

## EFEK METIL ESTER MINYAK JARAK PAGAR DENGAN DIMETIL ESTER TURUNAN OLEAT TERHADAP EMISI GAS BUANG DARI MESIN DIESEL

Muhammad Syafii, Timbangan Sembiring, Nimpan Bangun  
Pascasarjana FMIPA Fisika USU  
Jl. Bioteknologi No.1. Kampus USU Medan-Telp/Fax.061-8214290  
Email : [syafii\\_zafa@yahoo.com](mailto:syafii_zafa@yahoo.com)

### Abstrak

Penelitian efek metil ester minyak jarak pagar dan dimetil ester rantai bercabang (*DMEB*) turunan oleat terhadap emisi gas buang pada mesin diesel. Metil ester minyak jarak pagar dibuat dengan cara tranesterifikasi. Dari hasil pengujian didapat minyak jarak pagar dan dimetil ester rantai bercabang (*DMEB*) dibuat dengan proses karbonilasi asam oleat, pengujian ini meliputi 4 (*empat*) jenis bahan bakar yakni B0, B5, B10 dan B10mix yang mengandung metil ester berturut-turut 0% (*100% solar pertadex*), 5%, 10% dan B10 mix (*10% metil ester dan 1% DMEB*), kemudian dilakukan dengan menggunakan motor diesel TD110-TD115 test bed and instrumentation for small engines pada putaran 1600 rpm, dan auto gas analyzer untuk mendeteksi emisi gas buang. Dari data penelitian didapat emisi CO B0 3,42%, B5 1,74%, B10 1,56%, dan B10mix 1,54%. Dan pada emisi HC untuk B0 185 ppm, B5 185 ppm, B10 184 ppm, dan B10mix 175 ppm. Sedangkan emisi CO<sub>2</sub> untuk B0 5,96%, B5 5,92%, B10 5,38%, dan B10mix 5,26%, sehingga efek metil ester minyak jarak pagar menurunkan emisi gas buang dibandingkan dengan B0 (*solar pertadex*). Makin tinggi persentase metil ester minyak jarak pagar semakin turun emisi yang dihasilkan. Penambahan 1% dimetil ester rantai bercabang dapat menurunkan emisi hidrokarbon (*HC*) dari 184 ppm menjadi 175 ppm.

Kata kunci: *Metil ester, Dimetil ester, Tranesterifikasi, emisi, Karbonilasi.*

### 1. PENDAHULUAN

Banyak negara saat ini sedang mengembangkan energi yang berbasis sumber energi terbarukan sebagai pengganti energi fosil seperti energi matahari, gelombang laut, air, dan bioenergi. Pengembangan energi ini dipergunakan sebagai salah satu upaya untuk mengurangi pengaruh terhadap tingginya ketergantungan terhadap energi fosil khususnya minyak solar dan mengurangi pencemaran udara.

Pada saat yang bersamaan, ketersediaan energi fosil sudah semakin menipis, pembakaran sumber energi fosil khususnya bahan bakar solar banyak melepaskan emisi karbon ke atmosfer, antara lain karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), dan karbon monoksida (CO), yang menyebabkan pencemaran udara dan

menjadi penyumbang besar terhadap pemanasan global [1].

Upaya menggunakan bahan bakar yang ramah lingkungan untuk mengurangi pencemaran udara dan efek pemanasan global, telah menjadi bagian penelitian pada bahan bakar alternatif salah satunya adalah pengembangan energi biodiesel.

