



**PENGARUH PENGGUNAAN KARBON AKTIF PADA
SALURAN BUANG TERHADAP EMISI GAS BUANG
SEPEDA MOTOR**

SKRIPSI

**Skripsi ini ditulis sebagai salah satu syarat
untuk memperoleh gelar Sarjana Pendidikan
Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif**

oleh
Anton Wicaksana
5202412073

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

**JURUSAN TEKNIK MESIN
FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG
2016**

PENGESAHAN

Skripsi dengan judul "Pengaruh Penggunaan Karbon Aktif Pada Saluran Buang Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor" telah dipertahankan di depan sidang Panitia Ujian Skripsi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang pada tanggal 8 September 2016.


Oleh

Nama : Anton Wicaksana
NIM : 5202412073
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif S1

Panitia Ujian :

Ketua

Sekretaris

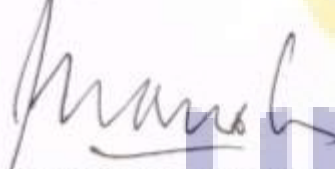

Rusiyanto, S.Pd., M.T.
NIP. 197403211999031002



Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T.
NIP. 196901061994031003

Penguji I

Penguji II/ Pembimbing I

Penguji III/ Pembimbing II



Drs. Winarno DR, M.Pd.
NIP.195210021981031001


Dr. Hadroni, S.Pd., MT.
NIP.196908071994031004


Dr. Abdurahman, M.Pd.
NIP.196409031985031002

UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Mengetahui,
Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang


Dr. Nur Qudus, M.T.
NIP. 196911301994031001

PERNYATAAN KEASLIAN

Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama Mahasiswa : Anton Wicaksana
NIM : 5202412073
Program Studi : Pendidikan Teknik Otomotif S1
Fakultas : Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang

Dengan ini menyatakan bahwa skripsi dengan judul “Pengaruh Penggunaan Karbon Aktif Pada Saluran Buang Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor” ini merupakan hasil karya saya sendiri dan belum pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu perguruan tinggi manapun, dan sepanjang pengetahuan saya dalam skripsi ini tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

Semarang, Agustus 2016

Yang membuat pernyataan



Anton Wicaksana

NIM. 5202412073

ABSTRAK

Wicaksana, Anton. 2016. Pengaruh Penggunaan Karbon Aktif Pada Saluran Buang Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor. Skripsi. Jurusan Teknik Mesin Fakultas Teknik. Universitas Negeri Semarang. Dr. Hadromi, S.Pd., MT., Dr. Abdurrahman, M.Pd.

Kata kunci : Karbon aktif tempurung kelapa, penyerap (adsorben), pori-pori, emisi gas buang

Kemajuan teknologi di bidang transportasi harus disinergikan dengan perbaikan dalam pengolahan emisi gas buang. Pengolahan emisi gas buang yang baik dapat berdampak pada emisi yang semakin ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh penggunaan karbon aktif tempurung kelapa pada saluran buang terhadap emisi gas buang sepeda motor.

Penelitian ini menggunakan metode eksperimen dengan statistik deskriptif. Variabel bebas yang digunakan dalam penelitian adalah variasi volume silindris karbon aktif. Variabel terikat dalam penelitian ini adalah emisi gas buang CO dan HC.

Hasil penelitian menunjukkan adanya pengaruh penggunaan karbon aktif tempurung kelapa pada saluran buang terhadap emisi gas buang sepeda motor berupa penurunan konsentrasi emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan sepeda motor. Menurunnya emisi gas buang karena karbon aktif bersifat penyerap (adsorben) dan memiliki permukaan pori-pori yang luas untuk menyerap partikel gas buang sehingga mampu menurunkan kadar CO dan HC pada emisi. Kadar CO terendah pada volume silindris karbon aktif 482,4 cm³ dengan rata-rata 2,15967 %. Begitupun kadar HC terendah pada volume silindris karbon aktif 482,4 cm³ dengan rata-rata 719,333 ppm.

Saran dari penelitian ini adalah apabila ingin menurunkan emisi gas buang terutama CO dan HC sebaiknya menggunakan media adsorben karbon aktif dengan volume 482,4 cm³. Karena karbon aktif yang dibentuk berasal dari bentuk serbuk, maka perlu dilakukan pengecekan terhadap media adsorben tersebut dari kondisi pecah atau rapuh. Perlu diteliti mengenai variasi suhu aktivasi pada karbon aktif untuk mengetahui berapa suhu aktivasi yang paling baik untuk mengaktifkan arang tempurung kelapa. Perlu diteliti mengenai seberapa lama karbon aktif secara maksimal digunakan sebagai adsorben gas buang sehingga mencapai titik jenuhnya. Perlu diteliti mengenai penggunaan bahan kimia aktivator untuk memutus ikatan hidrokarbon sehingga pori-pori permukaan arang menjadi lebih luas. Karena teknologi semakin maju maka perlu diadakan penelitian penggunaan karbon aktif pada sepeda motor tipe injeksi.

ABSTRACT

Wicaksana, Anton. 2016. *Influence of use active carbon in exhaust manifold to emission of exhaust gases on motorcycle. Final Project. Mecanical Engineering Departement. Faculty of Engineering. Semarang State University. Dr. Hadromi, S.Pd., MT., Dr. Abdurrahman, M.Pd.*

Keyword: Coconut shell activated carbon, sorbent (adsorbent), pores, emission of exhaust gases

Technological advances in transportation sector should be synergized with the processing emission of exhaust gases. The better processing emission of exhaust gases can have an impact on more environmentally friendly emissions. The purpose of this research is to know the effect of use active carbon in exhaust manifold to emission of exhaust gases on motorcycle.

This research used experimental methods with descriptive statistic. The independent variable used in this research was variation of active carbon volume. The independent variables in this research was emission of exhaust gases CO and HC.

Result of this research showed that the effect of the use of coconut shell activated carbon from exhaust of the motorcycle exhaust emissions is decrease in the concentration of exhaust emissions of CO and HC that produced by motorcycles. The reduced exhaust emissions because activated carbon is an absorbent (adsorbent) and has a large pores surface to absorb the exhaust gases so as to reduce levels of CO and HC emissions. Low CO levels in activated carbon length of 12 cm with the average 2.15967%. Likewise HC lowest levels on activated carbon length of 12 cm with an average of 719.333 ppm.

Suggestions from this research is if you want to reduce exhaust gas emissions, especially CO and HC should use activated carbon adsorbent media with volume of 482,4 cm³. Because the activated carbon derived from the formed powder form, it is necessary to check on the adsorbent media from broken or brittle condition. Need to be examined on an activation temperature variations on activated carbon to determine how best activation temperature to activate the coconut shell charcoal. Needs to be examined as to how long maximally activated carbon is used as adsorbent exhaust gases to reach a saturation point. Needs to be examined regarding the use of the chemical activator to break the hydrocarbons so that the pores of the surface of the charcoal becomes wider. Because technology has advanced it is necessary to research the use of activated carbon in injection motorcycle.

PRAKATA

Alhamdulillah rabbil'alamin, puji syukur penulis panjatkan kehadiran Allah SWT atas segala nikmat, rahmat dan hidayah-Nya, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi dengan judul "Pengaruh Penggunaan Karbon Aktif Pada Saluran Buang Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor" dalam rangka menyelesaikan studi Strata Satu untuk mencapai gelar Sarjana Pendidikan di Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.

Penulis menyadari sepenuhnya bahwa tersusunnya skripsi ini berkat dukungan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, ijinkanlah penulis dengan kerendahan hati mengucapkan terima kasih kepada :

1. Dr. Nur Qudus, M.T., Dekan Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
2. Rusiyanto, S.Pd., M.T., Ketua Jurusan Teknik Mesin Universitas Negeri Semarang.
3. Dr. Dwi Widjanarko, S.Pd., S.T., M.T., Ketua Program Studi Pendidikan Teknik Otomotif Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang.
4. Dr. Hadromi, S.Pd., M.T., Pembimbing 1 dan Penguji Pendamping 1 yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.
5. Dr. Abdurrahman, M.Pd., Pembimbing 2 dan Penguji Pendamping 2 yang telah memberikan bimbingan, arahan dan motivasi kepada penulis dalam penyusunan skripsi ini.

6. Drs. Winarno Dwi Raharjo, M.Pd., Penguji Utama I yang telah memberikan banyak masukan dan saran.
7. Kedua orang tua dan adik-adik saya tercinta yang selalu menyayangi, menyemangati dan mendoakan yang terbaik untuk saya.
8. Teman-teman Pendidikan Teknik Otomotif, Jurusan Teknik Mesin angkatan 2012.
9. Semua pihak yang telah membantu penyusunan skripsi ini.

Penulis mengharapkan kritik dan saran yang mambangun dalam perbaikan skripsi ini. Semoga apa yang ada dalam skripsi ini dapat bermanfaat.

