

Penyerapan CO₂ Dengan Karbon Aktif Bambu Swat Dengan Variasi Ukuran Butiran

Hari Wangsa, DN Ketut Putra Negara, dan Tjokorda Tirta Nindhia
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Seiring perkembangan zaman kendaraan bermotor sangat berkembang pesat di Indonesia khususnya di Pulau Bali, pada emisi gas buang kendaraan bermotor menghasilkan kadar emis CO₂ dapat menyebabkan peningkatan suhu bumi secara global yang memicu terjadinya global warming sedangkan (CO₂) karbon diokasida, yang terdapat pada kandungan biogas yang tidak bermanfaat bagi pembakaran. Karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi terhadap kation, anion, dan molekul dalam bentuk senyawa organik dan anorganik, baik berupa larutan maupun gas. Adapun tujuan dari penelitian ini adalah untuk daya serap CO₂ dengan karbon aktif bambu swat variasi ukuran butir <250, 250-350, >350 dan sebagai pembandingan karbon aktif komersial ukuran butir >250. Hasil penelitian menunjukkan bahwa karbon aktif dengan ukuran butir berbeda mampu menurunkan kadar CO₂ dari kendaraan emisi gas buang kendaraan bermotor dan dari biogas. Penyerapan terbaik di peroleh dari karbon aktif dengan ukuran butir <250 karbon menyerap 100% CO₂ dan HC dan penyerapan 100% CO₂ ini dihasilkan dari KK_{<250} untuk CO₂ hasil biogas penyerapan terbaik didapat dari KA_{>350} dan lebih baik dibandingkan KK_{>250}.

Kata kunci : Karakteristik, adsorpsi, karbon aktif, emisi gas buang, biogas

Abstract

Along with the development of the age, motor vehicles is very rapidly developing in Indonesia, especially in Bali Island, the exhaust emissions of motor vehicles that produce emisissions CO₂ levels can cause an increase global earth temperature which can triggers global warming, while (CO₂) carbon diocaside which is not in the biogas content is not useful for burning. Activated carbon has a high absorption of cations, anions, and molecules in the form of organic and inorganic compounds, either in solution or gas. The purpose of this study is to absorb CO₂ with activated carbon swat variation in grain size <250, 250-350, >350 and as a comparison of commercial activated carbon grain size > 250. The results showed that activated carbon with different grain sizes was able to reduce CO₂ levels from vehicles and exhaust emissions from motor vehicles and from biogas. The best absorption was obtained from activated carbon with grain size <250 carbon absorbing 100% CO₂ and HC and absorption of 100% CO₂ produced from KK_{<250} for CO₂ the best absorption biogas results obtained from KA_{>350} and better than KK_{<250}.

Keywords : Characteristics, adsorption, activated carbon, exhaust emissions, biogas.

1. Pendahuluan

Seiring perkembangan zaman kendaraan bermotor sangat berkembang pesat di Indonesia khususnya di pulau Bali, pada emeisi gas buang kendaraan bermotor menghasilkan kadar emisi CO₂ yang dapat menyebabkan peningkatan suhu bumi secara global yang memicu terjadinya global warming sedangkan CO₂ yang terdapat pada kandungan biogas yang sangat mengganggu proses pembakaran.

Karbon aktif mempunyai daya serap yang tinggi terhadap kation, anion, dan molekul dalam bentuk senyawa organik, baik berupa larutan maupun gas. Oleh karna itu karbon aktif sangat berguna dalam kehidupan salah satunya karbon aktif dapat menyerap emisi gas buang kendaraan bermotor.

Gas yang dihasilkan dari kendaraan bermotor ialah CO₂, NO, NO_x, sedangkan kadar dari biogas yang tidak menguntungkan yaitu H₂S, CO₂ dan H₂O.

