



Pengaruh Penambahan Polietilen Glikol (PEG) pada Selulosa dalam Serbuk Tongkol Jagung (*Zea Mays*) terhadap Adsorpsi Ion Logam Timbal (Pb^{2+})

Agustiani Yudi Aryanti^a, Rum Hastuti^{a*}, Khabibi^a

^a Analytical Chemistry Laboratory, Chemistry Department, Faculty of Sciences and Mathematics, Diponegoro University, Jalan Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang

* Corresponding author: rum.hastuti@live.undip.ac.id

Article Info	Abstract
<p>Keywords: cellulose, cellulose, thermophilic compost, fractionation ammonium sulphate</p> <p>Kata Kunci: tongkol jagung, PEG, adsorben, ion logam Pb^{2+}</p>	<p>Research on the effect of adding polyethylene glycol (PEG) to cellulose in corncob (<i>Zea Mays</i>) to lead metal ion adsorption (Pb^{2+}) has been done. The objective of this research was to prepare and characterize corncob and PEG-corn-cob adsorbents and determine the adsorbent absorption ability on lead metal ions (Pb^{2+}). The method used was batch method. The resulting adsorbents were then characterized using FTIR, BET and AAS. The results of characterization of corncob and PEG-corn-cob adsorbents using FTIR showed the presence of a major hydroxyl (OH) cellulose group. Characterization using BET showed that PEG-corn-cob increased 45% of surface area compared to corncob. Absorption ability at pH 6 and concentration of Pb = 5.78 ppm indicated the weight of Pb adsorbed on corncob adsorbent was 0.50 mg/g in 90 minutes, and PEG-corn-cob adsorbent was 0.19 mg/ g within 60 minute.</p> <p>Abstrak</p> <p>Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan polietilen glikol (PEG) pada selulosa dalam serbuk tongkol jagung (<i>Zea Mays</i>) terhadap adsorpsi ion logam timbal (Pb^{2+}). Tujuan dari penelitian ini adalah pembuatan dan karakterisasi adsorben tongkol jagung dan tongkol jagung-PEG dan menentukan kemampuan penyerapan adsorben terhadap ion logam timbal (Pb^{2+}). Metode yang digunakan adalah metode batch. Adsorben yang dihasilkan selanjutnya dikarakterisasi menggunakan FTIR, BET dan AAS. Hasil karakterisasi adsorben tongkol jagung dan tongkol jagung-PEG menggunakan FTIR menunjukkan adanya gugus utama selulosa yaitu hidroksil (OH). Karakterisasi menggunakan BET pada tongkol jagung-PEG mengalami kenaikan luas permukaan 45%. Kemampuan penyerapan adsorben tongkol jagung maupun adsorben tongkol jagung-PEG pada pH 6, konsentrasi 5,78 ppm, berat Pb teradsorp pada adsorben tongkol jagung sebesar 0,50 mg/g dalam waktu 90 menit, dan adsorben tongkol jagung-PEG sebesar 0,19 mg/g dalam waktu 60 menit.</p>

1. Pendahuluan

Berbagai macam industri seperti industri baterai, industri elektroplating, industri bahan bakar, industri cat, pengecoran maupun pertambangan akan menghasilkan limbah yang mengandung logam berat. Kehadiran logam berat dalam lingkungan menjadi masalah yang cukup serius, mengingat debit mereka

yang semakin meningkat, sifat toksik logam berat, serta masuknya logam berat ke badan air yang dapat mempengaruhi kualitas air. Logam berat yang terserap dalam air mudah terserap dalam fitoplankton yang merupakan titik awal dari rantai makanan dan selanjutnya akan sampai ke organisme lainnya termasuk manusia.

Timbal (Pb) merupakan salah satu logam berat yang berbahaya bagi manusia. Kadar maksimum timbal pada perairan yang dianjurkan WHO adalah kurang dari 0,01 ppm [1]. Sedangkan kadar maksimum timbal dalam air minum menurut SNI 01-3553-2006, adalah 0,005 ppm. Akumulasi logam Pb dalam tubuh dapat mengakibatkan keracunan kronis, seperti kerusakan otak, kejang-kejang, dan kematian. Toksisitasnya dalam dosis yang kecil dan berlangsung terus-menerus pada anak-anak dapat menyebabkan neurotoksik (racun syaraf) dan kelainan tingkah laku.

