

## **Perbandingan Efektivitas Pektin Kulit Durian (*Durio zibethinus* L.) dan Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa acuminata* X *balbisiana* ABB Group) Sebagai Bioadsorben Logam Timbal**

Hesty Nuur Hanifah, Ginayanti Hadiesoebroto, Lingga Ardhana Reswari, Jenia A.V. do R.M. Neves

Jurusan Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Al-Ghifari, Jalan Cisaranten Kulon No.140, Bandung, 40293, Indonesia

\*Penulis korespondensi: [hesty.nuur@gmail.com](mailto:hesty.nuur@gmail.com)

DOI: <https://doi.org/10.24198/cna.v9.n2.35484>

**Abstrak:** Timbal merupakan salah satu logam berat yang banyak terdapat di dalam limbah cair yang berasal dari industri atau laboratorium. Logam Pb jika tidak diolah dengan baik akan menimbulkan pencemaran lingkungan serta meracuni makhluk hidup yang ada disekitarnya. Salah satu pengolahan limbah yang mengandung logam berat adalah penggunaan bahan-bahan biologis sebagai bioadsorben. Pektin merupakan salah satu senyawa yang terdapat pada dinding sel tumbuhan dan mempunyai banyak gugus fungsi, sehingga cocok untuk dijadikan sebagai bioadsorben logam Pb. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk membandingkan efektivitas bioadsorben dari pektin kulit durian dan pektin kulit pisang melalui penentuan pH optimum, waktu kontak optimum, dan dosis optimum. Penelitian menggunakan alat spektrofotometri serapan atom dengan panjang gelombang pada 283,3 nm. Hasil penelitian yang didapatkan adalah kondisi optimum pektin kulit durian sebagai bioadsorben berada di pH 3, waktu kontak optimum adalah 15 menit, dan massa optimum adalah 125 mg dengan efektivitas adsorpsi 71,74%. Sedangkan untuk pektin kulit pisang mempunyai pH optimum 3, waktu kontak optimum adalah 30 menit, dan massa optimum adalah 125 mg dengan nilai efektivitas sebesar 83,48%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa efektivitas pektin kulit pisang sebagai bioadsorben logam Pb lebih besar dari pada pektin kulit durian.

**Kata kunci:** logam Pb, bioadsorben, pektin, kulit durian, kulit pisang

**Abstract:** Lead is one of the heavy metals that are widely found in liquid waste from industry or laboratories. Pb metal if not processed properly will cause environmental pollution and toxic organism around it. One of the processing of waste containing heavy metals is by application of biological materials as bioadsorbents. Pectin is one of the compounds found in plant cell walls and has many functional groups, making it suitable as a bioadsorbent for Pb metal. The purpose of this study was to compare the effectiveness of the bioadsorbent of durian peel pectin and banana peel pectin by determining the optimum pH, optimum contact time, and optimum dose. The study used atomic absorption spectrophotometry at wavelength of 283.3 nm. The results obtained were the optimum condition of durian peel pectin as a bioadsorbent was at pH 3, the optimum contact time was 15 minutes, and the optimum mass was 125 mg with an adsorption effectiveness of 71.74%. Meanwhile, banana peel pectin has an optimum pH of 3, the optimum contact time is 30 minutes, and the optimum mass is 125 mg with an effectiveness value of 83.48%. Based on these results, it can be concluded that the effectiveness of banana peel pectin as a bioadsorbent for Pb metal is greater than durian peel pectin.

**Keywords:** Lead, bioadsorbent, pectin, durian peel pectin, banana peel pectin

### **PENDAHULUAN**

Limbah cair dari industri dan laboratorium seringkali mengandung logam berat. Logam berat merupakan zat yang beracun serta umumnya bersifat karsinogenik. Berbagai kegiatan manusia seperti penambangan logam, industri minyak dan pigmen, pembuatan pestisida dan industri penyamakan kulit dll sangat berpotensi menghasilkan limbah yang mengandung logam berat (Igwe & Abia 2006).

Tentunya ini sangat berbahaya karena terjadinya pencemaran lingkungan. Masih banyak laboratorium yang belum mempunyai sistem pengolahan limbah yang memadai. Maka dari itu perlu dilakukan suatu cara untuk mengatasi masalah tersebut dengan pengolahan limbah yang mudah dan ekonomis serta efisien. Salah satu pengolahan limbah yang mengandung logam berat adalah penggunaan bahan-bahan biologis sebagai adsorben. Proses ini kemudian

disebut sebagai bioadsorpsi. Bioadsorpsi menunjukkan kemampuan biomass untuk mengikat logam berat dari dalam larutan melalui langkah-langkah metabolisme atau kimia-fisika. Keuntungan penggunaan proses biosorption diantaranya adalah biaya yang relatif murah, efisiensi tinggi pada larutan encer, minimalisasi pembentukan lumpur, serta kemudahan prosesnya (Ashraf *et al.* 2010).

Berbagai alternatif bahan-bahan biologis dapat digunakan sebagai bahan baku biosorben. Bahan-bahan ini diantaranya adalah alga, fungi dan bakteri. Namun penggunaan mikroorganisme tersebut memiliki beberapa kendala diantaranya adalah sangat dipengaruhi oleh kontaminan lain serta adanya kebutuhan perawatan seperti pemberian nutrisi tambahan (Gardea-Torresdey *et al.* 2004). Hal ini cukup menjadi kendala mengingat di dalam perairan sangat mungkin terdapat berbagai kontaminasi (Kurniasari dkk 2012). Bahan biologis lain yang dapat digunakan sebagai bahan baku bioadsorben adalah limbah produk pertanian, merupakan limbah organik yang tentunya akan sangat mudah ditemukan dalam jumlah besar. Pemanfaatan dan penggunaan limbah pertanian sebagai bahan baku biosorben selain dapat membantu mengurangi volume limbah juga dapat memberdayakan limbah menjadi suatu produk yang mempunyai nilai jual. Oleh karena itu, potensi limbah pertanian cukup besar untuk digunakan sebagai bahan baku biosorben logam berat (Kurniasari 2010). Salah satu limbah pertanian yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku biosorben diantaranya adalah kulit buah-buahan.