Semarang, Agustus 2016

Anton Wicaksana



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR ISI

	Halaman
HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN	iii
ABSTRAK	iv
<i>ABSTRACT</i>	v
PRAKATA	vi
DAFTAR ISI.....	viii
DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN	x
DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I. PENDAHULUAN.....	1
A. Latar Belakang Masalah.....	1
B. Identifikasi Masalah	5
C. Pembatasan Masalah	6
D. Rumusan Masalah	6
E. Tujuan Penelitian	7
F. Manfaat Penelitian	7
BAB II. KAJIAN PUSTAKA.....	8
A. Kajian Teori	8
B. Kajian Penelitian yang Relevan	26

C. Kerangka Pikir Penelitian	27
D. Hipotesis/Pertanyaan Penelitian.....	28
BAB III. METODE PENELITIAN.....	29
A. Bahan Penelitian.....	29
B. Alat dan Skema Peralatan Penelitian	32
C. Prosedur Penelitian.....	36
1. Diagram Alir Pelaksanaan Penelitian.....	36
2. Proses Penelitian	37
3. Data Penelitian	41
4. Analisis Data	44
BAB IV. HASIL PENELITIAN	46
A. Hasil Penelitian	46
B. Pembahasan	51
C. Keterbatasan Penelitian	59
BAB V. PENUTUP	60
A. Simpulan	60
B. Saran Pemanfaatan Hasil Penelitian	60
DAFTAR PUSTAKA	62
LAMPIRAN – LAMPIRAN	64

DAFTAR SIMBOL DAN SINGKATAN

Simbol	Arti
\AA	<i>Angstrom</i>
μm	<i>micrometer</i>
λ	<i>lamda</i>

Singkatan	Arti
<i>i-DSI</i>	<i>intellegent Dual and Sqquential Ignition</i>
<i>EFI</i>	<i>Electronic Fuel Injection</i>
<i>SEM</i>	<i>Scanning Electron Microscope</i>
LPPT	Laboratorium Penelitian dan Pengujian Terpadu
SNI	Standar Nasional Indonesia
<i>ppm</i>	<i>part per milion</i>



UNNES
UNIVERSITAS NEGERI SEMARANG

DAFTAR TABEL

Tabel	Halaman
2.1. Kegunaan karbon aktif dalam skala industri	12
2.2. Syarat kualitas karbon aktif	21
2.3. Baku mutu emisi kendaraan bermotor tipe L	26
3.1. Spesifikasi sepeda motor Honda Supra X 125 cc	29
3.2. Instrumen pengujian karakteristik karbon aktif	44
4.1. Hasil uji kualitas karbon aktif tempurung kelapa	48
4.2. Hasil pengujian emisi gas CO dan HC tanpa karbon aktif	49
4.3. Hasil pengujian emisi gas CO dan HC volume karbon aktif 120,6 cm ³ ..	49
4.4. Hasil pengujian emisi gas CO dan HC volume karbon aktif 241,2 cm ³ ..	50
4.5. Hasil pengujian emisi gas CO dan HC volume karbon aktif 361,8 cm ³ ...	50
4.6. Hasil pengujian emisi gas CO dan HC volume karbon aktif 482,4 cm ³ ...	50
4.7. Data hasil uji emisi gas buang setelah dirata-rata	50



DAFTAR GAMBAR

Gambar	Halaman
2.1. Siklus kerja mesin bensin empat langkah	8
2.2. Proses adsorpsi karbon aktif	16
2.3. Kerangka pikir	27
3.1. Knalpot standar dan knalpot hasil modifikasi	30
3.2. Desain media karbon aktif	31
3.3. Pemasangan karbon aktif dalam <i>silincer</i> knalpot	31
3.4. Star GAS 898 <i>gas analyzer</i>	33
3.5. SEM merk Jeol type JSM 6510 LA	34
3.6. <i>Valve spring compressor tester</i>	36
3.7. Skema peralatan penelitian <i>gas analyzer</i>	36
3.8. Diagram alir pelaksanaan penelitian	37
3.9. Desain cetakan media karbon aktif	39
4.1. Hasil uji SEM karbon aktif perbesaran 2000 kali (vertikal)	46
4.2. Hasil uji SEM karbon aktif perbesaran 1500 kali (mendatar)	47
4.3. Hasil uji SEM karbon aktif perbesaran 2000 kali (ukuran pori-pori)	47
4.4. Grafik emisi gas buang CO vs variasi volume karbon aktif	51
4.5. Grafik emisi gas buang HC vs variasi volume karbon aktif	51

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran	Halaman
1. Surat Keputusan Dosen Pembimbing	65
2. Surat Penelitian Emisi Gas Buang	66
3. Surat Selesai Penelitian SEM Karbon Aktif	67
4. Surat Selesai Penelitian Emisi Gas Buang	68
5. Hasil Pengambilan Data SEM Karbon Aktif	69
6. Hasil Pengambilan Data Kualitas Karbon Aktif	71
7. Hasil Uji Data Emisi Gas Buang	73
8. Foto Dokumentasi Penelitian	79
9. Surat Tugas Panitia Ujian Sarjana	81



BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang Masalah

Perkembangan teknologi saat ini telah mencapai kemajuan yang sangat pesat. Berbagai inovasi teknologi terus dilakukan guna mengikuti mobilitas manusia yang makin hari makin meningkat, termasuk di bidang transportasi darat khususnya otomotif. Indonesia sendiri merupakan negara yang tidak lepas dari perkembangan teknologi di bidang otomotif. Hal ini dikarenakan kebutuhan masyarakat Indonesia akan transportasi yang nyaman dan praktis terus meningkat. Data dari laman resmi Badan Pusat Statistik (2016) menunjukkan total kendaraan bermotor di Indonesia pada tahun 2000 terdapat 18.975.344 unit, hingga tahun 2014 meningkat menjadi 114.209.266 unit. Sepeda motor sendiri menjadi kendaraan yang paling banyak digunakan masyarakat. Hal ini terbukti dengan jumlah sepeda motor mencapai 92.976.240 unit, yang berarti 81,4 % dari jumlah kendaraan total di Indonesia pada tahun 2014.

Peningkatan kuantitas kebutuhan masyarakat akan kendaraan bermotor memunculkan berbagai problem, diantaranya menyebabkan polusi atau pencemaran udara. Hal ini sesuai dengan pernyataan Arifin dan Sukoco (2009: 24) bahwa “Kendaraan bermotor hingga saat ini dan kemudian hari akan terus menjadi sumber dominan dari pencemaran udara di perkotaan”. Maryanto dkk. (2009: 198) menyatakan bahwa “gas buang yang ditimbulkan dari kendaraan bermotor tersebut menimbulkan polusi udara sebesar 70 sampai 80 persen.” Kendaraan bermotor dapat mengeluarkan emisi gas buang antara lain SO_x, NO_x,

CO, HC, dan partikulat debu. Emisi gas buang ini ikut berperan dalam kerusakan lingkungan dan termasuk gas yang berbahaya bagi manusia. Hal ini sesuai dengan yang disampaikan oleh Arifin dan Sukoco (2009: 19) sebagai berikut:

CO merupakan hasil utama pembakaran bensin sebagai akibat dari proses pembakaran yang tidak sempurna, sedangkan HC merupakan emisi yang timbul karena bahan bakar yang belum terbakar tetapi sudah keluar bersama – sama gas buang. Selain itu, kedua gas tersebut cukup berbahaya bagi kesehatan manusia bahkan dapat menyebabkan kematian apabila berada di atas standar baku mutu. Efeknya terhadap kesehatan yaitu CO apabila terhisap ke dalam paru-paru akan ikut peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan tubuh. Sedangkan gas HC yang tinggi dapat merusak sistem pernafasan penyebab kanker dan menimbulkan kabut asap yang membuat iritasi dan menyebabkan radang tenggorokan.

Berbagai upaya terus dilakukan untuk meminimalkan emisi gas buang kendaraan bermotor. Salah satunya dengan mengembangkan teknologi yang lebih canggih pada bagian mesin kendaraan. Berbagai teknologi telah ditemukan agar pada proses pembakaran menjadi lebih sempurna seperti teknologi i-DSI (*intelligent Dual and Sequential Ignition*). “Mesin i-DSI melakukan pembakaran yang lebih efisien, sehingga menghasilkan tenaga mobil yang lebih responsif, pemakaian bahan bakar yang paling hemat di kelasnya, dan emisi gas buang yang lebih bersih” (Nazar, 2015: 9). Teknologi lainnya yaitu EFI (*Electronic Fuel Injection*). Nazar (2015: 10) mendefinisikan “EFI adalah sebuah sistem penyemprotan bahan bakar yang dalam kerjanya dikontrol secara elektronik ... sehingga didapatkan daya motor yang optimal dengan pemakaian bahan bakar yang minimal serta mempunyai gas buang yang ramah lingkungan”. Teknologi ini sangat baik dalam meminimalkan emisi gas buang. Namun jumlah kendaraan

dengan teknologi baru seperti ini belum beredar sebanyak motor konvensional/lama. Hal ini dikarenakan harga motornya yang relatif lebih mahal.

Pengembangan teknologi pengolahan emisi pada saluran gas buang juga terus dikembangkan. Sepeda motor terkini sudah ada yang menerapkan teknologi *catalytic converter* pada saluran buangnya. Pengembangan teknologi *catalytic converter* pada sepeda motor ini terus dikembangkan mengingat kendaraan bermotor yang beredar di Indonesia kebanyakan adalah sepeda motor. *Catalytic converter* terbuat dari material semacam platinum dan paladium yang fungsinya dapat mengurangi CO dan HC. Namun, biaya produksi sepeda motor ini menjadi cukup mahal karena material penyusun *catalytic converter* yang terdiri atas platinum dan paladium (Nadi, 2010: 2).

