

LAPORAN DANA RUTIN



**ANALISIS ENERGI PEMBAKARAN ASAM-ASAM LEMAK
BIODISEL BERDASARKAN KOMPOSISI ASAM LEMAK
TUMBUHAN DENGAN METODE SEMIEMPIRIS
MP3 HYPERCHEM**

Oleh:
DESTRIA ROZA, S.Si., M.Si.
Ir. NURFAJRIANI, M.Si
DRS. WAWAN BUNAWAN, M.Si., M.Pd.
Dra. NIRWANA, M.Si
RUDI NUZIRWAN, S.Si

**Dibiayai dengan dana Rutin Unimed sesuai dengan kontrak kerja
Nomor: No. 154/H33.8/KEP/PL/2008 tanggal 14 April 2008**

**JURUSAN KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
2008**

Halaman Pengesahan

1. Judul Penelitian : Analisis Energi Pembakaran Biodisel berdasarkan Komposisi Asam Lemak Tumbuhan Dengan Metode Semi Empiris MP3 HypherChem
2. Bidang Ilmu Penelitian : IPTEK
3. Ketua Peneliti
- a. Nama : Destria Roza, S.Si., M.Si
 - b. Jenis Kelamin : Perempuan
 - c. NIP : 132158574
 - d. Pangkat /Gol : Penata Muda /III b
 - e. Jabatan : Lektor
 - g. Fakultas/Jurusan : MIPA/ Kimia
4. Jumlah Anggota Peneliti : 4 orang
5. Lokasi Penelitian : Laboratorium Kimia UNIMED
6. Kerjasama dengan instansi lain: _____
7. Waktu Penelitian : 8 Bulan
8. Biaya : Rp.3.000.000,- (tiga juta rupiah)

Medan, 31 Oktober 2008

Ketua Peneliti




Destria Roza, S.Si, M.Si
NIP.132158574

Mengetahui
Dekan Fakultas MIPA UNIMED



Prof. Drs. M. Situmorang, M.Sc., Ph.D.
NIP.131572430

Menyetujui
Ketua Lembaga Penelitian UNIMED



Dr. Ridwan A. Sani, M.S
NIP.131772614

**ANALISIS ENERGI PEMBAKARAN ASAM-ASAM LEMAK BIODISEL
BERDASARKAN KOMPOSISI ASAM LEMAK
TUMBUHAN DENGAN METODE SEMIEMPIRIS
MP3 HYPERCHEM**

**DESTRIA ROZA, S.Si., M.Si., Ir. NURFAJRIANI, M.Si., Drs. WAWAN
BUNAWAN, M.Si., M.Pd., Dra. NIRWANA, M.Si., dan RUDI NUZIRWAN, S.Si**

ABSTRAK

Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui perbandingan energi pembakaran biodiesel minyak jarak dan biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan media komputer HyperChem metode semiempiris PM3 dan Alat Kalorimeter Bom. Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Komputer Jurusan Kimia FMIPA Universitas Negeri Medan dengan media komputer dan di Laboratorium Penelitian MIPA Universitas Sumatera Utara dengan alat Kalorimeter Bom.

Penentuan energi pembakaran dengan media komputer HyperChem metode semiempiris PM3 menunjukkan energi pembakaran yang dihasilkan oleh pembakaran Biodiesel Minyak Jarak sebesar 6979,9156 J/g dan Biodiesel CPO (Crude Palm Oil) sebesar 6956,8617 J/g. Dengan alat Kalorimeter Bom, energi pembakaran yang dihasilkan oleh Biodiesel Minyak Jarak sebesar 8738,1628 J/g dan Biodiesel CPO (Crude Palm Oil) sebesar 7590,1749 J/g.

Dari hasil yang diperoleh, baik dengan media komputer HyperChem metode semiempiris PM3 maupun dengan alat Kalorimeter Bom menunjukkan bahwa energi pembakaran Biodiesel Minyak Jarak lebih besar dibandingkan Biodiesel CPO (Crude Palm Oil). Ini juga menunjukkan bahwa komposisi asam lemak penyusun suatu biodiesel berpengaruh terhadap energi pembakarannya.

KATA PENGANTAR

Puji syukur alhamdulillah tim peneliti panjatkan keagungan Allah SWT yang telah melimpahkan rahmat dan karunianya sehingga penelitian yang berjudul : “Analisis energi Pembakaran Biodisel berdasarkan Komposisi Asam Lemak Tumbuhan Dengan Metode Semi Empiris MP3 HypherChem ini dapat diselesaikan dengan baik.

Tim peneliti menyadari masih ada kekurangan oleh karena itu dimohonkan kepada pembaca untuk menyampaikan saran-sarannya dan mendiskusikanya agar diperoleh penyempurnaan.

Dalam kesempatan ini tim peneliti ingin menyampaikan ucapan terima kasih kepada pihak-pihak yang telah memberikan dana penelitian, sarana, izin penelitian, rekomendasi, reviwer dan pihak-pihak lain yang ikut membantu terlaksananya penelitian ini. Semoga segala sesuatunya yang telah mereka berikan, mendapatkan balasan amal baik dari Tuhan Yang Maha Esa

Medan, 31 Oktober 2008

Tim Peneliti

DAFTAR ISI

Halaman

LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1. Metode Kimia Komputasi	4
2.2. Entalpi	5
2.3. Kalorimeter Bom	5
2.4. Standar Mutu Biodiesel	6
2.5. Pembuatan Biodiesel	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1. Peralatan dan Bahan Penelitian	9
3.2. Prosedur Kerja	9
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	11
4.1. Penghitungan Energi dengan Program HyperChem Semiempiris PM3	11
4.1.1. Nilai energi dari Komponen-komponen Pembakaran dengan Program HyperChem Semiempiris PM3	11
4.1.2. Nilai dari energi pembakaran Biodiesel Minyak Jarak	13

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBAR PENGESAHAN	ii
ABSTRAK	iii
KATA PENGANTAR	iv
DAFTAR ISI	v
DAFTAR TABEL	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	2
1.3. Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	4
2.1 . Metode Kimia Komputasi	4
2.2. Entalpi	5
2.3 Kalorimeter Bom	5
2.4. Standar Mutu Biodiesel	6
2.5. Pembuatan Biodiesel	7
BAB III METODOLOGI PENELITIAN	9
3.1 Peralatan dan Bahan Penelitian	9
3.2 Prosedur Kerja	9
BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN	11
4.1. Penghitungan Energi dengan Program HyperChem Semiempiris PM3	11
4.1.1. Nilai energi dari Komponen-komponen Pembakaran dengan Program HyperChem Semiempiris PM3	11
4.1.2 Nilai dari energi pembakaran Biodiesel Minyak Jarak	13

dengan Program HyperChem Semiempiris PM3	
4.1.3. Nilai dari Energi Pembakaran Biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan Program HyperChem Semiempiris AM 1	13
4.2. Penentuan Energi Pembakaran Dengan Alat Kalorimeter Bom	14
4.2.1. Nilai Energi Pembakaran Biodiesel Minyak Jarak dengan Alat Kalorimeter Bom	14
4.2.2. Nilai energi pembakaran biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan Alat Kalorimeter Bom	15
4.3. Pembahasan	16
BAB V KESIMPULAN DAN SARAN	18
5.1. Kesimpulan	18
5.2. Saran	18
DAFTAR PUSTAKA	19
LAMPIRAN	20

DAFTAR TABEL

Halaman

Tabel 2.1. Komposisi Asam-Asam Lemak (%-B) Beberapa Minyak-lemak Nabati	7
Tabel 2.2 Beberapa standar mutu	7
Tabel 4.1. Energi yang Diperoleh Berdasarkan HyperChem PM3	11



DAFTAR GAMBAR

Gambar 3.1 diagram kerja optimasi geometri	10
Gambar 4.1. Reaksi pembakaran Metil Ester Biodiesel	11
Gambar 4.2. Reaksi Pembakaran Metil Oleat	12
Gambar 4.3. Reaksi Pembakaran Metil Palmitat	12
Gambar 4.4. Reaksi Pembakaran Metil Stearat	12
Gambar 4.5. Reaksi Pembakaran Metil Linoleat	12
Gambar 4.6. Reaksi Pembakaran Metil Etanol	20



