

ADSORPSI ION LOGAM Fe MENGGUNAKAN *BIOCHAR* (ARANG HAYATI) DARI KAYU *Macaranga gigantea*

Kandi Putri, R.R. Dirgarini J.N. Subagyono dan Alimuddin

Jurusan Kimia Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Mulawarman,
Jl. Barong Tongkok No. 4 Gunung Kelua, Samarinda, Kalimantan Timur, Indonesia

*Corresponding author: dirgarini@fmipa.unmul.ac.id

ABSTRAK

Adsorpsi ion logam Fe menggunakan *biochar* dari pirolisis lambat *Macaranga gigantea* telah dipelajari. Adsorpsi *biochar* terhadap ion logam Fe memiliki pH optimum 4 dengan persen adsorpsi sebesar 93,0% dan kapasitas adsorpsi sebesar 8,98 mg/g. Adsorpsi *biochar* terhadap ion logam Fe memiliki waktu optimum 15 menit dengan persen adsorpsi sebesar 83,77% dan kapasitas adsorpsi sebesar 8,03 mg/g. Adsorpsi *biochar* terhadap ion logam Fe memiliki konsentrasi optimum 25 mg/L dengan persen adsorpsi sebesar 93,07% dan kapasitas adsorpsi sebesar 8,98 mg/g.

Kata Kunci : *Biochar*, *Macaranga gigantea*, Fe(III), adsorpsi.

PENDAHULUAN

Keanekaragaman hayati di Pulau Kalimantan sangat melimpah antara lain tumbuhan berkayu seperti jenis Ulin, Gaharu dan Merabung. *Macaranga gigantea* (Merabung) tumbuh meluas dan subur di kawasan hutan Pulau Kalimantan yang ketinggiannya dapat mencapai 30 meter. Kayu *Macaranga gigantea* dapat diproduksi menjadi *biocrude oil* (bahan bakar cair) dengan melalui proses pirolisis karena mengandung spesi lignin, holoselulosa dan α -selulosa [1]. Pirolisis (*thermolisis*) adalah proses dekomposisi suatu bahan menggunakan temperatur tinggi tanpa adanya oksigen atau dengan udara terbatas. Pada proses pirolisis menghasilkan tiga produk yaitu gas, cair dan padatan berupa *biochar* [2]

Biochar adalah arang berpori yang diperoleh dari hasil proses karbonisasi. Biasanya *biochar* atau yang sering disebut arang berasal dari tumbuhan. *Biochar* yang mempunyai sifat stabil dan kaya karbon (>50%) dapat dihasilkan melalui proses pembakaran dalam keadaan oksigen yang rendah atau tanpa oksigen (pirolisis) [3]. *Biochar* memiliki karakteristik berpori dan memiliki mikroporositas yang dominan (dari 10 hingga 3000 μm) dan luas permukaan spesifik yang tinggi sehingga cocok dijadikan sebagai bahan adsorben yang dapat digunakan secara efisien dalam pengolahan air tercemar [4]. Salah satu logam yang terdapat di lingkungan perairan tercemar adalah Fe. Logam Fe dalam jumlah yang berlebih dapat menimbulkan racun sehingga dilakukan penanganan untuk mengurangi logam

berat tersebut dengan menggunakan adsorben *biochar* [5].

Dalam hal ini sehingga diperlukan teknik pengolahan untuk menurunkan kadar ion logam Fe pada lingkungan air yang tercemar. Salah satunya adalah dengan teknik adsorpsi menggunakan karbon aktif [6]. Adsorpsi merupakan suatu proses pemisahan dimana komponen-komponen tertentu dari satu fase fluida berpindah ke permukaan zat padat yang menyerap. Bahan yang digunakan sebagai penyerap disebut adsorben sedangkan bahan yang akan diserap disebut adsorbat.

PROSEDUR PENELITIAN

Preparasi Sampel

Biochar diperoleh dari pirolisis hasil kayu *Macaranga gigantea* dipirolisis pada suhu 350°C selama 15 menit [7]. *Biochar* yang digunakan terlebih dahulu digerus, lalu sampel diayak dengan ukuran 100 mesh.

