

Daya Serap Karbon Aktif Bambu Swat Terhadap CO_2 Yang Di Aktivasi Dengan Variasi Laju Aliran Nitrogen

Sera Astrawan, Dewa Ngakan Ketut Putra Negara, Tjokorda Gde Tirta Nindhia
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Seiring pesatnya perkembangan dunia otomotif di Indonesia selain memberikan dampak positif, perkembangan otomotif juga memberikan dampak negatif dari sudut pandang lingkungan. Emisi gas buang kendaraan dapat mencemari lingkungan akibat kandungan CO_2 . Biogas merupakan energi terbarukan yang memanfaatkan limbah pertanian. Komposisi biogas memiliki kandungan 50-70% CH_4 , 25-50% CO_2 , 1-5% H_2 , 0,3-3% N_2 dan H_2S . Dalam komposisi biogas kandungan CO_2 menyebabkan susahnya nyala api pada biogas. Adapun tujuan penelitian ini untuk mengetahui daya serap terbaik karbon aktif bambu swat yang diaktivasi dengan variasi laju aliran nitrogen 200ml/menit, 350ml/menit, dan 500ml/menit terhadap CO_2 yang terkandung pada emisi gas buang dan CO_2 yang terkandung pada biogas kotoran sapi. Hasil penelitian menunjukkan ketiga jenis karbon aktif yang dihasilkan mampu menurunkan kadar CO_2 pada emisi dan biogas. Penyerapan terbaik di peroleh dengan menggunakan laju aliran 350ml/menit, baik untuk penyerapan CO_2 dari emisi dan biogas. Untuk CO_2 dari emisi bisa terserap sebanyak 100%, sedangkan dari biogas terserap sebanyak 18,36%.

Kata kunci: Karbon aktif, Nitrogen, Daya serap

Abstract

Along with the rapid development of the automotive world in Indonesia in addition to provide a positive impact, the development of automotive also has a negative impact from an environmental perspective. Vehicle exhaust emissions can pollute the environment due to CO_2 . Biogas is a renewable energy that utilizes agricultural waste. The composition of biogas has a content of 50-70% CH_4 , 25-50% CO_2 , 1-5% H_2 , 0,3-3% N_2 and H_2S . In the composition of biogas, the content of CO_2 causes a difficult flame on the biogas. The purpose of this research is to determine the best absorption of activated carbon swat bamboo with variations in the nitrogen flow rate of 200ml / minute, 350ml / minute, and 500ml / minute against CO_2 that contained in exhaust emissions and CO_2 contained in biogas cow feces. The results of this research showed that the three types of activated carbon that are produced were able to reduce CO_2 levels in emissions and biogas. The best absorption is by using a flow rate of 350ml / minute, both for CO_2 absorption from emissions and biogas. For the CO_2 from the emissions can be absorbed by as much as 100%, while from the biogas absorbed as much as 18.36%.

Keywords: Activated carbon, Nitrogen, Absorption

1. Pendahuluan

Seiring pesatnya perkembangan dunia otomotif di Indonesia selain memberikan dampak positif, perkembangan otomotif juga memberikan dampak negatif dari sudut pandang lingkungan. Emisi gas buang dari hasil pembakaran motor bakar dapat mencemari lingkungan akibat CO_2 yang terkandungnya, selain CO_2 emisi juga mengandung CO, HC dan gas lainnya yang merupakan gas berbahaya. CO_2 harus diserap untuk mengurangi pemanasan global, secara alami CO_2 dapat diserap oleh tumbuhan namun, karena emisi gas buang tidak sebanding dengan jumlah tumbuhan yang ada pada saat ini. Inovasi untuk mengurangi CO_2 bisa diserap menggunakan karbon aktif.

Biogas merupakan gas yang dihasilkan dengan cara memanfaatkan limbah kotoran ternak. Biogas juga mengandung CO_2 25-45%, CH_4 55-75%, H_2 1-5%, N_2 0-0,3%, H_2S 0-3%, O_2 0,1-0,5. kandungan CO_2 pada biogas sangat banyak dan menyebabkan susahnya nyala api pada biogas. Maka dari itu CO_2 akan diserap menggunakan karbon aktif.

Karbon aktif adalah sebuah bahan yang terdiri dari sebagian besar dari karbon yang mempunyai

daya serap tinggi akibat pori-pori yang dimiliki akibat proses aktivasi.