Durian dan pisang merupakan komoditas buah unggulan Indonesia. Selama ini durian dan pisang hanya buahnya saja yang dikonsumsi dan dimanfaatkan, akibatnya seiring berjalan waktu limbah dari kulit durian dan pisang akan semakin meningkat dan pada akhirnya akan menjadi cemaran pada lingkungan. Maka, salah satu alternatif penanggulangan limbah kulit durian dan pisang adalah dimanfaatkan menjadi bioadsorben. Sebagian besar komponen kulit durian merupakan campuran dari polisakarida seperti selulosa, hemiselulosa, lignin, dan pektin (Wai *et al.* 2009) sedangkan kulit pisang kepek mengandung beberapa komponen kimia seperti selulosa, hemiselulosa, pektin dan gugus aktif amino, gugus hidroksil, gugus karboksil, yang dapat mengikat dan menarik logam berat pada biomassa-biomassa (Kurniasari dkk. 2012).

Komponen yang berperan dalam proses adsorpsi logam berat dengan adsorben bahan biologis adalah keberadaan gugus aktif yang ada di bahan tersebut. Gugus-gugus itu diantaranya adalah gugus acetamido pada kitin, gugus amino dan posphat pada asam nukleat, gugus amido, amino, sulfhidril dan karboksil pada protein dan gugus hidroksil pada polisakarida. Gugus-gugus inilah yang akan menarik dan mengikat logam pada biomasa (Ahalya *et al.* 2005).

Pektin merupakan salah satu senyawa yang terdapat pada dinding sel tumbuhan daratan. Pektin merupakan polimer dari asam D- galakturonat yang dihubungkan oleh ikatan 1,4 glikosidik dan banyak terdapat pada lamella tengah dinding sel tumbuhan, bila mengingat bahwa struktur komponen pektin juga banyak mengandung gugus aktif, maka pektin juga dapat digunakan sebagai salah satu sumber biosorben (Wong *et al.* 2008)

Mekanisme bioadsorben disebabkan oleh pertukaran ion dan pembentukan kompleks antara ion logam dengan ion kalsium yang terikat pada gugus karboksil gel pektin (Wong *et al.* 2008).

Pemisahan pektin dari jaringan tanaman dapat dilakukan dengan cara ekstraksi. Metode konvensional yang umum dilakukan untuk ekstraksi pektin adalah dengan pemanasan pada suhu 90 – 100°C menggunakan pelarut asam mineral, seperti HCl (Chan & Choo 2013; Swamy & Muthukumarappan 2017), asam sitrat (Methacanon *et al.* 2014; Shaha *et al.* 2013) dan asam sulfat (dengan lama waktu ekstraksi 1 – 5 jam (Chaharbaghi *et al.* 2017; Dranca & Oroian 2018; Woo *et al.* 2010; Ikhrom 2019).

Metode lain yang dapat digunakan untuk ekstraksi pektin adalah *microwave assisted extraction* (MAE). MAE menggunakan prinsip pemanasan dielektrik yang melibatkan radiasi microwave (Sandarani 2017). MAE mampu memberikan panas yang lebih merata sehingga mampu menghasilkan rendemen pektin lebih banyak dengan konsumsi energi yang rendah dalam waktu yang relatif singkat (Rahmati *et al.* 2019; Roodsamran & Sothornvit 2019; Swamy & Muthukumarappan 2017; Devianti dkk. 2019).

Pada penelitian ini dilakukan ekstraksi pektin dengan cara pemanasan langsung karena metode pemanasan langsung merupakan metode yang sederhana sehingga umum digunakan untuk produksi pektin. Sebelumnya telah dilakukan penelitian ekstraksi pektin menggunakan variasi pelarut asam yang menghasilkan pektin terbanyak, pelarut yang memenuhi kriteria adalah pelarut asam sulfat pada pH 3 (Ikhrom 2019). Asam sulfat merupakan pelarut yang kuat menghidrolisis protopektin dan merupakan pelarut yang baik untuk banyak reaksi (Sulihono dkk. 2012).

Derajat esterifikasi (*degree of esterification*/ DE) pektin menunjukkan persentase gugus karbonil yang diesterifikasi dengan methanol. Jika lebih dari 50% gugus karboksil dimetilasi, maka pektin yang dihasilkan tergolong *High Methoxyl Pectin* (HMP). Sedangkan jika kurang dari 50% yang dimetilasi, maka disebut *Low Methoxyl Pectin* (LMP). Pektin jenis HMP akan membentuk gel pada pH rendah dan dengan adanya padatan terlarut dalam jumlah besar. Gel yang terbentuk akan mudah larut dalam air sehingga pektin jenis HMP tidak bisa digunakan sebagai adsorben logam berat. Semakin rendah kadar metoksil pektin maka sifat pembentukan gel nya akan semakin berkurang, sehingga jenis pektin yang dapat

digunakan sebagai adsorben adalah LMP. LMP dapat dihasilkan dari HMP dengan proses demetilasi (Kurniasari *et al.* 2012). Berdasarkan latar belakang tersebut peneliti melakukan penelitian tentang perbandingan efektivitas pektin dari kulit durian dan kulit pisang kepok sebagai bioadsorben logam berat Pb (Timbal).

## BAHAN DAN METODE

### Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah kulit durian, H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>, Etanol 96%, Etanol 70%, aquadest, *aqua pro injection*, air limbah laboratorium farmasi dan bahan lain yang diperlukan.

### Pengumpulan Sampel

Kulit durian dan kulit pisang kepok diperoleh dari penjual buah-buahan dan olahan buah di daerah kota Bandung.

### Penyiapan Sampel

Kulit durian dan kulit pisang kepok yang telah dibersihkan, masing-masing dipotong tipis dan dikeringkan menggunakan oven pada suhu 45°C selama 12 jam. Kemudian dihaluskan dan diayak menggunakan mesh 100 untuk menyeragamkan bentuk. Sebanyak 30 g serbuk kulit durian dan kulit pisang kepok, masing-masing ditambah dengan aquadest dan H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> sesuai dengan variabel keasamaan pH 3, kemudian dipanaskan sampai suhu 90°C selama 5 jam. Setelah direfluks kemudian ekstrak disaring menggunakan kain saring dan didapat filtrat pektin. Kemudian filtrat ditambahkan etanol 96% sebanyak 100 mL, lalu diendapkan selama 6 jam. Endapan dipisahkan dari larutan dengan menggunakan kertas saring. Endapan lalu dicuci menggunakan etanol 70% untuk menghilangkan sisa asam. Pektin basah yang didapatkan dikeringkan dengan oven pada suhu 45°C, didapatkan pektin kering (Susanti *et al.* 2015).

