JTM. Volume 03 Nomor 01 Tahun 2014, 96 -105

STUDI KOMPARASI EMISI GAS BUANG BAHAN BAKAR SOLAR DAN BIODIESEL DARI *CRUDE OIL* NYAMPLUNG DENGAN PROSES *DEGUMMING* PADA MESIN DIESEL NISSAN D22

Eko Wahyu Abryandoko
S1 PendidikanTeknikMesin,FakultasTeknik,UniversitasNegeriSurabaya
e-mail: syair.abrayend@gmail.com

Dwi Heru Sutjahjo
JurusanTeknikMesin,FakultasTeknik,UniversitasNegeriSurabaya
e-mail: dwiheru.c_2h_5oh@gmail.com

Abstrak

Pertambahan jumlah penduduk dan meningkatnya pendapatan masyarakat berimplikasi terhadap pertumbuhan kendaraan bermotor disektor transportasi. Polusi kendaraan bermotor menjadi permasalahan yang sangat penting untuk diatasi khususnya diperkotaan besar seperti di Surabaya. Gas buang mesin diesel sangat banyak mengandung partikulat karena banyak dipengaruhi oleh faktor dari bahan bakar yang tidak bersih. Salah satu usaha dalam menurunkan emisi gas buang yaitu memodifikasi bahan bakar.Penelitian ini menggunakan studi komparasi emisi gas buang diesel solar Nissan D-22 yang berbahan bakar campuran solar dan biodiesel dari *crude oil* nyamplung dan solar murni. Jenis penelitian ini adalah eksperimen, objek penelitian adalah mesin diesel Nissan D-22. Bahan bakar yang digunakan dalam penelitian adalah solar dan solar yang dicampur biodiesel B5, B7,5, B10, B12,5, B15 dan solar murni. Penelitian ini bertujuan untuk membandingkan emisi gas buang Diesel Nissan D-22 yang berbahan bakar campuran biodiesel dan solar dengan solar murni. Dengan menggunakan putaran mesin 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, dengan *range* putaran 500 rpm.Analisis data dilakukan dengan metode deskripsi dengan memvariasikan rpm pada beban penuh.Hasil yang diperoleh dalam penelitian ini menunjukkan bahwa, konsentrasi gas buang CO untuk bahan bakar solar pada putaran 1000 rpm sebesar 14 %volsedangkan Biodiesel *degumming* asam sulfat B7,5 mampu menghasilkan CO yang rendah yaitu 9%vol di bandingkan dengan biodiesel *degumming* asam cuka 12%vol pada campuran B15.Karbondioksida (CO_2) pada solar menghasilkan 6%vol dan naik 14 %vol sedang biodiesel *degumming* asam sulfat B7,5 menghasilkan konsentrasi CO_2 sebesar 2 %vol dan naik sampai 10 %vol, jika di bandingkandengan biodiesel *degumming* asam cuka B15 menghasilkan konsentrasi paling rendah yaitu dari 4%vol sampai 8%vol.Oksigan (O_2) pada biodiesel asam sulfat B7,5 menghasilkan 5%vol lebih rendah dibandingkan untuk biodiesel *degumming* asam cuka terendah yaitu B15 yang menghasilkan 6%vol dan solar yang mencapai 8 %vol pada masing-masing putaran 3000 rpm. Tingkat Opasitas padabiodiesel dari *degumming* asam sulfat dan cuka ini terendah di peroleh oleh B7,5 yaitu pada RPM 3000 menghasilkan 53,5% dan untuk biodiesel *degumming* asam cuka hasil terendah B15 yaitu pada posisi 3000 rpm di peroleh 53,4%, dari kedua biodiesel itu tergolong rendah di bandingkan dengan solar yang mencapai hasil 54,1%.

Kata kunci : *Degumming*, Minyak Biji Nyamplung, *Biodiesel*.

Abstract

The increase of population and the increasing people's income have implications for the growth of the motor vehicle sector of transport. Motor vehicle pollution becomes a very important issue to be addressed, especially such a large diperkotaan in Surabaya. Diesel engine exhaust gases contain particulate matter very much because it is heavily influenced by factors from fuel that is not clean. One of the attempts in lowering exhaust emissions i.e. modify the fuel. This research uses comparison study of diesel exhaust gas emissions diesel Nissan D-22 which fueled a mixture of diesel and biodiesel from crude oil nyamplung and diesel pure.This is the kind of research experiments, the research object is the engine of the Nissan diesel D-22. The fuel used in the study are solar and solar are blended biodiesel B5, B7, B10, B12 .5 .5, B15 and solar pure. This study aims to compare the emissions of Diesel exhaust gas Nissan D-22 which fueled a mixture of biodiesel and diesel with pure diesel. By using the spin machine 1000 rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm, with circle range 500 rpm. The data analysis done with the method description by varying the rpm at full load.The results obtained in this study show that,

the concentration of exhaust gas CO for diesel fuel at 1000 rpm spin rate 14% vol whereas Biodiesel sulfuric acid degumming B7 .5 is capable of producing low i.e. CO 9% vol in compare to vinegar acid degumming biodiesel 12% vol B15 on the mix. Carbon dioxide (CO_2) on a solar yield 6% vol and up 14% vol is biodiesel degumming origin sulfate B7 .5 generates CO_2 concentration of 2% vol and up to 10% vol, if compared with the vinegar acid degumming B15 biodiesel produces the lowest concentrations of 4% to 8% vol. Oksigan (O_2) on biodiesel sulfuric acid yielding 5% .5 B7 vol lower compared to lows vinegar acid degumming biodiesel i.e. B15 which resulted in a 6% vol and diesel to reach the 8% vol at each round of 3000 rpm.The level of Opacity on biodiesel from degumming of sulfuric acid and vinegar is lowest in acquired by B7-3000 RPM at .5 produces 53.5% for biodiesel and vinegar acid degumming result i.e. B15 on the lowest position 3000 rpm at 53.4%, obtained from both the biodiesel is low compared with solar to reach results of 54,1%.

Keywords : Crude oil nyamplung, Biodiesel, Exhaust Gas Engine.

PENDAHULUAN

Pada data terakhir yang dirilis oleh Badan Pusat Statistik hingga tahun 2011, tercatat jika mobil berpenumpang berjumlah 9.548.866, dan Bis (2.254.406), serta Sepeda Motor (68.839.341). Jumlah itu melonjak jauh. Sebab di tahun 2010, mobil berpenumpang hanya berjumlah (8.891.041), Bis 2.250.109, dan sepeda motor (61.078.188). Hasil penelitian *Ward Auto* 2011, hingga 2010 lalu jumlah kendaraan bermotor di seantero dunia telah mencapai 1,015 miliar unit. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor juga terjadi di Indonesia. Data dari Gabungan Industri Kendaraan Bermotor Indonesia (Gaikindo) dan Asosiasi Industri Sepeda Motor Indonesia (AISI) menunjukkan jumlah populasi kendaraan bermotor di Indonesia hingga 2010 lalu mencapai 50.824.128 unit (R4 dan R2).

