

KARAKTERISASI ADSORBEN BIOMASSA BULU AYAM DENGAN PENAMBAHAN ASAM ASKORBAT DAN ASAM ASETAT TERHADAP PENYERAPAN GAS CO₂ DAN NO_x

Mahclisatul Qolbiyah¹⁾, Rusita²⁾, Septiah Winda Ningrum³⁾

¹⁾Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

²⁾Kimia, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

³⁾Pendidikan Fisika, FMIPA, Universitas Negeri Yogyakarta, Indonesia

¹⁾mahclisatulqolbiyah.2017@student.uny.ac.id, ²⁾rusita.2017@student.uny.ac.id,

³⁾septiahwinda.2017@student.uny.ac.id

ABSTRAK

Adsorption is a method that can be utilized in the absorption of a motor vehicle exhaust gas, CO₂ and NO_x through chicken feather biomass adsorbent. The purpose of this study is to determine how to make biomass adsorbents from chicken feathers and determine the effect of the addition of ascorbic acid and acetic acid to the characterization of biomass adsorbents from chicken feathers on motor vehicle exhaust emissions, CO₂ and NO_x. Chicken feather biomass is made by cleaning chicken feathers by washing chicken feathers, drying them and smoothing the chicken feather. Then wash again using chloroform and dry it. The biomass is then immersed with HCl which aims to restructure. Addition of ascorbic acid and acetic acid is done after HCl which functions as a crosslinking agent. Furthermore, an addition is carried out with a base which aims to neutralize the adsorbent. In addition to the two samples, one sample was also made without the addition of an activating agent. The addition of ascorbic acid in chicken feather adsorbent caused an increase in CO levels of 33,09% and a decrease in CO₂ of 9,86%. The addition of acetic acid gave the best effect by decreasing CO and CO₂ levels by 0,045 % and 39,13%.

Keywords: *adsorbent, biomass, chicken feathers, gas emissions*

Pendahuluan

Perkembangan jumlah kendaraan bermotor di Indonesia terus mengalami peningkatan. Berdasarkan data Korps Lalu Lintas Kepolisian Republik Indonesia, pada tahun 2017 jumlah kendaraan bermotor di Indonesia mencapai angka 146 858 759 untuk jenis mobil penumpang, mobil bus, mobil barang, dan sepeda motor (BPS, 2018). Di sisi lain, kendaraan bermotor memberikan dampak yang serius untuk lingkungan. Emisi gas buang kendaraan bermotor terhadap lingkungan antara lain SO_x , NO_x , CO_x , HC, dan partikulat debu. Emisi tersebut memberikan dampak terhadap kesehatan lingkungan. Agar kerusakan lingkungan akibat polusi udara tidak bertambah parah, maka diperlukan upaya untuk menurunkan konsentrasi emisi gas buang kendaraan bermotor tersebut.

Di sisi lain, pada sektor pangan, produksi daging ayam ras pedaging di Indonesia tahun 2018, mencapai jumlah 2.144.013 ton. Pada tahun yang sama, khusus di daerah Yogyakarta produksi daging ayam ras pedaging mencapai jumlah 34.510 ton (BPS, 2018). Serta berdasarkan survei peneliti, diperoleh informasi bahwa di Kecamatan Sedayu, Kabupaten Bantul, DIY juga terdapat banyak pengusaha pemotongan ayam baik kecil maupun besar. Tercatat ada sekitar 8 pengusaha pemotongan ayam, diantaranya di Desa Argomulyo sebanyak 2 pengusaha, Desa Argodadi 2 pengusaha, Desa Argorejo 1 pengusaha, dan Desa Argosari 1 pengusaha. Menurut (Sa'adah et al., 2013) hasil limbah bulu ayam dari pemotongan ayam ras pedaging sebanyak 4-5% dari bobot ayam dan rata-rata bobot panennya sebesar 1,6 kg.