### Identifikasi Pektin

Identifikasi organoleptis dilakukan dengan mengamati bentuk, warna, bau, dan rasa pektin kulit pisang. Selain itu dilakukan identifikasi reaksi warna dengan penambahan 2 tetes iodium pada sebagian kecil pektin kering dan melihat perubahan warna yang terjadi yaitu positif bila memberikan warna biru atau lembayung kemerahan (Musta 2018).

### Penentuan Kadar Metoksil

Sebanyak 250 mg pektin ditimbang, dimasukkan ke dalam labu Erlenmeyer 250 mL dan tambahkan dengan 1 mL etanol 70%. Aquadest sebanyak 50 mL dan 6 tetes indikator fenol merah ditambahkan. Campuran tersebut kemudian diaduk dengan cepat untuk memastikan bahwa semua substansi pektin telah terlarut dan tidak terdapat gumpalan yang menempel pada sisi labu.

Titrasi dilakukan perlahan-lahan dengan titran standar NaOH 0,1 N sampai warna campuran berubah menjadi merah muda (pH 7,5) dan tetap bertahan selama setidaknya 30 detik. Larutan tersebut dinetralkan yang kemudian digunakan untuk penentuan kadar metoksil.

Kadar metoksil dilakukan dengan menambahkan 25 mL NaOH 0,25 N dan indikator fenol merah kemudian dititrasi dengan titran NaOH 0,1 N hingga larutan berubah menjadi merah muda. Kadar metoksil dihitung dengan persamaan (1).

$$\text{Kadar metoksi(\%)} = \frac{V_{\text{NaOH}} \times N_{\text{NaOH}} \times 31}{W_{\text{sampel}}} \times 100\% \dots (1)$$

Dengan:  $V_{\text{NaOH}}$  = Volume NaOH (mL)  
 $N_{\text{NaOH}}$  = Normalitas NaOH  
 $W_{\text{sampel}}$  = Berat sampel (mg)  
31 = Bobot molekul metoksil

### Penentuan Kadar Air

Cawan petri dicuci, dikeringkan kemudian diberi label dan dipanaskan didalam oven selama 30 menit pada suhu 120°C, kemudian dimasukkan dalam desikator selama 30 menit. Kedalam cawan petri kosong dimasukkan 2 gram sampel, dan dipanaskan dalam oven pada suhu 105°C selama 2 jam, selanjutnya didinginkan dalam desikator kemudian ditimbang. Perlakuan diulang sebanyak 2 kali sampai diperoleh berat konstan (Yohana 2016). Kadar air dihitung dengan persamaan (2).

$$\text{Kadar air(\%)} = \frac{W_0 - W_1}{W_s} \times 100\% \dots (2)$$

Dengan:  $W_0$  = Berat awal (g)  
 $W_1$  = Berat akhir  
 $W_s$  = Berat awal bahan (g)

### Pembuatan Larutan Standar Timbal 100 ppm

Sebanyak 10 mL larutan induk logam timbal 1000 mg/L dimasukkan ke dalam labu takar 100 mL lalu diencerkan dengan aquadest sampai garis tanda lalu dihomogenkan.

### Pembuatan Kurva Standar

Sebanyak 0,1; 0,5; 1; 1,5 dan 2 mL larutan timbal 100 mg/L dimasukkan dalam 5 buah labu takar 10 mL kemudian diencerkan dengan aquadest sampai garis tanda dan dihomogenkan sehingga diperoleh larutan seri standar Timbal 1, 2, 3, 4, dan 5 mg/L. Larutan seri standar timbal diukur absorbansinya dengan menggunakan spektrofotometer serapan atom pada panjang gelombang yang sesuai untuk logam berat Timbal (Pb) 283,3 nm. Pengukuran absorbansi dilakukan sebanyak 3 kali.

### Verifikasi Metode

#### Uji Akurasi

Pengukuran dari larutan baku Pb dengan tiga level konsentrasi yaitu 1 ppm, 10 ppm, dan 20 ppm

dengan memipet larutan baku 100 ppm sebesar 0,1 mL, 1 mL, dan 2 mL lalu semua larutan diencerkan dengan aquadest dan dihomogenkan. Ketiga level konsentrasi kemudian dilakukan pengukuran absorbansinya pada panjang gelombang terpilih (logam Pb pada 283,3 nm) dengan replikasi sebanyak tiga kali. Nilai %recovery dihitung dengan persamaan (3). Untuk kontrol akurasi didapatkan pada kisaran antara 80% sampai dengan 120% (Harmita, 2004).

$$\% \text{Recovery} = \frac{A}{B} \times 100\% \dots (3)$$

Dengan: A = Konsentrasi Pb terukur  
B = Konsentrasi Pb sebelum pengukuran

### Uji Presisi

Mengukur satu level konsentrasi larutan baku yaitu 10 ppm dengan memipet larutan baku 100 ppm sebesar 1 mL, kemudian diencerkan dengan aquadest dan dihomogenkan. Pengukuran absorbansi dilakukan pada panjang gelombang terpilih (logam Pb pada 283,3 nm) dengan replikasi sebanyak enam kali. Untuk parameter presisi ditentukan dari nilai standar deviasi relatif (%RSD). Syarat %RSD pada Standar Nasional Indonesia (2004) untuk air dan air limbah pada logam Pb yaitu seharusnya dibawah 10%. Nilai %RSD dihitung dengan persamaan (4).

$$\% \text{RSD} = \frac{SD}{X} \times 100\% \dots (4)$$

Dengan: SD = Standar deviasi  
X = Kadar sampel rata-rata ( $\mu\text{g/mL}$ )