Cara lain pengolahan emisi pada saluran gas buang adalah dengan proses adsorpsi. Adsorpsi merupakan proses penyerapan molekul-molekul adsorbat pada permukaan adsorben. Adsorbat disini berarti partikel gas buang. Proses adsorpsi ini dilakukan sebelum gas buang keluar dari saluran buang atau knalpot. Ada banyak adsorben yang dapat digunakan untuk menyerap gas buang, contohnya seperti zeolit dan karbon aktif.

Zeolit merupakan bahan galian non logam atau mineral industri multi guna karena memiliki sifat-sifat fisika dan kimia yang unik yaitu sebagai penyerap, penukar ion, penyaring molekul dan sebagai katalisator. Hal ini didukung dengan letak geologis Indonesia yang kaya akan potensi sumber batuan gunung berapi yang merupakan sumber mineral zeolit (Yuliusman dkk., 2010: 1). Struktur bagian dalam zeolit yang membentuk lubang dapat diisi dengan molekul-molekul

lain. Hal inilah yang membuat zeolit dapat digunakan untuk mengadsorpsi gas CO dari kendaraan bermotor, yang memiliki ukuran pori sebesar $3,76 \text{ \AA}$ dan zeolit $<20 \text{ \AA}$ (Tagliabue et al., 2009 dalam Maleiva dkk., 2015: 41). Akan tetapi, kapasitas adsorpsi zeolit dalam menyerap adsorbat seperti gas CO masih terbatas (Apriyanti, 2011 dalam Febryanti dkk., tt).

Karbon aktif merupakan senyawa karbon yang telah ditingkatkan adsorpsinya dengan melakukan proses karbonisasi dan aktivasi. Karbon aktif digunakan sebagai adsorben emisi gas CO, NO, dan NO_x karena tersedia dalam jumlah besar dan memiliki harga yang murah (Febryanti dkk., tt). Subekti (2009: 11) menyebutkan bahwa bahan karbon aktif adalah sebagai bahan yang mampu menyerap gas karena memiliki pori-pori halus di permukaannya, bahan ini sebagai bahan yang dapat menurunkan kadar HC. “Adsorben kimia (berupa karbon aktif/arang aktif) secara teoritis dapat digunakan untuk mereduksi pencemar udara” (Nurullita dan Mifbakhuddin, 2015: 298). Bahan baku karbon aktif dapat berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon, antara lain: kulit durian dan tempurung kelapa.

Kulit durian belum banyak dimanfaatkan karena dianggap sebagai limbah yang sulit untuk diuraikan dengan permukaannya yang runcing dan cukup keras. Kulit durian memiliki potensi yang besar untuk dimanfaatkan dan dijadikan karbon aktif. Kulit durian mengandung selulosa cukup tinggi sekitar 50–60% sehingga terdapat gugus aktif karbonil, hidroksil, dan eter yang berpotensi dalam proses adsorpsi. Hasil penelitian dari Nurullita dan Mifbakhuddin (2015) menunjukkan adanya penurunan konsentrasi CO dengan menggunakan karbon aktif

kulit durian menjadi sebesar 29 ppm. Namun penggunaan kulit durian sebagai karbon aktif masih terbatas. Hal ini dikarenakan harga jual durian yang relatif mahal, sehingga limbah kulit durian menjadi terbatas.

“Arang tempurung kelapa adalah arang yang menghasilkan karbon dengan pori-pori lebih terbuka” (Basuki dkk., 2008: 57). Hal ini yang menyebabkan karbon aktif dari tempurung kelapa dapat digunakan untuk menyerap pertikel gas. Pujiyanto (2010) dalam Verlina dkk. (tt) menyebutkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa mampu menurunkan konsentrasi berbagai polutan di udara karena memiliki daya adsorpsi yang baik. Pemanfaatan tempurung kelapa sebagai karbon aktif juga didukung dengan produksi kelapa di Indonesia yang melimpah, yaitu sekitar 3,03131 juta ton pada tahun 2014 (Badan Pusat Statistik, 2015).

Berdasarkan uraian diatas, penulis tertarik untuk melakukan penelitian mengenai "Penggunaan Karbon Aktif Pada Saluran Buang Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Sepeda Motor".

B. Identifikasi Masalah

1. Peningkatan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia menyebabkan berbagai masalah, diantaranya permasalahan polusi atau pencemaran udara.
2. Berbagai teknologi terbaru seperti i-DSI dan EFI terus berkembang. Namun di Indonesia jumlah kendaraan dengan teknologi ini belum beredar sebanyak motor konvensional/lama. Hal ini dikarenakan harga motornya relatif lebih mahal.

3. *Catalytic converter* pada sepeda motor sudah mulai diterapkan. Namun, biaya produksi sepeda motor ini menjadi cukup mahal karena material penyusun *catalytic converter* yang terdiri atas platinum dan paladium.
4. Zeolit sebagai salah satu adsorben dapat menyerap kadar emisi namun kapasitas adsorpsinya masih terbatas.
5. Kulit durian dapat dimanfaatkan sebagai karbon aktif karena mengandung selulosa cukup tinggi. Namun penggunaan kulit durian sebagai karbon aktif masih terbatas. Hal ini dikarenakan harga jual durian yang relatif mahal, sehingga limbah kulit durian menjadi terbatas.
6. Karbon aktif tempurung kelapa mempunyai pori-pori lebih terbuka. Hal ini yang menyebabkan karbon aktif dari tempurung kelapa dapat digunakan untuk menyerap partikel gas. Perlu adanya penelitian lebih lanjut terhadap karbon aktif dari tempurung kelapa sebagai salah satu adsorben lain untuk mengurangi emisi gas buang kendaraan bermotor.

C. Pembatasan Masalah

Agar penelitian yang dilakukan dapat lebih terfokus, maka peneliti membatasi hanya akan meneliti masalah pada pengaruh penggunaan karbon aktif tempurung kelapa pada saluran buang terhadap emisi gas buang sepeda motor Honda Supra X 125 cc tahun 2009.

D. Rumusan Masalah

Berdasarkan identifikasi masalah dan pembatasan masalah di atas, peneliti dapat merumuskan masalah yang akan diteliti adalah bagaimana pengaruh

penggunaan karbon aktif tempurung kelapa pada saluran buang terhadap emisi gas buang sepeda motor Honda Supra X 125 cc tahun 2009?

E. Tujuan Penelitian

Suatu penelitian akan lebih mudah dilakukan apabila memiliki tujuan yang jelas. Adapun tujuan yang ingin dicapai pada penelitian ini adalah mengetahui pengaruh penggunaan karbon aktif tempurung kelapa pada saluran buang terhadap emisi gas buang sepeda motor Honda Supra X 125 cc tahun 2009.

F. Manfaat Penelitian

1. Manfaat teoritis

- a. Menambah khasanah ilmu pengetahuan yang sesuai dengan penelitian ini khususnya di bidang otomotif.
- b. Menjadikan salah satu referensi untuk penelitian terhadap metode pengurangan emisi gas buang bagi mahasiswa terkait.

2. Manfaat praktis

Menyajikan salah satu solusi terkait pengurangan emisi gas buang melalui penggunaan karbon aktif tempurung kelapa pada saluran buang terhadap emisi gas buang, khususnya pada sepeda motor Honda Supra X 125 cc tahun 2009.

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

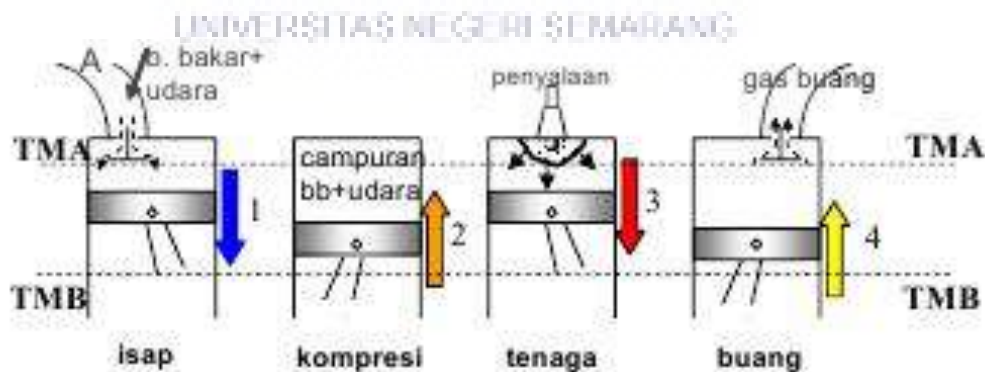
A. Kajian Teori

1. Motor Bakar

Motor bakar merupakan salah satu jenis mesin kalor yang proses pembakarannya terjadi dalam motor bakar itu sendiri sehingga gas pembakaran yang terjadi sekaligus sebagai fluida kerjanya. Mesin yang bekerja dengan cara seperti tersebut disebut mesin pembakaran dalam. Mesin pada sepeda motor dan mobil merupakan contoh aplikasi prinsip motor pembakaran dalam yang menggunakan bahan bakar cair sebagai fluida kerjanya.