Oleh karena itu, penulis melakukan penelitian mengenai penyerapan CO₂ pada kendaraan dan biogas dengan pengaplikasian karbon aktif dengan bahan dasar bambu swat dengan variasi ukuran butiran arang guna penyerapan CO₂ dengan karbon aktif bambu swat akan di bandingkan dengan penyerapan CO₂ menggunakan karbon aktif komersial (buatan Korea).

Rumusan masalah yang dapat dikaji sebagai berikut:

1. Bagaimana karakteristik karbon aktif dari bambu swat (*Gigantochloa verticillata*) yang di karbonisasi pada suhu 750°C di tahan selama 1 jam 30 menit dan di aktifasi secara fisika pada suhu 750°C di tahan selama 1 jam dan sebagai pembandingan karbon aktif komersial?
2. Pada ukuran butiran berapakah menghasilkan daya serap tertinggi terhadap CO₂ dengan variasi ukuran butiran (<250, 250 – 350, >350) karbon bambu swat dan sebagai pembandingan karbon aktif komersial dengan ukuran butir <250?

dan meningkatnya suhu bumi secara global disebut efek rumah kaca [2].

Berikut ini merupakan penjabaran ruang lingkup penelitian agar lebih terarah:

1. Suhu lingkungan di asumsikan sama.
2. Temperatur karbonisasi 750°C dan di tahan selama 1 jam 30 menit
3. Menggunakan aktivasi fisika dengan temperatur 750°C ditahan selama 1 jam dan di alirkan N₂ (Nitrogen) 350 ml/min.
4. Ukuran butir yang di gunakan <250, 250-300 dan >300.
5. Emisi gas buang (CO₂) kendaraan bermotor yang di gunakan yaitu:
 - a. Merk : YAMAHA/2DP NON ABS
 - b. Tahun pembuatan : 2017
 - c. Bahan Bakar : PREMIUM
 - d. Nomor Mesin : N028336704-O
6. Penelitian ini hanya dilakukan untuk mengetahui daya serap karbon aktifnya.
7. Biogas yang dihasilkan dari limbah ternak sapi simantri 369.

2. Dasar Teori

2.1. Karbon Aktif

Karbon aktif atau sering disebut juga arang aktif adalah suatu bahan yang menyerupai karbon amorf yang memiliki luas permukaan yang sangat besar 200 hingga 20000 m²/g. Karbon aktif merupakan salah satu adsorben yang sering digunakan pada proses adsorpsi. Hal ini disebabkan karbon aktif memiliki daya adsorpsi dan luas permukaan lebih baik dari pada adsorben lainnya. Permukaan yang luas ini disebabkan oleh pori-pori. Pori-pori inilah yang membuat karbon aktif memiliki kemampuan untuk menyerap [1].

2.2 Emisi Gas Buang

Kontribusi gas buang transportasi khususnya kendaraan bermotor mencapai 60-70% sebagai sumber pencemaran udara, dibandingkan dengan industri yang berkisar antara 10-15%, sedangkan sisanya berasal dari pembakaran sampah, rumah tangga, dan lain-lain. Proses pembakaran pada kendaraan bermotor memiliki dampak negatif terhadap lingkungan khususnya kehidupan manusia di bumi, karena hasil pembakaran pada kendaraan bermotor yang disebut dengan emisi gas dapat merusak lingkungan baik itu hewan, tanaman, dan kehidupan manusia sendiri dengan timbulnya berbagai macam penyakit.

Emisi gas buang kendaraan bermotor terdiri dari CO₂ (karbondioksida), HC (hidrokarbon), CO (karbonmonoksida), SO₂ (sulfur dioksida) dan NO_x (oksida nitrogen). Keadaan yang timbul akibat semakin banyaknya gas buang ke lapisan atmosfer

2.3 Biogas

Biogas adalah gas yang dihasilkan dari bakteri – bakteri anaerob melalui proses fermentasi bahan organik. Bakteri ini ada pada setiap jenis bahan organik yang di gunakan untuk menghasilkan biogas. Bahan organik homogen seperti kotoran dan urine hewan ternak cocok dijadikan sistem penghasil biogas sederhana

Komposisi yang terdapat dalam biogas sangat bervariasi tergantung dari asal anaerobil yang terjadi. Bila yang terjadi pada proses pembentukannya dengan proses gas landfill memiliki konsentrasi methana (CH₄) sekitar 50% sedangkan menggunakan sistem pengolahan limbah maju dapat menghasilkan biogas dengan methana 55 – 75% [3].

