

Noor Rahmadani, dkk_Kimia Organik

Sintesis dan Karakterisasi Karbon Teraktivasi Asam dan Basa Berbasis Mahkota Nanas

Noor Rahmadani, Puji Kurniawati

D III Analisis Kimia, FMIPA, Universitas Islam Indonesia

Jl Kaliurang km 14,5 Sleman Yogyakarta 55584

e-mail: rahmadaniy15@gmail.com

Abstrak: Telah dilakukan sintesis karbon teraktivasi dari limbah mahkota nanas dengan menggunakan asam dan basa. Kualitas karbon teraktivasi ditunjukkan dengan bilangan iod untuk aktivasi asam dan basa masing-masing sebesar 2090,1542 mg/g dan 2415,8832 mg/g. Luas permukaan untuk karbon teraktivasi asam dan basa dengan metode metilen blue adalah $1,352 \times 10^5$ m²/g dan $1,455 \times 10^5$ m²/g. Karakterisasi menggunakan FTIR menunjukkan bahwa karbon teraktivasi memiliki gugus fungsional yang merupakan OH terikat dengan jenis ikatan C=O dan C-H alifatik serta C-O.

Kata kunci: karbon aktif, bilangan iod, mahkota nanas

Abstract: Activated carbon synthesis of pineapple crown waste using acids and bases has been performed. Activated carbon quality was indicated by the iodine number for acid and base activation of 2090.1542 mg/g and 2415.8832 mg/g, respectively. Surface area for acid and base activated carbon by methylene blue method was 1.352×10^5 m²/g and 1.455×10^5 m²/g. Characterization using FTIR indicated that the activated carbon had a functional group which was OH bound to the type of C = O and C-H aliphatic and C-O bonds.

Keywords: activated carbon, iodine number, pineapple crown

Nanas (*Ananas comosus (L) Merr*) adalah anggota dari family *Bromeliaceae* (monokotil) dan terdiri dari sekitar 200 spesies dengan produksi tahunan di seluruh dunia lebih dari 14 juta ton (Pramashinta & Abdullah, 2014). Buah nanas berasal dari Brazil dan telah tersebar ke berbagai negara tropis dan subtropis di seluruh dunia. Limbah pertanian merupakan sumber daya terbarukan dan dapat dimanfaatkan bagi bioteknologi dengan karakteristik tidak beracun, dalam jumlah besar, dapat diregenerasi, murah dan mampu mendukung pertumbuhan biomassa. Pabrik pengalengan nanas menghasilkan hampir 67% limbah dari buah nanas, terdiri dari 41% kulit, 6% janggol atau inti, 20% mahkota yang dapat menyebabkan pencemaran lingkungan (Pramashinta & Abdullah, 2014).

Karbon aktif merupakan padatan berpori yang mengandung 85%-95% karbon (Idrus, dkk., 2013). Bahan-bahan yang mengandung unsur karbon dapat menghasilkan karbon aktif dengan cara memanaskannya pada suhu tinggi. Pori-pori tersebut dapat dimanfaatkan sebagai agen penyerap (adsorben). Karbon aktif adalah karbon yang sudah mengalami aktivasi, sehingga luas permukaannya menjadi lebih

besar karena jumlah porinya lebih banyak. Karbon aktif memiliki struktur amorf dengan luas permukaan 300-35000 m²/g (Rohmah & Redjeki, 2014). Karbon aktif dengan luas permukaan yang besar dapat digunakan untuk berbagai aplikasi yaitu sebagai penghilang warna, penghilang rasa, penghilang bau dan agen pemurni dalam industri makanan. Selain itu juga banyak digunakan dalam proses pemurnian air baik dalam proses produksi air minum maupun dalam penanganan limbah (Idrus, dkk., 2013).

Karbon aktif dibuat melalui dua tahapan yakni karbonisasi dan aktivasi. Proses karbonisasi merupakan proses pembentukan karbon dari bahan baku dan proses ini sempurna pada suhu 400-600°C. Aktivasi adalah proses pengubahan karbon dari daya serap rendah menjadi karbon yang mempunyai daya serap tinggi. Untuk menaikkan luas permukaan dan memperoleh karbon yang berpori, karbon diaktivasi menggunakan uap panas, gas karbon dioksida dengan suhu antara 700-1100°C atau penambahan bahan-bahan mineral sebagai aktivator (Idrus, dkk., 2013).