2. Prinsip Kerja Mesin Empat Langkah

Mesin empat langkah adalah mesin yang setiap siklus kerjanya diselesaikan dalam empat kali gerak bolak balik langkah piston atau dua kali putaran poros engkol. Langkah piston adalah gerak piston tertinggi, disebut TMA (Titik Mati Atas) sampai yang terendah disebut TMB (Titik Mati Bawah). Sedangkan siklus kerja adalah rangkaian proses yang dilakukan oleh gerak bolak-balik piston yang membentuk rangkaian siklus tertutup.



Gambar 2.1. Siklus kerja mesin bensin empat langkah (Basyirun dkk., 2008: 13)

Prinsip kerja mesin bensin (Gambar 2.1) menurut Basyirun dkk. (2008: 12) adalah sebagai berikut:

- a. Sebelum terjadi proses pembakaran di dalam silinder, campuran udara dan bahan-bakar harus dihisap dulu dengan langkah hisap [1]. Pada langkah ini, piston bergerak dari TMA menuju TMB, katup hisap terbuka sedangkan katup buang masih tertutup.
- b. Setelah campuran bahan-bakar udara masuk silinder kemudian dikompresi dengan langkah kompresi [2], yaitu piston bergerak dari TMB menuju TMA, kedua katup hisap dan buang tertutup. Karena dikompresi volume campuran menjadi kecil dengan tekanan dan temperatur naik, dalam kondisi tersebut campuran bahan-bakar udara sangat mudah terbakar. Sebelum piston sampai TMA campuran dinyalakan terjadilah proses pembakaran menjadikan tekanan dan temperatur naik, sementara piston masih naik terus sampai TMA sehingga tekanan dan temperatur semakin tinggi.
- c. Setelah sampai TMA kemudian piston didorong menuju TMB dengan tekanan yang tinggi, katup hisap dan buang masih tertutup. Selama piston bergerak menuju dari TMA ke TMB yang merupakan langkah kerja [3] atau langkah ekspansi. Volume gas pembakaran bertambah besar dan tekanan menjadi turun.
- d. Sebelum piston mencapai TMB katup buang dibuka, katup masuk masih tertutup. Kemudian piston bergerak lagi menuju ke TMA mendesak gas pembakaran keluar melalui katup buang. Proses pengeluaran gas pembakaran

disebut dengan langkah buang [4]. Setelah langkah buang selesai siklus dimulai lagi dari langkah hisap dan seterusnya.

3. Pembakaran Udara Bahan Bakar

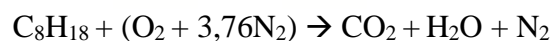
Proses pembakaran dapat dijelaskan melalui reaksi kimia bahan bakar dan pengoksidasinya (oksigen atau udara) yang mengalami proses kimia sambil melepas panas untuk membentuk produk pembakaran (Kristanto, 2015: 62). Mesin untuk dapat hidup memerlukan campuran udara dan bahan bakar dengan perbandingan yang sesuai. Reaksi pembakaran bahan bakar dengan oksigen menghasilkan karbon dioksida dan air sebagai produk pembakaran.

Bahan bakar + oksigen → Produk pembakaran

Bahan bakar + oksigen → Karbondioksida + Air

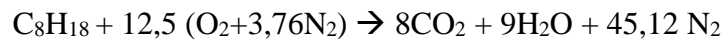
Untuk mendapatkan oksigen, pembakaran memanfaatkan udara (gratis) yang tersedia melimpah di sekitar. Konsekuensinya segala unsur yang berada pada udara (nitrogen, oksigen, argon) ikut dalam reaksi pembakaran. Dengan komposisi 78% N₂, 21% O₂ dan 1% sisanya. Jumlah Nitrogen (N₂) dalam udara = 3,76 x lebih banyak dari O₂. Bahan bakar bensin terdiri dari hidrokarbon (senyawa unsur H dan C) dalam kelompok Parafin (C_nH_{2n+2}) yaitu C₈H₁₈

Bensin + udara → produk



Jika reaksi pembakaran setara dengan produk tanpa sisa bahan bakar, maka disebut reaksi ideal atau stoikiometrik. Pembakaran sempurna atau pembakaran stoikiometri adalah ketika proses pembakaran semua karbon dalam

bahan bakar membentuk karbon dioksida dan semua hidrogen membentuk air di dalam produk. Persamaan di atas jika setarakan disetarakan menjadi:



Motor bakar dalam yang baik mempunyai komposisi gas buang berupa CO_2 , H_2O , N_2 seperti reaksi di atas, namun adakalanya terjadi pembakaran yang kurang sempurna sehingga akan menghasilkan emisi gas berupa CO , HC , gas tersebut juga bersifat beracun. Agar dapat terjadi pembakaran yang sempurna diperlukan perbandingan yang tepat antara massa bahan-bakar/massa udara (*Air Fuel Ratio*). AFR ideal adalah 14,7:1 (Syahrani, 2006: 263).

4. Karbon Aktif

“Arang merupakan suatu padatan berpori yang mengandung 85-95% karbon, dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon dengan pemanasan pada suhu tinggi” (Sembiring dan Tuti, 2003: 1). Ketika pemanasan berlangsung, diusahakan agar tidak terjadi kebocoran udara di dalam ruangan pemanasan sehingga bahan yang mengandung karbon tersebut hanya terkarbonisasi dan tidak teroksidasi. Arang dilakukan aktifasi dengan faktor bahan-bahan kimia ataupun dengan pemanasan pada temperatur tinggi. Dengan demikian, arang akan mengalami perubahan sifat-sifat fisika dan kimia. Arang yang demikian disebut sebagai arang aktif/ karbon aktif.

Nurullita dan Mifbakhuddin (2015: 299) mendefinisikan “karbon aktif adalah senyawa karbon yang telah ditingkatkan daya adsorpsinya dengan melakukan karbonisasi dan aktifasi.” Karbon aktif merupakan senyawa karbon amorph, yang dapat dihasilkan dari bahan-bahan yang mengandung karbon atau

dari arang yang diperlakukan dengan cara khusus untuk mendapatkan permukaan pori-pori yang lebih luas. Karbon aktif dapat digunakan untuk menghilangkan bau, rasa, warna, dan kontaminan organik lainnya. Berikut adalah tabel kegunaan karbon aktif dalam skala industri (tabel 2.1).

Tabel 2.1 Kegunaan karbon aktif dalam skala industri

No.	Maksud/Tujuan	Kegunaan
I. Adsorbat gas		
1	Pemurnian gas	Desulfurisasi, menghilangkan gas beracun, bau busuk, asap
2	Katalisator	Reaksi katalisator, pengangkut vinil klorida dan vinil asetat
3	Lain-lain	Menghilangkan bau dalam kamar berpendingin dan mobil
II. Adsorbat Cair		
1	Industri obat dan makanan	Menyaring dan menghilangkan warna, bau, dan rasa
2	Kimia perminyakan	Penyulingan bahan mentah dan zat perantara
3	Pengolahan air buangan	Membersihkan air buangan dari pencemaran, warna, bau, dan logam berat
4	Penambakan budidaya udang	Menghilangkan bau ammonia, phenol, H ₂ S, mangan, FeCl ₃ , nitrit, logam berat dan warna
III. Lain-lain		
1	Pengolahan pupuk	Pemurnian, penghilangan bau, gas beracun, dan kekeruhan
2	Pengolahan emas	Pemurnian
3	Penyaringan minyak makanan dan glukosa	Menghilangkan bau, warna, rasa tidak enak, dan memudahkan proses

Karbon aktif dapat berbentuk serbuk atau butiran, karbon aktif mempunyai luas permukaan per satuan berat yang besar, karena sangat banyaknya pori-pori halus (mikro pori) yang dimilikinya (Subekti, 2009: 5). Keadaan inilah yang menyebabkan karbon aktif mampu menyerap gas, cair maupun zat terlarut lainnya. Bahan baku karbon aktif berasal dari hewan, tumbuh-tumbuhan, limbah ataupun mineral yang mengandung karbon, antara lain: tulang, kayu lunak, sekam,

tongkol jagung, tempurung kelapa, sabut kelapa, ampas penggilingan tebu, ampas pembuatan kertas, serbuk gergaji, kayu keras dan batubara.

5. Karbon Aktif Tempurung Kelapa

“Karbon aktif dapat dibuat dari berbagai bahan yang mempunyai kandungan karbon cukup tinggi” (Nurullita dan Mifbakhuddin, 2015: 299). Salah satu material yang mengandung karbon adalah tempurung kelapa. “Arang tempurung kelapa digunakan sebagai media adsorpsi karena tidak bersifat racun, mudah didapat, ekonomis, dan efektif” (Basuki ddk., 2008: 56).

