

**BIOADSORPSI  $Pb^{2+}$  OLEH PATI SINGKONG (*Manihot utilissima* Pohl) TERFOSFORILASI****Joshua Charisma<sup>1\*</sup>, Nora Idiawati<sup>1</sup>, Lia Destiarti<sup>1</sup>**<sup>1</sup>Progam Studi Kimia, Fakultas MIPA, Universitas Tanjungpura,  
Jln. Prof. Dr. H. Hadari Nawawi 78124, Pontianak  
\*email: joshua.expobioenergy@gmail.com**ABSTRAK**

Pencemaran logam timbal telah menjadi salah satu masalah bagi lingkungan sehingga perlu dilakukan penanganan serius untuk mengurangi pencemaran logam berat tersebut. Salah satu metode yang sering digunakan adalah metode adsorpsi, oleh karena itu pada penelitian ini dilakukan sintesis pati singkong terfosforilasi sebagai adsorben logam timbal. Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh data pH optimum adsorpsi  $Pb^{2+}$ , waktu kontak dengan adsorpsi tertinggi dan untuk mengetahui isoterm yang menggambarkan proses adsorpsi  $Pb^{2+}$  oleh pati singkong terfosforilasi. Pati hasil isolasi sebelum dan sesudah modifikasi dikarakterisasi menggunakan spektrofotometer infra merah. Spektrum pati sebelum modifikasi menunjukkan adanya vibrasi regang O-H pada  $3425,58\text{ cm}^{-1}$ , vibrasi regang C-Halifatik pada  $2931,80\text{ cm}^{-1}$  dan vibrasi regang C-OH pada  $1157,29\text{ cm}^{-1}$ , sedangkan setelah modifikasi fosfat muncul puncak baru yaitu gugus C-O-P pada  $995,27\text{ cm}^{-1}$ . Pada proses adsorpsi  $Pb^{2+}$ , dilakukan penentuan pengaruh pH terhadap adsorpsi  $Pb^{2+}$  dengan variasi 4, 5, 6, 7, dan 8, waktu kontak dengan variasi waktu 60, 100 dan 140 menit serta penentuan isoterm adsorpsi  $Pb^{2+}$ . Berdasarkan hasil penelitian diperoleh nilai pH optimum yaitu pada pH 6 dengan waktu kontak 140 menit. Isoterm Freundlich dan Langmuir belum dapat menggambarkan proses adsorpsi  $Pb^{2+}$  oleh pati singkong terfosforilasi, dimana nilai  $R^2$  Isoterm Freundlich dan Langmuir secara berturut-turut adalah 0,5667 dan 0,1876.

**Kata kunci :** pati singkong (*Manihot utilissima* Pohl) terfosforilasi, timbal, pH, waktu kontak

**PENDAHULUAN**

Masalah pencemaran lingkungan sudah membahayakan lingkungan dan kesehatan manusia. Kondisi lingkungan tercemar menyebabkan penurunan kualitas lingkungan yang pada akhirnya dapat mempengaruhi kelangsungan hidup manusia. Jenis bahan pencemar yang berbahaya salah satunya adalah timbal. Sumber pencemaran timbal adalah oksida timbal yang merupakan limbah cair industri percetakan koran (Afrianita, dkk, 2013)

Berbagai metode telah dilakukan untuk menangani masalah pencemaran timbal di perairan. Metode yang sudah digunakan antara lain : metode sedimentasi, flokulasi, penukar ion, oksidasi reduksi, sistem membran, dan adsorpsi. Metode adsorpsi merupakan salah satu metode yang paling efektif dan efisien. Proses adsorpsi secara garis besar terbagi atas adsorpsi kimia (kemisorpsi) dan fisika (fisisorpsi). Adsorpsi kimia melibatkan gugus kimia dalam proses adsorpsi,

sedangkan adsorpsi fisika melibatkan pori-pori dalam proses adsorpsi. Penanganan pencemaran  $Pb^{2+}$  hingga saat ini lebih banyak menggunakan metode adsorpsi dengan adsorben antara lain: biomass enceng gondok (Tangio, 2013), membran selulosa-kitosan (Herwanto, dkk, 2006), kitin (Kaavessina, 2005).

