

KARAKTERISTIK EMISI KENDARAAN RODA DUA PADA KONDISI OPERASI BAHAN BAKAR GANDA BIOGAS – PERTALITE DENGAN APLIKASI ADSORBEN ARANG AKTIF BATANG KELOR (*MORINGA OLEIFERA*)

EMISSION CHARACTERISTICS OF TWO-WHEEL VEHICLES IN THE OPERATING CONDITIONS OF BIOGAS – PERTALITE DUAL FUEL WITH ADSORBENT APPLICATION OF ACTIVATED CHARCOAL, MORINGA OLEIFERA

N.K.R. Nikita¹, H.S. Tira², Y. A. Padang³

Jurusan teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Mataram, Jln. Majapahit no. 62, Mataram, Nusa Tenggara Barat, 83125, Indonesia, Telp. 083147707788

E-mail addresses: reginikita24@gmail.com

ABSTRACT

Every year fuel consumption in Indonesia continues to increase which causes more emissions so an environmentally friendly substitute fuel is needed, namely biogas. However, biogas has another content, namely CO₂ which is not good for the environment. So, a combination of pertalite, biogas, and adsorbent is needed to reduce emissions.

The purpose of this study was to determine the characteristics of HC, CO, and CO₂ from the emission of two-wheeled vehicles on biogas-pertalite dual fuel with the addition of an adsorbent. This study used activated charcoal as an adsorbent from Moringa stems with variations in the concentration of the adsorbent activation solution (0%, 2%, 5%, and 8%). The testing process is carried out by inserting the adsorbent into the exhaust gas channel of a two-wheeled vehicle with the condition of using dual fuel, then the adsorbent will be passed by emissions.

The results of this study indicate that the use of adsorbent is the most influential factor in reducing the resulting emission. The best variation of solution concentration is 8% concentration with CO content; CO₂ and HC respectively with an average value of 0.01%; 1.29% and 947.67 ppm.

Keywords: Moringa stem, pertalite-biogas, adsorbent, emission.

1. Pendahuluan

Setiap tahunnya kendaraan pribadi di Indonesia terus bertambah yang menyebabkan konsumsi bahan bakar kian meningkat. Sedangkan bahan utama bensin yaitu minyak bumi semakin menipis dan proses untuk mendapatkan minyak bumi terus menimbulkan kerusakan pada alam. Ditambah lagi

dengan tuntutan kebutuhan energi semakin tinggi sedangkan bahan bakar minyak (BBM) semakin langka. Upaya untuk mencari sumber bahan bakar lain pun terus dilakukan (Sunaryo dkk, 2020).

Salah satu bahan bakar yang disarankan yaitu biogas, biogas merupakan gas yang berasal dari proses penguraian bahan organik secara anaerob (tanpa udara) oleh bakteri atau mikroorganisme melalui beberapa tahapan. Biogas bisa menjadi salah satu solusi pengganti energi bahan bakar fosil yang murah dan ramah lingkungan. Unsur utama pada biogas adalah gas metana atau CH_4 yang menjadi komponen dalam pembakaran. Selain gas metana (CH_4) yang sangat diperlukan dalam pembakaran, terdapat kandungan lain yang justru mengganggu atau merusak. Salah satu gas pengotor yang harus dikurangi adalah CO_2 . Kandungan CO_2 yang tinggi pada biogas akan menyebabkan nilai pembakaran menjadi turun (Firdaus dkk, 2021). Maka dari itu dibutuhkan pemurnian biogas sebelum biogas digunakan sebagai bahan bakar. Pemurnian dibutuhkan untuk menghilangkan gas pengotor dan meningkatkan kualitas biogas agar nilai kalor dari bahan bakar biogas dapat meningkat (Nurdin dan Himawanto, 2018). Adsorben yang biasa digunakan untuk pemurnian biogas adalah zeolit dan arang aktif. Bahan arang aktif bisa dari berbagai macam seperti batok kelapa, kulit pisang, sekam padi dan lain sebagainya. Adsorben arang aktif dari batang kelor belum pernah ada yang menggunakannya sehingga perlu dilakukan penelitian untuk mengetahui efektivitas kenaikan gas metana yang terkandung.

