcas L.* Seeds for The Production of Biodiesel, *Fuel*, 89, pp. 527-530.

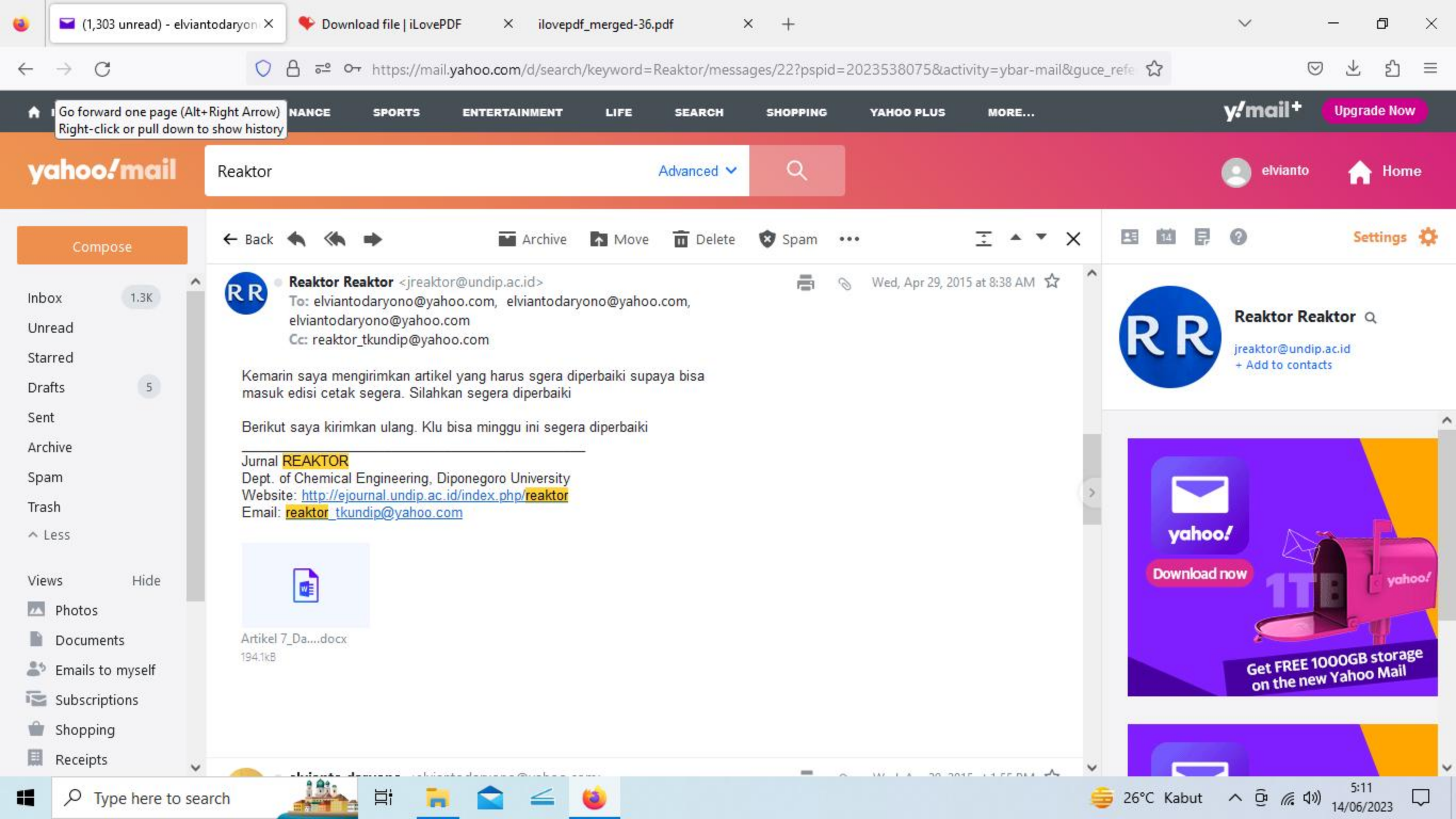
SNI 04 – 7182 – 2006, Badan Standarisasi Nasional.

Supardan, M.D., Satriana, Moulana, R., (2014), Transesterifikasi In Situ Biji Jarak Pagar Menggunakan Kavitas Hidrodinamik, *Agritech*, Vol. 34, No. 1, hal. 43-49.

Susilo, B., (2006), Biodiesel : Pemanfaatan Biji Jarak Pagar sebagai Alternatif Bahan Bakar Minyak, *Inovasi dan Teknologi*, Trubus Agrisarana, Surabaya.

Towaha, J., (2011), Biji Mahoni sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Majalah Semi Populer Tanaman Rempah dan Industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan, Vol.2, No. 6, hal. 23.

Zeng, J., Wang, X., Zhao, B., Sun, J., Wang, Y., (2009), Rapid In Situ Transesterification of Sunflower Oil, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, pp. 850-856.



Compose

- Inbox 1.3K
- Unread
- Starred
- Drafts 5
- Sent
- Archive
- Spam
- Trash
- Less
- Views Hide
- Photos
- Documents
- Emails to myself
- Subscriptions
- Shopping
- Receipts

Back Archive Move Delete Spam

Reaktor Reaktor <jreaktor@undip.ac.id> Wed, Apr 29, 2015 at 8:38 AM

To: elviantodaryono@yahoo.com, elviantodaryono@yahoo.com, elviantodaryono@yahoo.com

Cc: reaktor_tkundip@yahoo.com

Kemarin saya mengirimkan artikel yang harus segera diperbaiki supaya bisa masuk edisi cetak segera. Silahkan segera diperbaiki

Berikut saya kirimkan ulang. Klu bisa minggu ini segera diperbaiki

Jurnal **REAKTOR**
 Dept. of Chemical Engineering, Diponegoro University
 Website: <http://ejournal.undip.ac.id/index.php/reaktor>
 Email: reaktor_tkundip@yahoo.com



Artikel 7_Da....docx 194.1kB

Reaktor Reaktor

jreaktor@undip.ac.id
 + Add to contacts

yahoo! Download now

Get FREE 1000GB storage on the new Yahoo Mail

PROSES PRODUKSI METIL ESTER DARI MINYAK BIJI MAHONI DENGAN TRANSESTERIFIKASI IN SITU MENGGUNAKAN CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN)

Elvianto Dwi Daryono^{*}), Adrianus Chrisantus Rengga, dan Imaniar Safitri

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

^{*}Penulis korespondensi: elviantodaryono@yahoo.com

Abstract

PRODUCTION OF PROCESS OF METHYL ESTER FROM MAHOGANY SEED OIL WITH IN SITU TRANSESTERIFICATION USING CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN).

The purpose of this research was to assess the effectiveness of the use of co-solvent THF for in situ transesterification reaction mahogany seed oil. Mahogany seeds which have been dried and pulverized size +20/-30 mesh around 50 grams. The pulverized seeds were inserted in to three-neck flask equipped with condenser. Methanol, THF and catalyst NaOH were added to the flask then the reaction was carried out with the certain variables and operating conditions. After the reaction was complete then the filtrate and cake were separated. To stopped the reaction with neutralized the NaOH catalyst with added HCl 1 mol/L to pH 4. The filtrate was distilled at a temperature of 70°C and the residue placed separating funnel and allowed for 12 hours in order to obtain two layers. The top layer as methyl ester was analyzed by GC as concentration of methyl ester. According to the result was obtained that the best results of this process achieved at a molar ratio of oil to THF of 1: 67.85 and reaction time of 23 minutes with methyl ester concentration of 69,28% and methyl ester yield of 67.95%. Methyl ester density attained at 0.8791 g/cm³ regards with SNI 04-7182-2006.

Keywords: biodiesel; co-solvent; in situ transesterification; mahogany seed oil

Abstrak

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengkaji efektifitas penggunaan co-solvent THF pada reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni. Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh sebanyak 50 gram dimasukkan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan ditambahkan metanol, THF dan katalis NaOH serta dilakukan reaksi sesuai dengan variabel dan kondisi operasi penelitian. Setelah reaksi selesai dipisahkan antara ampas dan filtratnya. Untuk menghentikan reaksi yaitu menetralisasi katalis NaOH dengan menambahkan HCl 1 mol/L sampai pH 4. Filtrat didistilasi pada suhu 70°C dan residu hasil distilasi dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama 12 jam agar terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas sebagai metil ester kemudian dianalisis konsentrasi metil esternya dengan GC. Dari data hasil penelitian didapatkan hasil terbaik pada rasio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan konsentrasi metil ester 69,28% dan yield metil ester 67,95%. Densitas metil ester 0,8791 g/cm³ memenuhi SNI 04-7182-2006

Kata kunci: biodiesel; co-solvent; transesterifikasi in situ; minyak biji mahoni

How to Cite This Article: **Daryono, E.D., Rengga, A.C., dan Safitri, I.**, (2014), Proses Produksi Metil Ester Dari Minyak Biji Mahoni dengan Transesterifikasi In Situ Menggunakan co-solvent THF (*Tetrahydrofuran*), 15(1), 51-58 <http://dx.doi.org/10.14710/reaktor.15.1.51-58>

PENDAHULUAN

Energi terbarukan sangat dibutuhkan dewasa ini, terutama dalam hal kebutuhan energi bahan bakar. Bahan baku bahan bakar selama ini yang digunakan

adalah bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Pasokan bahan baku yang semakin menipis inilah yang melatarbelakangi diadakan penelitian dan pengembangan untuk sumber-sumber

energi terbarukan (*renewable*). Sumber energi terbarukan tersebut diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan kebutuhan yang semakin meningkat. Salah satu kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat adalah bahan bakar solar. Kebutuhan solar Indonesia dari tahun ke tahun terus naik, pada tahun 1996-1997 sebesar 19,3 miliar liter, tahun 1997-1998 sebesar 22,2 miliar liter, tahun 1999-2000 impor BBM sebesar 31,707 miliar liter dan pada tahun 2007-2015 kebutuhan solar 19,3 miliar liter (Kompas 18 Maret 2002 dalam Susilo, 2006). Peningkatan ini akan terus terjadi setiap tahunnya seiring dengan pengembangan teknologi yang semakin maju dan jumlah penduduk yang semakin bertambah.

Pemerintah melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, menetapkan pada tahun 2025 peran minyak bumi sebagai energi akan dikurangi dari 52% saat ini menjadi kurang dari 20%. Pada tahun tersebut diharapkan energi alternatif bisa menyuplai 17% kebutuhan energi nasional, termasuk di dalamnya *biofuel* atau Bahan Bakar Nabati (BBN) ikut memasok sekitar 5% (Hambali dkk., 2007).

Biodiesel merupakan suatu energi alternatif yang telah dikembangkan secara luas untuk mengurangi ketergantungan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM). Biodiesel adalah metil ester asam lemak yang dihasilkan dari proses kimia antara minyak nabati dan alcohol. Produksi biodiesel dari minyak tumbuhan (seperti minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar) terkendala karena minyak kelapa sawit digunakan untuk minyak goreng. Pada umumnya biji dari varietas jarak pagar bersifat racun bagi manusia dan hewan karena adanya senyawa *curcin* dan *phorbol esters* (Kumar dan Sharma, 2008), serta perlu lahan luas untuk penanaman dan waktu yang relatif lama untuk pemanenan biji jarak pagar (Ariza-Montobbio dan Lele, 2010).

Salah satu alternatif bahan baku yang cukup menjanjikan adalah minyak biji mahoni. Biji mahoni selama ini belum dimanfaatkan dan hanya sebagai limbah yang mengotori jalanan. Penanaman mahoni di Indonesia cukup luas, dimana pada umumnya penanaman mahoni yang luas dikelola oleh Perum Perhutani yang mengelola sekitar 116.282 ha di Jawa, Sumatera dan Sulawesi. Adapun sekitar belasan ribu hektar dikelola oleh Pemda sebagai tanaman peneduh jalan-jalan di banyak kota besar. Dengan luasan tersebut, selain berpotensi sebagai penghasil kayu, pohon reboisasi/penghijauan serta peneduh jalan dan dengan produksi biji mencapai 4-8 kg/pohon/tahun, biji mahoni dengan kandungan minyak yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel (Towaha, 2011).

Biji mahoni jenis *Khaya Senegalensis* mengandung minyak sekitar 52,5%, tidak mengandung asam lemak esensial sehingga tidak mempunyai nilai nutrisi dan merupakan minyak non pangan (Eromosele dkk., 1998 ; Okieimen dkk., 1999). Kandungan minyak biji mahoni lebih besar dari

kandungan minyak biji jarak pagar yang sekitar 30-50% (Ong dkk., 2011). Komposisi asam lemak pada minyak biji mahoni adalah asam stearat (10,41%), asam palmitat (21,39%), asam oleat (64,62%) dan asam-asam lain (3,58%) (Okieimen dkk., 1999).

Beberapa penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak biji mahoni telah dilakukan. Pada transesterifikasi *neem oil* didapatkan yield 83% pada suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 90 menit, katalis NaOH 1,5% berat dan volume metanol 180 mL (Eevera dkk., 2009). Aliyu dkk., (2012) melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni sebanyak 15 cm³ dengan katalis NaOH pelet 0,1648 gram dan metanol 42 cm³ pada suhu 60°C dan waktu reaksi 30 menit. Mereka menghasilkan biodiesel yang memenuhi ASTM D 6751-06 standard sebagai biodiesel (B100). Radha dan Manikandan (2011) melakukan transesterifikasi minyak biji *Neem (Azadirachta indica)* yaitu pohon mahoni keluarga *Meliaceae* yang tumbuh di India dengan katalis NaOH. Mereka mendapatkan metil ester dengan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam. Damayanti dan Bariroh (2012), melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni dan mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, katalis KOH 0,1 N, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI-04-7182-2006 (densitas 874,08 kg/m³, viskositas 3,07 mm²/s dan bilangan asam 0,5601 mg KOH/gr).

Secara umum pengolahan biodiesel (metil ester) dilakukan dengan proses konvensional. Proses konvensional untuk memproduksi biodiesel/FAME melibatkan ekstraksi minyak, pemurnian dan transesterifikasi (Haas dkk., 2004). Jika bahan baku biodiesel minyak dari biji, akan membebani 70% dari total biaya produksi biodiesel (Bender, 1999 ; Haas dkk., 2006).

Transesterifikasi in situ dapat menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan proses yang lebih efisien. Proses transesterifikasi in situ merupakan salah satu unit operasi terintegrasi yang terdiri dari ekstraktor (sebagai tempat terjadinya proses ekstraksi) dan reaktor (sebagai tempat terjadinya reaksi) yang berada dalam unit peralatan. Dalam proses transesterifikasi in situ, ekstraksi minyak serta esterifikasi dan/atau transesterifikasi dilakukan dalam satu langkah dimana alkohol berfungsi sebagai pelarut ekstraksi sekaligus sebagai reagen transesterifikasi selama proses transesterifikasi in situ berlangsung (Supardan dkk., 2014).

Pada transesterifikasi in situ yang menjadi masalah adalah kelarutan minyak dalam metanol rendah sehingga akan membentuk reaksi dua fase, sedangkan katalis berada di fase metanol dan reaksi terjadi pada fase tersebut. Dengan menambahkan pelarut yaitu *co-solvent*, akan meningkatkan kelarutan minyak pada metanol sehingga akan membentuk reaksi satu fase (Boocock dkk., 1996).

Zeng dkk., (2009) melakukan reaksi transesterifikasi in situ minyak biji bunga matahari menggunakan metanol dengan penambahan *co-solvent* DEM (*Diethoxymethane*). Mereka mendapatkan produk dengan 97,7% FAME dan 0,74% FFA pada rasio molar katalis:minyak = 0,5:1, rasio molar metanol:minyak = 101,39:1, rasio molar DEM:minyak = 57,85:1, kecepatan pengaduk 150 rpm, suhu reaksi 20°C dan waktu reaksi 13 menit. Shuit dkk., (2010) mendapatkan FAME dengan yield 99,8% dengan ukuran biji jarak pagar < 0,355 mm, *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam, rasio metanol: biji yaitu 7,5 ml/gr dan katalis H₂SO₄ 15%. Supardan dkk (2014) melakukan transesterifikasi in situ biji jarak pagar menggunakan kavitasi hidrodinamik. Mereka mendapatkan biodiesel dengan yield 60% pada rasio volume methanol:biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml, suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 120 menit, katalis KOH 2 gr, kandungan air biji, 3%, ukuran biji 0,355-1,18 mm dan volume *co-solvent* n-heksan 95 ml. Kartika dkk. (2012) mendapatkan biodiesel dengan yield 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, 0,075 mol/L KOH dalam metanol, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Boey dkk., (2011) melakukan transesterifikasi in situ CPO yang teradsorpsi pada SBC (*Spent Bleaching Clay*) dengan proses ultrasonik. Mereka mendapatkan yield metil ester 75,2% pada rasio mol metanol: minyak 150:1, massa SBC 2 gram, katalis KOH 20%, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 2 jam dan *co-solvent* petroleum eter 3 ml. Hincapie dkk., (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 300 rpm, massa *castor seed* 20 gram, katalis KOH 1%, molar rasio etanol:minyak 60:1, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Khang dkk., (2014) melakukan transesterifikasi in situ kopra dengan menggunakan campuran metanol dan THF. Mereka mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100g, rasio volume THF:metanol = 0,4, rasio molar metanol:minyak = 60:1 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 84,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak = 1:67,85 (Daryono dkk., 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi proses yang lebih baik dan hemat energi yaitu reaksi pada suhu kamar, waktu reaksi dalam pembentukan metil ester yang lebih cepat dan rasio molar minyak: *co-solvent* yang optimum dibandingkan dengan proses transesterifikasi konvensional.

