

## PEMANFAATAN PEKTIN DARI DAUN CINCAU HIJAU (*Premna oblongifolia merr*) SEBAGAI BIOSORBEN LOGAM Fe

Eva Puspita<sup>1</sup>, Mohammad Idris Asyraf Ali<sup>1</sup>, Siti Mutia Lingga Rhusmana<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Jurusan Teknik Kimia Politeknik Negeri Bandung 40012

Email : <sup>1</sup>eva.puspita.anki16@polban.ac.id

### ABSTRAK

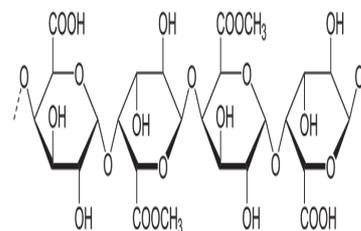
Cincau hijau merupakan tanaman yang banyak tumbuh di Indonesia. Dari zaman dahulu banyak dimanfaatkan dalam berbagai bidang, mulai dalam bidang industri, pangan, maupun farmasi. Komponen utama pada ekstrak daun cincau adalah pektin yang merupakan polisakarida pembentuk gel dengan kadar sekitar 13-29%. Di bidang industri pektin dapat dimanfaatkan sebagai bahan biosorben alternatif untuk mengurangi logam berat yang ada di lingkungan, salah satunya adalah Fe. Penelitian ini bertujuan untuk meneliti manfaat pektin dari daun cincau hijau sebagai biosorben logam Fe. Dalam penelitian ini pektin diisolasi dari daun cincau hijau dengan cara maserasi dingin menggunakan aquades dan alkohol, setelah itu dilakukan dimetilasi pada pektin untuk menurunkan derajat esterifikasinya. Untuk mengetahui karakteristik pektin maka dilakukan pengujian dengan FTIR, selanjutnya dilakukan pengujian pektin sebagai biosorben logam Fe melalui pengukuran menggunakan AAS. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada kondisi optimumnya yaitu pada pH 7 dan waktu kontak 120 menit 20 mg pektin dari daun cincau mampu menurunkan kadar Fe dengan daya serap 24,773 mg/g dengan % teradsorpsinya sebesar 82,57%.

**Kata Kunci :** Cincau Hijau, Pektin, Biosorben, Fe

### 1. PENDAHULUAN

Cincau hijau pohon (*Premna oblongifolia Merr*), merupakan bahan makanan tradisional yang telah lama dikenal masyarakat dan digunakan sebagai isi minuman segar. Cincau tersebut disenangi masyarakat karena berasa khas, segar, dingin, serta harganya murah. Kurnia (2007) menjelaskan bahwa cincau hijau kaya akan karbohidrat, polifenol, saponin, dan lemak; tidak ketinggalan kalsium, fosfor, vitamin A dan B. Selain itu, menurut Artha dalam Kariza (2015)<sup>[3]</sup> komponen utama ekstrak cincau hijau yang membentuk gel adalah polisakarida pektin yang bermetoksi rendah.

Menurut Esti (2001) dalam Kariza (2015)<sup>[3]</sup>, pektin merupakan polimer dari asam D-galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan  $\beta$ -1,4glikosidik. Sebagian gugus karboksil pada polimer pektin mengalami esterifikasi dengan metil (metilasi) menjadi gugus metoksil. Senyawa ini disebut sebagai asam pektinat atau pektin. Struktur asam pektinat atau pektin dapat dilihat sebagai berikut



Gambar 1. Struktur Kimia Pektin

Dalam bidang industri pektin digunakan sebagai bahan pembentuk gel. Namun bila mengingat bahwa struktur komponen pektin juga banyak mengandung gugus aktif, maka pektin juga dapat digunakan sebagai salah satu sumber biosorben (Wong dkk., 2008)<sup>[10]</sup>

Dari waktu ke waktu pembangunan perusahaan di Indonesia semakin padat, terutama pembangunan pabrik-pabrik industri yang sudah tersebar di berbagai wilayah Indonesia. Pembangunan pabrik industri tersebut disisi lain menguntungkan bagi negara dan masyarakat Indonesia karena bisa menambah lapangan pekerjaan baru. Namun disamping itu pabrik industri menghasilkan limbah yang banyak mengandung logam-logam berat yang berbahaya seperti Pb, Cu, Cr, dan Fe yang apabila keberadaan logam berat ini melebihi batas ambang dapat berbahaya bagi lingkungan dan kesehatan masyarakat sekitar.

