



### Penggunaan adsorben arang aktif tempurung kemiri dengan variasi ukuran butir untuk menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar bensin

H. Sakke tira, M. Wirawan, A. Basri\*

Teknik Mesin Fakultas Teknik Universitas Mataram, Jln. Majapahit No. 62 Mataram Nusa Tenggara Barat Kode Pos : 83125, Telp. (0370) 636087; 636126; ext 128 Fax (0370) 636087.

\*Email: asyroruddin7@gmail.com

#### ARTICLE INFO

##### Article History:

Received

Accepted

Available online

##### Keywords:

Exhaust emission

Adsorbent

Activated charcoal

Candlenut

#### ABSTRACT

Recently the use of vehicles from year to year continues to increase. Increasing the number of vehicle without good environmental emissions will lead to higher air pollution. One effort to reduce air pollution is by addition of activated charcoal as adsorbent on vehicle exhaust system. The purpose of this research is to know the effect of activated charcoal as adsorbent and to know the effect of grain size of activated charcoal made from candlenut in reducing exhaust emissions of vehicle.

The method used in this research is by making the adsorption unit in the form of adsorbent activated charcoal of candlenut with variation of grain size that is mesh of 4, 8 and 16. The adsorbent unit that has been made then installed on the modified exhaust gas channel the experiment is then carried out on 4-stroke one cylinder (Honda supra 100 cc) running on 1400 rpm engine operating condition on neutral transmission.

The results show that the effect of the use of activated charcoal can reduce the exhaust gas emission concentration. This is shown from the CO, CO<sub>2</sub> and HC emissions contents as the concentration reduce on each variation of grain size. The highest reduction of exhaust emission occurred in the activated charcoal adsorbent of mesh shell 16. The percentage of the decrease was 72,10% for CO, 62,96% for CO<sub>2</sub> and 59,68% for HC compared those of without adsorbent respectively.

#### PENDAHULUAN

Pada era modern seperti sekarang ini, alat transportasi merupakan suatu kebutuhan bagi setiap individu. Meningkatnya jumlah penggunaan kendaraan bermotor khususnya sepeda motor, tanpa diimbangi dengan program pelestarian lingkungan yang baik, menyebabkan semakin tingginya polusi udara yang disebabkan oleh hasil sisa pembakaran dari kendaraan tersebut. Efek dari penggunaan kendaraan bermotor yang

dirasakan oleh masyarakat dan lingkungannya disebabkan oleh pencemaran (polusi) udara yang membahayakan kesehatan dan lingkungan, seperti: karbon monoksida (CO), berbagai senyawa hidrokarbon (HC), berbagai nitrogen oksida (NO<sub>x</sub>), sulfur oksida (SO<sub>x</sub>), dan timbal (Pb). Selain gas-gas di atas kendaraan bermotor juga terdiri dari zat yang tidak beracun seperti nitrogen (N<sub>2</sub>), karbon dioksida (CO<sub>2</sub>), dan uap air (H<sub>2</sub>O) (Syahrani, 2006).

Dari berbagai macam upaya meminimalkan polusi udara yang ditimbulkan oleh kendaraan bermotor tersebut, salah satu teknologi yang dapat digunakan untuk menurunkan kandungan gas yang terdapat dalam emisi gas buang adalah dengan pemasangan alat bantu tambahan yang dipasang pada sistem saluran pembuangan emisi gas buang sebagai unit adsorber. Ada berbagai macam bahan yang dapat digunakan sebagai adsorben antara lain yaitu tembaga, zeolit alam, arang aktif dan berbagai macam media penyerapan maupun pereduksi lainnya. Arang aktif merupakan padatan berpori yang dibuat dari bahan baku yang mengandung karbon dengan proses khusus sehingga memiliki permukaan yang aktif dan bersifat selektif pada penggunaannya. Proses khusus dalam pembuatan arang aktif meliputi proses aktivasi fisika dan aktivasi kimia yang dapat membuat pori-pori dari bahan baku terbuka sehingga daya serapnya lebih besar dari arang biasa (Laos dan Yulianti, 2016).

Beberapa bahan yang banyak digunakan sebagai sumber bahan baku pembuatan arang aktif adalah batubara, kayu dan limbah pertanian seperti tempurung dan kulit biji. Berdasarkan hal tersebut maka dalam penelitian ini akan menganalisa pengaruh penggunaan tempurung kemiri sebagai media adsorben untuk menurunkan emisi gas buang kendaraan bermotor.

## DASAR TEORI

Motor bakar adalah suatu mesin yang mengkonversi energi kimia yang terkandung pada bahan bakar menjadi energi mekanik pada poros motor bakar.