“Tempurung kelapa mengandung senyawa-senyawa seperti silikat, lignin, selulosa, pentose dan metoksil, dari komposisi di atas terlihat bahwa sebagian besar tempurung kelapa tersusun senyawa-senyawa yang mengandung karbon” (Subekti, 2009: 5). Pujiyanto (2010) dalam Verlina dkk. (tt) menyebutkan bahwa karbon aktif tempurung kelapa mampu menurunkan konsentrasi berbagai polutan di udara termasuk CO, NO, dan NO_x karena memiliki daya adsorpsi yang baik. Karbon aktif tempurung kelapa dapat digunakan sebagai adsorben disebabkan banyak keuntungan, seperti yang diungkapkan oleh Basuki ddk. (2008: 57) sebagai berikut.

- a. Mempunyai daya adsorpsi selektif.
- b. Berpori, sehingga luas permukaan per satuan massa besar. Pori-pori karbon aktif tempurung kelapa mempunyai bentuk dan ukuran yang bervariasi, berkisar antara $10-10000 \text{ \AA} = 1 \text{ nm} - 1 \text{ \mu m}$. ($1 \text{ \AA} \text{ angstrom} = 10^{-10} \text{ meter}$).
- c. Mempunyai daya ikat yang kuat terhadap zat yang hendak dipisahkan secara fisik atau kimiawi.

6. Proses Pembuatan Karbon Aktif

Mengolah arang menjadi karbon aktif pada prinsipnya adalah membuka pori-pori arang agar bertambah luas. Berikut adalah proses pembuatan karbon aktif menurut Ramdja dkk. (2008: 2), yang terdiri atas tiga proses yaitu:

a. Proses Dehidrasi

Adalah proses penghilangan air pada bahan baku arang. Bahan baku arang dipanaskan sampai temperatur 170°C.

b. Proses Karbonisasi

Adalah proses pembakaran bahan baku arang dengan menggunakan udara terbatas dengan temperatur udara antara 300 °C sampai 900 °C sesuai dengan kekerasan bahan baku yang digunakan. Proses ini menyebabkan terjadinya penguraian senyawa organik yang menyusun struktur bahan membentuk metanol, uap asam asetat, tar, dan hidrokarbon. Material padat yang tertinggal setelah proses karbonisasi adalah karbon dalam bentuk arang dengan permukaan spesifik yang sempit.

c. Proses Aktivasi

1. Proses Aktivasi Fisika

Pada proses aktivasi fisika, biasanya karbon dipanaskan di dalam furnace pada temperatur 800-900°C. Beberapa bahan baku lebih mudah untuk diaktivasi jika diklorinasi terlebih dahulu. Selanjutnya dikarbonisasi untuk menghilangkan hidrokarbon yang terklorinasi dan akhirnya diaktivasi dengan uap.

2. Proses Aktivasi Kimia

Proses aktivasi kimia merujuk pada pelibatan bahan kimia atau *reagen* pengaktif. Bahan kimia yang dapat digunakan sebagai pengaktif diantaranya CaCl_2 , $\text{Ca}(\text{OH})_2$, NaCl , MgCl_2 , HNO_3 , HCl , $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$, H_3PO_4 , ZnCl_2 , dan sebagainya. Pada saat pemanasan dilakukan, senyawa kontaminan yang berada dalam pori menjadi lebih mudah terlepas. Hal ini menyebabkan luas permukaan yang aktif bertambah besar dan meningkatkan daya serap karbon aktif.

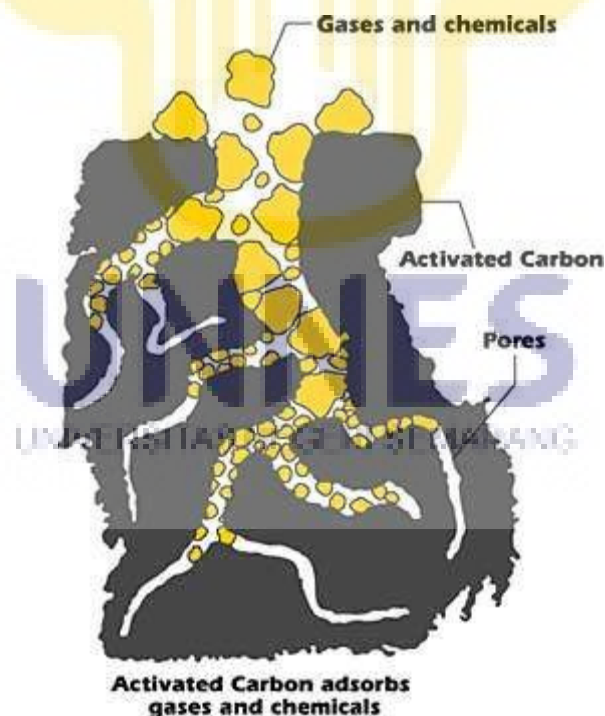
7. Proses Adsorpsi Karbon Aktif

“Adsorpsi adalah peristiwa pengambilan zat yang berbentuk gas, uap dan cairan oleh permukaan atau antarmuka tanpa penetrasi” (Ramdja dkk., 2008: 3). Zat-zat yang diserap pada permukaan padatan atau cairan disebut fasa teradsorpsi atau adsorbat, sedangkan zat yang menyerap atau menariknya disebut adsorben. Maryanto dkk. (2009: 203) menyebutkan bahwa adsorpsi dalam karbon aktif terjadi secara fisik, proses adsorpsi terjadi karena sifat yang dimiliki karbon aktif sebagai penyerap, penyaring molekul, katalis dan penukar ion. Arang aktif merupakan adsorben yang memiliki pori-pori diameter yang sangat kecil yang dapat menyerap gas, sehingga gas CO yang melewatinya akan terikat dan mengalami gaya tarik menarik dengan pori-pori karbon aktif.

Berikut mekanisme penyerapan karbon aktif menurut Basuki dkk. (2008: 57) sebagai berikut:

- a. Molekul adsorbat berpindah menuju lapisan terluar dari adsorben karbon aktif.

- b. Karbon aktif dalam kesatuan kelompok mempunyai luas permukaan pori yang besar sehingga dapat mengadakan penyerapan terhadap adsorbat.
- c. Sebagian adsorbat ada yang teradsorpsi di permukaan luar, tetapi sebagian besar teradsorpsi di dalam pori-pori adsorben dengan cara difusi.
- d. Bila kapasitas adsorpsi masih sangat besar, sebagian besar molekul adsorbat akan teradsorpsi dan terikat di permukaan. Tetapi bila permukaan pori adsorben sudah jenuh dengan adsorbat maka akan terjadi dua kemungkinan, yaitu :
 1. Terbentuk lapisan adsorpsi kedua, ketiga dan seterusnya.
 2. Tidak terbentuk lapisan adsorpsi kedua, ketiga dan seterusnya sehingga adsorbat yang belum teradsorpsi akan terus berdifusi keluar pori



Gambar 2.2. Proses adsorpsi karbon aktif

(www.chemistrylearning.com)

Gambar 2.2 menunjukkan adsorpsi yang terjadi pada karbon aktif. Berikut ini adalah proses penyerapan partikel oleh arang tempurung kelapa sebagai karbon aktif telah disampaikan oleh Basuki dkk. (2008: 58) terkait penelitiannya mengenai penurunan konsentrasi CO dan NO₂ pada emisi gas buang menggunakan arang tempurung kelapa yang disisipi TiO₂, bahwa:

Pori-pori ini dapat menangkap dan menjerap partikel-partikel sangat halus (molekul). Semakin banyaknya zat-zat yang diadsorpsi maka pori-pori ini pada akhirnya akan jenuh sehingga arang tempurung kelapa tidak akan berfungsi lagi. Arang tempurung kelapa yang telah jenuh dapat direaktifasi kembali, meskipun demikian tidak jarang yang disarankan untuk sekali pakai. Arang tempurung kelapa yang digunakan untuk menjerap molekul-molekul gas adalah yang berpori-pori mikro. Arang tempurung kelapa adalah penyerap gas dibuat dari tempurung kelapa yang berukuran pori 20 Å (2 nm). Arang tempurung kelapa mengandung ion-ion logam dan molekul-molekul air. Dalam keadaan normal ruang antarlapis pada arang tempurung kelapa terisi oleh molekul air bebas yang berada di sekitar kation. Bila arang tempurung kelapa dipanaskan sampai pada suhu 100 °C maka molekul-molekul air tersebut akan menguap (keluar) sehingga arang tempurung kelapa dapat berfungsi sebagai penyerap gas.

8. Sifat Adsorpsi Karbon Aktif

Sifat adsorpsi karbon aktif yang paling penting adalah daya serap. Ada beberapa faktor yang mempengaruhi daya serap adsorpsi, yaitu:

a. Sifat adsorben

Selain komposisi, struktur pori juga merupakan faktor yang penting. Struktur pori berhubungan dengan luas permukaan. Pembentukan luas permukaan internal yang berukuran mikro atau meso sebanyak mungkin, semakin besar dan banyak pori-pori karbon aktif, mengakibatkan luas permukaan semakin besar, karena jumlah molekul adsorbat yang diserap oleh adsorben akan meningkat dengan bertambahnya luas permukaan dan volume pori dari adsorben. Dengan

demikian semakin besar luas permukaan adsorben maka penyerapan yang terjadi semakin merata.

b. Ukuran partikel

Ukuran partikel juga mempengaruhi proses adsorpsi, semakin kecil ukuran partikel akan semakin cepat proses adsorpsi. Untuk meningkatkan kecepatan adsorpsi digunakan karbon aktif yang telah dihaluskan.

c. Sifat adsorbat

Adsorpsi akan bertambah besar jika molekul adsorbat lebih kecil dari pori adsorben. Karbon aktif mampu menyerap molekul lain yang mempunyai ukuran lebih kecil atau sama dengan diameter pori adsorben. Proses adsorpsi oleh karbon aktif terjadi karena terjebaknya molekul adsorbat dalam rongga karbon aktif.

d. Waktu kontak

Bila arang aktif ditambahkan dalam suatu cairan, dibutuhkan waktu untuk mencapai kesetimbangan. Waktu yang dibutuhkan berbanding terbalik dengan jumlah arang yang digunakan.