Kontaminasi logam berat merupakan masalah

serius yang dihadapi saat ini karena logam berat merupakan unsur logam yang sangat berbahaya. Jika tanah terkontaminasi oleh logam berat dengan kadar tinggi, maka akan merusak rantai makanan dan pada akhirnya membahayakan kehidupan manusia. Air tanah mengandung berbagai mineral antara lain besi. Ion Fe dalam air tanah dapat menyebabkan kekeruhan korosi dan kesadahan serta menyebabkan warna kuning pada cucian dan alat plambing, serta logam besi dapat berbahaya bagi tubuh apabila masuk ke dalam tubuh.

Umumnya penanganan dilakukan dengan pengendapan secara kimia, penukar ion, pemisahan dengan membran dan ekstraksi dengan solven. Namun proses-proses tersebut memiliki kelemahan diantaranya efisiensi yang rendah, kondisi operasi yang sensitif dan biaya yang tinggi.

Diantara berbagai alternatif pengolahan limbah logam berat, penggunaan biosorben memiliki beberapa keunggulan, diantaranya biaya yang relatif murah, efisiensi yang tinggi pada larutan encer serta kemudahan proses regenerasinya. Diantara berbagai bahan baku biosorben, pektin merupakan salah satu komponen tumbuhan yang banyak mengandung gugus aktif, yaitu komponen yang berperan penting dalam proses biosorpsi.

Beberapa penelitian telah dilakukan terkait penggunaan pektin sebagai biosorben logam berat. Diantaranya adalah penggunaan pektin termodifikasi dari kulit durian untuk biosorpsi logam Pb (II), Cd (II), Cu(II), Zn(II) dan Ni(II) (Wong dkk, 2008)<sup>[10]</sup>. Proses biosorpsi juga dibandingkan dengan menggunakan pektin dari citrus dan pektin citrus yang dimodifikasi. Dari hasil penelitian Wong, dkk (2008)<sup>[10]</sup> diperoleh bahwa proses modifikasi pektin menyebabkan peningkatan ikatan ion logam dengan gugus karboksil pektin. Modifikasi pektin menyebabkan penurunan derajat esterifikasi sehingga dapat meningkatkan aktivitas penyerapan karena semakin rendah DE pektin maka gugus aktif pektin semakin banyak.

Dalam penelitian ini dilakukan pemanfaatan pektin dari daun cincau hijau sebagai biosorben logam Fe dengan mencari keadaan optimum pektin dalam menyerap logam Fe agar dihasilkan serapan maksimum.

## 2. TUJUAN PENELITIAN

Adapun tujuan dari penelitian ini diantaranya adalah:

1. Mengetahui cara isolasi pektin dari daun cincau agar dihasilkan jumlah pektin murni yang banyak sehingga dapat dimanfaatkan

sebagai bahan alternatif biosorben

2. Mengetahui kemampuan dan efektivitas pektin yang diisolasi dari daun cincau hijau dalam mengadsorpsi logam Fe

## 3. METODE PENELITIAN

Dalam penelitian ini dilakukan beberapa tahapan yang akan dijelaskan sebagai berikut :

### 3.1 Isolasi Pektin dari daun Cincau hijau

Sebanyak 10 gram pektin dilarutkan dalam aquades dengan 200 ml dan dimaserasi selama 1 hari, lalu dipisahkan ampas dan larutan ekstrak setelah itu ditambahkan alkohol 96% dengan perbandingan 1:2, kemudian dimaserasi kembali selama 3 hari pada suhu 4-5<sup>0</sup>C. Setelah itu disaring dengan pompa vakum lalu ekstrak gel (pektin) yang diperoleh di oven pada suhu 40-50<sup>0</sup> C selama 5 jam.