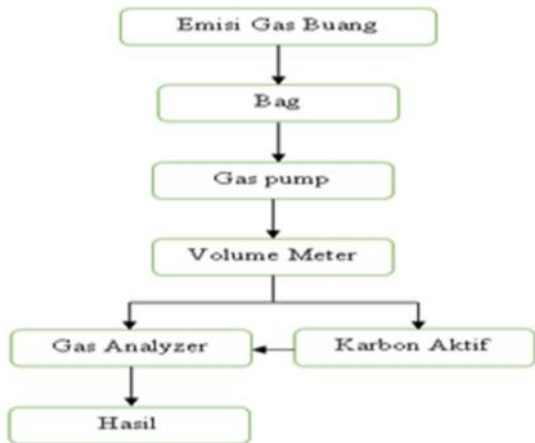
3. Metode Penelitian

3.1. Alat dan Bahan Penelitian

Bahan karbon aktif dibuat dari bambu swat (*Gigantochloa verticillata*), bambu yang sudah dipotong kecil - kecil dan dijemur di bawah sinar matahari, selanjutnya dimasukkan kedalam reaktor karbonisasi. Reaktor di masukkan ke dapur listrik, dipanaskan sampai 750°C dan di tahan hingga 1,5jam, dan didinginkan di dalam dapur selama 18 jam. Karbon yang telah di karbonisasi akan dibuat menjadi sebuk dengan variasi ukuran ubitir <250, 250-350, dan >350 selanjutnya Proses aktivasi dilakukan dengan memanaskan karbon (120 gram) sampai suhu 750°C ditahan selama 1jam dengan dialiri nitrogen 350 ml/menit, selanjutnya didinginkan selama 18 jam dan didapatkan karbon aktif KA_{<250}, KA₂₅₀₋₃₅₀, dan KA_{>350}. Selanjutnya dilakukan uji TGA dan uji serap terhadap CO₂ pada emisi gas buang kendaraan dan CO₂ pada biogas.

3.2 Uji Performansi Carbon Aktif Untuk Menyerap CO₂ Dari Emisi Gas Buang

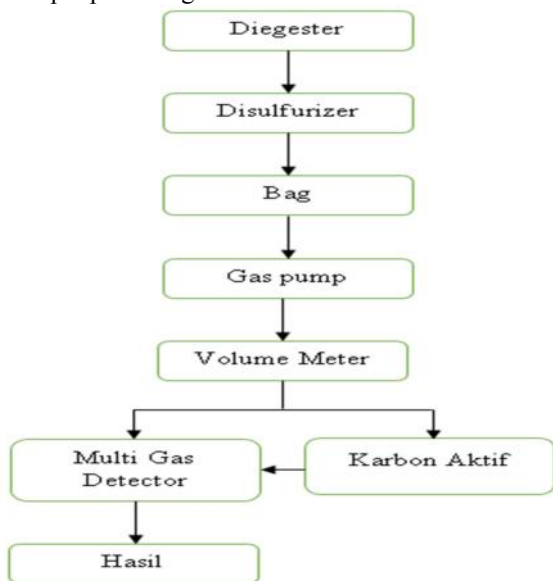
Pengujian ini dilakukan dengan alat uji yaitu *gas analyzer*, pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui banyaknya kandungan emisi CO₂ yang dikeluarkan oleh hasil pembakaran kendaraan bermotor.