Banyak faktor yang mempengaruhi dari karbon aktif, antara lain bahan baku karbon aktif, parameter proses karbonisasi dan aktivasi, salah satunya parameter aktivasi adalah laju aliran nitrogen. Oleh karena itu melalui penelitian ini diharapkan mampu menghasilkan karbon aktif terbaik dan bisa diaplikasikan untuk mengurangi kandungan CO_2 baik di emisi dan biogas.

Dalam penelitian ini ada beberapa yang harus di kaji yaitu:

1. Bagaimana karakteristik karbon aktif dari bambu swat (*Gigantochloa verticillata*) dengan variasi laju aliran N_2 (Nitrogen) pada proses aktivasi,
2. Laju aliran mana yang menghasilkan daya serap tertinggi terhadap CO_2 .

Beberapa batasan masalah yang di terapkan pada penelitian ini yaitu:

1. Jenis karbon aktif yang digunakan adalah berbentuk serbuk atau powder
2. Suhu lingkungan saat pengujian diasumsikan sama.

3. Aktivasi yang digunakan hanya aktivasi fisika.
4. Karbon yang diaktifasi 120 gram dengan ukuran butir maksimum 250 μm .
5. Karakteristik karbon aktif uji TGA (*ash, moisture, fixed carbon, volatile*,).
6. Emisi gas buang (CO_2) kendaraan bermotor yang digunakan adalah kendaraan yang berumur 5 tahun kebawah, yaitu :
 - a. Merk : YAMAHA/2DP NON ABS
 - b. Tahun pembuatan : 2017
 - c. Bahan bakar : PREMIUM
 - d. Isi silinder : 155cc
 - e. Nomor rangka : MH3SG3120HK331341
 - f. Nomor mesin : N028336704-O
7. Biogas yang digunakan dari kotoran sapi.

2. Dasar Teori

2.1. Emisi Gas Buang

Sisa hasil pembakaran motor bakar yang juga sering disebut sebagai emisi gas buang. Kualitas emisi gas buang dihasilkan karena pembakaran pada ruang bakar tidak terbakar sempurna. Proses pembakaran terjadi karena berreaksinya ketiga komponen adalah panas, bahan bakar, dan oksigen jika salah satu dari komponen itu tidak ada maka proses pembakaran tidak bisa terjadi. Pembakaran tidak sempurna disebabkan karena beberapa factor yaitu [1]:

1. Pengapian pada motor bakar tidak tepat.
2. Bahan bakar tidak murni
3. Minimnya kandungan oksigen pada udara.
4. Kebocoran kompresi pada katup.
5. Campuran bahan bakar dan udara tidak tepat.

Hasil pembakaran yang tidak sempurna mengakibatkan emisi gas buang yang berbahaya untuk lingkungan dan kesehatan antara lain yang terkandung CO , CO_2 , HC , NO , NO_x dan gas berbahaya lainnya [2].

2.2 Biogas

Biogas dihasilkan dari fermentasi bahan-bahan organik oleh bakteri anaerob, bakteri anaerob merupakan bakteri yang hidup dalam kondisi kedap terhadap udara. Biogas merupakan gas yang mudah untuk terbakar dimana biogas mengandung CH_4 (metana) mencapai 55-75%, H_2 1-5%, N_2 0-0,3%, H_2S 0-3%, O_2 0,1-0,5 dan CO_2 25-4,5%. Kandungan CO_2 dalam biogas begitu besar jadi bisa mempersulit titiknya api pada biogas [3].

2.3 Pengertian Karbon Aktif

Karbon aktif adalah suatu bahan padat yang berpori dengan mengandung 85-95 karbon, karbon aktif merupakan hasil pembakaran bahan yang mengandung karbon melalui proses pirolisis. Sebagian dari pori - porinya masih tertutup hidrokarbon dan senyawa organik lainnya [4]. Karbon aktif adalah adsorben yang efektif digunakan dalam proses adsorpsi [5] Proses pembuatan karbon aktif

1. Dehidrasi
Dehidrasi dilakukan bertujuan untuk mengurangi kadar air pada bahan baku karbon, dengan cara menjemur bahan baku bambu di bawah sinar matahari langsung.
2. Karbonisasi
Karbonisasi dilakukan bertujuan agar menghilangkan zat-zat yang mudah menguap, yang terkandung pada bahan baku bambu. dengan cara bahan baku dipanaskan dengan suhu tertentu dengan jumlah oksigen sangat terbatas.
3. Aktivasi
Aktivasi dilakukan bertujuan untuk membuka, menambah atau mengembangkan volume pori dan memperbesar diameter pori yang telah dibentuk saat proses karbonisasi. Dengan cara karbon dipanaskan dengan suhu tertentu dan dialiri gas pemurni.