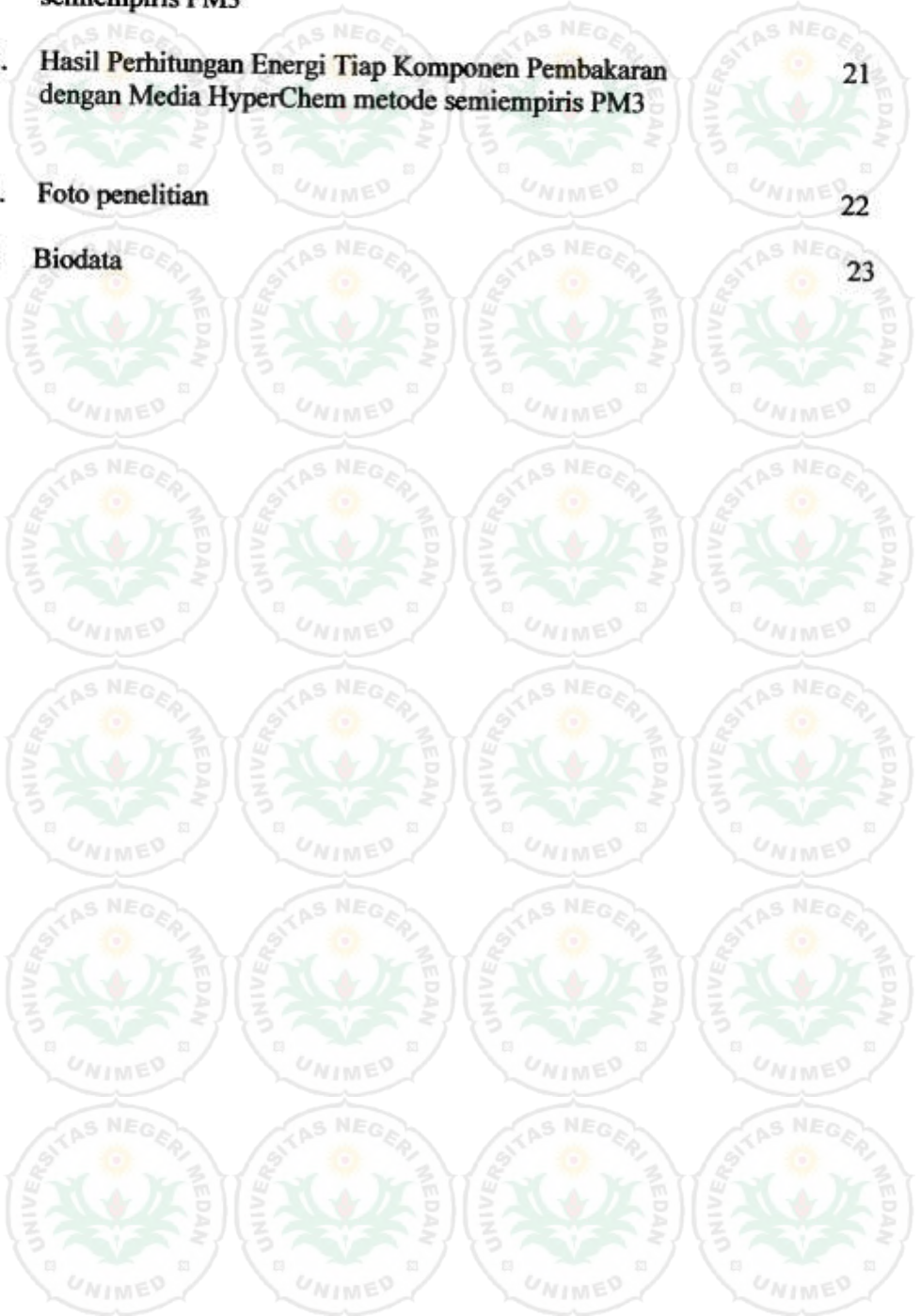
DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Gambar Struktur Molekul Dari Komponen-komponen Pembakaran dengan Media HyperChem metode semiempiris PM3 20

Lampiran 2. Hasil Perhitungan Energi Tiap Komponen Pembakaran dengan Media HyperChem metode semiempiris PM3 21

Lampiran 3. Foto penelitian 22

Lampiran 4. Biodata 23



BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang Masalah

Pertambahan jumlah penduduk yang disertai dengan peningkatan kesejahteraan masyarakat berdampak pada meningkatnya kebutuhan akan sarana transportasi dan aktivitas industri. Hal ini tentunya akan menyebabkan kebutuhan akan bahan bakar cair semakin meningkat. Menurut data Automotif Diesel Oil bahan bakar minyak di Indonesia sejak tahun 1995 telah melebihi produksi dalam negeri. Diperkirakan dalam kurun waktu 10-15 tahun ke depan, cadangan minyak Indonesia akan habis. Perkiraan ini terbukti dengan sering terjadinya kelangkaan BBM (bahan bakar minyak) di berbagai daerah di Indonesia. Kenaikan harga BBM berbasis fosil pada tahun 2005 yang sempat menyentuh angka lebih dari 70 US dollar per barel menjadi momentum penting untuk pengembangan BBN (bahan bakar nabati) didalam negeri.

Penyebab kenaikan harga BBM tersebut salah satunya disebabkan oleh cadangan yang kian menipis. Seefisien apapun manusia menggunakan dan mengkonsumsi BBM fosil, suatu saat pasti akan habis. Kondisi sulit ini ternyata berimbas positif pada penggunaan BBN di Indonesia. BBN yang semula kurang diperhatikan, akhirnya memiliki posisi tawar yang lebih baik. Bahkan, banyak yang meyakini bahwa BBN bisa dijadikan sebagai salah satu alternatif untuk mengurangi ketergantungan yang demikian besar terhadap BBM fosil (Tim Nasional Pengembangan BBN, 2007).

Biodiesel adalah bioenergi atau bahan bakar nabati yang dibuat dari minyak nabati baik minyak baru maupun bekas penggorengan dan melalui proses transesterifikasi, esterifikasi, atau proses esterifikasi-transesterifikasi membentuk metil ester. Walaupun dalam bentuk minyaknya bisa langsung digunakan sebagai bahan bakar namun perubahan menjadi biodiesel dinyatakan lebih efisien dari segi kualitas dan kuantitas. Biodiesel yang dikenal merupakan bahan terbarukan, tidak beracun, dan tidak iritasi pada kulit jika dibanding dengan sabun. Biodiesel secara

nyata dapat mengurangi pencemaran, mengurangi hidrokarbon yang tidak terbakar, karbon monoksida, sulfat, polisiklik aromatik hidrokarbon, dan hujan asam.

Banyak tumbuhan yang ada di Indonesia yang bisa diolah menjadi biodiesel. Namun baru beberapa tumbuhan yang sudah dimanfaatkan seperti kelapa sawit, kelapa dan jarak. Secara teoritik semua tumbuhan yang biji, batang atau akarnya mengandung minyak bisa dijadikan biodiesel. Namun untuk keperluan komersial dan massal, efisiensi dan kelayakan usaha harus dijadikan pertimbangan pertama dan utama. Karakteristik masing-masing minyak tumbuhan berbeda-beda, untuk komersial harus dipilih tumbuhan penghasil minyak yang tepat. Untuk standar biodiesel nilai parameter kualitas seperti angka cetan, angka iodium dan titik kabut ditentukan oleh komposisi asam-asam lemak bahan mentah yang digunakan. Disamping itu dengan komposisi asam lemak yang berbeda dapat diprediksi energi pembakaran (dalam hal ini entalpi) yang dihasilkan akan berbeda juga.

Program HyperChem merupakan program yang dapat digunakan untuk mengetahui struktur, stabilitas dan sifat molekul dengan menggunakan perhitungan mekanika molekular maupun mekanika kuantum melalui pemodelan molekul. Pemodelan molekul dengan menggunakan teknik komputer ini dimaksudkan untuk mendapatkan data tentang sifat struktur suatu senyawa yang dapat melengkapi data eksperimen; salah satunya adalah hubungan energi dan struktur.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan ruang lingkup penelitian diatas, maka rumusan masalah dalam penelitian ini adalah :

1. Berapa energi pembakaran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan alat Kalorimeter Bom.
2. Berapa energi pembakaran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan HyperChem dengan metode semiempiris AM 1.
3. Apakah metode komputasi semiempiris MP3 cukup akurat untuk menghitung anergi asam lemak
4. Apakah komposisi asam lemak yang berbeda akan menghasilkan energi yang berbeda juga

1.3 Tujuan Penelitian dan Manfaat Penelitian

Tujuan penelitian ini adalah sebagai berikut:

1. Mengetahui energi pembakaran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan alat Kalorimeter Bom.
2. Mengetahui energi pembakaran Biodiesel Minyak Jarak dan Biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan HyperChem dengan metode semiempiris PM31.
3. Mengetahui sejauh mana keakuratan metode komputasi semiempiris PM3 untuk menghitung energi asam lemak dan metil esternya
4. Mengetahui hubungan antara komposisi asam lemak dengan energi total

Manfaat penelitian adalah dasar pengembangan dan pemanfaatan bahan bakar nabati (BBN) sebagai sumber energi terbarukan yang ramah lingkungan dan sebagai bahan bakar alternatif untuk mengantisipasi kian menipisnya persediaan bahan bakar minyak (BBM)



BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 . Metode Kimia Komputasi

Metode kimia komputasi dapat dibedakan menjadi dua bagian besar yaitu mekanika molekular dan metode struktur elektronik yang terdiri dari *ab initio* dan semi empiris. Metode yang sekarang berkembang pesat adalah teori kerapatan fungsional (*density functional theory, DFT*).

Banyak aspek dinamik dan struktur molekul dapat dimodelkan menggunakan metode klasik dalam bentuk dinamik dan mekanika molekul. Karena melibatkan data dalam jumlah besar, hasilnya baik untuk sistem standar, namun demikian banyak pertanyaan penting dalam kimia yang tak terjawab. Pendekatan yang lebih teliti dan bersifat umum diperlukan dalam hal ini adalah kimia kuantum.

Dalam kimia kuantum sistem digambarkan sebagai fungsi gelombang yang dapat diperoleh dengan menyelesaikan persamaan Schrödinger. Persamaan ini berkait dengan sistem keadaan stationer dan energi dinyatakan dalam operator Hamiltonian. Dalam praktek persamaan Schrödinger tidak dapat diselesaikan secara eksak sehingga beberapa pendekatan harus dibuat. Pendekatan dinamakan *ab initio* jika metode tersebut dibuat tanpa data empiris kecuali untuk tetapan dasar seperti massa elektron dan tetapan Planck yang diperlukan untuk sampai pada prediksi numerik.

Kelemahan metode *ab initio* adalah kebutuhan yang besar terhadap kemampuan dan kecepatan komputer. Dengan demikian penyederhanaan perhitungan dapat dimasukkan ke dalam metode *ab initio* dengan menggunakan beberapa parameter empiris sehingga dihasilkan metode kimia komputasi baru yang dikenal dengan **Semiempiris**.