Gambar 1 Diagram Alir Pengujian Emisi Gas Buang

3.3. Uji Performansi Carbon Aktif Untuk Menyerap CO₂ Dari Biogas

Pengujian ini dilakukan untuk biogas dengan alat uji yaitu *gas analyzer*, pengujian ini dilakukan agar dapat mengetahui banyaknya kandungan CO₂ yang terdapat pada biogas.

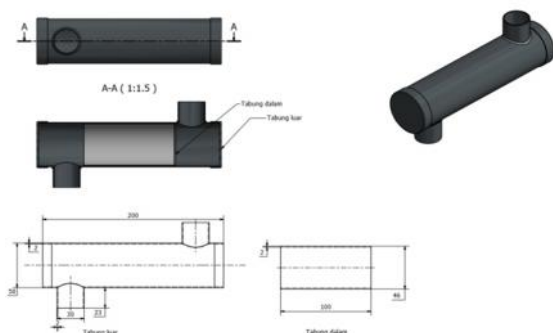


Gambar 2. Diagram Alir Pengujian Biogas

3.4. Spesimen Uji

Spesimen uji ini dibuat untuk media penyimpanan karbon aktif sebagai penyerapan terhadap CO₂. Spesimen uji ini dibuat dari bahan *plastic*, dimana sistem tabung ini menggunakan 2 tabung yang dimana tabung pertama itu disambungkan dengan selang pada bag biogas

Tabung kedua yaitu tempat untuk karbon aktif, dimana tabung yang kedua ini dilengkapi dengan



saringan atau jaring di bagian atas dan bawah yang dimana berfungsi sebagai pembuangan agar gas tidak mengendap di dalam tabung. Desain tabung adsorpsi bisa dilihat pada gambar

Gambar 3. Spesimen Uji

3.5. Analisa Data

Analisa data merupakan suatu langkah yang paling menentukan dari suatu penelitian, karena analisa data berfungsi untuk menyimpulkan hasil dari penelitian. Langkah-langkah analisa data yang dilakukan sebagai berikut:

1. Mengambil 3 *sample* dari masing masing variabel.
2. Mengukur emisi CO₂ kendaraan bermotor dan kadar CO₂ pada biogas.
3. Uji adsorpsi karbon aktif berbahan dasar bambu swat terhadap emisi CO₂ kendaraan bermotor dan biogas
4. Uji adsorpsi karbon aktif komersial terhadap emisi CO₂ kendaraan bermotor dan biogas.
5. Hasil penelitian disajikan dengan metode analisa menggunakan grafik.

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Pengujian Thermogravimetric Analysis

Tabel 1. Pengujian Thermogravimetric Analysis

SAMPEL	Moistur	Volatile	Ash	Fixed Carbon
KK-<250	6.66	16.09	3.00	74.25
KA-<250	8.92	7.59	16.32	67.17
KA<250-350	9.09	6.99	13.25	70.74
KA>350	8.96	7.13	14.41	69.50

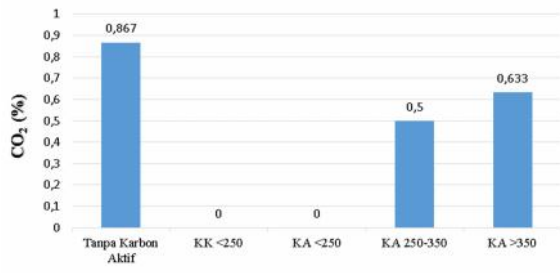
Keterangan:

- KK-<250 : Karbon Akif Komersial ukuran butir <250
- KA-<250 : Karbon Aktif ukuran butir <250
- KA>350 : Karbon Aktif ukuran butir 250-350
- KA>350 : Karbon Aktif ukuran butir >350

Hasil karakteristik karbon aktif dengan variasi ukuran butir >250 dibanding karbon butir <250 dapat pengujian menunjuk KA-<250, KA<250-350, carbon masing-ma 70,74% dan 69,50' didapat pada karb sedangkan fixed ca ukuran butir <250.

