

## PEMANFAATAN AMPAS SAGU (*Metroxylon sp.*) SEBAGAI KARBON AKTIF UNTUK PENURUNAN KADAR Fe PADA LARUTAN ARTIFISIAL $Fe_2(SO_4)_3$

Isna Syauqiah<sup>1</sup>, Awali Sir Kautsar Harivram<sup>1</sup>, Muthia Elma<sup>1,\*</sup>, Dina Amryna Chairul Putri<sup>1</sup>, Namira Ghina Safitri<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Teknik Kimia Universitas Lambung Mangkurat, Jl. A. Yani Km.35,5, Banjarbaru, Indonesia.

\*Penulis korespondensi : [melma@ulm.ac.id](mailto:melma@ulm.ac.id)

**Abstrak.** Ampas sagu (*Metroxylon sp.*) merupakan salah satu limbah padat sisa pemerasan pati sagu, ampas sagu dapat dijadikan karbon aktif karena terdapat material lignoselulosa yang banyak mengandung unsur karbon, di dalam ampas sagu mengandung selulosa 36.3%, hemiselulosa 14.6% dan lignin 9.7%, material ini dapat digunakan sebagai bahan baku karbon aktif. Pemanfaatan karbon aktif dari ampas sagu ini adalah sebagai adsorben untuk mengurangi kadar Fe dalam larutan artifisial  $Fe_2(SO_4)_3$ . Ukuran partikel karbon aktif dari ampas sagu yang digunakan adalah 120 mesh. Variabel bebas yang digunakan adalah waktu karbonisasi. Pembuatan karbon aktif diawali dengan pencucian ampas sagu untuk menghilangkan pengotor kemudian di keringkan dibawah sinar matahari selama 3 hari. Langkah selanjutnya adalah proses karbonisasi dengan menggunakan *air furnace* pada suhu 300 °C dengan variasi waktu 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit, kemudian dihaluskan dan diayak hingga berukuran 120 mesh. Setelah itu dilakukan proses pengaktifan dengan asam sitrat 0,1 M, lalu mengeringkannya dengan oven pada suhu 100 °C selama 2 jam, setelah itu dicuci dengan *aquades* sampai mencapai pH netral dan kembali dipanaskan dengan *oven* pada suhu 80 °C selama 2 jam. Kemudian dilakukan adsorpsi pada sampel larutan artifisial  $Fe_2(SO_4)_2$  dan dianalisa penurunan kadar Fe nya dengan menggunakan spektrofotometri. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan konsentrasi besi pada larutan besi sulfat sebesar 0,64 mg/L, karbon aktif ampas sagu mampu menurunkan kadar Fe dengan variasi waktu karbonisasi 60, 80, 100 dan 120 menit didapat hasil secara berturut-turut sebesar 0,14 mg/L; 0,05 mg/L; 0,25 mg/L dan 0,48 mg/L.

### 1. PENDAHULUAN

Ion besi (Fe) bervalensi dua umumnya terdapat dalam air tanah secara bersamaan. Fe dalam air dapat menyebabkan kekeruhan, korosi, kesadahan. Fe dan juga menyebabkan warna kekuningan pada cucian dan alat plambing (Roccaro, Barone, & Vagliasindi, 2014). Diantara logam-logam berat esensial dalam air tanah, kandungan besi (Fe) memiliki kadar yang relatif tinggi. Kadar Fe dapat mencapai 10-100 mg/L pada air tanah dalam dengan kadar oksigen yang rendah (Effendi, 2003). Untuk kualitas mutu kelas I tentang pengelolaan kualitas air dan pengendalian pencemaran air (PERMENKES, 2010) tentang persyaratan kualitas air minum, menetapkan konsentrasi besi adalah 0,3 mg/L. Logam berat pada air dapat menyebabkan keracunan, alergi dan sakit pada kulit, muntah-muntah, pusing, kanker hingga kematian (Kim *et al.*, 2007)

Adsorpsi merupakan salah satu proses pengolahan air yang efektif dan sering digunakan untuk menghilangkan logam berat (Kan, Aganon, Futalan, & Dalida, 2013). Adsorpsi memiliki beberapa kelebihan jika dibandingkan dengan metode lainnya, diantaranya biaya yang diperlukan relatif murah, prosesnya relatif sederhana, efektivitas dan efisiensinya tinggi serta adsorbennya dapat digunakan berulang-ulang (regenerasi) (Rahmalia, Yulistira, Ningrum, Qurbaniah, & Ismadi, 2006). Ada beberapa teknologi yang umum digunakan untuk menyisihkan Fe meliputi teknologi membran, presipitasi, pertukaran ion, dan adsorpsi.

