



**OPTIMASI KOMPOSISI CAMPURAN MINYAK NON-PANGAN
UNTUK SINTESIS BIODIESEL DENGAN *REACTIVE DISTILLATION*
MENGUNAKAN METODE *SIMPLEX LATTICE DESIGN***

Skripsi

Diajukan sebagai salah satu persyaratan untuk memperoleh gelar Sarjana
Program Studi Teknik Kimia

Oleh :

Dody Herdian Saputra Riyadi

NIM.5213413035

Reshita Amalia Ramadhani

NIM.5213413047

**TEKNIK KIMIA
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2017**

PERSETUJUAN PEMBIMBING

Nama : 1. Dody Herdian Saputra Riyadi

2. Reshita Amalia Ramadhani

NIM : 1. 5213413035

2. 5213413047

Program Studi : Teknik Kimia

Judul Skripsi : Optimasi Komposisi Campuran Minyak Non-Pangan untuk Sintesis Biodiesel dengan *Reactive Distillation* menggunakan Metode *Simplex Lattice Design*

Proposal skripsi ini telah disetujui oleh pembimbing untuk diajukan ke sidang panitia ujian Skripsi Pogram Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Semarang, 1 Agustus 2017

Pembimbing 1,

Pembimbing 2,



Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T.
NIP. 19760311200012001



Bayu Triwibowo, S.T., M.T.
NIP. 198811222014041001

PENGESAHAN

Skripsi dengan Judul “**Optimasi Komposisi Campuran Minyak Non-Pangan untuk Sintesis Biodiesel dengan *Reactive Distillation* menggunakan Metode *Simplex Lattice Design***” telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 14 bulan Agustus Tahun 2017.

Oleh:

Nama : 1. Dody Herdian Saputra Riyadi

2. Reshita Amalia Ramadhani

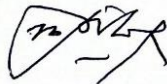
NIM : 1. 5213413035

2. 5213413047

Program Studi : Teknik Kimia

Panitia:

Ketua,



Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T.
NIP. 197405191999032001

Sekretaris,



Dr. Megawati, S.T., M.T.
NIP. 197211062006042001

Penguji 1



Dr. Wara Dyah P. R., S.T., M.T.
NIP. 197405191999032001

Pembimbing 1,



Dr. Ratna Dewi K, S. T., M. T.
NIP 19760311200122001

Pembimbing 2,



Bayu Tri Wibowo, S. T., M. T.
NIP 198811222014041001

Mengetahui:
Dekan Fakultas Teknik
Universitas Negeri Semarang,



PERNYATAAN KEASLIAN

Dengan ini kami menyatakan bahwa:

1. Skripsi ini, adalah asli dan belum pernah diajukan untuk mendapatkan gelar akademik (sarjana, magister, dan/atau doktor), baik di Universitas Negeri Semarang (UNNES) maupun di perguruan tinggi lain.
2. Karya tulis ini adalah murni gagasan, rumusan, dan penelitian kami sendiri, tanpa bantuan pihak lain, kecuali arahan Pembimbing dan masukan Tim Penguji.
3. Dalam karya tulis ini tidak terdapat karya atau pendapat yang telah ditulis atau dipublikasikan orang lain, kecuali secara tertulis dengan jelas dicantumkan sebagai acuan dalam naskah dengan disebutkan nama pengarang dan dicantumkan dalam daftar pustaka.
4. Pernyataan ini kami buat dengan sesungguhnya dan apabila di kemudian hari terdapat penyimpangan dan ketidakbenaran dalam pernyataan ini, maka kami bersedia menerima sanksi akademik berupa pencabutan gelar yang telah diperoleh karena karya ini, serta sanksi lainnya sesuai dengan norma yang telah berlaku di perguruan tinggi.

Semarang, 1 Agustus 2017
Yang membuat pernyataan,



Dody Herdian Saputra R.
NIM. 5213412035



Reshita Amalia R.
NIM. 5213413047

MOTTO DAN PERSEMBAHAN

Motto

1. Sesungguhnya Allah tidak akan mengubah keadaan suatu kaum kecuali kaum itu sendiri yang mengubah apa-apa yang pada diri mereka (QS. Ar-Ra'd:11)
2. Setiap yang diciptakan mempunyai manfaat dan tidak ada yang sia-sia.
3. *Life is choice. Be smart to choose everything wisely and always believe with the ability of self.*

Persembahan

1. Untuk Bapak, Ibu, dan Adik-Adik tercinta
2. Keluarga Besar Teknik Kimia UNNES
3. Negara Kesatuan Republik Indonesia

INTISARI

Dody Herdian Saputra Riyadi dan Reshita Amalia Ramadhani. 2017. Optimasi Komposisi Campuran Minyak Non-Pangan untuk Sintesis Biodiesel dengan *Reactive Distillation* menggunakan Metode *Simplex Lattice Design*. Pembimbing 1: Dr. Ratna Dewi Kusumaningtyas, S.T., M.T. Pembimbing 2: Bayu Triwibowo, S.T., M.T., Teknik Kimia