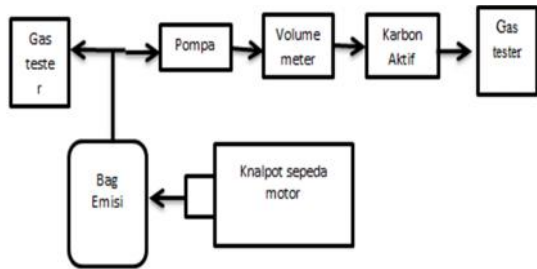
3. Metode Penelitian

3.1. Bahan dan Alat Penelitian

Bahan karbon aktif dibuat dari bambu swat (*Gigantochloa verticillata*) . Bambu dipotong kecil - kecil dan dijemur di bawah sinar matahari. Selanjutnya dimasukkan kedalam reaktor karbonisasi. Reaktor di masukkan ke dapur listrik, dipanaskan sampai 750°C selama 1,5jam, dan didinginkan di dalam dapur selama 18 jam. Karbon yang dihasilkan dibuat menjadi sebuk dengan ukuran maksimum 250 μm . Proses aktivasi dilakukan dengan memanaskan karbon (120 gram) sampai suhu 750°C selama 1jam dengan dialiri nitrogen dengan variasi 200 ml/menit, 350 ml/menit, dan 500 ml/menit. Selanjutnya didinginkan selama 18 jam dan didapatkan karbon aktif KA_{200} , KA_{350} , dan KA_{500} . Selanjutnya dilakukan uji TGA dan uji serap terhadap CO_2 pada emisi gas buang kendaraan dan CO_2 pada biogas.

3.2 Pengujian Peformansi Karbon Aktif untuk Menyerap CO_2 dari Emisi

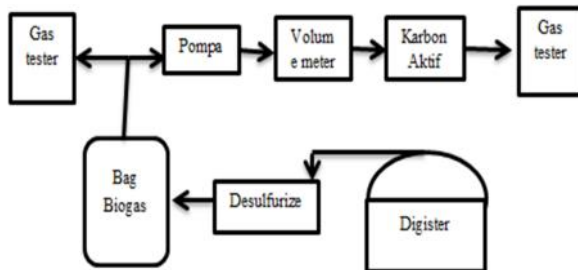
Pengujian daya serap karbon aktif terhadap emisi, emisi gas buang kendaraan dari knalpot sepeda ditampung terlebih dahulu didalam bag emisi kemudian disalurkan ke gas tester untuk mengetahui kandungan CO_2 sebelum melewati karbon aktif, pompa di gunakan untuk mengalirkan emisi lalu volume meter akan mengukur laju alirannya 500ml/menit, setelah melewati karbon aktif emisi langsung diukur kembali untuk mengetahui CO_2 yang terserap.



Gambar 1. Skematik Penyerapan Pada Emisi

3.3 Pengujian Peformansi Karbon Aktif untuk Menyerap CO₂ dari Biogas

Pengujian daya serap karbon aktif terhadap biogas, Biogas di salukan dari degister dengan melalui desulfurizer dan ditampung di dalam bag yang telah diisi serap air, Biogas kemudian disalurkan ke gas tester untuk mengetahui kandungan CO₂ sebelum melewati karbon aktif, pompa di gunakan untuk mengalirkan biogas dan volume meter untuk mengukur laju aliran biogas 500ml/menit, setelah melewati karbon aktif biogas langsung diukur kembali untuk mengetahui CO₂ yang terserap.



Gambar 2. Skematik penyerapan pada biogas

3.4 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 CO₂ pada biogas
3. Uji adsorpsi karbon aktif terhadap emisi CO₂ kendaraan bermotor dan biogas
4. Hasil penelitian disajikan dengan metode analisa menggunakan grafik.

