

PEMANFAATAN PEKTIN DARI KULIT JERUK MANIS SEBAGAI BIOSORBEN DALAM MENURUNKAN KADAR TEMBAGA (Cu) PADA LIMBAH CAIR INDUSTRI *ELEKTROPLATING*

Embun¹, Ainil Fithri Pulungan²
Program Studi S1 Farmasi STIKes Imelda Medan

Article Info

Keywords:

Pectin
Copper Cu
Orange Peel
Biosorption

ABSTRACT

The waste treatment method that is cheap and environmentally friendly is the biosorption method with biosorbents from sweet orange peels. The reduction of copper metal (Cu) can be done by the biosorption process using Pectin biosorbent. The purpose of this study was to determine the ability of pectin as a biosorbent in reducing copper metal (Cu) in the Electroplating Industry. The biosorption process was carried out continuously with a biosorbent weight of 10 grams. The independent variable in this study was the discharge variable (195 ml / minute, 230 ml / minute, 260 ml / minute), while the dependent variable was the concentration of Cu. Samples were taken at 4, 24, 44, 64, 84, 104, and 124 minutes. Initial Cu concentration in electroplating industrial wastewater was 15.12 mg / l. The results showed that the highest reduction efficiency of the three variations of discharge occurred in the 64th minute, namely 78.3%, 65.54%, 44.37%, respectively for the discharge of 195 ml / minute, 230ml / minute, and 260 ml / minute. The discharge variation affects the reduction of Cu in electroplating industrial wastewater, the smaller the flow rate the longer the residence time, the better Cu reduction.

This is an open access article under the [CC BY-SA](https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/) license.



Corresponding Author:

Ainil Fithri Pulungan,
Program Studi S1 Farmasi,
STIKes Imelda Medan,

Jl. Bilal No. 52 Kelurahan Pulo Brayan Darat I Kecamatan Medan Timur, Medan - Sumatera Utara.

Email: ainilfithri240@gmail.com

1. INTRODUCTION

Logam berat merupakan sumber pencemar yang sangat membahayakan bagi lingkungan. Beberapa contoh logam berat yang beracun bagi manusia adalah: arsen (As), cadmium (Cd), tembaga (Cu), timbal (Pb), merkuri (Hg), nikel (Ni), dan seng (Zn). Logam berat berbahaya karena dapat mengganggu kehidupan organisme di lingkungan jika keberadaannya melampaui ambang batas. Logam-logam berat ini juga mengancam kesehatan manusia karena dapat menjadi senyawa toksik bila melampaui ambang batas dan berada dalam tubuh manusia.

Bebagai upaya dilakukan dalam penanggulangan masalah logam berat ini, seperti metode *fotoreduksi*, penukaran ion (resin), pengendapan, elektrolisis dan *biosorpsi* serta mengembangkan semua metode tersebut dalam kerangka yang ramah lingkungan. Ada beberapa metode dalam pengolahan limbah cair yang mengandung logam berat seperti metode pengendapan, elektrolisis, dan solidifikasi. Metode-metode tersebut masih memiliki beberapa kelemahan, misalnya dalam elektrolisis yang membutuhkan energi yang besar. Salah satu metode pengolahan limbah yang murah dan ramah lingkungan adalah metode biosorpsi dengan Biosorben dari kulit jeruk manis.

Salah satu Biosorben yang dapat dimanfaatkan sebagai penyerap logam adalah pektin. Pektin memiliki daya serap terhadap logam berat seperti tembaga dan seng. Pektin dapat diekstraksi menggunakan pemanasan selama 4 jam pada suhu 90°C dengan penambahan asam klorida 0,1 N. Filtrat yang diperoleh diendapkan menggunakan etanol asam (HCl 4% dalam etanol 95%) dan kemudian dicuci beberapa kali menggunakan etanol 95% (Wong, dkk., 2008).