### Pengukuran Kadar Timbal (Pb) dari Air Limbah Laboratorium Farmasi Dengan Alat SSA

Sampel uji dihomogenkan dan dipipet 50 mL ke dalam erlenmeyer 100 mL, tambahkan 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat, panaskan perlahan-lahan sampai sisa volumenya 15 mL–20 mL, jika destruksi belum sempurna tambahkan lagi 5 mL  $\text{HNO}_3$  pekat, panaskan lagi (tidak mendidih). Lakukan proses ini secara berulang sampai semua logam larut, yang terlihat dari warna endapan dalam sampel uji menjadi agak putih atau sampel uji menjadi jernih Pindahkan ke dalam labu ukur 50 mL (saring bila perlu), tambahkan aquadest samapai tanda tera dan homogenkan, contoh uji siap diukur absorbansinya menggunakan spektrofotometri serapan atom (Shimadzu varian AA7000) dengan panjang gelombang 283,3 nm (Badan Stadarisasi Nasional 2009).

### Penentuan pH Optimum Pektin Kulit Durian dan Pektin Kulit Pisang Kepok

Sampel pektin kulit durian dan pektin kulit pisang kepok masing – masing 100 mg di tambahkan ke dalam larutan sampel 10mL limbah cair yang mengandung logam Pb. Selanjutnya dilakukan

pengadukan dengan magnetic stirrer pada pH yang berbeda – beda yaitu dari pH 2, 3, 4, 5, dan 6. Setelah selesai larutan dianalisis dengan AAS dan dilakukan replikasi masing-masing variasi pH sebanyak 3 kali (Philomina & Enoch 2012).

### Penentuan Waktu Pencampuran Optimum Pektin Kulit Durian dan Pektin Kulit Pisang Kepok

Sampel pektin kulit durian dan pektin kulit pisang kepok masing-masing 100 mg ditambahkan ke dalam larutan sampel 10 mL limbah cair yang mengandung logam Pb. Selanjutnya dilakukan pengadukan menggunakan magnetic stirrer pada waktu berbeda-beda yaitu dari 15, 30, 45, 60, dan 75 menit. Setelah selesai larutan dianalisis dengan AAS dengan melakukan replikasi masing-masing variasi waktu sebanyak 3 kali (Sanjaya & Agustine 2015).

### Penentuan Dosis Optimum Pektin Kulit Durian dan Pektin Kulit Pisang

Timbang sampel pektin kulit durian dan pektin kulit pisang kepok dengan variasi dosis yaitu 25, 50, 75, 100, dan 125 mg, ditambahkan pada 10 ml larutan sampel limbah Pb yang sebelumnya telah diatur pHnya berdasarkan pengukuran pH optimum. Kemudian dilakukan pengadukan dengan *magnetic stirrer* selama waktu kontak optimum. Setelah selesai lalu disaring dan dianalisis menggunakan AAS dengan melakukan replikasi masing-masing variasi sebanyak 3 kali (Putra dkk. 2019 dengan modifikasi).

### Analisis Data

Untuk membuat kurva baku, persamaan regresi linear dibuat berdasarkan data absorbansi dan konsentrasi dari larutan standar. Sehingga kadar ion logam Pb tersisa dalam sampel dapat dihitung dengan bantuan persamaan linear seperti ditunjukkan pada persamaan (5).

$$y = bx + a \dots (5)$$

Dengan: y = Absorban/serapan  
a = intersept  
x = konsentrasi  
b = slope

Jumlah logam timbal yang teradsorpsi dapat dihitung dengan persamaan (6).

$$Q = \frac{C_o - C_f}{M} \times V \dots (6)$$

Dengan: Q = jumlah logam timbal yang diserap (mg/g)  
C<sub>o</sub> = konsentrasi logam awal (mg/L)  
C<sub>f</sub> = Konsentrasi logam akhir (mg/L)  
V = Volume larutan  
M = Massa adsorben

Efektivitas adsorpsi logam timbal dapat dihitung dengan persamaan (7).

$$Ef(\%) = \frac{Y_i - Y_f}{Y_i} \times 100\% \dots (7)$$

Dengan: Ef = Efektivitas adsorpsi (%)  
 Yi = Kandungan logam berat timbal awal  
 Yf = Kandungan logam berat timbal akhir

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Determinasi Tanaman

Hasil determinasi dilakukan di Sekolah Ilmu dan Teknologi Hayati ITB menyatakan bahwa tanaman yang diuji adalah benar tanaman durian (*Durio zibethinus* L.) dan pisang kepok (*Musa acuminata* X *balbisiana* ABB Group).

### Kadar Air

Kadar air dari suatu bahan sangat berpengaruh terhadap masa simpan suatu bahan. Hal ini karena kadar air yang tinggi dapat menyebabkan adanya aktivitas mikroba sehingga bahan kurang tahan lama masa simpannya. Pengukuran kadar ini dilakukan untuk mengukur kandungan air yang terkandung dalam suatu simplisia dengan memperhatikan batasan rentang kadar air yang telah ditetapkan. Salah satu metode untuk menurunkan kadar air yaitu dilakukan proses pengeringan bahan terlebih dahulu sampai pada batas kadar air yang telah ditetapkan. Untuk penentuan kadar air dilakukan menggunakan alat *moisture balance* dengan berat simplisia sebesar 2 g.

Kadar air untuk pektin kulit durian sebesar 3,1%, sedangkan, untuk pektin kulit pisang kepok sebesar 4,2%. Kadar air pektin kulit durian dari penelitian Amanati & Anissa (2020) adalah 18,27- 28,63%. Kadar air pektin kulit pisang kepok dari penelitian yang dilakukan oleh Nadir & Risfani (2018) adalah 10,22 % dan 11,67%. Standar mutu kadar air yang telah ditetapkan oleh *International Pektins Procedur Association* (IPPA) (2001) adalah maksimal 12%.

Kadar air yang terlalu tinggi dapat dipengaruhi oleh derajat pengeringan dan kondisi penyimpanan pektin.