Menurut Firdaus dkk (2021), motor bensin yang menggunakan bahan bakar biogas dapat dihidupkan walaupun kinerja yang dihasilkan belum maksimal. Tingkat emisi yang dihasilkan juga lebih rendah. Meskipun demikian, biogas pada mesin berbahan bakar biogas memiliki kelebihan mengenai emisi gas buang yang dihasilkan sebagian besar lebih rendah dibandingkan dengan emisi gas buang yang dihasilkan oleh mesin berbahan bakar minyak (BBM). Emisi gas buang dari bahan bakar biogas juga lebih bersih dibandingkan dengan emisi gas buang yang menggunakan bahan bakar minyak (BBM).

Pada penelitian Benato dan Macor (2019) biogas terbukti merupakan bahan bakar hidrokarbon yang sangat baik karena dapat menurunkan emisi kendaraan, kadar CO_2 yang didapatkan berada pada kisaran 41-48%. Namun demikian penggunaan biogas harus tidak melibatkan H_2S yang korosif dan CO_2 yang nilai kalornya sangat rendah. Oleh karena itu biogas perlu dimurnikan. Disamping itu perlu adanya pembuktian tentang penggunaan adsorben dengan memanfaatkan limbah organik untuk semakin mendapatkan sinergi yang lebih baik dalam menurunkan emisi. Sinergi yang dimaksud adalah menggunakan bahan bakar terbarukan yaitu metana (CH_4) yang memiliki rantai HC yang pendek dan dipadukan dengan adsorben limbah organik.

Penelitian menggunakan batang kelor sebagai adsorben masih jarang ditemui, oleh karena itu penulis ingin meneliti potensi dan penerapannya. Berdasarkan hal tersebut, penelitian ini akan melakukan analisa karakteristik emisi gas buang kendaraan roda dua pada kondisi operasi bahan bakar ganda biogas – pertalite dengan aplikasi adsorben arang aktif batang kelor.

2. Bahan dan Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

2.1.1 Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini diantaranya: Parang, Pisau, Klin drum, Kaleng, Timbangan digital, Gelas ukur (*Beaker glass*), Spatula, *Furnance*, Saringan mesh 10 (2 mm) dan mesh 20 (0,841 mm), Kotak plastik untuk proses aktivasi arang aktif, Kendaraan roda dua Honda Supra x 125 (Tipe mesin 4 langkah dan kapasitas mesin 124,89 cc), Unit saluran gas buang (knalpot yang sudah dimodifikasi), Baut, *Tachometer*, *Ball flow meter*, *Thermocouple*, Konverter gas, Tabung LPG 3 kg, *Biogas Analyzer TY-6300P*, Kompresor (*Air compressors* tipe GAT – $\frac{1}{4}$), Alat uji emisi (*Automotive Emission Analyzer Nanhua NHA-405*), Alat uji SEM/EDX (JEOL jcm-7000), Alat uji FTIR (*FTIR Spectrum Two Perkin Elmer*).

2.1.2 Bahan

Kayu bakar (untuk proses pembakaran batang kelor menjadi arang), Batang kelor sebagai bahan baku arang aktif, $\text{Ca}(\text{OH})_2$ sebagai aktivator karbon, *Aquades*, Aluminium foil, Kertas pH meter, Plastik bening (untuk penyimpanan sementara biogas setelah dimurnikan), BBM jenis pertalite, Biogas hasil pemurnian dengan kandungan CH_4 97,4%.