Berdasarkan pendekatan-pendekatan parameter tersebut dalam semiempiris dikenal beberapa pendekatan seperti ZDO, INDO, MNDO, AM1, PM3 dan lain-lain. Tiga metode terakhir dirancang untuk memproduksi panas pembentukan dan struktur dari sejumlah besar molekul organik. (Pranowo, 2003)

2.2. Entalpi

Reaksi kimia kebanyakan tidak dilakukan pada volum tetap melainkan dilakukan pada tekanan tetap. Pada keadaan tekanan tetap ini perubahan volum dapat terjadi. Panas yang diukur pada tekanan tetap disebut sebagai isi panas (heat content) atau enthalpy, H . dengan kata lain perubahan entalpi, ΔH sama dengan panas yang diserap atau dilepaskan sistem pada tekanan tetap. Entalpi pembakaran standar adalah entalpi reaksi standar untuk oksidasi zat organik menjadi CO_2 dan H_2O . Secara eksperimen penentuan ΔH menggunakan kalorimeter pembakaran dan kalorimeter reaksi. Kalorimeter pembakaran diterapkan untuk senyawa organik, kalorimeter pembakaran mencakup pemutusan lengkap kerangka karbon, bila senyawa itu terbakar dalam oksigen, dan energi atau kalor yang dibebaskan dalam reaksi itu diukur. (Atkins, 1994)

2.3 Kalorimeter Bom

Pengukuran kalor reaksi dilakukan menggunakan peralatan yang disebut Kalorimeter. Kalorimeter yang digunakan untuk mengukur Kalor reaksi sangat bervariasi dari yang paling sederhana samapai yang paling canggih. Kalorimeter sederhana dapat menggunakan gelas kimia atau plastik dan termometer, serta yang lebih canggih digunakan Kalorimeter Bom. Prinsip dasar dari pengukuran menggunakan Kalorimeter adalah pengukuran berdasarkan perubahan temperatur yang terjadi pada alat Kalorimeter. Hasil pengukuran yang diperoleh merupakan harga kalor reaksi (q). Kalor reaksi yang diukur pada volume tetap dinyatakan sebagai q_v (ΔU) sedangkan Kalor reaksi yang diukur pada tekanan tetap dinyatakan sebagai q_p (ΔH). Persamaan dasar yang digunakan dalam penentuan kalor menggunakan alat Kalorimeter adalah persamaan energi dalam.

Dalam menggunakan alat Kalorimeter Bom digunakan beberapa asumsi berikut:

1. Kalorimeter Bom merupakan system massa atur
2. Sistem berada dalam kondisi *steady-state*
3. Efek energi potensial dan energi kinetik diabaikan

4. Air adalah fluida inkompresibel $C_v = C_p = C$
5. Kalorimeter Bom dianggap terisolasi sempurna

Pada pengukuran energi pembakaran (ΔH), terjadi perubahan fungsi keadaan, sehingga didapat persamaan:

$$\Delta H = \Delta U + p\Delta V + V\Delta p \quad \dots(i)$$

dimana:

$$p\Delta V + V\Delta p = -w \quad \dots(ii)$$

Dari persamaan (i) dan (ii) diperoleh:

$$\Delta H = \Delta U - w$$

Pada proses pembakaran ini diasumsikan terjadi reaksi pembakaran oleh gas O_2 dan semua bahan bakar menjadi gas CO_2 . Oleh karena itu berlaku persamaan:

$$w = \Delta n RT \quad (\text{kerja penguapan})$$

sehingga:

$$\Delta H = \Delta U - \Delta n RT$$

dimana:

Δn	=	mol produk - mol reaktan
R	=	8,314 J/mol.K.
T	=	Temperatur

2.4. Standar Mutu Biodiesel

Karakteristik masing-masing minyak lemak tumbuhan berbeda-beda, untuk produksi biodiesel secara komersial harus dipilih tumbuhan penghasil minyak yang tepat. Untuk standar syarat mutu biodiesel nilai-nilai parameter ditentukan oleh komposisi asam-asam lemak mentah yang digunakan. Tabel 1 menunjukkan komposisi asam-asam lemak beberapa minyak nabati.

Biodiesel yang berkualitas adalah yang sesuai dengan standar mutu yang telah ditetapkan. Saat ini standar mutu biodiesel mengacu pada Standard Nasional Indonesia (SNI) No.04-7182-2006 tentang biodiesel. Sebelum SNI tersebut keluar ,

hasil pembuatan biodiesel mengacu pada standar yang disebut E DIN 51606 Standard.

Tabel 1. Komposisi Asam-Asam Lemak (%-B) Beberapa Minyak-lemak Nabati

Asam lemak	kelapa	Inti sawit	Kelapa sawit	Malapari	jarak pagar	randu	kedelai
Laurat	43 - 53	40-53	Tapak				
Miristat	15 - 21	14 -18	0 - 2	0 - 2	0 - 0,5	0 - 0,25	
Palmitat	7 - 11	6 - 10	30 - 48	3 - 8	12 - 17	20 - 24	7 - 12
Stearat	2 - 4	1 - 4	3 - 6	2 - 9	5 - 7	2 - 5	2 - 6
Arakhidat	Tapak	0 - 0,3	0 - 1	2 - 5	0 - 0,3	0 - 1	0 - 3
Behenat		Tapak		4 - 5		0 - 0,5	Tapak
Oleat	6 - 8	9-16	38 - 44	44 - 72	37 - 63	21 - 22	20 - 30
Linoleat	1 - 3	1 - 3	9 - 12	9 - 18	19 - 40	33 - 58	48 - 58
linolenat				0 - 5		0,05	6 - 11

Tabel 2. Beberapa standar mutu

Parameter	E DIN 51606	SNI
Densitas (g/cm^3 pada $20^0 C$)	0,875-0,890	0,850-0,890
Titik nyala (C^0)	Minimum 110	Minimum 100
Bilangan cetana	Minimum 49	Minimum 51
Viskositas (mm^2/s pada $30^0 C$)	3,5-5 ($40^0 C$)	2,3-6,0
Bilangan netralisasi (mg KOH/g)	Maksimum 0,50	Maksimum 0,8
Gliserin total (%)	Maksimum 0,25	Maksimum 0,24
Gliserin bebas (%)	Maksimum 0,02	Maksimum 0,02
Fosfat (ppm)	Maksimum 10	Maksimum 10
Abu Sulfat (%)	Maksimum 0,03	Maksimum 100
Metanol (%)	Maksimum 0,3	-

(Unggul, Priyanto, 2007)

Nilai parameter kualitas seperti pada tabel 2 ditentukan oleh komposisi asam-asam lemak bahan mentah. Ini terjadi karena angka cetane, angka iodium dan titik kabut biodiesel pada hakekatnya merupakan "jumlah netto" dari sifat-sifat serupa pada ester metil asam-asam lemak yang menyusun biodiesel.

2.5. Pembuatan Biodiesel

Biodiesel dihasilkan melalui proses transesterifikasi triglicerida minyak alga. Transesterifikasi adalah penggantian gugus alkohol dari ester dengan alkohol lain dalam suatu proses yang menyerupai hidrolisis. Bedanya, bahan yang digunakan dalam proses ini bukan air, melainkan alkohol. Sebagai katalisnya digunakan NaOH atau KOH. Jenis yang biasa yang digunakan adalah metanol karena harganya murah. Selain metanol, jenis alkohol yang bisa digunakan adalah etanol. Proses transesterifikasi merupakan reaksi kesetimbangan sehingga diperlukan alkohol dalam

jumlah berlebih untuk mendorong reaksi ke kanan sehingga dihasilkan metil ester (biodiesel). Proses transesterifikasi bertujuan untuk menurunkan viskositas (kekentalan) minyak, sehingga mendekati nilai viskositas solar.

Faktor utama yang mempengaruhi rendemen ester yang dihasilkan pada reaksi ini adalah perbandingan molar antara trigliserida dan alkohol, jenis katalis yang digunakan, suhu reaksi, waktu reaksi, kandungan air, serta kandungan asam lemak bebas dalam bahan baku yang dapat menghambat reaksi. Faktor lain yang mempengaruhi kandungan ester dalam biodiesel diantaranya kandungan gliserol, jenis alkohol yang digunakan pada reaksi transesterifikasi, serta jumlah katalis sisa dan kandungan sabun. Dalam reaksi tersebut, waktu yang dibutuhkan sekitar 2-3 jam pada tekanan atmosferik. Selama reaksi berlangsung, temperatur harus dijaga $60-70^{\circ}\text{C}$ pada reaksi tahap pertama dan $30-32^{\circ}\text{C}$ pada tahap kedua. Hal ini membutuhkan suplai energi (panas) tambahan lagi untuk melangsungkan reaksi.



BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilaksanakan dilaksanakan di laboratorium kimia sekitar 8 bulan.

3.1 Peralatan dan Bahan Penelitian

Alat penelitian yang digunakan adalah seperangkat komputer dengan spesifikasi : Processor type Pentium IV, Perangkat lunak Windows xp, HyperChem versi 6.0 Kalorimeter bomb dan sample berupa minyak jarak dan minyak sawit.