Polusi kendaraan bermotor menjadi permasalahan yang sangat penting untuk diatasi khususnya diperkotaan besar seperti di Surabaya. Tingkat polusi udara khususnya di kota Surabaya sudah dalam taraf yang mengkhawatirkan.Surabaya berada pada urutan ke-128 di dunia dengan kadar PM 10 sebesar 69 mikrogram/m3. Disusul oleh Bandung pada urutan ke-192 di dunia dengan kadar (*particulat matter)* PM 10 51 mikrogram/m3 (http://health.detik.com/melampaui-kota-jakarta-medan- jadi- kota- terpolusi-di- indonesia,diakses tanggal 20 Desember 2013). Penyebab utama polusi yang paling tinggi berasal dari gas buang kendaraan bermotor.

Gas buang mesin diesel sangat banyak mengandung partikulat karena banyak dipengaruhi oleh faktor dari bahan bakar yang tidak bersih. Partikulat pada gas buang mesin diesel berasal dari partikel susunan bahan bakar yang masih berisikan kotoran kasar (abu) dikarenakan pemrosesan bahan bakar yang kurang baik.Faktor lain yang sangat dominan dalam memberikan sumbangan zat pencemar ke udara adalah faktor campuran udara kompresi dengan bahan bakar yang disemprotkan. Pencampuran yang tidak sebanding (terlalu banyak bahan bakar) akan menghasilkan gas buang yang mengandung partikulat berlebihan.

Bahan baku untuk pembuatan bahan bakar nabati berasal dari tanaman nyamplung (*Calophyllum Inophyllum*), dimana tanaman ini sudah berkembang tumbuh di Indonesia dan populasinya hampir tersebar di pesisir pantai Indonesia. Kelebihan tanaman ini sebagai bahan baku *biofuel* adalah bijinya mempunyai rendemen yang tinggi, bisa mencapai hampir 74%.

Pusat Penelitian dan Pengembangan Hasil Hutan (P3HH) telah melaksanakan penelitian pembuatan *biodiesel* dari bji nyamplung (2005-2008) dengan menggunakan asam fosfat 20% sebesar 0,3 - 0,5% (b/b). Dan sebagian besar penelitian lain juga melakukan proses *degumming* dengan menggunakan asam fosfat. Baik untuk biji jarak, minyak jelantah, dan yang lainnya. Belum begitu banyak peneliti yang menggunakan asam sulfat dan asam cuka dalam proses *degumming* dan di uji emisi gas buangnya.

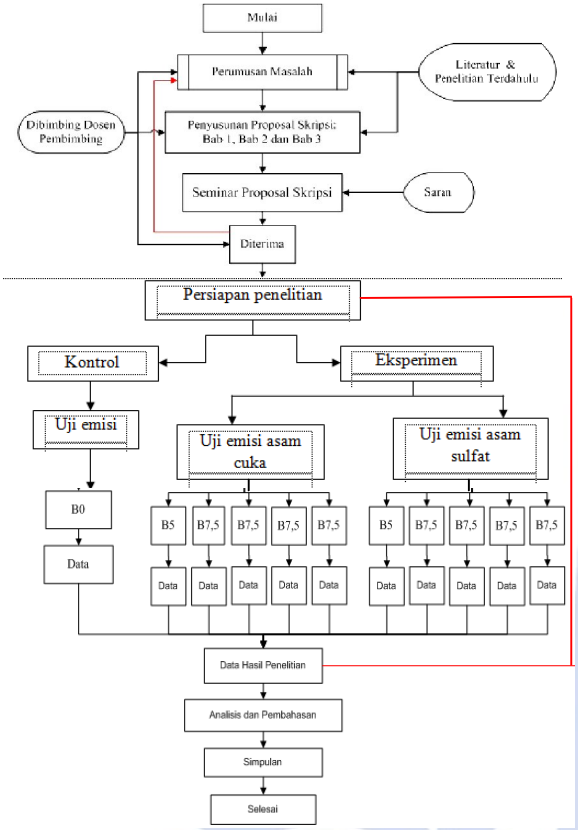
Penelitian ini dilaksanakan dalam satu tahap yaitu menguji emisi gas buang yang di hasilkan dari biodiesel yang berbahan dasar biji nyamplung dengan metode *degumming* Asam Sulfat (H_2SO_4) dan Asam Cuka ($C_2H_4O_2$). Meliputi campuran solar dengan biodiesel degumming dari asam sulfat dan asam cuka B5, B7,5, B10, B12,5, B15.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan dan pengaruh campuran bahan bakar solar dan biodieseldari *crude oil* nyamplung dengan proses *degumming* asam sulfat dan asam cuka yang optimal pada mesin diesel Nissan D22 terhadap CO, CO_2, O_2, dan opasitas yang di hasilkan.

Manfaat penelitian ini ialah diharapkan dapat mempelajari tentang penggunaan biodieseldari *crude oil* nyamplung dengan proses *degumming* asam sulfat dan asam cuka yang dapat digunakan sebagai bahan bakar alternatif untuk campuran solar pada mesin diesel, dari hasil penelitian ini dapat sebagai *refrensi* bagi para akademis dalam melakukan pengujian emisi gas buang pada kendaraan bermotor dan mengembangkan bahan bakar alternatif untuk mengatasi krisis Bahan Bakar Minyak (BBM) di Indonesia.

METODE

Rancangan Penelitian



Jenis Penelitian

penelitian yang dilakukan menggunakan kategori penelitian percobaan (ekperimen) berskala laboratorium. Penelitian ini dirancang melibatkan dua faktor perlakuan dengan masing – masing faktor perlakuan terdiri dari beberapa taraf perlakuan.

Tempat Penelitian

Penelitian pembuatan *biodiesel* ini dilakukan diLab. Bahan Bakar dan Pelumas yang bertempat Fakultas Teknik Jurusan Teknik Mesin UNESA Surabaya untuk proses pembuatandan uji nilai kalordan uji emisi CO, CO_2, O_2, dan Opasitas dilaksanakan diLab. Motor Bakar Jurusan Teknik Mesin FT Universitas Brawijaya Malang dan uji karakteristik bahan bakardiPT. Pertamina Persero Laboratorium *Lubricants* Jalan Perak Barat.

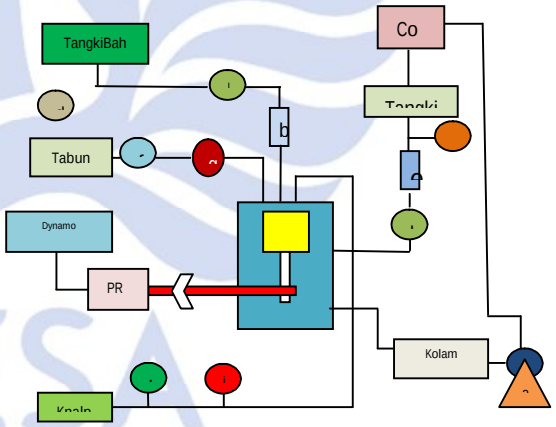
Variabel Penelitian

- Variabel bebas
  Variabel bebas atau disebut dengan *independentvariable*dalam penelitian ini adalah solar murni dan di campur dengan biodiesel dari minyak nyamplung *degumming* asam cuka dan asam sulfat (B5, B7,5, B10, B12,5, B15)
- Varibel terikat
  Variabel terikat atau hasil disebut dengan *Dependent variable* dalam penelitian ini adalah CO, CO_2, O_2, dan Opasitas
- Variabel control
  Variabel kontrol disebut pembanding hasilpenelitianeksperimenyangdilakukan. Variabel kontrol dalam penelitian ini ialah:
  - Mesin Diesel Nissan D22 dengan putaran mesin (1000, 1500, 2000, 2500, 3000) rpm, dengan *range* putaran 500 rpm.
  - Temperatur oli mesin saat pengujian (60˚C – 70˚C).
  - Temperatur udara luar (25˚C – 35˚C)
  - Kelembaban udara (*humidity*)