Pada penelitian ini dilakukan sintesis bioadsorben pati singkong terfosforilasi untuk mengurangi timbal di perairan. Pati yang digunakan sebagai adsorben bersumber dari singkong atau ubi kayu. Pati dipilih sebagai adsorben karena selama ini pati hanya diolah sebagai bahan makanan. Singkong dipilih sebagai sumber pati karena tanaman singkong adalah bukan tanaman musiman dan tanaman yang mudah tumbuh, selain itu kandungan pati pada singkong juga cukup besar yaitu sekitar 30,79% sehingga pati sehingga pati singkong tersebut dapat dimanfaatkan setiap saat sebagai adsorben (Wulan dkk, 2006).

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pH optimum adsorpsi  $Pb^{2+}$  oleh pati singkong terfosforilasi, mengetahui waktu kontak untuk proses adsorpsi tertinggi dan untuk mengetahui isoterm adsorpsi  $Pb^{2+}$  oleh pati singkong terfosforilasi.

## METODOLOGI PENELITIAN

### Alat dan Bahan

#### Alat

Alat-alat yang digunakan pada penelitian ini adalah kertas saring Whatmann 40, mortar, peralatan gelas, spektrofotometer serapan atom Shimadzu, *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) Shimadzu

#### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah akuades,  $Pb(NO_3)_2$ , NaOH, HCl, etanol 96%,  $NaH_2PO_4$ ,  $Na_2HPO_4$ , dan pati singkong.

### Cara Kerja

#### Preparasi dan Isolasi Pati dari Singkong

Ubi kayu dikupas dan dibersihkan, ditimbang sebanyak 300 gr. Ubi tersebut selanjutnya diblender dengan 200 mL akuades hingga halus. Disaring dengan kain dan filtrat dimasukkan kedalam gelas beaker 500 mL kemudian ditambah air sebanyak

200 mL, dikocok, dilakukan dekantasi dengan

50 mL etanol 96% dan dibiarkan campuran mengendap selama 24 jam. Pati yang telah mengendap kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam dengan suhu  $40^\circ C$ . Pati yang diperoleh disimpan dalam wadah kedap udara sebelum digunakan lebih lanjut.

#### Sintesis dan Karakterisasi Pati Singkong Terfosforilasi (Romengga, dkk, 2011)

Pati singkong disuspensikan kedalam 35% dalam larutan 0,1 M  $Na_2HPO_4$  dan larutan 0,1 M  $NaH_2PO_4$  (3:2), diatur pH menjadi 6,5 dengan penambahan beberapa tetes 0,01 M HCl dan 0,01 M NaOH. Suspensi tersebut dipanaskan pada suhu  $40^\circ C$  dan diaduk dengan kecepatan 300 rpm selama 20 menit. Selanjutnya endapan dipisahkan dengan filtratnya dengan cara disaring dengan kertas saring Whatmann 40. Endapan dikeringkan dalam oven pada

suhu  $40 \pm 5^\circ C$  selama 24 jam. Endapan kering dihaluskan menggunakan mortar. butiran pati singkong terfosforilasi yang diperoleh dalam wadah kedap udara sebelum digunakan lebih lanjut selama penelitian berlangsung. Pati singkong terfosforilasi yang diperoleh dianalisis menggunakan instrumen FTIR.

#### Penentuan Pengaruh pH pada Adsorpsi $Pb^{2+}$ oleh Pati Singkong Terfosforilasi (Romengga, dkk, 2011)

Pati singkong terfosforilasi sebanyak 0,5 gram dimasukkan ke dalam 25 mL larutan eksperimen 3 ppm pada waktu kontak 100 menit. Variasi pH yaitu 4, 5, 6, 7 dan 8. Larutan dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 200 rpm. Filtrat disaring kemudian diukur konsentrasi Pb sisa menggunakan spektrofotometer serapan atom.

#### Penentuan Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi $Pb^{2+}$ oleh Pati Singkong Terfosforilasi (Setyawan, 2013)

Sebanyak 0,5 gram pati singkong terfosforilasi dimasukkan ke dalam 25 mL larutan eksperimen 3 ppm, diatur pada pH optimum. Larutan dikocok menggunakan *shaker* dengan kecepatan 200 rpm. Variasi waktu kontak yaitu 60, 100 dan 140 menit. Setelah selesai larutan disaring dan diukur konsentrasi Pb sisa menggunakan spektrofotometer serapan atom.