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian utama yaitu biji mahoni yang didapatkan dari daerah Blitar. Reagen yang digunakan dalam penelitian meliputi metanol (MERCK, 99,9%), THF (MERCK, 99,8%) dan NaOH pellet (Riedel-de Haen, 99%). Reaksi dilakukan pada skala

laboratorium menggunakan labu alas bulat berleher tiga dilengkapi pendingin balik, termometer dan pengaduk magnetik. Suhu reaksi dijaga pada suhu kamar ($\pm 27^\circ\text{C}$) menggunakan penangas air dan tekanan atmosferik. Pemilihan suhu kamar dilakukan untuk menghemat energi dan membandingkan dengan hasil penelitian Zeng dkk., (2009), yang mendapatkan kondisi optimum pada suhu 20°C.

Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh, dianalisa kadar airnya dan %FFA-nya. Merangkai reaktor sebagai tempat reaksi yang terdiri dari labu leher tiga dan pendingin balik serta memperkuat posisinya dengan penyangga dan statif. Kemudian meletakkan reaktor pada *hot plate magnetic stirrer*. Memasukkan 50 gram biji mahoni kering, metanol, THF dan NaOH ke dalam reaktor dan melakukan reaksi pada suhu kamar ($\pm 27^\circ\text{C}$) serta mengatur tombol putaran *magnetic stirrer* pada kecepatan 150 rpm. Pengontrolan suhu reaksi dilakukan dengan melihat suhu termometer yang dipasang pada reaktor dan penguapan metanol serta THF dicegah dengan pendingin balik. Pemilihan kecepatan 150 rpm didasari oleh kondisi optimum yang didapatkan Zeng dkk., (2009). Digunakan katalis NaOH pellet dengan rasio molar minyak:NaOH = 1:0,5, rasio molar minyak:metanol = 1:101,39, dan rasio molar minyak:THF = 1:47,15; 1:57,85 dan 1:67,85 (Zeng dkk., 2009). Rasio molar minyak:metanol pada penelitian ini cukup tinggi karena fungsi metanol selain sebagai reaktan juga pelarut untuk mengekstraksi minyak pada biji.

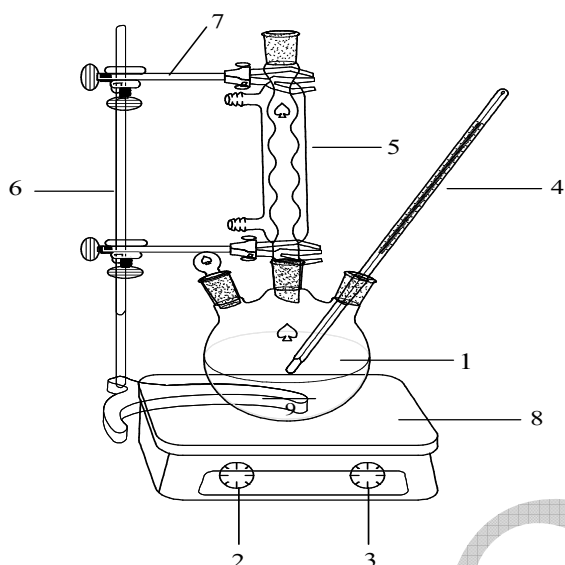
Sampel sebagai hasil reaksi diambil sebanyak 10 gram pada masing-masing waktu reaksi (3, 8, 13, 18, dan 23 menit). Untuk menghentikan reaksi yaitu menetralkan katalis NaOH dengan menambahkan HCl 1 mol/L sampai pH 4 pada hasil reaksi (Zeng dkk., 2009). Hasil reaksi dan ampas biji mahoni kemudian dipisahkan dengan kertas saring. Hasil reaksi kemudian di-distilasi pada suhu 70°C sampai tidak ada destilat yang menetes. Pemisahan sisa metanol dan *co-solvent* THF dapat dilakukan dengan mudah karena titik didihnya yang berdekatan (Boocock dkk., 1996). Destilat merupakan metanol dan *co-solvent* sisa, sedangkan residu merupakan campuran dari metil ester, minyak, gliserol dan katalis. Residu dimasukkan dalam corong pemisah selama 12 jam sampai terbentuk 2 lapisan kemudian dipisahkan. Lapisan bawah yang berwarna kecoklatan adalah gliserol dan katalis NaOH, sedangkan lapisan atas yang berwarna kuning adalah metil ester dan minyak biji mahoni yang tidak bereaksi. Lapisan atas ditimbang sebagai berat metil ester. Lapisan atas kemudian dianalisa konsentrasi metil esternya dengan menggunakan GC merk Shimadzu dengan data :

- Column : BPX5 0,25 μm , 12 m x 0,53 mm ID
- Initial temp : 100°C, 0,5 min
- Rate 1 : 50°C/min
- Temp : 280°C
- Rate 2 : 10°C/min
- Final temp : 360°C, 5 min

- Carrier gas : He, 5 min
- Detektor : FID
- Injection mode : on column (OCI-5)
- Injection volume : 1 µl

Diskripsi Peralatan

(Mohon dibuat kalimat pembuka yang merujuk pada Gambar 1)



Gambar 1. Reaktor Transesterifikasi In Situ

Keterangan:

1. Labu leher tiga
2. Tombol pengatur temperatur
3. Tombol pengatur kecepatan stirrer
4. Termometer
5. Pendingin balik
6. Penyangga
7. Statif
8. Hot plate
9. Magnetic Stirrer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku yaitu biji mahoni setelah dikeringkan dan dihaluskan, dianalisa kadar airnya dan didapatkan kadar air 0,8%. Biji mahoni serbuk kemudian diekstraksi minyaknya dengan pelarut metanol dan THF dengan rasio molar metanol:THF 101,39:67,85 selama 23 menit. Dari hasil ekstraksi didapatkan 28 gram minyak pada 50 gram biji mahoni kering. Minyak hasil ekstraksi dianalisa %FFA-nya dan didapatkan %FFA 1,42%, sehingga dapat langsung dilakukan reaksi transesterifikasi in situ.

Data konsentrasi metil ester didapatkan dari hasil analisa GC lapisan atas residu hasil pemisahan dengan distilasi. Dari hasil analisa GC komponen metil ester terdiri dari metil oleat, metil heksanoat, metil oktanoat, metil miristat, metil palmitat, metil heptadekanoat, metil linoleat, metil stearat, metil laurat dan metil arakidat.

Yield metil ester dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Yield (\%) = \frac{(\sum \text{Konsentrasi metil ester}) \times (\text{Berat metil ester})}{(\text{Berat minyak biji mahoni mula-mula})} \times 100\%$$

(Mohon dibuat kalimat yang merujuk pada Tabel 1)

Tabel 1. Komposisi asam lemak pada minyak biji mahoni hasil analisa GC

Asam lemak	% berat
Asam oktanoat	1,24
Asam heksanoat	0,17
Asam heptadekanoat	2,606
Asam laurat	2,906
Asam miristat	7,397
Asam palmitat	9,096
Asam stearat	7,411
Asam oleat	36,147
Asam linoleat	9,952
Asam arakidat	9,401

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Berat Metil Ester

(Mohon dibuat kalimat pembuka yang merujuk pada Tabel 2) Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi memberikan pengaruh yang nyata pada berat metil ester yang didapatkan. semakin besar.

Tabel 2. Berat metil ester pada berbagai variabel rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi

Ratio molar THF:minyak	Waktu reaksi (menit)	Berat metil ester (gram)
47,15:1	3	0,189
	8	0,243
	13	0,405
	18	0,432
	23	0,567
	3	0,27
57,85:1	8	0,243
	13	0,351
	18	0,378
	23	0,621
	3	0,324
	8	0,378
67,85:1	13	0,459
	18	0,567
	23	0,891

Pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio molar THF:minyak 47,15:1 didapatkan berat metil ester 0,567 gram, pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 didapatkan berat metil ester 0,621 gram dan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 didapatkan berat metil ester 0,891 gram. Pada rasio molar THF:minyak 47,15:1 dan 57,85:1, berat metil ester yang didapatkan tidak berbeda jauh hanya selisih 0,054 gram. Tetapi pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dan 67,85:1, berat metil ester yang didapatkan berbeda cukup jauh yaitu selisih 0,27 gram. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa rasio molar THF:minyak merupakan variabel yang paling berpengaruh pada peningkatan

berat metil ester. Untuk semua variabel rasio molar THF:minyak, peningkatan berat metil yang tertinggi terjadi pada waktu reaksi 18 menit menuju ke 23 menit. Dari variabel waktu reaksi belum didapatkan data berat metil ester optimum, karena berat metil ester masih mengalami kenaikan. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF adalah 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan berat metil ester 0,891 gram.

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak terhadap % FFA dan Densitas Biodiesel

(Mohon dibuat kalimat pembuka yang merujuk pada Tabel 3) Dari Tabel 3 terlihat bahwa semakin tinggi ratio molar THF:minyak, maka semakin kecil % FFA metil ester. Hal ini karena dengan semakin banyaknya minyak yang bereaksi menjadi metil ester, maka semakin sedikit sisa minyak yang tidak bereaksi yang merupakan sumber penyebab tingginya FFA. Semakin kecil % FFA maka semakin baik kualitas metil ester yang dihasilkan, karena % FFA berhubungan dengan kerusakan komponen penyusun metil ester. Hasil terbaik % FFA didapatkan pada ratio molar THF:minyak 67,85:1 yaitu 0,5004%. Zeng dkk.,2006 mendapatkan metil ester dari biji bunga matahari dengan % FFA 0,74% pada transesterifikasi in situ dengan rasio molar DEM:minyak 57,85:1.

Semua densitas metil ester yang dihasilkan memenuhi spesifikasi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³. Pada rasio molar THF:minyak 1:67,85 yang merupakan kondisi terbaik didapatkan densitas metil ester 0,8791 g/cm³.

Tabel 3. Pengaruh ratio molar THF:minyak terhadap % FFA dan densitas metil ester

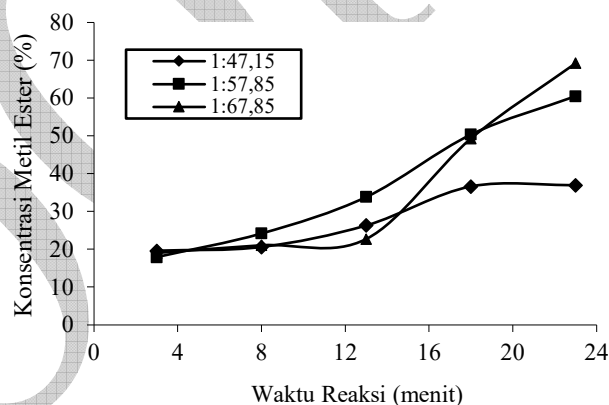
Ratio molar THF:minyak	% FFA	Densitas (g/cm ³)
47,15:1	0,5488	0,8569
57,85:1	0,5326	0,8751
67,85:1	0,5004	0,8791

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Konsentrasi Metil Ester

(Mohon dibuat kalimat pembuka yang merujuk pada Gambar 2) Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan *co-solvent* THF mengakibatkan reaksi transesterifikasi in situ berjalan cukup cepat di awal reaksi. Tercapai konsentrasi metil ester sekitar 20% pada waktu reaksi 3 menit. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent*, didapatkan konsentrasi metil ester 43,02% pada waktu reaksi 30 menit dengan volume metanol 400 mL (Daryono, 2013). Penambahan *co-solvent* THF kurang berpengaruh pada perolehan konsentrasi metil ester dibandingkan dengan variabel waktu reaksi.

Terlihat dari Gambar 2, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil ester 60,52%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1

dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil ester 69,28% hanya selisih 8,76%. Daryono, (2013) mendapatkan konsentrasi metil ester 56,71% pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent* pada waktu reaksi 150 menit dengan volume metanol 400 mL. Dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan konsentrasi metil ester yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak FAME yang didapatkan, karena semakin lama *solvent* dan *co-solvent* mengekstrak minyak dari biji mahoni, maka minyak yang dihasilkan semakin banyak dalam proses transesterifikasi in situ. Penambahan THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak menambahkan THF dapat meningkatkan kelarutan minyak terhadap metanol dan reaksi berjalan semakin cepat karena membentuk sistem satu fase dan menghasilkan metil ester yang semakin banyak.

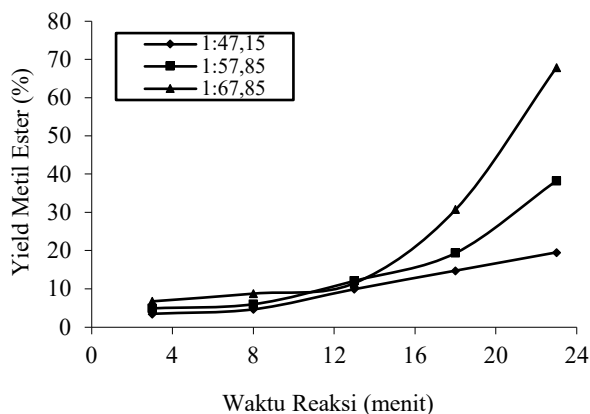


Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:co-solvent terhadap konsentrasi metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Yield Metil Ester

(Mohon dibuat kalimat pembuka yang merujuk pada Gambar 3) Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan yield metil ester yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak metil ester yang didapatkan. Semakin lama *solvent* dan *co-solvent* mengekstrak minyak biji mahoni, maka akan menghasilkan minyak semakin banyak yang merupakan reaktan dalam membentuk metil ester dalam proses transesterifikasi in situ. Dapat terlihat juga bahwa penambahan *co-solvent* THF dapat meningkatkan metil ester yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak THF yang ditambahkan, kelarutan TG terhadap metanol semakin besar dan reaksi

berjalan semakin cepat dan metil ester yang dihasilkan semakin banyak.



Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:co-solvent terhadap yield metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Reaksi berjalan cukup lambat di awal reaksi yaitu di waktu reaksi 3, 8 dan 13 menit. Tetapi pada waktu reaksi 18 dan 23 menit reaksi berjalan cepat. Penambahan *co-solvent* THF dan waktu reaksi sangat berpengaruh pada perolehan yield metil ester. Terlihat dari Gambar 3, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 38,31%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 67,95% dan ini merupakan kondisi terbaik pada penelitian ini. Transesterifikasi *neem oil* mendapatkan yield 83% pada suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 90 menit, katalis NaOH 1,5% berat dan volume metanol 180 mL (Eevera dkk., 2009). Pada transesterifikasi konvensional minyak biji *Neem (Azadirachta indica)* tanpa *co-solvent* didapatkan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam (Radha dan Manikandan, 2011). Transesterifikasi minyak biji mahoni mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam (Damayanti dan Bariroh, 2012).

Jika dibandingkan dengan hasil ketiga penelitian transesterifikasi minyak biji mahoni diatas, maka hasil penelitian ini relatif lebih baik karena yield metil ester tertinggi 67,95% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan reaksi pada suhu kamar. Pada transesterifikasi konvensional rasio mol minyak:metanol yang digunakan lebih kecil jika dibandingkan dengan rasio mol minyak:metanol pada transesterifikasi in situ dengan *co-solvent*. Hal ini karena fungsi *solvent* dan *co-solvent* pada transesterifikasi in situ selain sebagai reaktan/membantu reaksi, juga untuk mengekstrak minyak dari biji berbeda dengan transesterifikasi konvensional yang minyaknya sudah tersedia sebagai reaktan.

Zeng dkk. (2009) mendapatkan yield metil ester tertinggi 97,7% pada waktu reaksi 13 menit, rasio molar minyak:THF=1:57,85 dengan bahan baku biji bunga matahari dan *co-solvent* DEM (*diethoxymethane*). Perbedaan ini disebabkan karena kelarutan DEM terhadap metanol dan minyak lebih tinggi dibanding THF (laju ekstraksi minyak pada DEM 95,85% dan pada THF 92,87%) (Zeng dkk., 2009). Shuit dkk. (2010) mendapatkan yield metil ester ± 10% pada waktu reaksi 1 jam untuk transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan. Mereka mendapatkan yield tertinggi 99,8% dengan *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam dan rasio metanol: biji 7,5 ml/gr. Penelitian Supardan dkk (2014) yaitu transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan menggunakan kavitasi hidrodinamik, mendapatkan yield biodiesel 60% pada suhu reaksi 50°C, rasio volume metanol:biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml volume *co-solvent* n-heksan 95 ml, dan waktu reaksi 120 menit. Kartika dkk. (2012) mendapatkan yield biodiesel 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Hasil penelitian ini relatif lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 67,95% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi pada suhu kamar, kecepatan pengadukan 150 rpm dan menggunakan *co-solvent* THF.