9. Kualitas Karbon Aktif

Karbon aktif tempurung kelapa perlu diketahui sifat fisis dan sifat kimianya, sehingga dapat diketahui mutu dan kualitas dari karbon aktif tersebut. Kualitas karbon aktif meliputi kadar air, kadar abu, kadar zat menguap dan kadar karbon terikat.

a. Kadar air

Penetapan kadar air karbon aktif bertujuan untuk mengetahui sifat higroskopis dari karbon aktif. Penentuan kadar air dapat dilakukan dengan

menimbang sebanyak 1 gram karbon aktif sebagai massa mula-mula yang dipanaskan dalam oven pada suhu 100 °C selama 3 jam. Hal tersebut bertujuan untuk melakukan dehidrasi pada karbon aktif tempurung kelapa secara maksimal. Selanjutnya, dimasukkan ke dalam desikator untuk didinginkan dan dilakukan penimbangan kembali untuk memperoleh bobot konstan karbon aktif tempurung kelapa.

Melalui uji kadar air ini dapat diketahui seberapa banyak air yang dapat teruapkan agar air yang terikat pada karbon aktif tidak menutup pori dari karbon aktif itu sendiri. Hilangnya molekul air yang ada pada karbon aktif menyebabkan pori-pori pada karbon aktif semakin besar. Semakin besar pori-pori maka luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Rendahnya kadar air yang terdapat pada karbon aktif tempurung kelapa menunjukkan bahwa kandungan air bebas dan air terikat yang terdapat dalam karbon aktif telah menguap selama proses karbonisasi. Kadar air yang rendah pada karbon aktif akan meningkatkan kemampuan adsorpsi dari karbon aktif tempurung kelapa. Meningkatnya kemampuan adsorpsi dari karbon aktif tempurung kelapa menunjukkan baiknya kualitas dari karbon aktif tersebut dalam menyerap emisi gas buang kendaraan bermotor.

b. Kadar abu

Selain kadar air, parameter lain yang juga mempengaruhi kualitas karbon aktif adalah kadar abu. Kadar abu merupakan persentase berat oksida-oksida mineral dalam karbon seperti silikon, sulfur, kalsium, dan komponen lain dalam jumlah kecil. Penentuan kadar abu bertujuan untuk menentukan kandungan oksida

logam yang masih terdapat dalam karbon aktif tempurung kelapa setelah melalui proses aktivasi arang menjadi karbon aktif. Kadar abu merupakan sisa dari pembakaran yang sudah tidak memiliki unsur karbon dan nilai kalor lagi. Nilai kadar abu menunjukkan jumlah sisa dari akhir proses pembakaran berupa zat – zat mineral yang tidak hilang selama proses pembakaran.

Pengujian kadar abu dilakukan dengan memanaskan karbon aktif tempurung kelapa dalam furnace pada suhu 600 °C selama 1 jam. Hasil yang diperoleh adalah abu berupa oksida-oksida logam yang terdiri dari mineral yang tidak dapat menguap pada proses pengabuan. Kandungan abu sangat berpengaruh pada kualitas karbon aktif. Keberadaan abu yang berlebihan dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori sehingga luas permukaan karbon aktif menjadi berkurang.

c. Kadar zat menguap

Penetapan kadar zat mudah menguap bertujuan untuk mengetahui jumlah zat atau senyawa yang belum menguap pada proses karbonisasi dan aktivasi tetapi menguap pada suhu 650 °C. Komponen yang terdapat dalam karbon aktif terdiri atas air, abu, karbon terikat, nitrogen, dan sulfur. Pengujian kadar zat menguap dilakukan dengan memaskan karbon aktif di dalam furnace bersuhu 650 °C selama 10 menit kemudian menimbang berat karbon aktif yang hilang. Besarnya kadar zat mudah menguap mengarah kepada kemampuan daya jerap karbon aktif. Kadar zat mudah menguap yang tinggi akan mengurangi daya jerap arang aktif. Hal ini terjadi karena pada suhu tinggi, terjadi pelepasan senyawa yang terjepit pada pori permukaan arang aktif seperti CO₂, CO, CH₄, dan H₂

dapat berlangsung sempurna. Kadar zat menguap dari karbon aktif yang rendah disebabkan karena pada saat proses aktivasi, zat mudah menguap yang menutupi pori permukaan karbon aktif menguap ketika diberi suhu tinggi.

d. Kadar karbon terikat

Karbon dalam arang adalah zat yang terdapat pada fraksi hasil pirolisis selain abu (zat organik) dan zat-zat atsiri yang masih terdapat pada pori-pori arang. Penentuan kadar karbon terikat bertujuan untuk mengetahui kandungan karbon setelah proses karbonisasi dan aktivasi. Semakin tinggi kadar karbon, semakin baik digunakan sebagai karbon aktif.

Parameter kualitas dari karbon aktif kemudian dibandingkan dengan syarat kualitas karbon aktif yang telah ada, memenuhi syarat yang ada atau tidak. Syarat kualitas karbon aktif (tabel 2.2) menurut SNI 06-3730-95 adalah sebagai berikut:

Tabel 2.2. Syarat kualitas karbon aktif

Jenis Uji	Persyaratan
Kadar Air	Max. 15%
Kadar Abu	Max. 10%
Kadar Zat Menguap	Max. 15%
Kadar Karbon Terikat	Min. 65%

(Diadaptasi dari Verlina dkk. (tt))

10. Emisi Gas Buang

Atmosfir bumi atau udara terdiri dari dua gas utama yaitu oksigen sekitar 21 % dan nitrogen (N₂) sekitar 78% serta sisanya 1% terdiri dari bermacam-macam gas diantaranya adalah karbon dioksida dan argon. Arifin dan Sukoco (2009: 24) menyampaikan bahwa “Kendaraan bermotor hingga saat ini dan kemudian hari akan terus menjadi sumber dominan dari pencemaran udara di

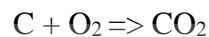
perkotaan”. Maryanto dkk. (2009: 198) menyatakan bahwa “gas buang yang ditimbulkan dari kendaraan bermotor tersebut menimbulkan polusi udara sebesar 70 sampai 80 persen.” Kendaraan bermotor dapat mengeluarkan emisi gas buang antara lain SO_x, NO_x, CO, HC, dan partikulat debu. Emisi gas buang ini ikut berperan dalam kerusakan lingkungan dan termasuk gas yang berbahaya bagi manusia. CO merupakan hasil utama pembakaran bensin sebagai akibat dari proses pembakaran yang tidak sempurna, sedangkan HC merupakan emisi yang timbul karena bahan bakar yang belum terbakar tetapi sudah keluar bersama – sama gas buang. Selain itu, kedua gas tersebut cukup berbahaya bagi kesehatan manusia bahkan dapat menyebabkan kematian apabila berada di atas standar baku mutu. Efeknya terhadap kesehatan yaitu CO apabila terhisap ke dalam paru-paru akan ikut peredaran darah dan akan menghalangi masuknya oksigen yang dibutuhkan tubuh. Sedangkan gas HC yang tinggi dapat merusak sistem pernafasan penyebab kanker dan menimbulkan kabut asap yang membuat iritasi dan menyebabkan radang tenggorokan.

a) Karbon Monoksida (CO)

Gas CO tidak berwarna dan beraroma serta tidak mudah larut dalam air (Arifin dan Sukoco, 2009. 37). Gas CO dihasilkan oleh pembakaran yang tidak sempurna akibat dari kekurangan oksigen pada pembakaran (campuran gemuk). Oleh karena itu besar atau kecilnya jumlah karbon monoksida yang dihasilkan oleh setiap kendaraan tersebut sangat tergantung pada tingkat kesempurnaan proses pembakaran. Proses terjadinya pembakaran bahan bakar bensin (C₈H₁₈) pada ruang mesin otto. Proses pembakaran dapat terjadi sempurna jika kebutuhan

oksigen/udara untuk membakar bahan bakar bensin tersebut dijaga pada rasio yang memadai.