Adsorpsi merupakan salah satu alternatif pengolahan air yang mengandung logam dengan cara menyerap partikel logam ke bagian permukaan adsorbennya. Metode adsorpsi dengan menggunakan adsorben alami banyak digunakan dalam penurunan kesadahan air. Adsorpsi juga merupakan salah satu proses pengolahan air yang efektif untuk menghilangkan logam berat dalam air (Kan *et al.*, 2013). Para ahli menyatakan bahwa salah satu adsorben yang dapat digunakan untuk mereduksi ion-ion logam dalam larutan adalah karbon aktif (Banat, Pal, Jwaied, & Al Rabadi, 2015). Proses biosorpsi logam berat dengan adsorben merupakan proses yang kompleks dan mekanismenya bisa bervariasi tergantung bahan baku adsorbennya (Wulandari, 2014).

Adsorben dapat dibuat dari bahan-bahan biomassa yang memiliki kandungan selulosa. Ampas sagu dapat dijadikan karbon aktif karena terdapat material lignoselulosa yang banyak mengandung unsur karbon (Rosi, Abdullah, & Khairurrijal, 2009). Di dalam ampas sagu mengandung bahan kering 86,4%, protein kasar 2,1%, lemak 1,8%, serat kasar 20,3%, abu 4,6%, selulosa 36,3%, hemiselulosa 14,6% dan lignin 9,7%. Kandungan



selusosa yang cukup tinggi ini pada material ampas sagu dapat digunakan sebagai bahan baku karbon aktif yang baik (Sangadji, 2009). Ampas sagu merupakan salah satu limbah padat sisa pemerasan pati sagu (Kristanto, 2013). Ampas sagu sampai saat ini belum dimanfaatkan secara optimal dan hanya digunakan sebagai pakan ternak. Sementara berdasarkan komposisi kimianya, ampas sagu merupakan salah satu limbah pertanian yang berpotensi sebagai prekursor dalam pembuatan arang atau karbon (Kayadoe, Sunarti, Utubira, & Kayadoe, 2020). Pada penelitian ini dilakukan adsorpsi untuk mengurangi kadar Fe pada larutan artifisial  $Fe_2(SO_4)_3$  menggunakan karbon aktif dari ampas sagu.

## 2. METODE

### 2.1 Alat Dan Bahan

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah neraca *o'haus*, *magnetic heated stirrer*, *stirrer*, gelas beker, erlenmeyer, labu ukur, gelas ukur, corong, gelas arloji, corong, pipet volume, propipet, cawan porselin, cawan krusibel, sudip, pengaduk kaca, penggerus, ayakan 120 mesh, *stopwatch*, *oven*, *air furnace* dan alat instrumen AAS. Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah ampas sagu yang diambil di pabrik pengolahan sagu dipinggiran sungai Martapura di Sungai Tabuk, *aquadest*, larutan asam sitrat 0,1 M, larutan  $Fe_2(SO_4)_3$  2 ppm, kertas label dan kertas saring. Percobaan dilakukan pada waktu karbonisasi 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit dengan suhu karbonisasi 300 °C.

### 2.2 Pra-perlakuan Bahan Baku Ampas Sagu

Prosedur penelitian yang pertama yaitu ampas sagu dicuci beberapa kali untuk menghilangkan pengotornya. Kemudian ampas sagu dikeringkan di bawah sinar matahari. Selanjutnya ampas sagu yang sudah bersih dihaluskan agar mempermudah proses karbonisasi.

### 2.3 Pembuatan Adsorben Ampas Sagu

Ampas sagu yang sudah dihaluskan lalu dipanaskan dengan menggunakan *air furnace* pada suhu 300 °C selama 120 menit untuk menghilangkan kadar air, abu dan pengotor volatil lainnya. Ampas sagu ini selanjutnya disebut *carboneus sago pith waste/CSPW*. Kemudian dilakukan hal yang sama dengan variasi waktu karbonisasi yang berbeda, yaitu 100 menit, 80 menit dan 60 menit. CSPW selanjutnya dihaluskan sampai menghasilkan ukuran 120 mesh. Selanjutnya, CSPW diaktivasi menggunakan 0,1 M larutan asam sitrat dan diaduk selama 2 jam dengan kecepatan pengadukan 300 rpm. ACSPW disaring untuk kemudian dikeringkan di dalam *oven* pada suhu 100 °C selama 2 jam. Lalu dicuci menggunakan *aquadest* hingga mencapai pH netral dan kembali dipanaskan dalam *oven* pada suhu 80 °C selama 2 jam.