Hincapie dkk. (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Khang dkk., (2014) mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100 g, rasio volume THF:metanol = 0,4 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Hasil penelitian ini lebih baik, dimana yield metil ester tertinggi 67,95% didapatkan pada reaksi dengan suhu kamar, waktu reaksi 23 menit dan menggunakan katalis NaOH. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 84,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak adalah 1:67,85 (Daryono dkk., 2014). Hasil penelitian ini berbeda, karena pada penelitian Daryono dkk., 2014 perhitungan yield tidak memperhitungkan konsentrasi metil ester yang didapatkan.

KESIMPULAN

Konsentrasi metil ester tertinggi 69,28% dan yield metil ester tertinggi 67,95% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi 27°C, rasio molar minyak:NaOH adalah 1:0,5, rasio molar minyak:metanol adalah 1:101,39, dan rasio molar minyak:THF adalah 1:67,85. Hal ini karena semakin lama waktu reaksi dan semakin besar rasio molar minyak:co-solvent maka konsentrasi metil ester dan yield metil ester semakin besar. Yield metil ester yang dihasilkan pada transesterifikasi in situ minyak biji

mahoni dengan *co-solvent* jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses transesterifikasi minyak biji mahoni konvensional dengan waktu reaksi yang sama. Dari perbandingan dengan penelitian terdahulu diketahui bahwa *co-solvent* THF berperan lebih baik dalam pembentukan metil ester dibanding *co-solvent* n-heksan. Hal ini karena THF bisa berperan sebagai pelarut yang bersifat polar (bisa melarutkan metanol) dan juga bisa bersifat non polar (bisa melarutkan minyak), dibanding n-heksan yang hanya bersifat non polar. Penggunaan katalis basa akan menghasilkan yield metil ester yang lebih tinggi dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan katalis asam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyu, A., Lomsahaka, E., and Hamza, A., (2012), Production of biodiesel via NaOH catalyzed transesterification of mahogany seed oil, *Adv. Appl. Sci. Res.*, 3, pp. 615-618.
- Ariza-Montobbio, P. and Lele, S., (2010), *Jatropha* plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India : viability, livelihood trade-offs, and latent conflict, *Ecological Economic*, 70, pp. 189-195.
- Bender, M., (1999), Economic Feasibility Review for Community-Scale Farmer Cooperatives for Biodiesel, *Bioresour. Technol.*, 70, pp. 81-87.
- Boocock, D.G.B., Konar, S.K., Mao, V., and Sidi, H., (1996), Fast One-Phase Oil-Rich Process for The Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters, *Biomass Bioenergy*, 11, pp. 43-50.
- Boey, P.L., Ganesan, S., Maniam, G.P., and Ali, D.M.H., (2011), Ultrasound Aided In Situ Transesterification of Crude Oil Adsorbed on Spent Bleaching Clay, *Energy Conversion and Management*, 52, pp. 2081-2084.
- Damayanti, A. dan Bariroh, S., (2012), Pengolahan Biji Mahoni (*Swietenia Macrophylla King*) Sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 1 (1), hal. 8-15.
- Daryono, E.D., (2013), Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Transesterifikasi Insitu, *Jurnal Teknik Kimia*, UPN Veteran Surabaya, 8(1), hal. 7-11.
- Daryono, E.D., Hudha, M.I., dan Muyassaroh, (2014), Sintesa Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Reaksi Transesterifikasi In Situ Menggunakan *Co-solvent* THF (*Tetrahydrofuran*), *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Kimia FMIPA Unesa, pp. B-292-B-300.
- Eromosele, I.C., Eromosele, C.O., Innazo, P., and Njerim, P., (1998), Studies on Some Seeds and Seed Oils, *Bioresource Technology*, 64, pp. 245-247.
- Eevera, T., Rajendran, K., and Saradha, S., (2009), Biodiesel production process optimization and characterization to assess the suitability of the product for varied environmental conditions, *Renewable Energy*, 34, pp. 762-765.
- Haas, M.J., Scott, K.M., Marmer, W.N., and Foglia, T.A., (2004), In Situ Alkaline Transesterification: an Effective Method for The Production of Fatty Acid Esters from Vegetable Oils, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 81, pp. 83-89.
- Haas, M.J., McAloon, A.J., Yee, W.C., and Foglia, T.A., (2006), A Process Model to Estimate Biodiesel Production Costs, *Bioresour. Technol.*, 97, pp. 671-678.
- Hincapie, G., Mondragon, F., and Lopez, D., (2011), Conventional and In Situ Transesterification of Castor Seed Oil for Biodiesel Production, *Fuel*, 90, pp. 1618-1623.
- Kartika, I.A., Yani, M., Ariono, D., Evon, P., and Rigal, L., (2012), In Situ Transesterification of Oil-Containing *Jatropha Curcas* Seeds to Produce Biodiesel Fuel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11(1), hal. 41-49.
- Khang, D.S., Razon, L.F., Madrazo, C.F., and Tan, R.R., (2014), In situ transesterification of coconut oil using mixtures of methanol and tetrahydrofuran, *Chemical Engineering Research and Design*, 92, pp. 1512 – 1518.
- Kumar, A., and Sharma, S., (2008), An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas L.*): a review, *Ind. Crops Prod.*, 28, pp. 1-10 .
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W., dan Hendroko, R., (2007), *Teknologi Bioenergi*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Okieimen, F.E. and Eromosele, C.O., (1999), Fatty acid composition of seed oil of Khaya Senegalensis, *Bioresource Technology*, 69, pp. 279-280.
- Ong, H.C., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., and Nurhasyima, R.S., (2011), Comparison of palm oil, *Jatropha curcas* and *Calophyllum inophyllum* for biodiesel: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp. 3501-3515.
- Radha, K.V. and Manikandan, G., (2011), Novel Production of Biofuels from Neem Oil, *World Renewable Energy Congress*, Swedia, pp. 471-478.
- Shuit, S.H., Lee, K.T., Kamaruddin, A.H., and Yusup, S., (2010), Reactive Extraction and In Situ of *Jatropha Curcas L.* Seeds for The Production of Biodiesel, *Fuel*, 89, pp. 527-530.
- SNI 04 – 7182 – 2006, Badan Standarisasi Nasional.
- Supardan, M.D., Satriana, dan Moulana, R., (2014), Transesterifikasi In Situ Biji Jarak Pagar

Menggunakan Kavitas Hidrodinamik, *Agritech*, 34(1), hal. 43-49.

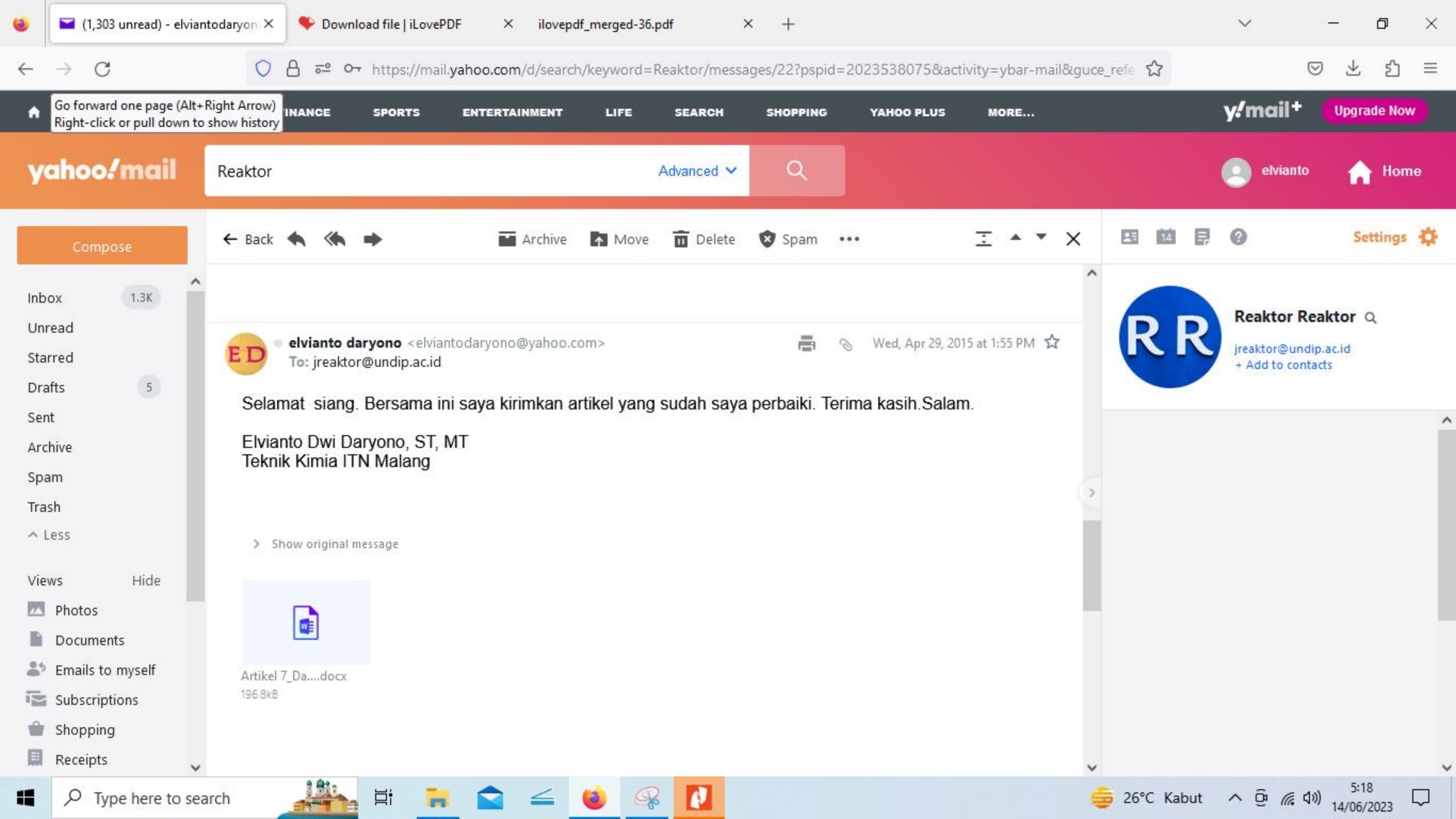
Susilo, B., (2006), Biodiesel : Pemanfaatan Biji Jarak Pagar sebagai Alternatif Bahan Bakar Minyak, *Inovasi dan Teknologi*, Trubus Agrisarana, Surabaya.

Towaha, J., (2011), Biji Mahoni sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Majalah Semi Populer Tanaman*

Rempah dan Industri, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan, 2(6), hal. 23.

Zeng, J., Wang, X., Zhao, B., Sun, J., and Wang, Y., (2009), Rapid In Situ Transesterification of Sunflower Oil, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, pp. 850-856.

PROOF



Compose

- Inbox 1.3K
- Unread
- Starred
- Drafts 5
- Sent
- Archive
- Spam
- Trash
- Less
- Views Hide
- Photos
- Documents
- Emails to myself
- Subscriptions
- Shopping
- Receipts

Back Archive Move Delete Spam

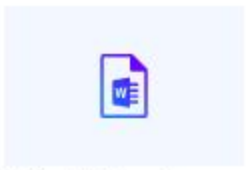
elvianto daryono <elvantodaryono@yahoo.com> To: jreaktor@undip.ac.id

Wed, Apr 29, 2015 at 1:55 PM

Selamat siang. Bersama ini saya kirimkan artikel yang sudah saya perbaiki. Terima kasih. Salam.

Elvianto Dwi Daryono, ST, MT Teknik Kimia ITN Malang

Show original message



Artikel 7_Da....docx 196.8kB



Reaktor Reaktor jreaktor@undip.ac.id + Add to contacts

PROSES PRODUKSI METIL ESTER DARI MINYAK BIJI MAHONI DENGAN TRANSESTERIFIKASI IN SITU MENGGUNAKAN CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN)

Elvianto Dwi Daryono^{*}), Adrianus Chrisantus Rengga, dan Imaniar Safitri

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

^{*})Penulis korespondensi: elviantodaryono@yahoo.com

Abstract

PRODUCTION OF PROCESS OF METHYL ESTER FROM MAHOGANY SEED OIL WITH IN SITU TRANSESTERIFICATION USING CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN).

The purpose of this research was to assess the effectiveness of the use of co-solvent THF for in situ transesterification reaction mahogany seed oil. Mahogany seeds which have been dried and pulverized size +20/-30 mesh around 50 grams. The pulverized seeds were inserted in to three-neck flask equipped with condenser. Methanol, THF and catalyst NaOH were added to the flask then the reaction was carried out with the certain variables and operating conditions. After the reaction was complete then the filtrate and cake were separated. To stopped the reaction with neutralized the NaOH catalyst with added HCl 1 mol/L to pH 4. The filtrate was distilled at a temperature of 70°C and the residue placed separating funnel and allowed for 12 hours in order to obtain two layers. The top layer as methyl ester was analyzed by GC as concentration of methyl ester. According to the result was obtained that the best results of this process achieved at a molar ratio of oil to THF of 1: 67.85 and reaction time of 23 minutes with methyl ester concentration of 69,28% and methyl ester yield of 67.95%. Methyl ester density attained at 0.8791 g/cm³ regards with SNI 04-7182-2006.

Keywords: biodiesel; co-solvent; in situ transesterification; mahogany seed oil

Abstrak

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengkaji efektifitas penggunaan co-solvent THF pada reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni. Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh sebanyak 50 gram dimasukkan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan ditambahkan metanol, THF dan katalis NaOH serta dilakukan reaksi sesuai dengan variabel dan kondisi operasi penelitian. Setelah reaksi selesai dipisahkan antara ampas dan filtratnya. Untuk menghentikan reaksi yaitu menetralisasi katalis NaOH dengan menambahkan HCl 1 mol/L sampai pH 4. Filtrat didistilasi pada suhu 70°C dan residu hasil distilasi dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama 12 jam agar terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas sebagai metil ester kemudian dianalisis konsentrasi metil esternya dengan GC. Dari data hasil penelitian didapatkan hasil terbaik pada rasio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan konsentrasi metil ester 69,28% dan yield metil ester 67,95%. Densitas metil ester 0,8791 g/cm³ memenuhi SNI 04-7182-2006

Kata kunci: biodiesel; co-solvent; transesterifikasi in situ; minyak biji mahoni

How to Cite This Article: **Daryono, E.D., Rengga, A.C., dan Safitri, I.**, (2014), Proses Produksi Metil Ester Dari Minyak Biji Mahoni dengan Transesterifikasi In Situ Menggunakan co-solvent THF (*Tetrahydrofuran*), 15(1), 51-58 <http://dx.doi.org/10.14710/reaktor.15.1.51-58>

PENDAHULUAN

Energi terbarukan sangat dibutuhkan dewasa ini, terutama dalam hal kebutuhan energi bahan bakar. Bahan baku bahan bakar selama ini yang digunakan

adalah bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Pasokan bahan baku yang semakin menipis inilah yang melatarbelakangi diadakan penelitian dan pengembangan untuk sumber-sumber

energi terbarukan (*renewable*). Sumber energi terbarukan tersebut diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan kebutuhan yang semakin meningkat. Salah satu kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat adalah bahan bakar solar. Kebutuhan solar Indonesia dari tahun ke tahun terus naik, pada tahun 1996-1997 sebesar 19,3 miliar liter, tahun 1997-1998 sebesar 22,2 miliar liter, tahun 1999-2000 impor BBM sebesar 31,707 miliar liter dan pada tahun 2007-2015 kebutuhan solar 19,3 miliar liter (Kompas 18 Maret 2002 dalam Susilo, 2006). Peningkatan ini akan terus terjadi setiap tahunnya seiring dengan pengembangan teknologi yang semakin maju dan jumlah penduduk yang semakin bertambah.

Pemerintah melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, menetapkan pada tahun 2025 peran minyak bumi sebagai energi akan dikurangi dari 52% saat ini menjadi kurang dari 20%. Pada tahun tersebut diharapkan energi alternatif bisa menyuplai 17% kebutuhan energi nasional, termasuk di dalamnya *biofuel* atau Bahan Bakar Nabati (BBN) ikut memasok sekitar 5% (Hambali dkk., 2007).

Biodiesel merupakan suatu energi alternatif yang telah dikembangkan secara luas untuk mengurangi ketergantungan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM). Biodiesel adalah metil ester asam lemak yang dihasilkan dari proses kimia antara minyak nabati dan alcohol. Produksi biodiesel dari minyak tumbuhan (seperti minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar) terkendala karena minyak kelapa sawit digunakan untuk minyak goreng. Pada umumnya biji dari varietas jarak pagar bersifat racun bagi manusia dan hewan karena adanya senyawa *curcin* dan *phorbol esters* (Kumar dan Sharma, 2008), serta perlu lahan luas untuk penanaman dan waktu yang relatif lama untuk pemanenan biji jarak pagar (Ariza-Montobbio dan Lele, 2010).