### Identifikasi Pektin

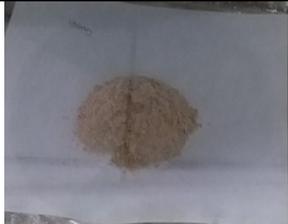
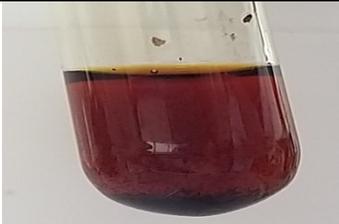
Secara organoleptis pektin kulit pisang yang didapatkan berupa serbuk halus, berwarna coklat muda, tidak berasa, dan tidak berbau. Sedangkan pektin kulit durian berupa serbuk kasar atau halus, berwarna putih kekuningan, hampir tidak berbau, mempunyai rasa musilago. Menurut Farmakope Indonesia Edisi IV (1995) pemerian pektin berupa serbuk kasar atau halus, berwarna putih kuning kecoklatan, dan hampir tidak berbau.

Pada uji identifikasi reaksi warna menggunakan larutan iodium, pektin kulit pisang kepok dan pektin kulit durian memberikan hasil warna berupa warna lembayung kemerahan (Tabel 1). Hasil ini sesuai dengan acuan yaitu merupakan hasil reaksi antara iodine dengan amilopektin dari pati (Musta 2018). Sehingga dapat dikatakan bahwa hasil ekstraksi yang didapatkan merupakan pektin dari kulit pisang kepok dan pektin dari kulit durian.

### Penentuan Kadar Metoksil Pektin

Kadar metoksil pektin didefinisikan sebagai jumlah metanol dalam pektin yaitu kadar metoksil pektin dipengaruhi oleh banyaknya gugus karboksil pada pektin yang mengalami esterifikasi dengan methanol (Roikah dkk. 2016). Pada penelitian ini kadar metoksil pektin kulit durian adalah 4,4 % dan pektin kulit pisang kepok adalah 6,3% sehingga dapat dikatakan bahwa kedua pektin tersebut adalah pektin dengan kadar metoksil rendah (LMP) yang dimana karena semakin rendah kadar metoksil maka sifat pembentukan jelli dari pektin akan semakin berkurang sehingga dapat digunakan sebagai suatu bioadsorben. Kadar hasil penelitian ini sesuai dengan acuan mutu yang ditetapkan IPPA untuk kadar metoksil rendah yaitu antara 2,5-7,12%. Syarat kandungan metoksil menurut standar mutu International Pectin Producers Association (2002) adalah pektin metoksi tinggi (HMP) lebih dari 7,12% dan pektin metoksi rendah (LMP) antara 2,5- 7,12%.

Tabel 1. Hasil identifikasi pektin kulit durian dan pektin kulit pisang kepok

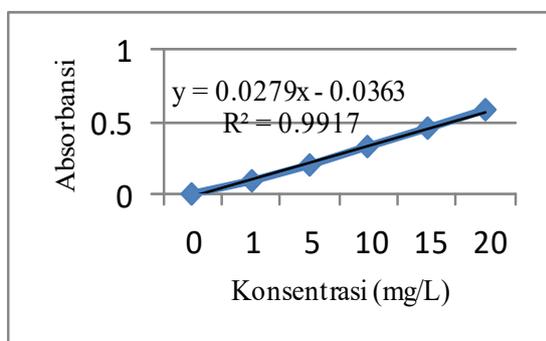
Organoleptis		Identifikasi pektin dengan reaksi warna
Pektin Kulit Durian	Pektin Kulit Pisang	
		
Pemerian : Serbuk halus, cokelat sangat muda, tidak berbau, dan agak berasa	Pemerian : Serbuk, berwarna kuning kecoklatan, tidak berbau, dan tidak berasa.	(+) : perubahan warna dari bening menjadi lembayung kemerahan

### Kurva Standar Pb

Kurva kalibrasi dilakukan menggunakan larutan standar Pb dengan konsentrasi 0 ppm, 1 ppm, 10 ppm, 15 ppm, dan 20 ppm yang kemudian diukur absorbansinya menggunakan alat spektrofotometri serapan atom (SSA). Data hasil ditunjukkan pada Tabel 2 dan Gambar 1.

**Tabel 2.** Data serapan larutan standar

Konsentrasi (ppm)	Absorbansi
0	0,0014
1	0,0819
5	0,1936
10	0,3273
15	0,4473
20	0,5869



**Gambar 1.** Grafik Hasil Kurva Standar Pb

Dari data pada kurva di atas (Gambar 1), diperoleh persamaan garis linear untuk larutan standar Pb yaitu  $y = 0.0279x - 0.0363$  dengan koefisien korelasi garis ( $R^2$ ) yaitu 0,9917. Nilai  $R^2$  yang mendekati angka 1 tersebut menunjukkan kurva kalibrasi linear dan terdapat hubungan antara konsentrasi larutan dengan nilai serapan yang diberikan (Azizah dkk. 2014). Hal ini sesuai dengan isi hukum Lambert-Beer yaitu semakin tinggi konsentrasi suatu zat maka semakin tinggi pula serapan absorbansi radiasi oleh atom bebas yang ada dalam larutan tersebut. Dengan demikian, dapat disimpulkan bahwa kurva dari data tersebut membentuk garis linear yang ideal sehingga penetapan kadar larutan standar Pb dapat terjamin keberadaannya.

### Verifikasi Metode

Uji akurasi dilakukan dengan tujuan untuk melihat derajat kedekatan hasil analisis dengan menggunakan kadar analit yang sebenarnya dengan menggunakan 3 variasi konsentrasi larutan standar Pb yaitu 1, 10, dan 20 ppm dengan melakukan replikasi 3 kali. Hasil dari pengujian tersebut yaitu didapatkan akurasi data berada pada rentang 80,16% - 103,8%. Nilai persen perolehan kembali tersebut tergolong baik, karena syarat perolehan kembali yang baik yang

ditetapkan menurut Harmita (2004) yaitu pada rentang 80% - 120%.

Sedangkan untuk uji ketelitian atau presisi, ditunjukkan oleh nilai standar deviasi (SD) atau nilai relative standard deviation (RSD) yang diberikan. Uji presisi dilakukan dengan menguji satu level konsentrasi larutan standar Pb yaitu pada konsentrasi 10 ppm dengan melakukan replikasi sebanyak 6 kali. Pengujian presisi didapatkan hasil yaitu %RSD sebesar 7,4%. Hasil ini dapat dikatakan memiliki ketelitian yang cukup karena berdasarkan syarat %RSD pada (SNI 2004) untuk air dan air limbah pada logam Pb seharusnya dibawah 10%.