Aplikasi yang banyak dikembangkan untuk menurunkan kadar logam berat dari perairan adalah teknik adsorpsi (metode penyerapan) untuk pengolahan limbah logam berat. Adsorpsi (serapan) merupakan terakumulasinya partikel pada permukaan suatu zat lain. Partikel yang terakumulasi disebut adsorbat dan material terjadinya adsorpsi disebut adsorben [2]. Penggunaan adsorben ini banyak diaplikasikan karena selain ketersediaannya yang berlimpah, bahan bakunya juga mudah didapat, prosesnya relatif sederhana, biayanya relatif murah, efektivitas dan efisiensinya relatif tinggi serta tidak memberikan efek samping berupa zat beracun [3].

Studi adsorpsi logam dengan menggunakan adsorben telah banyak dilakukan. Modifikasi tongkol jagung dengan larutan asam nitrat dan memanfaatkannya sebagai adsorben logam Pb(II). Dari penelitian ini didapatkan hasil kondisi optimum untuk adsorben modifikasi adalah waktu kontak 120 menit, konsentrasi 15 ppm dan pH 5,5. Buasri *dkk.* [4] menggunakan tongkol jagung yang dimodifikasi dengan asam fosfat untuk meningkatkan kapasitas biosorpsi Zn(II) dari air limbah.

Beberapa contoh hasil penelitian di atas, adsorben yang digunakan merupakan limbah hasil pertanian dan perkebunan yang mengandung selulosa. Sebagai limbah hasil pertanian, tongkol jagung mempunyai kadar selulosa (40-60%), hemiselulosa (20-30%) dan lignin (15-30%). Tingginya prosentase selulosa tongkol jagung yang belum banyak dimanfaatkan, dapat digunakan sebagai alternatif bahan baku pembuatan adsorben.

Polietilen Glikol (PEG) merupakan material yang larut dalam air dan bersifat sebagai perekat. Interaksi antara PEG dan selulosa akan meningkatkan ukuran pori-pori dengan bertambahnya konsentrasi PEG atau berkurangnya konsentrasi selulosa.

Berdasarkan keberhasilan penelitian-penelitian sebelumnya, pada penelitian ini akan dilakukan modifikasi adsorben tongkol jagung dengan PEG dalam pembuatan dan karakterisasi adsorben tongkol jagung maupun adsorben tongkol jagung-PEG dan menentukan kemampuan penyerapan adsorben terhadap ion logam timbal (Pb^{2+}).

2. Metode Penelitian

Alat & Bahan

Peralatan yang digunakan dalam penelitian ini adalah penggiling bulu ayam, penyaring buchner, kertas

saring, oven, timbangan (Metler Toledo JL602-G/L), gelas ukur, pipet tetes, gelas beker, pengaduk magnet, spatula, botol vial, Spektrofotometer Serapan Atom (PE 3110), Spektrofotometer FTIR (Shimadzu Prestige-21), Surface Area Analyzer (Quantachrome Instruments version 11.0 Nova Win-10). Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah Tongkol Jagung, Aquademineral, HCl 37%, $Pb(NO_3)_2 \cdot 5H_2O$ p.a

Cara Kerja

Pembuatan Adsorben Tongkol Jagung

Tongkol Jagung dicuci dengan air, kemudian dijemur sampai kering. Setelah kering, tongkol jagung tersebut dipotong kecil-kecil dan digiling sampai halus. Adsorben yang sudah halus dikeringkan dengan oven pada suhu 60 °C sehingga adsorben siap digunakan, kemudian dikarakterisasi dengan FTIR dan BET.

Penambahan PEG pada Adsorben Tongkol Jagung

Adsorben Tongkol Jagung direndam dengan HCl 0,5 M, kemudian campuran tersebut ditambahkan dengan PEG kemudian diaduk selama 2 jam. Campuran hasil pengadukan disaring dan dibilas dengan akuades, kemudian dikeringkan pada suhu 60 °C dan didinginkan pada suhu kamar. lalu dikarakterisasi dengan FTIR dan BET.