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mensintesis karbon teraktivasi dari bahan baku mahkota nanas sehingga dapat meningkatkan nilai tambah (nilai ekonomi) mahkota nanas. Sintesis karbon teraktivasi menggunakan aktivator H₃PO₄ (asam, ACA) dan KOH (basa, ACB), uji kualitas karbon teraktivasi menggunakan penentuan bilangan iod dan penentuan luas permukaan dengan metode metilen biru. Karakterisasi gugus fungsional karbon teraktivasi menggunakan FTIR.

METODE

Material dan Instrumental

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah mahkota nanas di daerah Sampit Kalimantan Tengah. Peralatan yang digunakan yaitu *furnace* (BENCHTOP), oven (MEMMERT), timbangan (OHAUS), buret (PYREX), desikator, alat instrumen analisis FTIR dan instrumen spektrofotometer UV-Visible (THERMO SCIENTIFIC GENESYS 20). Percobaan dilakukan dengan variasi aktivator yaitu menggunakan aktivator H₃PO₄ dan KOH.

Proses karbonisasi

Bahan baku mula-mula dibersihkan dari pengotor secara manual. Setelah itu dipanaskan dengan *furnace* pada suhu 400°C selama 2 jam, kemudian dimasukkan dalam desikator selama 24 jam.

Proses Aktivasi Karbon Aktif

Karbon dikeringkan terlebih dahulu dalam oven untuk menghilangkan kadar airnya, kemudian dilakukan proses aktivasi dengan larutan KOH 5 M dan H₃PO₄ 85% dengan cara merendam selama 24 jam dan disaring. Lalu karbon dilakukan

pencucian sampai diperoleh pH netral, kemudian ditentukan gugus fungsi dengan FTIR pada bilangan gelombang 4000,00-400,00 cm^{-1} .

Penentuan Bilangan Iod

Penentuan daya serap iod menggunakan metode titrasi iodometri sesuai metode ASTM D 4607-94 (2006). Sebanyak 0,5 gram karbon aktif ditimbang dan dikeringkan pada suhu 110°C selama 3 jam. Didinginkan dalam desikator. Selanjutnya ditambahkan 5 ml larutan HCl pekat dan dipanaskan sampai mendidih. Lalu ditambahkan 50 ml larutan iodin 0,1 N dan diaduk dengan *magnetic stirrer*. Campuran disaring dan diambil 25 ml filtrat. Selanjutnya filtrat dititrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N sampai warna kuning pucat. Selanjutnya ditambahkan 1 ml indikator amilum 1% dan dititrasi kembali sampai larutan tidak bewarna. Daya serap iod dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$X/M = \frac{[A-(DF)(B)(S)]}{M} \quad (1)$$

Dimana :

X/M = iodium yang diserap per gram (mg/g)

S = volume natrium tiosulfat (ml)

M = massa karbon aktif (g)

DF = faktor pengencer

A = volume titrasi sampel

B = volume titrasi blanko

Penentuan luas permukaan

Karbon aktif sebanyak 0,025 gram dimasukkan ke dalam Erlenmeyer, kemudian ditambahkan 10 ml larutan metilen biru 100 ppm, lalu dikocok selama 1 jam setelah itu disaring. Filtrat dipipet 1 ml dan diukur daya serapnya pada panjang gelombang maksimum antara 600-700 nm dengan alat UV Visible. Kurva kalibrasi atau standar larutan metilen biru dibuat dengan konsentrasi antara 1 sampai 5 ppm (Ramdja, dkk., 2008). Luas permukaan dapat ditentukan dengan rumus sebagai berikut :

$$S = \frac{Xm.N.a}{M} \quad (2)$$

Dimana :

S = Luas Permukaan

Xm = Banyaknya Metilen Blue yang terserap oleh 1 gram karbon

N = Bilangan Avogadro = $6,02 \times 10^{23}$

a = Ukuran 1 molekul adsorben MB = 197×10^{-20}

M = BM metilen blue = 320,5 g/mol

HASIL

Tabel 1. Bilangan Iod Karbon Aktif dari Mahkota Nanas dan Standar SNI

Aktivator	Hasil	Standar	Mutu
ACA	2090,1542 mg/g	Min 750 mg/g	SII No. 0258-88 (2003)
ACB	2415,8832 mg/g		

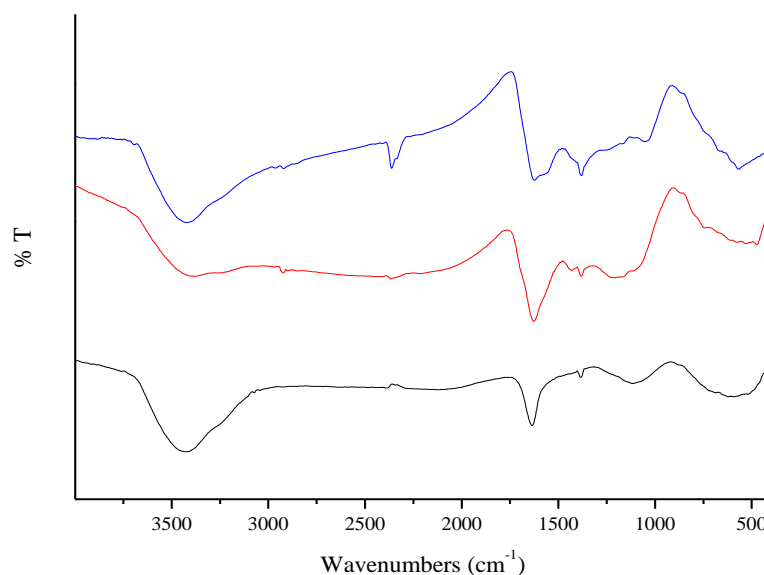
Tabel 2. Luas Permukaan Karbon Aktif dari Mahkota Nanas dan Standar SNI

Aktivator	Hasil	Standar	Mutu
ACA	1,352X10 ⁵ m ² /g	300-3500 m ² /g	SII No. 0258-88 (2003)
ACB	1,455x10 ⁵ m ² /g		

Karakterisasi FTIR

Tabel 3. Perbandingan Puncak Serapan FTIR Karbon Aktif dari Mahkota Nanas dan Standar SNI

	Standar	ACA	ACB
OH	3428,82 cm ⁻¹	3385,40 cm ⁻¹	3417,67 cm ⁻¹
C=O	1635,39 cm ⁻¹	1627,35 cm ⁻¹	1622,52 cm ⁻¹
C-O	1384,51 cm ⁻¹	1381,07 cm ⁻¹	1380,94 cm ⁻¹
C-H	2128,99 cm ⁻¹	2366,51 cm ⁻¹	2363,01 cm ⁻¹



Gambar 1. Perbandingan Spektrum Karbon Aktif Standar (Hitam), Karbon Aktif dari Mahkota Nanas dengan Aktivator Asam (Merah), dan Karbon Aktif dari Mahkota Nanas dengan Aktivator Basa (Biru)

PEMBAHASAN

Pembuatan karbon aktif dibuat dari bahan baku mahkota nanas dengan melakukan proses karbonisasi pada suhu 400°C selama 2 jam hingga terbentuk arang. Selanjutnya dilakukan proses aktivasi dengan variasi aktivator yaitu asam dan basa dengan cara merendam karbon dalam masing-masing aktivator selama 24

jam. Pencucian dilakukan sampai diperoleh pH netral dan dikeringkan dalam oven sehingga dihasilkan karbon aktif ACA dan ACB

Karakteristik karbon aktif meliputi bilangan iod, luas permukaan dan gugus fungsi dari karbon aktif. Bilangan iod merupakan parameter paling penting digunakan untuk karakterisasi karbon aktif. Semakin besar angka iod maka semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi adsorbat atau zat terlarut. Iod merupakan ukuran pada tingkat keaktifannya. Bilangan iod dapat digunakan sebagai pendekatan untuk luas permukaan dan mikropori karbon aktif dengan presisi yang baik (Turmuzi & Syaputra, 2015). Salah satu metode yang digunakan dalam analisis daya adsorpsi karbon aktif terhadap larutan iod adalah dengan metode titrasi iodometri. Daya adsorpsi tersebut dapat ditunjukkan dengan besarnya angka iod yaitu angka yang menunjukkan seberapa besar adsorben dapat mengadsorpsi iod. Semakin besar bilangan iod yang dihasilkan semakin besar pula daya adsorpsi dari adsorben. Penambahan larutan iod berfungsi sebagai adsorbat yang akan diserap oleh karbon aktif sebagai adsorbennya. Tesisnya larutan iod ditunjukkan dengan adanya pengurangan konsentrasi larutan iod. Pengukuran konsentrasi iod sisa dapat dilakukan dengan melakukan titrasi dengan larutan natrium tiosulfat 0,1 N dan indikator yang digunakan yaitu amilum (Idrus, dkk., 2013).

Tabel 4. Bilangan Iod Karbon Aktif yang Diaktivasi Berbagai aktivator

Activated Carbon	Bilangan iod	Sumber
HCl 0,3 M	832,5296 mg/g	Ramdja dkk, 2008
H ₃ PO ₄ 10%	494,91 mg/g	Turmuzi & Syaputra, 2015
NaCl 30%	18,9082 mg/g	Prasetyo dkk, 2011
(NH ₄)HCO ₃ 2,5	304,8845 mg/g	Subadra dkk, 2005
ZnCl ₂ 7,5%	610,38 mg/g	Pambayun dkk, 2013
H ₃ PO ₄ 85%	2090,1542 mg/g	Studi ini
KOH 5 M	2415,8832 mg/g	Studi ini

Pada tabel 4 menunjukkan bahwa daya serap iod terhadap karbon aktif menggunakan aktivator lain belum memenuhi standar mutu yaitu diatas 750 mg/g. Dilain pihak, hasil penelitian menunjukkan bahwa bilangan iod untuk ACA dan ACB di atas standar mutu yang dipersyaratkan oleh SII No. 0258-88 (2003). Oleh sebab itu, ACA dan ACB dapat dimanfaatkan untuk pengolahan limbah. Hal ini sesuai dengan penelitian Suhendarwati dkk. (2014) dimana semakin besar bilangan iod yang dihasilkan semakin besar kemampuannya dalam mengadsorpsi zat terlarut.

Luas permukaan merupakan suatu parameter yang sangat penting dalam menentukan kualitas dari suatu karbon aktif sebagai adsorben. Hal ini disebabkan karena luas permukaan merupakan salah satu faktor yang mempengaruhi daya adsorpsi dari suatu adsorben. Pada penelitian ini, uji luas permukaan menggunakan metode metilen biru. Sampel yang diuji adalah karbon aktif dari mahkota nanas menggunakan aktivator asam dan basa dengan perendaman selama 24 jam. Daya

serap metilen biru dapat digunakan untuk menentukan luas permukaan dari suatu karbon aktif. Daya serap yang semakin besar menunjukkan bahwa luas permukaan karbon aktif juga semakin besar. Daya serap terhadap metilen biru sebanding dengan luas permukaan adsorben (Turmuzi & Syaputra, 2015).

Tabel 5. Luas permukaan Karbon Aktif yang Diaktivasi Berbagai aktivator

No	AC	Luas Permukaan	Sumber
1	H ₃ PO ₄ 10%	4078,694 m ² /g	Turmuzi & Syaputra, 2015
2	HCl 0,3 M	199,2601 m ² /g	Ramdja dkk, 2008
3	ZnCl ₂ 7,5%	447,534 m ² /g	Pambayun dkk, 2013
4	Na ₂ CO ₃ 5%	1900,69 m ² /g	Pambayun dkk, 2013
5	H ₃ PO ₄ 85%	1,352X10 ⁵ m ² /g	Studi ini
6	KOH 5 M	1,455x10 ⁵ m ² /g	Studi ini

Tabel 5 menunjukkan nilai luas permukaan dengan menggunakan aktivator lain untuk menentukan luas permukaan sudah memenuhi standar, tetapi hasil studi ini menunjukkan bahwa kualitas karbon pada penelitian ini lebih baik yaitu dengan menggunakan aktivator H₃PO₄ 85% (asam, ACA) dan KOH 5 M (basa, ACB), dimana menggunakan aktivator asam diperoleh sebesar 1,352x10⁵ m²/g dan menggunakan aktivator basa 1,435x10⁵ m²/g. Hal ini menunjukkan bahwa menggunakan aktivator yang memiliki konsentrasi tinggi lebih baik karena dapat menghasilkan karbon aktif dengan luas permukaan yang besar. Hal ini disebabkan karena kadar tar semakin berkurang dengan meningkatnya konsentrasi bahan pengaktif, dimana proses perendaman dengan bahan pengaktif pada dasarnya dilakukan untuk mengurangi kadar tar, sehingga semakin pekat bahan pengaktif yang digunakan maka akan semakin berkurang tar pada karbon, akibatnya pori-pori yang terdapat pada karbon semakin besar atau dengan kata lain luas permukaan karbon aktif semakin bertambah. Semakin luas permukaan karbon aktif maka akan semakin tinggi daya serapnya (Subadra, dkk., 2012). Berdasarkan penelitian ini kualitas karbon aktif menggunakan aktivator KOH 5 M (ACB) lebih baik dibandingkan menggunakan aktivator H₃PO₄ 85% (ACA), dimana dapat dilihat dari bilangan iod dan luas permukaan yang dihasilkan.

Analisis dengan *Fourier Transform Infrared* (FTIR) bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari bahan yang diamati dimana gugus fungsi tersebut dipakai untuk menduga sifat permukaan karbon aktif. Dua variasi instrumental dari spektroskopi inframerah (IR) adalah metode dispersive dan metode *Fourier Transform* (FT). Metode dispersif menggunakan prisma atau kisi untuk mendispersikan radiasi inframerah, sedangkan metode *Fourier Transform* menggunakan prinsip *interferometry* (Darmawan, 2012). Hasil analisa FTIR pada karbon aktif dari mahkota nanas menunjukkan penurunan intensitas serapan pada bilangan gelombang 3.500 cm⁻¹ - 2.700 cm⁻¹. Pada bilangan gelombang tersebut merupakan daerah serapan gugus OH, dimana karbon aktif memiliki intensitas paling tinggi kemudian menurun setelah proses aktivasi. Menurunnya intensitas serapan pada bilangan gelombang 3.000 - 2.700 cm⁻¹ merupakan petunjuk mulai

terbentuknya senyawa aromatik (Darmawan, 2012). Vibrasi di bilangan gelombang 1635 cm^{-1} pada karbon aktif menunjukkan adanya ikatan C=O. Gugus fungsi pada karbon aktif adalah gugus hidroksil yang merupakan OH terikat (3428 cm^{-1}) dengan jenis ikatan C=O (1635 cm^{-1}) dan C-H alifatik (2128 cm^{-1}) serta C-O (1384 cm^{-1}). Hal ini menunjukkan bahwa karbon yang teraktivasi asam dan basa memiliki gugus fungsi yang sama dengan standar karbon aktif.

SIMPULAN DAN SARAN

Kualitas karbon aktif menggunakan aktivator KOH 5 M (basa, ACB) lebih baik dibandingkan menggunakan aktivator H_3PO_4 85% (asam, ACA). Karbon aktif tersebut memenuhi syarat mutu karbon aktif menurut SII No 0258-88 dengan data bilangan iod diperoleh sebesar $2415,8832\text{ mg/g}$ dan luas permukaan sebesar $1,455 \times 10^5\text{ m}^2/\text{g}$. Spektrum FTIR antara standar karbon aktif dengan hasil aktivasi karbon aktif menunjukkan kesesuaian dengan struktur standar karbon aktif.

Berdasarkan hasil penelitian yang dilakukan maka masih perlu dikembangkan penelitian-penelitian lanjut antara lain perlu adanya aplikasi dari ACA dan ACB untuk adsorpsi dan konsentrasi aktivator perlu divariasikan untuk mengetahui proses aktivasi yang lebih baik.

DAFTAR RUJUKAN

- Atma, B.D. 2015. *Pemanfaatan Limbah Mahkota Nenas Sebagai Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivator H_2SO_4* . Disertasi tidak diterbitkan. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Darmawan, S. 2008. *Sifat Arang Aktif Tempurung Kemiri dan Pemanfaatannya Sebagai Penyerap Emisi Formaldehida Papan Serat Berkerapatan Sedang*. Tesis tidak diterbitkan. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Departemen Perindustrian dan Perdagangan. 2003. *Syarat Mutu dan Uji Arang Aktif SII No. 0258-88*. Palembang: Balai Perindustrian dan Perdagangan.
- Gustariawan, P. 2015. *Pemanfaatan Limbah Mahkota Nenas Sebagai Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivator KOH*. Disertasi tidak diterbitkan. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Idrus, R., Lapanoro, B.P., & Putra, Y.G. 2013. Pengaruh Suhu Aktivasi terhadap Kualitas Karbon Aktif Berbahan Dasar Tempurung Kelapa. *Jurnal Prisma Fisika*, Vol. 1: 50-55.
- Lempang, M., Syafii, W., & Pari, G. 2011. Struktur dan Komponen Arang Serta Arang Aktif Tempurung Kemiri. *Jurnal Penelitian Hasil Hutan*, Vol. 29: 278-294.
- Pambayun, Gilar, S., Yulianto, Remigius, Y. E, Rachimoellah, M., & Putri, E. M. M. 2013. Pembuatan Karbon Aktif dari Arang Tempurung Kelapa dengan Aktivator ZnCl_2 dan Na_2CO_3 Sebagai Adsorben untuk Mengurangi Kadar Fenol dalam Air Limbah. *Jurnal Teknik Pomits*, Vol. 2: 117-120.

- Pramashinta, A. & Abdullah. 2014. Kinetika Fermentasi Limbah Kulit Nanas dan Produktivitas Etanol. *Jurnal Metana*, Vol. 10: 12-17.
- Prasetyo, A., Yudi, A., & Astuti. R.N. 2011. Adsorpsi Metilen Blue pada Karbon Aktif dari Ban Bekas dengan Variasi Konsentrasi NaCl pada Suhu Pengaktifan 600°C dan 650°C. *Jurnal Neutron*, Vol.4: 16-23.
- Ramdja, A.F., Halim, M., & Handi, J. 2008. Pembuatan Karbon Aktif dari Pelepeh Kelapa (*cocos nucifera*). *Jurnal Teknik Kimia*, Vol. 15: 1-8.
- Rohmah, P.M. & Redjeki, A.S. 2014. Pengaruh Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Karbon Aktif Berbahan Baku Sekam Padi dengan Aktivator KOH. *Konversi*, Vol. 3: 19-27.
- Siahaan, S., Hutapea, M., & Hasibun, R. 2013. Penentuan Kondisi Optimum Suhu dan Waktu Karbonisasi pada Pembuatan Arang dari Sekam Padi. *Jurnal Teknik Kimia USU*, Vol. 2: 26-30.
- Subadra, I., Setiaji, B., & Tahir, I. 2005. *Aktivated Carbon Production From Coconut Shell with (NH₄)HCO₃ Activator As an Adsorben in Virgin Coconut Oil Purification*. Makalah disajikan dalam Prosiding Seminar Nasional DIES ke 50 hal 1-8, Universitas Gadjah Mada, Yogyakarta, 17 September.
- Suhendarwati, L., Suharto, B., & Susanawati, L.D. 2014. Pengaruh Konsentrasi Larutan Kalium Hidroksida pada Abu Dasar Ampas Tebu Teraktivasi. *Jurnal Sumberdaya Alam & Lingkungan*, 1(1): 19-25.
- Swara, D.K. 2015. *Pemanfaatan Limbah Mahkota Nenas Sebagai Karbon Aktif dengan Menggunakan Aktivator HCl*. Disertasi tidak diterbitkan. Palembang: Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Turmuzi, M. & Syaputra, A. 2015. Pengaruh Suhu dalam Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Salak (*Salacca edulis*) dengan Impregnasi Asam Fosfat. *Jurnal Teknik Kimia*, 1-5.
- Wahjuni, S. & Kostradiyanti. 2008. Penurunan Angka Peroksida Minyak Kelapa Tradisional dengan Adsorben Arang Sekam Padi IR 64 yang Diaktifkan dengan Kalium Hidroksida. *Jurnal kimia*, Vol 2: 57-60.
- Wardani, A.Y. & Nirmala, W. 2012. Pemanfaatan Daun Nanas (*ananas comosus*) Sebagai Adsorben Logam Ag dan Cu Limbah Industri Perak di Kota Gede Yogyakarta. *Jurnal Pelita*, Vol 7: 89-96.