### Proses pembakaran

Pembakaran dapat didefinisikan sebagai kombinasi secara kimiawi yang berlangsung secara cepat antara oksigen dan unsur yang mudah terbakar dari bahan bakar pada suhu dan tekanan tertentu. Pembakaran pada motor bensin diawali oleh percikan bunga api listrik dari busi yang terjadi beberapa derajat sebelum piston mencapai titik mati atas. Secara umum hanya terdapat tiga unsur yang penting di dalam bahan bakar, yaitu karbon, hidrogen dan Sulfur (belerang).

### Emisi gas buang

Emisi gas buang adalah polutan yang keluar dari hasil pembakaran pada motor pembakaran dalam. Berikut unsur-unsur yang ada dalam emisi gas buang kendaraan bermotor berbahan bakar bensin:

#### 1. Hidrokarbon (HC)

Senyawa hidrokarbon (HC), terjadi karena bahan bakar belum terbakar tetapi sudah terbuang bersama gas buang akibat pembakaran kurang sempurna dan penguapan bahan bakar. Senyawa hidrokarbon (HC)

dibedakan menjadi dua yaitu bahan bakar yang tidak terbakar sehingga keluar menjadi gas mentah, serta bahan bakar yang terpecah karena reaksi panas berubah menjadi gugusan HC lain yang keluar bersama gas buang.

#### 2. Karbon Monoksida (CO)

Gas karbon monoksida adalah gas yang relatif tidak stabil dan cenderung bereaksi dengan unsur lain. Karbon monoksida dapat diubah dengan mudah menjadi CO<sub>2</sub> dengan bantuan sedikit oksigen dan panas (Endayani dan Putra, 2011). Karbon monoksida (CO), tercipta dari bahan bakar yang terbakar sebagian akibat pembakaran yang tidak sempurna ataupun karena campuran bahan bakar dan udara yang terlalu kaya (kurangnya udara).

#### 3. Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>)

Nitrogen Oksida (NO<sub>x</sub>), merupakan emisi gas buang yang dihasilkan akibat suhu kerja yang tinggi.

#### 4. Karbon Dioksida (CO<sub>2</sub>)

Emisi CO<sub>2</sub> merupakan gas hasil sisa pembakaran yang banyak terdapat di udara, gas CO<sub>2</sub> terbentuk akibat terjadi proses pembakaran yang sempurna. Konsentrasi CO<sub>2</sub> menunjukkan secara langsung status proses pembakaran di ruang bakar.

#### 5. Oksigen (O<sub>2</sub>)

Konsentrasi dari oksigen di gas buang kendaraan berbanding terbalik dengan konsentrasi CO<sub>2</sub>. Untuk mendapatkan proses pembakaran yang sempurna, maka kadar oksigen yang masuk ke ruang bakar harus mencukupi untuk setiap molekul hidrokarbon.

#### 6. N<sub>2</sub> (Nitrogen)

Udara yang digunakan untuk pembakaran dalam mesin, sebagian besar terdiri dari inert gas, yaitu N<sub>2</sub>. Pada saat terjadi pembakaran, sebagian kecil N<sub>2</sub> akan bereaksi dengan O<sub>2</sub> membentuk NO<sub>2</sub>, sebagian besar lainnya tetap berupa N<sub>2</sub> hingga keluar dari mesin (Syahrani, 2006).

#### 7. SO<sub>2</sub> (Sulfur Oksida)

Bahan bakar bensin mengandung unsur belerang (sulfur). Pada saat terjadi pembakaran, S akan bereaksi dengan H dan O untuk membentuk senyawa sulfat dan sulfur oksida.

## Teknologi pengontrolan emisi

Menurut Irawan (2003), Pengontrolan emisi yang dilakukan untuk mereduksi gas buang yang berbahaya pada kendaraan bermotor sudah banyak dilakukan, terutama di negara-negara maju. Metode dan teknik yang dilakukan ada beberapa macam, antara lain dengan jalan melakukan pemilihan bahan bakar, pemilihan

proses dan perawatan mesin. Untuk mereduksi gas buang kendaraan bermotor tersebut, metode yang biasanya dipakai adalah:

1. Modifikasi mesin.
2. Modifikasi pada saluran gas buang.
3. Modifikasi penggunaan bahan bakar atau sistem bahan bakarnya.