### Penentuan pH Optimum Adsorpsi menggunakan Pektin Kulit Durian dan Pektin Kulit Pisang Kepok

Hasil penetapan pH optimum untuk pektin kulit durian dan kulit pisang kepok sebagai bioadsorben dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil pH optimum yang didapatkan untuk pektin kulit durian adalah pH 4 dengan efektivitas adsorpsi logam Pb sebesar 60,55%, sedangkan untuk pektin kulit pisang diperoleh pada pH 3 dengan efektivitas adsorpsi logam Pb sebesar 59,02%. Penelitian yang dilakukan oleh Putra dkk. (2019), menunjukkan hal yang sama yaitu pH optimum dari kulit pisang kepok adalah pH 3.

Keasaman mempengaruhi kemampuan muatan pada situs aktif atau gugus fungsi yang mana ion  $H^+$  akan berkompetisi dengan ion logam  $Pb^{2+}$  untuk berikatan dengan situs aktif adsorben. Pada pH tinggi (konsentrasi  $H^+$  semakin kecil) dan kompetisi antara ion  $H^+$  dan logam makin berkurang sehingga jumlah logam teradsorpsi akan semakin besar (Lestari & Trihadiningrum 2019). Mekanisme pertukaran ini terjadi pada saat gugus-gugus karboksilat (COOH) dalam struktur bioadsorben kulit pisang mengalami deprotonasi akibat hadirnya ion hidroksida (OH), sehingga gugus karboksilat menjadi bermuatan negatif (COO-) yang sangat reaktif untuk berikatan dengan ion Pb. Oleh sebab itu, adsorpsi dari logam Pb pada biomassa dengan medium air, mekanisme pembentukan ikatan hidrogen memberikan kontribusi yang besar (Tangio 2013).

**Tabel 3.** Hasil data variasi pH pektin kulit pisang kapok

pH	Pektin Kulit Durian		Pektin Kulit Pisang	
	Q (mg/g)	Ef (%)	Q (mg/g)	Ef (%)
2	0,5323	48,57	0,483	36,098
3	0,6183	56,41	0,789	59,02
4	0,6636	60,55	0,609	45,49
5	0,6539	59,66	0,635	47,48
6	0,5967	54,44	0,716	53,54

Berdasarkan data pada Tabel 3, efektivitas adsorpsi pada awalnya kecil dan semakin meningkat dengan kenaikan pH larutan hingga sampai pada suatu kondisi pH dimana efektivitas adsorpsinya akan kembali menurun. Hal ini dapat disebabkan oleh keberadaan ion  $H^+$  dalam larutan asam. Pada kondisi pH 2 efektivitas adsorpsi masih rendah karena logam Pb berkompetisi dengan ion  $H^+$  untuk berikatan dengan gugus fungsi pada permukaan adsorben. Kemudian penyerapan logam akan semakin meningkat dengan naiknya kondisi pH dalam larutan karena konsentrasi ion  $H^+$  akan semakin berkurang dengan naiknya pH larutan. Kondisi optimum dicapai pada saat pengikatan ion Pb oleh gugus fungsi adsorben telah mengalami kejenuhan dan penyerapannya akan kembali menurun. Menurut Kristiyani dkk. (2012) pada saat pH larutan melewati pH optimumnya penyerapan akan berkurang karena pada pH yang semakin tinggi terdapat lebih banyak ion OH sehingga bereaksi dengan ion-ion logam dan menyebabkan ion logam mulai mengendap sehingga Pb yang terserap oleh bioadsorben menjadi semakin sedikit.

#### Penentuan Waktu Kontak Optimum Adsorpsi menggunakan Pektin Kulit Durian dan Pektin Kulit Pisang Kepok

Waktu kontak merupakan salah satu faktor yang dapat mempengaruhi persentase adsorpsi Pb oleh suatu adsorben. Hasil penetapan waktu kontak optimum untuk pektin kulit durian dan kulit pisang kepok sebagai bioadsorben dapat dilihat pada Tabel 4. Hasil dari penentuan waktu kontak optimum pada pektin kulit durian diperoleh pada waktu 15 menit dengan efektivitas adsorpsi sebesar 80,37%, sedangkan untuk pektin kulit pisang kepok diperoleh pada menit ke 30 dengan persentase penurunan kadar Pb masing-masing yaitu sebesar 89,28%.

**Tabel 4.** Hasil data variasi waktu kontak pektin kulit durian dan kulit pisang kepok

Waktu Kontak (Menit)	Pektin Kulit Pisang			
	Pektin Kulit Durian		Pektin Kulit Pisang	
	Q (mg/g)	Ef (%)	Q (mg/g)	Ef (%)
15	16,536	80,37%	1,27	53,65
30	14,679	71,67%	2,12	89,28
45	14,179	69,23%	1,95	82,31
60	14,237	69,51%	1,74	73,28
75	13,895	67,84%	1,66	70,16

Dari tabel 4 bisa dilihat bahwa setelah melewati waktu kontak optimum, efektivitas adsorpsi pektin kulit durian dan pisang dalam menyerap logam Pb semakin menurun. Hal ini disebabkan karena setelah adsorpsi mencapai titik optimum maka selanjutnya akan terjadi proses penguraian yang disebut desorpsi

sehingga jumlah logam Pb yang terserap oleh pektin akan menurun (Kristiyani dkk., 2012).

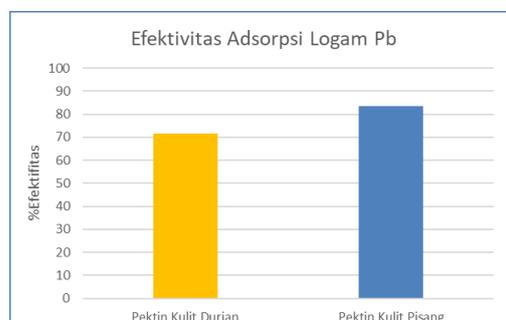
#### Penentuan Dosis Optimum Adsorpsi menggunakan Pektin Kulit Durian dan Pektin Kulit Pisang Kepok

Hasil penetapan dosis optimum untuk pektin kulit durian dan kulit pisang kepok sebagai bioadsorben dapat dilihat pada Tabel 5.