Instrumen Penelitian

Mesin yang digunakan dalam penelitian ini adalah mesin diesel 4 langkah Nissan D-22 dengan spesifikasi sebagai berikut:

- Merk: Nissan, Tokyo Co Ltd
- Model: DWE-47-50-HS-AV
- Siklus: 4 langkah
- Jumlah silinder: 4 buah
- Volume langkah torak total : 2164 cm3
- Diameter silinder: 83 mm
- Panjang langkah torak: 100 mm
- Perbandingan kompresi: 22 : 1
- Bahan bakar: Solar
- Pendingin: Air
- Daya poros: 47 BHP / 3200 rpm
- Negara pembuat: Jepang
- Tahun Pembuatan : 1987



Gambar 2 Skema peralatan penelitian

Instrumen pengukur yang tersedia dalaminstalasi percobaan motor bakar diantaranyaadalah *prony brake*, rpm meter (*tachometer*), *orsat apparatus*, *smoke opacitymeter* dan temperatur air pendingin, pengukur temperature pada berbagai titik ukur dan lain-lain.

Prosedur Penelitian

Untuk mendapatkan data penelitian yang akurat,metode pengujian dilakukan berdasarkan standar. Metode pengujiannya yaitu diakselerasi tanpa beban *(free running acceleration*). Standar pengukuran emisi gas buang berdasarkan SAE-J1667 (*snap accelerationtest procedure*).

Prosedur Pengujian

- Persiapan awal
  - Menyalakan pompa pengisi untuk mengisi air dalam tangki sampai *level* air mencapai tinggi aman.
  - Membuka keran air pada pipa-pipa yang mengalirkan air ke mesin dan ke *dynamometer.*
  - Mengatur debit air yang mengalir pada *flowmeter* pada debit tertentu dengan mengatur bukaan keran pada *flowmeter.*
  - *Power switch* ditekan untuk menghidupkan alat-alat ukur.
  - Menghidupkan alarm *dynamometer* yang akan memberitahukan jika terjadi *overheating* dan level air kurang.
  - Menyalakan *dynamo power control* dan atur kondisi poros mesin dalam keadaan tanpa beban
- Cara menghidupkan mesin
  - Setelah semua persiapan diatas dipenuhi, menyalakan kunci kontak pada posisi memanaskan mesin terlebih dahulu sampai indikator *glow signal* menyala.
  - Putar posisi kunci ke posisistart sambil *throttle valve*dibuka sedikit sampai mesin menyala (seperti menyalakan mesin mobil).
  - Setelah mesin menyala biarkan mesin berjalan beberapa saat untuk menstabilkan kondisi mesin.
- Cara mengambil data
  - Aturbukaan *throttle* pada bukaan yang diinginkan dengan membaca *throttle valveindicator* (%)
  - Aturputaran mesin (rpm) dengan mengatur pembebanan pada *dynamometer* sampai mendapatkan putaranyangdiinginkan (1000rpm, 1500 rpm, 2000 rpm, 2500 rpm, 3000 rpm).
  - Tunggukondisimesinstabilkemudian lakukan pengambilan data untuk semuadata yang diperlukan.

Teknik Analisis Data

Penelitian ini menggunakan metode statistika deskriptif dan analisis regresi. Metode statistik deskriptif merupakan metode statistik dengan mengumpulkan informasi atau data dari setiap hasil perubahan yang terjadi melalui eksperimen secara langsung. Statistik deskriptif frekuensi juga menjelaskan cara penyajian data, dengan tabel biasa maupun distribusi frekuensi, grafik garis maupun batang, diagram lingkaran, dan pictogram (Sugiyono, 2010:29).

HASIL PENELITIAN

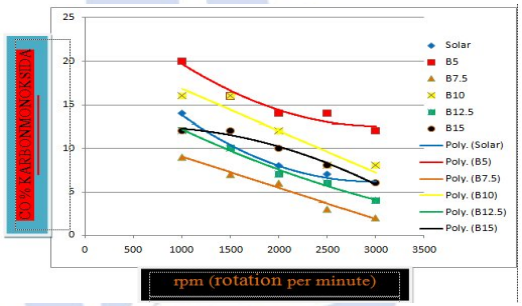
Karbonmonoksida (CO)

- Di bawah ini adalah tabel konsentrasi hasil laju perubahan karbonmonoksida yang menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel *degumming* asam sulfat dengan campuran B5, B7,5, B10, B12,5, B15.

Tabel 1. Putaran mesin (rpm) dan jenis bahan bakar solar dengan biodisel *degumming* asam sulfat terhadap kadar emisi gas buang CO

Putaran (rpm)	Karbonmonoksida (% volume)						Laju Perubahan Karbonmonoksida (Δ%)				
	Kel Standart	KelompokEksperimen									
	Solar	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	ΔB5	ΔB7.5	Δ10	ΔB12.5	ΔB15
1000	14	20	9	16	12	12	42,85	-35,71	14,28	-14.28	-14,00
1500	10	16	7	16	10	12	60.00	-30,00	20.00	00.00	20,00
2000	8	14	6	12	7	10	75,00	-25.00	50,00	75.00	25,00
2500	7	14	3	8	6	8	100,00	-57,14	14,28	-14,28	14,28
3000	6	12	2	8	4	6	100.00	-66,67	33.33	-33,33	00.00

Jika ditunjukkan dengan grafik adalah sebagai berikut :



Gambar 3. Grafik rpm vs CO

Pada solar variasi biodiesel *degumming* asam sulfat (B5, B7,5, B10, B12,5 dan B15) untuk 1000 rpm menghasilkan kadar CO sebesar 20%vol, 9%vol, 16%vol, 12%vol dan 12%vol. Sedangkan pada putaran 3000 rpm pada solar variasi diatas mengalami penurunan menjadi 12%vol, 2%vol, 8%vol, 4%vol dan 6%vol.

- Di bawah ini adalah tabel konsentrasi hasil laju perubahan Karbonmonoksida yang menggunakan bahan bakar solar dan biodiesel *degumming* asam cuka.