Adsorpsi Terhadap Logam Berat Fe Variasi pH

Adsorben *biochar* ditimbang sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Larutan FeCl_3 ditambahkan sebanyak 50 mL dengan konsentrasi 25 mg/L pada pH 4. Kemudian, campuran tersebut diaduk dengan menggunakan *stirrer* selama 1 jam pada suhu ruang hingga larutan tercampur merata. Campuran disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtrat yang dihasilkan. Selanjutnya, filtrat hasil adsorpsi diukur konsentrasinya menggunakan

AAS. Pengukuran konsentrasi dengan menggunakan AAS berdasarkan metode **SNI 6989.4:2009** yang dilakukan di Baristand Samarinda. Langkah yang sama diulangi untuk pH 2 dan 5.

Variasi Waktu

Adsorben *biochar* ditimbang sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Larutan FeCl_3 ditambahkan sebanyak 50 mL dengan konsentrasi 25 mg/L pada pH optimum. Kemudian, campuran tersebut diaduk dengan menggunakan *stirrer* selama 1 jam pada suhu ruang hingga larutan tercampur merata. Selanjutnya, campuran disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtrat yang dihasilkan. Filtrat hasil adsorpsi diukur konsentrasinya menggunakan AAS. Pengukuran konsentrasi dengan menggunakan AAS berdasarkan metode **SNI 6989.4:2009** yang dilakukan di Baristand

Samarinda.. Langkah yang sama diulangi untuk waktu 15 menit, 30 menit, 90 menit dan 150 menit.

Variasi Konsentrasi

Adsorben *biochar* ditimbang sebanyak 0,1 gram dan dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer. Kemudian, larutan FeCl_3 ditambahkan sebanyak 50 mL dengan konsentrasi 25 mg/L. Campuran tersebut diaduk menggunakan *stirrer* dengan waktu optimum pada suhu ruang hingga larutan tercampur merata. Selanjutnya, campuran disaring menggunakan kertas saring dan diambil filtrat yang dihasilkan. Filtrat hasil adsorpsi diukur konsentrasinya menggunakan AAS. Pengukuran konsentrasi dengan menggunakan AAS berdasarkan metode **SNI 6989.4:2009** yang dilakukan di Baristand Samarinda. Langkah yang sama diulangi untuk konsentrasi 50 mg/L, 100 mg/L, 150 mg/L dan 200 mg/L.

Teknik Analisis Data

Nilai persen adsorpsi dihitung dengan menggunakan rumus:

$$\% \text{ Adsorpsi} = \frac{\text{konsentrasi awal (mg/L)} - \text{konsentrasi akhir (mg/L)}}{\text{konsentrasi awal (mg/L)}} \times 100\%$$

Untuk nilai kapasitas adsorpsi (Q_e) dihitung dengan menggunakan rumus:

$$Q_e = \frac{\text{konsentrasi awal (mg/L)} - \text{konsentrasi akhir (mg/L)}}{\text{berat adsorben (g)}} \times \text{volume larutan (L)}$$

Selanjutnya, dibuat grafik persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi berdasarkan variasi konsentrasi dan waktu.

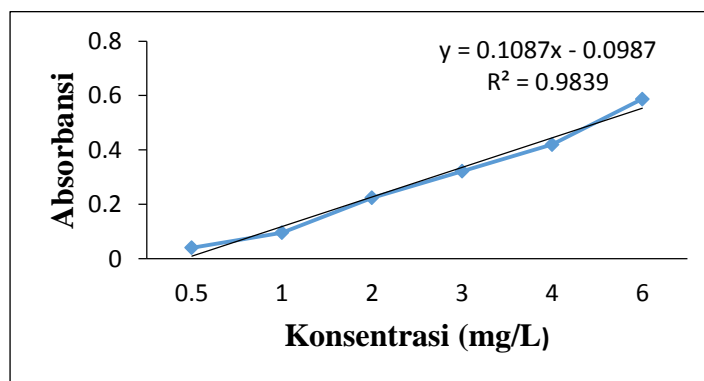
PEMBAHASAN

Preparasi *Biochar Macaranga gigantea*

Pada tahap preparasi, *biochar Macaranga gigantea* digerus dan diayak untuk memperoleh material yang lebih kecil sehingga diperoleh luas permukaan yang lebih besar dan agar adsorpsi berjalan dengan maksimal [5].

Adsorpsi Ion Logam Fe dengan Menggunakan *Biochar Macaranga gigantea*

Adsorpsi ion logam Fe dengan menggunakan *biochar Macaranga gigantea* sebelum dan sesudah diaktivasi berdasarkan variasi pH, waktu dan konsentrasi menggunakan kurva kalibrasi ion logam Fe untuk menentukan konsentrasi. Persamaan regresi kurva standar dapat dinyatakan sebagai $y = ax + b$, y adalah absorbansi dan x adalah konsentrasi.