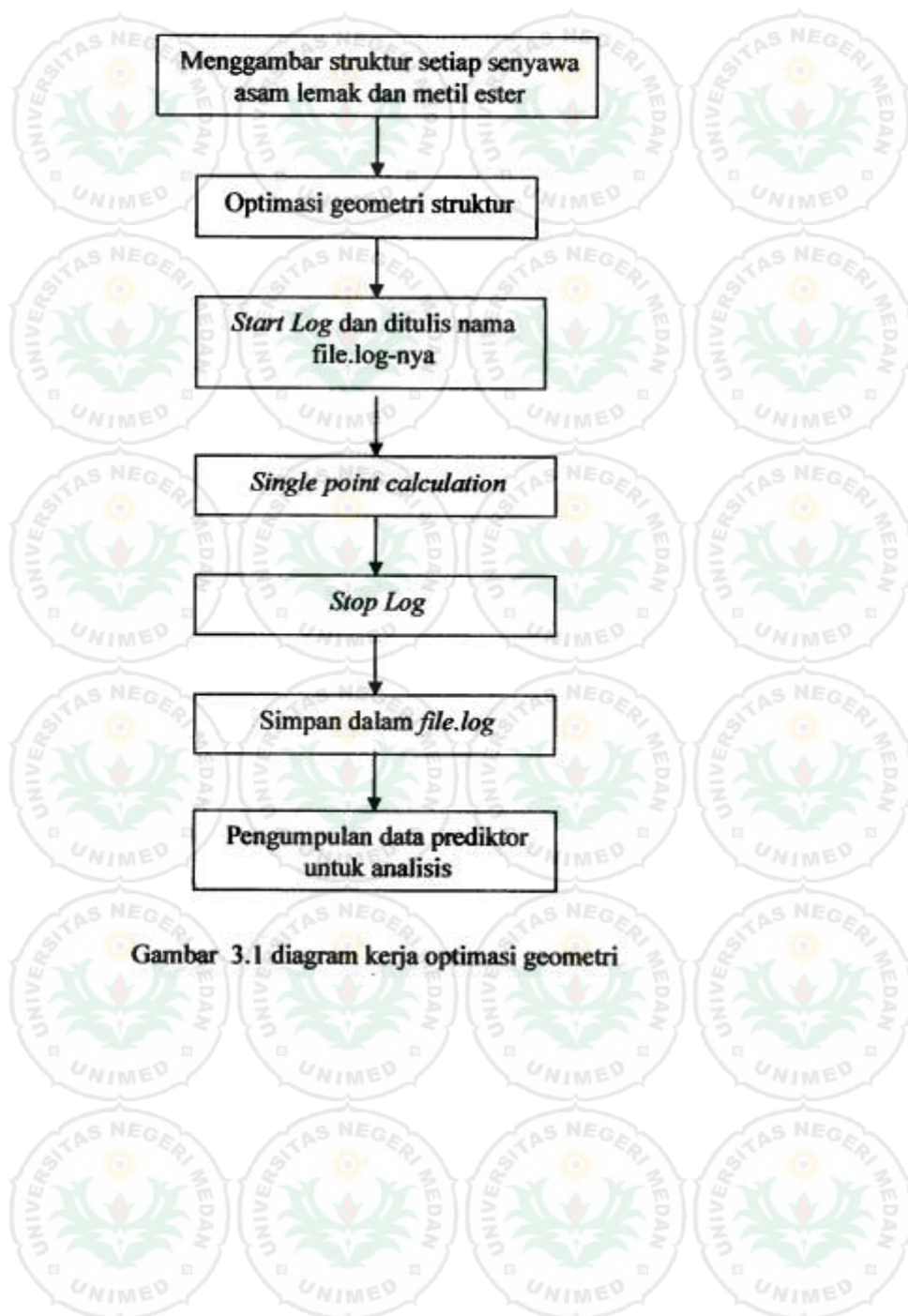
3.2 Prosedur kerja

Optimasi Struktur Asam-asam Lemak dan Metil Ester dilakukan setelah didapatkan konformasi yang paling stabil dari seri senyawa tersebut. Data energi dapat dilihat pada file rekaman hasil optimasi. dengan metode semiempirik menggunakan program HyperChem versi 6.0 for Windows.

Struktur senyawa senyawa asam-asam lemak dan metil metil esternya masing-masing dibuat terlebih dahulu secara dua dimensi. Selanjutnya dilakukan optimasi geometri untuk mendapatkan struktur yang paling stabil dan energi terendah. Perhitungan semiempirik dilakukan dengan metode PM3. Setelah didapatkan data masing-masing asam-asam lemak dan metil dibandingkan energi pada masing-masing senyawa. Misalnya asam palmitat dengan metil palmitat.

Selain membandingkan energi masing-masing struktur senyawa yang terpisah juga akan dibandingkan struktur senyawa gabungan berdasarkan persen komposisi asam-asam lemak dari tumbuhan dalam hal ini digunakan minyak jarak dan minyak

sawit. Selanjutnya secara eksperimental masing-masing minyak akan diukur energinya dengan kaloimeter pembakaran.



Gambar 3.1 diagram kerja optimasi geometri

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Penghitungan Energi dengan Program HyperChem semiempiris PM3

Dalam penelitian ini, reaksi pembakaran biodiesel diasumsikan sebagai reaksi pembakaran sempurna:



Gambar 4.1. Reaksi pembakaran asam lemak biodiesel

sehingga energi pembakaran dari biodiesel minyak jarak maupun biodiesel CPO dapat ditentukan melalui persamaan:

$$E_{\text{Pembakaran}} = \sum E_{\text{Produk}} - \sum E_{\text{Reaktan}}$$

atau

$$E_{\text{Pembakaran}} = (c.E_{CO_2} + d.E_{H_2O}) - (a.E_{C_xH_yO_z} + b.E_{O_2})$$

4.1.1. Nilai Energi dari Komponen-komponen Pembakaran dengan Program HyperChem semiempiris PM3

Melalui perhitungan dengan program HyperChem metode semiempiris PM3 diperoleh energi dari tiap-tiap komponen pembakaran, yaitu:

Tabel 4.1. Energi yang diperoleh berdasarkan metode HyperChem PM3.

No.	Komponen	Energi (kcal/mol)
1	Metil Oleat	-82394,9700
2	Metil Stearat	-83053,5500
3	Metil Palmitat	-75866,1010
4	Metil Linoleat	-81735,9900
5	Oksigen	-14716.0653
6	Air	-8038.2178
7	Karbon Dioksida	-17735.1570

Berdasarkan reaksi pembakaran dan persamaan energi pembakaran diatas, diperoleh hasil dari energi pembakaran tiap komponen penyusun biodiesel antara lain:

1. Metil Oleat



Gambar 4.2 reaksi pembakaran metil oleat

$$\begin{aligned} E_{Pembakaran} &= (19E_{CO_2} + 18E_{H_2O}) - (E_{C_{19}H_{36}O_2} + 27E_{O_2}) \\ &= (19(-17735.1570) + 18(-8038.2178)) - (-82394.9700 + 27(-14716.0653)) \\ &= -1927.1703 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

2. Metil Palmitat



Gambar 4.3 reaksi pembakaran metil palmitat.

$$\begin{aligned} E_{Pembakaran} &= (17E_{CO_2} + 17E_{H_2O}) - (E_{C_{17}H_{34}O_2} + 24,5E_{O_2}) \\ &= (17(-17735.1570) + 17(-8038.2178)) - (-75866,10 + 24,5(-14716.0653)) \\ &= -1737.6719 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

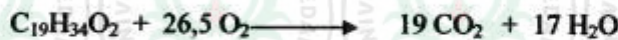
3. Metil Stearat



Gambar 4.4 reaksi pembakaran metil stearat.

$$\begin{aligned} E_{Pembakaran} &= (19E_{CO_2} + 19E_{H_2O}) - (E_{C_{19}H_{38}O_2} + 27,5E_{O_2}) \\ &= (19(-17735.1570) + 19(-8038.2178)) - (-83053,55 + 27,5(-14716.0653)) \\ &= -1948.7755 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

4. Metil Linoleat



Gambar 4.5 reaksi pembakaran metil linoleat

$$\begin{aligned}
 E_{\text{Pembakaran}} &= (19E_{\text{CO}_2} + 17E_{\text{H}_2\text{O}}) - (E_{\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2} + 26,5E_{\text{O}_2}) \\
 &= (19(-17735.1570) + 17(-8038.2178)) - (-81735,99 + 26,5(-14716.0653)) \\
 &= -1905.9652 \text{ kkal/mol}
 \end{aligned}$$

4.1.2. Nilai dari Energi Pembakaran Biodiesel Minyak Jarak dengan Program HyperChem semiempiris PM3

Berdasarkan besarnya persentase komponen utama penyusun Biodiesel Minyak Jarak, maka total nilai energi bahan bakar tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Oleat} &: -1927,1703 \text{ kkal/mol} \times 34,3 \% = -661,0194 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Palmitat} &: -1737,6719 \text{ kkal/mol} \times 15,3 \% = -265,8638 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Stearat} &: -1948,7755 \text{ kkal/mol} \times 9,8 \% = -190,9800 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Linoleat} &: -1905,9652 \text{ kkal/mol} \times 39,8 \% = \underline{-758,5741 \text{ kkal/mol}} + \\
 \text{Total Energi} &= -1876,4373 \text{ kkal/mol} \\
 &= -6979,9156 \text{ J/g}
 \end{aligned}$$

Jadi, dihasilkan energi sebesar -6979,9156 J dalam setiap pembakaran 1g. Biodiesel Minyak Jarak.

catatan: persentase masing-masing komponen berdasarkan tabel 2.1

4.1.3. Nilai dari Energi Pembakaran Biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan Program HyperChem semiempiris PM3

Berdasarkan besarnya persentase komponen utama penyusun Biodiesel CPO (Crude Palm Oil), maka total nilai energi bahan bakar tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Oleat} &: -1927,1703 \text{ kkal/mol} \times 39,2 \% = -755,4508 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Palmitat} &: -1737,6719 \text{ kkal/mol} \times 44,0 \% = -764,5756 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Stearat} &: -1948,7755 \text{ kkal/mol} \times 4,5 \% = -87,6949 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Linoleat} &: -1905,9652 \text{ kkal/mol} \times 10,1 \% = \underline{-192,5025 \text{ kkal/mol}} + \\
 \text{Total Energi} &= -1800,2238 \text{ kkal/mol} \\
 &= -6956,8617 \text{ J/g}
 \end{aligned}$$

catatan: persentase masing-masing komponen berdasarkan tabel 2.2

Jadi, dihasilkan energi sebesar -6956,8617 J dalam setiap pembakaran 1 g. biodiesel CPO (Crude Palm Oil).