Berdasarkan dua fakta di atas, yaitu potensi keberadaan emisi buang kendaraan bermotor yang diprediksi akan terus mengalami peningkatan, serta melimpahnya ketersediaan limbah bulu ayam, maka diperoleh suatu gagasan untuk mengatasi kedua permasalahan tersebut. Melihat protein kasar sebanyak 80,0 % pada keratin yang dimiliki oleh bulu ayam yang tinggi, selain dapat mengadsorpsi logam berat (Rizkamala, 2011), bulu ayam juga diprediksi dapat mengadsorpsi polutan berbahaya dari emisi gas buang kendaraan bermotor. Hal tersebut dikarenakan ketika bulu ayam dipanaskan, kandungan serat keratin yang berfungsi membentuk tabung-tabung kuat di dalamnya akan menyerupai bentuk *carbon nanotube* (Giraldo & Moreno-Piraján, 2013).

Oleh karena itu, pada penelitian ini akan dilakukan pembuatan dan penentuan kualitas biomassa dari bulu ayam. Biomassa yang dihasilkan digunakan untuk adsorpsi CO_2 dan NO_x di udara untuk mengurangi tingkat pencemaran udara akibat kendaraan bermotor. Dan juga untuk meningkatkan kemampuan adsorpsi dari biomassa bulu ayam tersebut yaitu melalui aktivasi dengan asam askorbat dan asam asetat.

Metode Penelitian

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah limbah bulu ayam, asam askorbat, asam asetat, HCl, Basa, detergen, kloroform, akuades, tissue roll. Tabung uji emisi, dan *gas analyzer*.

Pembuatan serbuk bulu ayam

Pembuatan adsorben biomassa bulu ayam mengadopsi dari (Khumairoh et al., 2013). Bulu ayam yang akan digunakan dicuci bersih dengan air dan deterjen beberapa kali, kemudian dijemur hingga kering dan hilang baunya. Setelah kering, bulu ayam dipotong kecil-kecil kemudian dihaluskan. Hasil yang diperoleh adalah serbuk bulu ayam.

Pencucian serbuk bulu ayam dengan pelarut organik

Serbuk bulu ayam dicuci dengan kloroform kemudian disaring. Residu yang didapat dikeringkan dengan oven pada suhu 40°C . Hasil akhir residu tersebut berupa serbuk bulu ayam berwarna putih susu.

Modifikasi adsorben biomassa bulu ayam

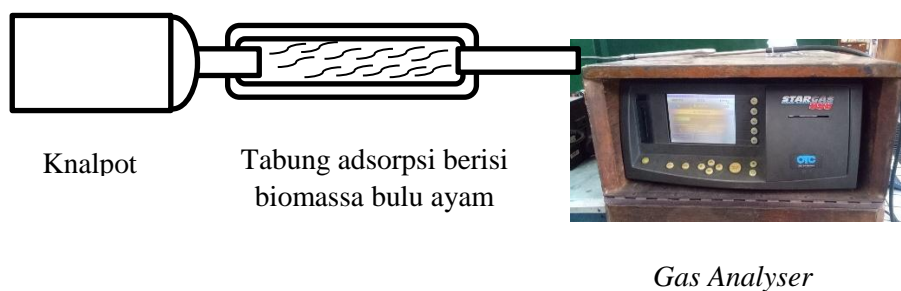
Adsorben bulu ayam siap pakai masing-masing sebanyak 20 gram ditempatkan dalam 3 wadah berbeda dan dilarutkan dalam 125 mL HCl 0,5 M hingga mengental. Kemudian dalam wadah A ditambahkan 2 gram asam askorbat dengan Basa dan wadah B 2 gram asam asetat dengan Basa. Sedangkan wadah C sebagai sampel kontrol tanpa penambahan asam askorbat maupun asam asetat. Selanjutnya campuran diaduk dengan *magnetic stirrer* hingga homogen. Setelah itu dicuci dengan akuades dan dikeringkan pada suhu $50\text{-}60^{\circ}\text{C}$.