#### Arang aktif

Arang aktif adalah arang yang diproses sedemikian rupa sehingga memiliki daya serap atau adsorpsi yang tinggi terhadap bahan yang berbentuk larutan atau uap. Arang aktif dapat dibuat dari bahan yang mengandung karbon baik organik atau anorganik. Pada umumnya, arang aktif digunakan sebagai bahan penyerap atau penjernih. Dalam jumlah yang kecil, juga digunakan sebagai katalisator (Verlina, 2014).

Tabel 1. Persyaratan arang aktif Standar Nasional Indonesia (SNI).

Jenis persyaratan	Parameter
Kadar air	Maksimum 15%
Kadar abu	Maksimum 10%
Kadar zat menguap	Maksimum 25%
Kadar karbon terikat	Minimum 65%
Daya serap terhadap yodium	Minimum 750 mg/g
Daya serap terhadap benzene	Minimum 25%

Sumber: (Verlina, 2014).

## METODE PENELITIAN

### Persiapan alat dan bahan.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu: Motor bensin honda astrea supra 100 cc, mesin las listrik, gerinda, bor, ayakan, jangka sorong, oven, tanur, kertas saring, timbangan analitik, *tachometer*, *gas analyzer*, manometer U.

Bahan-bahan yang digunakan yaitu: tempurung kemiri, aquades,  $ZnCl_2$ , saringan, klem besi, pipa besi, tube, plat besi, baut dan mur.

### Pembuatan arang aktif tempurung kemiri

#### 1. Proses dehidrasi dan karbonisasi

Sampel tempurung kemiri yang telah disiapkan diambil secara acak kemudian dikeringkan di bawah sinar matahari hingga kering

selanjutnya, tempurung kemiri dibersihkan dari kotoran (sisa-sisa daging buah kemiri, kerikil, tanah, dan lain-lain) kemudian dikeringkan lagi di bawah sinar matahari. Setelah melalui proses dehidrasi, sampel tempurung kemiri dimasukkan kedalam drum yang telah dirangkai sedemikian rupa untuk dilakukan proses pengarangn, Pada tahap ini sampel dimasukkan secara bertahap kedalam drum kemudian diabakar, setelah semua tempurung kemiri terbakar sempurna (dicirikan oleh asap yang keluar dari dalam tungku telah berkurang dan berwarna kebiruan), maka pembakaran dihentikan dengan cara menutup rapat semua jalan yang dilalui udara kedalam drum dan dibiarkan selama  $\pm 12$  jam

#### 2. Proses aktivasi

Tempurung kemiri yang telah dirangkai kemudian arang dimasukkan ke breaker glas dan direndam dengan larutan  $ZnCl_2$  dengan variasi konsentrasi 10% kemudian campuran diaduk dan ditutup dengan plastik selanjutnya dibiarkan selama  $\pm 24$  jam. Arang tempurung kemiri hasil aktivasi dicuci dengan aquades hingga pH netral (pH=7) yang bertujuan untuk menghilangkan sisa-sisa ion  $Cl^-$ . Setelah air bilasan netral, arang tempurung kemiri disaring dengan kertas saring. Setelah itu, dikeringkan dalam oven selama  $\pm 3$  jam pada suhu  $105^\circ C$  untuk menghilangkan kadar air yang terdapat pada hasil residu arang tempurung kemiri. Selanjutnya arang tempurung kemiri di tanur pada suhu  $500^\circ C$  selama 1 jam.

### Uji kualitas arang aktif tempurung kemiri

#### 1. Penentuan kadar air

Sebanyak  $\pm 1$  gram sampel arang aktif ditimbang sebagai massa awal dan dimasukkan ke dalam cawan porselen. Selanjutnya, sampel dipanaskan dalam oven pada suhu  $100^\circ C$  selama 2 jam 30 menit. Kemudian didinginkan dan ditimbang (sampai berat tetap). Selanjutnya dihitung % kadar air dengan rumus sebagai berikut menurut (Masitoh dan Sianita-B, 2013 dalam jaya 2014):

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{a-b}{a} \times 100\% \quad (1)$$

Dimana:

a = bobot contoh sebelum pemanasan (g)

b = bobot contoh setelah pemanasan (g)

#### 2. Penentuan massa jenis

Massa jenis adalah pengukuran massa setiap satuan volume benda. Semakin tinggi massa jenis suatu benda, maka semakin besar pula massa setiap volumenya. Besaran massa jenis dapat membantu menerangkan mengapa benda yang berukuran sama memiliki berat yang berbeda. Rumus untuk menentukan massa jenis adalah sebagai berikut:

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (2)$$

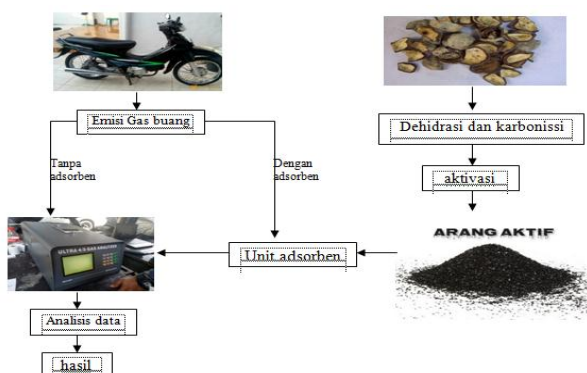
dimana:

- $\rho$  = massa jenis ( $\text{kg/m}^3$ )
- $m$  = massa (kg)
- $v$  = volume ( $\text{m}^3$ )

### pengujian emisi gas buang kendaraan bermotor

Dalam pengujian kandungan emisi gas buang kendaraan bermotor adapun variabel terikat dalam penelitian ini yaitu: kadar CO, CO<sub>2</sub> dan HC sedangkan variabel bebas dalam penelitian ini yaitu: variasi ukuran butir arang aktif mesh 4, mesh 8 dan mesh 16. Adapun langkah-langkah dalam pengambilan data emisi gas buang yaitu:

1. Hubungkan saluran gas buang yang telah dimodifikasi dengan penambahan unit adsorber arang aktif tempurung kemiri.
2. Hubungkan alat ukur *termocouple* ke komputer untuk pembacaan distribusi temperatur kerja pada saluran gas buang.
3. Hubungkan manometer U ke tube tekanan pada unit adsorber untuk pembacaan distribusi tekanan pada saluran gas buang.
4. Hidupkan mesin sampai temperatur kerja normal.
5. Menaikkan putaran mesin secara bertahap sampai diperoleh putaran yang sudah ditentukan yaitu pada kondisi putaran mesin idle 1400 rpm ( $\pm 100$  rpm).
6. Melakukan pengujian dengan tiga kali pengulangan pengambilan data untuk setiap variasi, dimulai dari tanpa media adsorben, arang biasa, arang aktif mesh 4, arang aktif mesh 8 dan arang aktif mesh 16.
7. Mencatat kandungan emisi gas CO, CO<sub>2</sub>, dan HC yang terbaca pada alat ukur *Automotive Emission Analyzer*.
8. Lakukan pengujian secara berulang pada masing-masing variasi ukuran butir arang aktif pada unit adsorber yang telah ditentukan.
9. Semua hasil pengukuran dan pengamatan dicatat kemudian dianalisis.



Gambar 1. Skema pengukuran emisi gas buang



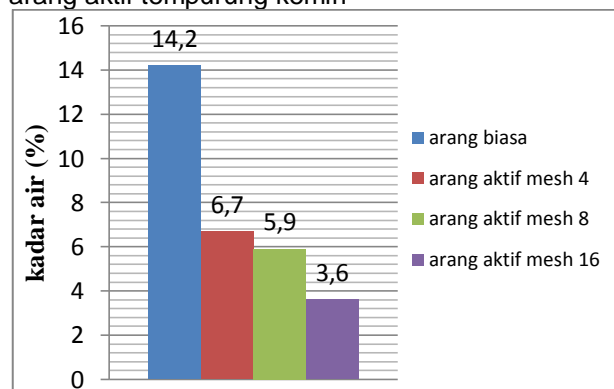
Gambar 2. Unit adsorber

### HASIL DAN PEMBAHASAN

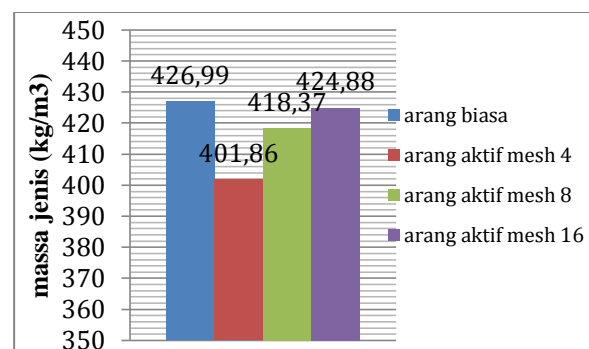
Hasil pengujian yang didapatkan pada penelitian ini akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik untuk mempermudah analisis data dan pembahasan.