4. Hasil dan Pembahasan

Tabel 1. Uji TGA

	Moisture (%)	Volatile (%)	Ash (%)	Fixed Carbon (%)
KA ₂₀₀	8.97	7.57	16.29	67.18
KA ₃₅₀	8.91	7.3	16.67	67.12
KA ₅₀₀	8.97	7.41	16.19	67.43

Keterangan:

KA₂₀₀ : Karbon aktif denganlaju aliran nitrogen 200ml/menit

KA₃₅₀ : Karbon aktif denganlajualiran nitrogen 350ml/menit

KA₅₀₀ : Karbon aktif denganlaju alirannitrogen 500ml/menit

Karakteristik karbon aktif dari bambu swat dengan variasi laju aliran N₂ (Nitrogen) 200 ml/menit, 350 ml/menit, dan 500 ml/menit pada proses aktivasi. Dilihat tabel 4.1 data hasil pengujian TGA karbon aktif bambu swat yang diaktivasi dengan tiga variasi laju aliran nitrogen saat aktivasi memiliki karateristik, kandungan moisture pada KA₂₀₀ 8,97%, KA₃₅₀ 8,91%, dan KA₅₀₀ 8,97%. Kandunga volatile pada KA₂₀₀ 7,57%, KA₃₅₀ 7,3%, dan KA₅₀₀ 7.41%. Kandngan ash pada KA₂₀₀ 16,29%, KA₃₅₀ 16,67%, dan KA₅₀₀ 16,19%. Kandungan fixed carbon pada KA₂₀₀ 67,18%, KA₃₅₀ 67,12%, dan KA₅₀₀ 67,43%. Jadi laju aliran nitrogen tidak berpengaruh signifikan terhadap kandungan moisture, volatile, ash, dan fixed carbon. Diperlukan karakteristik lebih lanjut untuk mengetahui efek laju aliran nitrogen terhadap kemampuan penyerapaannya, seperti luas permukaanpori, volume pori dan distribusi ukuran pori.

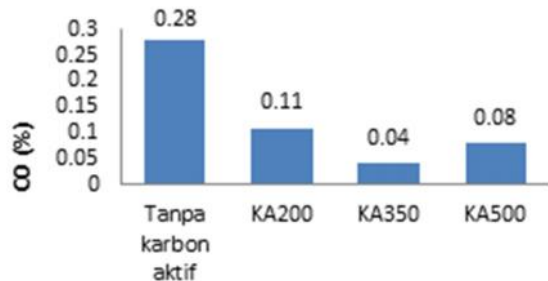
Tabel 2. Uji Serap Karbon Aktif Terhadap CO₂ pada Emisi Gas Buang

Sempel	NO	Hasil Pengujian Emisi			
		CO (%)	CO ₂ (%)	HC (ppm)	O ₂ (%)
Tanpa Karbon aktif	1	0,35	0,8	20	21,2
	2	0,33	0,9	24	19,4
	3	0,17	0,9	21	17,4
rata-rata		0,28	0,87	21,7	19,3
KA ₂₀₀	1	0,10	0,3	6	21,9
	2	0,09	0,3	6	22,1
	3	0,14	0,4	5	21,4
rata-rata		0,11	0,33	5,6	21,8
KA ₃₅₀	1	0,05	0,0	10	23,7
	2	0,02	0,0	1	24
	3	0,05	0,0	0	20,8
rata-rata		0,04	0,0	3,6	22,8
KA ₅₀₀	1	0,09	0,5	6	23,7
	2	0,09	0,3	14	23,6
	3	0,06	0,2	10	21,5
rata-rata		0,08	0,33	10	22,9

Tabel 3. Persentase Penyerapan CO₂ pada emisi

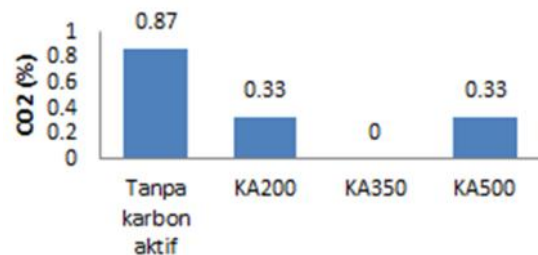
Sempel	Emisi	
	CO ₂ (%)	Persentase penyerapan
Tanpa karbon aktif	0.87	0
KA ₂₀₀	0.33	62.06
KA ₃₅₀	0	100
KA ₅₀₀	0.33	62.06

Data persentase penyerapan CO₂ yang terkandung pada emisi gas buang kendaraan yang diserap dengan tiga perlakuan karbon aktif yang berbeda, persentase penyerapan terbesar dimiliki oleh karbon aktif yang dialiri nitrogen 350ml/menit pada saat aktivasi, sedangkan karbon yang dialiri nitrogen 200ml/menit dan 500ml/menit memiliki persentase penyerapan yang sama.