**Tabel 5.** Hasil variasi dosis optimum pektin kulit durian dan kulit pisang kepok

Dosis (mg/10ml)	Pektin Kulit Durian		Pektin Kulit Pisang	
	Q (mg/g)	Ef (%)	Q (mg/g)	Ef (%)
25	0,7003	68,67%	1,46	45,82
50	0,7226	70,86%	2,32	72,55
75	0,7226	70,86%	2,46	77,21
100	0,7302	71,60%	2,50	78,43
125	0,7316	71,74%	2,67	83,48

Hasil penyerapan optimum pektin kulit durian dan kulit pisang kepok didapatkan pada dosis 125 mg dengan persentase efektifitas adsorpsi logam timbal oleh kulit durian sebesar 71,74 % dan 83,48% untuk kulit pisang kepok. Konsentrasi bioadsorben akan berpengaruh terhadap persentase hasil penyerapan logam Pb dalam limbah cair. Semakin tinggi konsentrasi adsorben yang ditambahkan menyebabkan permukaan adsorben semakin besar pula sehingga adsorbat yang teradsorpsi akan semakin banyak (Naiya *et al.* 2009). Maka semakin tinggi konsentrasi adsorben yang digunakan semakin tinggi pula efisiensi penyerapan terhadap ion logam (Nurhasni dkk. 2014). Hal ini karena dengan bertambahnya konsentrasi adsorben akan bertambah pula jumlah partikel dan luas permukaan adsorben sehingga menyebabkan jumlah tempat mengikat ion logam juga bertambah sehingga efisiensi penyerapannya pun meningkat (Refilda dkk. 2001).



**Gambar 2.** Grafik Perbandingan Efektivitas Pektin Kulit Durian dan Kulit Pisang Kepok Sebagai Bioadsorben Logam Pb

Berdasarkan Gambar 2 bisa dilihat bahwa efektivitas pektin kulit pisang kepok lebih besar

efektivitasnya dalam mengadsorpsi logam Pb (timbangan) yang terkandung dalam limbah cair.

## KESIMPULAN

Hasil penelitian yang didapatkan adalah kondisi optimum pektin kulit durian sebagai bioadsorben logam Pb berada di pH 3, waktu kontak optimum adalah 15 menit, dan massa optimum adalah 125 mg dengan efektivitas adsorpsi 71,74%. Sedangkan untuk pektin kulit pisang mempunyai pH optimum 3, waktu kontak optimum adalah 30 menit, dan massa optimum adalah 125 mg dengan nilai efektivitas sebesar 83,48%. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa efektivitas pektin kulit pisang sebagai bioadsorben logam Pb lebih besar dari pada pektin kulit durian

## DAFTAR PUSTAKA

- Ahalya, N., Ramachandra, T., & Kanamad, R. (2005). Biosorption of heavy metals. *Research Journal of Chemistry And Environment*. **7(4)**: 71- 79.
- Amanati, L & Anissa. (2020). Ekstraksi pektin dari kulit durian (*Durio zibethinus*) untuk industri makanan. *Jurnal Teknologi Proses dan Inovasi Industri*. **5(2)**: 33-36.
- Arunakumara, K.K.I.U., Walpola, B.C. & Yoon, M.H. (2013). Banana peel: A green solution for metal removal from contaminated waters. *Korean Journal of Environmental Agriculture*. **32(2)**: 108-116.
- Ashraf, M.A, Maah, M.J. & Yusoff, I. (2010). Study of banana peel (*Musa sapientum*) as a cationic biosorbent. *American-Eurasian Journal of Agricultural and Environmental Science*. **8(1)**: 7-17.
- Azizah, D.N., Kumolowati, E. & Faramayuda, F. (2014). Penetapan kadar flavonoid metode  $AlCl_3$  pada ekstrak metanol kulit buah kakao (*Theobroma cacao* L.). *Kartika Jurnal Ilmiah Farmasi*. **2(2)**: 45-49.
- Badan Stadarisasi Nasional (BSN). (2009). SNI.6989-8-2009. Cara Uji Timbal (Pb) Dengan Spektrofotometri Serapan Atom (SSA) Flame. Jakarta.
- Chaharbaghi, E., Khodaiyan, F. & Hosseini, S.S. (2017). Optimization of pectin extraction from pistachio green hull as a new source. *Carbohydrate Polymers*. **173**: 107-113.
- Chan, S.Y. & Choo, W.S. (2013). Effect of extraction conditions on the yield and chemical properties of pectin from cocoa husks. *Food Chemistry*. **141(4)**: 3752-3758.
- Dranca, F. & Oroian, M. (2018). Extraction, purification and characterization of pectin from alternative sources with potential technological applications. *Food Research International*. **113**: 327-350.
- Gardea-Torresdey, J.L., De La Rosa, G. & Peralta-Videa, J.R. (2004). Use of phytofiltration technologies in the removal of heavy metals: A review. *Pure and Applied Chemistry*. **76(4)**: 801-813.
- Harmita, H. (2004). Petunjuk pelaksanaan validasi metode dan cara Perhitungannya. *Majalah Ilmu Kefarmasian*. **1(3)**: 117-135
- Igwe, J. & Abia, A.A. (2006). A bioseparation process for removing heavy metals from waste water using biosorbents. *African Journal of Biotechnology*. **5(12)**: 1167-1179.
- Ikhrom, K. (2019). Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin Bersumber dari Albedo Durian (*Durio zibethinus* L.) Menggunakan Metode Refluks. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Universitas Al-Ghifari. Bandung.
- IPPA (International Pektins Procedur Association. (2001). What is Pektin. [http://www.ippa.info/history\\_of\\_Pektin.html](http://www.ippa.info/history_of_Pektin.html)
- Kristiyani, D., Susatyo, E.B. & Prasetya, A.T. (2012). Pemanfaatan zeolit abu sekam padi untuk menurunkan kadar ion  $Pb^{2+}$  pada air sumur. *Indonesian Journal of Chemical Science*. **1(1)**: 13-19.
- Kurniasari, L. (2010). Pemanfaatan mikroorganisme dan limbah pertanian sebagai bahan baku biosorben logam berat. *Jurnal Momentum*. **6(2)**: 5 - 8.
- Kurniasari, L., Riwayati, I., & Suwardiyono. (2012). Pektin sebagai alternatif bahan baku biosorben logam berat. *Jurnal Momentum*. **8(1)**: 1- 5.
- Lestari, P. & Trihadiningrum, Y. (2019). The impact of improper solid waste management to plastic pollution in Indonesian coast and marine environment. *Marine Pollution Bulletin*. **149**: 110505.
- Musta, R. (2018). Waktu optimum hidrolisis pati limbah hasil olahan ubi kayu (*Manihot esculenta* Crantz var. Lahumbu) menjadi gula cair menggunakan enzim  $\alpha$ -amilase dan glukamilase. *Indonesian Journal of Chemical Research*. **5 (2)**: 498-507.
- Nadir, M. & Risfani, E.I. (2018). Pengaruh waktu terhadap ekstraksi pektin dari kulit pisang kepok dengan metode *microwave assisted extraction* (MAE). *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*. 92-98.
- Naiya, T.K., Chowdhury, P., Bhattacharya, A.K. & Das, S.K. (2009). Saw dust and neem bark as low-cost natural biosorbent for adsorptive removal of Zn(II) and Cd(II) ions from aqueous solutions. *Chemical Engineering Journal*. **148(1)**: 68-79.
- Nurhasni, N., Hendrawati, H. & Saniyyah, N. (2010). Penyerapan ion logam Cd dan Cr dalam air limbah menggunakan sekam padi. *Jurnal Kimia Valensi*. **1(6)**: 310-318.
- Philomina, J.S. & Enoch, I.V. (2012). Adsorption of ferric ions on to banana peel carbon and tapioca peel carbon activated by microwave, thermal,