Bila karbon di dalam bahan bakar terbakar dengan sempurna, akan terjadi reaksi yang menghasilkan CO₂ sebagai berikut :



Apabila unsur oksigen udara tidak cukup, pembakaran tidak sempurna sehingga karbon di dalam bahan bakar terbakar dengan proses sebagai berikut:



Menurut Syahrani (2006: 262), dalam penelitiannya mengenai analisa kinerja mesin bensin berdasarkan hasil uji emisi, menyatakan bahwa:

Emisi CO dari kendaraan banyak dipengaruhi oleh perbandingan campuran udara dengan bahan bakar yang masuk ke ruang bakar (AFR). Jadi untuk mengurangi CO, perbandingan campuran harus dikurangi atau dibuat kurus (*excess air*). Namun akibatnya HC dan NO_x lebih mudah timbul serta output mesin menjadi berkurang.

b) Hidro Karbon (HC)

Hidro karbon merupakan ikatan kimia dari karbon (C) dan Hidrogen (H), bentuk kimianya dibagi menjadi *parafine, naftaline olefin dan aromatik* (Arifin dan Sukoco, 2009: 38). HC terbentuk karena bahan bakar tidak terbakar, atau bahan bakar terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang (Syahrani, 2006: 262). Bila uap bensin dipanaskan pada temperatur tinggi, akan terjadi oksidasi, akibatnya adalah pembakaran tidak sempurna bahkan ada bagian yang tidak terbakar.

Walaupun rasio perbandingan antara udara dan bensin (*air fuel ratio*) sudah tepat dan didukung oleh desain ruang bakar mesin saat ini yang sudah

mendekati ideal, tetapi tetap saja sebagian dari bensin seolah-olah tetap dapat bersembunyi dari api saat terjadi proses pembakaran dan menyebabkan emisi HC pada ujung knalpot cukup tinggi. Apabila emisi HC tinggi, ada kemungkinan penyebabnya bensin tidak terbakar yang disebabkan karena kegagalan sistem pengapian atau pembakaran yang tidak sempurna di ruang bakar. Pada kendaraan yang masih menggunakan karburator, penyebab *misfire* antara lain adalah kabel busi yang tidak baik, *timing* pengapian yang terlalu mundur, kebocoran udara di sekitar *intake manifold* atau *mechanical problem* yang menyebabkan angka kompresi mesin rendah. AFR yang terlalu kaya juga akan menyebabkan emisi HC menjadi tinggi. Ini bisa disebabkan antara lain setelan karburator tidak tepat atau filter udara yang tersumbat.

Emisi gas buang sangat tergantung pada perbandingan campuran bahan bakar dengan udara, jadi untuk mengetahui kadar emisi gas buang maka alat uji emisi dilengkapi dengan pengukur nilai λ (*lambda*) atau AFR (*air-fuel ratio*) yang dapat mengindikasikan campuran tersebut. Teori *stoichiometric* menyatakan, untuk membakar 1 gram bensin dengan sempurna diperlukan 14,7 gram oksigen. Dengan kata lain, perbandingan campuran ideal = 14,7 : 1. Perbandingan campuran ini disebut AFR atau perbandingan udara dan bensin (bahan bakar). Untuk membandingkan antara teori dan kondisi nyata, dirumuskan suatu perhitungan yang disebut dengan istilah *lambda* (λ), secara sederhana, dituliskan sebagai berikut :

$$\lambda = \frac{\text{jumlah udara sesungguhnya}}{\text{teori stoichiometric}} \quad (\text{Syahrani, 2006: 263})$$

Jika jumlah udara sesungguhnya 14,7, maka:

$$\lambda = 14,7 / 14,7 : 1$$

$$\lambda = 14,7 / 14,7 = 1,0$$

Artinya :

$\lambda = 1$; berarti campuran ideal

$\lambda > 1$; berarti campuran kurus (lebih banyak udara)

$\lambda < 1$; berarti campuran kaya (lebih banyak bahan bakar)

Hubungan antara AFR dengan gas buang, diasumsikan mesin dalam kondisi normal dengan kecepatan konstan, pada kondisi AFR kurus dimana konsentrasi CO dan HC menurun pada saat NOx meningkat, sebaliknya AFR kaya NOx menurun tetapi CO dan HC meningkat. Hal ini berarti pada mesin bensin sangat sulit untuk mencari upaya penurunan emisi CO, HC dan NOx pada waktu bersamaan, apalagi dengan mengubah campurannya saja. Jadi pada dasarnya campuran bahan bakar dengan udara itu harus selalu mendekati 1 untuk menjaga dari emisi gas buang yang tinggi selain itu juga mudah untuk perawatan dan pemeliharaan mesinnya.

Marlok (1992) dalam Fernandez (2009: 81) menyampaikan bahwa semakin tinggi kecepatan kendaraan bermotor, maka jumlah emisi gas buang HC dan CO yang dikeluarkan semakin kecil. "Kecepatan laju kendaraan bermotor berbanding lurus dengan tinggi-rendahnya putaran mesin. Putaran mesin yang bervariasi akan secara langsung mempengaruhi besaran emisi gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor" (Fernandez, 2009: 81).

Indonesia mengatur kadar emisi gas buang yang dikeluarkan oleh kendaraan bermotor. Di bawah ini (tabel 2.3) kadar emisi gas buang CO dan HC

dengan ambang batas yang telah ditentukan pemerintah melalui Peraturan Menteri Lingkungan Hidup Nomor 5 tahun 2006 tentang baku mutu emisi.

Tabel 2.3. Baku mutu emisi kendaraan bermotor tipe L

Kendaraan Bermotor Kategori L				
Kategori	Tahun Pembuatan	Parameter		Metode Uji
		CO (%)	HC (ppm)	
Sepeda motor 2 langkah	< 2010	4.5	12.000	<i>Idle</i>
Sepeda motor 4 langkah	< 2010	5.5	2.400	<i>Idle</i>
Sepeda motor 2 & 4 langkah	≥ 2010	4.5	2.000	<i>Idle</i>

(Permen LH No. 5 Tahun 2006)

Pengukuran emisi gas buang CO dan HC sesuai standar menggunakan SNI 09-3678-1995, cara uji karbon monoksida emisi gas buang kendaraan bermotor roda dua pada putaran *idle*. Pengujian *idle* dilakukan dengan cara menghisap gas buang kendaraan bermotor ke dalam alat uji *gas analyzer* kemudian diukur kandungan karbon monoksida (CO) dan hidro karbon (HC). Pengujian komposisi gas CO dan HC menggunakan *gas analyzer* sebagaimana persyaratan yang diberikan oleh ISO 3930 atau OIML R99.

B. Kajian Penelitian yang Relevan

Maryanto dkk (2009) menyimpulkan ada penurunan kadar emisi gas buang karbon monoksida (CO) dengan penambahan arang aktif pada sepeda motor Honda Supra, yaitu dengan penurunan dari kadar 5,49 persen menjadi 3,00 persen pada variasi 150 gram.

Hasil penelitian Basuki dkk (2008) menyimpulkan bahwa media adsorben berupa karbon aktif dari tempurung kelapa dapat digunakan sebagai adsorben gas untuk menurunkan konsentrasi CO dan NO₂. Pada variasi panjang media, efisiensi

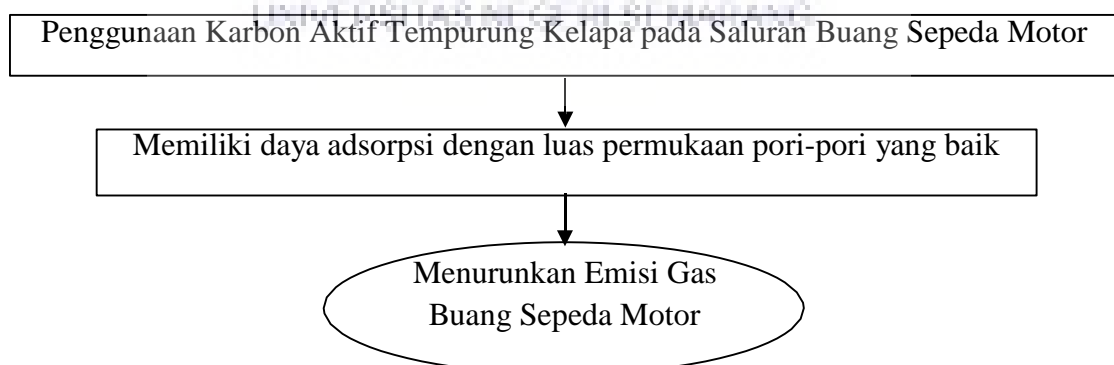
penurunan konsentrasi CO dan NO₂ terbaik terjadi pada panjang media 15 cm yaitu sebesar 83,90 % dan 93,50 %.

Verlina dkk (tt) menyebutkan dalam penelitiannya bahwa penambahan karbon aktif tempurung kelapa yang diperlakukan pada kendaraan, menyebabkan konsentrasi CO menurun dari 5100 ppm hingga 990 ppm.

Beberapa penelitian tersebut mendukung penelitian ini dengan menyatakan bahwa penggunaan karbon aktif dapat menurunkan kadar emisi gas buang pada sepeda motor.

C. Kerangka Pikir Penelitian

Menurunkan emisi gas buang sepeda motor dapat dilakukan dengan berbagai cara, salah satunya dengan penggunaan adsorben pada saluran buangnya. Adsorben berupa karbon aktif tersedia dalam jumlah besar dan memiliki harga yang murah. Karbon aktif sebagai bahan yang mampu menyerap gas karena pengaruh gaya serap (kapiler) yang dihasilkan oleh pori-pori halus di permukaannya. Karbon aktif tempurung kelapa mampu menurunkan konsentrasi berbagai polutan di udara termasuk CO dan HC karena memiliki daya adsorpsi dan luas permukaan pori-pori yang baik.