### 3.2 Dimetilasi Pektin

Sebanyak 1 gram pektin ditimbang dan dilarutkan dalam aquades serta diaduk selama 5 jam, setelah itu pektin dicuci dengan alkohol 70% sebanyak 3x lalu disaring dan dikeringkan dalam oven selama 5 jam pada suhu 45-50<sup>0</sup> C. Pektin hasil dimetilasi di uji dengan FTIR untuk mengetahui karakteristik Pektin

### 3.3 Proses Adsorpsi Fe pada Biosorben

#### 3.3.1 Pengaruh pH pada adsorpsi Fe oleh pektin dari daun cincau Hijau

Timbang sebanyak 15 mg pektin, tambahkan 20 ml larutan Fe 30 mg/L. Aduk selama 60 menit dengan variasi pH 4, 6, 7 dan 8. Kemudian saring larutan menggunakan kertas saring. Uji filtrat menggunakan AAS.

#### 3.3.2 Pengaruh Waktu Kontak pada proses adsorpsi Fe oleh daun Cincau

Timbang sebanyak 15 mg pektin, kontak dengan 20 ml larutan logam Fe 30 mg/L. Atur pH masing-masing larutan pada keadaan pH optimum. Kemudian aduk masing-masing sampel dengan menggunakan variasi waktu yaitu 30, 60, 90, dan 120 menit. Setelah itu saring larutan menggunakan kertas saring dan uji filtrat menggunakan AAS.

#### 3.3.3 Pengaruh Massa biosorben pada proses adsorpsi Fe oleh daun Cincau

Timbang sebanyak 5, 10, 15, 20 dan 25 mg pektin lalu kontak dengan 20 ml larutan logam Fe 30 mg/L. Atur pH larutan pada keadaan pH optimum kemudian aduk masing-masing larutan pada waktu kontak optimum. Setelah itu saring larutan menggunakan kertas saring. Dan uji filtrat menggunakan AAS.

#### 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

##### 4.1 Isolasi Pektin dari daun Cincou Hijau

Sebelum dilakukan isolasi pektin, terlebih dahulu dilakukan preparasi daun cincou hijau mulai dari pemilihan, pencucian dan pengeringan yang dilakukan dibawah sinar matahari selama 5 jam selama kurang lebih 3 hari berturut-turut. Selanjutnya daun cincou kering di blender dan diayak sehingga didapat bubuk sebanyak 284 gram. Bubuk ini dimaserasi untuk mengisolasi pektin yang terkandung dalam daun cincou. Maserasi merupakan ekstraksi cara dingin yang mudah untuk dilakukan. Maserasi dipilih karena tidak merusak struktur ekstrak yang akan diisolasi karena adanya pemanasan. Isolasi dimulai dari maserasi 10 gram daun cincou hijau didalam aquades selama sehari kemudian disaring dan filtrat dimaserasi kembali dengan alkohol dengan perbandingan 1:2. Maserasi dilakukan selama 3 hari pada suhu 50<sup>0</sup> C dan pH 7. Hal ini dilakukan untuk mempercepat pengikatan pektin dan agar alkohol tidak menguap. Setelah itu disaring dengan pompa vakum dan dicuci dengan alkohol 70%. Pada saat pencucian dengan alkohol 70% warna pektin yang dihasilkan menjadi lebih pucat dan bersih. Pektin yang sudah diperoleh kemudian dikeringkan pada suhu 45<sup>0</sup>C setelah itu ditumbuk dan diperoleh pektin yang halus.

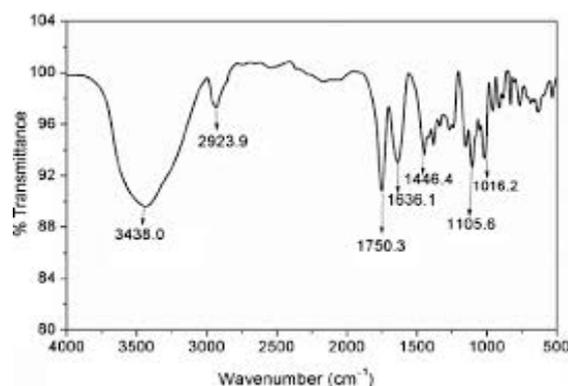
Penelitian Kurniawan (2005) dalam Rachmawati (2009)<sup>[8]</sup> menunjukkan randemen hidrokoloid yang dihasilkan dengan proses ekstraksi dengan asam sitrat tanpa proses pemurnian dengan etanol berkisar antara 16,93%–23,91%, sedangkan hasil penelitian Krisnawati (2004) menghasilkan randemen sekitar 21,414–28,99%. Apabila dibandingkan dengan randemen pektin yang dihasilkan pada penelitian ini, maka randemen pektin cincou hijau hasil pemurnian dengan etanol mempunyai % randemen lebih rendah. Hal ini dapat diketahui bahwa proses pemurnian menyebabkan penurunan randemen. Dari hasil isolasi setiap 10 gram bubuk daun cincou dihasilkan pektin sebanyak 0,3163 gram yang berarti kandungan pektin yang terkandung dalam daun cincou yaitu 3,163%.