Biodiesel merupakan bahan bakar yang bersumber dari makhluk hidup, secara definisi biodiesel merupakan campuran ester asam lemak rantai panjang yang dihasilkan dari lemak terbarukan (*Renewable lipid*) minyak tumbuhan atau hewan. Minyak nabati dilakukan melalui proses tranesterifikasi, sehingga menghasilkan metil ester asam lemak atau *Fatty Acid Methyl Ester* yang disebut dengan FAME. Dalam penggunaannya FAME sebagai bahan bakar dicampur dengan sebagian

minyak solar seperti B5 dan lain- lain. Sehingga biodiesel bisa digunakan sebagai bahan bakar campuran solar. Pemakaian minyak jarak pagar sebagai bahan bakar diesel belum banyak dilakukan dan perlu pengamembangan lebih lanjut salah satunya dengan penambahan aditif

Penelitian akhir-akhir ini telah melaporkan pembuatan dimetil ester rantai cabang yang disebut *DMEB* dan telah digunakan bersama metil ester turunan minyak kelapa sawit untuk membuat biodiesel. Dari hasil pengujian performansi mesin diesel dan uji emisi gas buang hasil pembakaran mesin diesel diperoleh penggunaan bahan bakar biodiesel ini lebih efektif dibandingkan dengan minyak diesel (*solar*)[2].

Mengingat begitu pentingnya penggunaan bahan bakar alternatif seperti biodiesel dari minyak jarak pagar, perlu adanya studi lanjutan mengenai penggunaan minyak jarak pagar dan campuran dimetil ester cabang (*DMEB*) terhadap dan emisi gas buang dari mesin diesel.

### 1.1. Tujuan

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh atau efek dari metil ester minyak jarak pagar dengan dimetil ester turunan oleat terhadap emisi gas buang dari mesin diesel.

### 1.2. Dasar Teori

Pencemaran udara yang terus terjadi selama ini dan pemanasan global yang mencuat akhir-akhir ini menunjukkan bahwa begitu pentingnya dilakukan upaya penurunan atau pengurangan emisi gas buang baik melalui melalui studi atau penelitian mengenai energi penggerak kendaraan bermotor atau upaya lainnya.

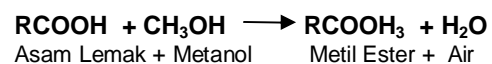
Proses pembakaran kendaraan bermotor solar atau mesin diesel sangat besar dalam menyumbangkan atau menghasilkan sejumlah emisi gas buang di antaranya adalah senyawa

hidrokarbon (*HC*) tidak terbakar, karbon monoksida (*CO*), karbon dioksida (*CO<sub>2</sub>*), senyawa nitrogen oksida (*NO<sub>x</sub>*), dan asap[3].

Bahan- bahan pencemar tersebut sangat berdampak negatif terhadap manusia dan ekosistem disekitar kita. Mesin diesel merupakan penyumbang polusi udara, salah satu penyebabnya adalah proses pembakaran didalam mesin yang kurang sempurna dan kondisi bahan bakar, maka perlu dilakukan pembuatan bahan bakar yang ramah lingkungan salah satunya adalah penggunaan bahan bakar biodiesel.

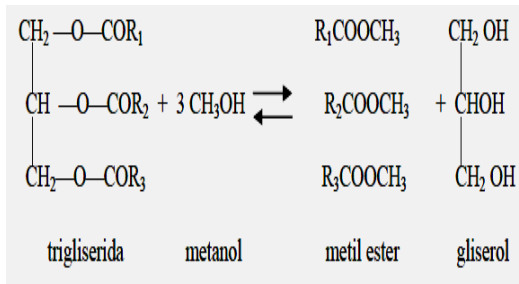
Biodiesel merupakan jenis bahan bakar yang termasuk ke dalam bahan bakar nabati (*BBN*), bahan bakunya bisa berasal dari berbagai sumber daya alam yang dapat diperbaharui dan sering disebut dengan *FAME* (*Fatty Acid Methyl Ester*) yang di gunakan untuk menggerakkan mesin- mesin diesel sebagai campuran pada bahan bakar diesel. Bahan bakar nabati ini berasal dari minyak nabati yang di konversi melalui reaksi kimia,