Pencampuran berbagai jenis minyak untuk sintesis biodiesel merupakan salah satu upaya mengenai pencarian energi alternatif terbarukan. Campuran minyak berbasis non-pangan lebih potensial karena tidak bersaing dengan bahan pangan. Pada penelitian ini campuran minyak non-pangan sebagai bahan baku yang digunakan yaitu minyak jarak pagar, minyak nyamplung, dan minyak jelantah. Penelitian ini bertujuan mendapatkan data pengaruh konversi FFA saat reaksi esterifikasi, optimasi komposisi campuran, dan mengetahui sifat fisis biodiesel yang dihasilkan.

Sintesis biodiesel dilakukan dengan menggunakan reaktor *reactive distillation* yang dijalankan berdasar *design of experiment* yang dihasilkan oleh program *Design Expert 10.0* metode *simplex lattice design*.

Berdasarkan hasil penelitian model yang terpilih adalah kuadratik (*quadratic model*) karena model ini memiliki R^2 0,944 serta model ini signifikan dengan nilai $p < 0,0001$ ($< 0,05$). Hasil ANOVA menunjukkan bahwa komponen minyak jarak-minyak nyamplung ($< 0,0001$) berpengaruh nyata (signifikan) terhadap respon konversi penurunan nilai FFA, minyak nyamplung-minyak jelantah (0,0716) dan minyak jarak-minyak jelantah (0,7807) memiliki pengaruh lebih sedikit (tidak signifikan). Konversi optimum sebesar 86,03% dengan komposisi campuran 37,291 mL minyak jarak pagar, 37,709 mL minyak nyamplung, dan 25 mL minyak jelantah. Biodiesel hasil optimasi oleh metode *simplex lattice design* memiliki nilai densitas 884 kg/m³ dan kadar alkil ester 99,36%.

Kata kunci: *Sintesis Biodiesel, Reactive Distillation, Optimasi, Simplex Lattice Design*.

PRAKATA

Puji syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT, yang telah memberikan rahmat dan hidayah-Nya. Penulis sangat bersyukur karena dengan rahmat dan hidayah-Nya serta partisipasi dari berbagai pihak yang telah banyak membantu baik moril maupun materil sehingga penulis dapat menyelesaikan penyusunan skripsi yang berjudul “**Optimasi Komposisi Campuran Minyak Non-Pangan untuk Sintesis Biodiesel dengan *Reactive Distillation* menggunakan Metode *Simplex Lattice Design***”. Oleh karena itu dengan kerendahan hati penulis sampaikan ucapan terimakasih kepada:

1. Dr. Wara Dyah Pita Rengga, S.T., M.T., sebagai Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang yang telah memberikan persetujuan hingga selesai pengerjaan Skripsi. Sekaligus sebagai Dewan Penguji yang telah memberikan masukan dan pengarahan dalam penyempurnaan penyusunan Skripsi ini.
2. Dr. Ratna Dewi Kusmaningtyas, S. T., M. T. sebagai Dosen Pembimbing I yang telah memberikan waktu, bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan Skripsi ini.
3. Bayu Tri Wibowo, S. T., M. T. sebagai sebagai Dosen Pembimbing II yang telah memberikan waktu, bimbingan dan motivasi dalam menyelesaikan Skripsi ini.
4. Kedua orang tua yang senantiasa memberikan dukungan dan doa.
5. Keluarga besar mahasiswa Teknik Kimia angkatan 2013 yang selalu memberikan semangat dan motivasi hingga terselesainya Skripsi ini.
6. Semua pihak yang telah membantu hingga terselesaikannya Skripsi ini.

Penulis juga menyadari bahwa dalam penyusunan Skripsi ini masih banyak kekurangan, oleh karena itu dengan segala kerendahan hati penulis mengharapkan kritik dan saran yang membangun dalam perbaikan Skripsi ini.

Semarang, 12 Juli 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL	i
PERSETUJUAN PEMBIMBING	ii
PENGESAHAN	iii
PERNYATAAN KEASLIAN	iv
MOTTO DAN PERSEMBAHAN	v
INTISARI.....	vi
PRAKATA	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR TABEL	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Pembatas Masalah	4
1.3 Rumusan Masalah	5
1.4 Tujuan	5
1.5 Manfaat	6
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	7
2.1 Biodiesel	7
2.2 Uji Standar Mutu Biodiesel	9
2.3 Minyak Nabati Berbasis Non-Pangan	10
2.3.1 Minyak Jelantah	11
2.3.2 Minyak Jarak Pagar	12
2.3.3 Minyak Nyamplung.....	13
2.4 <i>Simplex Lattice Design</i>	14
2.5 <i>Reactive Distillation</i>	15
BAB III METODE PENELITIAN	17
3.1 Rancangan Penelitian	17