4.2 Pengujian Ads



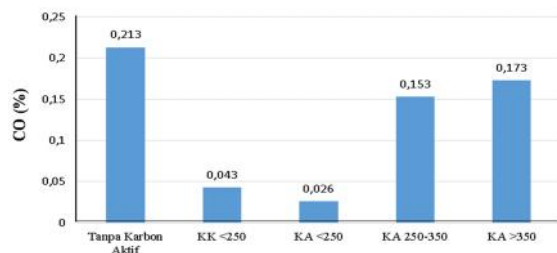


Gambar 4. Grafik CO₂ (Carbon Dioksida)

Pada gambar 4 Grafik CO₂ (Carbon Monoksida) menunjukkan bahwa karbon aktif bambu swat dan karbon aktif komersial ukuran butir <250 sama kuat untuk menyerap kadar CO₂ pada emisi gas buang sedangkan karbon aktif bambu swat ukuran butir >350 menyerap CO₂ terendah.

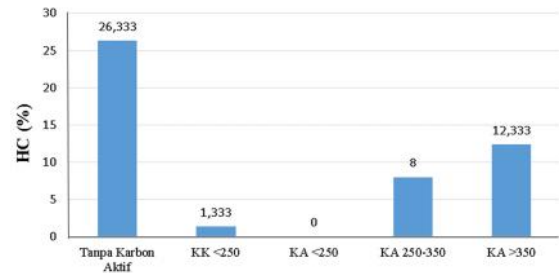
Tabel 2. Hasil uji pemurnian CO₂ pada emisi gas buang

SAMPLE	Kadar Emisi Gas Buang			
	CO (%)	CO ₂ (%)	HC (PPM)	O ₂ (%)
Tanpa Karbon Aktif	0,18	0,8	25	22,7
	0,22	0,9	29	20,6
	0,24	0,9	25	19
Rata-rata	0,213	0,867	26,333	20,767
KK <250	0,04	0	4	22,4
	0,06	0	0	17,9
	0,03	0	0	22,3
Rata-rata	0,043	0	1,333	20,867
KA <250	0,03	0	0	22,4
	0,03	0	0	22,5
	0,02	0	0	22,5
Rata-rata	0,027	0	0	22,467
KA 150-350	0,18	0,6	8	18,1
	0,12	0,3	7	21,1
	0,16	0,6	9	19,3
Rata-rata	0,153	0,5	8	19,5
KA 350	0,28	0,7	16	16,9
	0,13	0,5	6	18,2
	0,11	0,7	15	18,6
Rata-rata	0,173	0,633	12,333	17,9

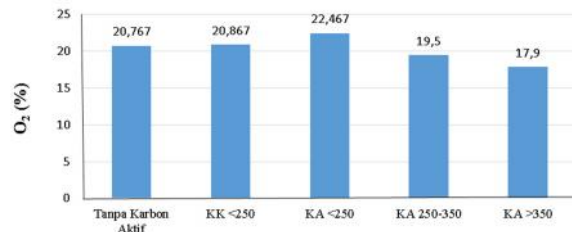


Gambar 5. Grafik CO (Carbon Monoksida)

Pada gambar 5 grafik CO (carbon Monoksida) menunjukkan bahwa kadar emisi gas buang CO yang terserap terbaik pada proses pemurnian menggunakan karbon aktif bambu swat ukuran butir <250 bambu swat sedangkan daya serap terendah karbon aktif bambu swat ukuran butir >350.