Jeruk merupakan salah satu buah yang dapat dikonsumsi secara langsung atau diolah menjadi produk pangan. Dari berbagai pengolahan tersebut dapat dihasilkan sampah kulit yang dibuang begitu saja, padahal bagian tersebut masih memiliki kandungan senyawa yang bermanfaat diantaranya pektin, minyak atsiri, dan limonen. Menurut Johnson dan Peterson (1978), dalam Lubis (2003), kandungan pektin pada kulit jeruk berkisar antara 35-40%, sehingga dapat disimpulkan bahwa kulit jeruk memiliki kandungan pektin yang cukup tinggi dan potensial untuk dijadikan bahan baku dalam pembuatan pektin. Selain itu, pemanfaatan kulit jeruk juga merupakan salah satu usaha untuk meningkatkan nilai tambah dari jeruk.

2. RESEARCH METHOD

Penelitian (Eksperimen) ini dilakukan di Laboratorium STIKes Imelda. Jenis penelitian (Eksperimen) ini merupakan penelitian (Eksperimen) sungguhan (*true experiment*) yaitu untuk mengetahui pengaruh antara variabel-variabel yang diteliti. Diharapkan dengan variasi debit aliran menggunakan Biosorben dari jeruk siam serta waktu pengambilan sampel effluent, ada pengaruh terhadap penurunan kadar Tembaga (Cu) dalam air limbah industri Elektroplating.

Variabel-Variabel

- a. Variabel bebas (*Independent variabel*)
Adalah variabel yang diperkirakan akan mempengaruhi variabel terikat. Dalam penelitian (Eksperimen) ini variabel bebas adalah variasi debit aliran.
- b. Variabel terikat (*Dependent variable*)
Adalah variabel yang diperkirakan akan mengalami perubahan akibat pengaruh variabel bebas. Variabel terikat dalam penelitian (Eksperimen) ini adalah penurunan kadar Tembaga (Cu).
- c. Variabel Kendali
Variabel kendali adalah variabel yang mengendalikan hubungan antara variabel bebas dengan variabel terikat. Variabel kendali dalam penelitian (Eksperimen) ini adalah berat pektin jeruk siam.

Analisis Data

Data yang diperoleh yaitu berupa konsentrasi logam tembaga awal dan akhir setelah pengontakan dari masing-masing perlakuan. Untuk perhitungan konsentrasi logam tembaga yang telah terserap oleh paktin digunakan dengan persamaan sebagai berikut:

$$C_{\text{terserap}} = C_{\text{awal}} - C_{\text{sampling}}$$

(Volesky, 1994:104 dalam Mudassir, Biosorpsi dan Katalis 1999), Sedangkan untuk persentasi penyerapan, dihitung dengan menggunakan persamaan Al-fawwaz et al., 2008: 941): sebagai berikut:

$$\% \text{ penyerapan} = \frac{c_{\text{terserap}}}{c_{\text{awal}}} \times 100\%$$

Keterangan :

- C terserap = konsentrasi logam terserap (mg/l)
C awal = konsentrasi logam sebelum pengontakan (mg/l)
C akhir = konsentrasi logam setelah pengontakan (mg/l)