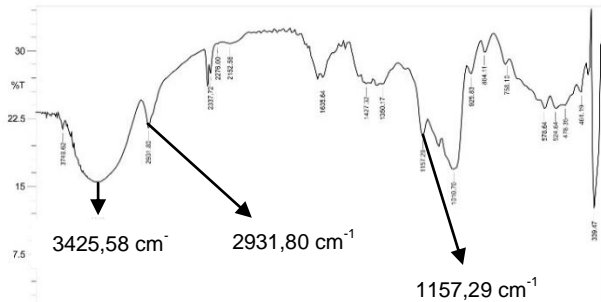
#### Penentuan Isoterm Adsorpsi (Kusuma, 2014)

Penentuan isoterm adsorpsi dilakukan dengan menganalisis linearitas kurva hubungan sesuai dengan persamaan isoterm Freundlich dan Langmuir. Langkah pertama dalam penentuan isoterm adsorpsi adalah dengan merubah persamaan Langmuir dan Freundlich menjadi persamaan garis lurus. Dalam menentukan pola adsorpsi Freundlich dari data adsorpsi dapat dibuat kurva  $\log Q_e$  terhadap  $\log C_e$ . Begitu juga dalam penentuan pola adsorpsi Langmuir dari suatu data adsorpsi maka persamaan Langmuir disusun dalam bentuk persamaan linier. Pola isoterm adsorpsi Langmuir dapat ditentukan dengan membuat kurva hubungan antara  $\frac{C_e}{Q_e}$  dengan

Ce.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**  
**Preparasi dan Isolasi Pati dari Singkong**

Pati hasil preparasi dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer Infra Merah. Analisis dengan IR bertujuan untuk melihat gugus fungsi pada pati hasil preparasi.

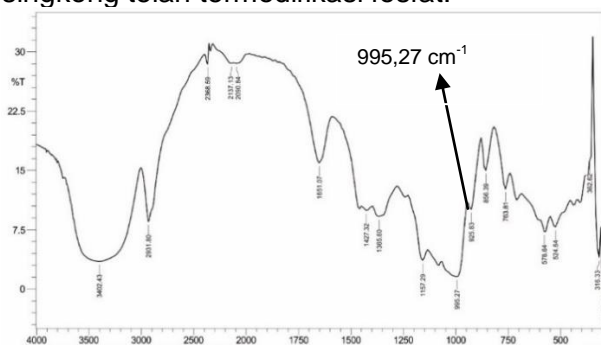


Gambar 1. Spektrum pati hasil preparasi

Gambar 1 menunjukkan adanya vibrasi regang O-H pada 3425,58 cm<sup>-1</sup>, vibrasi regang C-H alifatik pada 2931,80 cm<sup>-1</sup> dan vibrasi regang C-OH pada 1157,29 cm<sup>-1</sup>. Sebagai perbandingan data FTIR pati, Gunawan (2008) menunjukkan adanya vibrasi regang OH pada 3138-3120 cm<sup>-1</sup>, vibrasi regang C-H pada 2937-2889,37 cm<sup>-1</sup>, vibrasi regang C-OH pada 1151,50-1076,28 cm<sup>-1</sup> dan vibrasi lentur O-H pada 1465 cm<sup>-1</sup>. Berdasarkan kesesuaian spektrum dengan referensi maka dapat disimpulkan sampel hasil preparasi adalah pati.

**Karakter Pati Singkong Terfosforilasi**

Pati singkong terfosforilasi dikarakterisasi menggunakan Spektrofotometer Infra Merah. Gambar 2 menunjukkan adanya puncak baru yaitu gugus C-O-P pada 995,27 cm<sup>-1</sup>. Sebagai perbandingan, pada penelitian Romengga (2012) pati terfosforilasi memiliki gugus C-O-P pada 990 cm<sup>-1</sup>. Berdasarkan kemiripan data tersebut maka dapat disimpulkan pati singkong telah termodifikasi fosfat.