3.2 Lokasi Penelitian	18
3.3 Rancangan Variabel dan Optimasi.....	18
3.4 Rancangan Eksperimen Variasi Komposisi Bahan Baku.....	19
3.5 Bahan.....	19
3.6 Alat.....	22
3.7 Prosedur Kerja	24
3.8 Optimasi Formula Bahan Baku.....	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	34
4.1 Analisis Bahan Baku	35
4.1.1 Uji Kuantitatif Campuran Minyak Non-Pangan	35
4.1.2 Uji GC-MS Campuran Minyak Non-Pangan.....	36
4.2 Tahap Eksperimen Reaksi Esterifikasi	37
4.3 Tahap Analisis Respon	37
4.4 Tahap Optimasi	41
4.5 Tahap Validasi dan Sintesis Biodiesel	42
4.6 Uji Fisis Biodiesel.....	43
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN	49

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Standar Mutu Biodiesel Berdasar SNI 7182:2012	10
Tabel 2.2 Komposisi Asam Lemak Minyak Jarak Pagar	12
Tabel 2.3 Kandungan Asam Lemak Minyak Nyamplung	14
Tabel 3.1 Rancangan Ekperimen Variasi Komposisi Bahan Baku	19
Tabel 3.2 Karakteristik dari Timah (II) Klorida	22
Tabel 4.1 Kisaran Komposisi sebagai Variabel Bebas	35
Tabel 4.2 Hasil Uji Kuantitatif Campuran Minyak Non-Pangan	36
Tabel 4.3 Analisis Metode untuk Respon Penurunan Nilai FFA Campuran Minyak Non-Pangan	38
Tabel 4.4 Hasil Formula Optimum dari Metode <i>Simplex Lattice Design</i>	42
Tabel 4.5 Perbandingan Hasil Prediksi dan Validasi Konversi FFA.....	42
Tabel 4.6 Senyawa Penyusun Biodiesel Campuran Minyak Non-Pangan	43
Tabel 4.7 Sifat Fisis Biodiesel Campuran Minyak Non-Pangan.....	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 <i>Simplex Lattice Design</i>	15
Gambar 3.1 Rangkaian Alat <i>Reactive Distillation</i>	23
Gambar 3.2 Diagram Alir Proses <i>Degumming</i> Minyak Nyamplung	24
Gambar 3.3 Diagram Alir Proses Uji Komposisi Asam Lemak dalam Campuran Bahan Baku dengan Alat Analisis GC MS	25
Gambar 3.4 Diagram Alir Reaksi Esterifikasi FFA pada Campuran Minyak Non-Pangan secara Kontinyu dengan <i>Reactive Distillation</i> menggunakan Katalis Timah (II) Klorida	25
Gambar 3.5 Diagram Alir Reaksi Transterifikasi FFA pada Campuran Minyak Non-Pangan secara Kontinyu dengan <i>Reactive Distillation</i> menggunakan Katalis NaOH	29
Gambar 3.6 Diagram Alir Uji Densitas Biodiesel pada 40°C	30
Gambar 3.7 Diagram Alir Uji Viskositas Biodiesel pada 40°C	31
Gambar 3.8 Diagram Alir Uji Kadar Ester Alkil	32
Gambar 3.9 Diagram Alir Optimasi Formula Bahan Baku	33
Gambar 4.1 Kromatogram Hasil Uji GC-MS Minyak Non-Pangan	36
Gambar 4.2 Penurunan % Konversi FFA Reaksi Esterifikasi berdasarkan <i>Design of Experiment</i>	37
Gambar 4.3 Respon Kenormalan Residual Penurunan Nilai FFA	39
Gambar 4.4 Plot Kontur Hasil Uji Respon Konversi FFA	39
Gambar 4.5 Hasil Tiga Dimensi Uji Respon Konversi FFA	40
Gambar 4.6 Kromatogram Biodiesel Campuran Minyak Non-Pangan	43

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Hasil Analisa GC-MS Bahan Baku	41
Lampiran 2 Spektrum Hasil Analisa GC-MS Bahan Baku Campuran Minyak Non-Pangan	42
Lampiran 3 Perhitungan Bilangan Asam	43
Lampiran 4 Perhitungan Derajat Keasaman Asam.....	44
Lampiran 5 Perhitungan Konversi.....	45
Lampiran 6 Data Hasil Eksperimen.....	46
Lampiran 7 Hasil Analisa GC-MS Biodiesel.....	47
Lampiran 8 Spektrum Hasil Analisa GC-MS Biodiesel	48
Lampiran 9 Perhitungan Densitas Pada Suhu 40°C.....	51