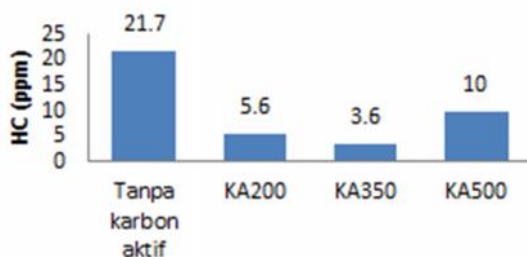
Gambar 3. Grafik penyerapan CO oleh karbon aktif

Grafik daya serap karbon aktif bamboo swat dengan variasi laju aliran N₂ terhadap penyerapan CO (karbon monoksida) yang terkandung dalam emisi gasbuang. Ketiga karbon aktif dengan perlakuan yang berbeda bisa menyerap CO namun daya serap yang paling bagus dimiliki oleh karbon aktif yang diaktivasi dengan laju aliran N₂ 350ml/menit.



Gambar 4. Grafik penyerapan CO₂ oleh karbon aktif

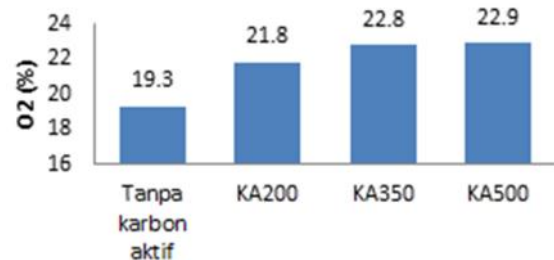
Grafik daya serap karbon aktif bamboo swat dengan variasi laju aliran N₂ terhadap penyerapan CO₂ (karbon dioksida) yang terkandung dalam emisi gasbuang. Ketiga karbon aktif dengan perlakuan yang berbeda bisa menyerap CO₂ namun daya serap yang paling bagus dimiliki oleh karbon aktif yang diaktivasi dengan laju aliran N₂ 350ml/menit



Gambar 5. Grafik penyerapan HC oleh karbon aktif

Grafik daya serap karbon aktif bamboo swat dengan variasi laju aliran N₂ terhadap penyerapan HC (Hidro karbon) yang terkandung dalam emisi

gasbuang. Ketiga karbon aktif dengan perlakuan yang berbeda bisa menyerap HC namun daya serap yang paling bagus dimiliki oleh karbon aktif yang diaktivasi dengan laju aliran N₂ 350ml/menit.



Gambar 6. Grafik O₂ (Oksigen)

O₂ (Oksigen) yang terkandung pada emisi gas buang, O₂ dalam alat uji sebagai pembanding dan mengetahui alat uji mulai bekerja.

Daya serap karbon aktif bamboo swat yang diaktivasi dengan variasi laju aliran nitrogen 200ml/menit, 350ml/menit, dan 500ml/menit terhadap terkandung emisi gas buang kendaraan. Dilihat dari keempat gambar grafik penyerapan CO₂ yang terbaik adalah karbon aktif bamboo swat yang dialiri nitrogen 350ml/menit. Selain CO₂, Karbon aktif bamboo swat yang dialiri nitrogen 350ml/menit juga baik untuk menyerap CO (karbon monoksida) dan HC (Hidro karbon) yang terkandung pada emisi gas buang kendaraan.

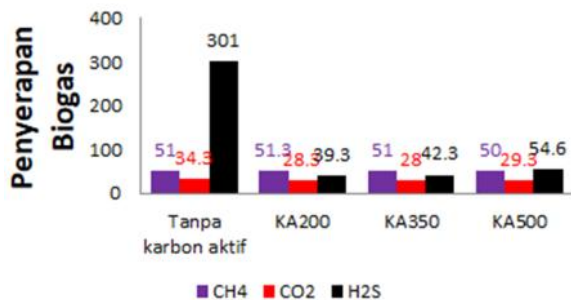
Tabel 4. Uji Serap Karbon Aktif Terhadap CO₂ pada Biogas