### 2.4 Pembuatan Larutan Artifisial $Fe_2(SO_4)_3$

Timbang padatan  $Fe_2(SO_4)_3$  sebanyak 2 mg lalu masukan ke dalam gelas beker 500 mL setelah itu tambahkan sedikit demi sedikit *aquadest* aduk hingga seluruh padatan  $Fe_2(SO_4)_3$  larut dan homogen. Pindahkan larutan ke dalam labu ukur 1000 mL dan tambahkan *aquadest* hingga tanda tera, kocok larutan sampai homogen kemudian masukkan larutan  $Fe_2(SO_4)_3$  sebanyak 1000 mL ke dalam gelas beker.

### 2.5 Adsorpsi Larutan Artifisial $Fe_2(SO_4)_3$ dengan Adsorben Ampas Sagu

Larutan artifisial  $Fe_2(SO_4)_3$  sebanyak 100 mL dimasukkan ke dalam erlenmeyer yang berbeda. Kemudian 1 gram ACSPW dimasukkan ke dalam masing-masing erlenmeyer yang berisi air gambut. Selanjutnya, campuran diaduk dengan kecepatan putaran 300 rpm selama 90 menit. Setelah proses pengadukan selesai campuran disaring dan dianalisa menggunakan AAS.



### 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### 3.1 Pembuatan Karbon Aktif Ampas Sagu

Ampas sagu yang telah dicuci dan dikeringkan, dibakar menggunakan *air furnace* pada suhu 300 °C dengan variasi waktu 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit. Pembakaran pada *air furnace* merupakan proses karbonisasi fisik dari proses aktivasi. Pembakaran pada *air furnace* memiliki kondisi kurang oksigen, sehingga biomassa secara termal terdekomposisi menjadi bahan karbon berpori dan senyawa hidrokarbon (Adowei, Spiff, & Abia, 2014). Proses karbonisasi dilakukan pada suhu 300 °C yang mana jika proses karbonisasi dilakukan pada suhu yang tinggi dapat membuat mineral-mineral di dalam biomassa akan ikut terangkat sehingga membentuk abu dan mengurangi jumlah karbon yang terbentuk (Putri & S. H., 2019). Sampel karbon kemudian dihaluskan dan diayak hingga berukuran 120 mesh.

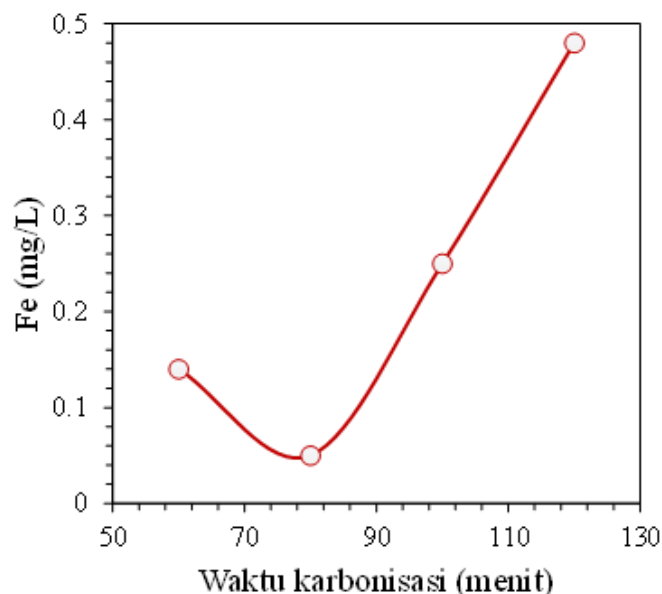
Ampas sagu yang sudah dikarbonisasi selanjutnya akan diaktivasi menggunakan asam sitrat dengan konsentrasi 0,1 M selama 2 jam. Aktivasi ini digunakan untuk mengurangi kadar air yang masih tertinggal di permukaan karbon aktif sehingga pori-porinya akan lebih terbuka dan dapat meningkatkan daya serapnya (Verayana, Papatungan, & Iyabu, 2018). Selain itu aktivasi dengan asam sitrat ini sendiri dapat meningkatkan jumlah dari grup karbonil/hidroksil dari karbon aktif, kemudian meningkatkan luas permukaan (Verayana *et al.*, 2018). Menurut Siswoyo 2014 adsorben mengalami peningkatan luas permukaan serta luas area serapan dan volume pori adsorben akibat diaktivasi dengan asam sitrat dapat membuat kapasitas adsorpsi semakin tinggi.