Optimasi Penyerapan Logam Berat Pb^{2+}

a. Variasi Waktu Kontak

Sebanyak 0,5 gram adsorben siap pakai dimasukkan dalam 50 mL larutan sampel logam 15 ppm, diaduk di atas *shaker* dengan variasi waktu 10, 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Larutan disaring dan filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom.

b. Variasi pH

Sebanyak 0,5 gram adsorben siap pakai dimasukkan dalam 50 ml larutan sampel logam 20 ppm. Keasaman larutan diatur pada pH 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 dengan menambahkan larutan HCl atau NaOH lalu diaduk di atas *shaker* selama 60 menit. Larutan disaring dan filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom.

c. Variasi Konsentrasi

Sebanyak 0,5 gram adsorben siap pakai dimasukkan dalam larutan sampel logam dengan konsentrasi 5, 10, 15 dan 20 ppm, diaduk di atas *shaker* dengan pH dan waktu optimum yang telah didapatkan pada percobaan sebelumnya. Larutan disaring dan filtratnya dianalisis dengan spektrofotometer serapan atom.

3. Hasil dan Pembahasan

Penelitian ini mengkaji pengaruh penambahan polietilen glikol pada selulosa dalam serbuk tongkol jagung terhadap adsorpsi ion logam timbal (Pb^{2+}).

Pembuatan Adsorben Tongkol Jagung

Selulosa adalah polimer glukosa yang membentuk rantai linier dan dihubungkan oleh ikatan β -1,4-glikosidik [5]. Tongkol jagung digunakan sebagai

adsorben dikarenakan tingginya kandungan selulosa, hemiselulosa maupun lignin yang mengandung gugus hidroksil (OH) [6]. Gugus OH selulosa menyebabkan permukaan selulosa menjadi hidrofilik sehingga mudah larut dalam air. Hal ini yang menyebabkan tongkol jagung dapat dimanfaatkan sebagai adsorben logam berat.

Penambahan PEG pada Adsorben Tongkol Jagung

Tongkol jagung yang mengandung gugus fungsional selulosa diaktivasi dalam larutan asam (HCl) yang berfungsi sebagai katalis, kemudian PEG ditambahkan pada campuran tersebut. Penambahan PEG memiliki gugus yang bermuatan negatif yang akan berikatan dengan selulosa sehingga diharapkan tongkol jagung mampu mengadsorpsi logam Pb^{2+} lebih banyak. Berdasarkan perlakuan tersebut maka dilakukan penentuan gugus aktif dalam tongkol jagung yang diperlakukan tanpa maupun dengan PEG menggunakan spektrofotometer FTIR dan BET.

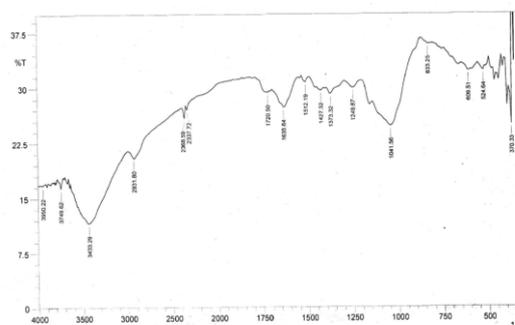
Analisis dengan menggunakan spektroskopi inframerah bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat pada selulosa tongkol jagung tanpa dan dengan penambahan PEG. Gambar 1 menunjukkan spektra tongkol jagung. Menurut Silverstein dkk. [7] munculnya serapan dengan bilangan gelombang 3433 cm^{-1} menunjukkan rentang vibrasi ulur O-H, vibrasi CH ulur muncul pada serapan 2931 cm^{-1} , vibrasi CO ulur muncul pada serapan 1372 cm^{-1} , vibrasi CH_2 muncul pada serapan 1512 cm^{-1} . Berdasarkan hasil spektra FTIR dapat disimpulkan bahwa di dalam tongkol jagung terdapat gugus-gugus selulosa.

Gambar 2 menunjukkan spektra tongkol jagung dengan penambahan PEG. Hasil spektra FTIR tongkol jagung-PEG tidak menunjukkan adanya pergeseran bilangan gelombang. Hal ini dikarenakan PEG mempunyai gugus yang sama seperti pada tongkol jagung sehingga tidak terlihat terjadinya perubahan pada bilangan gelombang tersebut.

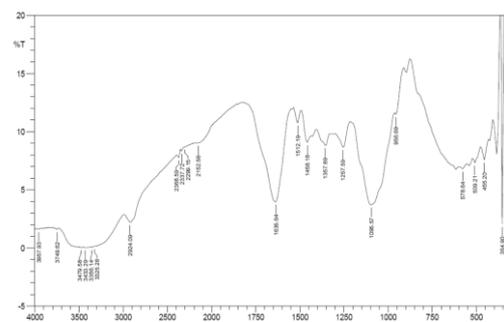
Tabel 1 menunjukkan hasil uji pori bulu ayam tanpa dan dengan penambahan PEG. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan PEG dapat memperbesar pori-pori pada adsorben tongkol jagung.