Perumusan Hipotesa

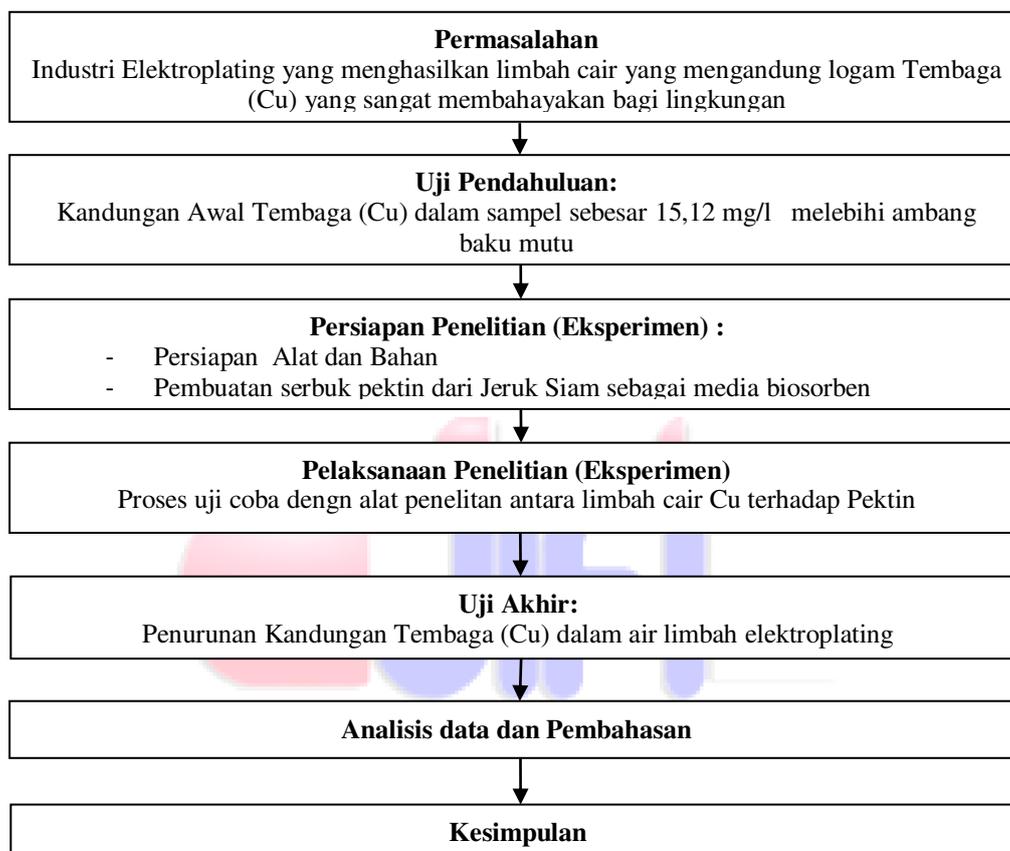
Hipotesa untuk penelitian (Eksperimen) ini adalah sebagai berikut:

Ho= Pektin dari kulit jeruk dengan variasi debit aliran yang berbeda tidak dapat mempengaruhi penurunan kadar Tembaga (Cu) pada limbah cair Industri Elektroplating.

Ha= Pektin dari kulit jeruk dengan variasi debit aliran yang berbeda dapat mempengaruhi penurunan kadar Tembaga (Cu) pada limbah cair Industri Elektroplating.

Diagram Alir Penelitian

Diagram alir penelitian (Eksperimen) digambarkan pada gambar di bawah ini:



Gambar 1. Bagan Alir Penelitian (Eksperimen)

Prosedur Penelitian (Eksperimen)

Alat

1. Blender
2. Oven
3. Wadah
4. Cawan
5. Mesh 180
6. Kertas Saring

Bahan

1. Kulit jeruk manis 5,7 Kg
2. Etanol 95%
3. HCl
4. Alkohol 80 %

Tahapan Pembuatan Pektin

• Tahapan Ekstraksi

Ampas kulit jeruk yang sudah kering dicuci terlebih dahulu dan ditimbang kemudian dihancurkan dengan menggunakan blender dengan menambahkan air seperlunya sehingga ampas dapat menjadi bubur. Metode yang digunakan untuk mengekstrak pektin kulit jeruk manis dilakukan dengan menggunakan ekstraksi asam yaitu asam klorida. Ekstraksi pektin buahan dilakukan pada kisaran pH 1.5 sampai 3.0 dengan suhu pemanasan 60–100°C. Selama setengah jam sampai satu setengah jam (Towle dan Christensen, 1973).

• Tahapan pengendapan

Proses pengendapan pektin merupakan suatu proses pemisahan pektin dari larutannya. Filtrat yang dikentalkan kemudian di diamkan pada suhu kamar kemudian dilakukan pengendapan pektin dengan menambahkan etanol 95% yang telah di asamkan dengan menambahkan 2 ml asam klorida pekat per satu liter Etanol. Proses pengendapan dilakukan selama 12 jam. Endapan

pektin yang terbentuk kemudian disaring dengan menggunakan kain saring tebal untuk memisahkan endapan pektin dari larutan etanol dengan air.