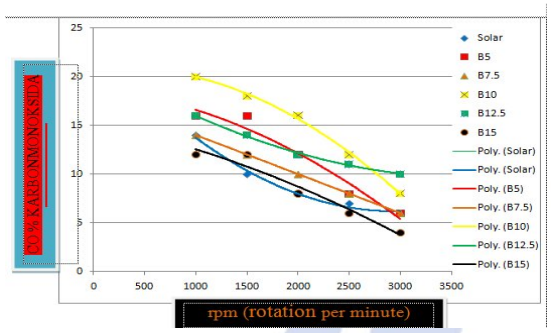
Tabel 2. Putaran mesin (rpm) dan jenis bahan bakar solar dengan biodisel *degumming* asam cuka terhadap kadar emisi gas buang CO

Putaran (rpm)	Karbonmonoksida (% volume)						Laju Perubahan Karbonmonoksida (Δ%)				
	Kel Standart	KelompokEksperimen									
	Solar	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	ΔB5	ΔB7.5	Δ10	ΔB12.5	ΔB15
1000	14	16	14	20	16	12	14,28	00.00	42,85	14,28	-14,28
1500	10	16	12	18	14	12	60.00	20.00	80.00	40.00	20,00
2000	8	12	10	16	12	8	50,00	25.00	100,00	50,00	00.00
2500	7	8	8	12	11	6	14,28	14,28	16,67	57,14	-14,28
3000	6	6	6	8	10	4	-33,33	00.00	33.33	66.67	-33,33

Untuk solar variasi biodiesel *degumming* asam cuka (B5, B7,5, B10, B12,5 dan B15) untuk 1000 rpm menghasilkan kadar CO sebesar 16%vol,

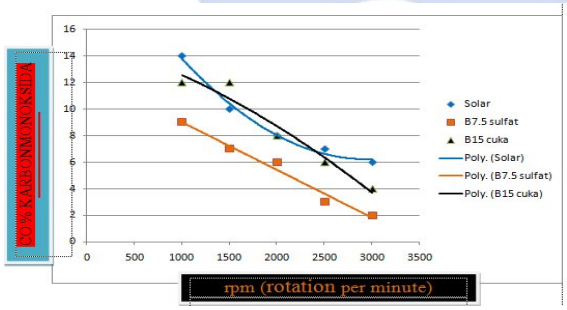
14%vol, 20%vol, 16%vol dan 12%vol. Sedangkan pada putaran 3000 rpm pada solar variasi diatas mengalami penurunan menjadi 6%vol, 8%vol, 10%vol dan 4%vol.

Jika ditunjukkan dengan grafik adalah sebagai berikut :



Gambar 4. Grafik rpm vs CO

- Perbandingan Emisi Gas Buang Karbonmonoksida (CO) Solar dengan Biodiesel *Degumming* asam sulfat dan asam cuka
  - Jika di bandingkan dari kedua Biodiesel yang paling optiamal adalah Biodiesel *degumming* asam sulfat, karena mampu menghasilkan CO yang rendah pada Biodiesel B7,5 dengan hasil 9%vol pada saat putaran 1000 rpm, sedangkan pada solar murni dan biodiesel *degumming* asam cuka menghasilkan 12%vol pada campuran B15.
  - Jika di simpulkan dalam grafik antara biodisel *degumming* asam sulfat B7,5 dan biodisel *degumming* asam cuka B15 yaitu sebagai berikut :



Gambar 5. Grafik rpm vs CO

Dari semua grafik diatas dapat terlihat bahwa penggunaan bahan bakar solar variasi pada mesin diesel Nissan D22 mengalami penurunan konsentrasi emisi gas buang CO dari bahan bakar biodiesel *degumming* asam sulfat dan asam cuka dibandingkan dengan solar murni.

Konsentrasi CO pada putaran 1000 rpm dari semua grafik menunjukkan kenaikan sampai pada putaran 3000 rpm. Hal ini disebabkan apabila kondisi kelebihan udara konsentrasi CO akan turun karena O_2 yang berasal dari udaracukup untuk memenuhi reaksi dengan karbon membentuk CO_2..

Karbondioksida (CO_2)

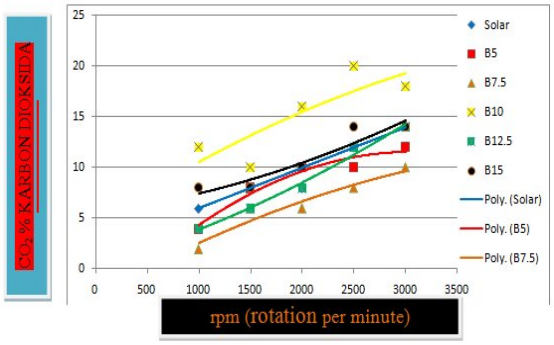
- Di bawah ini adalah tabel konsentrasi hasil laju perubahan CO_2 yang menggunakan bahan bakar biodiesel *degumming* asam sulfat.

Tabel 3. Putaran mesin (rpm) dan jenis bahan bakar solar dengan biodisel *degumming* asam sulfat terhadap kadar emisi gas buang CO_2

Putaran (rpm)	Karbondioksida (% volume)						Laju Perubahan Karbondioksida (Δ%)				
	Kel Standart	Kelompok Eksperimen									
	Solar	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	ΔB5	ΔB7.5	Δ10	ΔB12.5	ΔB15
1000	6	4	2	12	4	8	-33,33	-66,67	100,00	-33,33	33,33
1500	8	8	6	10	6	8	00,00	-25,00	25,00	-25,00	00,00
2000	10	10	6	16	8	10	00,00	-40,00	60,00	-20,00	00,00
2500	12	10	8	20	12	14	-16,67	-33,33	66,67	00,00	16,67
3000	14	12	10	18	14	14	-14,28	-28,57	28,57	00,00	00,00

Bahan bakar solar variasi biodiesel *degumming* asam sulfat (B5, B7,5, B10, B12,5 dan B15) terus mengalami kenaikan mulai putaran 1000-3000 rpm konsentrasi CO_2 dari B5 menghasilkan 4%vol menjadi 12%vol untuk B7,5 menghasilkan dari 2%vol menjadi 10%vol untuk B10 mengahsilkan dari 12%vol menjadi 18%vol untuk B12,5, menghasilkan dari 4%vol menjadi 14%vol untuk B15 menghasilkan dari 8%vol sampai 14%vol.

Jika ditunjukkan dengan grafik maka di peroleh sebagai berikut :



Gambar 6. Grafik rpm vs CO_2

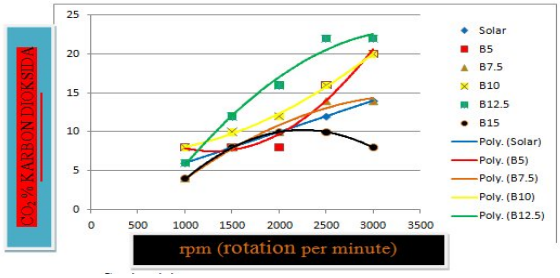
- Di bawah ini adalah tabel konsentrasi hasil laju perubahan CO_2 yang menggunakan bahan bakar biodiesel *degumming* asam cuka.