##### 4.2 Dimetilasi Pektin dan Karakterisasi Pektin

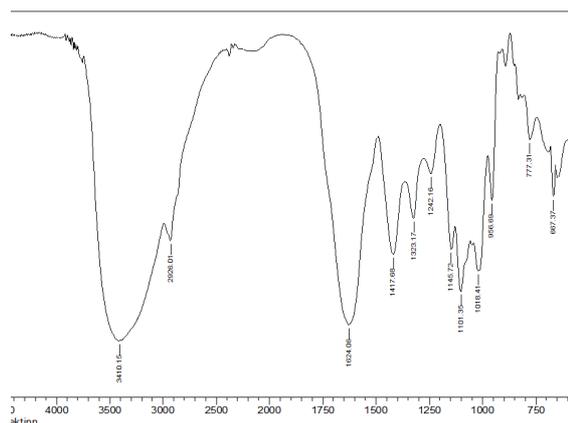
Pektin yang diperoleh dimetilasi untuk menurunkan derajat esterifikasi pektin agar dapat digunakan sebagai biosorben. Derajat esterifikasi merupakan proporsi asam galakturonat yang berupa ester metil yang biasanya dinyatakan dalam persentase gugus karboksil yang teresterifikasi dengan metanol. Pektin yang diperoleh dimetilasi dengan merendam kembali dengan metanol pada pH 4 selama 5 jam. Lalu dicuci dengan alkohol 70%. Setelah itu dikeringkan pada suhu 45<sup>0</sup>C.

Pektin yang dihasilkan dibandingkan kelarutannya dengan pektin teknis. Pektin teknis mempunyai kelarutan yang tinggi baik dalam air maupun dalam alkohol dan gel yang dihasilkan membuat larutan mengental. Pektin yang telah dimetilasi mempunyai kelarutan rendah dalam air dan tidak membentuk gel sebanyak pektin teknis.

Untuk menentukan derajat esterifikasi pektin dilakukan uji Spektrum FTIR dan membandingkan hasil spektra dengan pektin teknis. Menurut manique & Lajolo dalam Budi Hastuti et al (2013)<sup>[2]</sup> derajat esterifikasi ditentukan dengan cara menghitung gugus Karboksilat yang teresterifikasi (yang berada di area sekitar 1730 cm<sup>-1</sup>) dibagi dengan jumlah total gugus Karboksil (Jumlah area diantara 1700 dan 1600 cm<sup>-1</sup>) kemudian dikali 100.



Gambar 2. Spetra Pektin Teknis



Gambar 3. Spektra Pektin Hasil Isolasi yang telah dimetilasi

Pektin memiliki daerah fingerprint pada daerah 1300-800 cm<sup>-1</sup> (terdapat gugus COO<sup>-</sup>) dan pita serapa C-H bending pada 1380 cm<sup>-1</sup> dan C=O pada 1300-1000 cm<sup>-1</sup> (Budi Hastuti, 2013)<sup>[2]</sup>

Dari Hasil spektra pada Gambar 2 dan 3 didapat luas pita serapan yang berbeda untuk pektin standar berada pada serapan sebesar  $1750,3 \text{ cm}^{-1}$  sedangkan untuk pektin hasil isolasi pada pita serapan  $1624,06 \text{ cm}^{-1}$  sehingga didapat derajat esterifikasi pektin standar sebesar 56,4% dan pektin hasil isolasi 31,16%. Pektin yang sudah dimetilasi menunjukkan adanya Low Methoxil Pectin (LMP) yang berarti dapat digunakan sebagai biosorben untuk mengadsorpsi logam berat terbukti dari pengujian dengan menggunakan sampel logam Fe 30 ppm terjadi penurunan konsentrasi Fe menjadi 5,212 ppm pada kondisi pH 7.