Tabel 1: Hasil uji pori adsorben tongkol jagung dan tongkol jagung-PEG

Uji Perlakuan	Tongkol Jagung	
	Tanpa penambahan asam sitrat	Dengan penambahan asam sitrat
Luas Permukaan	2,764 m^2/g	4,008 m^2/g
Ukuran Rata-rata Pori	258,189 A	57,881 A
Total Volume Pori	1,784.10 ⁻² cc/g	5,8.10 ⁻³ cc/g



Gambar 1. Spektra FTIR Adsorben Tongkol Jagung

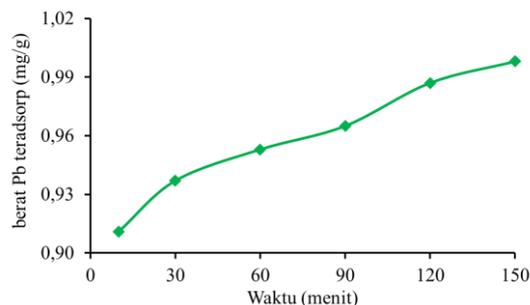


Gambar 2. Spektra FTIR adsorben tongkol jagung-PEG

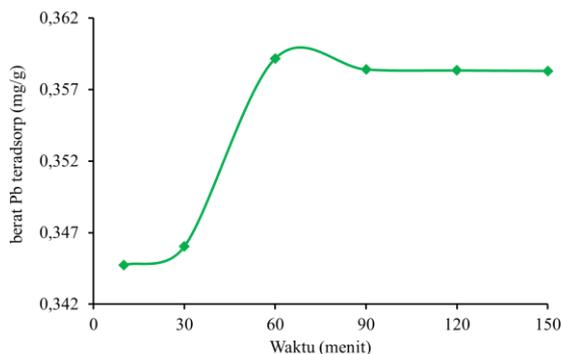
Aplikasi

Adsorpsi Ion Pb^{2+} pada Variasi Waktu Kontak

Optimasi waktu kontak adsorben dengan larutan logam Pb^{2+} dilakukan dengan variasi waktu kontak 10, 30, 60, 90, 120 dan 150 menit. Menurut Cheremisinoff dan Ellerbusch [8] waktu kontak antara ion logam dengan adsorben sangat mempengaruhi daya serap. Semakin lama waktu kontak maka penyerapan juga akan meningkat sampai pada waktu tertentu akan mencapai maksimum dan setelah itu akan turun kembali. Waktu kontak terbaik yang dihasilkan setelah proses adsorpsi pada tongkol jagung dan tongkol jagung-PEG masing masing 90 menit dan 60 menit.



Gambar 3. Grafik hubungan berat Pb teradsorpsi dengan variasi waktu kontak pada adsorben Tongkol Jagung

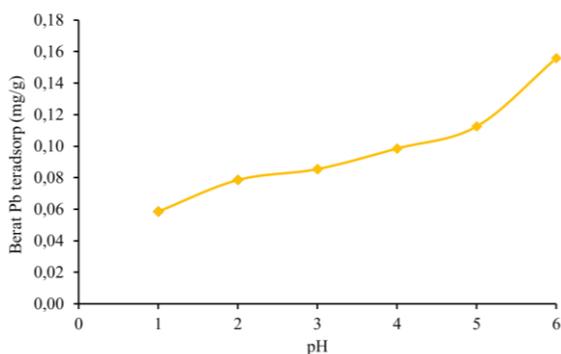


Gambar 4. Grafik hubungan berat Pb teradsorp dengan variasi waktu kontak pada adsorben Tongkol Jagung-PEG

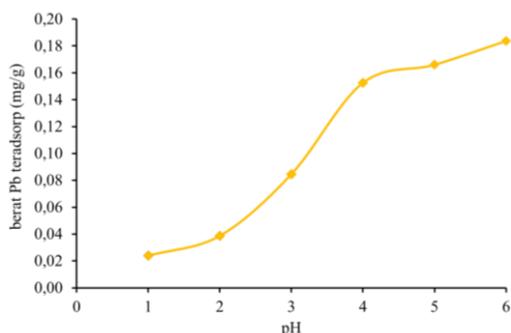
Adsorpsi Ion Pb²⁺ pada Variasi pH

Dilakukan optimasi pH larutan tembaga karena pH dapat mempengaruhi gugus-gugus fungsional selulosa pada tongkol jagung yang berperan aktif dalam proses penyerapan logam berat. Selain itu berpengaruh juga pada kelarutan ion logam dalam larutan, sehingga pH merupakan parameter yang penting dalam adsorpsi logam dalam larutan [3].