Gambar 1. Karbon Aktif Ampas Sagu

#### 3.2. Evaluasi Daya Serap Karbon Aktif Ampas Sagu terhadap Logam Fe

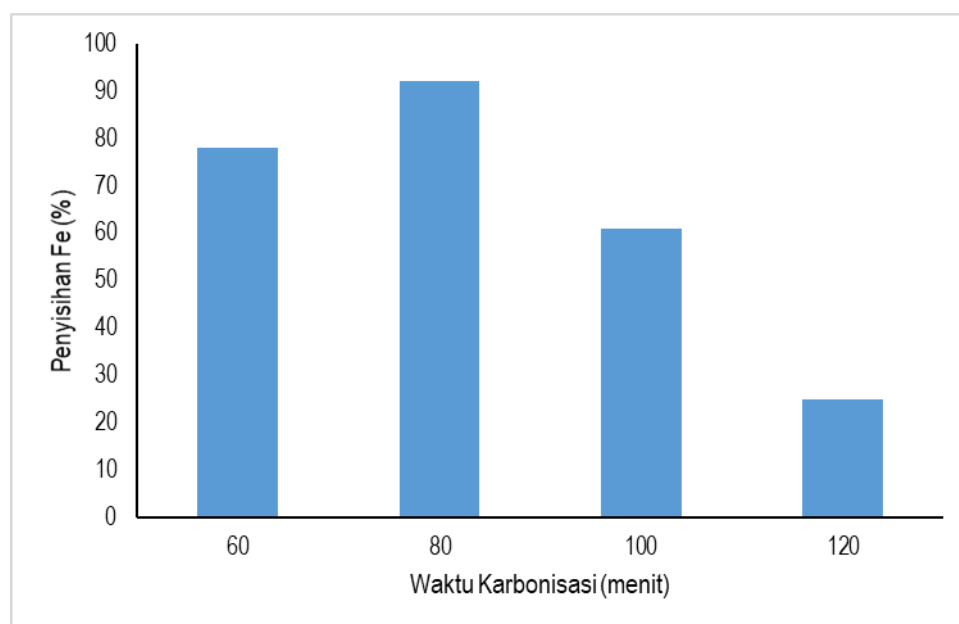
Pengujian daya serap karbon aktif ampas sagu terhadap logam Fe dilakukan dengan cara mengontakkan larutan artifisial besi sulfat. Waktu karbonisasi akan mempengaruhi daya serap dari karbon aktif terhadap larutan sehingga digunakan variasi waktu karbonisasi 60, 80, 100 dan 120 menit. Larutan yang telah dikontakkan dengan karbon aktif hasil adsorpsi kemudian diuji menggunakan spektrofotometri untuk menganalisa kadar besi yang tertinggal di larutan. Konsentrasi logam Fe pada larutan  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  sebelum diadsorpsi adalah sebesar 0,64 mg/L. Penurunan konsentrasi Fe pada larutan artifisial  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$  setelah diadsorpsi dapat dilihat pada Gambar 1 berikut.



Gambar 1. Pengaruh konsentrasi Fe setelah proses adsorpsi larutan artifisial ( $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$ ) terhadap adsorben dengan variasi waktu karbonisasi

Berdasarkan Gambar 1 diperoleh data bahwa nilai kadar besi setelah dilakukan adsorpsi mengalami penurunan. Hal ini juga disebabkan karena adanya perlakuan aktivasi karbon aktif ampas sagu dengan asam sitrat 0,1 M yang dapat meningkatkan luas permukaan serta luas area serapan dan volume pori adsorben (Siswoyo, 2014). Nilai konsentrasi Fe yang memenuhi baku mutu air adalah sebesar 0,3 mg/L (PERMENKES, 2010). Pada variasi waktu 60, 80 dan 100 menit air sudah memenuhi standar kualitas baku mutu air. Sedangkan pada variasi waktu karbonisasi 120 menit masih diatas ambang batas baku mutu air karena proses adsorpsi belum terjadi secara sempurna.