4.2. Penentuan Energi Pembakaran dengan Alat Kalorimeter Bom

Dalam penentuan energi dengan alat Kalorimeter Bom, digunakan persamaan:

$$\Delta U = (T_1 - T_2 - 0,05) \times c_v \times \text{massa (kJ/kg)}$$

Dimana:

T_1 = Temperatur air pendingin sebelum penyalaan ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = Temperatur air pendingin setelah penyalaan ($^{\circ}\text{C}$)

C_v = Panas jenis Kalorimeter Bom (7352,96 J/g)

0,05 = Temperatur akibat kawat penyala ($^{\circ}\text{C}$)

Selanjutnya dihitung melalui persamaan untuk perubahan entalpi dari pembakaran biodiesel dengan persamaan:

$$\Delta H = \Delta U - \Delta n RT$$

dimana:

Δn = mol produk – mol reaktan

R = 8,314 J/mol.K.

T = Temperatur suhu kamar pada saat pembakaran

4.2.1. Nilai Energi Pembakaran Biodiesel Minyak Jarak dengan Alat Kalorimeter Bom

Setelah dilakukan pembakaran 1 g sampel Biodiesel Minyak Jarak dengan alat

Kalorimeter Bom, diperoleh hasil berikut:

$$T_1 = 23,6 (^{\circ}\text{C}) \text{ dan } T_2 = 25,3 (^{\circ}\text{C})$$

Maka :

$$\begin{aligned} \Delta U &= (23,6^{\circ}\text{C} - 25,3 - 0,05^{\circ}\text{C}) \times 7352,96 \text{ J/g} \times 1 \text{ g.} \\ &= -12820,4300 \text{ J} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dihasilkan Energi Dalam sebesar 12820,4300 J pada setiap pembakaran 1 g Biodiesel Minyak Jarak.

Berdasarkan nilai Energi Dalam diatas selanjutnya dapat ditentukan besar Entalpi Pembakaran dari Biodiesel Minyak Jarak tersebut:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \Delta U - \Delta n R T \\ &= 12820,4300 \text{ J} - (8,701 \times 8,314 \text{ J/mol.K} \times 298 \text{ K}) \\ &= 12820,4300 \text{ J} - 21558,5928 \text{ J} \\ &= -8738.1628 \text{ J}\end{aligned}$$

Jadi, dihasilkan energi pembakaran sebesar 8738.1628 J pada setiap pembakaran 1g. Biodiesel Minyak Jarak.

4.2.2. Nilai energi pembakaran biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan alat kalorimeter bom

Setelah dilakukan pembakaran 1 g sampel Biodiesel CPO dengan alat Kalorimeter Bom, diperoleh hasil berikut:

$$T_1 = 23,7 \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ dan } T_2 = 25,5 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\Delta U &= (23,7 \text{ }^\circ\text{C} - 25,5 \text{ }^\circ\text{C} - 0,05 \text{ }^\circ\text{C}) \times 7352,96 \text{ J/g} \times 1 \text{ g.} \\ &= -13602,9760 \text{ J}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dihasilkan energi dalam sebesar 13602.9760 J pada setiap pembakaran 1 g Biodiesel CPO

Berdasarkan nilai Energi Dalam diatas selanjutnya dapat ditentukan besar entalpi pembakaran dari Biodiesel CPO tersebut:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \Delta U - \Delta n R T \\ &= 13602,9760 \text{ J} - (8,554 \times 8,314 \text{ J/mol.K} \times 298 \text{ K}) \\ &= 13602,9760 \text{ J} - 21193,1509 \text{ J} \\ &= -7590,1749 \text{ J}\end{aligned}$$

Jadi, dihasilkan energi pembakaran sebesar 7590,1749 J pada setiap pembakaran 1g. Biodiesel CPO

4.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, terlihat bahwa energi pembakaran biodiesel minyak jarak lebih besar dibanding dengan energi pembakaran biodiesel CPO (Crude Palm Oil). Hal ini disebabkan oleh perbedaan komposisi metil ester masing-masing biodiesel. Pada biodiesel minyak jarak komposisi lebih didominasi oleh metil ester oleat dan metil ester linoleat yang mempunyai energi lebih besar. Sedangkan biodiesel CPO (Crude Palm Oil) didominasi oleh metil ester oleat dan metil ester palmitat.

Sebelum melakukan penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat dengan menggunakan sampel etanol. Dari pembakaran etanol dengan alat kalorimeter bom dan penghitungan melalui media HyperChem diperoleh hasil berikut:

1. Media HyperChem semiempiris AM 1

$$\text{Total Energy} = -15215.3994976 \text{ (kcal/mol)}$$



Gambar 4.6 reaksi pembakaran etanol

$$\begin{aligned} E_{\text{Pembakaran}} &= (2E_{\text{CO}_2} + 3E_{\text{H}_2\text{O}}) - (E_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} + 3E_{\text{O}_2}) \\ &= (2(-17735.1570) + 3(-8038.2178)) - (-15215.3995 + 3(-14716.0653)) \\ &= -221,3720 \text{ kkal/mol} \\ &= 6547,6225 \text{ J/g} \end{aligned}$$

2. Alat kalorimeter bom

$$T_1 = 23,6 \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ dan } T_2 = 25,2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi Pembakaran} &= (23,6 \text{ }^\circ\text{C} - 25,2 \text{ }^\circ\text{C} - 0,05 \text{ }^\circ\text{C}) \times 7352,96 \text{ J/g} \times 1 \text{ g.} \\ &= -12132,3840 \text{ J} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dihasilkan energi dalam sebesar 12132,3840 J pada setiap pembakaran 1 g Etanol.

Berdasarkan nilai Energi Dalam diatas selanjutnya dapat ditentukan besar entalpi pembakaran dari Etanol tersebut:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta U - \Delta n R T \\ &= 12132,3840 \text{ J} - (1 \times 8,314 \text{ J/mol.K.} \times 298 \text{ K}) \end{aligned}$$

$$= 12132,3840 \text{ J} - 2477,5720 \text{ J}$$

$$= -9654,812 \text{ J} \text{ (energi ini mendekati teoritis, berarti alat kalorimeter layak digunakan)}$$

Dari hasil diatas terlihat bahwa perbedaan antara alat kalorimeter bom dan Media HyperChem semiempiris PM3 pada etanol juga sama seperti pada biodiesel minyak jarak maupun biodiesel CPO. Jadi, baik alat kalorimeter bom maupun media HyperChem semiempiris PM3 dapat diterima.

Perbedaan energi pembakaran biodiesel minyak jarak, biodiesel berdasarkan alat Kalorimeter Bom dan media HyperChem semiempiris PM3 yang disebabkan oleh beberapa hal berikut:

1. Biodiesel yang digunakan dalam eksperimen mungkin telah terkontaminasi oleh produk sampingan pada saat pembuatan biodiesel, sehingga memungkinkan komposisi dari biodiesel tidak murni lagi
2. Komposisi biodiesel eksperimen tidak persis sama dengan teoritis.
3. Adanya interaksi antarmolekul yang tidak diperhitungkan dalam media HyperChem misalnya adanya ikatan Hidrogen, ikatan Van Der Waals, dll.

Berdasarkan hasil penelitian dengan kedua metode ini terlihat bahwa ada pengaruh yang signifikan antara komposisi asam lemak suatu bahan biodisel dengan energi yang dihasilkan. Untuk itu dalam pemilihan bahan dasar pembuatan biodisel selain baku mutu standar biodisel komposisi yang mempengaruhi energi juga perlu menjadi bahan pertimbangan.

BAB IV

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1. Penghitungan Energi dengan Program HyperChem semiempiris PM3

Dalam penelitian ini, reaksi pembakaran biodiesel diasumsikan sebagai reaksi pembakaran sempurna:



Gambar 4.1. Reaksi pembakaran asam lemak biodiesel

sehingga energi pembakaran dari biodiesel minyak jarak maupun biodiesel CPO dapat ditentukan melalui persamaan:

$$E_{\text{Pembakaran}} = \sum E_{\text{Produk}} - \sum E_{\text{Reaktan}}$$

atau

$$E_{\text{Pembakaran}} = (c.E_{CO_2} + d.E_{H_2O}) - (a.E_{C_xH_yO_z} + b.E_{O_2})$$

4.1.1. Nilai Energi dari Komponen-komponen Pembakaran dengan Program HyperChem semiempiris PM3

Melalui perhitungan dengan program HyperChem metode semiempiris PM3 diperoleh energi dari tiap-tiap komponen pembakaran, yaitu:

Tabel 4.1. Energi yang diperoleh berdasarkan metode HyperChem PM3.