2.2 Prosedur Penelitian

2.2.1 Proses Pembuatan arang

Batang kelor tidak bisa langsung digunakan menjadi arang sebelum itu batang kelor dikeringkan dengan cara dijemur pada sinar matahari (proses dehidrasi). Setelah itu kulit batang kelor dihilangkan untuk menghilangkan getah pada batang kelor. Kemudian batang kelor yang sudah dihilangkan bagian kulitnya kembali dikeringkan. Lalu batang kelor dipotong lebih kecil dengan ukuran yang sudah disesuaikan untuk memudahkan dalam proses pembakaran. Batang kelor kemudian dikeringkan kembali hingga menjadi lebih kering bagian luar dan bagian dalamnya. Setelah itu dilakukan proses pembakaran menggunakan klin drum dan kayu bakar. Batang kelor dimasukkan ke dalam kaleng kemudian ditutup dengan tutup kaleng yang sudah diberi sedikit lubang. Kaleng berisi batang kelor kemudian diletakkan di atas klin drum dengan bagian bawahnya api sudah menyala. Proses pembakaran menggunakan waktu ± 20 menit dan suhu pengapian $\pm 700^\circ\text{C}$

2.2.2. Proses pembuatan larutan aktivator

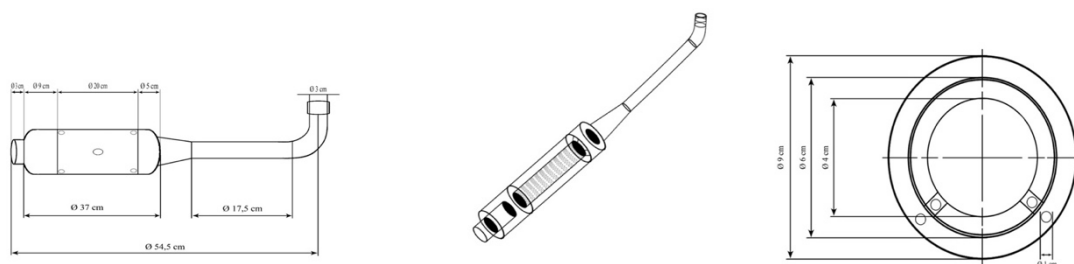
Pada proses ini pertama menyiapkan padatan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dan *aquades* serta alat yang dibutuhkan seperti: timbangan digital dan gelas ukur. Lalu massa padatan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ ditimbang dengan komposisi yang telah dihitung dan disesuaikan dengan variasi konsentrasi larutan (larutan 5% menggunakan 50 gram padatan $\text{Ca}(\text{OH})_2$). Setelah itu padatan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ dilarutkan dalam *aquades* sampai berat larutan sesuai dengan konsentrasi yang telah divariasikan.

2.2.3 Proses aktivasi arang aktif batang kelor

Setelah menjadi arang, batang kelor akan melalui proses pengeringan di dalam oven selama 2 jam pada suhu 110°C . Lalu arang diayak dengan ayakan berukuran mesh 10 dan mesh 20. Setelah itu arang melalui proses aktivasi kimia dengan mencampurkan arang dengan larutan $\text{Ca}(\text{OH})_2$ yang telah divariasikan lalu didiamkan selama 24 jam. Setelah itu arang akan melalui proses aktivasi secara fisika di dalam oven selama 2 jam pada suhu 400°C . Setelah melalui proses aktivasi fisika arang dicuci dengan *aquades* sampai pH 7. Lalu arang dikeringkan lagi dalam oven pada suhu 110°C selama 2 jam.

2.2.4 Proses pembuatan saluran gas buang

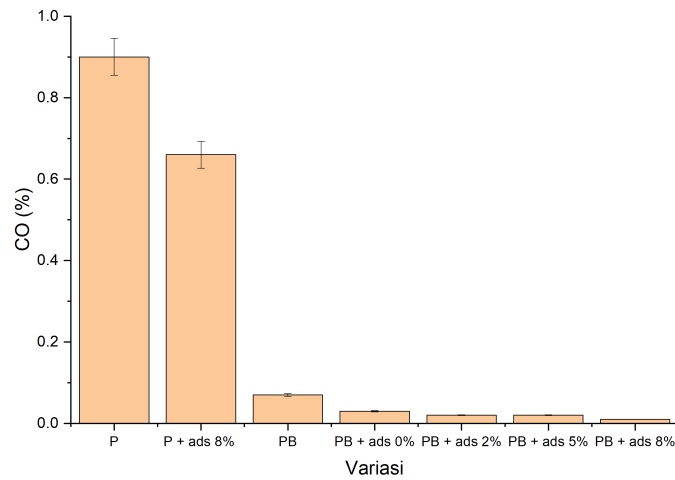
Tabung adsorpsi dibuat menggunakan saluran gas buang (knalpot) dengan dimodifikasi sedemikian rupa untuk mempermudah proses pergantian adsorben dalam proses pengambilan data.