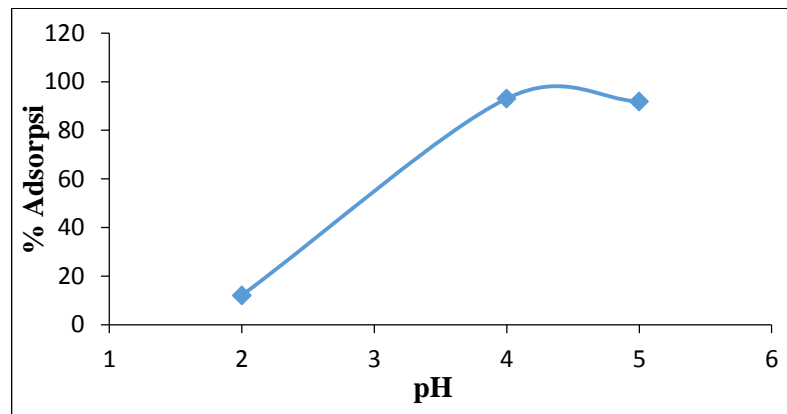


Gambar 1. Kurva Kalibrasi Ion Logam Fe

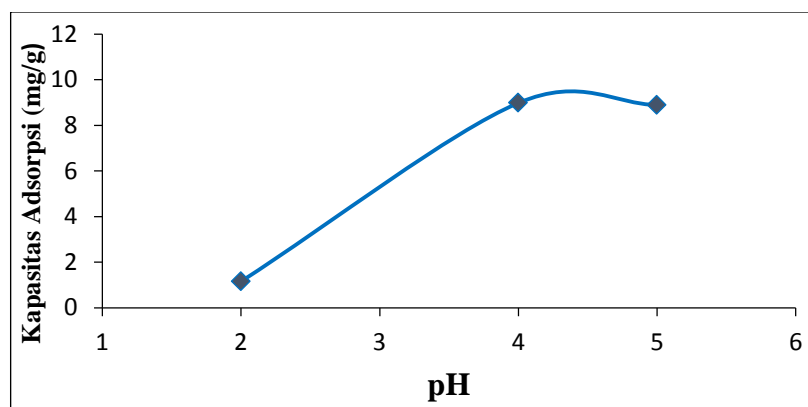
Kurva kalibrasi ion logam Fe dapat diperoleh persamaan $y = 0,1087x - 0,0987$ dan R^2 sebesar 0,9839. Jika nilai R^2 yang diperoleh dari kurva kalibrasi mendekati nilai 1 maka dapat dikatakan baik. Jadi, kurva kalibrasi Fe tersebut dikatakan dapat diterima.

Adsorpsi Ion Logam Fe Berdasarkan Variasi pH

Adsorpsi ion logam Fe dengan menggunakan variasi pH bertujuan untuk menentukan pH optimum pada proses adsorpsi sehingga adsorpsi dapat berjalan secara maksimal. Persen adsorpsi dengan menggunakan variasi pH dapat ditunjukkan pada gambar 2. dan kapasitas adsorpsi dengan variasi pH dapat ditunjukkan pada gambar 3.



Gambar 2. Hubungan Persen Adsorpsi Ion Fe Menggunakan *Biochar Macaranga gigantea* dengan Variasi pH (Konsentrasi Larutan FeCl_3 25 mg/L, Waktu 60 Menit dan Berat Adsorben 0,1 gram).



Gambar 3. Hubungan Kapasitas Adsorpsi Ion Logam Fe Menggunakan *Biochar Macaranga gigantea* dengan Variasi pH (Konsentrasi Larutan FeCl_3 25 mg/L, Waktu 60 Menit dan Berat Adsorben 0,1 gram).

Berdasarkan gambar tersebut dapat dilihat persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi ion logam Fe menggunakan *biochar* pada pH 2 sebesar 12,06% dan 1,16 mg/g. Pada pH sangat rendah kapasitas adsorpsi dan % adsorpsi ion Fe sangat kecil. Hal ini dikarenakan pada pH tersebut permukaan adsorben dikelilingi oleh ion H^+ dan menjadi bermuatan positif sehingga terjadi tolakan antara ion positif pada permukaan adsorben dan ion logam dan penyerapannya pun menjadi rendah [7].