Gambar 2.3. Kerangka pikir

D. Hipotesis/Pertanyaan Penelitian

Pembahasan dalam kerangka berfikir dapat disimpulkan bahwa penggunaan karbon aktif dalam saluran buang akan menurunkan kadar emisi gas buang. Sehingga hipotesis awal penelitian ini adalah ada pengaruh penggunaan karbon aktif pada saluran buang terhadap emisi sepeda motor Honda Supra X 125 cc tahun 2009.



BAB V

PENUTUP

A. Simpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa ada pengaruh penggunaan karbon aktif pada saluran buang terhadap emisi gas buang pada sepeda motor berupa penurunan konsentrasi emisi gas buang CO dan HC yang dihasilkan sepeda motor. Berdasarkan hasil uji emisi dapat disimpulkan bahwa semakin besar volume karbon aktif yang digunakan, maka konsentrasi gas buang CO dan HC yang terukur oleh *gas analyzer* juga semakin menurun. Penurunan kadar CO dan HC terbesar ketika menggunakan karbon aktif volume silindris 482,4 cm³. Kadar CO menurun dari 3,861 % menjadi 2,15967 % dan konsentrasi HC menurun dari 1218,67 ppm menjadi 719,333 ppm.

B. Saran Pemanfaatan Hasil Penelitian

1. Sepeda motor yang sejenis disarankan dapat menggunakan media adsorben karbon aktif dengan volume 482,4 cm³ untuk mengurangi emisi gas buang.
2. Media karbon aktif yang dibentuk berasal dari bentuk serbuk, maka perlu dilakukan pengecekan terhadap media adsorben tersebut dari kondisi pecah atau rapuh.
3. Perlu diteliti mengenai variasi suhu aktivasi pada karbon aktif untuk mengetahui berapa suhu aktivasi yang paling baik untuk mengaktifkan arang tempurung kelapa apabila digunakan menjadi media adsorben terhadap emisi gas buang kendaraan bermotor.

4. Perlu diteliti mengenai seberapa lama karbon aktif secara maksimal digunakan sebagai adsorben gas buang sehingga mencapai titik jenuhnya.
5. Perlu diteliti mengenai penggunaan bahan kimia aktivator untuk memutus ikatan hidrokarbon sehingga pori-pori permukaan arang menjadi lebih luas yang berpengaruh terhadap proses penyerapan gas buang.
6. Karena teknologi semakin maju maka perlu diadakan penelitian penggunaan karbon aktif pada sepeda motor tipe injeksi.



DAFTAR PUSTAKA

- Arifin, Zainal dan Sukoco. 2009. *Pengendalian Polusi Kendaraan*. Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Badan Pusat Statistik. 2015. *Produksi Tanaman Perkebunan Menurut Propinsi dan Jenis Tanaman, Indonesia (000 Ton), 2012-2014*. Online. Available at <http://www.bps.go.id> [accessed 23/05/16].
- Badan Pusat Statistik. 2016. *Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2014*. Online. Available at <http://www.bps.go.id> [accessed 23/05/16].
- Basuki, Kris Tri ddk. 2008. Penurunan Konsentrasi CO Dan NO₂ Pada Emisi Gas Buang Menggunakan Arang Tempurung Kelapa Yang Disisipi TiO₂. *SEMINAR NASIONAL IV SDM TEKNOLOGI NUKLIR BATAN*. 55-66. Online. Available at http://jurnal.sttn-batan.ac.id/wp-content/uploads/2008/12/1-KrisTri%20Basuki55-66.pdf_32 [accessed 24/03/16].
- Basyirun dkk. 2008. *Mesin Konversi Energi*. Semarang: PKUPT Unnes/Pusat Penjamin Mutu Universitas Negeri Semarang.
- Febryanti, A dkk. tt. Potensi Arang Aktif Sekam Padi Sebagai Adsorben Emisi Gas Co, No, Dan Nox Pada Kendaraan Bermotor. Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Hasanuddin Makassar. Online. Available at <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/13393/Jurnal%20Potensi%20Arang%20Aktif%20Sekam%20Padi%20sebagai%20Adsorben%20Emisi.pdf?sequence=1> [accessed 21/03/16].
- Fernandez, Donny. 2009. Pengaruh Putaran Mesin Terhadap Emisi Gas Buang Hidrokarbon (HC) Dan Karbon Monoksida (CO). *SAINSTEK XII/1*: 81-84. Online. Available at <http://ejournal.unp.ac.id/index.php/sainstek/article/download/154/116> [accessed 23/05/16].
- Kristanto, Philip. 2015. *Motor Bakar Torak*. Yogyakarta: Penerbit ANDI.
- Maleiva, Lalak Tarbiyatun Nasyin dkk. 2015. Penurunan Konsentrasi Gas Karbon Monoksida Dari Kendaraan Bermotor Menggunakan Adsorben Zeolit Alam. *JKK*. 4/1: 35-42. Online. Available at <http://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/download/11725/11012> [accessed 21/03/16].

- Maryanto, Dicky dkk. 2009. Penurunan Kadar Emisi Gas Buang Karbon Monoksida (CO) Dengan Penambahan Arang Aktif Pada Kendaraan Bermotor Di Yogyakarta. *KES MAS*. 3/3: 198-205. Online. Available at http://www.journal.uad.ac.id/index.php/KesMas/article/viewFile/1110/pdf_32 [accessed 21/03/16].
- Nadi. 2010. *Tentang Knalpot Byson*. Available at <https://alonrider.wordpress.com/2010/08/26/tentang-knalpot-byson/> [accessed 30/03/16].
- Nazar. 2015. *Pengertian VTEC, DOHC, SOHC, VVT-i, I-Dsi dan EFI*. Online. Available at <http://www.makintau.com/2014/11/mengenal-teknologi-vtec-dohc-sohc-vvt-i-dsi-dan-efi.html> [accessed 30/03/16].
- Nurullita, Ulfa dan Mifbakhuddin. 2015. Adsorpsi Gas Karbon Monoksida (CO) Dalam Ruangan Dengan Karbon Aktif Tempurung Kelapa Dan Kulit Durian. *The 2nd University Research Coloquium 2015*. 297-306. Online. Available at <http://jurnal.unimus.ac.id/index.php/psn12012010/article/viewFile/1603/1655> [accessed 21/03/16].
- Pedoman Reparasi Technical Service Devision PT Astra International.
- Peraturan Menteri Negera Lingkungan Hidup Nomor 5 Tahun 2006 tentang Ambang Batas Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Lama.
- Ramdja, A. Fuadi dkk. 2008. Pembuatan Karbon Aktif Dari Pelepah Kelapa (*Cocus nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*. 2/15: 1-8. Available at <http://jtk.unsri.ac.id/index.php/jtk/article/viewFile/47/48> [accessed 30/03/16].
- Sembiring, Meilita Tryana dan Tuti Sarma Sinaga. 2003. Arang Aktif (Pengenalan dan Proses Pembuatannya). *USU digital library*. 1-9. Online. Available at <http://library.usu.ac.id/download/ft/industri-meilita.pdf> [accessed 30/03/16].
- Subekti, Purwo. 2009. Pengaruh Penggunaan Media Penyerap Gas Buang Pada Alat Pengendali Pencemaran Udara Untuk Kendaraan Bermesin Diesel. *JURNAL APTEK*. 1/1: 1-11. Online. Available at http://www.e-journal.upp.ac.id/index.php/aptk/article/view/5/_3 [accessed 21/03/16].
- Sugiyono. 2011. *Metode Penelitian Kuantitatif, Kualitatif dan R&D*. Bandung: Penerbit Alfabeta.

- Syahrani, Awal 2006. Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi. *SMARTek*. 4/4: 260-266. Online. Available at <http://jurnal.untad.ac.id/jurnal/index.php/SMARTEK/article/download/446/383> [accessed 29/05/16].
- Verlina, Wa Ode Veby dkk. tt. Potensi Arang Akif Tempurung Kelapa sebagai Adsorben Emisi Gas CO, NO, dan NO_x pada Kendaraan Bermotor. Jurusan Kimia FMIPA Universitas Hasanuddin, Makassar. Online. Available at <http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/13367/wa%20ode%20veby%20verlina.pdf?sequence=1> [accessed 24/03/16].
- www.chemistrylearning.com. 2009. *Activated carbon adsorption process*. Online. Available at <http://chemistrylearning.com/wp-content/uploads/2009/03/activatedcarbon1.jpg> [accessed 28/05/16].
- Yuliusman, dkk. 2010. Preparasi Zeolit Alam Lampung Dengan Larutan HF, HCl Dan Kalsinasi Untuk Adsorpsi Gas CO. SEMINAR REKAYASA KIMIA DAN PROSES 2010 JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK UNIVERSITAS DIPONEGORO SEMARANG. Online. Available at <http://eprints.undip.ac.id/28264/1/E-16.pdf> [accessed 29/05/16].