- Tahapan pencucian

Pencucian pektin dari kulit jeruk yang telah terendap dengan alkohol 80% sampai bebas khlorida. Pemisahan endapan pektin dengan menggunakan alkohol, bekas cucian dilakukan dengan kain saring tebal kemudian di peras. Salah satu tujuan pencucian pektin adalah untuk menghilangkan khlorida yang ada pada pektin.

- Tahapan pengeringan

Ekstraksi pektin adalah pengeringan endapan pektin. Pengeringan dilakukan pada tekanan yang rendah agar pektin tidak terdegradasi. Pengeringan pektin dapat menggunakan oven dengan suhu 60⁰ selama 8 jam keadaam vakum. Setelah itu tepung pektin yang sudah kering kemudian di timbang dengan berat 4,56 mg.

3. RESULTS AND ANALYSIS

Kualitas Sampel (Air Limbah Tembaga)

Sampel yang digunakan pada penelitian (Eksperimen) ialah air limbah tembaga yang diambil dari salah satu industri Elektroplating di Kota Bandar Lampung.

Tabel 1. Kualitas Air Limbah Cair Tembaga

No	Parameter	Satuan	Hasil Analisis	Baku Mutu Pergub lampung No.07 2010	Metode
1	Tembaga (Cu)	mg/l	15,12	2-3	AAS

Penurunan Kandungan Tembaga (Cu) debit 195 ml/menit

Penelitian ini menggunakan limbah cair elektroplating dengan debit 195 ml/menit. Proses biosorpsi dalam penelitian (Eksperimen) ini dilakukan secara kontinyu. Massa adsorben yang digunakan ialah 10 gram pektin. Debit masuk diatur sebesar 195 ml/menit dengan waktu detensi adalah 4 menit (td=4 menit). Waktu pengambilan sampel pada aliran keluar adalah menit ke- 4, 24, 44, 64, 84, 104, dan 124. Hasil penelitian (Eksperimen) disajikan dalam Tabel 2.

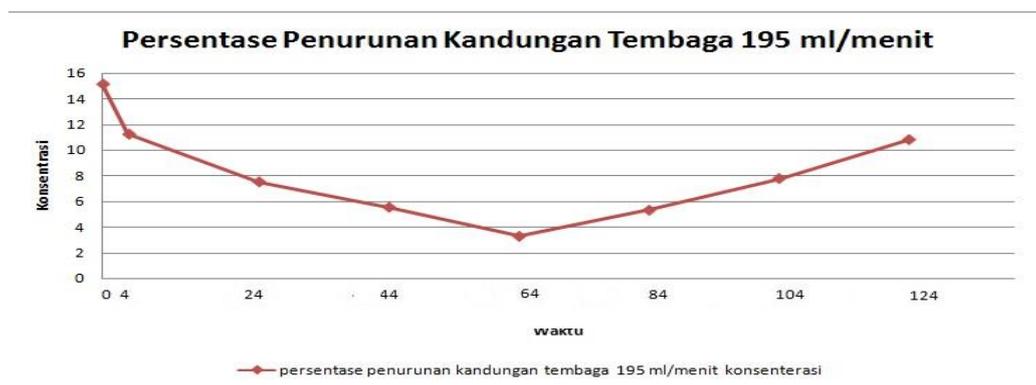
Tabel 2. Persentase Penurunan Kandungan Tembaga (Cu) debit 195 ml/menit

No	Waktu (menit)	Konsentrasi Cu Awal(mg/l)	Konsentrasi akhir Cu (mg/l)	Persentase Penurunan (%)
1	0	15,12	15,12	-
2	4	15,12	11,23	25,72
3	24	15,12	7,52	50,26
4	44	15,12	5,54	63,35
5	64	15,12	3,28	78,3
6	84	15,12	5,31	64,88
7	104	15,12	7,78	48,54
8	124	15,12	10,81	28,5

Sumber: Data Primer, 2015.