Salah satu alternatif bahan baku yang cukup menjanjikan adalah minyak biji mahoni. Biji mahoni selama ini belum dimanfaatkan dan hanya sebagai limbah yang mengotori jalanan. Penanaman mahoni di Indonesia cukup luas, dimana pada umumnya penanaman mahoni yang luas dikelola oleh Perum Perhutani yang mengelola sekitar 116.282 ha di Jawa, Sumatera dan Sulawesi. Adapun sekitar belasan ribu hektar dikelola oleh Pemda sebagai tanaman peneduh jalan-jalan di banyak kota besar. Dengan luasan tersebut, selain berpotensi sebagai penghasil kayu, pohon reboisasi/penghijauan serta peneduh jalan dan dengan produksi biji mencapai 4-8 kg/pohon/tahun, biji mahoni dengan kandungan minyak yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel (Towaha, 2011).

Biji mahoni jenis *Khaya Senegalensis* mengandung minyak sekitar 52,5%, tidak mengandung asam lemak esensial sehingga tidak mempunyai nilai nutrisi dan merupakan minyak non pangan (Eromosele dkk., 1998 ; Okieimen dkk., 1999). Kandungan minyak biji mahoni lebih besar dari

kandungan minyak biji jarak pagar yang sekitar 30-50% (Ong dkk., 2011). Komposisi asam lemak pada minyak biji mahoni adalah asam stearat (10,41%), asam palmitat (21,39%), asam oleat (64,62%) dan asam-asam lain (3,58%) (Okieimen dkk., 1999).

Beberapa penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak biji mahoni telah dilakukan. Pada transesterifikasi *neem oil* didapatkan yield 83% pada suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 90 menit, katalis NaOH 1,5% berat dan volume metanol 180 mL (Eevera dkk., 2009). Aliyu dkk., (2012) melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni sebanyak 15 cm³ dengan katalis NaOH pelet 0,1648 gram dan metanol 42 cm³ pada suhu 60°C dan waktu reaksi 30 menit. Mereka menghasilkan biodiesel yang memenuhi ASTM D 6751-06 standard sebagai biodiesel (B100). Radha dan Manikandan (2011) melakukan transesterifikasi minyak biji *Neem* (*Azadirachta indica*) yaitu pohon mahoni keluarga *Meliaceae* yang tumbuh di India dengan katalis NaOH. Mereka mendapatkan metil ester dengan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam. Damayanti dan Bariroh (2012), melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni dan mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, katalis KOH 0,1 N, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI-04-7182-2006 (densitas 874,08 kg/m³, viskositas 3,07 mm²/s dan bilangan asam 0,5601 mg KOH/gr).

Secara umum pengolahan biodiesel (metil ester) dilakukan dengan proses konvensional. Proses konvensional untuk memproduksi biodiesel/FAME melibatkan ekstraksi minyak, pemurnian dan transesterifikasi (Haas dkk., 2004). Jika bahan baku biodiesel minyak dari biji, akan membebani 70% dari total biaya produksi biodiesel (Bender, 1999 ; Haas dkk., 2006).

Transesterifikasi in situ dapat menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan proses yang lebih efisien. Proses transesterifikasi in situ merupakan salah satu unit operasi terintegrasi yang terdiri dari ekstraktor (sebagai tempat terjadinya proses ekstraksi) dan reaktor (sebagai tempat terjadinya reaksi) yang berada dalam unit peralatan. Dalam proses transesterifikasi in situ, ekstraksi minyak serta esterifikasi dan/atau transesterifikasi dilakukan dalam satu langkah dimana alkohol berfungsi sebagai pelarut ekstraksi sekaligus sebagai reagen transesterifikasi selama proses transesterifikasi in situ berlangsung (Supardan dkk., 2014).

Pada transesterifikasi in situ yang menjadi masalah adalah kelarutan minyak dalam metanol rendah sehingga akan membentuk reaksi dua fase, sedangkan katalis berada di fase metanol dan reaksi terjadi pada fase tersebut. Dengan menambahkan pelarut yaitu *co-solvent*, akan meningkatkan kelarutan minyak pada metanol sehingga akan membentuk reaksi satu fase (Boocock dkk., 1996).

Zeng dkk., (2009) melakukan reaksi transesterifikasi in situ minyak biji bunga matahari menggunakan metanol dengan penambahan *co-solvent* DEM (*Diethoxymethane*). Mereka mendapatkan produk dengan 97,7% FAME dan 0,74% FFA pada rasio molar katalis:minyak = 0,5:1, rasio molar metanol:minyak = 101,39:1, rasio molar DEM:minyak = 57,85:1, kecepatan pengaduk 150 rpm, suhu reaksi 20°C dan waktu reaksi 13 menit. Shuit dkk., (2010) mendapatkan FAME dengan yield 99,8% dengan ukuran biji jarak pagar < 0,355 mm, *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam, rasio metanol: biji yaitu 7,5 ml/gr dan katalis H₂SO₄ 15%. Supardan dkk (2014) melakukan transesterifikasi in situ biji jarak pagar menggunakan kavitasi hidrodinamik. Mereka mendapatkan biodiesel dengan yield 60% pada rasio volume methanol:biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml, suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 120 menit, katalis KOH 2 gr, kandungan air biji, 3%, ukuran biji 0,355-1,18 mm dan volume *co-solvent* n-heksan 95 ml. Kartika dkk. (2012) mendapatkan biodiesel dengan yield 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, 0,075 mol/L KOH dalam metanol, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Boey dkk., (2011) melakukan transesterifikasi in situ CPO yang teradsorpsi pada SBC (*Spent Bleaching Clay*) dengan proses ultrasonik. Mereka mendapatkan yield metil ester 75,2% pada rasio mol metanol: minyak 150:1, massa SBC 2 gram, katalis KOH 20%, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 2 jam dan *co-solvent* petroleum eter 3 ml. Hincapie dkk., (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 300 rpm, massa *castor seed* 20 gram, katalis KOH 1%, molar rasio etanol:minyak 60:1, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Khang dkk., (2014) melakukan transesterifikasi in situ kopra dengan menggunakan campuran metanol dan THF. Mereka mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100g, rasio volume THF:metanol = 0,4, rasio molar metanol:minyak = 60:1 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 84,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak = 1:67,85 (Daryono dkk., 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi proses yang lebih baik dan hemat energi yaitu reaksi pada suhu kamar, waktu reaksi dalam pembentukan metil ester yang lebih cepat dan rasio molar minyak: *co-solvent* yang optimum dibandingkan dengan proses transesterifikasi konvensional.

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian utama yaitu biji mahoni yang didapatkan dari daerah Blitar. Reagen yang digunakan dalam penelitian meliputi metanol (MERCK, 99,9%), THF (MERCK, 99,8%) dan NaOH pellet (Riedel-de Haen, 99%). Reaksi dilakukan pada skala

laboratorium menggunakan labu alas bulat berleher tiga dilengkapi pendingin balik, termometer dan pengaduk magnetik. Suhu reaksi dijaga pada suhu kamar ($\pm 27^\circ\text{C}$) menggunakan penangas air dan tekanan atmosferik. Pemilihan suhu kamar dilakukan untuk menghemat energi dan membandingkan dengan hasil penelitian Zeng dkk., (2009), yang mendapatkan kondisi optimum pada suhu 20°C.

Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh, dianalisa kadar airnya dan %FFA-nya. Merangkai reaktor sebagai tempat reaksi yang terdiri dari labu leher tiga dan pendingin balik serta memperkuat posisinya dengan penyangga dan statif. Kemudian meletakkan reaktor pada *hot plate magnetic stirrer*. Memasukkan 50 gram biji mahoni kering, metanol, THF dan NaOH ke dalam reaktor dan melakukan reaksi pada suhu kamar ($\pm 27^\circ\text{C}$) serta mengatur tombol putaran *magnetic stirrer* pada kecepatan 150 rpm. Pengontrolan suhu reaksi dilakukan dengan melihat suhu termometer yang dipasang pada reaktor dan penguapan metanol serta THF dicegah dengan pendingin balik. Pemilihan kecepatan 150 rpm didasari oleh kondisi optimum yang didapatkan Zeng dkk., (2009). Digunakan katalis NaOH pellet dengan rasio molar minyak:NaOH = 1:0,5, rasio molar minyak:metanol = 1:101,39, dan rasio molar minyak:THF = 1:47,15; 1:57,85 dan 1:67,85 (Zeng dkk., 2009). Rasio molar minyak:metanol pada penelitian ini cukup tinggi karena fungsi metanol selain sebagai reaktan juga pelarut untuk mengekstraksi minyak pada biji.

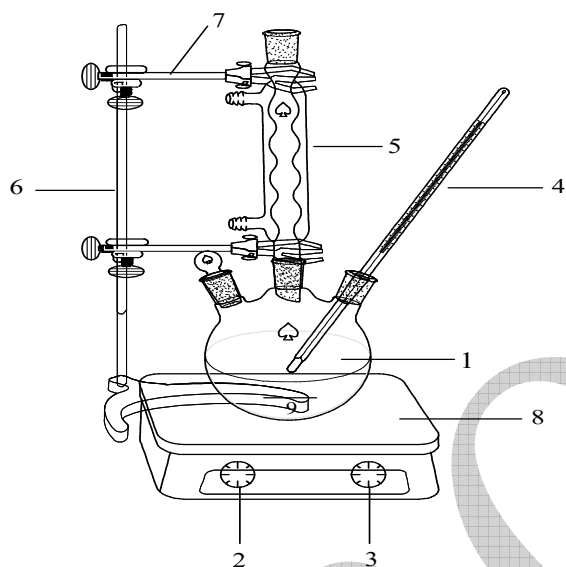
Sampel sebagai hasil reaksi diambil sebanyak 10 gram pada masing-masing waktu reaksi (3, 8, 13, 18, dan 23 menit). Untuk menghentikan reaksi yaitu menetralkan katalis NaOH dengan menambahkan HCl 1 mol/L sampai pH 4 pada hasil reaksi (Zeng dkk., 2009). Hasil reaksi dan ampas biji mahoni kemudian dipisahkan dengan kertas saring. Hasil reaksi kemudian di-distilasi pada suhu 70°C sampai tidak ada destilat yang menetes. Pemisahan sisa metanol dan *co-solvent* THF dapat dilakukan dengan mudah karena titik didihnya yang berdekatan (Boocock dkk., 1996). Destilat merupakan metanol dan *co-solvent* sisa, sedangkan residu merupakan campuran dari metil ester, minyak, gliserol dan katalis. Residu dimasukkan dalam corong pemisah selama 12 jam sampai terbentuk 2 lapisan kemudian dipisahkan. Lapisan bawah yang berwarna kecoklatan adalah gliserol dan katalis NaOH, sedangkan lapisan atas yang berwarna kuning adalah metil ester dan minyak biji mahoni yang tidak bereaksi. Lapisan atas ditimbang sebagai berat metil ester. Lapisan atas kemudian dianalisa konsentrasi metil esternya dengan menggunakan GC merk Shimadzu dengan data :

- Column : BPX5 0,25 μm , 12 m x 0,53 mm ID
- Initial temp : 100°C, 0,5 min
- Rate 1 : 50°C/min
- Temp : 280°C
- Rate 2 : 10°C/min
- Final temp : 360°C, 5 min

- Carrier gas : He, 5 min
- Detektor : FID
- Injection mode : on column (OCI-5)
- Injection volume : 1 µl

Diskripsi Peralatan

Pada penelitian ini sebagai reaktor digunakan labu leher tiga yang dilengkapi dengan pendingin balik. Kecepatan pengadukan *magnetic stirrer* diatur dengan memakai putaran skala pada *hot plate*. Penelitian menggunakan suhu reaksi pada suhu kamar, sehingga tidak mengfungsikan pengatur suhu.



Gambar 1. Reaktor Transesterifikasi In Situ

Keterangan:

1. Labu leher tiga
2. Tombol pengatur temperatur
3. Tombol pengatur kecepatan stirrer
4. Termometer
5. Pendingin balik
6. Penyangga
7. Statif
8. Hot plate
9. Magnetic Stirrer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku yaitu biji mahoni setelah dikeringkan dan dihaluskan, dianalisa kadar airnya dan didapatkan kadar air 0,8%. Biji mahoni serbuk kemudian diekstraksi minyaknya dengan pelarut metanol dan THF dengan rasio molar metanol:THF 101,39:67,85 selama 23 menit. Dari hasil ekstraksi didapatkan 28 gram minyak pada 50 gram biji mahoni kering. Minyak hasil ekstraksi dianalisa %FFA-nya dan didapatkan %FFA 1,42%, sehingga dapat langsung dilakukan reaksi transesterifikasi in situ.

Data konsentrasi metil ester didapatkan dari hasil analisa GC lapisan atas residu hasil pemisahan dengan distilasi. Dari hasil analisa GC komponen

metil ester terdiri dari metil oleat, metil heksanoat, metil oktanoat, metil miristat, metil palmitat, metil heptadekanoat, metil linoleat, metil stearat, metil laurat dan metil arakidat.

Yield metil ester dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Yield (\%) = \frac{(\sum \text{Konsentrasi metil ester}) \times (\text{Berat metil ester})}{(\text{Berat minyak biji mahoni mula-mula})} \times 100\%$$

Biji pepaya yang telah dikeringkan dan diperkecil ukurannya, diekstraksi minyaknya dengan pelarut. Minyak yang didapatkan kemudian dianalisa komposisi asam lemaknya dengan GC.

Tabel 1. Komposisi asam lemak pada minyak biji mahoni hasil analisa GC

Asam lemak	% berat
Asam oktanoat	1,24
Asam heksanoat	0,17
Asam heptadekanoat	2,606
Asam laurat	2,906
Asam miristat	7,397
Asam palmitat	9,096
Asam stearat	7,411
Asam oleat	36,147
Asam linoleat	9,952
Asam arakidat	9,401

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Berat Metil Ester

Residu hasil distilasi setelah dipisahkan kemudian ditimbang berat metil esternya. Penimbangan dilakukan untuk tiap variabel rasio molar THF:minyak pada berbagai waktu reaksi. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi memberikan pengaruh yang nyata pada berat metil ester yang didapatkan. Semakin besar rasio molar THF:minyak dan semakin lama waktu reaksi, menghasilkan berat metil ester yang semakin tinggi.

Tabel 2. Berat metil ester pada berbagai variabel rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi

Rasio molar THF:minyak	Waktu reaksi (menit)	Berat metil ester (gram)
47,15:1	3	0,189
	8	0,243
	13	0,405
57,85:1	18	0,432
	23	0,567
	3	0,27
67,85:1	8	0,243
	13	0,351
	18	0,378
67,85:1	23	0,621
	3	0,324
	8	0,378
67,85:1	13	0,459
	18	0,567
	23	0,891

Pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio molar THF:minyak 47,15:1 didapatkan berat metil ester 0,567 gram, pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 didapatkan berat metil ester 0,621 gram dan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 didapatkan berat metil ester 0,891 gram. Pada rasio molar THF:minyak 47,15:1 dan 57,85:1, berat metil ester yang didapatkan tidak berbeda jauh hanya selisih 0,054 gram. Tetapi pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dan 67,85:1, berat metil ester yang didapatkan berbeda cukup jauh yaitu selisih 0,27 gram. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa rasio molar THF:minyak merupakan variabel yang paling berpengaruh pada peningkatan berat metil ester. Untuk semua variabel rasio molar THF:minyak, peningkatan berat metil yang tertinggi terjadi pada waktu reaksi 18 menit menuju ke 23 menit. Dari variabel waktu reaksi belum didapatkan data berat metil ester optimum, karena berat metil ester masih mengalami kenaikan. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF adalah 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan berat metil ester 0,891 gram.

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak terhadap % FFA dan Densitas Biodiesel

Ratio molar THF:minyak berpengaruh pada % FFA dan densitas biodiesel yang dihasilkan. Analisa % FFA dan densitas biodiesel dilakukan pada variabel rasio molar THF:minyak untuk waktu reaksi 23 menit. Dari Tabel 3 terlihat bahwa semakin tinggi ratio molar THF:minyak, maka semakin kecil % FFA metil ester. Hal ini karena dengan semakin banyaknya minyak yang bereaksi menjadi metil ester, maka semakin sedikit sisa minyak yang tidak bereaksi yang merupakan sumber penyebab tingginya FFA. Semakin kecil % FFA maka semakin baik kualitas metil ester yang dihasilkan, karena % FFA berhubungan dengan kerusakan komponen penyusun metil ester. Hasil terbaik % FFA didapatkan pada ratio molar THF:minyak 67,85:1 yaitu 0,5004%. Zeng dkk.,2006 mendapatkan metil ester dari biji bunga matahari dengan % FFA 0,74% pada transesterifikasi in situ dengan rasio molar DEM:minyak 57,85:1.

Semua densitas metil ester yang dihasilkan memenuhi spesifikasi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³. Pada rasio molar THF:minyak 1:67,85 yang merupakan kondisi terbaik didapatkan densitas metil ester 0,8791 g/cm³.