Tabel 4. Putaran mesin (rpm) dan jenis bahan bakar solar dengan biodisel *degumming* asam s cuka terhadap kadar emisi gas buang CO_2

Putaran (rpm)	Karbondioksida (% volume)						Laju Perubahan Karbondioksida (Δ%)				
	Kel Standart	Kelompok Eksperimen									
	Solar	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	ΔB5	ΔB7.5	Δ10	ΔB12.5	ΔB15
1000	6	8	4	8	6	4	33,33	-33,33	33,33	00,00	-33,33
1500	8	8	8	10	12	8	00,00	00,00	00,00	50,00	25,00
2000	10	8	10	12	16	10	-20,00	00,00	20,00	60,00	00,00
2500	12	16	14	16	22	10	33,33	16,00	33,33	83,33	-16,00
3000	14	20	14	20	22	8	42,85	00,00	42,85	57,14	-42,85

Universitas Negeri Surabaya

Jika dilihat dari hasil grafik yaitu :



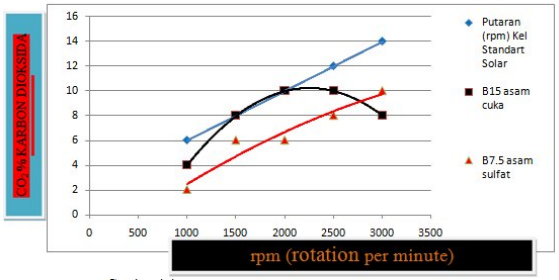
Gambar 7. Grafik rpm vs CO_2

- Kemudian Pada tabel dan grafik bahan bakar (CO_2) Solar dengan Biodiesel *Degumming* asam sulfat dan asam cuka.

Dari kedua grafik di atas jika di bandingkan dari kedua biodiesel CO_2 yang paling rendah yaitu biodiesel *degumming*solar variasi biodiesel *degumming* asam cuka (B5, B7,5, B10, B12,5 dan B15) juga terus mengalami kenaikan mulai putaran 1000-3000 rpm konsentrasi CO_2 dari B5 yang menghasilkan 8%vol menjadi 20%vol untuk B7,5 menghasilkan dari 4 %vol menjadi 14%vol untuk B10 menghasilkan dari 8%vol menjadi 20%vol untuk B12,5 menghasilkan dari 6%vol menjadi 22%vol untuk B15 menghasilkan dari 4%vol sampai 8%vol.

- Perbandingan Emisi Gas Buang Karbondioksida

asal sulfat yaitu pada B7,5 yang menghasilkan pada putaran 1000 rpm menunjukkan konsentrasi CO_2 paling rendah yaitu sebesar 2%vol dan terus mengalami kenaikan hingga putaran 3000 rpm yaitu sebesar 10%vol, jika di bandingkan dengan konsentrasi CO_2 dari biodiesel *degumming* asam cuka, B15 menghasilkan konsentrasi paling rendah yaitu dari 4%vol sampai 8%vol.



Gambar 8. Grafik rpm vs CO_2

Pada hasil dari semua pengujian dari rpm 1000 sampai rpm 3000 menghasilkan pada kenaikan rpm sampai rpm 3000 mengalami kenaikan dikarenakan CO_2 hal ini di sebabkan pada putaran 3000 rpm merupakan kondisi kelebihan udara konsentrasi CO akan turun karena oksigen yang berasal dari udara cukup untuk memenuhi reaksi dengan karbon membentuk CO_2 dan CO_2 akan semakin tinggi.

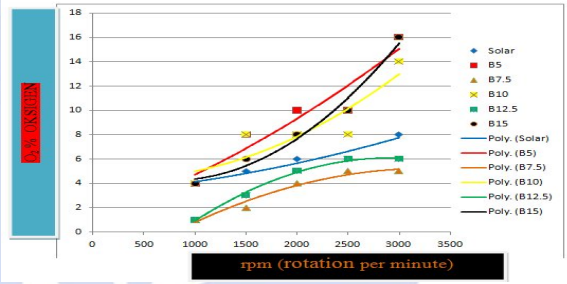
Oksigen (O_2)

- Di bawah ini adalah tabel konsentrasi hasil laju perubahan O_2 yang menggunakan bahan bakar biodiesel *degumming* asam sulfat.

Tabel 5. Putaran mesin (rpm) dan jenis bahan bakar solar dengan biodisel *degumming* asam sulfat terhadap kadar emisi gas buang O_2

Putaran (rpm)	Oksigen (% volume)						Laju Perubahan Oksigen (Δ%)				
	Kel Standart	Kelompok Eksperimen									
	Solar	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	ΔB5	ΔB7.5	Δ10	ΔB12.5	ΔB15
1000	4	4	1	4	1	4	00,00	-75,00	00,00	-75,00	00,00
1500	5	8	2	8	3	6	60,00	-60,00	60,00	-40,00	100,00
2000	6	10	4	8	5	8	66,67	-33,33	33,33	-16,67	33,33
2500	6	10	5	8	6	10	66,67	-16,67	33,33	00,00	66,67
3000	8	16	5	14	6	16	100,00	87,05	75,00	-25,00	100,00

Jika di lihat darigrafik yang menunjukkan presentasie dari O_2 yang di hasilkan dari biodiesel *degumming* asam sulfat.



Gambar 9. Grafik rpm vs O_2

Konsentrasi O_2 yang dihasilkan dari putaran 1000 rpm sangat rendah dan bergerak naik seiring dengan naiknya putaran mesin. Pada putaran 1000 rpm konsentrasi O_2 yang dihasilkan: B5 menghasilkan 4%vol untuk B7,5 menghasilkan 1%vol untuk B10 menghasilkan 4%vol untuk B12,5 menghasilkan 1%vol, dan B15 menghasilkan 4%vol. Sedangkan pada puataran 3000 rpm O_2 yang dihasilkan B5 menghasilkan 16%vol untuk B7,5 menghasilkan 5%vol untuk B10 menghasilkan 14%vol untuk B12,5 menghasilkan 6%vol dan untuk B15 menghasilkan 16% vol.

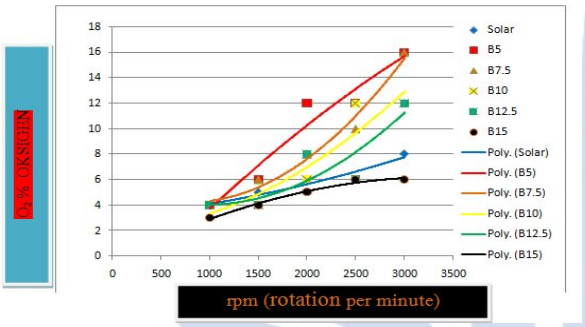
- Di bawah ini adalah tabel konsentrasi hasil laju perubahan O_2 yang menggunakan bahan bakar biodiesel *degumming* asam cuka.

Tabel 6. Putaran mesin (rpm) dan jenis bahan bakar solar dengan biodisel *degumming* asam cukaterhadap kadar emisi gas buang O_2

Putaran (rpm)	Oksigen (% volume)						Laju Perubahan Oksigen (Δ%)				
	Kel Standart	Kelompok Eksperimen									
	Solar	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	ΔB5	ΔB7.5	Δ10	ΔB12.5	ΔB15
1000	4	4	4	4	4	3	00,00	00,00	00,00	00,00	50,00
1500	5	6	6	4	4	4	20,00	20,00	-20,00	-20,00	-20,00
2000	6	12	8	6	8	5	100,00	33,33	00,00	33,33	-16,67
2500	6	12	10	12	6	6	100,00	66,67	100,00	00,00	00,00
3000	8	16	16	12	12	6	100,00	100,00	50,00	50,00	-25,00

Konsentrasi O_2 yang dihasilkan bahan bakar biodiesel *degumming* asam cuka dari putaran 1000 rpm sangat rendah dan bergerak naik seiring dengan naiknya putaran mesin. Pada putaran 1000 rpm konsentrasi O_2 yang dihasilkan: B5 menghasilkan 4%vol untuk B7,5 menghasilkan 4%vol untuk B10 menghasilkan 4%vol untutk B12,5 menghasilkan 6%vol, dan B15 menghasilkan 4%vol. Sedangkan pada puataran 3000 rpm O_2 yang dihasilkan B5 menghasilkan 16%vol untuk B7,5 menghasilkan 16%vol untuk B10 menghasilkan 12%vol untuk B12,5 menghasilkan 6%vol dan untuk B15 menghasilkan 12% vol.