#### Hasil pengujian kualitas arang aktif

Hasil pengujian kadar air dan massa jenis arang aktif tempurung kemiri



Gambar 3. Hasil pengukuran kadar air



Gambar 4. Hasil pengukuran massa jenis

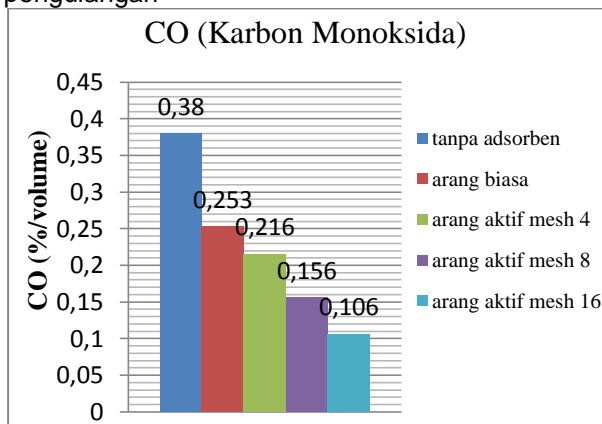
Penurunan kadar air paling besar yaitu pada arang tempurung kemiri mesh 16 yaitu sebesar 0,74 % dari nilai arang biasa. Nilai kadar air dari arang aktif yang teraktivasi menunjukkan kualitas arang aktif yaitu lebih rendah dari 15 % (Verlina, 2014). Kadar air arang aktif yang dikehendaki harus bernilai kecil karena akan mempengaruhi daya serapnya terhadap gas maupun cairan. Kadar air arang aktif dipengaruhi oleh jumlah uap

air di udara, lama proses pendinginan, penggilingan dan pengayakan (Lempang dkk, 2009).

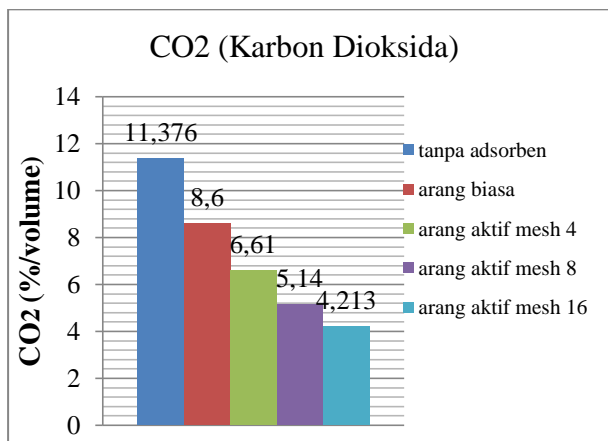
Sedangkan nilai massa jenis paling besar yaitu  $426,99 \text{ kg/m}^3$  pada arang kemiri biasa (belum teraktivasi) di mana ukuran mesh untuk arang biasa menggunakan mesh 16, ini diakibatkan karena ukuran butir arang yang lebih kecil dan lebih halus sehingga kerapatan dan kepadatan lebih tinggi dibandingkan arang aktif tempurung kemiri mesh 4. Dari hasil data dapat disimpulkan bahwa semakin kecil ukuran butir arang aktif maka semakin tinggi nilai massa jenisnya. Sebaliknya semakin besar ukuran butir arang aktif maka semakin kecil nilai massa jenisnya.

### Hasil uji emisi gas buang

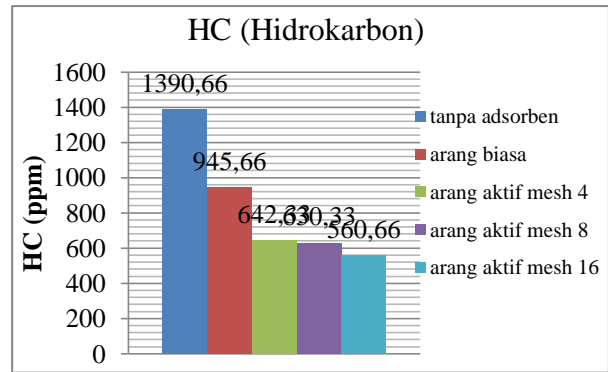
Pengambilan data pada penelitian ini dilakukan sesuai prosedur-prosedur yang telah ditetapkan sebelumnya baik itu tahap persiapan, tahap pengujian maupun tahap pengambilan data. Hasil pengambilan data emisi gas buang sebelum dan setelah penambahan adsorben dengan 3 kali pengulangan



Gambar 5 kandungan emisi CO



Gambar 6. Kandungan emisi CO<sub>2</sub>



Gambar 7. Kandungan emisi HC

Penurunan emisi CO terbesar berdasarkan data di atas terjadi pada arang aktif tempurung kemiri mesh 16. Penyebab menurunnya nilai CO diduga karena dengan semakin kecil ukuran butir arang aktif maka kontak antara emisi CO terhadap arang aktif semakin banyak maka kapasitas serapannya juga semakin besar hal inilah yang menyebabkan semakin rendahnya nilai CO.