No.	Komponen	Energi (kcal/mol)
1	Metil Oleat	-82394,9700
2	Metil Stearat	-83053,5500
3	Metil Palmitat	-75866,1010
4	Metil Linoleat	-81735,9900
5	Oksigen	-14716.0653
6	Air	-8038.2178
7	Karbon Dioksida	-17735.1570

Berdasarkan reaksi pembakaran dan persamaan energi pembakaran diatas, diperoleh hasil dari energi pembakaran tiap komponen penyusun biodiesel antara lain:

1. Metil Oleat



Gambar 4.2 reaksi pembakaran metil oleat

$$\begin{aligned} E_{\text{Pembakaran}} &= (19E_{CO_2} + 18E_{H_2O}) - (E_{C_{19}H_{36}O_2} + 27E_{O_2}) \\ &= (19(-17735.1570) + 18(-8038.2178)) - (-82394.9700 + 27(-14716.0653)) \\ &= -1927.1703 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

2. Metil Palmitat



Gambar 4.3 reaksi pembakaran metil palmitat.

$$\begin{aligned} E_{\text{Pembakaran}} &= (17E_{CO_2} + 17E_{H_2O}) - (E_{C_{17}H_{34}O_2} + 24,5E_{O_2}) \\ &= (17(-17735.1570) + 17(-8038.2178)) - (-75866,10 + 24,5(-14716.0653)) \\ &= -1737.6719 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

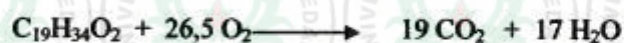
3. Metil Stearat



Gambar 4.4 reaksi pembakaran metil stearat.

$$\begin{aligned} E_{\text{Pembakaran}} &= (19E_{CO_2} + 19E_{H_2O}) - (E_{C_{19}H_{38}O_2} + 27,5E_{O_2}) \\ &= (19(-17735.1570) + 19(-8038.2178)) - (-83053,55 + 27,5(-14716.0653)) \\ &= -1948.7755 \text{ kkal/mol} \end{aligned}$$

4. Metil Linoleat



Gambar 4.5 reaksi pembakaran metil linoleat

$$\begin{aligned}
 E_{\text{Pembakaran}} &= (19E_{\text{CO}_2} + 17E_{\text{H}_2\text{O}}) - (E_{\text{C}_{18}\text{H}_{32}\text{O}_2} + 26,5E_{\text{O}_2}) \\
 &= (19(-17735.1570) + 17(-8038.2178)) - (-81735,99 + 26,5(-14716.0653)) \\
 &= -1905.9652 \text{ kkal/mol}
 \end{aligned}$$

4.1.2. Nilai dari Energi Pembakaran Biodiesel Minyak Jarak dengan Program HyperChem semiempiris PM3

Berdasarkan besarnya persentase komponen utama penyusun Biodiesel Minyak Jarak, maka total nilai energi bahan bakar tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Oleat} &: -1927,1703 \text{ kkal/mol} \times 34,3 \% = -661,0194 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Palmitat} &: -1737,6719 \text{ kkal/mol} \times 15,3 \% = -265,8638 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Stearat} &: -1948,7755 \text{ kkal/mol} \times 9,8 \% = -190,9800 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Linoleat} &: -1905,9652 \text{ kkal/mol} \times 39,8 \% = \underline{-758,5741 \text{ kkal/mol}} + \\
 \text{Total Energi} &= -1876,4373 \text{ kkal/mol} \\
 &= -6979,9156 \text{ J/g}
 \end{aligned}$$

Jadi, dihasilkan energi sebesar -6979,9156 J dalam setiap pembakaran 1g. Biodiesel Minyak Jarak.

catatan: persentase masing-masing komponen berdasarkan tabel 2.1

4.1.3. Nilai dari Energi Pembakaran Biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan Program HyperChem semiempiris PM3

Berdasarkan besarnya persentase komponen utama penyusun Biodiesel CPO (Crude Palm Oil), maka total nilai energi bahan bakar tersebut adalah:

$$\begin{aligned}
 \text{Oleat} &: -1927,1703 \text{ kkal/mol} \times 39,2 \% = -755,4508 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Palmitat} &: -1737,6719 \text{ kkal/mol} \times 44,0 \% = -764,5756 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Stearat} &: -1948,7755 \text{ kkal/mol} \times 4,5 \% = -87,6949 \text{ kkal/mol} \\
 \text{Linoleat} &: -1905,9652 \text{ kkal/mol} \times 10,1 \% = \underline{-192,5025 \text{ kkal/mol}} + \\
 \text{Total Energi} &= -1800,2238 \text{ kkal/mol} \\
 &= -6956,8617 \text{ J/g}
 \end{aligned}$$

catatan: persentase masing-masing komponen berdasarkan tabel 2.2

Jadi, dihasilkan energi sebesar -6956,8617 J dalam setiap pembakaran 1 g. biodiesel CPO (Crude Palm Oil).

4.2. Penentuan Energi Pembakaran dengan Alat Kalorimeter Bom

Dalam penentuan energi dengan alat Kalorimeter Bom, digunakan persamaan:

$$\Delta U = (T_1 - T_2 - 0,05) \times c_v \times \text{massa (kJ/kg)}$$

Dimana:

T_1 = Temperatur air pendingin sebelum penyalaan ($^{\circ}\text{C}$)

T_2 = Temperatur air pendingin setelah penyalaan ($^{\circ}\text{C}$)

C_v = Panas jenis Kalorimeter Bom (7352,96 J/g)

0,05 = Temperatur akibat kawat penyalanya ($^{\circ}\text{C}$)

Selanjutnya dihitung melalui persamaan untuk perubahan entalpi dari pembakaran biodiesel dengan persamaan:

$$\Delta H = \Delta U - \Delta n RT$$

dimana:

Δn = mol produk – mol reaktan

R = 8,314 J/mol.K.

T = Temperatur suhu kamar pada saat pembakaran

4.2.1. Nilai Energi Pembakaran Biodiesel Minyak Jarak dengan Alat Kalorimeter Bom

Setelah dilakukan pembakaran 1 g sampel Biodiesel Minyak Jarak dengan alat

Kalorimeter Bom, diperoleh hasil berikut:

$$T_1 = 23,6 (^{\circ}\text{C}) \text{ dan } T_2 = 25,3 (^{\circ}\text{C})$$

Maka :

$$\begin{aligned} \Delta U &= (23,6^{\circ}\text{C} - 25,3 - 0,05^{\circ}\text{C}) \times 7352,96 \text{ J/g} \times 1 \text{ g.} \\ &= -12820,4300 \text{ J} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dihasilkan Energi Dalam sebesar 12820,4300 J pada setiap pembakaran 1 g Biodiesel Minyak Jarak.

Berdasarkan nilai Energi Dalam diatas selanjutnya dapat ditentukan besar Entalpi Pembakaran dari Biodiesel Minyak Jarak tersebut:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \Delta U - \Delta n R T \\ &= 12820,4300 \text{ J} - (8,701 \times 8,314 \text{ J/mol.K} \times 298 \text{ K}) \\ &= 12820,4300 \text{ J} - 21558,5928 \text{ J} \\ &= -8738.1628 \text{ J}\end{aligned}$$

Jadi, dihasilkan energi pembakaran sebesar 8738.1628 J pada setiap pembakaran 1g. Biodiesel Minyak Jarak.

4.2.2. Nilai energi pembakaran biodiesel CPO (Crude Palm Oil) dengan alat kalorimeter bom

Setelah dilakukan pembakaran 1 g sampel Biodiesel CPO dengan alat Kalorimeter Bom, diperoleh hasil berikut:

$$T_1 = 23.7 \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ dan } T_2 = 25,5 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

Maka :

$$\begin{aligned}\Delta U &= (23,7 \text{ }^\circ\text{C} - 25,5 \text{ }^\circ\text{C} - 0,05 \text{ }^\circ\text{C}) \times 7352.96 \text{ J/g} \times 1 \text{ g.} \\ &= -13602.9760 \text{ J}\end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dihasilkan energi dalam sebesar 13602.9760 J pada setiap pembakaran 1 g Biodiesel CPO

Berdasarkan nilai Energi Dalam diatas selanjutnya dapat ditentukan besar entalpi pembakaran dari Biodiesel CPO tersebut:

$$\begin{aligned}\Delta H &= \Delta U - \Delta n R T \\ &= 13602,9760 \text{ J} - (8,554 \times 8,314 \text{ J/mol.K} \times 298 \text{ K}) \\ &= 13602,9760 \text{ J} - 21193,1509 \text{ J} \\ &= -7590,1749 \text{ J}\end{aligned}$$

Jadi, dihasilkan energi pembakaran sebesar 7590,1749 J pada setiap pembakaran 1g. Biodiesel CPO

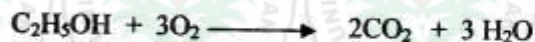
4.3. Pembahasan

Berdasarkan hasil penelitian yang didapat, terlihat bahwa energi pembakaran biodiesel minyak jarak lebih besar dibanding dengan energi pembakaran biodiesel CPO (Crude Palm Oil). Hal ini disebabkan oleh perbedaan komposisi metil ester masing-masing biodiesel. Pada biodiesel minyak jarak komposisi lebih didominasi oleh metil ester oleat dan metil ester linoleat yang mempunyai energi lebih besar. Sedangkan biodiesel CPO (Crude Palm Oil) didominasi oleh metil ester oleat dan metil ester palmitat.