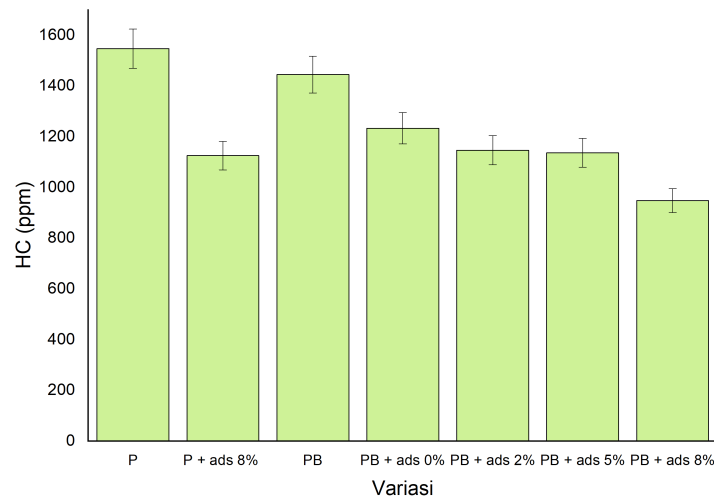
Gambar 2.1 Saluran gas buang (knalpot)

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Kandungan emisi



Gambar 3.1 Hasil data rata-rata kandungan emisi karbon monoksida

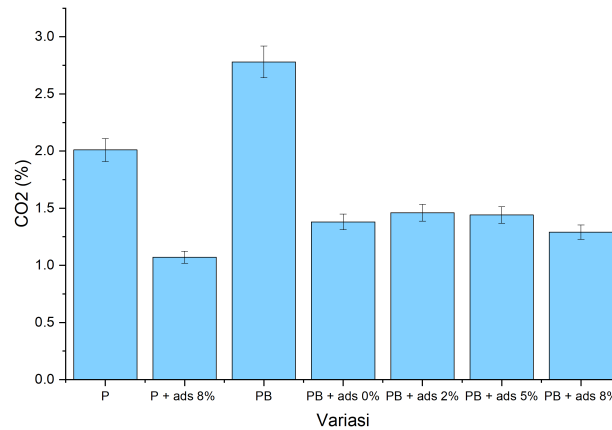


Gambar 3.2 Hasil data rata-rata kandungan emisi hidrokarbon

Berdasarkan gambar 3.1 dapat dilihat kandungan emisi CO tertinggi ada pada penggunaan pertalite atau *single fuel* (P) dengan nilai rata-rata 0,90%. Sedangkan untuk kandungan emisi CO terendah ada pada penggunaan pertalite - biogas (*dual fuel*) dan telah melewati adsorben konsentrasi larutan 8% (PB + ads 8%) dengan nilai rata-rata 0,01%. Berdasarkan gambar 3.2 dapat dilihat kandungan emisi HC tertinggi ada pada penggunaan pertalite atau *single fuel* (P) dengan nilai rata-rata 1546,67 ppm. Sedangkan untuk kandungan emisi HC terendah ada pada penggunaan pertalite - biogas (*dual fuel*) dan telah melewati adsorben konsentrasi larutan 8% (PB + ads 8%) dengan nilai rata-rata 947,67 ppm. Dari data kandungan emisi CO dan HC dapat ditarik kesimpulan bahwa penggunaan bahan bakar ganda (*dual fuel*) dan penambahan adsorben arang aktif dengan konsentrasi larutan dapat mengurangi kandungan CO dan HC pada emisi gas buang.