Adsorpsi pada pengaruh pH dilakukan pada variasi pH 1, 2, 3, 4, 5 dan 6 dengan tujuan mengetahui pH optimum adsorben dalam menyerap logam Pb²⁺. Pemilihan pH ini tidak dilakukan pada kondisi pH larutan diatas 6 karena pH diatas 6 kelarutan ion Pb akan semakin berkurang karena bereaksi dengan OH⁻ membentuk Pb(OH)₂.

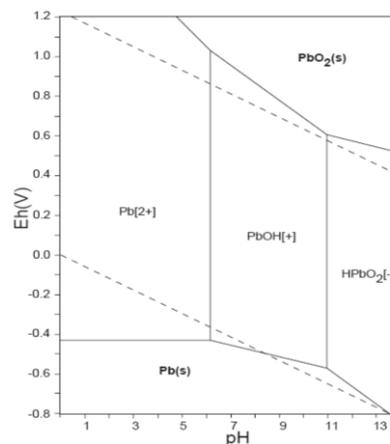


Gambar 5. Grafik hubungan berat Pb teradsorp dengan variasi pH pada adsorben Tongkol Jagung



Gambar 6. Grafik hubungan berat Pb teradsorp dengan variasi pH pada adsorben Tongkol Jagung-PEG

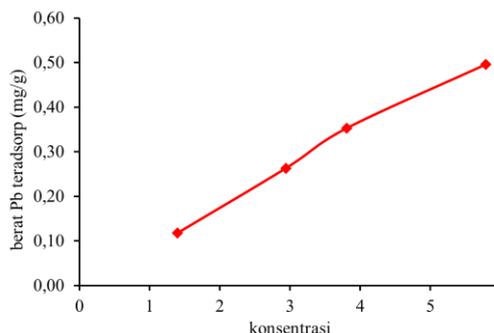
pH 6 digunakan sebagai pH optimum, kondisi tersebut memungkinkan selulosa berikatan dengan ion logam semakin besar. Hal ini ditunjukkan dengan gambar pada grafik spesiasi Pb, di mana Ph diatas 6 ion logam akan mengakibatkan jumlah ion OH⁻ semakin banyak sehingga terjadi ikatan antara Pb²⁺ dengan OH⁻. Hasil kali kelarutan Pb²⁺ dan OH⁻ melampaui harga Ksp Pb(OH)₂ yaitu 3 x 10⁻¹⁶ dan diperkirakan Pb²⁺ selain membentuk endapan Pb(OH)₂ membentuk kompleks di dalam larutan sisa. Dapat ditunjukkan pada gambar 7 grafik spesiasi logam Pb²⁺.



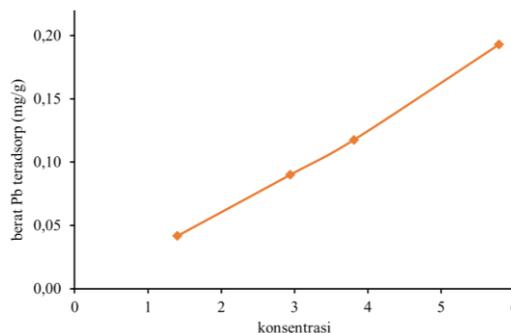
Gambar. 7 Grafik Spesiasi logam Pb²⁺

Adsorpsi Ion Pb²⁺ pada Variasi Konsentrasi

Pengaruh konsentrasi terhadap adsorpsi logam Pb²⁺ dilakukan pada variasi konsentrasi 5, 10, 15 dan 20 ppm yang bertujuan untuk mengetahui konsentrasi optimum dalam menyerap ion logam Pb.