Sebelum melakukan penelitian ini, terlebih dahulu dilakukan kalibrasi alat dengan menggunakan sampel etanol. Dari pembakaran etanol dengan alat kalorimeter bom dan penghitungan melalui media HyperChem diperoleh hasil berikut:

1. Media HyperChem semiempiris AM 1

$$\text{Total Energy} = -15215.3994976 \text{ (kcal/mol)}$$



Gambar 4.6 reaksi pembakaran etanol

$$\begin{aligned} E_{\text{Pembakaran}} &= (2E_{\text{CO}_2} + 3E_{\text{H}_2\text{O}}) - (E_{\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}} + 3E_{\text{O}_2}) \\ &= (2(-17735.1570) + 3(-8038.2178)) - (-15215.3995 + 3(-14716.0653)) \\ &= -221,3720 \text{ kkal/mol} \\ &= 6547,6225 \text{ J/g} \end{aligned}$$

2. Alat kalorimeter bom

$$T_1 = 23,6 \text{ (}^\circ\text{C)} \text{ dan } T_2 = 25,2 \text{ (}^\circ\text{C)}$$

$$\begin{aligned} \text{Energi Pembakaran} &= (23,6 \text{ }^\circ\text{C} - 25,2 \text{ }^\circ\text{C} - 0,05 \text{ }^\circ\text{C}) \times 7352,96 \text{ J/g} \times 1 \text{ g.} \\ &= -12132,3840 \text{ J} \end{aligned}$$

Dari perhitungan diatas dihasilkan energi dalam sebesar 12132,3840 J pada setiap pembakaran 1 g Etanol.

Berdasarkan nilai Energi Dalam diatas selanjutnya dapat ditentukan besar entalpi pembakaran dari Etanol tersebut:

$$\begin{aligned} \Delta H &= \Delta U - \Delta n R T \\ &= 12132,3840 \text{ J} - (1 \times 8,314 \text{ J/mol.K} \times 298 \text{ K}) \end{aligned}$$

$$= 12132,3840 \text{ J} - 2477,5720 \text{ J}$$

= -9654.812J (energi ini mendekati teoritis, berarti alat kalorimeter layak digunakan)

Dari hasil diatas terlihat bahwa perbedaan antara alat kalorimeter bom dan Media HyperChem semiempiris PM3 pada etanol juga sama seperti pada biodiesel minyak jarak maupun biodiesel CPO. Jadi, baik alat kalorimeter bom maupun media HyperChem semiempiris PM3 dapat diterima.

Perbedaan energi pembakaran biodiesel minyak jarak, biodiesel berdasarkan alat Kalorimeter Bom dan media HyperChem semiempiris PM3 yang disebabkan oleh beberapa hal berikut:

1. Biodiesel yang digunakan dalam eksperimen mungkin telah terkontaminasi oleh produk sampingan pada saat pembuatan biodiesel, sehingga memungkinkan komposisi dari biodiesel tidak murni lagi
2. Komposisi biodiesel eksperimen tidak persis sama dengan teoritis.
3. Adanya interaksi antarmolekul yang tidak diperhitungkan dalam media HyperChem misalnya adanya ikatan Hidrogen, ikatan Van Der Waals, dll.

Berdasarkan hasil penelitian dengan kedua metode ini terlihat bahwa ada pengaruh yang signifikan antara komposisi asam lemak suatu bahan biodisel dengan energi yang dihasilkan. Untuk itu dalam pemilihan bahan dasar pembuatan biodisel selain baku mutu standar biodisel komposisi yang mempengaruhi energi juga perlu menjadi bahan pertimbangan.

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

5.1. Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilaksanakan dapat diambil kesimpulan-kesimpulan berikut:

1. Berdasarkan hasil perhitungan dengan alat Kalorimeter Bom diperoleh energi pembakaran biodiesel minyak jarak dan biodiesel CPO masing-masing 8738,1628 J/g dan 7590,1749 J/g
2. Berdasarkan hasil perhitungan dengan media HyperChem metode semiempiris PM3 diperoleh energi pembakaran biodiesel minyak jarak dan biodiesel CPO masing-masing 6979,9156 J/g dan 6956,8617 J/g.
3. Berdasarkan hasil penelitian metode semi empiris PM3 cukup akurat dalam menghitung energi pembakaran biodiesel.
4. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat hubungan antara komposisi asam lemak dengan energi total dari suatu sampel biodiesel.

5.2. Saran

1. Diharapkan akan ada penelitian-penelitian lanjutan mengenai biodiesel khususnya untuk energi dan efektivitas penggunaannya
2. Pada penelitian selanjutnya diharapkan dapat menggunakan sampel biodiesel yang berbeda dan lebih bervariasi, serta dilakukan pemeriksaan awal terhadap komposisi metil ester penyusun biodiesel.

DAFTAR PUSTAKA

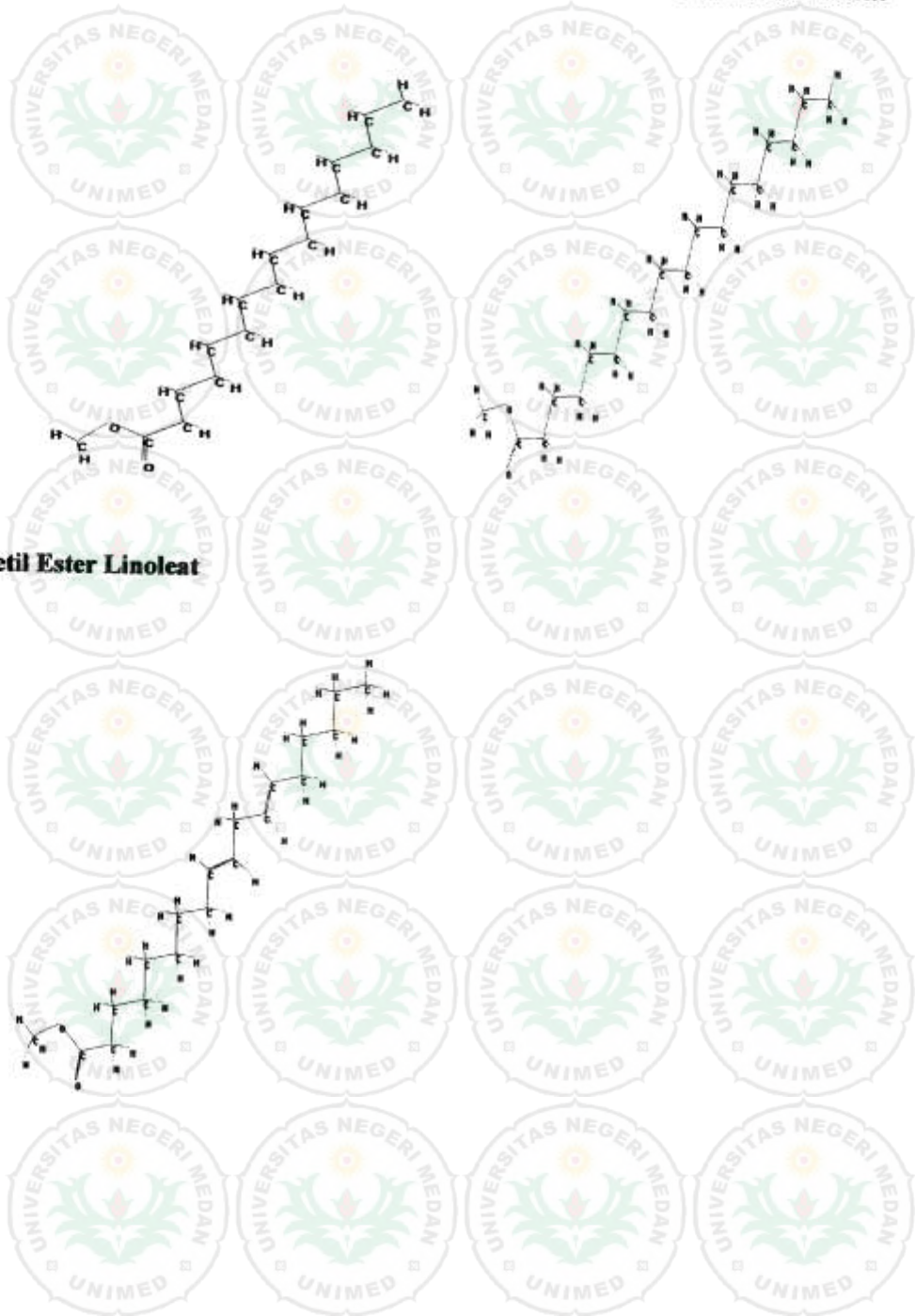
- Atkins, P.W., 1994, Kimia Fisika, Edisi keempat, jilid 1, Penerbit Erlangga, Jakarta
- Hambali, Erliza, Siti Mujdalifah, Armansyah Halomoan Tambunan, Abdul Waries Pattiwiri, dan Roy Hendroko, 2007, *Teknologi Bionergi*, Agromedia, Jakarta.
- O'Fallon, J.V.,J.R. Busboom, M.L. Nelson dan C.T. Gaskins, 2007, *A Direct Method for fatty acid methyl ester synthesis: application to wet meat tissues, oils, and feedstuffs*, Department of Animal sciences, Washington State University, Pullman.
- Prihandana, R. dan Hendroko, R., 2007, *Energi Hijau*, Penebar Swadaya, Jakarta
- Pranowa, H. D., 2003, Kimia Komputasi, Pusat Kimia Komputasi Indonesia-Austria, UGM, Yogyakarta
- Priyanto, Unggul., 2007, *Menghasilkan Biodiesel Jarak Pagar Berkualitas*, Agromedia, Jakarta
- Thomas, 2007, *Membuat Biodiesel dari Tumbuhan Alga*, <http://kamase.org/2007/01/02/membuat-biodiesel-dari-tumbuhan-alga/>
- Tim Nasional Pengembangan BBN, 2007, *BBN Bahan Bakar Nabati*, Eka Tjipta Foundation, Jakarta.