### 4.3 Pektin sebagai Biosorben logam Fe

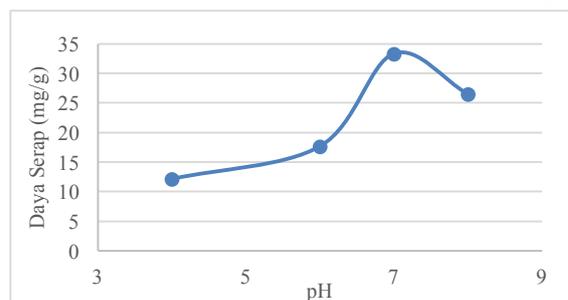
Pada penelitian ini, kondisi yang diamati yaitu pengaruh pH, waktu kontak pektin dan massa pektin dalam volume dan konsentrasi sampel yang sama yaitu 30 ppm.

#### 4.3.1 Pengaruh variasi PH

Nilai pH merupakan salah satu variable penting dalam menentukan keadaan optimum suatu larutan dalam mengadsorpsi. Hal ini disebabkan karena pH sangat berpengaruh pada proses ionisasi gugus fungsional pada permukaan adsorben. Pada percobaan ini dilakukan penelitian pengaruh pH pada proses adsorpsi untuk mencari keadaan pH optimum yang menghasilkan adsorpsi Fe paling besar. Variasi pH yang digunakan yaitu pH 4, 6, 7, dan 8 dengan menggunakan larutan NaOH dan larutan  $\text{HNO}_3$ . Dari hasil percobaan didapat penurunan konsentrasi larutan Fe yang berbeda pada kondisi pH yang berbeda seperti yang ditunjukkan pada table dibawah ini :

Tabel 1. Pengaruh pH terhadap adsorpsi Fe

pH	Konsentrasi awal Fe (mg/L)	Konsentrasi akhir Fe (mg/L)	Konsentrasi yang terserap (mg/L)	Daya Serap (mg/g)	% Terserap
4	30	20,936	9,064	12,085	30,21
6	30	16,799	13,201	17,601	44,03
7	30	5,043	24,957	33,276	83,19
8	30	10,164	19,836	26,448	49,18



Gambar 4. Pengaruh pH terhadap Adsorpsi Fe

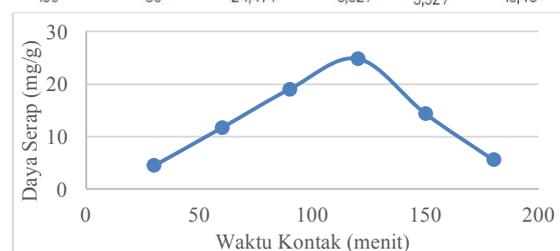
Dari hasil penelitian ini dapat terlihat bahwa serapan terbesar terjadi pada keadaan pH 7 dengan daya serap sebesar  $33,276 \text{ mg/g}$  dan % terserap sebesar 83,19%. Grafik diatas menunjukkan adanya pengaruh pH yang besar terhadap % terabsorpsi. Pada pH 4 terjadi penurunan konsentrasi yang sedikit dikarenakan dalam keadaan asam logam Fe dapat teroksidasi lebih cepat dan diatas pH 7 terjadi penurunan daya absorpsi yang disebabkan terbentuknya kompleks anion hidroksida karena dalam keadaan basa menyebabkan konsentrasi Fe bebas dalam larutan menurun, sehingga pH optimum adsorpsi Fe terjadi pada keadaan netral yaitu pada pH 7.

#### 4.3.2 Pengaruh waktu kontak

Waktu kontak biosorben dapat mempengaruhi besarnya daya adsorpsi. Pengaruh waktu kontak menjadi salah satu parameter penting untuk memperoleh keadaan optimum biosorben dalam mengadsorpsi agar diperoleh daya serap maksimum. Dari percobaan ini dilakukan variasi waktu kontak yang berbeda selama 30 menit, 60 menit, 90 menit, dan 120 menit pada kondisi larutan yang sama yaitu pada pH optimum 7.