Tranesterifikasi adalah tahap konversi dari asam lemak bebas menjadi ester. Tranesterifikasi mereaksikan minyak lemak dengan alkohol. Reaksi esterifikasi dari asam lemak menjadi metil ester adalah :

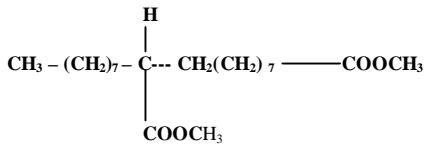


Faktor-faktor yang berpengaruh pada reaksi tranesterifikasi adalah waktu reaksi, pengadukan, katalisator, dan suhu reaksi. Tranesterifikasi (*biasa disebut dengan alkoholisis*) adalah tahap konversi dari trigliserida minyak nabati menjadi alkyl ester, melalui reaksi dengan alkohol, dan menghasilkan produk samping yaitu gliserol[4].

Reaksi tranesterifikasi trigliserida menjadi metil ester adalah :



Asam oleat merupakan surfaktan anionik yang mempunyai gugus karboksilat sebagai gugus polar (*hidrofilik*) yang larut dalam air dan alkil rantai panjang gugus yang tak larut dalam air (*hidrofobik*). Asam lemak tak jenuh asam oleat menjadi dimetil ester bercabang. Pembentukan dimetil ester bercabang ini dapat dibuat melalui reaksi karbonilasi metil oleat dengan katalis PdCl<sub>2</sub>, kokatalis CuCl<sub>2</sub> dan adanya CO membentuk senyawa 3-oktil-undekana-dikarboksilat anhidrid, seperti pada reaksi berikut ini[5].



(Metil ester Rantai bercabang (*DMEB*))

Metil ester jarak pagar dan dimetil ester rantai cabang (*DMEB*), tentunya telah diuji fisiknya diantaranya adalah viskositas, densitas, cloud point, plast point. Sifat fisik bahan bakar perlu diperhatikan untuk menghindari kerusakan alat dan kerugian lainnya yang mungkin timbul akibat penggunaan bahan bakar tersebut.

Pada proses pembakaran Bahan bakar dalam mesin sangat besar pengaruhnya terhadap hasil dari suatu pembakaran. Bahan bakar yang baik mempunyai sifat mudah terbakar dan hasil pembakarannya dapat menghasilkan tenaga yang baik serta polusi yang ditimbulkan kecil (*sedikit*). Sebaliknya bahan bakar yang kurang baik antara lain akan menjadikan pembakaran yang tidak sempurna serta dapat menyebabkan timbulnya tenaga mesin kecil yang disertai

timbulnya asap hitam. Asap hitam yang ditimbulkan akibat proses pembakaran dalam mesin kemungkinan terdapat zat seperti CO, CO<sub>2</sub>, dan HC[6].

## 2. METODOLOGI PENELITIAN

### 2.1. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini dilakukan dilaboratorium Kimia Anorganik Fakultas Matematika Ilmu Pengetahuan Alam USU Medan untuk pembuatan Biodiesel *B0, B5, B10, dan B10 Mix*. Kemudian untuk pengujian emisi gas buang dilakukan di Laboratorium Teknik Mesin Fakultas Teknik USU Medan.

### 2.2. Pengujian dan Pengumpulan data

Motor diesel yang digunakan dalam pengujian bahan bakar adalah motor diesel *TD110-TD115 Test Bed and Instrumentation for Small Engines*.



Gambar.1. Motor diesel pada pengujian emisi gas buang.

**Tabel.1. Spesifikasi “TD110-TD115”**

TD111 4-Stroke Diesel Engine	
Tipe	ROBIN – FUJI DY23D
Valve Position	Overhead
Valve rocker clearance	0,10 mm (cold)
Swept Volume	230 cm <sup>3</sup>
Bore	70 mm
Stroke	60 mm
Compression Ratio	21: 1
Recommended maximum speed	3600 revs/min
Injection timing	23 <sup>o</sup> BTDC
Dry mass	26 kg

Bahan bakar yang digunakan dalam pengujian adalah bakar pertadex dan campuran pertadex-minyak jarak pagar dan aditif asam oleat yang sudah dikarbonilasi. Dalam hal ini minyak jarak diproses dengan cara tranesterifikasi dan Aditif diproses melalui karbonilasi asam oleat prosedur dan pembuatan dilaporkan Bangun, N dan Siahaan, D[5].