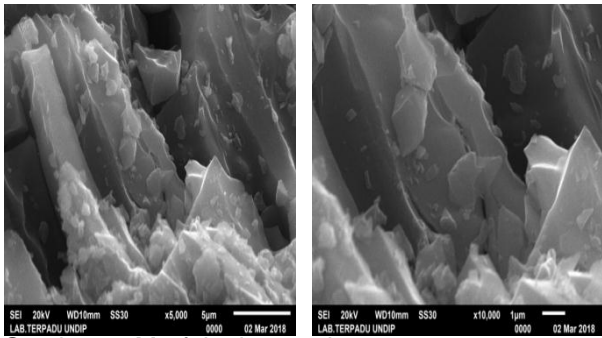
Penurunan emisi CO<sub>2</sub> yang terjadi pada penelitian ini akibat dari pemakaian adsorben arang aktif tempurung kemiri pada saluran gas buang kendaraan bermotor dengan variasi ukuran butir yang berbeda. Berdasarkan data grafik tersebut juga menunjukkan bahwa dengan adanya penambahan adsorben arang aktif tempurung kemiri dapat membantu mengurangi kandungan emisi CO<sub>2</sub> yang dihasilkan dari sisa pembakaran kendaraan bermotor. Dapat dikatakan bahwa penggunaan adsorben arang aktif tempurung kemiri sangat potensial dalam mengurangi CO<sub>2</sub> yang merupakan penyebab utama dari pemanasan global.

Penurunan kandungan emisi HC setelah penambahan adsorben arang aktif tempurung kemiri tidak terlalu signifikan namun dari data menunjukkan bahwa penggunaan adsorben arang aktif tempurung kemiri dengan ukuran yang semakin kecil dapat meningkatkan penurunan konsentrasi emisi HC lebih besar jika dibandingkan dengan tanpa menggunakan media adsorben.

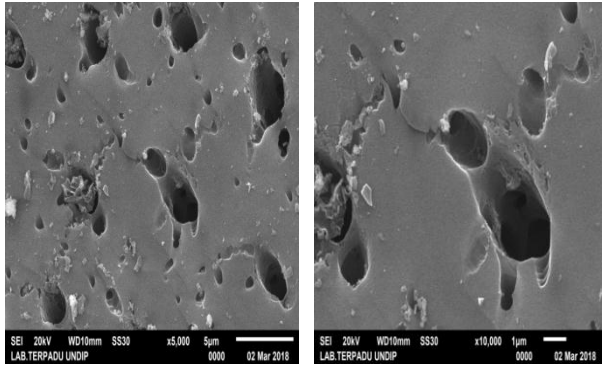
### Hasil uji SEM dan FTIR

#### Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM)

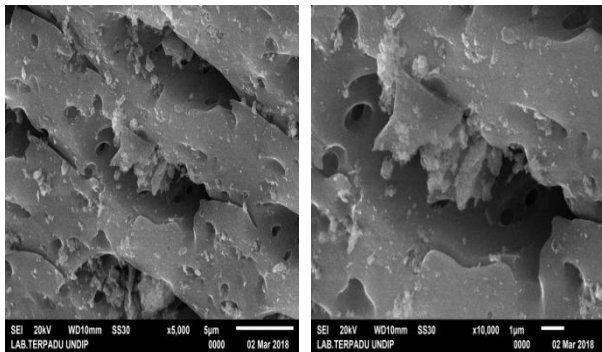
Analisis menggunakan SEM dilakukan untuk mengetahui morfologi permukaan dan sampel padat. Hasil analisa SEM dari arang tempurung kemiri biasa, arang aktif tempurung kemiri sebelum dan setelah dilewati emisi gas buang kendaraan bermotor dapat dilihat pada gambar dibawah ini yang diilustrasikan pada perbesaran yang berbeda-beda yaitu mulai dari 5.000 dan 10.000 kali



Gambar 8. Morfologi permukaan arang tempurung kemiri biasa



Gambar 9. Morfologi permukaan arang aktif tempurung kemiri sebelum dilewati emisi



Gambar 10. Morfologi permukaan arang aktif tempurung kemiri setelah dilewati emisi

Gambar 8. morfologi permukaan arang tempurung kemiri biasa terlihat kumpulan partikel yang tidak beraturan berbentuk persegi panjang, bintang-bintang dan lain sebagainya dengan ukuran yang tidak homogen serta struktur pori-pori yang tidak seragam. Hal tersebut menunjukkan bahwa pada arang tempurung kemiri biasa masih banyak terkandung oksida-oksida logam maupun kandungan air dan senyawa lainnya.