Hal ini dapat terjadi karena metana (CH_4) adalah gas, sehingga pencampuran dengan oksidan menjadi lebih mudah dibandingkan pencampuran oksidan dan bahan bakar cair. Pembakaran yang baik dalam arti semua bahan bakar baik itu gas (CH_4) dan cair (pertalite) menyebabkan emisi CO menurun (Mustafi dan Raine, 2008). Penambahan adsorben arang aktif juga berpengaruh dalam penurunan

kandungan CO, menurut Redha dkk (2018) adsorben sangat efektif karena memiliki luas permukaan area yang tinggi dan volume pori yang besar sehingga dapat menyerap gas lebih besar, hasil pengujian yang dilakukan menggunakan adsorben arang kulit cangkang biji kopi mendapatkan hasil penurunan CO sebesar 6,62 - 39,02%. Menurut Ghofur dkk (2021) adsorben memiliki daya serap tinggi sehingga gas buang terserap saat melewati adsorben. Alasan lain yang menyebabkan kandungan HC menurun adalah karena rantai Hidrokarbon CH₄ yang pendek dibandingkan pertalite yang memiliki rantai Hidrokarbon yang panjang yaitu C₈H₁₈ sehingga kandungan HC menjadi turun, hal ini juga berlaku pada kandungan CO.



Gambar 3.3 Hasil data rata-rata kandungan emisi karbon dioksida

Berdasarkan gambar 3.3 dapat dilihat kandungan emisi CO₂ tertinggi ada pada penggunaan pertalite-biogas atau *dual fuel* (PB) dengan nilai rata-rata 2,78%. Sedangkan untuk kandungan emisi CO₂ terendah ada pada penggunaan pertalite dan adsorben konsentrasi larutan 8% (P + ads 8%) dengan nilai rata-rata 1,07% diikuti penggunaan pertalite - biogas (*dual fuel*) dan telah melewati adsorben konsentrasi larutan 8% (PB + ads 8%) dengan nilai rata-rata 1,29%. Dari hasil data kandungan emisi CO₂ pada penggunaan P + ads 8% dan PB + ads 8% peranan adsorben dalam menurunkan CO₂ lebih dominan daripada biogas. Hal ini dapat terjadi dikarenakan pada dasarnya CO₂ merupakan buangan dari sisa hasil pembakaran yang sempurna. Dalam penelitian ini, dengan adanya biogas yang memiliki nilai oktan tinggi menyebabkan hasil pembakaran menjadi lebih baik sehingga akan menaikkan konsentrasi CO₂ sesuai dengan persamaan pembakaran Hidrokarbon sebagai berikut:



Data hasil penggunaan CO₂ Peralite-Biogas (PB) membuktikan persamaan 4-2 dimana kandungan CO₂ lebih tinggi daripada data kandungan CO₂ yang lainnya. Hal ini juga diperkuat oleh Karczewski dkk (2021) yang menyatakan bahwa biogas mampu menaikkan kandungan CO₂ hingga 27%.

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan dari data yang diperoleh maka dapat ditarik kesimpulan sebagai berikut:

1. Penggunaan bahan bakar ganda pertalite-biogas dengan adsorben batang kelor mampu menurunkan emisi gas buang CO, CO₂ dan HC berturut-turut dengan nilai rata-rata 0,01 %; 1,29% dan 947,67 ppm dengan arang aktif konsentrasi larutan 8%.
2. Pengaruh biogas pada penggunaan bahan bakar ganda sangat besar dalam menurunkan emisi CO dan HC, kandungan CO dan HC berturut-turut turun dari 0,90% ; 1546,67 ppm pada penggunaan

pertalite menjadi 0,07% ; 1444,67 ppm pada penggunaan pertalite-biogas. Sedangkan untuk CO₂, biogas mengalami kenaikan emisi dari 2,01% pada penggunaan pertalite menjadi 2,78% pada penggunaan pertalite-biogas.