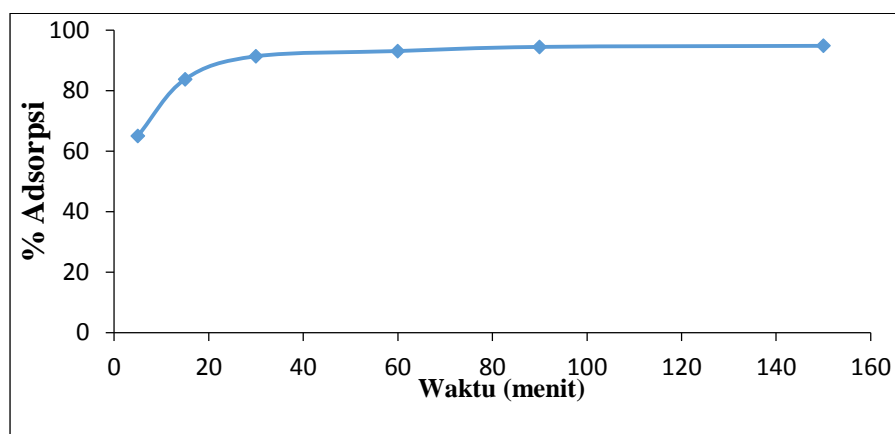
Selanjutnya, persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi meningkat tajam pada pH 4 yang merupakan pH optimum. Persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi pada pH 4 sebesar 93,07% dan 8,98 mg/g. Dengan meningkatnya pH menyebabkan keasaman menjadi menurun sehingga persaingan antara ion logam dan ion positif pada permukaan adsorben menjadi berkurang dan tingkat adsorpsinya pun menjadi meningkat [8].

Kemudian, persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi menurun pada pH 5 yaitu sebesar 91,91%

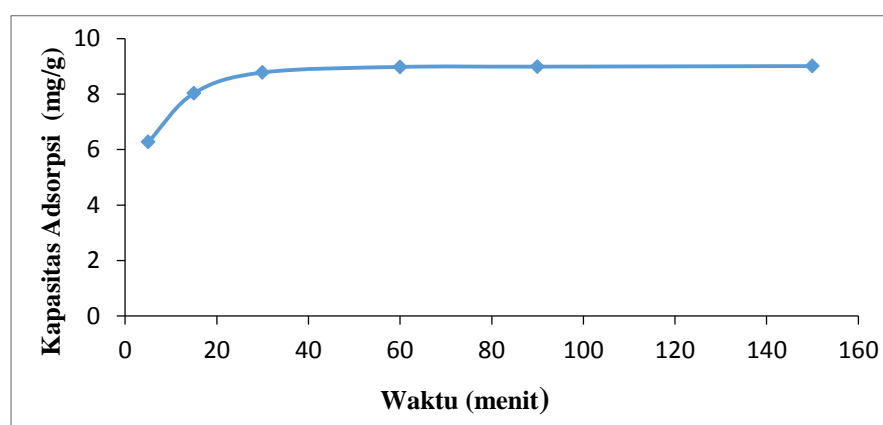
dan 8,89 mg/g. Hal ini disebabkan permukaan adsorben yang telah jenuh atau telah mencapai kesetimbangan antara adsorben dan adsorbat sehingga *biochar* tidak mampu lagi menyerap ion logam Fe [9]. Kemudian, penelitian tidak dilanjutkan pada pH 6 karena mengalami pengendapan.

Adsorpsi Ion Logam Fe Berdasarkan Variasi Waktu

Adsorpsi ion logam Fe dengan menggunakan variasi waktu bertujuan untuk menentukan waktu kontak optimum pada proses adsorpsi sehingga adsorpsi dapat berjalan secara maksimal. Persen adsorpsi dengan menggunakan variasi waktu dapat ditunjukkan pada gambar 4. dan kapasitas adsorpsi dengan variasi pH dapat ditunjukkan pada gambar 5.



Gambar 4. Hubungan % Adsorpsi Ion Fe Menggunakan *Biochar Macaranga gigantea* dengan Variasi Waktu (Konsentrasi FeCl_3 25 mg/L dan Berat Adsorben 0,1 g).



Gambar 5. Hubungan Kapasitas Adsorpsi Ion Fe Menggunakan *Biochar Macaranga gigantea* dengan Variasi Waktu (Konsentrasi FeCl_3 25 mg/L dan Berat Adsorben 0,1 g).