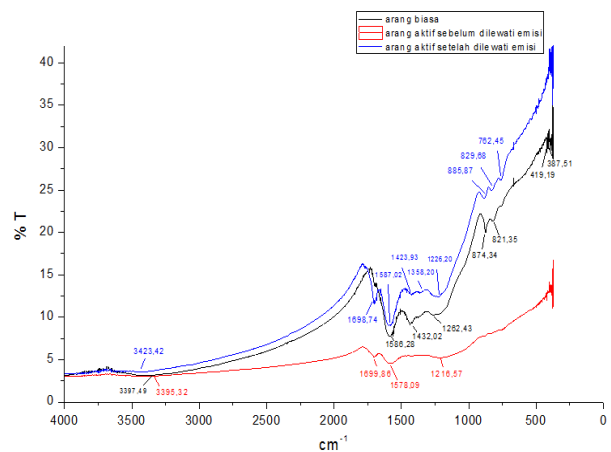
Pada Gambar 9. menunjukkan bahwa arang aktif tempurung kemiri setelah diaktivasi dengan  $ZnCl_2$  10%, memiliki pori-pori dengan rongga yang terbuka dan seragam jika dibandingkan dengan arang tempurung kemiri biasa. Hal ini dikarenakan proses aktivasi menyebabkan semakin banyaknya bahan mudah terbang (*volatile*) terlepas dari arang sehingga menyebabkan terbukanya struktur arang

yang berakibat pada pembentukan pori dan mengurangi penutupan hidrokarbon pada permukaan arang. Akibatnya arang aktif yang memiliki luas permukaan pori dengan rongga yang besar dan seragam serta memiliki kemampuan adsorpsi yang lebih baik. Hal ini sesuai dengan hasil pengujian emisi gas buang kendaraan bermotor di atas. Pada gambar juga terlihat adanya bintang-bintang putih, ini kemungkinan adanya sisa  $ZnCl_2$  pada permukaan arang aktif.

Sedangkan pada Gambar 10. terlihat pori-pori permukaan arang aktif semakin membesar jika dibandingkan arang aktif tempurung kemiri sebelum dilewati emisi gas buang kendaraan bermotor serta adanya bintang-bintang putih yang menempel pada rongga arang aktif. Hal ini diidentifikasi karena setelah dilewati emisi gas buang kendaraan bermotor mengalami kenaikan temperatur yang menyebabkan pori-pori permukaan arang aktif semakin besar dan bintang-bintang yang menempel pada rongga arang aktif diduga adalah sisa-sisa senyawa emisi gas buang yang terserap oleh arang aktif. Ini juga sesuai dengan hasil pengujian untuk kandungan emisi gas buang setelah melewati arang aktif tempurung kemiri yang memiliki kandungan lebih sedikit kemungkinan adanya penyerapan yang dilakukan oleh adsorben arang aktif tempurung kemiri.

#### Hasil uji FTIR

Spektroskopi inframerah dilakukan dengan tujuan untuk mengidentifikasi gugus fungsi yang terdapat dalam suatu senyawa. Sifat adsorpsi arang aktif tidak hanya ditentukan oleh ukuran pori-pori pada permukaan arang aktif tersebut tetapi juga dipengaruhi oleh komposisi kimia dari arang aktif tersebut yang berupa gugus-gugus fungsi yang merupakan gugus aktif pada arang aktif tersebut (Jaya, 2014). Analisis FTIR dilakukan pada panjang gelombang  $4000-370\text{ cm}^{-1}$ .



Gambar 11. Spectrum FT-IR sampel arang biasa, arang aktif tempurung kemiri sebelum dan setelah dilewati emisi gas buang

Berdasarkan Gambar 4.18 spectrum FT-IR sampel arang tempurung kemiri biasa mempunyai pita serapan pada bilangan gelombang 3397,49  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan gugus fungsi OH, yang diperkuat dengan adanya pita pada bilangan gelombang 1432,02  $\text{cm}^{-1}$ , 874,34  $\text{cm}^{-1}$  dan 821,35  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi simetris C-H. kemudian terdapat ikatan C=C aromatik pada bilangan gelombang 1586,28.