Tabel 2. Pengaruh Waktu Kontak terhadap adsorpsi Fe

Waktu (menit)	Konsentrasi awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Konsentrasi yang terserap (mg/L)	Daya serap (mg/g)	% Terserap
30	30	25,552	4,448	4,448	14,82
60	30	18,325	11,675	11,675	38,92
90	30	10,982	19,018	19,018	63,39
120	30	5,212	24,788	24,788	82,63
150	30	15,681	14,319	14,319	47,73
180	30	24,471	5,529	5,529	18,43



Gambar 5. Pengaruh Waktu Kontak terhadap Adsorpsi Fe

Dari tabel 2 dan gambar 5 terlihat bahwa semakin meningkat waktu kontak maka daya serap semakin meningkat pula. Waktu kontak 120 menit menghasilkan daya serap yang besar dibandingkan dengan waktu yang lain. Besarnya daya serap pada waktu kontak 120 menit yaitu  $24,788 \text{ mg/g}$  dan % teradsorpsi 82,63%. Menurut schiewer (2007)<sup>[9]</sup> setiap bahan mempunyai daya serap maksimum pada waktu optimumnya seiring dengan berjalannya waktu dan menurun ketika telah mencapai titik jenuh. Peningkatan % terserap mulai dari waktu 30

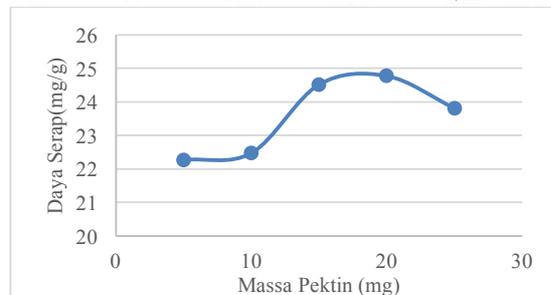
menit meningkat seiring dengan berjalannya waktu. Daya serap paling besar terjadi pada waktu 120 menit hal ini dikarenakan pada waktu ini pengadukan sempurna sehingga daya serap pektin dalam mengikat Fe lebih besar dan mengadsorpsi lebih banyak dibandingkan dengan menit ke 30, 60 dan 90 sedangkan pada waktu 150 dan 180 menit mengalami penurunan daya adsorpsi yang diakibatkan waktu kontak yang terlalu lama melebihi waktu kontak optimum sehingga % serapan yang dihasilkan menurun.

### 4.3.3 Pengaruh massa pektin

Selain pengaruh pH dan waktu kontak, massa biosorben juga dapat mempengaruhi besarnya daya serap dalam mengikat logam Fe. Pada percobaan ini dilakukan pengukuran pengaruh massa biosorben dengan variasi massa pektin yaitu 5, 10, 15, 20 dan 25 mg yang diukur pada volume sampel yang sama yaitu 20 ml dengan konsentrasi yang sama pada keadaan pH optimum 7 dan waktu kontak optimum yaitu 120 menit.

Tabel 3. Pengaruh massa pektin terhadap adsorpsi Fe

Massa (mg)	Konsentrasi awal (mg/L)	Konsentrasi Akhir (mg/L)	Konsentrasi yang terserap (mg/L)	Daya Serap (mg/g)	% Terserap
5	30	24,433	5,567	22,268	21,89
10	30	18,763	11,237	22,474	37,46
15	30	11,611	18,389	24,519	64,63
20	30	5,227	24,773	24,773	82,57
25	30	6,187	23,813	19,050	79,37



Gambar 6. Pengaruh Massa Pektin terhadap Adsorpsi Fe

Penelitian sebelumnya telah dilakukan oleh Wong dkk (2008) dalam L Kurniasari (2012)<sup>[5]</sup> tentang pemanfaatan pektin kulit durian dan kulit jeruk sebagai biosorben untuk logam Cr (II), pb (II) dan Cd (II). Hasil penelitian menunjukkan % terserap yang berbeda pula. Pektin dari kulit durian menghasilkan daya serap sebesar 38%, pektin kulit jeruk termodifikasi menghasilkan daya serap 97%. Selain itu penelitian lain yang telah dilakukan oleh Budi Hastuti, et al (2013) pemanfaatan pektin dari wortel sebagai biosorben Pb (II) menghasilkan % terserap sebesar 32%. Dari data diatas dapat dibandingkan bahwa pektin yang dihasilkan dari

bahan yang berbeda mempunyai sifat sebagai biosorben logam yang berbeda pula.

Dari hasil penelitian ini didapat daya serap terbaik pada kondisi optimum sebesar 24,773 mg/g dan % terserap yaitu 82.57%. Pektin yang dihasilkan dari daun cincau dapat digunakan sebagai biosorben untuk mengadsorpsi logam berat Fe.