Berikut merupakan data persentasi penyerapan hasil pengujian daya serap karbon aktif ampas sagu terhadap larutan besi sulfat yang dipengaruhi oleh variasi waktu karbonisasi 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit yang dapat dilihat pada Gambar 2 berikut.



Gambar 2. Persentasi penurunan kadar Fe pada larutan artifisial  $\text{Fe}_2(\text{SO}_4)_3$

Berdasarkan Gambar 2 nilai persentase penyerapan kadar Fe pada larutan artifisial  $Fe_2(SO_4)_3$  pada waktu 60 menit, 80 menit, 100 menit dan 120 menit secara berturut-turut adalah 78,12%; 92,18%; 60,93% dan 25%. Hasil terbaik didapat pada waktu karbonisasi selama 80 menit dengan kadar Fe yang terserap sebesar 92,18%. Menurut Lestari dkk. (2017) pengaruh waktu proses karbonisasi maka kadar karbon terikat yang didapatkan akan semakin tinggi, selain itu kadar abu dalam karbon aktif juga mempengaruhi efektivitas dari karbon aktif itu sendiri, dimana semakin lama waktu karbonisasi maka kadar abu yang dihasilkanpun semakin meningki (Yudanto, 2009). Hal ini diakibatkan lamanya proses karbonisasi yang berarti semakin lama juga proses gasifikasi karbon yang memicu penghilangan dan teroksidasinya zat volatil beserta karbon (Ikawati & Melati, 2009). Lamanya waktu karbonisasi dapat menyebabkan meningkatnya kadar abu dalam karbon, keberadaan abu yang berlebihan ini dapat menyebabkan terjadinya penyumbatan pori-pori pada karbon aktif sehingga luas permukaan menjadi berkurang Sehingga didapatkan hasil terbaik yaitu dengan waktu karbonisasi 80 menit yang mana kadar karbon yang terikat sudah cukup terbentuk dengan kadar abu yang sedikit.

#### 4. SIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa telah berhasil dibuat adsorben dari ampas sagu dengan variasi waktu karbonisasi 60, 80, 100 dan 120 menit. Waktu karbonisasi mempengaruhi kualitas karbon aktif ampas sagu yang dihasilkan yaitu semakin lama waktu karbonisasi maka akan mengasilakan lebih banyak abu. Hasil terbaik didapatkan pada waktu karbonisasi 80 menit dengan presentase penurunan kadar Fe dalam larutan  $Fe_2(SO_4)_3$  sebesar 92,8%, pada variasi ini sudah memenuhi standar baku mutu air yaitu dengan konsentrasi Fe yang tersisa sebesar 0,05 mg/L.

#### 5. UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada *Materials and Membranes Research Group (M<sup>2</sup>ReG)* dan Laboratorium Teknologi Proses Fakultas Teknik Universitas Lambung Mangkurat. Isna S mengucapkan terima kasih kepada hibah Penelitian Dosen Wajib Meneliti (PDWM) ULM tahun 2021. Muthia E mengucapkan terima kasih kepada Hibah Penelitian Dasar 2021-2022, hibah PTUPT 2021-2023 dan Hibah World Class Research (WCR) 2021-2023 DRPM – Kemdikbudristek.