Lampiran 1. Gambar Struktur beberapa metil ester

Metil ester palmitat

metil ester stearat

Metil Ester Linoleat



Lampiran 2. Hasil Perhitungan Energi tiap Komponen Pembakaran dengan Media HyperChem metode Semiempiris AM 1.

1. Metil Ester Oleat

Total Energy = -82394,9700 (kcal/mol)
Binding Energy = -5418,2710 (kcal/mol)
Electronic Energy = -547793,1 (kcal/mol)
Heat of Formation = -176,5705 (kcal/mol)

2. Metil Ester Stearat

Total Energy = -83053,5500 (kcal/mol)
Binding Energy = -5551,2510 (kcal/mol)
Electronic Energy = -562451,1 (kcal/mol)
Heat of Formation = -205,3469 (kcal/mol)

3. Metil Ester Palmitat

Total Energy = -75866,1010 (kcal/mol)
Binding Energy = -4987,2873 (kcal/mol)
Electronic Energy = -493406,9 (kcal/mol)
Heat of Formation = -191,5713 (kcal/mol)

4. Metil Ester Linoleat

Total Energy = -81735,9900 (kcal/mol)
Binding Energy = -5284,9030 (kcal/mol)
Electronic Energy = -532718,1 (kcal/mol)
Heat of Formation = -147,4070 (kcal/mol)

5. Alr

Total Energy = -8038,2177955 (kcal/mol)
Binding Energy = -223,0293835 (kcal/mol)
Electronic Energy = -11375,4416854 (kcal/mol)
Heat of Formation = -59,2663835 (kcal/mol)

6. Karbon dioksida

Total Energy = -17735,1569914 (kcal/mol)
Binding Energy = -369,8550154 (kcal/mol)
Electronic Energy = -33119,3857817 (kcal/mol)
Heat of Formation = -79,8470154 (kcal/mol)

7. Oksigen

Total Energy = -14716,0652678 (kcal/mol)
Binding Energy = -136,9010678 (kcal/mol)
Electronic Energy = -23566,2121733 (kcal/mol)
Heat of Formation = -17,7830678 (kcal/mol)

Lampiran 3. Foto-foto Penelitian



Seperangkat alat Kalorimeter Bom yang digunakan untuk penelitian



Lampiran 4 Biodata

1. Ketua Peneliti

Nama : Destria Roza, S.Si., M.Si.
NIP : 132158574
Tempat/Tgl Lahir : Agam / 17 Desember 1971
Pangkat/ Gol : Penata Muda / IIIb
Jabatan : Lektor
Bidang Keahlian : Kimia Organik/Komputasi
Alamat Rumah : Jl.Pelajar Gg Nasional no 15 Medan

Riwayat Pendidikan

No	Perguruan Tinggi	Kota	Gelar/Tahun Selesai	Bidang Studi
1	UGM	Yogyakarta	S.Si/1996	Kimia
2	UGM	Yogyakarta	M.Si/ 2005	Kimia

Pengalaman Penelitian

No	Judul Penelitian	Keanggotaan/Dana	Tahun
1	Polimerisasi N-Heksilisoeugenol dan penentuan massa molekul relative rata-rata dengan metode viskometri	Skripsi	1995
2	Pengolahan Limbah Cair Anorganik Laboratorium dengan Metode Koagulasi Flokulasi	Ketua/Dana rutin	2000
3	Kajian Teoritis terhadap Kompleks Eter Mahkota dan Kation Logam Alkali (Li^+ , Na^+ dan K^+) Menggunakan Metode <i>Ab Initio</i> Orbital Molekul	Tesis	2004
4	Penggunaan Minyak Sawit Epoksi pada polistiren untuk Mendapatkan Plastik Bersifat Elastis	Anggota/Dana rutin	2004
5	Analisis Hubungan Kuantitatif Struktur-Aktivitas (HKSA) Senyawa Benzensulfonamida Berdasarkan Muatan Bersih Atom	Ketua/Dana Rutin	2005
6	Standarisasi Tes Kimia SMU sebagai Upaya Penerapan Kurikulum Berbasis Kompetensi dalam Kerangka Otonomi Daerah	Anggota/Dosen Muda	2006

7	Prediksi Aktivitas Antioksidan dan antiradical Senyawa Turunan Flavon dengan Metode Analisis HKSA	Ketua/Dosen Muda	2006
8	Analisis HKSA Antioksidan dan antiradical Senyawa Turunan Flavon dan Flavonol berdasarkan Muatan bersih Atom	Ketua/Dosen Muda	2007

b. Dosen Anggota Peneliti 1:

Nama : Ir. Nurfajriani, M.Si.
 NIP : 132310143
 Tempat/Tgl Lahir : Banda Aceh / 2 September 19
 Pangkat/ Gol : Penata Muda / IIIb
 Jabatan : Asisten
 Bidang Keahlian : Kimia Analisis
 Tugas dan Peran : Analisis GC

Pengalaman Penelitian:

Judul Penelitian

- Impregnasi Kayu Kelapa Sawit dengan Polystyrena Bekas
- Pengolahan Limbah dengan Abu Sekam Padi

c. Dosen Anggota Peneliti 2:

Nama : Drs. Wawan Bunawan, M.Si., M.Pd.
 NIP : 132052422
 Tempat/Tgl Lahir : Cirebon / 5 Desember 1968
 Pangkat/ Gol : Penata/ IIIC
 Jabatan : Lektor
 Bidang Keahlian : Fisika
 Tugas dan Peran : Uji Sifat Fisika
 Alamat Rumah : Jl. Mansyurudin Gg. Anggrek Merah Pasar IV,
 Bandar Khalipah, Percut Sei Tuan

Riwayat Pendidikan

No	Perguruan Tinggi	Kota	Gelar/Tahun Selesai	Bidang Studi
1	UPI	Bandung	Drs/1992	Pendidikan Fisika
2	UNY	Yogyakarta	M.Pd/2005	PEP
3	UGM	Yogyakarta	M.Si/ 2005	Geofisika

DEPARTEMEN PENDIDIKAN NASIONAL
UNIVERSITAS NEGERI MEDAN
(STATE UNIVERSITY OF MEDAN)
LEMBAGA PENELITIAN
(RESEARCH INSTITUTE)

Jl. W. Iskandar Psr. V-kotak Pos No.1589 – Medan 20221 Telp. (061) 6636757, 6614002, 6613319,
e-mail: penelitian.unimed @ gmail.com; penelitian_unimed@yahoo.com

SURAT PERJANJIAN KERJA
No. 154/H33.8/KEP/PL/2008

Pada hari ini Senin tanggal empat belas bulan April tahun dua ribu delapan, kami yang bertanda tangan di bawah ini:

1. Dr. Ridwan A. Sani, M.Si :Ketua Lembaga Penelitian Universitas Negeri Medan, dan atas nama Rektor Unimed, dan dalam perjanjian ini disebut PIHAK PERTAMA.
2. Destria Roza, S.Si, M.Si :Dosen FMIPA bertindak sebagai Peneliti/Ketua pelaksana penelitian, selanjutnya disebut PIHAK KEDUA.

Kedua belah pihak secara bersama-sama telah sepakat mengadakan Surat Perjanjian Kerja (SPK) untuk melakukan penelitian sebagai berikut :

Pasal 1

Berdasarkan SK Rektor tanggal 29 April 2008 Nomor : 0132A/H33.11/KU/2008 dan SPMK Pejabat Komitmen 5584 Unimed, tanggal 29 April 2008 Nomor : 037A/H35.11/KU/2008, PIHAK PERTAMA memberi tugas kepada PIHAK KEDUA dan PIHAK KEDUA menerima tugas tersebut untuk melaksanakan/mengkoordinasi pelaksanaan penelitian Dana Rutin, berjudul :

"Analisis Energi Pembakaran Asam-Asam Lemak Biodisel Berdasarkan Komposisi Asam Lemak Tumbuhan Dengan Metode Semiempiris MP3 Hyperchem "

Yang berada di bawah tanggung jawab yang diketahui oleh : PIHAK KEDUA dengan masa kerja 6 (enam) bulan, terhitung sejak SPK ini ditanda tangani.

Pasal 2

1. PIHAK PERTAMA memberikan dana penelitian tersebut pada pasal 1 sebesar Rp. 3.000.000,- (Tiga juta rupiah) yang diberikan secara bertahap.
2. Tahap pertama sebesar 70% yaitu Rp. 2.100.000,- (Dua juta seratus ribu rupiah) dioyarkan sewaktu Surat Perjanjian Kerja ini ditandatangani oleh kedua belah pihak.
3. Tahap kedua sebesar 30% yaitu Rp. 900.000,- (Sembilan ratus ribu rupiah) dibayarkan setelah PIHAK KEDUA menyerahkan laporan hasil penelitian kepada PIHAK PERTAMA.

Pasal 3

1. PIHAK KEDUA mengajukan/menyerahkan rincian anggaran biaya (RAB) pelaksanaan penelitian sesuai dengan besarnya dana penelitian yang telah disetujui oleh Rektor Unimed dan pengalokasian dana mengikuti peraturan yang berlaku.
2. Semua kewajiban yang berkaitan dengan pengelolaan keuangan dan aset Negara termasuk kewajiban memungut dan menyetorkan pajak dibebankan kepada PIHAK KEDUA.