Keterangan:

$$\text{Persentase Penurunan} = \frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$$



Gambar 2. Hubungan Lama Waktu Biosorpsi Dengan Konsentrasi Cu Pada Debit 195 ml/Menit

Dari grafik diatas dapat dilihat pada menit ke-0 hingga menit ke-64 pada debit aliran 195 ml/menit, proses biosorpsi lebih besar dari proses desorpsi. Kesetimbangan biosorpsi terjadi pada sekitar menit ke-64 dimana kecepatan proses biosorpsi sama dengan proses desorpsi, Pada kondisi percobaan dengan debit 195 ml/menit, penurunan Cu terjadi pada menit ke- 64 konsentrasi menjadi 3,28 mg/l presentase penurunan Cu pada kondisi ini sebesar 78,3%. Pada menit ke-64hingga menit ke-124 kemampuan adsorben mulai mengalami penurunan sehingga proses biosorpsi lebih kecil dari proses desorpsi. Hal ini disebabkan karena rongga pada adsorben pektin mulai terisi penuh dengan logam Cu.

Pada awalnya laju biosorpsi cukup besar karena permukaan masih kosong. Namun setelah kontak semakin lama, permukaan terisi oleh logam Cu semakin banyak dan luas daerah kosong menyusut, sehingga laju biosorpsinya ikut menurun (Purwantiningsih dkk, 2009).

Penurunan Kandungan Tembaga (Cu) Debit 230 ml/menit

Penelitian ini menggunakan limbah cair elektroplating dengan debit 195 ml/menit didapat waktu tinggal 3,6 menit. Hasil penelitian (Eksperimen) pada penelitian (Eksperimen) debit 230 ml/menit disajikan dalam Tabel 3.

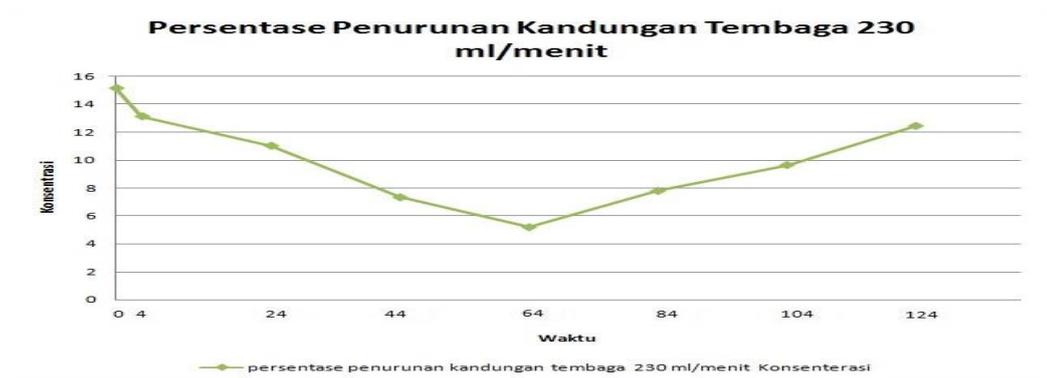
Tabel 3. Persentase Penurunan Kandungan Tembaga (Cu) 230 ml/menit

No	Waktu (menit)	Konsentrasi Cu Awal (mg/l)	Konsentrasi Akhir Cu (mg/l)	Persentase Penurunan (%)
1	0	15,12	15,12	-
2	4	15,12	13,15	13,09
3	24	15,12	11,02	27,11
4	44	15,12	7,34	51,45
5	64	15,12	5,21	65,54
6	84	15,12	7,8	48,41
7	104	15,12	9,6	36,5
8	124	15,12	12,43	17,79

Sumber : Data Primer, 2015.

Keterangan : Persentase Penurunan = $\frac{\text{Konsentrasi awal} - \text{konsentrasi akhir}}{\text{konsentrasi awal}} \times 100\%$

Hubungan lama waktu biosorpsi dengan konsentrasi Cu pada debit aliran 230 ml/menit disajikan dalam gambar dibawah ini.