Bahan Bakar dibuat dengan 4 (*empat*) jenis yakni B0, B5, B10, B10mix dengan aditif asam oleat atau DMEB. Pada pengujian ini, untuk setiap campuran bahan bakar, motor dijalankan dengan putaran konstan sekitar 1600 rpm, kemudian dilakukan uji emisi gas buang yang meliputi CO, HC, dan CO<sub>2</sub> yang terdapat pada hasil pembakaran bahan bakar. pengujian diukur untuk mengetahui kadar emisi dalam gas buang. Pengujian emisi gas buang yang dilakukan dalam penelitian ini menggunakan alat *auto logic gas analyzer*.

Dalam Pengujian ini auto gas analyzer disambungkan pada perangkat komputer dimana kandungan gas pada gas uanlizer dikosongkan kemudian memasukan gas fitting kedalam knalpot motor bakar dan menunggu beberpa menit sehingga tampil hasil emisi akibat proses pembakaran bahan bakar

didalam mesin yang dilakukan pada putran 1600 rpm.

### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Emisi gas buang adalah sisa hasil pembakaran bahan bakar didalam mesin, yang dikeluarkan melalui sistem pembuangan mesin. Pembakaran yang dihasilkan akan terbang ke atmosfer sehingga mempengaruhi pencemaran udara dan lingkungan. Emisi hasil pembakaran seperti CO, CO<sub>2</sub>, dan HC, dari data hasil pengujian emisi gas buang dihasilkan didapat emisi hasil gas buang bahan bakar metil ester dan dimetil ester rantai bercabang (*DMEB*) dapat diturunkan pada putaran 1600 rpm, seperti terlihat pada Tabel 3.1 berikut ini.

Tabel. 3.1.Emisi gas buang mesin diesel pada putaran 1600 rpm

NO	Bahan Bakar	Emisi gas buang mesin diesel pada putaran 1600 rpm		
		CO (%)	HC (ppm)	CO <sub>2</sub> (%)
1	B0	3.42	185	5,96
2	B5	1.74	185	5,92
3	B10	1.56	184	5,38
4	B10 mix	1.54	175	5,26

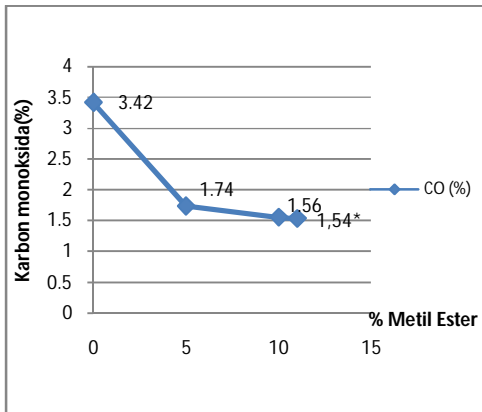
**Keterangan :**

- B0 = 100 % solar *pertadex* atau 0% metil ester.
- B5 = 5% metil ester minyak jarak pagar dan 95 % solar *pertadex*.
- B10 = 10% metil ester minyak jarak pagar dan 90% solar *pertadex*.
- B10mix = 10% metil ester minyak jarak pagar dan 89% solar *petadex* dan ditambah 1% dimetil dimetil ester rantai bercabang (*DMEB*). = 11% metil ester dan *DMEB*

#### 3.1. Emisi karbon monoksida (CO)

Karbon monoksida (CO) merupakan hasil pembakaran tidak

sempurna dari bahan bakar yang mengandung hidrokarbon. Gas ini sifatnya beracun dan merupakan salah satu polutan yang sering dijumpai sebagai emisi hasil pembakaran minyak pada mesin. Data penelitian uji emisi yang telah dilakukan menunjukkan kandungan metil ester minyak jarak maupun DMEB memberi efek pada emisi karbon monoksida. Efek ini dapat dilihat pada Grafik 3.1 dibawah ini.