Jika dilihat dari grafik Konsentrasi O_2 yang dihasilkan bahan bakar biodiesel *degumming* asam cuka.

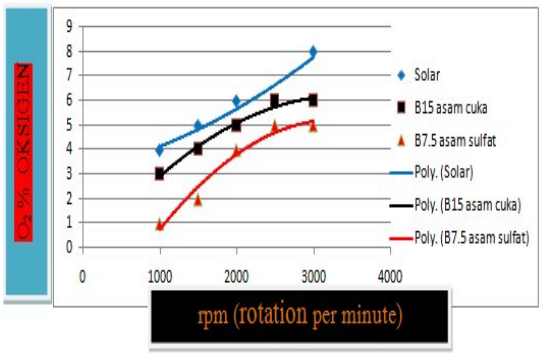


Gambar 10. Grafik rpm vs O_2

- Perbandingan Emisi Gas Buang Oksigen (O_2) Solar dengan Biodiesel *Degumming* asam sulfat dan asam cuka

Dari kedua grafik diatas menghasilkan konsentrasi O_2 terendah pada B7,5 pada biodiesel asam sulfat yaitu 5%vol pada putaran 3000 rpm sedangkan untuk biodiesel *degumming* asam cuka konsentrsi O_2 terendah yaitu B15 yang menghasilkan 6%vol pada putaran 3000 rpm. hal ini berarti konsentrasi O_2 pada proses pembakaran pasti memerlukan oksigen (O_2).

Proses pembakaran dikatakan pembakaran sempurna jika oksigen yang digunakan untuk proses pembakaran habis terbakar dan menghasilkan senyawa CO_2. Jika semakin cepat putaran mesin, semakin cepat pula proses pembakaran yang terjadi dan semakin besar juga konsentrasi O_2 yang dihasilkan karena piston tidak cukup waktu untuk membakar semua bahan bakar dan udara.



Gambar 11. Grafik rpm vs O_2

Opasitas

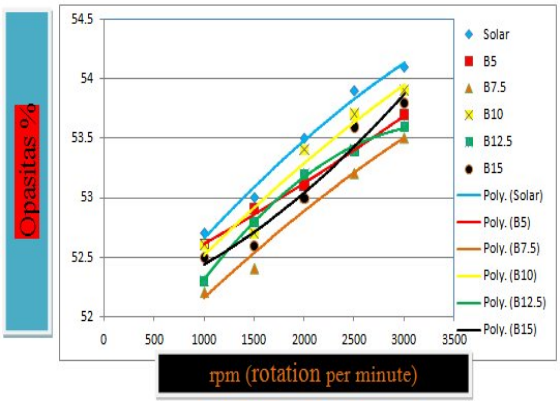
Berdasarkan data hasil pengujian emisi gas buang bahan bakar pada *Diesel Smoke Tester* Di Laboratorium Motor Bakar Universitas Brawijaya.

- Di bawah ini adalah tabel konsentrasi hasil laju perubahan Opasitas yang menggunakan bahan bakar biodiesel *degumming* asam sulfat.

Tabel 7. Putaran mesin (rpm) dan jenis bahan bakar solar dengan biodisel *degumming* asam sulfat terhadap kadar emisi gas buang Opasitas

Putaran (rpm)	Opasitas (% volume)						Laju Perubahan Opasitas (Δ%)				
	Kel Standart	Kelompok Eksperimen									
	Solar	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	ΔB5	ΔB7.5	Δ10	ΔB12.5	ΔB15
1000	52,7	52,6	52,2	52,6	52,3	52,5	-0,18	-0,94	-0.18	-0,90	-0,37
1500	53,0	52,9	52,4	52,7	52,8	52,6	-0,18	-1,13	-0,56	-0,37	-0,75
2000	53,5	53,1	53,0	53,4	53,2	53,0	-0,74	-0,93	-0,18	-0,70	-0,93
2500	53,9	53,4	53,2	53,7	53,4	53,6	-0,92	-1,29	-0,37	-0,92	-0,55
3000	54,1	53,7	53,5	53,9	53,6	53,8	-0,73	-1,10	-0,36	-0,92	-0,55

Pada bahan bakar campuran solar dengan biodiesel *degumming* asam sulfat masing-masing campuran tidak jauh beda dengan bahan bakar solar murni. Opasitas yang dihasilkan dari putaran 1000 rpm sangat rendah dan bergerak naik seiring dengan naiknya putaran mesin. Pada putaran 1000 rpm opasitas yang dihasilkan: untuk B5 menghasilkan 52,6%vol untuk B7,5 menghasilkan 52,2%vol untuk B10 menghasilkan 52,6%vol untuk B12,5 menghasilkan 52,3%vol dan B15 menghasilkan 52,5%vol. Sedangkan pada putaran 3000 rpm opasitas yang dihasilkan B5 yaitu 53,7 %vol untuk B7,5 menghasilkan 53,5%vol untuk B10 menghasilkan 53,9%vol untuk B12,5 menghasilkan 53,6%vol dan B15 menghasilkan 53,8%vol.



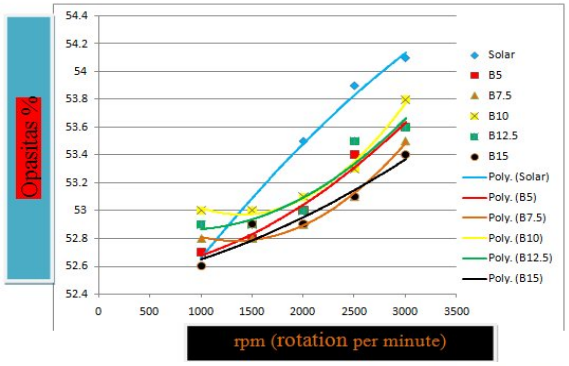
Gambar 12. Grafik rpm vs Opasitas

- Di bawah ini adalah tabel konsentrasi hasil laju perubahan Opasitas yang menggunakan bahan bakar biodiesel *degumming* asam cuka.