Berdasarkan gambar tersebut diperoleh nilai persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi pada waktu 5 menit sebesar 65,02% dan 6,27 mg/g. Kemudian, persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi mengalami peningkatan pada variasi waktu 15 menit. Diperoleh nilai persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi pada waktu 15 menit sebesar 83,77% dan 8,03 mg/g. Peningkatan kapasitas adsorpsi dan persen adsorpsi pada *biochar* disebabkan oleh interaksi dan tumbukan yang terjadi antara *biochar* dengan ion logam Fe akan semakin banyak dengan bertambahnya waktu

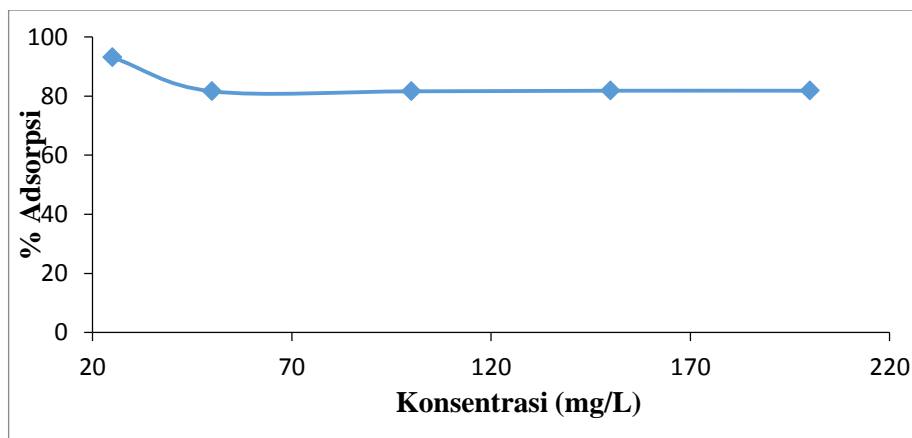
yang diberikan untuk terjadinya interaksi tersebut [10].

Selanjutnya, persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi mengalami perubahan yang konstan pada variasi waktu 30 menit hingga 150 menit. Diperoleh nilai persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi pada waktu 30 hingga 150 menit berkisar antara 91,34 – 94,79% dan 9,78 – 9,01 mg/g. Nilai konstan pada kapasitas adsorpsi dan persen adsorpsi pada *biochar* disebabkan oleh permukaan adsorben yang telah jenuh atau telah mencapai kesetimbangan antara adsorben dan adsorbat

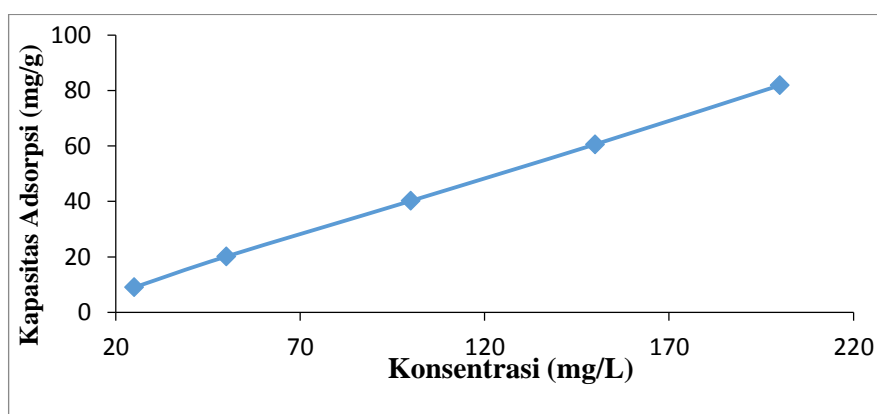
sehingga *biochar* tidak mampu lagi menyerap ion logam Fe. Nilai kapasitas adsorpsi dan persen adsorpsi bernilai optimum ketika adsorpsi dengan *biochar* teraktivasi dilakukan pada waktu 15 menit.

Adsorpsi Ion Logam Fe Berdasarkan Variasi Konsentrasi

Adsorpsi ion Fe dengan menggunakan variasi konsentrasi bertujuan untuk menentukan konsentrasi yang bekerja secara efektif pada proses adsorpsi sehingga adsorpsi dapat berjalan secara maksimal.



Gambar 6. Hubungan Persen Adsorpsi Ion Fe Menggunakan *Biochar Macaranga gigantea* dengan Variasi Konsentrasi (Waktu 60 menit dan Berat Adsorben 0,1 g).