\* 10% Metil ester dan 1% Dimetil ester rantai bercabang (DMEB)

Grafik 3.1. Hubungan karbon monoksida (%) dengan metil ester

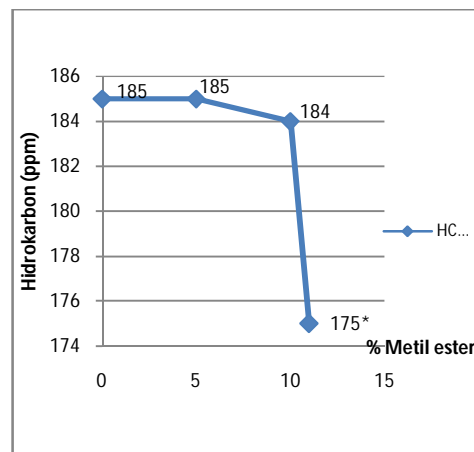
Dari Gambar 3.1 terlihat efek metil ester minyak jarak terhadap emisi karbon monoksida (CO) menurun. Campuran metil ester dengan dimetil ester rantai bercabang B5 (5% metil ester) 1,74%, B10 (10% metil ester), 1,56% B10mix (10% metil ester dan 1% dimetil ester rantai bercabang) 1,54% dibandingkan dengan B0 (0% metil ester atau 100% solar pertadex) 3,42%. Hal ini disebabkan karena pengaruh oksigen terikat pada metil ester menyebabkan pembakaran lebih sempurna. Dengan bahan bakar metil ester (B5, B10, B10mix) terlihat penurunan emisi karbon monoksida (CO) lebih rendah dari B0 (0% metil ester atau 100% solar pertadex), pada komposisi kimia dari pertadex dan metil ester berbeda dalam kandungan oksigen,

B0 (Solar pertadex) terdiri dari hidrokarbon rantai lurus dan sebagian

rantai bercabang, sedangkan pada metil ester mengikat dua atom oksigen, semakin banyak oksigen rongga campuran yang ada, pembakaran semakin sempurna, sehingga menghasilkan karbon monoksida yang rendah. hal yang sama dilaporkan bahwa terjadi penurunan emisi karbon monoksida (CO) dengan menggunakan bahan bakar biodiesel 0,086%[7].

### 3.2. Emisi hidrokarbon (HC)

Hidrokarbon terbentuk akibat bahan bakar didalam ruang bakar tidak terbakar secara keseluruhan atau sempurna. Gas buang HC juga terbentuk karena dua faktor yaitu : (1) Bahan bakar yang tidak terbakar dan keluar menjadi gas (2) Bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan hidrokarbon (HC) yang lain, yang keluar bersama gas buang. Sebab utama timbulnya gas buang hidrokarbon adalah karena sekitar dinding-dinding ruang bakar memiliki temperatur rendah dimana pada temperatur itu pembakaran tidak mampu dilakukan. Penambahan persentase metil ester minyak jarak dengan dimetil ester rantai bercabang (DMEB) dapat merendahkan emisi hidrokarbon (HC) seperti terlihat pada Grafik 3.2 berikut ini.