Pembuatan tabung uji

Tabung uji terbuat dari pipa PVC sepanjang 8 cm dengan diameter 3 cm dan penutup sisinya terbuat dari kain kasa. Tabung uji tersebut diisi dengan biomassa bulu ayam sebanyak 5 gram dengan ketentuan tabung A sebagai biomassa asam askorbat, tabung B sebagai biomassa asam asetat, dan tabung C sebagai biomassa kontrol. Adapun tabung uji seperti pada gambar 3.

Penyerapan Emisi gas

Pengukuran emisi gas dilakukan pada kendaraan bermotor merk Yamaha Jupiter MX 2010 berbahan bakar gasoline. Tabung adsorpsi yang berisi adsorben biomassa bulu ayam selanjutnya dihubungkan dengan knalpot kendaraan pada bagian ujung seperti pada gambar 1. Emisi gas yang dihasilkan kendaraan bermotor tersebut diukur selama 3 menit menggunakan alat *gas analyzer* merk *Stargas Global Diagnostic System 898*.



Gambar 1. Rangkaian alat knalpot-tabung uji emisi-*gas analyzer*

Hasil Penelitian dan Pembahasan

Pembuatan Biomassa Bulu Ayam

Bulu ayam diperoleh dari Desa Dumpuh, RT 02, Argodadi, Sedayu, Bantul, Yogyakarta. Bulu ayam yang telah dicuci, dikeringkan dan dihaluskan sehingga diperoleh bulu ayam berwarna putih susu seperti pada gambar 2 berikut:



Gambar 2. Bulu ayam halus

Selanjutnya dicuci menggunakan kloroform untuk menghilangkan sisa pengotor yang bersifat lemak. Kemudian dibilas dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 40°C untuk menghilangkan kloroform yang masih tersisa. Biomassa yang diperoleh selanjutnya dimodifikasi menggunakan asam askorbat dan asam asetat, dengan menambahkan HCl pada adsorben yang berfungsi sebagai pendenaturasi/restrukturisasi dan ditambahkan asam askorbat sebagai agen *crosslinks* (Tan et al., 1985). Penggunaan Basa berfungsi untuk menetralkan adsorben. Hasil akhir biomassa ini adalah bulu ayam yang lebih halus berwarna putih susu.

Pembuatan Tabung Uji

Tabung uji berbahan PVC dipilih karena mudah ditemui dan cocok untuk penelitian tahap awal. Pemilihan kain kasa sebagai penutup dari sisi lubang pada tabung karena kain kasa memiliki rongga dan tidak menutupi secara keseluruhan lubang tabung. Sehingga gas dapat melalui tabung berisi biomassa bulu ayam. Gambar tabung uji seperti terlihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Gambar tabung uji emisi

Penyerapan Emisi Gas

Menurut (Gonawala & Mehta, 2014) telah dibuktikan bahwa adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling efektif dan potensial untuk menghilangkan warna, bau, minyak dan polutan organik toksik dari proses pengolahan limbah karena kemampuan adsorpsinya yang baik. Oleh karena itu tabung uji sebagai media adsorben biomassa

bulu ayam berukuran panjang 8 cm dan diameter 3, diisi dengan 5 gram dengan sampel biomassa A (asam askorbat), B (asam asetat), dan C (tanpa penambahan asam askorbat dan asam asetat). Sebelum digunakan motor dipanaskan ± 5 menit pada keadaan *idle* atau stasioner. Tabung uji kemudian dimasukkan ke dalam alat yang menghubungkan tabung uji ini dengan knalpot kendaraan bermotor merk Yamaha Jupiter MX 2010 berbahan bakar gasolin. Pada tahap ini dipastikan tidak ada celah sehingga gas dari knalpot hanya melewati tabung uji berisi biomassa bulu ayam sehingga diperoleh hasil akurat. Salah satu ujung tabung adsorpsi dihubungkan dengan knalpot kendaraan dan *Gas Analyzer* ditancapkan di ujung yang lain dari tabung adsorpsi. Proses penyeraman ini berlangsung selama 3 menit. Adapun hasil dari penyerapan emisi gas sebagai berikut:

Tabel 1. Hasil uji emisi gas biomassa bulu ayam

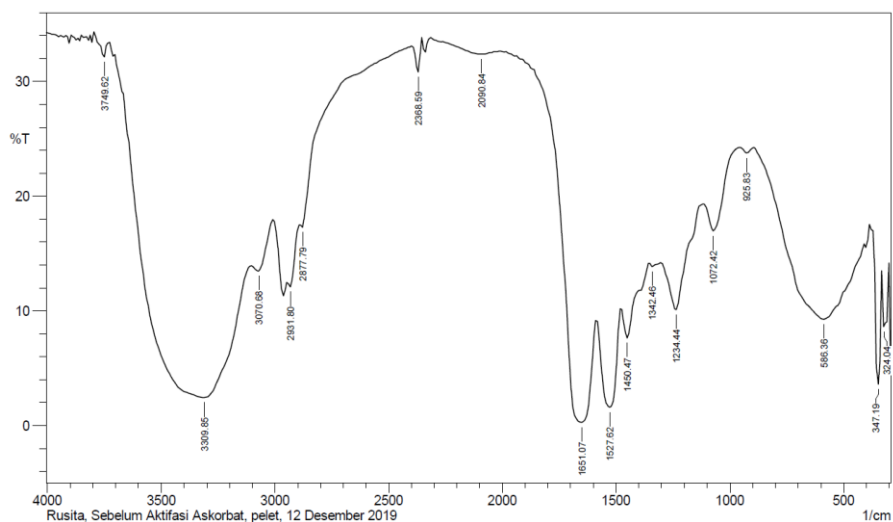
Jenis Gas	Kadar Gas Awal tanpa biomassa (%)	Kadar Gas Terserap (%)			Penurunan Emisi			Kadar Penurunan Emisi		
		Biomassa			Biomassa			Biomassa		
		A	B	C	A	B	C	A	B	C
CO	4,424	5,888	4,422	4,741	-1,464	0,002	-0,317	-33,09	0,045	-7.17
CO ₂	9,43	8,50	5,74	7,39	0,93	3,69	2,09	9,86	39,13	22,16
NO	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-

Berdasarkan Tabel 1 terlihat bahwa hasil uji emisi gas buang sebelum penggunaan biomassa bulu mengandung gas CO dan NO pada knalpot kendaraan bermotor merk Yamaha Jupiter MX 2010. Setelah penggunaan biomassa B (asam asetat) emisi gas buang CO mengalami penurunan sebanyak 0,045% . Sedangkan pada emisi gas buang CO₂ mengalami penurunan 39,13% pada penyerapan biomassa B (asam asetat). Jumlah emisi gas CO yang diukur pada semua sampel menunjukkan hasil yang lebih rendah dibandingkan CO₂, kecuali saat penggunaan biomassa A (asam askorbat). Hal ini dikarenakan, CO diubah menjadi CO₂ saat proses pembakaran sempurna. Sedangkan pada penggunaan biomassa A (asam askorbat) ada beberapa kemungkinan seperti bulu ayam yang terbakar secara kurang sempurna dan keadaan bulu ayam yang kurang padat di dalam tabung uji.