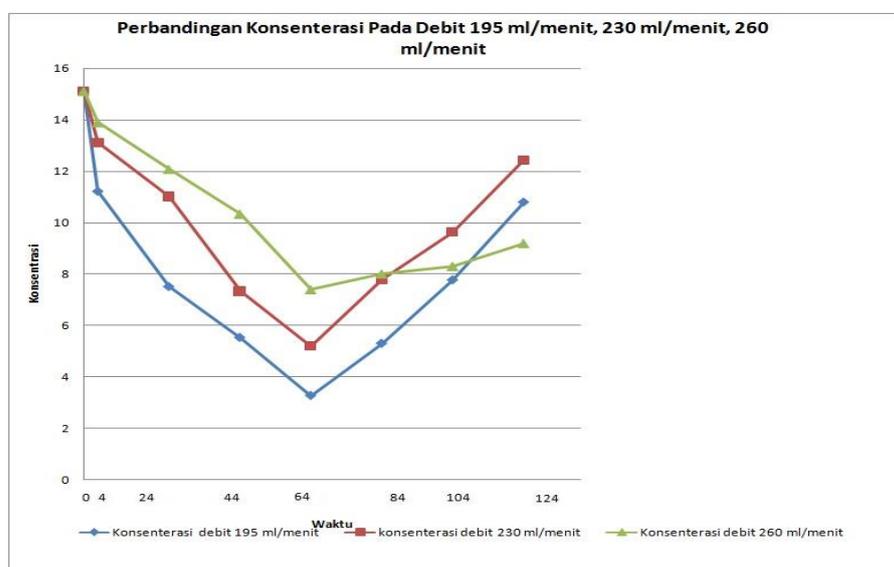


Gambar 3. Hubungan Lama Waktu Biosorpsi Dengan Konsentrasi Cu Debit 230 ml/menit

Seperti pada kondisi percobaan dengan debit 230 ml/menit, pada percobaan dengan kondisi debit 260 ml/menit pada menit 0-64 biosorpsi lebih besar dari desorpsi, pada menit ke-64 terjadi kesetimbangan dimana laju biosorpsi sama dengan laju desorpsi, dan pada menit 64-124 laju biosorpsi lebih kecil dari proses desorpsi. Penurunan Cu yang terjadi pada menit ke-64, konsentrasi Cu menjadi 7,4 mg/l dengan persentasi penurunan 51,04 %.

Pengaruh Debit Terhadap Penurunan Cu

Penentuan kondisi yang akan digunakan dalam aplikasi skala nyata dengan cara membandingkan hasil-hasil dari penelitian (Eksperimen) yang dilakukan dengandebit aliran 195 ml/menit, 230 ml/menit, 260 ml/menit. Dasar untuk menentukan kondisi yang akan digunakan ialah konsentrasi *effluenter* baik. Perbandingan hasil penelitian (Eksperimen) dengan menggunakandebit 195 ml/menit, 230 ml/menit, 260 ml/menit disajikan dalam gambar 4.



Gambar 4. Hubungan Lama Waktu Biosorpsi Dengan Debit 195 ml/menit, 230 ml/menit, 260 ml/menit

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa kondisi yang terbaik adalah kondisi pada debit 195 ml/menit, dimana penurunan Cu menjadi 3,28 mg/l dan persentase penurunan sebesar 78,3%, hal ini dikarenakan waktu tinggal pada debit 195 ml/menit merupakan waktu tinggal yang paling lama, yaitu 4 menit. Semakin kecil waktu tinggal maka laju biosorpsi kurang baik dan semakin besar waktu tinggal maka semakin baik laju biosorpsi.