Hasil spectrum FTIR sampel arang aktif tempurung kemiri sebelum dilewati emisi gas buang mempunyai pita serapan pada 3395,32  $\text{cm}^{-1}$  merupakan gugus fungsi OH, pita serapan pada 1216,57  $\text{cm}^{-1}$  merupakan gugus fungsi C-O serta pada 1578,09  $\text{cm}^{-1}$  merupakan gugus fungsi C=C aromatik kemudian terdapat bilangan gelombang dan terbentuknya serapan baru pada bilangan gelombang 1699,86  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya vibrasi gugus C=O. Dengan adanya ikatan OH dan C-O menunjukkan bahwa arang aktif tempurung kemiri sebelum dilewati emisi cenderung bersifat polar, gugus OH relatif cenderung bersifat polar (Lempang dkk, 2009). Dengan demikian arang aktif dapat digunakan sebagai adsorben pada zat-zat yang cenderung polar.

Sedangkan hasil spectrum FTIR sampel arang aktif tempurung kemiri setelah dilewati emisi gas buang telah terjadi perubahan pola spectrum serapan yaitu terjadi pergeseran bilangan gelombang OH dari 3395,32  $\text{cm}^{-1}$  ke 3423,42  $\text{cm}^{-1}$  bilangan gelombang C=O dari 1699,86  $\text{cm}^{-1}$  ke 1698,74  $\text{cm}^{-1}$  serta gelombang C=C aromatik dari 1578,09  $\text{cm}^{-1}$  ke 1587,02  $\text{cm}^{-1}$  dan terbentuknya serapan baru. Terindikasinya gugus fungsi OH pada sampel arang aktif setelah dilewati emisi menunjukkan adanya kandungan uap air pada emisi gas buang kendaraan bermotor. Hal ini dibuktikan dengan semakin tingginya serapan nilai OH setelah dilewati emisi gas buang.

## KESIMPULAN

Berdasarkan hasil pengamatan serta pembahasan pada penelitian ini maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut :

1. Pemanfaatan dan penggunaan adsorben arang aktif tempurung kemiri dapat menurunkan kandungan emisi gas buang CO, CO<sub>2</sub> dan HC.
2. Ukuran butir arang aktif tempurung kemiri berpengaruh terhadap kapasitas serapan yang dihasilkan di mana dengan semakin kecil ukuran butir arang aktif yang digunakan emisi gas buang yang terserap juga semakin banyak.
3. Penurunan konsentrasi emisi gas buang terbesar terjadi pada adsorben arang aktif tempurung kemiri mesh 16. Persentase penurunan yang terjadi yaitu kandungan CO sebesar 72,10 % dari nilai CO tanpa adsorben, kandungan CO<sub>2</sub> sebesar 62,96 % dari nilai CO<sub>2</sub>

tanpa adsorben dan kandungan HC sebesar 59,68 % dari nilai HC tanpa adsorben.

## DAFTAR PUSTAKA

- Irawan, R. B. (2003). *Untuk Kerja Catalytic Converter Tembaga (Cu) Pada Saluran Gas Buang Kendaraan Bermotor Untuk Mereduksi Emisi Gas Carbon Monoksida*. Semarang: Program Magister Ilmu Lingkungan Program Pascasarjana Universitas Diponegoro.
- Jaya, T. F. (2014). *Adsorpsi Emisi Gas CO, NO, dan NOx menggunakan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Buah Kakao (Theobroma cacao L.) pada Kendaraan Bermotor Roda Empat*. Makassar: Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.
- Laos, E. L., Masturi, dan Yulianti, Ian. (2016). *Pengaruh Suhu Aktivasi Terhadap Daya Serap Karbon Aktif Kulit Kemiri*. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) SNF2016, Volume V, 135-140.
- Lempang, M., Syafii, W. dan Pari, G., 2009, *Sifat dan Mutu Arang Aktif Tempurung Kemiri*, *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol.30, No. 2, ISSN: 0216-4329, Balai Penelitian Kehutanan Makassar, hal. 100-113.
- Rahman., S. (2016). *Pengaruh Penggunaan Limbah Karbit Sebagai Adsorben Pada Katalitik Konverter Untuk Menurunkan Emisi Gas Buang Kendaraan Bermotor Berbahan Bakar Bensin*. Mataram: Fakultas Teknik Universitas Mataram.
- Syahrani, A. (2006). *Analisa Kinerja Mesin Bensin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*. SMARTek, 260-266.
- Verlina, V. O. W. (2014). *Potensi Arang Aktif Tempurung Kelapa Sebagai Adsorben Emisi Gas CO, NO, Dan NOx Pada Kendaraan Bermotor*. Makassar: Jurusan Kimia Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Hasanuddin.