Tabel 8. Putaran mesin (rpm) dan jenis bahan bakar solar dengan biodisel *degumming* asam cuka terhadap kadar emisi gas buang Opasitas

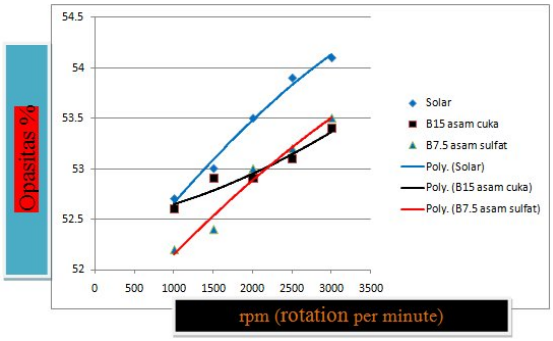
Putaran (rpm)	Opasitas (% volume)						Laju Perubahan Opasitas (Δ%)				
	Kel Standart	Kelompok Eksperimen									
	Solar	B5	B7.5	B10	B12.5	B15	ΔB5	ΔB7.5	Δ10	ΔB12.5	ΔB15
1000	52,7	52,7	52,8	53,0	52,9	52,6	0,0	0,18	0,56	0,37	-0,18
1500	53,0	52,8	52,8	53,0	52,9	52,9	-0,37	-0,37	0.0	-0,18	-0,18
2000	53,5	53,0	52,9	53,1	53,0	52,9	-0,93	-1,12	-0,74	-0,93	-1,12
2500	53,9	53,4	53,1	53,3	53,5	53,1	-0,92	-1,48	-1,11	-0,74	-1,48
3000	54,1	53,6	53,5	53,8	53,6	53,4	-0,92	-1,10	-0,55	-0,92	-1,29

Pada bahan bakar campuran solar dengan biodiesel *degumming* asam cuka masing-masing campuran tidak jauh beda dengan bahan bakar solar murni. Opasitas yang dihasilkan dari putaran 1000 rpm sangat rendah dan bergerak naik seiring dengan naiknya putaran mesin. Pada putaran 1000 rpm opasitasyang dihasilkan: untuk B5 menghasilkan 52,7%vol untuk B7,5 menghasilkan 52,8%vol untuk B10 menghasilkan 53,0%vol untuk B12,5 menghasilkan 52,9%vol dan B15 menghasilkan 52,6%vol. Sedangkan pada putaran 3000 rpm opasitas yang dihasilkan B5 yaitu 53,6%vol untuk B7,5 menghasilkan 53,5%vol untuk B10 menghasilkan 53,8%vol untuk B12,5 menghasilkan 53,6%vol dan B15 menghasilkan 53,4%vol.



Gambar 13. Grafik rpm vs Opasitas

Dari kedua grafik opasitas menunjukkan opasitas rata-rata sudah memenuhi standart pemerintah di mana kendaraan mesin diesel untuk di bawah 2010 harus memenuhi opasitas kurang dari 70% sedangkan biodiesel dari *degumming* asam sulfat dan asam cuka ini tertinggi opasitasnya di peroleh B10 yaitu untuk biodiesel *degumming* asam sulfat rpm 1000 menghasilkan 52,6%vol dan rpm 3000 menghasilkan 53,9%vol dan untuk biodiesel *degumming* asam cuka hasil tertinggi B10 yaitu 53,0%vol untuk 1000 rpm dan pada posisi 3000 rpm di peroleh 53,8%vol. Rentang jika di bandingkan dengan solar murni masih jauh, dimana solar murni menghasilkan nilai opasitas untuk 53,7%vol pada 1000 rpm dan untuk 3000 rpm menghasilkan 54,1%vol.



Gambar 14. Grafik rpm vs Opasitas

Dengan ini membuktikan bahwa penambahan Biodiesel sangat berpengaruh pada penurunan emisi gas buang, dan terbukti pula minyak nyamplung ini jika di pakai untuk biodiesel sangat baik untuk menurunkan emisi gas buang pada mesin diesel.

PENUTUP

Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian, analisa, dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh penggunaan bahan bakar solar di tambah dengan Biodiesel *degumming* asam sulfat dan asam cukaterhadap emisi gas buang Mesin Diesel Nissan D-22 dapat disimpulkan sebagai berikut :

- Perbandingan campuran bahan bakar solar dan biodiesel dari biji nyamplung yang optimal untuk mesin Mesin Diesel Nissan D-22 terhadap CO, CO_2, konsentrasi O_2 dan opasitas dengan penambahan biodiesel *degumming* asam sulfat pada perbandingan B7,5 sedang campuran bahan bakar *degumming* asam cuka pada perbandingan B15.
- Pengaruh penambahan biodiesel dari minyak biji nyamplung dengan proses *degumming* asam sulfat dan asam cuka yang di campur dengan solar yang optimal untuk mesin Diesel D-22 terhadap CO, CO_2, konsentrasi O_2 dan opasitas adalah pencampuran bahan bakar solar dengan biodiesel dari minyak nyamplung dengan *degumming* sulfat pada campuran B7,5 dan pencampuran bahan bakar solar dengan biodiesel dari minyak nyamplung *degumming* asam cuka pada campuran B15. Hal ini untuk biodiesel *degumming* asam sulfat dapat dibuktikan dengan:
  - Penurunan karbonmonoksida (CO) pada B7,5 sebesar 2 % vol dengan peningkatan presentase sebesar 66,66% pada putaran 3000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
  - Peningkatan karbondioksida (CO_2) pada B7,5 sebesar 10 %vol dengan peningkatan presentase sebesar 28,57% pada putaran 3000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
  - Penurunan konsentrasi oksigen (O_2) pada B7,5 sebesar 5 %vol dengan penurunan presentase

sebesar 87,05% pada putaran 3000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
- Penurunan konsentrasi opasitas pada B7,5 sebesar 53,5 %vol dengan penurunan presentase sebesar 1,10% pada putaran 3000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.

Sedangkan pada biodiesel *degumming* asam cuka dapat dibuktikan sebagai berikut:
- Penurunan karbonmonoksida (CO) pada B15 sebesar 4 %vol dengan peningkatan presentase sebesar 66,67% pada putaran 3000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
- Peningkatan karbondioksida (CO_2) pada B15 sebesar 8 %vol dengan peningkatan presentase sebesar 42,85% pada putaran 3000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
- Penurunan konsentrasi oksigen (O_2) pada B15 sebesar 6 %vol dengan penurunan presentase sebesar 25,00% pada putaran 3000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
- Penurunan konsentrasi Opasitas pada B15 sebesar 53,4%vol dengan penurunan presentase sebesar 1,29% pada putaran 3000 rpm dibandingkan dengan menggunakan bahan bakar solar murni.
- Penurunan dari masing-masing emisi yang meliputi CO, CO_2, O_2, dan Opasitas yang paling optimal adalah biodiesel *degumming* asam sulfat B7,5 di bandingkan dengan biodiesel *degumming* asam cuka B15 dan solar murni.

Saran

Dari serangkaian pengujian, perhitungan dan analisa data dan pengambilan simpulan yang telah dilakukan, maka dapat diberikan beberapa saran sebagai berikut:

- Penelitian ini dilakukan pada Mesin Diesel Nissan D-22, diharapkan ada penelitian lanjutan dengan menggunakan mesin diesel lain dengan syarat syarat sesuai perbandingan kompresi yang ditentukan.
- Pengambilan data harus sesuai dengan prosedur pengujian terutama pada saat pengujian pada emisi gas buang disarankan untuk pengujian opasitas di lakukan di tempat lain, karena perawatan mesin juga berpengaruh.
- Penelitian lanjutan di harapkan agar menguji campuran yang lain atau yang lebih tinggi agar dapat di ketahui apakah campuran yang melebihi B15 bisa lebih optimal atau sebaliknya.