\* 10% Metil ester dan 1% Dimetil ester rantai bercabang (DMEB)

Grafik 3.2. Hubungan hidrokarbon (ppm) dengan metil ester

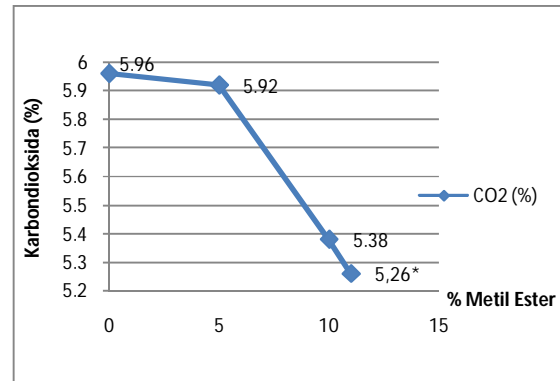
Dari Gambar 3.2. menunjukkan bahwa metil ester minyak jarak dan dimetil ester rantai bercabang (*DMEB*) mempunyai efek terhadap penurunan kadar hidokarbon pada B5 (5% metil ester) 185 ppm, B10 (10% metil ester) 184 ppm, B10mix (10% metil ester dan 1% dimetil ester rantai bercabang) 175 ppm, dibandingkan dengan B0 (0% metil ester atau 100% solar pertadex) 175 ppm. Berkurangnya senyawa hidrokarbon ini disebabkan karena jumlah O<sub>2</sub> terikat (*bonded oxygen*) yang terkandung didalam metil ester minyak jarak dengan dimetil ester turunan oleat atau *DMEB* terdapat 4 atom oksigen terikat yakni RCOOH<sub>3</sub> dan COOH<sub>3</sub> sehingga pembakaran lebih sempurna.

Pada metil ester jarak pagar selain O<sub>2</sub> dari udara, O<sub>2</sub> pada metil ester akan turut serta dalam proses pembakaran, sehingga pembakaran menjadi lebih baik. Selain itu gas buang hidrokarbon dipanaskan kembali ketika emisi keluar dari ujung knalpot, sehingga gugus hidrokarbon berubah menjadi unsur H<sub>2</sub> dan C. Kemungkinan terbesar yang terjadi adalah unsur H<sub>2</sub> bersenyawa dengan unsur O<sub>2</sub> menjadi H<sub>2</sub>O, karena banyaknya massa H<sub>2</sub>O yang menetes keluar sehingga menurunkan hidrokarbon. Hal yang sama telah dilaporkan bahwa terjadi penurunan hidrokarbon (*HC*) dengan menggunakan bahan bakar biodiesel minyak jarak pagar[8].

### 3.3. Emisi karbon dioksida (CO<sub>2</sub>)

karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) merupakan senyawa yang tidak berwarna dan beracun hasil pembakaran minyak diesel dari mesin diesel, efek dari CO<sub>2</sub> ini adalah membawa dampak terhadap efek rumah kaca atau pemanasan global. Dari data pengujian yang dilakukan Karbon dioksida (CO<sub>2</sub>) yang terkandung dalam emisi gas buang dapat diturunkan dengan makin besarnya persentase dari metil ester dan dimetil ester turunan oleat atau dimetil ester rantai bercabang (*DMEB*)

yang dicampurkan pada solar pertadex seperti terlihat pada Grafik 3.3 berikut ini.

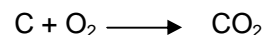


\* 10% Metil ester dan 1% Dimetil ester rantai bercabang (*DMEB*)

Grafik 3.3. Hubungan karbon dioksida (%) dengan metil ester

Dari Gambar 3.3. terlihat bahwa efek metil ester minyak jarak pagar dengan dimetil ester rantai bercabang (*DMEB*) sangat mempengaruhi penurunan emisi karbon dioksida, B5 (5% metil ester) 5,92%, B10 (10% metil ester) 5,38%, B10mix (10% metil ester dan 1% dimetil ester rantai bercabang) 5,26%, dibandingkan dengan B0 (0% metil ester atau 100% solar pertadex) 5,96%. Seperti telah diketahui bahwa karbon monoksida (CO) merupakan gas yang cukup banyak terdapat di udara, dimana gas ini terbentuk akibat adanya suatu pembakaran yang tidak sempurna.