#### 6. DAFTAR PUSTAKA

- Adowei, P., Spiff, A. I., & Abia, A. A. (2014). *Evaluation Of Carbonized And Surface-Modified Carbon Produced From Nipa Palm (Nypa Fruiticans Wurmb Leaves For The Removal Of 2-(N,N-Dimethyl-4aminophenyl)-Azo-Benzene Carboxylic Acid (Dmaba) In Aqueous Solution*. Indica: Acta Chim. Pharm.
- Banat, F., Pal, P., Jwaied, N., & Al Rabadi, A. (2015). Extraction of Olive Oil from Olive Cake Using Soxhlet Apparatus. *American Journal of Oil and Chemical Technology*, Vol.1, Issue 4, ISSN:2326-6589.
- Effendi, H. (2003). *Telaah Kualitas Air*. Yogyakarta. Kanasius.
- Ikawati, & Melati. (2009). Pembuatan Karbon Aktif dari Limbah Kulit Singkong UKM Tapioka Kabupaten Pati. *Seminar Nasional Teknik Kimia Indonesia (SNTKI)*, ISBN 978- 979-98300-1-2
- Kan, C., Aganon, M., Futralan, C., & Dalida, M. (2013). Adsorption of Mn from Aqueous Solution Using Fe and Mn Oxide-coated Sand. *Journal of Environmental Sciences*, Vol. 25, No. 7 1483-1491.
- Kayadoe, V., Sunarti, Utubira, Y., & Kayadoe, N. (2020). *Preparasi dan Karakterisasi Arang dari Ampas Sagu Sebagai Adsorben dalam Menurunkan Kadar COD dan BOD Limbah Cair Pabrik Tahu*. Departement of Chemistry FKIP Ambon University, Maluku Tengah.
- Kim, J. Y., Lee, B. T., Shin, K. H., Lee, K. Y., Kim, K. W., Ahn, K. G., & Kwon, Y. H. (2007). *Ecological Health Assessment And Remediation Of The Stream Impacted By Acid Mine Drainage Of The Gwangyang Mine Area*. Environmental Monitoring and Assessment, South Korea.
- Kristanto, H. (2013). *Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Jeruk untuk Elektroda Superkapasitor*. Universitas Katholik Parahyangan, Bandung.
- Lestari, K. D., Ratnani, R. D., Suwardiyono, & Kholis, N. (2017). Pengaruh Waktu dan Suhu Pembuatan Karbon Aktif Dari Tempurung Kelapa Sebagai Upaya Pemanfaatan Limbah Dengan Suhu Tinggi Secara Pirolisis. *Inovasi Teknik Kimia*, Vol. 2, No. 1, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Wahid Hasyim Semarang.
- PERMENKES. (2010). *Nomor 492/MENKES/PER/IV Tentang Persyaratan Kualitas Air Minum*.
- Putri, R. W., & S. H., R. (2019). *Pengaruh Suhu Karbonisasi Terhadap Kualitas Karbon Aktif dari Limbah Ampas Tebu: Teknik Kimia*.
- Rahmalia, Yulistira, W., Ningrum, F., Qurbaniah, F., & Ismadi. (2006). Pemanfaatan Potensi Tandan Kosong Kelapa Sawit (Elais guineensis Jacq) Sebagai Bahan Dasar C-Aktif Untuk Adsorpsi Logam Perak dalam Larutan. *Jurnal PKMP*, 3 (13), 1-10.
- Roccaro, P., Barone, C., & Vagliasindi, F. (2014). Removal Manganese from Water Supplies Intended for Human Consumption: A Case Study. *Desalination*, Vol. 210 No. 1-3 (2007) 205-2014.
- Rosi, M., Abdullah, M., & Khairurrijal. (2009). Sintesis Nanopori Karbon dari Tempurung Kelapa sebagai Elektroda pada Superkapasitor. *Jurnal Nanosains & Nanoteknologi*.



- Sangadji, I. (2009). *Mengoptimalkan Pemanfaatan Ampas Sagu Sebagai bahan Pakan Rumiansia Melalui Biofermentasi dengan Jamur Tiram (Pleurotus ostreatus) dan Amoniasi*. Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Siswoyo, E., E., N., Yoshihiro, & T., M. S. (2014). Agar-Encapsulated Adsorbent Based on Leaf Platanus sp. To Adsorb Cadmium Ion in Water. *Water Science & Technology*, 70(1):89-94.
- Verayana, Paputungan, M., & Iyabu, H. (2018). Pengaruh Aktivator HCl dan H<sub>3</sub>PO<sub>4</sub> terhadap Karakteristik (Morfologi Pori) Arang Aktif Tempurung Kelapa serta Uji Adsorpsi pada Logam Timbal (Pb) Gorontalo. *Jurnal Entropi* Vol. 13 No. 1, Prodi Pendidikan Kimia, Jurusan Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Negeri Gorontalo.
- Wulandari, Y., Kurniasari, L. & Riwayati, I. . (2014). Adsorpsi Logam Timbal dalam Larutan Menggunakan Kulit Ketela Rambat (Ipomea batatas L) *Prosiding SNST Fakultas Teknik*, 1.