Sampel	NO	Hasil Pengujian		
		CH ₄ (%)	CO ₂ (%)	H ₂ S (ppm)
Tanpa Karbon aktif	1	52	35	292
	2	51	34	302
	3	50	34	309
rata-rata		51	34,3	301
KA ₂₀₀	1	52	29	43
	2	51	28	40
	3	51	28	35
rata-rata		51,3	28,3	39,3
KA ₃₅₀	1	52	28	46
	2	50	28	39
	3	51	28	42
rata-rata		51	28	42,3
KA ₅₀₀	1	50	29	52
	2	50	30	65
	3	50	29	47
rata-rata		50	29,3	54,6

Tabel 5. Persentase penyerapan CO₂ pada biogas

Biogas		
Sampel	CO ₂ (%)	Persentase penyerapan
Tanpa karbon aktif	34.3	0
KA200	28.3	17.49
KA350	28	18.36
KA500	29.3	14.57

Tabel penyerapan CO₂ pada biogas adalah data persentase penyerapan CO₂ yang terkandung pada biogas kotoran sapi yang diserap dengan tiga perlakuan karbon aktif yang berbeda. persentase penyerapan terbesar dimiliki oleh karbon aktif yang dialiri nitrogen 350ml/menit pada saat aktivasi. Sedangkan persentase penyerapan terkecil dimiliki karbon aktif yang dialiri nitrogen 500ml/menit pada saat aktivasi.



Gambar 7. Grafik penyerapan kandungan Biogas oleh karbon aktif

Daya serap karbon aktif bamboo swat yang diaktivasi dengan variasi alaju aliran nitrogen 200ml/menit, 350ml/menit, dan 500ml/menit terhadap biogas kotoran sapi. Dilihat dari Gambar 4.5 Grafik biogas kandungan CO₂ terserap dengan baik oleh karbon aktif yang dialiri nitrogen 350ml/menit pada saat aktivasi. Sedangkan H₂S terserap dengan baik oleh karbon aktif yang dialiri nitrogen 200ml/menit pada saat aktivasi sehingga kandungan CH₄ pada kadungan biogas meningkat.

5. Kesimpulan

Dari hasil penelitian didapat kesimpulan sebagai berikut:

1. Karakteristik karbon aktif dari bambu swat (*Gigantochloa verticillata*) dengan variasi laju aliran N₂ (Nitrogen) 200 ml/menit, 350 ml/menit, dan 500 ml/menit pada proses aktivasi, menghasilkan kandungan moisture, volatile, ash, dan fixed carbon yang berbeda
2. Penyerapan CO₂ dari emisi gas buang dan biogas kotoran sapi terserap dengan baik oleh karbon aktif yang diaktivasi dengan laju aliran nitrogen 350ml/menit. Untuk CO₂ dari emisi bisa terserap sebanyak 100%, sedangkan dari biogas terserap sebanyak 18,36%.

Daftar Pustaka

- [1] Syahrani, 2006, *Analisa Kinerja Mesin Berdasarkan Hasil Uji Emisi*.
- [2] Budiyono, A., 2010, *Pencemaran Udara: Dampak Pencemaran Udara pada Lingkungan*, Berita Dirgantara, 2 (1).
- [3] Hastuti Dewi, 2009, *Aplkasi Teknologi Biogas Guna Menunjang Kesejahteraan Petani Ternak*.
- [4] Khuluk, Rifki Husnul, 2016, *Pembuatan Dan Karakterisasi Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa (Cocous Nucifera L.) Sebagai Adsorben Zat Warna Metilen Biru*, Bandar Lampung: Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung.
- [5] Jaya, Ferawati Tamar., W. Wahab, A., Maming. (2014). *Adsorpsi Emisi Gas Co, No, Dan Nox Menggunakan Karbon Aktif Dari Limbah Kulit Buah Kakao (Theobroma Cacao L.) Pada Kendaraan Bermotor Roda Empat*. Jurusan Kimia FMIPA, Universitas Hasanuddin Makassar, Sulawesi Selatan 90245.



Kadek Sera Astrawan telah menyelesaikan studi program sarjana di Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana dari tahun 2014 sampai 2019.

Topik penelitian Daya Serap Karbon Aktif Bambu Sawat Terhadap CO₂ Yang Di Aktivasi Dengan Variasi Laju Aliran Nitrogen. Area penelitian