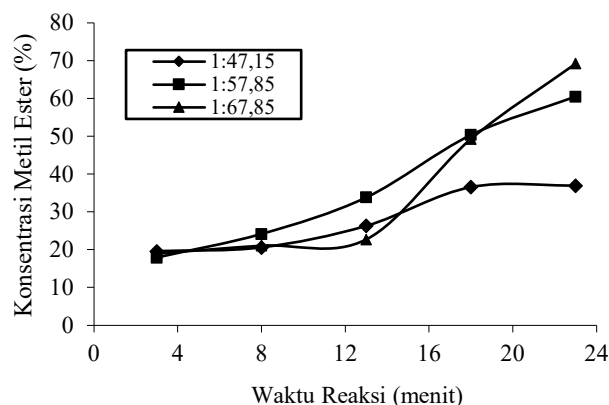
Tabel 3. Pengaruh ratio molar THF:minyak terhadap % FFA dan densitas metil ester

Ratio molar THF:minyak	% FFA	Densitas (g/cm ³)
47,15:1	0,5488	0,8569
57,85:1	0,5326	0,8751
67,85:1	0,5004	0,8791

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Konsentrasi Metil Ester

Rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi sangat berpengaruh terhadap konsentrasi metil ester yang dihasilkan. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan *co-solvent* THF mengakibatkan reaksi transesterifikasi in situ berjalan cukup cepat di awal reaksi. Tercapai konsentrasi metil ester sekitar 20% pada waktu reaksi 3 menit. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent*, didapatkan konsentrasi metil ester 43,02% pada waktu reaksi 30 menit dengan volume metanol 400 mL (Daryono, 2013). Penambahan *co-solvent* THF kurang berpengaruh pada perolehan konsentrasi metil ester dibandingkan dengan variabel waktu reaksi.

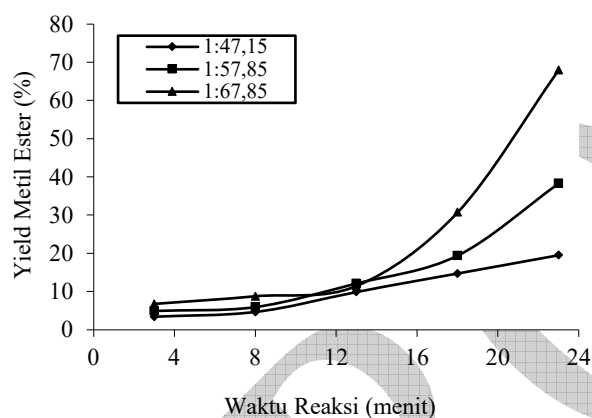
Terlihat dari Gambar 2, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil ester 60,52%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil ester 69,28% hanya selisih 8,76%. Daryono, (2013) mendapatkan konsentrasi metil ester 56,71% pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent* pada waktu reaksi 150 menit dengan volume metanol 400 mL. Dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan konsentrasi metil ester yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak FAME yang didapatkan, karena semakin lama solvent dan *co-solvent* mengekstrak minyak dari biji mahoni, maka minyak yang dihasilkan semakin banyak dalam proses transesterifikasi in situ. Penambahan THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak menambahkan THF dapat meningkatkan kelarutan minyak terhadap metanol dan reaksi berjalan semakin cepat karena membentuk sistem satu fase dan menghasilkan metil ester yang semakin banyak.



Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:co-solvent terhadap konsentrasi metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Yield Metil Ester

Rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi sangat berpengaruh terhadap yield metil ester yang dihasilkan. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan yield metil ester yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak metil ester yang didapatkan. Semakin lama *solvent* dan *co-solvent* mengekstrak minyak biji mahoni, maka akan menghasilkan minyak semakin banyak yang merupakan reaktan dalam membentuk metil ester dalam proses transesterifikasi in situ. Dapat terlihat juga bahwa penambahan *co-solvent* THF dapat meningkatkan metil ester yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak THF yang ditambahkan, kelarutan TG terhadap metanol semakin besar dan reaksi berjalan semakin cepat dan metil ester yang dihasilkan semakin banyak.



Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:*co-solvent* terhadap yield metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Reaksi berjalan cukup lambat di awal reaksi yaitu di waktu reaksi 3, 8 dan 13 menit. Tetapi pada waktu reaksi 18 dan 23 menit reaksi berjalan cepat. Penambahan *co-solvent* THF dan waktu reaksi sangat berpengaruh pada perolehan yield metil ester. Terlihat dari Gambar 3, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 38,31%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 67,95% dan ini merupakan kondisi terbaik pada penelitian ini. Transesterifikasi *neem oil* mendapatkan yield 83% pada suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 90 menit, katalis NaOH 1,5% berat dan volume metanol 180 mL (Eevera dkk., 2009). Pada transesterifikasi konvensional minyak biji *Neem (Azadirachta indica)* tanpa *co-solvent* didapatkan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam (Radha dan Manikandan, 2011).

Transesterifikasi minyak biji mahoni mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam (Damayanti dan Bariroh, 2012).

Jika dibandingkan dengan hasil ketiga penelitian transesterifikasi minyak biji mahoni diatas, maka hasil penelitian ini relatif lebih baik karena yield metil ester tertinggi 67,95% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan reaksi pada suhu kamar. Pada transesterifikasi konvensional rasio mol minyak:metanol yang digunakan lebih kecil jika dibandingkan dengan rasio mol minyak:metanol pada transesterifikasi in situ dengan *co-solvent*. Hal ini karena fungsi *solvent* dan *co-solvent* pada transesterifikasi in situ selain sebagai reaktan/membantu reaksi, juga untuk mengekstrak minyak dari biji berbeda dengan transesterifikasi konvensional yang minyaknya sudah tersedia sebagai reaktan.

Zeng dkk. (2009) mendapatkan yield metil ester tertinggi 97,7% pada waktu reaksi 13 menit, rasio molar minyak:THF=1:57,85 dengan bahan baku biji bunga matahari dan *co-solvent* DEM (*diethoxymethane*). Perbedaan ini disebabkan karena kelarutan DEM terhadap metanol dan minyak lebih tinggi dibanding THF (laju ekstraksi minyak pada DEM 95,85% dan pada THF 92,87%) (Zeng dkk., 2009). Shuit dkk. (2010) mendapatkan yield metil ester $\pm 10\%$ pada waktu reaksi 1 jam untuk transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan. Mereka mendapatkan yield tertinggi 99,8% dengan *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam dan rasio metanol: biji 7,5 ml/gr. Penelitian Supardan dkk (2014) yaitu transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan menggunakan kavitas hidrodinamik, mendapatkan yield biodiesel 60% pada suhu reaksi 50°C, rasio volume methanol:biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml volume *co-solvent* n-heksan 95 ml, dan waktu reaksi 120 menit. Kartika dkk. (2012) mendapatkan yield biodiesel 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Hasil penelitian ini relatif lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 67,95% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi pada suhu kamar, kecepatan pengadukan 150 rpm dan menggunakan *co-solvent* THF.

Hincapie dkk. (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Khang dkk., (2014) mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100 g, rasio volume THF:metanol = 0,4 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Hasil penelitian ini lebih baik, dimana yield metil ester tertinggi 67,95% didapatkan pada reaksi dengan suhu kamar, waktu reaksi 23 menit dan menggunakan katalis NaOH. Pada transesterifikasi in situ minyak

biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 84,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak adalah 1:67,85 (Daryono dkk., 2014). Hasil penelitian ini berbeda, karena pada penelitian Daryono dkk., 2014 perhitungan yield tidak memperhitungkan konsentrasi metil ester yang didapatkan.

KESIMPULAN

Konsentrasi metil ester tertinggi 69,28% dan yield metil ester tertinggi 67,95% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi 27°C, rasio molar minyak:NaOH adalah 1:0,5, rasio molar minyak:metanol adalah 1:101,39, dan rasio molar minyak:THF adalah 1:67,85. Hal ini karena semakin lama waktu reaksi dan semakin besar rasio molar minyak:*co-solvent* maka konsentrasi metil ester dan yield metil ester semakin besar. Yield metil ester yang dihasilkan pada transesterifikasi in situ minyak biji mahoni dengan *co-solvent* jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses transesterifikasi minyak biji mahoni konvensional dengan waktu reaksi yang sama. Dari perbandingan dengan penelitian terdahulu diketahui bahwa *co-solvent* THF berperan lebih baik dalam pembentukan metil ester dibanding *co-solvent* n-heksan. Hal ini karena THF bisa berperan sebagai pelarut yang bersifat polar (bisa melarutkan metanol) dan juga bisa bersifat non polar (bisa melarutkan minyak), dibanding n-heksan yang hanya bersifat non polar. Penggunaan katalis basa akan menghasilkan yield metil ester yang lebih tinggi dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan katalis asam.

DAFTAR PUSTAKA

Aliyu, A., Lomsahaka, E., and Hamza, A., (2012), Production of biodiesel via NaOH catalyzed transesterification of mahogany seed oil, *Adv. Appl. Sci. Res.*, 3, pp. 615-618.

Ariza-Montobbio, P. and Lele, S., (2010), Jatropha plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India : viability, livelihood trade-offs, and latent conflict, *Ecological Economic*, 70, pp. 189-195.

Bender, M., (1999), Economic Feasibility Review for Community-Scale Farmer Cooperatives for Biodiesel, *Bioresour. Technol.*, 70, pp. 81-87.

Boocock, D.G.B., Konar, S.K., Mao, V., and Sidi, H., (1996), Fast One-Phase Oil-Rich Process for The Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters, *Biomass Bioenergy*, 11, pp. 43-50.

Boey, P.L., Ganesan, S., Maniam, G.P., and Ali, D.M.H., (2011), Ultrasound Aided In Situ Transesterification of Crude Oil Adsorbed on Spent Bleaching Clay, *Energy Conversion and Management*, 52, pp. 2081-2084.

Damayanti, A. dan Bariroh, S., (2012), Pengolahan Biji Mahoni (*Swietenia Macrophylla King*) Sebagai

Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 1 (1), hal. 8-15.

Daryono, E.D., (2013), Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Transesterifikasi Insitu, *Jurnal Teknik Kimia*, UPN Veteran Surabaya, 8(1), hal. 7-11.

Daryono, E.D., Hudha, M.I., dan Muyassaroh, (2014), Sintesa Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Reaksi Transesterifikasi In Situ Menggunakan *Co-solvent* THF (*Tetrahydrofuran*), *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Kimia FMIPA Unesa, pp. B-292-B-300.

Eromosele, I.C., Eromosele, C.O., Innazo, P., and Njerim, P., (1998), Studies on Some Seeds and Seed Oils, *Bioresource Technology*, 64, pp. 245-247.

Eevera, T., Rajendran, K., and Saradha, S., (2009), Biodiesel production process optimization and characterization to assess the suitability of the product for varied environmental conditions, *Renewable Energy*, 34, pp. 762-765.

Haas, M.J., Scott, K.M., Marmer, W.N., and Foglia, T.A., (2004), In Situ Alkaline Transesterification: an Effective Method for The Production of Fatty Acid Esters from Vegetable Oils, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 81, pp. 83-89.

Haas, M.J., McAloon, A.J., Yee, W.C., and Foglia, T.A., (2006), A Process Model to Estimate Biodiesel Production Costs, *Bioresour. Technol.*, 97, pp. 671-678.

Hincapie, G., Mondragon, F., and Lopez, D., (2011), Conventional and In Situ Transesterification of Castor Seed Oil for Biodiesel Production, *Fuel*, 90, pp. 1618-1623.

Kartika, I.A., Yani, M., Ariono, D., Evon, P., and Rigal, L., (2012), In Situ Transesterification of Oil-Containing *Jatropha Curcas* Seeds to Produce Biodiesel Fuel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11(1), hal. 41-49.

Khang, D.S., Razon, L.F., Madrazo, C.F., and Tan, R.R., (2014), In situ transesterification of coconut oil using mixtures of methanol and tetrahydrofuran, *Chemical Engineering Research and Design*, 92, pp. 1512 – 1518.

Kumar, A., and Sharma, S., (2008), An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas L.*): a review, *Ind. Crops Prod.*, 28, pp. 1-10 .

Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W., dan Hendroko, R., (2007), *Teknologi Bioenergi*, Agromedia Pustaka, Jakarta.

Okieimen, F.E. and Eromosele, C.O., (1999), Fatty acid composition of seed oil of Khaya Senegalensis, *Bioresource Technology*, 69, pp. 279-280.

Ong, H.C., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., and Nurhasyima, R.S., (2011), Comparison of palm oil, *Jatropha curcas* and *Calophyllum inophyllum* for biodiesel: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp. 3501-3515.

Radha, K.V. and Manikandan, G., (2011), Novel Production of Biofuels from Neem Oil, *World Renewable Energy Congress*, Swedia, pp. 471-478.

Shuit, S.H., Lee, K.T., Kamaruddin, A.H., and Yusup, S., (2010), Reactive Extraction and In Situ of *Jatropha Curcas* L. Seeds for The Production of Biodiesel, *Fuel*, 89, pp. 527-530.

SNI 04 – 7182 – 2006, Badan Standarisasi Nasional.

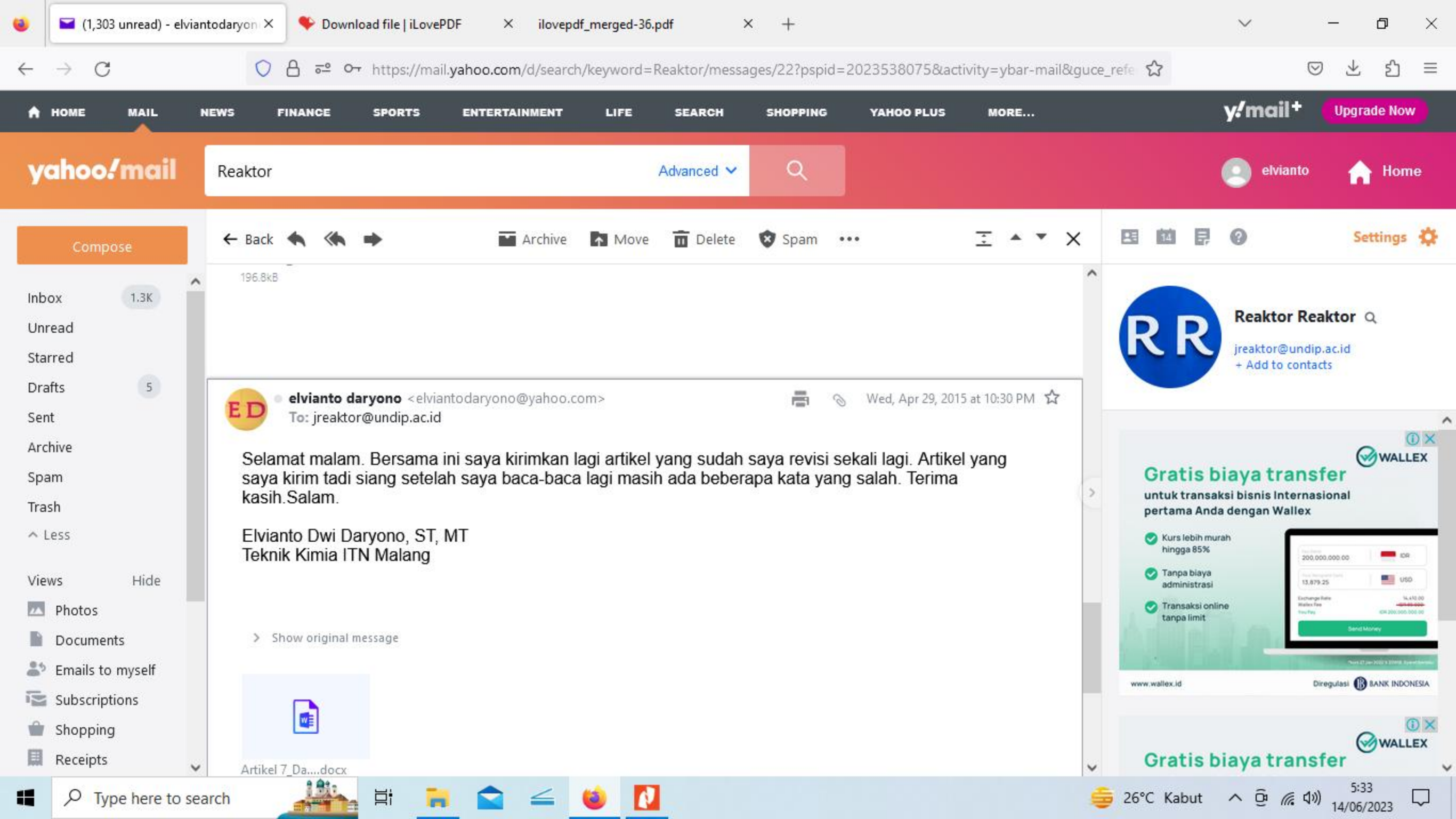
Supardan, M.D., Satriana, dan Moulana, R., (2014), Transesterifikasi In Situ Biji Jarak Pagar Menggunakan Kavitas Hidrodinamik, *Agritech*, 34(1), hal. 43-49.