4. CONCLUSION

Dari hasil penelitian (pengujian) menggunakan adsorben pektin limbah kulit jeruk untuk pengolahan air limbah industri Elektroplating dapat disimpulkan bahwa:

1. Pemanfaatan pektin dari limbah kulit jeruk berpotensi dalam menurunkan kandungan tembaga pada air limbah Industri Elektroplating.
2. Pada debit aliran 195 ml/menit penurunan tertinggi pada menit 64 dengan kadar Cu pada air limbah Industri Elektroplating sebesar 3,28 mg/l serta efisiensi penurunan sebesar 78,3%.
3. Pada debit aliran 230 ml/menit penurunan tertinggi pada menit 64 dengan kadar Cu pada air limbah Industri Elektroplating sebesar 5,21 mg/l serta efisiensi penurunan sebesar 65,54%.
4. Pada debit aliran 260 ml/menit penurunan tertinggi pada menit 84 dengan kadar Cu pada air limbah Industri Elektroplating sebesar 6,8 mg/l serta efisiensi penurunan sebesar 44,37%.
5. Perbedaan variasi debit yang digunakan berpengaruh terhadap kecepatan laju aliran air, semakin kecil debit semakin lama kontak dengan pektin dan akan lebih tinggi kemampuan pektin untuk menurunkan logam Cu. Penurunan Limbah Cu yang tertinggi pada penelitian (pengujian) terjadi pada debit aliran 195 ml/menit dengan waktu 64 menit dengan kadar Cu dalam air limbah Industri Elektroplating sebesar 3,28 mg/l serta efisiensi penurunan sebesar 78,3%.

SARAN

1. Dalam penelitian selanjutnya sebaiknya digunakan mesh yang lebih besar untuk menyaring serbuk pektin yang akan digunakan.
2. Perlunya penelitian lebih lanjut untuk penggunaan asam dan jenis pengendap yang berbeda.

REFERENCES

- Albrigo, L. G dan R. D Carter. *Structure of Citrus Fruit in Reaction to Processing* di dalam S. Nagy, P. E. Shaw, dan M. K. Veldhuis (eds). Citrus Science and Technology Volume I. The AVI Publishing Company Inc. West Point, Connecticut.
- Alloway, B.J. dan Ayres, D.C. (1993). *Chemical Principles of Environmental Pollution*. London: Chapman and Hall.
- Darmono. (1995). *Logam dalam Biologi Makhluk Hidup*. Jakarta: Universitas Indonesia Press.
- Dinu, D. (2001). *Extraction and Characterization of Pectins from Wheat Bran*. Roumanian Biotechnology Letter, 6: 37-43.
- Glicksman. dalam Hariyati (1969). *Gum Technology in The Food Industry*. New York: Academic Press.
- Guichard, E. S., A. Issanchou., Descovieres dan P. Etievant. dalam Hariyati. (1991). *Pectin Concentration, Molekular Weight and Degree of Esterification. Influence on Volatile Composition and Sensory Characteristic of Strawberry Jam*. J. Food Science, 56:1621
- Hwang, Jae-Kwan; Kim, Chul-Jin and Kim, Chong-Tai. (1998). *Extrusion of Apple Pomace Facilitates Pectin Extraction*. Journal of Food Science, 63:841-844.
- Kalapathy, U. dan A. Proctor. dalam Hariyati. (2001). *Effect of Acid Extraction and Alcohol Precipitation Conditions on The Yield and Purity of Soy Hull Pectin*. Food Chemistry 73 : 393 – 396.
- Kupchick, L. A., Kartel, N.T., Bogdanov, E.S., Begdanova, O. V., and Kupchick, M. P. (2005). *Chemical Modification of Pectin to Improve It's sorption properties*. Russian Journal of Applied chemistry. 79 (3). 457.
- Lubis, M. A. (2003). *Pengaruh Jumlah Pengendapan dan Alat Pengering pada Proses Pembuatan Pektin Berbahan Baku Kulit Jeruk Manis*. Skripsi. Jakarta: Institut Pertanian Bogor.
- May, C. D. dalam Hariyati. (1990). *Industrial Pectins: Sources, Production, and Application*. Carbohydrate Polymer. 12: 79-84.
- McCready, R.M. (1965). *Extraction of The Pectin From The Citrus Peels and Preservation of Pectin Acid. Method Carbohydrate*. Chem 8:167-170.
- Pagán, J.; Ibarz, A.; Llorca M.; Pagán A. and Barbosa-Cánovas G. V. (2001). *Extraction and characterization of pectin from stored peach pomace*. Food Research International, 34: 605-612..
- Ranganna, S. (1977). *Manual of Analysis of Fruit and Vegetable Products*. New Delhi: McGraw Hill.
- Rouse, A. H. (1977). *Pectin: Distribution, Significance*. Di dalam Nagy, S., P. E. Shaw dan M.K. Veldhuis (eds). Citrus Science and Technology Volume 1. The AVI Publishing Company Inc, Westport, Connecticut.
- Rouse dan Crandal. dalam Hariyati. (1978). *Pectin Content of Lime and lemon Peel as Extracted by Nitric Acid*. Di dalam Attri, B.L. dan Maini. 1996. Pectin from Galgal (Citrus pseudolimon Tan.) Peel. Bioresources Technology, 55: 89-91.
- Sarwono, B. dalam Hariyati. (1994). *Jeruk dan Kerabatnya*. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Smith dan Bryant. (1968). *Properties of Pectin Fraction Separated on Diethylaminoethyl-Cellulose Columns*. Di dalam Nelson, D.B., C.J.B. Smith dan R.L. Wiles. 1977. Commercially Important Pectic Substances. AVI Publ. Inc., Westport, Connecticut.
- Suradi, K., 1984. *Ekstraksi, Isolasi dan Karakterisasi Pektin dari Beberapa Jenis Kulit Jeruk*. Thesis Pasca Sarjana. Institut Pertanian Bogor, Bogor.