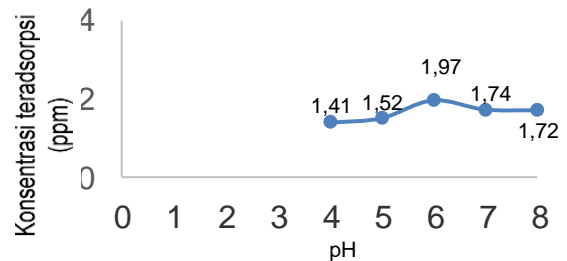


Gambar 2. Spektrum pati singkong terfosforilasi

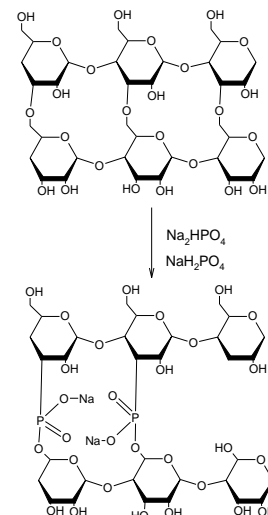
**Pengaruh pH pada Adsorpsi Pb<sup>2+</sup> oleh Pati Singkong Terfosforilasi**

Gambar 3 menunjukkan pengaruh pH terhadap konsentrasi Pb<sup>2+</sup> yang teradsorpsi. pH mempengaruhi konsentrasi Pb<sup>2+</sup> yang teradsorpsi. Konsentrasi Pb<sup>2+</sup> yang terserap meningkat dari pH 4 hingga 6, kemudian menurun pada pH 7 hingga 8. Nilai pH optimum adsorpsi Pb<sup>2+</sup> oleh pati singkong terfosforilasi terjadi pada pH 6. Pada pH 4 jumlah Pb<sup>2+</sup> yang terserap lebih rendah daripada pH 5 adalah karena jumlah ion H<sup>+</sup> pada pH 4 lebih banyak daripada jumlah H<sup>+</sup> pada pH 5, sehingga kompetisi H<sup>+</sup> dengan Pb<sup>2+</sup> pada pH 4 lebih besar dari pH 5.

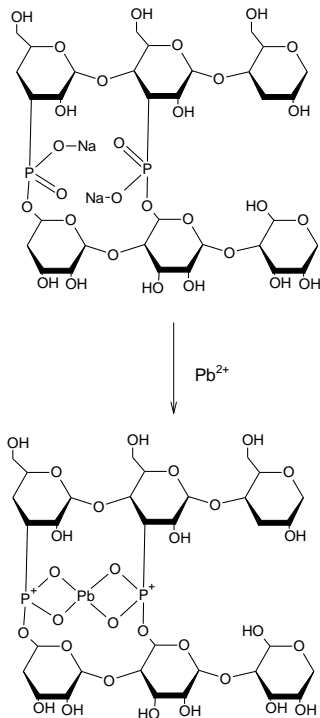
Ion H<sup>+</sup> yang terlalu tinggi dapat menyebabkan gugus fungsi negatif berinteraksi dengan H<sup>+</sup> dan menghambat gugus fungsi tersebut berinteraksi dengan Pb<sup>2+</sup>. Pada pH 7 hingga 8, karena adanya ion OH<sup>-</sup> menyebabkan logam Pb mengendap (Pb(OH)<sub>2</sub>) sehingga jumlah Pb<sup>2+</sup> yang teradsorpsi lebih sedikit (Kusuma, 2014).



Gambar 3. Pengaruh pH terhadap konsentrasi Pb<sup>2+</sup> yang teradsorpsi (Co= 3 ppm)



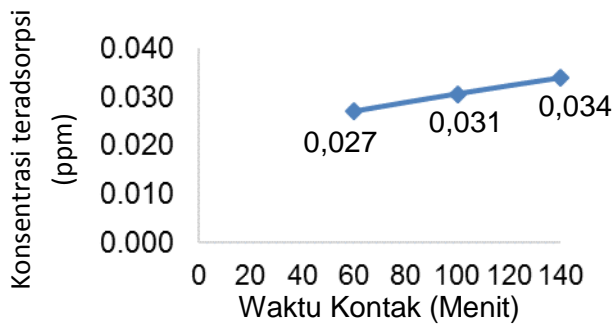
Gambar 4. Mekanisme reaksi terbentuknya pati singkong terfosforilasi



Gambar 5. Mekanisme adsorpsi  $Pb^{2+}$  oleh gugus Fosfat.

**Pengaruh Waktu Kontak pada Adsorpsi  $Pb^{2+}$  oleh Pati Singkong Terfosforilasi**

Proses adsorpsi dilakukan pada pH 6. Gambar 6 menunjukkan pengaruh waktu kontak terhadap jumlah  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi



Gambar 6. Pengaruh waktu kontak terhadap konsentrasi  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi

Berdasarkan Gambar 6 semakin lama waktu kontak antara  $Pb^{2+}$  dengan adsorben maka akan semakin besar jumlah  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi. Hal ini dibuktikan dengan pada waktu kontak 60 menit, konsentrasi  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi sebanyak 0,027 ppm, pada waktu 100 menit yang teradsorpsi sebanyak 0,031 ppm dan pada waktu 140

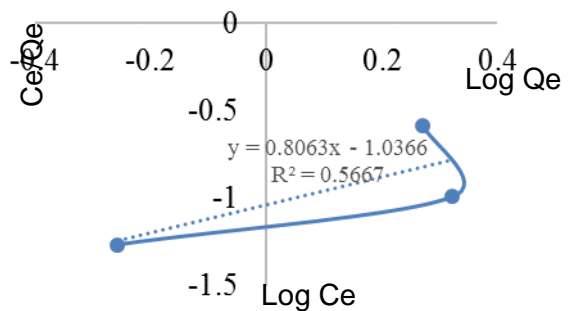
menit konsentrasi  $Pb^{2+}$  yang teradsorpsi sebesar 0,034 ppm. Waktu kontak dengan adsorpsi terbesar adalah pada waktu 140 menit.

**Isoterm Adsorpsi Pati Singkong Terfosforilasi terhadap  $Pb(II)$**

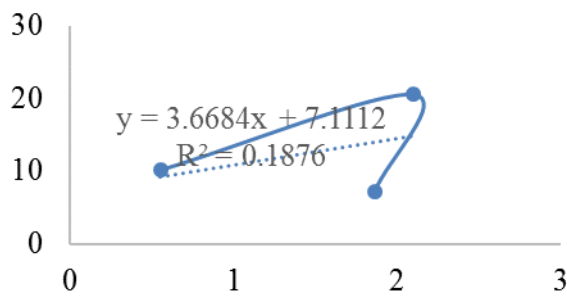
Penentuan isoterm adsorpsi ion timbal oleh pati singkong terfosforilasi dilakukan dengan menganalisis linearitas kurva hubungan sesuai dengan persamaan isoterm Freundlich dan Langmuir. Pola adsorpsi Freundlich dapat dibuat melalui kurva  $\log Q_e$  (jumlah  $Pb^{2+}$  yang terserap) sebagai sumbu y terhadap  $\log C_e$  (konsentrasi Pb saat kesetimbangan) sebagai sumbu x. Penentuan pola adsorpsi Langmuir ditentukan dengan membuat kurva hubungan antara  $\frac{C_e}{Q_e}$  dengan  $C_e$  (Kusuma, 2014).

Penentuan Isoterm Adsorpsi dilakukan dengan variasi konsentrasi dan massa adsorben yang tetap. Pada penelitian ini perbandingan hasil isoterm Freundlich dan Langmuir ditunjukkan pada Gambar 7 dan 8.

Pengujian Isoterm Freundlich dan Isoterm Langmuir dibuktikan dari linearitas grafik yang baik dan memiliki nilai  $R^2$  yang mendekati angka 1. Pada penelitian ini diperoleh nilai  $R^2$  dari isoterm Langmuir dan Freundlich secara berturut 0,1876 dan 0,5667, meskipun nilai  $R^2$  dari Isoterm Freundlich lebih besar daripada Isoterm Langmuir, nilai  $R^2$  Isoterm Freundlich belum dapat digunakan untuk menggambarkan proses adsorpsi  $Pb^{2+}$  oleh pati singkong terfosforilasi.



Gambar 7. Isoterm Freundlich



Gambar 8. Isoterm Langmuir

Penyebab rendahnya nilai regresi adalah homogenitas adsorben yang berbeda (Priadi, dkk, 2014). Pada penelitian Priadi terdapat perbedaan homogenitas adsorbennya (limbah tanah liat). Pada penelitian ini diperkirakan adanya perbedaan homogenitas dari jumlah gugus fosfat yang terikat pada tiap gram adsorben, akibatnya ada perbedaan jumlah  $Pb^{2+}$  yang terikat pada adsorben, hal ini membuat nilai  $R^2$  menjadi rendah.

## SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian maka dapat disimpulkan bahwa pH optimum untuk adsorpsi  $Pb^{2+}$  oleh pati singkong terfosforilasi terjadi pada pH 6, Adsorpsi  $Pb^{2+}$  tertinggi terjadi pada waktu kontak 140 menit dan nilai  $R^2$  isoterm adsorpsi Freundlich dan Langmuir secara berturut-turut 0,5667 dan 0,1876 (belum dapat menggambarkan Interaksi  $Pb^{2+}$  oleh pati singkong terfosforilasi).

## DAFTAR PUSTAKA

- Afrianita, R; Dewilda, Y; Fitri, R, 2013, Efisiensi dan Kapasitas Penyerapan Fly Ash Sebagai Adsorben dalam Penyisihan Logam Timbal (Pb) Limbah Cair Industri Percetakan di Kota Padang, *Teknik Lingkungan UNAND*, 1: 1-10.
- Dada, A.O; Olalekan, A.P; Olatunya, A.M; Dada, O, 2012, Langmuir, Freundlich, Temkin and Dubinin–Radushkevich Isotherms Studies of Equilibrium Sorption of  $Zn^{2+}$  Unto Phosphoric Acid Modified Rice Husk, *IOSR Journal of Applied Chemistry*, 3,1 : 38-45.
- Gunawan, I; Deswita; Aloma, K.K; Sudirman, 2007, Sintesis dan Karakterisasi Komposit *High Density Polyethylene-Pati Tapioka*, *Sains Materi Indonesia*, 5-8
- Herwanto, B; Santoso, E, 2006, Adsorpsi Ion Logam  $Pb(II)$  pada Membran Selulosa-Khitosan Terikat Silang, *Akta Kimia Indonesia*, 1,2 : 9-24.
- Kaavessina, M, 2005, Kesetimbangan Adsorpsi Logam Berat (Pb) dengan Adsorben Chitin Secara Batch, *Ekulilibrium*, 1,4 : 36-44.
- Kusuma, I.D.G.P, Wiratini, N,M, dan Wiratma, I.G.L, 2014, Isoterm Adsorpsi  $Cu^{2+}$  Oleh Biomassa Rumput Laut *Euchema Spinosum*. *E-Journal Kimia Vistalitas Universitas Pendidikan Ganesha*, 1,2 : 1-10.
- Priadi, C.R; Anita; Sari, P.N; Moersidik, S.S, 2014, Adsorpsi Logam Seng dan Timbal Pada Limbah Cair Industri Keramik Oleh Limbah Tanah Liat, *Reaktor*, 5,14 : 10-19
- Romengga, J; Irawadi, T.T dan Sugiarti, S, 2012, Bioadsorpsi  $Hg(II)$  Oleh Pati Sagu Taut Silang Fosfat, *Teknologi dan Industri Pangan*, 2, 23 : 140-145.
- Romengga, J; Irawadi, T.T ;Djulaika, R; Muntamah dan Zakaria,A , 2011, Sintesis Pati Sagu Ikatan Silang Fosfat Berderajat Substitusi Fosfat Tinggi Dalam Suasana Asam, *Teknologi dan Industri Pangan*, 2, 22 : 118-124.
- Setyawan, F.L; Darjito dan Khunur, M.M, 2013, Pengaruh pH dan Lama Kontak Adsorpsi  $Ca^{2+}$  Menggunakan Adsorben Kitin Terfosforilasi dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fulica*), *Kimia.Student Journal*, 1,2 : 201-207.
- Tangio, J.S, 2013, Adsorpsi Logam Timbal (Pb) dengan Menggunakan Biomassa Enceng Gondok (*Eichhorniacrassipes*), *Jurnal Entropi*, 2, 8 : 500-507.
- Wulan, S.N; Saparianti, E; Widjanarko, S.B, 2006, Modifikasi Pati Sederhana dengan Metode Fisik, Kimia, dan Kombinasi Fisik-Kimia untuk Menghasilkan Tepung Pra-Masak Tinggi Pati Resisten yang Dibuat dari Jagung, Kentang, dan Ubi Kayu, *Jurnal Teknologi Pertanian*, 1,7 : 1-9.