Susilo, B., (2006), Biodiesel : Pemanfaatan Biji Jarak Pagar sebagai Alternatif Bahan Bakar Minyak, *Inovasi dan Teknologi*, Trubus Agrisarana, Surabaya.

Towaha, J., (2011), Biji Mahoni sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Majalah Semi Populer Tanaman Rempah dan Industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan, 2(6), hal. 23.

Zeng, J., Wang, X., Zhao, B., Sun, J., and Wang, Y., (2009), Rapid In Situ Transesterification of Sunflower Oil, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, pp. 850-856.

PROOF



yahoo!mail

Reaktor

Advanced



elvianto

Home

Compose

- Inbox 1.3K
- Unread
- Starred
- Drafts 5
- Sent
- Archive
- Spam
- Trash
- Less
- Views Hide
- Photos
- Documents
- Emails to myself
- Subscriptions
- Shopping
- Receipts

← Back ↩ ↶ ↷ → Archive ↗ Move ↗ Delete 🗑 Spam 🛡 ...

196.8kB



elvianto daryono <elviantodaryono@yahoo.com>
To: jreaktor@undip.ac.id

🖨 📎 Wed, Apr 29, 2015 at 10:30 PM ☆

Selamat malam. Bersama ini saya kirimkan lagi artikel yang sudah saya revisi sekali lagi. Artikel yang saya kirim tadi siang setelah saya baca-baca lagi masih ada beberapa kata yang salah. Terima kasih.Salam.

Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
Teknik Kimia ITN Malang

> Show original message



Artikel 7_Da....docx



Reaktor Reaktor 🔍
jreaktor@undip.ac.id
+ Add to contacts

Gratis biaya transfer untuk transaksi bisnis Internasional pertama Anda dengan Wallex

- ✓ Kurs lebih murah hingga 85%
- ✓ Tanpa biaya administrasi
- ✓ Transaksi online tanpa limit

www.wallex.id Diregulasi BANK INDONESIA

Gratis biaya transfer

PROSES PRODUKSI METIL ESTER DARI MINYAK BIJI MAHONI DENGAN TRANSESTERIFIKASI IN SITU MENGGUNAKAN CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN)

Elvianto Dwi Daryono^{*}), Adrianus Chrisantus Rengga, dan Imaniar Safitri

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

^{*})Penulis korespondensi: elviantodaryono@yahoo.com

Abstract

PRODUCTION OF PROCESS OF METHYL ESTER FROM MAHOGANY SEED OIL WITH IN SITU TRANSESTERIFICATION USING CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN).

The purpose of this research was to assess the effectiveness of the use of co-solvent THF for in situ transesterification reaction mahogany seed oil. Mahogany seeds which have been dried and pulverized size +20/-30 mesh around 50 grams. The pulverized seeds were inserted in to three-neck flask equipped with condenser. Methanol, THF and catalyst NaOH were added to the flask then the reaction was carried out with the certain variables and operating conditions. After the reaction was complete then the filtrate and cake were separated. To stopped the reaction with neutralized the NaOH catalyst with added HCl 1 mol/L to pH 4. The filtrate was distilled at a temperature of 70°C and the residue placed separating funnel and allowed for 12 hours in order to obtain two layers. The top layer as methyl ester was analyzed by GC as concentration of methyl ester. According to the result was obtained that the best results of this process achieved at a molar ratio of oil to THF of 1: 67.85 and reaction time of 23 minutes with methyl ester concentration of 69,28% and methyl ester yield of 67.95%. Methyl ester density attained at 0.8791 g/cm³ regards with SNI 04-7182-2006.

Keywords: biodiesel; co-solvent; in situ transesterification; mahogany seed oil

Abstrak

Tujuan dari penelitian adalah untuk mengkaji efektifitas penggunaan co-solvent THF pada reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni. Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh sebanyak 50 gram dimasukkan dalam labu leher tiga yang dilengkapi pendingin balik dan ditambahkan metanol, THF dan katalis NaOH serta dilakukan reaksi sesuai dengan variabel dan kondisi operasi penelitian. Setelah reaksi selesai dipisahkan antara ampas dan filtratnya. Untuk menghentikan reaksi yaitu menetralisasi katalis NaOH dengan menambahkan HCl 1 mol/L sampai pH 4. Filtrat didistilasi pada suhu 70°C dan residu hasil distilasi dimasukkan dalam corong pemisah dan didiamkan selama 12 jam agar terbentuk 2 lapisan. Lapisan atas sebagai metil ester kemudian dianalisis konsentrasi metil esternya dengan GC. Dari data hasil penelitian didapatkan hasil terbaik pada rasio molar minyak:THF = 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan konsentrasi metil ester 69,28% dan yield metil ester 67,95%. Densitas metil ester 0,8791 g/cm³ memenuhi SNI 04-7182-2006

Kata kunci: biodiesel; co-solvent; transesterifikasi in situ; minyak biji mahoni

How to Cite This Article: **Daryono, E.D., Rengga, A.C., dan Safitri, I.**, (2014), Proses Produksi Metil Ester Dari Minyak Biji Mahoni dengan Transesterifikasi In Situ Menggunakan co-solvent THF (*Tetrahydrofuran*), 15(1), 51-58 <http://dx.doi.org/10.14710/reaktor.15.1.51-58>

PENDAHULUAN

Energi terbarukan sangat dibutuhkan dewasa ini, terutama dalam hal kebutuhan energi bahan bakar. Bahan baku bahan bakar selama ini yang digunakan

adalah bahan bakar fosil yang tidak dapat diperbaharui. Pasokan bahan baku yang semakin menipis inilah yang melatarbelakangi diadakan penelitian dan pengembangan untuk sumber-sumber

energi terbarukan (*renewable*). Sumber energi terbarukan tersebut diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan bakar fosil dengan kebutuhan yang semakin meningkat. Salah satu kebutuhan bahan bakar yang semakin meningkat adalah bahan bakar solar. Kebutuhan solar Indonesia dari tahun ke tahun terus naik, pada tahun 1996-1997 sebesar 19,3 miliar liter, tahun 1997-1998 sebesar 22,2 miliar liter, tahun 1999-2000 impor BBM sebesar 31,707 miliar liter dan pada tahun 2007-2015 kebutuhan solar 19,3 miliar liter (Kompas 18 Maret 2002 dalam Susilo, 2006). Peningkatan ini akan terus terjadi setiap tahunnya seiring dengan pengembangan teknologi yang semakin maju dan jumlah penduduk yang semakin bertambah.

Pemerintah melalui Peraturan Presiden Republik Indonesia No. 5 Tahun 2006 tentang Kebijakan Energi Nasional, menetapkan pada tahun 2025 peran minyak bumi sebagai energi akan dikurangi dari 52% saat ini menjadi kurang dari 20%. Pada tahun tersebut diharapkan energi alternatif bisa menyuplai 17% kebutuhan energi nasional, termasuk di dalamnya *biofuel* atau Bahan Bakar Nabati (BBN) ikut memasok sekitar 5% (Hambali dkk., 2007).

Biodiesel merupakan suatu energi alternatif yang telah dikembangkan secara luas untuk mengurangi ketergantungan terhadap Bahan Bakar Minyak (BBM). Biodiesel adalah metil ester asam lemak yang dihasilkan dari proses kimia antara minyak nabati dan alcohol. Produksi biodiesel dari minyak tumbuhan (seperti minyak kelapa sawit dan minyak jarak pagar) terkendala karena minyak kelapa sawit digunakan untuk minyak goreng. Pada umumnya biji dari varietas jarak pagar bersifat racun bagi manusia dan hewan karena adanya senyawa *curcin* dan *phorbol esters* (Kumar dan Sharma, 2008), serta perlu lahan luas untuk penanaman dan waktu yang relatif lama untuk pemanenan biji jarak pagar (Ariza-Montobbio dan Lele, 2010).

Salah satu alternatif bahan baku yang cukup menjanjikan adalah minyak biji mahoni. Biji mahoni selama ini belum dimanfaatkan dan hanya sebagai limbah yang mengotori jalanan. Penanaman mahoni di Indonesia cukup luas, dimana pada umumnya penanaman mahoni yang luas dikelola oleh Perum Perhutani yang mengelola sekitar 116.282 ha di Jawa, Sumatera dan Sulawesi. Adapun sekitar belasan ribu hektar dikelola oleh Pemda sebagai tanaman peneduh jalan-jalan di banyak kota besar. Dengan luasan tersebut, selain berpotensi sebagai penghasil kayu, pohon reboisasi/penghijauan serta peneduh jalan dan dengan produksi biji mencapai 4-8 kg/pohon/tahun, biji mahoni dengan kandungan minyak yang cukup tinggi dapat dimanfaatkan untuk pembuatan biodiesel (Towaha, 2011).

Biji mahoni jenis *Khaya Senegalensis* mengandung minyak sekitar 52,5%, tidak mengandung asam lemak esensial sehingga tidak mempunyai nilai nutrisi dan merupakan minyak non pangan (Eromosele dkk., 1998 ; Okieimen dkk., 1999). Kandungan minyak biji mahoni lebih besar dari

kandungan minyak biji jarak pagar yang sekitar 30-50% (Ong dkk., 2011). Komposisi asam lemak pada minyak biji mahoni adalah asam stearat (10,41%), asam palmitat (21,39%), asam oleat (64,62%) dan asam-asam lain (3,58%) (Okieimen dkk., 1999).

Beberapa penelitian tentang pembuatan biodiesel dari minyak biji mahoni telah dilakukan. Pada transesterifikasi *neem oil* didapatkan yield 83% pada suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 90 menit, katalis NaOH 1,5% berat dan volume metanol 180 mL (Eevera dkk., 2009). Aliyu dkk., (2012) melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni sebanyak 15 cm³ dengan katalis NaOH pelet 0,1648 gram dan metanol 42 cm³ pada suhu 60°C dan waktu reaksi 30 menit. Mereka menghasilkan biodiesel yang memenuhi ASTM D 6751-06 standard sebagai biodiesel (B100). Radha dan Manikandan (2011) melakukan transesterifikasi minyak biji Neem (*Azadirachta indica*) yaitu pohon mahoni keluarga *Meliaceae* yang tumbuh di India dengan katalis NaOH. Mereka mendapatkan metil ester dengan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam. Damayanti dan Bariroh (2012), melakukan transesterifikasi minyak biji mahoni dan mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol minyak:metanol = 1:6, katalis KOH 0,1 N, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam. Biodiesel yang dihasilkan memenuhi SNI-04-7182-2006 (densitas 874,08 kg/m³, viskositas 3,07 mm²/s dan bilangan asam 0,5601 mg KOH/gr).

Secara umum pengolahan biodiesel (metil ester) dilakukan dengan proses konvensional. Proses konvensional untuk memproduksi biodiesel/FAME melibatkan ekstraksi minyak, pemurnian dan transesterifikasi (Haas dkk., 2004). Jika bahan baku biodiesel minyak dari biji, akan membebani 70% dari total biaya produksi biodiesel (Bender, 1999 ; Haas dkk., 2006).

Transesterifikasi in situ dapat menjadi salah satu alternatif untuk mendapatkan proses yang lebih efisien. Proses transesterifikasi in situ merupakan salah satu unit operasi terintegrasi yang terdiri dari ekstraktor (sebagai tempat terjadinya proses ekstraksi) dan reaktor (sebagai tempat terjadinya reaksi) yang berada dalam unit peralatan. Dalam proses transesterifikasi in situ, ekstraksi minyak serta esterifikasi dan/atau transesterifikasi dilakukan dalam satu langkah dimana alkohol berfungsi sebagai pelarut ekstraksi sekaligus sebagai reagen transesterifikasi selama proses transesterifikasi in situ berlangsung (Supardan dkk., 2014).

Pada transesterifikasi in situ yang menjadi masalah adalah kelarutan minyak dalam metanol rendah sehingga akan membentuk reaksi dua fase, sedangkan katalis berada di fase metanol dan reaksi terjadi pada fase tersebut. Dengan menambahkan pelarut yaitu *co-solvent*, akan meningkatkan kelarutan minyak pada metanol sehingga akan membentuk reaksi satu fase (Boocock dkk., 1996).

Zeng dkk., (2009) melakukan reaksi transesterifikasi in situ minyak biji bunga matahari menggunakan metanol dengan penambahan *co-solvent* DEM (*Diethoxymethane*). Mereka mendapatkan produk dengan 97,7% FAME dan 0,74% FFA pada rasio molar katalis:minyak = 0,5:1, rasio molar metanol:minyak = 101,39:1, rasio molar DEM:minyak = 57,85:1, kecepatan pengaduk 150 rpm, suhu reaksi 20°C dan waktu reaksi 13 menit. Shuit dkk., (2010) mendapatkan FAME dengan yield 99,8% dengan ukuran biji jarak pagar < 0,355 mm, *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam, rasio metanol: biji yaitu 7,5 ml/gr dan katalis H₂SO₄ 15%. Supardan dkk (2014) melakukan transesterifikasi in situ biji jarak pagar menggunakan kavitasi hidrodinamik. Mereka mendapatkan biodiesel dengan yield 60% pada rasio volume methanol:biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml, suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 120 menit, katalis KOH 2 gr, kandungan air biji, 3%, ukuran biji 0,355-1,18 mm dan volume *co-solvent* n-heksan 95 ml. Kartika dkk. (2012) mendapatkan biodiesel dengan yield 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, 0,075 mol/L KOH dalam metanol, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Boey dkk., (2011) melakukan transesterifikasi in situ CPO yang teradsorpsi pada SBC (*Spent Bleaching Clay*) dengan proses ultrasonik. Mereka mendapatkan yield metil ester 75,2% pada rasio mol metanol: minyak 150:1, massa SBC 2 gram, katalis KOH 20%, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 2 jam dan *co-solvent* petroleum eter 3 ml. Hincapie dkk., (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, kecepatan pengadukan 300 rpm, massa *castor seed* 20 gram, katalis KOH 1%, molar rasio etanol:minyak 60:1, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Khang dkk., (2014) melakukan transesterifikasi in situ kopra dengan menggunakan campuran metanol dan THF. Mereka mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100g, rasio volume THF:metanol = 0,4, rasio molar metanol:minyak = 60:1 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 84,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak = 1:67,85 (Daryono dkk., 2014).

Penelitian ini bertujuan untuk mencari kondisi proses yang lebih baik dan hemat energi yaitu reaksi pada suhu kamar, waktu reaksi dalam pembentukan metil ester yang lebih cepat dan rasio molar minyak: *co-solvent* yang optimum dibandingkan dengan proses transesterifikasi konvensional.

METODE PENELITIAN

Bahan penelitian utama yaitu biji mahoni yang didapatkan dari daerah Blitar. Reagen yang digunakan dalam penelitian meliputi metanol (MERCK, 99,9%), THF (MERCK, 99,8%) dan NaOH pellet (Riedel-de Haen, 99%). Reaksi dilakukan pada skala

laboratorium menggunakan labu alas bulat berleher tiga dilengkapi pendingin balik, termometer dan pengaduk magnetik. Suhu reaksi dijaga pada suhu kamar ($\pm 27^\circ\text{C}$) menggunakan penangas air dan tekanan atmosferik. Pemilihan suhu kamar dilakukan untuk menghemat energi dan membandingkan dengan hasil penelitian Zeng dkk., (2009), yang mendapatkan kondisi optimum pada suhu 20°C.

Biji mahoni yang telah dikeringkan dan dihaluskan ukuran +20/-30 mesh, dianalisa kadar airnya dan %FFA-nya. Merangkai reaktor sebagai tempat reaksi yang terdiri dari labu leher tiga dan pendingin balik serta memperkuat posisinya dengan penyangga dan statif. Kemudian meletakkan reaktor pada *hot plate magnetic stirrer*. Memasukkan 50 gram biji mahoni kering, metanol, THF dan NaOH ke dalam reaktor dan melakukan reaksi pada suhu kamar ($\pm 27^\circ\text{C}$) serta mengatur tombol putaran *magnetic stirrer* pada kecepatan 150 rpm. Pengontrolan suhu reaksi dilakukan dengan melihat suhu termometer yang dipasang pada reaktor dan penguapan metanol serta THF dicegah dengan pendingin balik. Pemilihan kecepatan 150 rpm didasari oleh kondisi optimum yang didapatkan Zeng dkk., (2009). Digunakan katalis NaOH pellet dengan rasio molar minyak:NaOH = 1:0,5, rasio molar minyak:metanol = 1:101,39, dan rasio molar minyak:THF = 1:47,15; 1:57,85 dan 1:67,85 (Zeng dkk., 2009). Rasio molar minyak:metanol pada penelitian ini cukup tinggi karena fungsi metanol selain sebagai reaktan juga pelarut untuk mengekstraksi minyak pada biji.