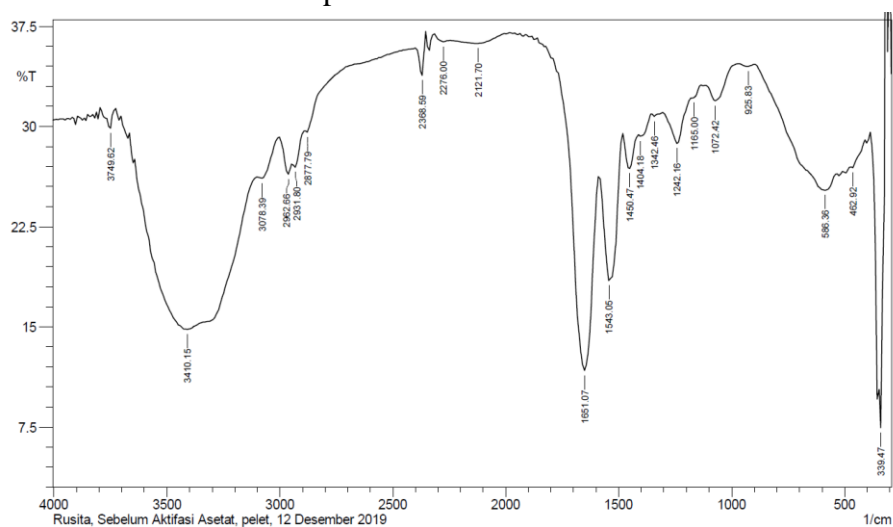
Emisi gas buang NO tidak bisa terdeteksi oleh alat *gas analyzer* baik sebelum penggunaan biomassa, maupun saat penggunaan tiga sampel biomassa. Hal ini sesuai dengan (Basuki, 2007) yang menyatakan bahwa gas NO₂ merupakan emisi samping dari pembakaran bensin yang secara alami mengandung unsur nitrogen (seperti piridin, qinolin, pirol, indol, dan karbasol). Konsentrasi NO₂ dalam gas buang pada saat kendaraan bermotor dalam kondisi *idle* atau stasioner adalah relatif kecil. Kondisi tersebut dimaknai, ketika putaran mesin normal yaitu saat gas tidak diaktifkan, konsentrasi NO₂ akan meningkat secara signifikan seiring dengan penambahan RPM (*Rotation per Minute*) dan peningkatan suhu mesin.

Karakterisasi FTIR

Spektrum IR dari biomassa bulu ayam dengan atau tanpa penambahan Asam Askorbat dan Asam Asetat ditunjukkan oleh gambar 4 dan 5.



Gambar 4. Spectra FTIR sebelum aktivasi askorbat



Gambar 5. Spectra FTIR setelah aktivasi askorbat

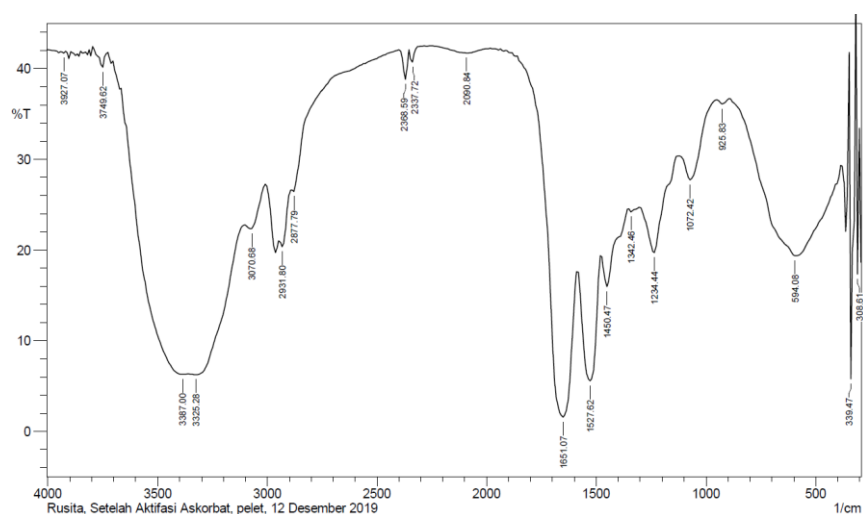
Berdasarkan spectra FTIR diatas dapat dituliskan puncak pada bilangan gelombang dan prediksi gugus fungsi seperti pada tabel 2 berikut ini:

Tabel 2. Bilangan gelombang dan gugus fungsi pada bulu ayam sebelum dan sesudah diaktivasi asam askorbat

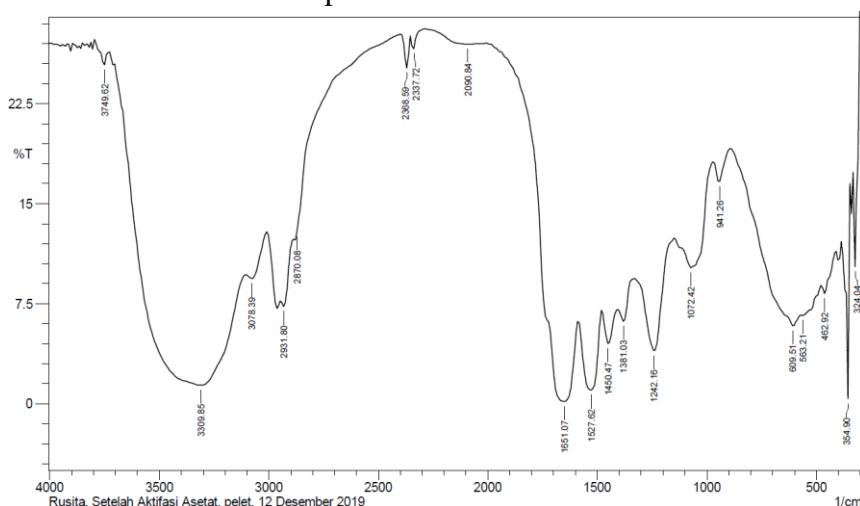
Sebelum aktivasi askorbat		Setelah aktivasi askorbat	
Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Prediksi Gugus	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Prediksi Gugus
3410.15-3309.85	Serapan uluran N-H tumpang tindih	3387-3325.28	Serapan uluran N-H tumpang tindih

	dengan O-H		dengan O-H
2931.8-2877.79	Gugus regangan C-H alifatik	2931.8-2877.79	Gugus regangan C-H alifatik
1651.07	Uluran C=O	1527.62	Regangan C-C
1543.05-1527.62	Regangan C-C	1651.07	Regangan C-C
1242.16-1234.44	Regangan C-N	1234.44	Regangan C-N

Hal ini juga sesuai dengan penelitian (Khumairoh et al., 2013) bahwa tidak ada perbedaan signifikan antara gugus pada bulu ayam sebelum dan sesudah diaktivasi menggunakan asam askorbat karena gugus pada bulu ayam dan asam askorbat hampir sama.



Gambar 6. Spectra FTIR sebelum aktivasi asetat



Gambar 7. Spectra FTIR setelah aktivasi asetat

Dari spectra FTIR pada gambar 6 dan 7 diperoleh puncak bilangan gelombang dan prediksi gugus fungsi seperti yang ditunjukkan pada tabel 3 sebagai berikut:

Tabel 3. Bilangan gelombang dan gugus fungsi pada bulu ayam sebelum dan sesudah diaktivasi asam asetat

Sebelum Aktivasi Asam Asetat		Setelah Aktivasi Asam Asetat	
Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Prediksi Gugus	Bilangan Gelombang (cm^{-1})	Prediksi Gugus
3410.15-3309.85	Serapan uluran N-H tumpang tindih dengan O-H	3309.85	Serapan uluran N-H tumpang tindih dengan O-H
2931.8-2877.79	Gugus regangan C-H alifatik	2931.8-2870.08	Gugus regangan C-H alifatik
1651.07	Uluran C=O	1651.07	Uluran C=O
1543.05-1527.62	Regangan C-C	1527.62	Regangan C-C
1242.16-1234.44	Regangan C-N	1242.16	Regangan C-N