- Syah, M. N. 2010. *Daya Serap Pektin Dari Kulit Buah Durian (Durio zibethinus) Terhadap Logam Tembaga dan Seng. Skripsi*. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Towle, G.A. dan O. Christensen. 1973. *Pectin*. Di dalam R.L Whistler (ed.) *Industrial Gum*. Academic Press, New York.
- Wilats, J. William. G.T., Paul K. and Jorn D.M. dalam Hariyati 2006. *Pectin: New Insights Into and Old Polymer Are Starting To Gel*. *Journal of Trends in Food Science & Technology*. 97-104.
- Winarno, F. G. dalam Hariyati 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Penerbit PT Gramedia Pustaka Utama. Jakarta.
- 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.
- <http://biosorption.mcgill.ca/BT/BTbrief.htm>. Anonim. (2003). akses web 22 juni 2016
- http://www.iptek.net.id/ind/warintek/pengolahan_pangan_idx.php.doc=6d26, Dewan Ilmu Pengetahuan, Teknologi dan Industri Sumatra Barat. dalam Hariyati. (2004). *Pektin Markisa*. diakses 22 juni 2016.
- <http://arjournals.annualreviews.org/doi/abs/10.1146/annurev.bi.20.070151.000435>, Commitee Food Chemical Codex. dalam Hariyati. (1996). *Pectins*. diakses 29 juni 2016
- http://www.herbstreithfox.de/pektin/forschungundentwicklungforschung_entwicklung04a.html, Herbstreith, K dan G. Fox. 2005. *Pectin*. diakses 29 juni 2016
- [http://www.cpkelco.com/Ptalk/ptalk,Hoejgaard, S. \(2004\). *Pectin Chemistry, Functionality, and Applications*](http://www.cpkelco.com/Ptalk/ptalk,Hoejgaard, S. (2004). Pectin Chemistry, Functionality, and Applications), diakses 29 juni 2016
- http://www.ippa.info/history_of_pektin.htm, IPPA (International Pectins Procedures Association). 2002. *What is Pectin*. diakses 22 juni 2016
- <http://pikiranrakyat.com/cetak/0904/02/cakrawala/lainnya03.htm>, Kurniasih, Nia. dalam Hariyati 2004. *Jeruk Kurangi Resiko Kanker*, diakses 22 juni 2016.