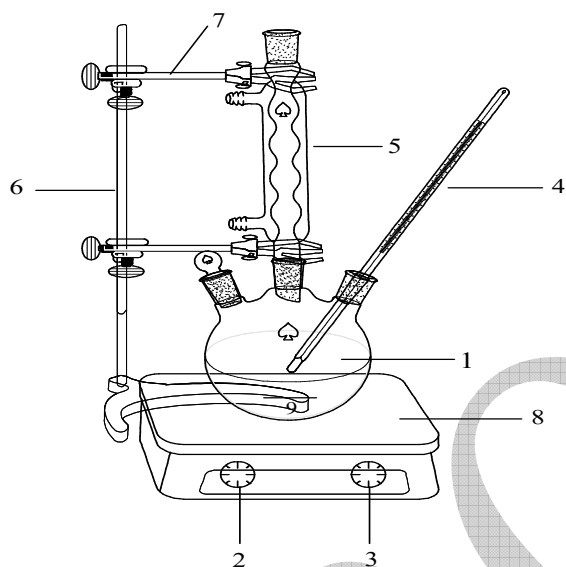
Sampel sebagai hasil reaksi diambil sebanyak 10 gram pada masing-masing waktu reaksi (3, 8, 13, 18, dan 23 menit). Untuk menghentikan reaksi yaitu menetralkan katalis NaOH dengan menambahkan HCl 1 mol/L sampai pH 4 pada hasil reaksi (Zeng dkk., 2009). Hasil reaksi dan ampas biji mahoni kemudian dipisahkan dengan kertas saring. Hasil reaksi kemudian di-distilasi pada suhu 70°C sampai tidak ada destilat yang menetes. Pemisahan sisa metanol dan *co-solvent* THF dapat dilakukan dengan mudah karena titik didihnya yang berdekatan (Boocock dkk., 1996). Destilat merupakan metanol dan *co-solvent* sisa, sedangkan residu merupakan campuran dari metil ester, minyak, gliserol dan katalis. Residu dimasukkan dalam corong pemisah selama 12 jam sampai terbentuk 2 lapisan kemudian dipisahkan. Lapisan bawah yang berwarna kecoklatan adalah gliserol dan katalis NaOH, sedangkan lapisan atas yang berwarna kuning adalah metil ester dan minyak biji mahoni yang tidak bereaksi. Lapisan atas ditimbang sebagai berat metil ester. Lapisan atas kemudian dianalisa konsentrasi metil esternya dengan menggunakan GC merk Shimadzu dengan data :

- Column : BPX5 0,25 μm , 12 m x 0,53 mm ID
- Initial temp : 100°C, 0,5 min
- Rate 1 : 50°C/min
- Temp : 280°C
- Rate 2 : 10°C/min
- Final temp : 360°C, 5 min

- Carrier gas : He, 5 min
- Detektor : FID
- Injection mode : on column (OCI-5)
- Injection volume : 1 µl

Diskripsi Peralatan

Pada penelitian ini sebagai reaktor digunakan labu leher tiga yang dilengkapi dengan pendingin balik. Kecepatan pengadukan *magnetic stirrer* diatur dengan memakai putaran skala pada *hot plate*. Penelitian menggunakan suhu reaksi pada suhu kamar, sehingga tidak mengfungsikan pengatur suhu.



Gambar 1. Reaktor Transesterifikasi In Situ

Keterangan:

1. Labu leher tiga
2. Tombol pengatur temperatur
3. Tombol pengatur kecepatan stirrer
4. Termometer
5. Pendingin balik
6. Penyangga
7. Statif
8. Hot plate
9. Magnetic Stirrer

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bahan baku yaitu biji mahoni setelah dikeringkan dan dihaluskan, dianalisa kadar airnya dan didapatkan kadar air 0,8%. Biji mahoni serbuk kemudian diekstraksi minyaknya dengan pelarut metanol dan THF dengan rasio molar metanol:THF 101,39:67,85 selama 23 menit. Dari hasil ekstraksi didapatkan 28 gram minyak pada 50 gram biji mahoni kering. Minyak hasil ekstraksi dianalisa %FFA-nya dan didapatkan %FFA 1,42%, sehingga dapat langsung dilakukan reaksi transesterifikasi in situ.

Data konsentrasi metil ester didapatkan dari hasil analisa GC lapisan atas residu hasil pemisahan dengan distilasi. Dari hasil analisa GC komponen

metil ester terdiri dari metil oleat, metil heksanoat, metil oktanoat, metil miristat, metil palmitat, metil heptadekanoat, metil linoleat, metil stearat, metil laurat dan metil arakidat.

Yield metil ester dihitung dengan menggunakan persamaan berikut :

$$Yield (\%) = \frac{(\sum \text{Konsentrasi metil ester}) \times (\text{Berat metil ester})}{(\text{Berat minyak biji mahoni mula-mula})} \times 100\%$$

Minyak biji mahoni yang didapatkan dari hasil ekstraksi dengan pelarut, kemudian dianalisa komposisi asam lemaknya dengan GC.

Tabel 1. Komposisi asam lemak pada minyak biji mahoni hasil analisa GC

Asam lemak	% berat
Asam oktanoat	1,24
Asam heksanoat	0,17
Asam hekpadekanoat	2,606
Asam laurat	2,906
Asam miristat	7,397
Asam palmitat	9,096
Asam stearat	7,411
Asam oleat	36,147
Asam linoleat	9,952
Asam arakidat	9,401

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Berat Metil Ester

Residu hasil distilasi setelah dipisahkan kemudian ditimbang berat metil esternya. Penimbangan dilakukan untuk tiap variabel rasio molar THF:minyak pada berbagai waktu reaksi. Dari Tabel 2 dapat dilihat bahwa rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi memberikan pengaruh yang nyata pada berat metil ester yang didapatkan. Semakin besar rasio molar THF:minyak dan semakin lama waktu reaksi, menghasilkan berat metil ester yang semakin tinggi.

Tabel 2. Berat metil ester pada berbagai variabel rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi

Rasio molar THF:minyak	Waktu reaksi (menit)	Berat metil ester (gram)
47,15:1	3	0,189
	8	0,243
	13	0,405
	18	0,432
	23	0,567
	3	0,27
57,85:1	8	0,243
	13	0,351
	18	0,378
	23	0,621
	3	0,324
	8	0,378
67,85:1	13	0,459
	18	0,567
	23	0,891

Pada waktu reaksi 23 menit dengan rasio molar THF:minyak 47,15:1 didapatkan berat metil ester

0,567 gram, pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 didapatkan berat metil ester 0,621 gram dan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 didapatkan berat metil ester 0,891 gram. Pada rasio molar THF:minyak 47,15:1 dan 57,85:1, berat metil ester yang didapatkan tidak berbeda jauh hanya selisih 0,054 gram. Tetapi pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dan 67,85:1, berat metil ester yang didapatkan berbeda cukup jauh yaitu selisih 0,27 gram. Dari hasil tersebut dapat dikatakan bahwa rasio molar THF:minyak merupakan variabel yang paling berpengaruh pada peningkatan berat metil ester. Untuk semua variabel rasio molar THF:minyak, peningkatan berat metil ester yang tertinggi terjadi pada waktu reaksi 18 menit menuju ke 23 menit. Dari variabel waktu reaksi belum didapatkan data berat metil ester optimum, karena berat metil ester masih mengalami kenaikan. Hasil terbaik didapatkan pada ratio molar minyak:THF adalah 1:67,85 dan waktu reaksi 23 menit dengan berat metil ester 0,891 gram.

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak terhadap % FFA dan Densitas Biodiesel

Ratio molar THF:minyak berpengaruh pada % FFA dan densitas biodiesel yang dihasilkan. Analisa % FFA dan densitas biodiesel dilakukan pada variabel rasio molar THF:minyak untuk waktu reaksi 23 menit. Dari Tabel 3 terlihat bahwa semakin tinggi ratio molar THF:minyak, maka semakin kecil % FFA metil ester. Hal ini karena dengan semakin banyaknya minyak yang bereaksi menjadi metil ester, maka semakin sedikit sisa minyak yang tidak bereaksi yang merupakan sumber penyebab tingginya FFA. Semakin kecil % FFA maka semakin baik kualitas metil ester yang dihasilkan, karena % FFA berhubungan dengan kerusakan komponen penyusun metil ester. Hasil terbaik % FFA didapatkan pada ratio molar THF:minyak 67,85:1 yaitu 0,5004%. Zeng dkk.,2006 mendapatkan metil ester dari biji bunga matahari dengan % FFA 0,74% pada transesterifikasi in situ dengan rasio molar DEM:minyak 57,85:1.

Semua densitas metil ester yang dihasilkan memenuhi spesifikasi SNI 04-7182-2006 yaitu 0,85 – 0,89 g/cm³. Pada rasio molar THF:minyak 1:67,85 yang merupakan kondisi terbaik didapatkan densitas metil ester 0,8791 g/cm³.

Tabel 3. Pengaruh ratio molar THF:minyak terhadap % FFA dan densitas metil ester

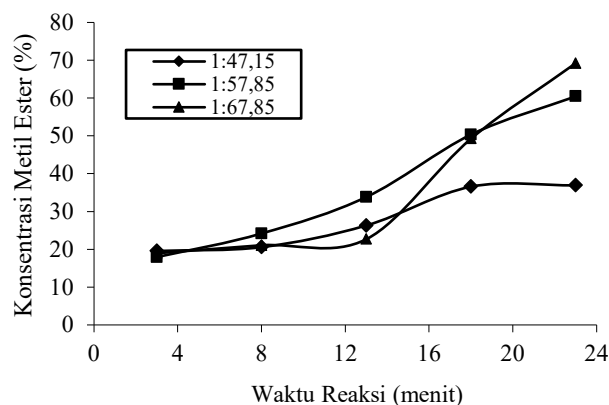
Ratio molar THF:minyak	% FFA	Densitas (g/cm ³)
47,15:1	0,5488	0,8569
57,85:1	0,5326	0,8751
67,85:1	0,5004	0,8791

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Konsentrasi Metil Ester

Rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi sangat berpengaruh terhadap konsentrasi metil ester

yang dihasilkan. Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa penambahan *co-solvent* THF mengakibatkan reaksi transesterifikasi in situ berjalan cukup cepat di awal reaksi. Tercapai konsentrasi metil ester sekitar 20% pada waktu reaksi 3 menit. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent*, didapatkan konsentrasi metil ester 43,02% pada waktu reaksi 30 menit dengan volume metanol 400 mL (Daryono, 2013). Penambahan *co-solvent* THF kurang berpengaruh pada perolehan konsentrasi metil ester dibandingkan dengan variabel waktu reaksi.

Terlihat dari Gambar 2, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil ester 60,52%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan konsentrasi metil ester 69,28% hanya selisih 8,76%. Daryono, (2013) mendapatkan konsentrasi metil ester 56,71% pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya tanpa *co-solvent* pada waktu reaksi 150 menit dengan volume metanol 400 mL. Dengan semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan konsentrasi metil ester yang semakin meningkat. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak FAME yang didapatkan, karena semakin lama solvent dan *co-solvent* mengekstrak minyak dari biji mahoni, maka minyak yang dihasilkan semakin banyak dalam proses transesterifikasi in situ. Penambahan THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak menambahkan THF dapat meningkatkan kelarutan minyak terhadap metanol dan reaksi berjalan semakin cepat karena membentuk sistem satu fase dan menghasilkan metil ester yang semakin banyak.

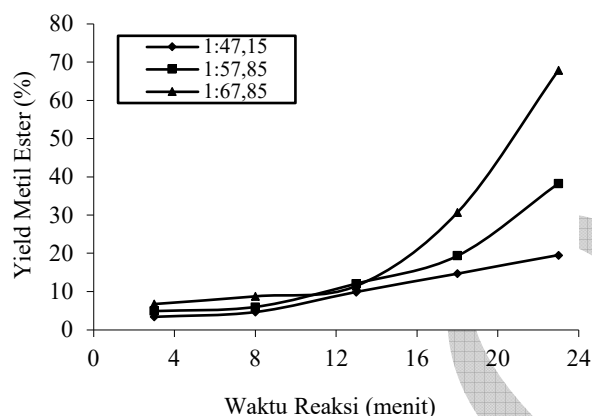


Gambar 2. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:co-solvent terhadap konsentrasi metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Pengaruh Rasio Molar THF:Minyak dan Waktu Reaksi terhadap Yield Metil Ester

Rasio molar THF:minyak dan waktu reaksi sangat berpengaruh terhadap yield metil ester yang dihasilkan. Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa dengan

semakin tingginya rasio molar penambahan THF dan semakin lama waktu reaksi, akan didapatkan yield metil ester yang semakin tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan semakin lama waktu reaksi maka semakin banyak metil ester yang didapatkan. Semakin lama *solvent* dan *co-solvent* mengekstrak minyak biji mahoni, maka akan menghasilkan minyak semakin banyak yang merupakan reaktan dalam membentuk metil ester dalam proses transesterifikasi in situ. Dapat terlihat juga bahwa penambahan *co-solvent* THF dapat meningkatkan metil ester yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena THF selain sebagai *co-solvent* untuk mempercepat reaksi juga membantu mengekstrak minyak dari biji mahoni. Semakin banyak THF yang ditambahkan, kelarutan TG terhadap metanol semakin besar dan reaksi berjalan semakin cepat dan metil ester yang dihasilkan semakin banyak.



Gambar 3. Pengaruh waktu reaksi (menit) dan rasio molar minyak:*co-solvent* terhadap yield metil ester (%) hasil reaksi transesterifikasi in situ minyak biji mahoni

Reaksi berjalan cukup lambat di awal reaksi yaitu di waktu reaksi 3, 8 dan 13 menit. Tetapi pada waktu reaksi 18 dan 23 menit reaksi berjalan cepat. Penambahan *co-solvent* THF dan waktu reaksi sangat berpengaruh pada perolehan yield metil ester. Terlihat dari Gambar 3, kondisi terbaik pada rasio molar THF:minyak 57,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 38,31%, sedangkan pada rasio molar THF:minyak 67,85:1 dengan waktu reaksi 23 menit didapatkan yield metil ester 67,95% dan ini merupakan kondisi terbaik pada penelitian ini. Transesterifikasi *neem oil* mendapatkan yield 83% pada suhu reaksi 50°C, waktu reaksi 90 menit, katalis NaOH 1,5% berat dan volume metanol 180 mL (Eevera dkk., 2009). Pada transesterifikasi konvensional minyak biji *Neem* (*Azadirachta indica*) tanpa *co-solvent* didapatkan yield 83% pada suhu reaksi 55°C, rasio mol minyak:metanol = 1:12 dan waktu reaksi 2 jam (Radha dan Manikandan, 2011). Transesterifikasi minyak biji mahoni mendapatkan yield metil ester 86,92% pada rasio mol

minyak:metanol = 1:6, suhu reaksi 60°C dan waktu reaksi 1 jam (Damayanti dan Bariroh, 2012).

Jika dibandingkan dengan hasil ketiga penelitian transesterifikasi minyak biji mahoni diatas, maka hasil penelitian ini relatif lebih baik karena yield metil ester tertinggi 67,95% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit dengan reaksi pada suhu kamar. Pada transesterifikasi konvensional rasio mol minyak:metanol yang digunakan lebih kecil jika dibandingkan dengan rasio mol minyak:metanol pada transesterifikasi in situ dengan *co-solvent*. Hal ini karena metanol sebagai *solvent* pada transesterifikasi in situ selain sebagai reaktan/membantu reaksi, juga untuk mengekstrak minyak dari biji berbeda dengan transesterifikasi konvensional yang minyaknya sudah tersedia sebagai reaktan.

Zeng dkk. (2009) mendapatkan yield metil ester tertinggi 97,7% pada waktu reaksi 13 menit, rasio molar minyak:THF=1:57,85 dengan bahan baku biji bunga matahari dan *co-solvent* DEM (*diethoxymethane*). Perbedaan ini disebabkan karena kelarutan DEM terhadap metanol dan minyak lebih tinggi dibanding THF (laju ekstraksi minyak pada DEM 95,85% dan pada THF 92,87%) (Zeng dkk., 2009). Shuit dkk. (2010) mendapatkan yield metil ester ± 10% pada waktu reaksi 1 jam untuk transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan. Mereka mendapatkan yield tertinggi 99,8% dengan *co-solvent* n-heksan 10% vol. metanol, suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 24 jam dan rasio metanol: biji 7,5 ml/gr. Penelitian Supardan dkk (2014) yaitu transesterifikasi in situ biji jarak pagar dengan *co-solvent* n-heksan menggunakan kavitasi hidrodinamik, mendapatkan yield biodiesel 60% pada suhu reaksi 50°C, rasio volume methanol:biji 16 ml/gr, volume metanol 800 ml volume *co-solvent* n-heksan 95 ml, dan waktu reaksi 120 menit. Kartika dkk. (2012) mendapatkan yield biodiesel 89% pada rasio metanol:biji jarak pagar 6:1, rasio n-heksan:metanol:bahan 3:3:1, kecepatan pengadukan 600 rpm, suhu reaksi 40°C dan waktu reaksi 6 jam. Hasil penelitian ini relatif lebih baik karena yield metil ester tertinggi adalah 67,95% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi pada suhu kamar, kecepatan pengadukan 150 rpm dan menggunakan *co-solvent* THF.