Gambar 8. Grafik hubungan berat Pb teradsorp dengan variasi konsentrasi pada adsorben Tongkol Jagung



Gambar 9. Grafik hubungan berat Pb teradsorp dengan variasi konsentrasi pada adsorben Tongkol Jagung-PEG

Variasi konsentrasi pada adsorben tongkol jagung dan tongkol jagung-PEG dilakukan pada waktu kontak optimum yaitu waktu kontak 90 dan 60 menit, Berdasarkan grafik tersebut terlihat bahwa semakin besar konsentrasi larutan logam Pb^{2+} semakin banyak pula jumlah logam Pb^{2+} yang terserap. Hal ini disebabkan semakin besar konsentrasi logam Pb^{2+} maka semakin banyak molekul yang berinteraksi dengan adsorben.

Dalam penelitian ini belum didapatkan konsentrasi maksimum logam teradsorpsi oleh adsorben tongkol jagung maupun tongkol jagung-PEG. Hal ini diperkuat dengan hasil penelitian [9] yang menyebutkan bahwa adsorpsi Pb^{2+} oleh kulit buah kakao yang masih terus meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi logam sampai 35 ppm.

Berdasarkan adsorpsi yang diperoleh maka didapatkan jumlah maksimum larutan logam Pb^{2+} yang terserap dengan volume 50 mL dan konsentrasi 5,78 ppm pada 0,5 gram adsorben tongkol jagung sebesar 0,50 mg/g. Sedangkan untuk adsorben tongkol jagung-PEG didapatkan jumlah maksimum larutan logam Pb^{2+} yang terserap dengan volume 50 mL dan konsentrasi 5,78 ppm pada 1,5 gram adsorben tongkol jagung-PEG sebesar 0,19 mg/g. Hal ini dikarenakan berat adsorben tongkol jagung:PEG lebih besar yaitu 1:2.

4. Kesimpulan

Telah berhasil dibuat adsorben selulosa tongkol jagung maupun tongkol jagung-PEG dengan karakterisasi FTIR yang menunjukkan adanya gugus utama yaitu OH. Sedangkan karakterisasi BET untuk adsorben tongkol jagung-PEG terjadi kenaikan luas permukaan 45%, rata-rata pori dan total volume pori mengalami penurunan yaitu sebesar 77,58% dan 67,48%. Kemampuan adsorpsi terbaik pada penelitian ini terjadi pada konsentrasi 5,787 ppm dan pH 6 dengan waktu kontak 90 menit untuk adsorben tongkol jagung dan 60 menit untuk adsorben tongkol jagung-PEG.

5. Daftar Pustaka

- [1] P Tarigan, Beberapa Aspek Kimia Sapogenin Steroid pada Tumbuhan di Indonesia, *Alumni, Bandung*, (1980)
- [2] PW Atkins, Kimia Fisika jilid II. Kartohadiprodo II, penerjemah; Rohhadyan T, editor, in, Oxford: Oxford University Press. Terjemahan dari: Physical Chemistry, 1999.
- [3] B. Volesky, Biosorption of Heavy Metals., CRC Press, Boston, 1990.
- [4] Achanai Buasri, Nattawut Chaityut, Kessarin Tapang, Supparoeek Jaroensin, Suthera Panphrom, Equilibrium and kinetic studies of biosorption of Zn (II) ions from wastewater using modified corn cob, *Apchee Procedia*, 3, (2012) 60-64 <http://dx.doi.org/10.1016/j.apchee.2012.06.046>
- [5] Chukwuemeka P Azubuike, Augustine O Okhamafe, Physicochemical, spectroscopic and thermal properties of microcrystalline cellulose derived from corn cobs, *International journal of recycling of organic waste in agriculture*, 1, 1, (2012) 9 <http://dx.doi.org/10.1186/2251-7715-1-9>

- [6] Pauliina Lankinen, Lignolytic enzymes of the basidiomycetous fungi *Agaricus bisporus* and *Phlebia radiata* on lignocellulose-containing media, University of Helsinki, Finland
- [7] Robert Milton Silverstein, AJ Hartomo, Terence C Morrill, G Clayton Bassler, *Penyidikan Spektrometri Senyawa Organik*, Erlangga, 1986.
- [8] Paul N Cheremisinoff, Fred Ellerbusch, *Carbon adsorption handbook*, Ann Arbor Science Publishers, 1978.
- [9] Angga Rajawane, *Biosorpsi Logam Berat Pb (II) Menggunakan Kulit Buah Kakao*, IPB, Bogor