Gambar 7. Hubungan Kapasitas Adsorpsi Ion Fe Menggunakan *Biochar Macaranga gigantea* dengan Variasi Konsentrasi (Waktu 60 menit dan Berat Adsorben 0,1 g).

Persen adsorpsi pada *biochar* dengan konsentrasi 25 mg/L sebesar 93,07% lalu mengalami penurunan pada konsentrasi 50 mg/L yaitu sebesar 81,6%. Lalu, persen adsorpsi konstan pada konsentrasi 100 – 200 mg/L berkisar antara 81,6 – 81,8%. Berdasarkan gambar 7. kapasitas adsorpsi pada *biochar* sebelum aktivasi terus mengalami peningkatan seiring bertambahnya konsentrasi yaitu berkisar antara 8,98 – 81,91 mg/g.

KESIMPULAN

Persen adsorpsi dan kapasitas adsorpsi *biochar* terhadap ion logam Fe pada pH optimum 4 sebesar 93,0% dan 8,98 mg/g. Persen Adsorpsi dan kapasitas adsorpsi *biochar* terhadap ion logam

Fe pada waktu optimum 15 menit sebesar 83,77% dan 8,03 mg/. Persen Adsorpsi dan kapasitas adsorpsi *biochar* terhadap ion logam Fe pada konsentrasi optimum 25 mg/L sebesar 93,07% dan 8,98 mg/g.

UCAPAN TERIMAKASIH

Tim penulis mengucapkan terimakasih kepada Laboratorium Kimia Fisik dan Anorganik.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Amirta, R., Anggi, E.M., Ramadhan, R., Kusuma, I.W., Wiati, C.B. dan Haqiqi, M.T. (2017). *Potensi Pemanfaatan Macaranga*. Samarinda : Mulawarman University Press.

- [2] Danarto, Y.C., Utomo, P.B., dan Sasmita, F. 2010. Pirolisis Limbah Serbuk Kayu dengan Katalisator Zeolit, *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan"*, 1:6.
- [3] Mikel, F.X. dan Eduardus Y.N. 2017. Pengaruh Jenis Biochar dan Jenis Pupuk Organik terhadap Pertumbuhan dan Hasil Kacang Hijau (*Vigna radiata*. L), *Jurnal Pertanian Konservasi Lahan Kering*, Vol.2 No.3: 51-55.
- [4] Komkiene, J. dan Baltrenaite, E. 2016. Baltrenaite. Biochar as adsorbent for removal of heavy metal ions [Cadmium(II), Copper(II), Lead(II), Zinc(II)] from aqueous phase, *International Journal of Environmental Science Technology*, Vol.13 No.2: 471-482.
- [5] Nirmala, Vanny M.A.T. dan Suherman. 2015. Adsorpsi Ion Tembaga (Cu) Dan Ion Besi (Fe) Dengan Menggunakan Arang Hayati (Biocharcoal) Kulit Pisang Raja (*Musa Sapientum*), *Jurnal Akademika Kimia*, Vol.4 No.4: 189-196.
- [6] Febriansyah, B., Chairul dan Yenti, S.R. 2015. Pembuatan Karbon Aktif dari Kulit Durian Sebagai Adsorbent Logam Fe, *Jurnal Fakultas Teknik*. Vol. 2 No. 2: 1-11.
- [7] Sinaga, R. J., Ardianti W., Ria D.K.A., Dirgarini J. N. S., and Ari S.S. (2019). Slow Pyrolysis Of Fast Growing Wood *Macaranga gigantea*. *Journal Of Physycs: Confrence Series*. **1277:012001**. Doi:10.1088/1742-6596/1277/1/012001
- [8] Deka, L. dan Bhattacharyya, K.G. 2015. Batch Adsorption Studies For Iron(III) Removal from Aqueous Solution by Sand and Charcoal Mixture, *Journal of Applied and Fundamental Sciences*, Vol.1 No.1: 74-80.
- [9] Mahmoud, M.A., Gawad, E.A., Hamoda, E.A., dan Haggag, E.A. 2015. Kinetics and Thermodynamic of Fe(III) Adsorption Type Onto Activated Carbon from Biomass: Kinetics and Thermodynamics Studies, *Journal Environmental Science*, Vol.11 No.4: 128-136.
- [10] Sianipar, L.D., Zaharah, T.A., dan Syahbanu, I. 2016. Adsorpsi Fe(II) dengan Arang Kulit Buah Kakao (*Theobroma cacao* L.) Teraktivasi Asam Klorid, *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, Vol.5 No. 2: 50-59.