Gambar 6. Grafik HC (Hidrokarbon)



Gambar 7. Grafik O₂ (Oksigen)

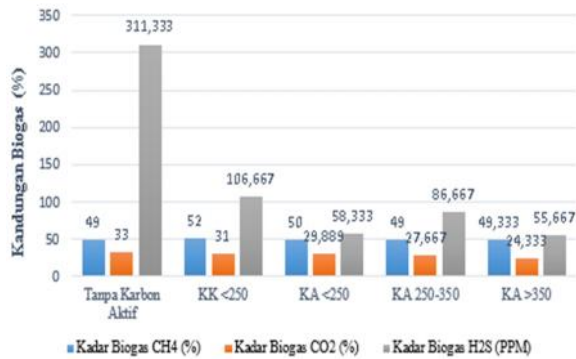
Pada gambar 6 grafik HC (Hidrokarbon) menunjukkan bahwa kadar HC pada emisi gas buang terserap terbaik pada karbon aktif bambu swat ukuran butir <250 sedangkan daya serap terendah pada karbon aktif bambu swat ukuran butir >350.

Pada gambar 7 grafik O₂ (oksigen) menunjukkan bahwa grafik tidak beraturan disini menunjukkan bahwa O₂ pada alat uji emisi gas buang menunjukkan sebagai pembandingan dan untuk mengetahui alat uji mulai bekerja.

4.3. Pegujian Adsorpsi Biogas

Tabel 3. Hasil uji pemurnian CO₂ pada biogas

Biogas	Kadar Biogas		
	CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (PPM)
Tanpa Karbon Aktif	48	32	309
	49	33	317
	50	34	308
Rata-rata	49	33	311,333
KK <250	52	32	103
	52	31	115
	52	30	102
Rata-rata	52	31	106,667
KA <250	50	29	63
	50	29	31
	50	30	81
Rata-rata	50	29,333	58,333
KA 250-350	49	28	85
	49	27	85
	49	28	90
Rata-rata	49	27,667	86,667
KA 350	48	25	62
	50	25	52
	50	23	53
Rata-rata	49,333	24,333	55,667



Gambar 8. Grafik kandungan biogas

Pada gambar 8 dapat dilihat bahwa dalam proses adsorpsi selain CO₂ kandungan H₂S pada biogas ikut terserap, karbon aktif terbaik dalam proses penyerapan CO₂ pada biogas yaitu karbon aktif bambu swat ukuran butir >350, sedangkan daya serap terendah karbon aktif komersial ukuran butir <250. Pada kadar H₂S daya serap terbaik pada karbon aktif bambu swat ukuran butir >350 sedangkan yang terendah karbon aktif komersial ukuran butir <250.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari uji TGA menunjukkan bahwa hanya kandungan ash dari karbon aktif bambu swat ukuran butir <250, 250-350 dan >350 tidak memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) 06-3730-1995.
2. Daya serap tertinggi terhadap CO₂ emisi gas buang 100% didapatkan pada karbon aktif bambu swat dan karbon aktif komersial ukuran butir <250, sedangkan daya serap terendah pada karbon aktif ukuran butir >350. Uji serap CO₂ biogas tertinggi yaitu karbon aktif ukuran butir >350 sedangkan daya serap terendah untuk menyerap CO₂ yaitu karbon aktif komersial ukuran butir <250.

Daftar Pustaka

- [1] Shofa, 2012, *Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Ampas Tebu dengan Aktivasi Kalium Hidroksida*, Depok: Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia.
- [2] Sasongko, 2014, *Emisi Gas Buang dan Permasalahannya*, Widyaiswara Madya Dept Otomotif

- [3] Hastuti, Dewi, 2009, *Aplikasi Teknologi Biogas Guna Menunjang Kesejahteraan Petani Ternak*.



Hari Wangsa menyelesaikan pendidikan program strata satu (S1) di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Bali, dimulai tahun 2014 hingga 2018. Menyelesaikan pendidikan dengan topik “Penyerapan CO₂ Dengan Karbon Aktif Bambu Swat Dengan Variasi Ukuran Butiran”.

Bidang yang diminati adalah topik yang berkaitan dengan teknik mesin, rekayasa manufaktur dan material.