Hincapie dkk. (2011) mendapatkan yield metil ester 65,6% pada waktu reaksi 2 jam, rasio volume etanol:n-heksan = 20% dari volume minyak. Khang dkk., (2014) mendapatkan yield tertinggi 96,7% pada suhu reaksi 60°C, waktu reaksi 20 jam, rasio metanol/kopra = 200 mL/100 g, rasio volume THF:metanol = 0,4 dan katalis H₂SO₄ sebanyak 15 mL. Hasil penelitian ini lebih baik, dimana yield metil ester tertinggi 67,95% didapatkan pada reaksi dengan suhu kamar, waktu reaksi 23 menit dan menggunakan katalis NaOH. Pada transesterifikasi in situ minyak biji pepaya dengan *co-solvent* THF, didapatkan yield 84,7685% pada waktu reaksi 23 menit dan rasio molar THF:minyak adalah 1:67,85 (Daryono dkk., 2014).

Hasil penelitian ini berbeda, karena pada penelitian Daryono dkk., 2014 perhitungan yield tidak memperhitungkan konsentrasi metil ester yang didapatkan.

KESIMPULAN

Konsentrasi metil ester tertinggi 69,28% dan yield metil ester tertinggi 67,95% didapatkan pada waktu reaksi 23 menit, suhu reaksi 27°C, rasio molar minyak:NaOH adalah 1:0,5, rasio molar minyak:metanol adalah 1:101,39, dan rasio molar minyak:THF adalah 1:67,85. Hal ini karena semakin lama waktu reaksi dan semakin besar rasio molar minyak:co-solvent maka konsentrasi metil ester dan yield metil ester semakin besar. Yield metil ester yang dihasilkan pada transesterifikasi in situ minyak biji mahoni dengan co-solvent jauh lebih tinggi jika dibandingkan dengan proses transesterifikasi minyak biji mahoni konvensional dengan waktu reaksi yang sama. Dari perbandingan dengan penelitian terdahulu diketahui bahwa co-solvent THF berperan lebih baik dalam pembentukan metil ester dibanding co-solvent n-heksan. Hal ini karena THF bisa berperan sebagai pelarut yang bersifat polar (bisa melarutkan metanol) dan juga bisa bersifat non polar (bisa melarutkan minyak), dibanding n-heksan yang hanya bersifat non polar. Penggunaan katalis basa akan menghasilkan yield metil ester yang lebih tinggi dalam waktu yang relatif singkat dibandingkan dengan katalis asam.

DAFTAR PUSTAKA

- Aliyu, A., Lomsahaka, E., and Hamza, A., (2012), Production of biodiesel via NaOH catalyzed transesterification of mahogany seed oil, *Adv. Appl. Sci. Res.*, 3, pp. 615-618.
- Ariza-Montobbio, P. and Lele, S., (2010), Jatropha plantations for biodiesel in Tamil Nadu, India : viability, livelihood trade-offs, and latent conflict, *Ecological Economic*, 70, pp. 189-195.
- Bender, M., (1999), Economic Feasibility Review for Community-Scale Farmer Cooperatives for Biodiesel, *Bioresour. Technol.*, 70, pp. 81-87.
- Boocock, D.G.B., Konar, S.K., Mao, V., and Sidi, H., (1996), Fast One-Phase Oil-Rich Process for The Preparation of Vegetable Oil Methyl Esters, *Biomass Bioenergy*, 11, pp. 43-50.
- Boey, P.L., Ganesan, S., Maniam, G.P., and Ali, D.M.H., (2011), Ultrasound Aided In Situ Transesterification of Crude Oil Adsorbed on Spent Bleaching Clay, *Energy Conversion and Management*, 52, pp. 2081-2084.
- Damayanti, A. dan Bariroh, S., (2012), Pengolahan Biji Mahoni (*Swietenia Macrophylla King*) Sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 1 (1), hal. 8-15.
- Daryono, E.D., (2013), Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Transesterifikasi Insitu, *Jurnal Teknik Kimia*, UPN Veteran Surabaya, 8(1), hal. 7-11.
- Daryono, E.D., Hudha, M.I., dan Muyassaroh, (2014), Sintesa Biodiesel dari Minyak Biji Pepaya dengan Reaksi Transesterifikasi In Situ Menggunakan Co-solvent THF (*Tetrahydrofuran*), *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, Jurusan Kimia FMIPA Unesa, pp. B-292-B-300.
- Eromosele, I.C., Eromosele, C.O., Innazo, P., and Njerim, P., (1998), Studies on Some Seeds and Seed Oils, *Bioresource Technology*, 64, pp. 245-247.
- Eevera, T., Rajendran, K., and Saradha, S., (2009), Biodiesel production process optimization and characterization to assess the suitability of the product for varied environmental conditions, *Renewable Energy*, 34, pp. 762-765.
- Haas, M.J., Scott, K.M., Marmer, W.N., and Foglia, T.A., (2004), In Situ Alkaline Transesterification: an Effective Method for The Production of Fatty Acid Esters from Vegetable Oils, *Journal of American Oil Chemists' Society*, 81, pp. 83-89.
- Haas, M.J., McAloon, A.J., Yee, W.C., and Foglia, T.A., (2006), A Process Model to Estimate Biodiesel Production Costs, *Bioresour. Technol.*, 97, pp. 671-678.
- Hincapie, G., Mondragon, F., and Lopez, D., (2011), Conventional and In Situ Transesterification of Castor Seed Oil for Biodiesel Production, *Fuel*, 90, pp. 1618-1623.
- Kartika, I.A., Yani, M., Ariono, D., Evon, P., and Rigal, L., (2012), In Situ Transesterification of Oil-Containing *Jatropha Curcas* Seeds to Produce Biodiesel Fuel, *Jurnal Teknik Kimia Indonesia*, 11(1), hal. 41-49.
- Khang, D.S., Razon, L.F., Madrazo, C.F., and Tan, R.R., (2014), In situ transesterification of coconut oil using mixtures of methanol and tetrahydrofuran, *Chemical Engineering Research and Design*, 92, pp. 1512 – 1518.
- Kumar, A., and Sharma, S., (2008), An evaluation of multipurpose oil seed crop for industrial uses (*Jatropha curcas L.*): a review, *Ind. Crops Prod.*, 28, pp. 1-10 .
- Hambali, E., Mujdalipah, S., Tambunan, A.H., Pattiwiri, A.W., dan Hendroko, R., (2007), *Teknologi Bioenergi*, Agromedia Pustaka, Jakarta.
- Okieimen, F.E. and Eromosele, C.O., (1999), Fatty acid composition of seed oil of Khaya Senegalensis, *Bioresource Technology*, 69, pp. 279-280.
- Ong, H.C., Mahlia, T.M.I., Masjuki, H.H., and Nurhasyima, R.S., (2011), Comparison of palm oil,

Jatropha curcas and Calophyllum inophyllum for biodiesel: A review, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 15, pp. 3501-3515.

Radha, K.V. and Manikandan, G., (2011), Novel Production of Biofuels from Neem Oil, *World Renewable Energy Congress*, Swedia, pp. 471-478.

Shuit, S.H., Lee, K.T., Kamaruddin, A.H., and Yusup, S., (2010), Reactive Extraction and In Situ of Jatropha Curcas L. Seeds for The Production of Biodiesel, *Fuel*, 89, pp. 527-530.

SNI 04 – 7182 – 2006, Badan Standarisasi Nasional.

Supardan, M.D., Satriana, dan Moulana, R., (2014), Transesterifikasi In Situ Biji Jarak Pagar

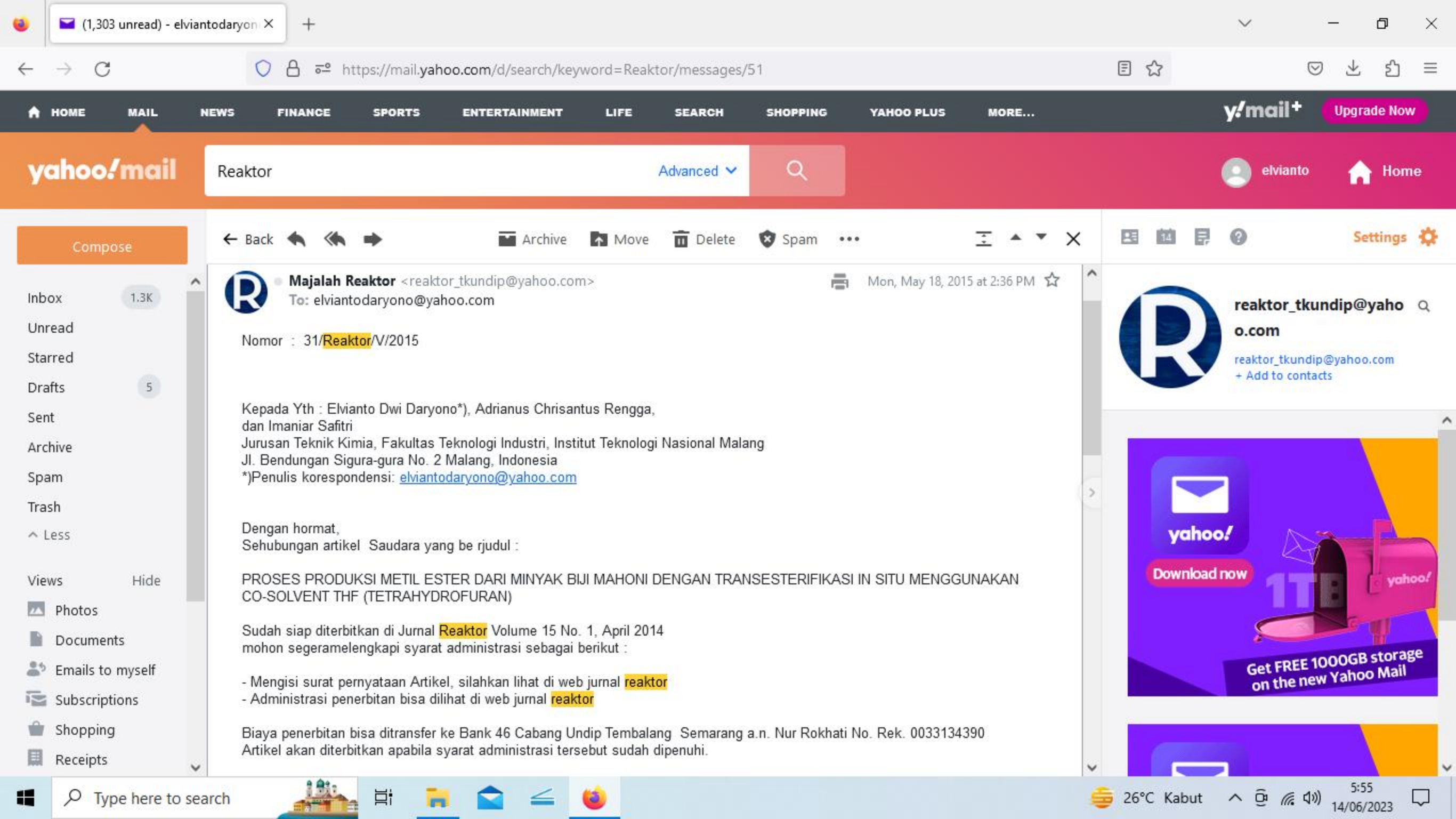
Menggunakan Kavitasi Hidrodinamik, *Agritech*, 34(1), hal. 43-49.

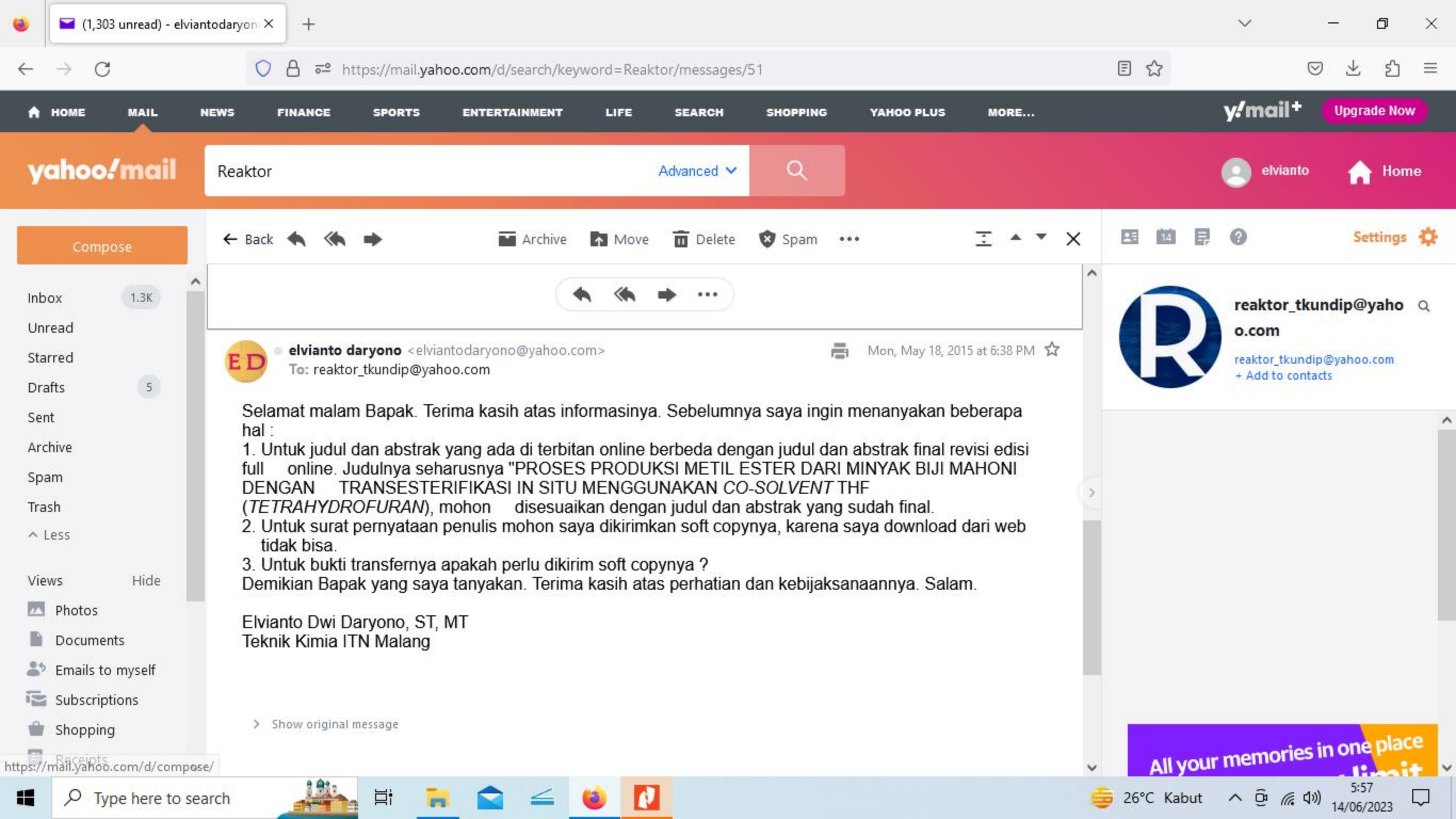
Susilo, B., (2006), Biodiesel : Pemanfaatan Biji Jarak Pagar sebagai Alternatif Bahan Bakar Minyak, *Inovasi dan Teknologi*, Trubus Agrisarana, Surabaya.

Towaha, J., (2011), Biji Mahoni sebagai Bahan Baku Alternatif Biodiesel, *Majalah Semi Populer Tanaman Rempah dan Industri*, Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Perkebunan, 2(6), hal. 23.

Zeng, J., Wang, X., Zhao, B., Sun, J., and Wang, Y., (2009), Rapid In Situ Transesterification of Sunflower Oil, *Ind. Eng. Chem. Res.*, 48, pp. 850-856.

PROOF





Compose

- Inbox 1.3K
- Unread
- Starred
- Drafts 5
- Sent
- Archive
- Spam
- Trash
- Less
- Views Hide
- Photos
- Documents
- Emails to myself
- Subscriptions
- Shopping

Back Archive Move Delete Spam



elvianto daryono <elviantodaryono@yahoo.com>
To: reaktor_tkundip@yahoo.com

Mon, May 18, 2015 at 6:38 PM

Selamat malam Bapak. Terima kasih atas informasinya. Sebelumnya saya ingin menanyakan beberapa hal :

1. Untuk judul dan abstrak yang ada di terbitan online berbeda dengan judul dan abstrak final revisi edisi full online. Judulnya seharusnya "PROSES PRODUKSI METIL ESTER DARI MINYAK BIJI MAHONI DENGAN TRANSESTERIFIKASI IN SITU MENGGUNAKAN CO-SOLVENT THF (TETRAHYDROFURAN), mohon disesuaikan dengan judul dan abstrak yang sudah final.
2. Untuk surat pernyataan penulis mohon saya dikirimkan soft copynya, karena saya download dari web tidak bisa.
3. Untuk bukti transfernya apakah perlu dikirim soft copynya ?

Demikian Bapak yang saya tanyakan. Terima kasih atas perhatian dan kebijaksanaannya. Salam.

Elvianto Dwi Daryono, ST, MT
Teknik Kimia ITN Malang

Show original message



reaktor_tkundip@yahoo.com
reaktor_tkundip@yahoo.com
+ Add to contacts