3. Penggunaan adsorben arang batang kelor dengan bahan bakar ganda pertalite-biogas sangat berpengaruh besar dalam menurunkan emisi gas buang CO, CO₂ dan HC. Penggunaan adsorben terbaik pada pertalite-biogas dengan arang aktif konsentrasi 8%, dengan persentase CO sebesar 0,01%, CO₂ sebesar 1,29% dan HC sebesar 947,67 ppm. Persentase penurunan emisi CO sebesar 85,71%, CO₂ sebesar 53,77% dan HC sebesar 34,40%.

4.2 Saran

1. Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai adsorben arang batang kelor, dikarenakan arang batang kelor memiliki daya serap yang tinggi namun belum pernah ada penelitian yang menggunakan arang batang kelor sebagai adsorben.
2. Saat melakukan pengujian SEM, sampel yang digunakan sebaiknya dilakukan saat sebelum dan sesudah penelitian

Daftar Notasi

rpm	: <i>revolution per minute</i> atau rotasi per menit
ppm	: <i>part per million</i>
C/N rasio	: perbandingan massa Carbon (C) dan Nitrogen (N) dalam suatu zat
pH	: <i>power of Hydrogen</i>
H max	: tinggi maksimal grafik permukaan 3D porositas
H min	: tinggi minimal grafik permukaan 3D porositas
X	: panjang sumbu x pada grafik porositas
Y	: panjang sumbu y pada grafik porositas
V	: volume porositas
rpm	: <i>revolution per minute</i> atau rotasi per menit
ppm	: <i>part per million</i>
C/N rasio	: perbandingan massa Carbon (C) dan Nitrogen (N) dalam suatu zat
pH	: <i>power of Hydrogen</i>

Daftar Pustaka

- Benato, A., & Macor, A. (2019). Italian biogas plants: Trend, subsidies, cost, biogas composition and engine emissions. *Energies*, 12(6), 979.
- Firdaus, A. H., Monasari, R., Qosim, N., & Astuti, F. A. F. (2021). Pengaruh Kalium Hidroksida Terhadap Emisi Gas Buang Motor Bensin Berbahan Bakar Biogas. *Jurnal Pendidikan Teknik Mesin Undiksha*, 9(1), 11-22.
- Ghofur, A., Mursadin, A., Amrullah, A., Saputra, M. R. P., & Ahmad, N. K. (2021). Pengaruh Temperatur Karbonisasi Terhadap Adsorben Tanah Gambut Dalam Menurunkan Emisi Gas Buang Dan Evaluasi Performance Mesin Kendaraan Bermotor. *Prosiding Seminar Nasional Lingkungan Lahan Basah*, 6(2).
- Karczewski, M., Chojnowski, J., & Szamrej, G. (2021). A Review Of Low-CO₂ Emission Fuels For A Dual-Fuel RCCI Engine. *Energies*, 14(16), 5067.
- Mustafi, N. N., & Raine, R. R. (2008). A Study Of The Emissions Of A Dual Fuel Engine Operating With Alternative Gaseous Fuels (No. 2008-01-1394). *SAE Technical Paper*.
- Nurdin, A., & Himawanto, D. A. (2018). Review aplikasi bahan bakar biogas pada motor bakar SI (Spark Ignition). *Simetris: Jurnal Teknik Mesin, Elektro dan Ilmu Komputer*, 9(2), 797-802.

Redha, F., Junaidy, R., & Hasmita, I. (2018). Penyerapan Emisi Co Dan Nox Pada Gas Buang Kendaraan Menggunakan Karbon Aktif Dari Kulit Cangkang Biji Kopi-(Co and Nox Emissions Adsorption in Gas Vehicles Using Activated Carbon From Coffee Bean Shell). *Biopropal Industri*, 9(1), 37-47.

Sunaryo, Effendy, M., & Julianto, E. (2020). Analisis Performa dan Karakteristik Emisi Gas Buang Motor Bensin dari Penggunaan Bahan Bakar Campuran Plastic Oil-Peralite. *Rotasi*, 22(2), 133-141.