DAFTAR PUSTAKA

Anonim, *Asam lemak* (online), http://id.wikipedia.org/wiki/Asam_lemak diakses pada 21 Desember 2013

Anonim. *Biodiesel*.. Columbia University Press. Encyclopedia. 2009.

Anomin, *Calophyllum (Nyamplung)* (Online), http://id.wikipedia.org/wiki/Calophyllum diakses pada 25 Desember 2013

Anonim. *Jenis-jenis bahan bakar alternatif* (Online), http://febrianmp.blogspot.com/2012/03/10-jenis-bahan-bakar-alternatif.html, diakses 15 oktober 2013.

Anonim, *Peningatan penggunaan bahan bakar minyak* (online), http://lifestyle.kompasiana.com/urban/2011/07/15/peringkat-peningkatan-kuota-penggunaan-bbm-di-indonesia-381196.html diakses pada 21 Desember 2013 / BPS

Anonim, *Rumus benzena* (online), http://perpustakaancyber.blogspot.com/2013/01/benzena-bahaya-rumus-soal-reaksi-substitusi.html. diakses pada 5 November 2013

Anonim, *Spesifikasi biodiesel* (onine), http://www.crimsonrenewable.com/biodiesel-specifications.pdf diakses pada 5 November 2013

Anonim, *Standard Kandungan Minyak Solar* (online), http://www.oocities.org/taft_id/solar.htm diakses pada 28 Desember 2013

Anonim, *Tatanan benzana dan turunannya* (online), http://rolifhartika.wordpress.com/kimia-kelas-xii/senyawa-organik/tatanama-benzena/ diakses pada 28 Desember 2013

Arikunto, Suharsimi. 2006. *Prosedur Penelitian Suatu Pendekatan Praktek*. Jakarta. Rineka Cipta.

Arismunandar, wiranto, 1997. *Motor Diesel Putaran Tinggi, Jakarta*: PT. Pradnya Paramitha.

Amarta ahmad. 2010. *Uji Coba Biodiesel Biji Karet Secara Drywash System Sebagai Extender Solar Pada Unjuk Kerja Motor Diesel*. Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Negeri Surabaya.

Avianto, Teten. 2003. Didalam Sulihan, Rachmad S.H. dan Roziq M, Ahmad. 2008 *Pemanfaatan Biji Buah Nyamplung Sebagai Biodiesel Untuk Mengatasi Krisis Energi di Indonesia*. PKM, Universitas Negeri Surabaya.

Bozbas, 2005. Di dalam Akbar, Emil. 2009. *Characteristic and Composition of Jatropha Curcas Oil Seed from Malaysia and its Potential as Biodiesel Feedstock.* European Journal of Scientific Research. http://www.eurojournals.com/ejsr.htm

Demirbas, Ahyan. 2008. Didalam Hernando, Rifky. 2013. *Perbaikan Kualitas Minyak Biji Karet (CRSO) Melalui Proses Degumming Menggunakan Zeolit dan Karbon Aktif Sebagai Bahan Baku Pembuatan Biodiesel*. Skripsi diterbitkan. Universitas Negeri Surabaya.

Harjono. A. 2001. *Teknologi Minyak Bumi*. Yogyakarta: Gadjah Mada University Press.

Heywood, Jhon.,B. 1988. *Internal Combustion Engine Fundamentals*. United State of America. McGraw-Hill,Inc.

Kehutanan, Departemen., 2008. Nyamplung Sumber energi biofuel yang potensial. Jakarta.

Keteran, 1986. *Minyak dan Lemak Pangan*. Jakarta: UI-Press.

Knothe, G., Gerpen, J.V. dan Krahl, Jurgen., 2005. The Biodiesel Handbook. Champaign, Illinois : AOCS Press. Prastyanto, Bambang, Bambang Sudarmanta. 2012. *Pengaruh Penambahan Biodiesel Dari Minyak Biji Nyamplung (C.Inophyllum) Pada Bahan Bakar Solar Terhadap Hasil Unjuk Mesin Diesel Generator Set*. JURNAL TEKNIK POMITS Vol. 1, No. 1, (2012). Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS).

Mustafa. Di kutip dari skripsi Winarto (2013) " Studi Komparasi Performa Mesin Berbahan Bakar Solar dan Campuran Solar Dengan Volatile Fatty Acid Degraded (VFAD) Pada Mesin Diesel Nissan D-22.

Obert, Edward F. 1973. *Internal Combustion Engine and Air Pollution*. Third Edition. New York: Harper & Row, Publisher, Inc.

Prawito. 2012. *Biodiesel*. (Online), (http://chemical-engineer.digitalzones.com, diakses 17 September 2013)

Rifky Hernando. 2013. *perbaiakan kualitas minyak biji karet melalui proses degumming menggunakan asam sitrat ($C_6H_8O_7$) sebagai bahan baku pmbuatan biodiesel*. Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Negeri Surabaya.

Sarifudin. 2013. *perbaikan kualitas minyak biji karet (CRSO) melalui proses degumming menggunakan zeolit dan karbon aktif sebagai bahan baku pembuatan biodiesel*. Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Negeri Surabaya.

Segers dan Sande, van. 1990. Didalam Lindawati, 1998. *Degumming Lemak Tengkawang (shorea spp.) Dengan Asam Sitrat dan Asam Fosfat*. Institut Pertanian Bogor

Sumarna, Deny. 2006. *keuntungan proses wet degumming dibanding dry degumming pada pemurnian minyak sawit kasar*. Skripsi tidak diterbitkan. Universitas Mulawarman.

Susila, I Wayan. 2009. *Pengembangan Proses Produksi Biodiesel Biji Karet Metode Non-Katalis "Superheated Methanol" pada Tekanan Atmosfir.* Surabaya: Fakulats Teknik Universitas Negeri Surabaya.

Swisscontact, 2001, *Pengetahuan Dasar Perawatan Kendaraan Niaga (Bus),* Jakarta: Clean Air Project.

Sugiyono, Dr. 2010. *Statistika Untuk Penelitian*. Bandung: Alfabeta

Sukoco, Arifin. 2008, Teknologi Motor Diesel

S. David indrawan. 2013. *perbaikan kualitas minyak biji karet melalui proses degumming menggunakan natrium hidrosida (NaOH) sebagai bahan baku pembuatan biodiesel*. Skripsi tidak diterbitkan, Universitas Negeri Surabaya.

TIM. 2010. *Panduan Penulisan Skripsi Program S1*. Surabaya: Jurusan Pendidikan Teknik Mesin. Fakultas Teknik. Universitas Negeri Surabaya.

Toyota Astra Motor, (1995) Training Manual New Step 2, Jakarta: P.T Toyota Astra Motor.

Tjokrowisastro dan Widodo. 1990. *Teknik Pembakaran Dasar dan Bahan Bakar.* Surabaya: Institut Teknologi Sepuluh November.

Toyota Astra Motor, (1995) Training Manual New Step 1, Jakarta: P.T Toyota Astra Motor.

Warju. 2009. *Pengujian emisi gas buang Kendaraan Barmotor*. Surabaya: Unesa University Press.

Warju. 2010. *Teknik pembakaran dan bahan bakar.* Surabaya: Unesa University Press.