## 5. KESIMPULAN

Pektin hasil isolasi dari daun cincau hijau dapat digunakan sebagai biosorben setelah proses dimetilasi. Pektin harus dimetilasi terlebih dahulu untuk menurunkan derajat esterifikasinya agar dapat digunakan sebagai biosorben. Kemampuan pektin dalam menyerap logam berat terutama Fe disebabkan oleh adanya gugus-gugus aktif hidroksil yang dapat mengikat logam sehingga terjadi penurunan konsentrasi Fe. Pektin hasil isolasi dapat menyerap logam Fe dengan daya serap sebesar 24,733 mg/g dan % serapan 82,57% pada kondisi optimum pH 7, waktu kontak 120 menit dan massa biosorben 20 mg. Pektin dari sumber bahan yang berbeda mempunyai kandungan pektin dan kemampuan daya serap yang berbeda untuk jenis logam yang berbeda. Dengan demikian diharapkan penelitian mengenai pemanfaatan pektin dari berbagai sumber bahan dapat terus dikembangkan untuk menciptakan inovasi-inovasi baru yang dapat berguna untuk pengembangan penelitian di masa depan.

## 6. UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada Direktorat Jendral Pendidikan Tinggi atas pendanaan kegiatan penelitian ini melalui Dana Hibah Pekan Kreativitas Mahasiswa tahun 2018.

## 7. DAFTAR PUSTAKA

- [1] Budi Hastuti. 2016. *Pektin dan modifikasinya Untuk Meningkatkan Karakteristik sebagai Adsorben*. Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VIII. ISBN: 978-602-73159-1-4. Universitas Surakarta
- [2] Budi Hastuti, Ashadi, Fian Totiana. 2013. *Isolasi Pektin dari Wortel (Daucus carota. L) sebagai adsorben logam Timbal (II)*. Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia V. ISBN: 979363167-8. Universitas Surakarta
- [3] Kariza A. Dea. 2015. "Ekstraksi Pektin dari Cincau Hijau (*Premna oblongifolia. Merr*) Untuk Pembuatan Gel Pengharum Ruang". Skripsi. Fakultas Teknik. UNNES
- [4] Kupchik, L.A., Kartel, N.T., Bogdanov, E.S., Bogdanova, O.V. and Kupchik, M.P. (2005). *Chemical modification of pectin to improve its sorption properties*. Russian Journal of



## 9<sup>th</sup> Industrial Research Workshop and National Seminar



Peran Penelitian dan Inovasi di Era Industri 4.0 Dalam Mewujudkan  
Pembangunan Berkelanjutan Menuju Kemandirian Bangsa

- applied chemistry. National University of Alimentary Technologies. Kiev. Ukraine. Vol.79. No.3.
- [5] L. Kurniasari, I. Riwayati, Suwardiyono. 2012, *PEKTIN SEBAGAI ALTERNATIF BAHAN BAKU BIOSORBEN LOGAM BERAT*. ft-UNWAHAS. Semarang. Momentum, Vol. 8, No. 1: 1- 5
- [6] Laeli Kurniasari, Indah Hartati, Nur Satik. 2014. *Aplikasi Low metoxil pektin (LMP) dari kulit pisang sebagai Biosorben Logam Cadmium*. Prosiding Seminar Nasional Aplikasi Sains & Teknologi (SNAST) ISSN: 1979-911X. Yogyakarta
- [7] M.Idham. et.al. 2009. *Pemanfaatan biosorben limbah kulit jeruk Peres dalam Pengolahan Limbah Logam Berat Kromium*. Makalah Pendamping. SN: KPK 2. Jurusan Teknik. UGM. Yogyakarta
- [8] Rachmawati K. Arinda. 2009. *Ekstraksi dan Karakterisasi pektin cincau hijau (prema Oblongifolia. Merr) untuk pembuatan edible film*. SKRIPSI. Fakultas Pertanian. UNS. Semarang
- [9] Schiewer Silke, Santos B. Patil. 2007. *Pectin-rich fruit waste as biosorbents for heavy metal removal: Equilibrium and kinetics*. Science Direct, Bioresource Technology 99. 1896-1903
- [10] Wong, W.W., Abbas F.M.A., Liong, M.T., Azhar, M.E., 2008, Modification of Durian Rind Pectin for Improving Biosorbent Ability, International Food Research Journal 15(3), 363-365