- and chemical means. *Journal IJAPBC*. **1(4)**: 540-545.
- Putra, I.P.K.A., Narwati, N., Hermiyanti, P. & Trisyanti, H. (2019). Bioadsorben kulit pisang kepok (*Musa acuminata* L.) dalam menurunkan kadar timbal (Pb) pada larutan Pb. *Jurnal Penelitian Kesehatan Suara Forikes*. **10(1)**: 1-7.
- Rahmati, S., Abdullah, A. & Kang, O.L. (2019). Effects of different microwave intensity on the extraction yield and physicochemical properties of pectin from dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peels. *Bioactive Carbohydrates and Dietary Fibre*. **18**: 100186.
- Refilda, M.S., Zein, R. & Munaf, E. (2001). Pemanfaatan ampas tebu sebagai bahan alternatif pengganti penyerap sintetik logam-logam berat pada air limbah. FMIPA. Universitas Andalas. Padang.
- Rodsamran, P., & Sothornvit, R. (2019). Microwave heating extraction of pectin from lime peel: Characterization and properties compared with the conventional heating method. *Food Chemistry*. **278**: 364–372.
- Roikah, S., Rengga, W.D.P., Latifah, L. & Kusumastuti, E (2016). Ekstraksi dan karakterisasi pektin dari belimbing wuluh (*Averrhoa bilimbi*, L). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*. **5(1)**: 29-36.
- Sandarani, M.D.J.C. (2017). A review: Different extraction techniques of pectin. *Journal of Pharmacognosy & Natural Products*. **3(3)**: 1-5.
- Sanjaya, A.S. & Agustine, R.P. (2015). Studi kinetika adsorpsi Pb menggunakan arang aktif dari kulit pisang. *Konversi*. **4(1)**: 17-24.
- Shaha, R.K., Punichelvana, Y.N.A. & Afandi, A. (2013). Optimized extraction condition and characterization of pectin from kaffir lime (*Citrus hystrix*). *Research Journal of Agriculture and Forestry Sciences ISSN*. **2320**: 6063.
- Sulihono, A., Tarihoran, B. & Agustina, T.E. (2012). Pengaruh waktu, temperatur, dan jenis pelarut terhadap ekstraksi pektin dari kulit jeruk bali (*Citrus maxima*). *Jurnal Teknik Kimia*. **18(4)**: 1-8.
- Susanti, D., Lailatul, F., Khornia, D.L., Hanifa, A.A., Purba, C., Februana, H., & Hartati, I. (2015). Pelarut terbaik dalam pembuatan pektin dari limbah albedo durian (*Durio zibethinus* Murray) dengan menggunakan metode MAE (*Microwave Assisted Extraction*). Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi ke-6. **1(1)**: 23-26.
- Swamy, G.J. & Muthukumarappan, K. (2017). Optimization of continuous and intermittent microwave extraction of pectin from banana peels. *Food Chemistry*. **220**: 108–114.
- Tangio, J. (2013). Adsorpsi logam timbal dengan menggunakan biomassa eceng gondok (*Eichhornia crassipes*). *Jurnal Entropi*. **8(1)**: 108-114.
- Wai, W.W., Alkarkhi, A.F. & Easa, A.M. (2009). Optimization of pectin extraction from durian rind (*Durio zibethinus*) using response surface methodology. *Journal of Food Science*. **74(8)**: C637-C641.
- Wong, W.W., Abbas, F.M.A., Liong, M.T. & Azhar, M.E. (2008). Modification of durian rind pectin for improved biosorbent ability. *International Food Research Journal*. **15(3)**: 363-365.
- Woo, K.K., Chong, Y.Y., Li Hiong, S.K. & Tang, P.Y. (2010). Pectin extraction and characterization from red dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*): A preliminary study. *Journal of Biological Sciences*. **10(7)**: 631-636.
- Yohana, R. (2016). Karakteristik Fisiko Kimia dan Organoleptik Minuman Serbuk Instan dari Campuran Buah Pepino (*Solanum muricatum* Aiton.) dan Sari Buah Terung Pirus (*Cyphomandra betacea* Sent.). Skripsi. Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Andalas. Padang.