Dari data spectrum FTIR di atas, dapat dilihat bahwa terdapat perbedaan pada pergeseran dan intensitas antara sebelum dengan setelah aktivasi menggunakan asam asetat terutama pada gugus OH dan C-H alifatik. Terlihat bahwa intensitas pada gugus OH setelah aktivasi asam asetat terjadi penurunan yaitu dari 14,799 menjadi 1,382. Sementara untuk gugus C-H alifatik juga mengalami penurunan intensitas yang cukup signifikan yaitu dari 29,554 menjadi 12,26.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian, pembuatan adsorben biomassa bulu ayam dilakukan dengan memberikan beberapa perlakuan meliputi bulu ayam yang dihaluskan dan dicuci menggunakan akuades dan kloroform, kemudian dimodifikasi menjadi tiga jenis meliputi sampel biomassa asam askorbat, biomassa asam asetat, dan biomassa tanpa penambahan asam askorbat dan asam asetat. Penambahan asam askorbat dan asam asetat terhadap adsorben biomassa bulu ayam mengakibatkan perubahan jumlah emisi gas buang pada kendaraan Jupiter MX 2010. Penurunan jumlah emisi gas CO dan CO₂ yang terbaik adalah saat penyerapan gas oleh biomassa bulu ayam dengan asam asetat yaitu sebesar 0,045 % dan 39,13%. Sedangkan, jumlah gas CO mengalami peningkatan saat penyerapan gas oleh biomassa bulu ayam dengan asam askorbat sebesar 33,09% sehingga tidak efektif dalam penyerapan gas CO. Dan jumlah gas CO₂ mengalami penurunan sebesar 9,86%. Selain itu, gas NO_x tidak teridentifikasi karena proses penyerapan dilakukan dalam kondisi stasioner.

Daftar Pustaka

Basuki, K. T. (2007). Penurunan Konsentrasi CO dan NO₂ pada Emisi Gas Buang dengan Menggunakan Media Penyisipan TiO₂ Lokal pada Karbon Aktif. *JFN*, 1(1), 45–64.

- BPS. (2018). Perkembangan Jumlah Kendaraan Bermotor Menurut Jenis, 1949-2018. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/>
- BPS. (2018). Produksi Daging Ayam Ras Pedaging menurut Provinsi , 2009-2018. Badan Pusat Statistik. <https://www.bps.go.id/>
- Giraldo, L., & Moreno-Piraján, J. C. (2013). Exploring the Use of Rachis of Chicken Feathers for Hydrogen Storage. *Journal of Analytical and Applied Pyrolysis*, 104, 243–248. <https://doi.org/10.1016/j.jaap.2013.07.009>
- Gonawala, K. H., & Mehta, M. J. (2014). Removal of Color from Different Dye Wastewater by Using Ferric Oxide as an Adsorbent. *Int. Journal of Engineering Research and Applications*, 4(5), 102–109.
- Khumairoh, W., Hastuti, R., & Haris, A. (2013). Pengaruh Penambahan Asam Askorbat pada Bulu Ayam sebagai Adsorben terhadap Kemampuan Adsorpsi Ion Logam Kadmium (Cd^{2+}) dalam Larutan. *Chem Info*, 45(9), N-189-"N-192".
- Rizkamala. (2011). *Adsorpsi Ion Logan Cr (Total) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam Menggunakan Bulu Ayam*. 1–40.
- Sa'adah, N., Hastuti, R., & Prasetya, N. (2013). Pengaruh Asam Formiat pada Bulu Ayam sebagai Adsorben terhadap Penurunan Kadar Larutan Zat Warna Tekstil Remazol Golden Yellow Rnl. *Chem Info*, 1(1), 202–209.
- Tan T.C., Chia, C.K., dan Theo, C.K., (1985), Uptake of Metal by Chemically Treated Human Hairs. *Water Research*, 19:157-162