Metil ester jarak pagar dengan dimetil ester rantai cabang (*DMEB*) tersebut mampu bekerja untuk mengurangi emisi gas buang CO dan CO<sub>2</sub>, sesuai dengan reaksi kimia yang telah disampaikan bahwa hal ini didukung oleh meningkatnya kandungan oksigen yang dihasilkan, berarti bahwa pengurangan senyawa CO bukanlah karena berubah menjadi senyawa CO<sub>2</sub>, tetapi lebih cenderung karena terurai menjadi unsur C dan O<sub>2</sub>. Bila karbon di dalam bahan bakar metil ester minyak jarak terbakar habis dengan sempurna maka terjadi reaksi berikut:



Dalam proses ini yang terjadi adalah CO<sub>2</sub>. Apabila unsur-unsur oksigen (*udara*) tidak cukup, akan terjadi proses pembakaran tidak sempurna, sehingga karbon di dalam bahan bakar terbakar dalam suatu proses sebagai berikut:



Hal yang sama telah dilaporkan bahwa terjadi penurunan emisi karbon monoksida (CO<sub>2</sub>) dengan menggunakan bahan bakar biodiesel sebesar 4,1%[7].

#### 4. KESIMPULAN DAN SARAN

##### 4.1. Kesimpulan

Dari hasil pengujian bahan bakar diesel maka diperoleh kesimpulan bahwa : Kandungan metil ester semakin tinggi memberikan emisi gas buang CO, CO<sub>2</sub>, HC, yang semakin rendah.

##### 4.2. Saran

Penelitian ini dapat dilanjutkan dengan menggunakan bahan aditif yang lainnya dengan variasi dan konsentrasi yang berbeda terhadap bahan bakar metil ester jarak pagar.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] Gupta. R.B. and Dermibas, A. 2010. Energy; Gasoline, Diesel and Ethanol Biofuels From Grasses and Plants. Cambridge University Press. USA.
- [2] Bangun, N. 2011. Transformasi Asam Oleat, Risinoleat, dan Linoleat Menjadi Dimetil Ester Dengan Katalis PdCl<sub>2</sub> dan Kokatalis CuCl<sub>2</sub> Untuk Bahan Aditif Biosolar, Universitas Sumatera Utara, Medan.
- [3] Wijaya, K. dan Bagus, G. 2002. Alat Penurun Emisi Gas Buang Pada Motor, Mobil, Motor Tempel Dan Mesin Pembakaran Tak Bergerak, Teknik Mesin, Universitas Udayana, Bali.
- [4] Mardiansyah, D. 2012. Pembuatan Biodiesel dari Minyak Jarak Pagar (*jatropha curcas*) Dengan Katalis Asam polistirena Sulfonat (pss) 8 % Pada Suhu 120<sup>0</sup>c Selama 6 Jam. FMIPA USU. Medan.
- [5] Bangun, N dan Siahaan, 2007. Asam dikarbisilat dan Dimetil Ester Stearat dari Hasil Karbonilasi Asam Oleat Dikatalis PdCl<sub>2</sub>. *Pusat Penelitian Kelapa Sawit*, Vol. 15, No:2 :83.90.
- [6] Sunardi, 2009. Pengaruh Penyimpangan Tekanan Kompresi dan Nozzle Pada Mobil Diesel, *Teknik Otomotif Universitas Negeri Makasar*, Makasar.
- [7] Bangun, N. 2010. Branched Chain Dimethyl Ester As Additive For Biodiesel Energy, *International Oil Palm Conference (IORC). TEC 3-3*. Yogyakarta.
- [8] Sumarsono, M. 2008. Analisa Pengaruh Campuran Bahan Bakar Solar- Minyak Jarak Pagar Pada Kinerja Motor Diesel dan Emisi Gas Buang. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta.