

**EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBAHAN *HIGH METHOXYL PECTIN* DAN *LOW METHOXYL PECTIN***

**SKRIPSI**

Diajukan Untuk Memenuhi Sebagian Dari Persyaratan Mendapatkan Gelar  
Sarjana Sains Program Studi Kimia



Diusulkan oleh:

Ayu Dwi Rahmayanti

1600861

**PROGRAM STUDI KIMIA**

**DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA**

**FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

**BANDUNG**

**2020**

Ayu Dwi Rahmayanti, 2020

***EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI EDIBLE FILM BERBAHAN HIGH METHOXYL PECTIN DAN LOW METHOXYL PECTIN***

Universitas Pendidikan Indonesia | [repository.upi.edu](https://repository.upi.edu) | [perpustakaan.upi.edu](https://perpustakaan.upi.edu)

**EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBAHAN *HIGH METHOXYL PECTIN* DAN *LOW METHOXYL PECTIN***

Oleh:

Ayu Dwi Rahmayanti

1600861

Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Departemen Pendidikan Kimia

Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Ayu Dwi Rahmayanti

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2020

Hak Cipta dilindungi Undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin penulis.

**AYU DWI RAHMAYANTI**

**EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI *EDIBLE FILM* BERBAHAN *HIGH METHOXYL PECTIN* DAN *LOW METHOXYL PECTIN***

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



Drs. Ali Kusrijadi, M. Si.  
NIP. 195711231984031001

Pembimbing II



Dr. Siti Aisyah, M.Si  
NIP. 197509302001122001

Mengetahui,

Kepala Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI



Dr. Hendrawan, M.Si.  
NIP. 196310291987031001

## ABSTRAK

Ekstraksi dan karakterisasi *edible film* berbahan *High Methoxyl Pectin (HMP)* dan *Low Methoxyl Pectin (LMP)* dilakukan berbasis studi literatur dengan metode *narrative review* yaitu studi yang dipilih dibandingkan dan dirangkum berdasarkan teori dan model yang ada. Hasil didasarkan pada aspek kualitatif daripada aspek kuantitatif. Sumber data yang digunakan merupakan data sekunder yang didapat dari studi literatur mengenai hal-hal yang terkait dengan ekstraksi dan karakterisasi *edible film* berbahan dasar HMP dan LMP. Berdasarkan hasil studi literatur, ekstraksi untuk memperoleh HMP dan LMP secara umum dipengaruhi oleh faktor jenis pelarut, pH dan suhu. Jenis pelarut yang digunakan untuk ekstraksi pektin adalah senyawa asam baik senyawa asam organik maupun anorganik. Akan tetapi, senyawa asam anorganik akan menghasilkan *yield* yang lebih tinggi. Berdasarkan rentang pH, pada kisaran pH rata-rata 2,0 atau 3,0 akan diperoleh HMP. Sedangkan, pada pH rendah dibawah 2,0 diperoleh LMP. Berdasarkan suhu, pada kisaran suhu dibawah 45<sup>0</sup>C dan diatas suhu 85<sup>0</sup>C akan diperoleh LMP. Sedangkan, pada kisaran suhu 70-85<sup>0</sup>C akan diperoleh HMP. Metode pembuatan *edible film* pada dasarnya menggunakan metode yang sama, namun *edible film* berbahan dasar LMP dengan kadar kalsium rendah dilakukan penambahan senyawa yang mengandung ion Ca<sup>2+</sup>. Karakterisasi *edible film* HMP dan LMP terdiri dari ketebelan *film*, sifat mekanik dan analisis SEM yang di analisis secara kualitatif. Pada LMP, memiliki nilai kerapatan *film* dan nilai sifat mekanik yang lebih besar daripada HMP. Berdasarkan hasil analisis SEM, LMP menghasilkan morfologi *film* yang relatif lebih halus dan tidak terdapat rongga daripada HMP.

**Kata kunci:** *Edible Film*, HMP, LMP

## ABSTRACT

*Extraction and characterization edible film made from High Methoxyl Pectin and Low Methoxyl Pectin was carried out based on literature studies with the narrative review method, the selected studies were compared and summarized based on existing theories and models. Results are based on qualitative aspects rather than quantitative aspects. The data source used is secondary data obtained from literature studies on matters related to the extraction and characterization of HMP and LMP based edible films. Based on the results of literature studies, extraction to obtain HMP and LMP is generally influenced by the type of solvent, pH, and temperature. The type of solvent used for pectin extraction is an acidic compound, both organic and inorganic acid compounds. However, inorganic acid compounds will produce a higher yield. Based on the pH range, at an average pH range of 2.0 or 3.0 HMP will be obtained, whereas, at low pH values below 2.0, LMP is obtained. Based on the temperature, in a temperature range below 45°C and above 85°C, LMP will be obtained. Meanwhile, in the temperature range 70-85°C, HMP will be obtained. The method of making edible films basically uses the same method, however, edible films made from LMP with low calcium degree are added with compounds containing  $Ca^{2+}$  ions. Analysis of characteristics HMP and LMP edible films consisted of film thickness, mechanical properties, and SEM analysis which were analyzed qualitatively. LMP had a film density value and mechanical properties that were greater than HMP. Based on the results of SEM analysis, LMP produced a relatively smoother film morphology and have a little porous than HMP.*

**Keywords: Edible Film, HMP, LMP**

## DAFTAR ISI

ABSTRAK .....	iii
<i>ABSTRACT</i> .....	iv
KATA PENGANTAR .....	v
UCAPAN TERIMAKASIH .....	vi
DAFTAR ISI .....	viii
DAFTAR TABEL .....	x
DAFTAR GAMBAR .....	xi
BAB I .....	1
PENDAHULUAN .....	1
1.1. Latar Belakang .....	1
1.2. Rumusan Masalah .....	3
1.3. Tujuan Kajian .....	3
1.4. Manfaat Kajian .....	4
1.5. Struktur Organisasi Skripsi .....	4
BAB II .....	5
TINJAUAN PUSTAKA .....	5
2.1. Pektin .....	5
2.2.1. Senyawa Pektin .....	5
2.2.2. Struktur Kimia Pektin .....	6
2.2.3. Jenis Pektin .....	10
2.2.4. Kegunaan Pektin .....	12
2.2.5. Ekstraksi Pektin .....	13
2.2. Ekstraksi .....	14
2.3.1. Definisi Ekstraksi .....	14
2.3.2. Jenis-jenis Ekstraksi .....	14
2.3.3. Metode Ekstraksi .....	17
2.3.4. Faktor yang Mempengaruhi Mutu Ekstrak .....	18
2.3. <i>Edible Film</i> .....	18

2.3.1.	Definisi <i>Edible Film</i> .....	19
2.3.2.	Komponen Penyusun <i>Edible Film</i> .....	20
2.3.3.	Faktor-Faktor yang Mempengaruhi Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	22
2.3.4.	Sifat-Sifat Fisik dan mekanik <i>Edible Film</i> .....	23
2.3.5.	Mekanisme Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	24
BAB III .....		26
METODE PENELITIAN.....		26
3.1.	Deskripsi Penelitian.....	26
3.2.	Bagan Alir Penelitian .....	26
3.3.	Tahapan Penelitian .....	27
3.4.1.	Penelusuran Studi Literatur.....	27
3.4.2.	Seleksi Studi Literatur.....	27
3.4.3.	Tabulasi Studi Literatur.....	27
3.4.4.	Analisis Data Studi Literatur.....	31
3.4.	Abstraksi Studi Literatur .....	31
BAB IV .....		41
HASIL DAN PEMBAHASAN.....		41
4.1.	Ekstraksi Pektin dari Berbagai Sumber Bahan Alami.....	41
4.2.	Pembuatan <i>Edible Film</i> .....	55
4.3.	Karakterisasi Sifat Fisik dan Morfologi <i>Edible Film</i> dari HMP dan LMP 59	
4.3.1.	Ketebalan.....	59
4.3.2.	Sifat Mekanik .....	62
4.3.3.	Analisis SEM .....	64
BAB V.....		67
SIMPULAN DAN SARAN .....		67
5.1.	Kesimpulan.....	67
5.2.	Saran.....	67
DAFTAR PUSTAKA .....		69
RIWAYAT PENULIS .....		79

## DAFTAR PUSTAKA

- A. Femenia, P. Garcí'a-Pascual, S. Simal and C. Rossello'. (2008). "Carbohydr". *Polym.* Vol, 51 : 397–405.
- A. Tuhuloula, L. Budiyarti, E. N. Fitriana. (2013). "Karakterisasi Pektin dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi". *Konversi.* Vol 2(1) (2013) 21-27.
- Akili, M.S, Ahmad U, dan Suyatma NA. (2012). "Karakteristik Edible film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang. J.". *Keteknikan Pertanian.* Vol. 26. No. 1
- Albersheim, P., Darvill, A. G., O'Neill, M. A., Schols, H. A., and Voragen, A. (1996). "An hypothesis: the same six polysaccharides are components of the primary cell walls of all higher plants. In Pectins and Pectinases (J.Visser and A.G.J.Voragen, Eds.)." *Elsevier*, Amsterdam. pp. 47-53.
- Andriasty, V., Praseptiangga, D. and Utami, R. (2015). "Pembuatan Edible Film Dari Pektik Kulit Pisang Raja Bulu (*Musa Sapientum* var *Paradica baker*) Dengan Penambahan Minyak Atsiri Jahe Emprit (*Zingebir officinale* var. *amarum*) Dan Aplikasinya Pada Tomat Cherry (*Lycopersiconesculentum* var. *cerasiforme*)". *Jurnal Teknosains Pangan*, 4(4), pp. 1–7.
- Astuti, A. W. (2011). "Pembuatan Edible Film Dari Semirefine Carrageenan (Kajian Konsentrasi Tepung SRC dan Sorbitol)." *Tesis.* Jawa Timur : UPN.
- Ayu Arimpi and Setiaty Pandia. (2019). "Pembuatan Pektin dari Limbah Kulit Jeruk (*Citrus Senesis*) dengan Metode Ekstraksi Gelombang Ultrasonik menggunakan Pelarut Asam Sulfat ( $H_2SO_4$ )". *Jurnal Teknik Kimia USU*, 8(1), pp. 18–24. doi: 10.32734/jtk.v8i1.160.
- B. Hastuti. (2016). "Pektin dan Modifikasinya untuk Meningkatkan Karakteristik sebagai Adsorben". *Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VIII*, 157-170.
- Braverman. (1949). "Citrus Product". *Interscience Publisher.* Inc, New York.

Halaman 43.

**Ayu Dwi Rahmayanti, 2020**

**EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI EDIBLE FILM BERBAHAN HIGH METHOXYL PECTIN DAN LOW METHOXYL PECTIN**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu



- Caplin M. (2004). *Pectin*. Jakarta : PT Raja Grafindo Persada.
- Caffall, K. H., and Mohnen, D. (2009). “The structure, function, and biosynthesis of plant cell wall pectic polysaccharides”. *Carbohydr. Res.* Vol. 344(14), 1879-1900.
- Christiania. (2008). “Pengaruh Pelapisan dengan Edible Coating Berbahan Baku Karagenan Terhadap Karakteristik Buah Stroberi ( *Fragaria nilgerrenensis* ) Selama Penyimpanan pada Suhu  $5^{\circ}\text{C} \pm 2^{\circ}\text{C}$ ”. *Skripsi*. Jatinangor : Universitas Padjajaran Teknologi Industri Pertanian.
- D. Constenla dan J.E. Lozano. (2003). “Kinetic Model of Pectin Demetylation”. *latin American Applied Ressearch* 33.
- D. Rodrigo, C. Corte’s, E. Clynen, L. Schoofs, A. V. Loey and M. Hendrickx. (2006). *Food Res. Int.*, 39, 440–448.
- Darni, Y. *et al.* (2017). “Comparative Studies of The Edible Film Based on Low Pectin Methoxyl with Glycerol and Sorbitol Plasticizer”. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 6(2), pp. 158–167. doi: 10.15294/jbat.v6i2.9707.
- Departemen Kesehatan RI, (2014). *Farmakope Indonesia Edisi V*. Jakarta : Direktorat Jendral Pengawasan Obat dan Makanan.
- Diredja, D. , (1996). *Mempelajari Pengaruh Penambahan Sodium Karboksimetilselulosa terhadap Karakteristik Edible film dari Protein Bungkil Kedelai*. Fateta: IPB
- Enny, K. B. S., Jariah and Dhenok, D. H. (2014). “Karakteristik edible film dari pati ubi jalar dan gliserol”. *Jurnal Rekapangan*. Vol.8(2) : 128-135.
- Esposito, M. *et al.* (2016) “Polyamines as new cationic plasticizers for pectin-based edible films”. *Carbohydrate Polymers. Elsevier Ltd.*, 153, pp. 222–228. doi: 10.1016/j.carbpol.2016.07.087.
- Fraeye, I. *et al.* (2007) “Influence of pectin properties and processing conditions on thermal pectin degradation”. *Food Chemistry*, 105(2), pp. 555–563. doi: 10.1016/j.foodchem.2007.04.009.

- Gallaher, C. M., J. Munion, R. Jr. Hesslink., J. Wise, dan D. Gallaher. (2000). "Cholesterol Reduction by Glucomannan and Chitosan is Mediated by Changes in Cholesterol Absorption and Bileacid and Fat Excretion in Rats. The Journal of Nutrition". Presented in part at *Experimental Biologys* 99, April 1999, Washington, DC.
- Geankoplis, C. J., (1993). *Transport Processes and Unit Operations*. 3rd ed. New Jersey: Prentice-Hall International Inc.
- Gennadios, A. dan C.L. Weller. (1990). "Edible Film and Coatings From Wheat and Corn Protein". *Food Tech.*
- Glicksman, M. (1969). "Gum Technology in Food Industry". *academic Press*. New York.
- Gontard, N., Guilbert, S., Cuq, J.L. (1993). "Water and Glycerol as Plasticizer Affect Mechanical and Water Barrier Properties at an Edible Wheat Gluten Film". *J. Food Science*. 58 (1): 206-211.
- González-Seligra, P. *et al.* (2017) "Influence of extrusion process conditions on starch film morphology". *Lwt*, 84(June), pp. 520–528. doi: 10.1016/j.lwt.2017.06.027.
- Gouveia, T. I. A. *et al.* (2019). "Food Hydrocolloids A new approach to develop biodegradable films based on thermoplastic pectin". *Food Hydrocolloids*. Elsevier Ltd, 97(March), p. 105175. doi: 10.1016/j.foodhyd.2019.105175.
- H. F. Linskens and J. F. Jackson. (2012). "Plant cell wall analysis". *Springer*, Berlin.
- Han, J.H. (2005). "Innovations in Food Packaging". *Elsevier Ltd*.
- Hariyati, M.N. (2006). *Ekstraksi dan Karakterisasi Pektin dari Limbah Proses Pengolahan Jeruk Pontianak (Citrus Nobilis Var Microcarpa)*. Bogor : Institut Pertanian Bogor.
- Hart, Harold *et al.* (2003). *Kimia Organik*. Jakarta : Penerbit Erlangga.

- Herawan, C. D. (2015). “Sintesis dan Karakteristik Edible Film dari Pati Kulit Pisang Dengan Penambahan Lilin Lebah (Beeswax) (Universitas Negeri Semarang)”. Retrieved from Krochta, J. M., E. A. Baldwin, dan M. O. Nisperos-Carriedo. 1994. “Edible Coating and Film to Improve Food Quality”. New York : *Technomic Publishing Company*.
- Herdigenarosa, Muren. (2013). “Pembuatan Edible Coating dari Pektin Kulit Buah Jeruk Bali (*Citrus maxima*) dengan Variasi Sorbitol sebagai Plasticizer”. *Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga*. Yogyakarta.
- Hui, Y. H. (2006). “Handbook of Food Science, Technology, and Engineering Volume I”. *CRC Press*. USA.
- Inngjerdingen KT, Patel TR, Chen X, Kenne L, Allen S, Morris GA, Harding SE, Matsumoto T, Diallo D, Yamada H, Michelsen TE et al. (2007). “Immunological and Structure Properties of a Pectic Polymer From *Glinus Oppositifolius*”. *Glycobiology*, 17:1299-1310.
- IPPA (International Pectins Procedures Association). (2002). “What is pectin”. [http://www.ippa.info/history\\_of\\_pektin.htm](http://www.ippa.info/history_of_pektin.htm) . Diunduh tanggal 30 April 2020.
- Ishii, T. (1999). “Structure and functions of feruloylated polysaccharides”. *Plant Sci*. 127(2), 111-127.
- Junmahasathien, T. *et al.* (2018) “Preparation and evaluation of metronidazole-loaded pectin films for potentially targeting a microbial infection associated with periodontal disease”. *Polymers*, 10(9). doi: 10.3390/polym10091021.
- J. J. Barlow, A. P. Mathias, R. Williamson and D. B. Gammack. (1963). “Biochem”. *Biophys. Res. Commun.*, 13, 61–66.
- Jackson CL, Dreaden TM, Theobald LK, Tran NM, Beal TL, Eid M, Gao MY, Shirley RB, Stoffel MT, Kumar MV, Monhen D. (2007). “Pectin Induces Apoptosis in Human Prostate Cancer Cell: Corelation of Apoptocic with Pectin Structure”. *Glycobiology*, 17:805-819.
- Jarvis MC, Apperley DC. (1995). “Chain Conformation in Concentrated Pectic Gels : Evidence from <sup>13</sup>C NMR”. *Carbohyd Res*. 275: 131-145.

- Judd, PA., and Truswell, A.S, (1985). “The Hypocholesterolemic Effect of Oat Bran, Oat Gum and Pectin on Lipid Metabolism of Cholesterol Fed Rats”. *Ntur. Rep. Int.* 24:1093
- K. Ishii, A. Teramoto, H. Kuwada, Y. Jibu, M. Tabuchi, M. Fuchigami. (2015). “Relationship between pectic substances and strand separation of cooked spaghetti squash”. *J. Food Sci. Engineering.* 176-183.
- Kohn, R. (1982). “Binding of Toxic Cation to Pectin, Its Oligomeric Fragment and Plant Tissues”. *Carbohydrate polymer*, 2, pp. 273-275.
- Krall, S. M. and McFeeters, R. F. (1998) “Pectin Hydrolysis: Effect of Temperature, Degree of Methylation, pH, and Calcium on Hydrolysis Rates”. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 46(4), pp. 1311–1315. doi: 10.1021/jf970473y
- Krochta, J. M., E. A. Baldwin, dan M. O. Nisperos-Carriedo. (1994). ”Edible Coating and Film to Improve Food Quality”. *Technomic Publishing Company*. New York.
- Krochta, J. M. ,and C. M. ,Johnson, (1997). “Edible film and Biodegradable Polymer Film Challenger and Opportunities”. *Food Tech*, 51 ( 2 ); 61-74
- Krochta, J. M. (2002). “Proteins as Raw Materials for Films and Coatings : Definition, Current Status, and Opportunities”. In: Gennadios A, editor. Protein-Based Films and Coatings. Boca Raton,FL:*CRC-Press*.p1–41. <https://doi.org/10.1201/9781420031980.ch1>.
- Lesmana, Indra., Akhyar Ali, Vonny S Johan. (2017). “Variasi Konsetrasi Pektin Kulit Durian Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik Edible Film dari Pati Ubi Jalar Ungu”. Pekanbaru : *Program Studi Teknologi Hasil Pertanian*, Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau.
- Lozano-Grande, M. A. *et al.* (2016) “Films Based on Hawthorn (*Crataegus* spp.) Fruit Pectin and Candelilla Wax Emulsions: Characterization and Application on *Pleurotus ostreatus*”. *Agrociencia*, 50(7), pp. 849–866.

- M.V. Lorevice, C.G. Otoni, M.R. de Moura, L.H.C. Mattoso. (2016). “Chitosan Nanoparticles on the Improvement of Thermal, Barrier, and Mechanical Properties of High and Low-Methyl Pectin Films”. *Food Hydrocoll.* 52, 732–740, <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2015.08.003>.
- Mc Hugh, T. H and J. M. Krochta, (1994). “Permeability Properties of Edible Film”, dalam Krochta, J. M. , E. A. Baldwin and M.O. Nisperos – Carriedo ( Eds ), Edible Coating and Film to Improve Food Quality, *Technomic Publ. Co. Inc.* , Lancaster, Basel
- Maghfiroh, L. *et al.* (2019) “Synthesis and Characterization of Biodegradable Plastic with Basic Materials of “ Singkong Onggok ” - Pectin Peel of “ Jeruk Bali ” ( Citrus Maxima ) – Plasticizer”, 2, pp. 201–205.
- Manalo, J.B., K.C. Torres and F.E. Anzaldo. (1985). “Pektin and Product of Kalamansi (Citrus microcarpa Bunge) Fruits Waste”. *NIST Journal*.
- Maria V., Perez Lambrech, Viviana Sorrivias, Marcelo A. Villar and Jorge E. Lozano. (2009). “Structure and Permeability of Low-Methoxyl Pectin (LMP)-Sodium Alginates (NaAlg) films”. *Chemical Engineering Transactions* Vol. 17.
- Martunus & Helwani, Z. (2004). “Ekstraksi Senyawa Aromatis dari Heavy Gas Oil (HGO) dengan Pelarut Dietilen Glikol (DEG)”. *Jurnal Sains dan Teknologi*. 3[2]: 46-50.
- Matsunaga T, Ishii T, Matsunamoto S, Higuchi M, Darvill A, Albersheim P, O’Neill M. (2004). “Occurrence of the Primary Cell Wall Polysaccharide Rhamnogalacturonan-II in Peridophytes, Lycophytes, and Bryophytes. Implications for the Evolution of Vascular Plants”. *Plant Physiol.* 134: 339-351.
- May, C. D., (1990). “Industrial Pectins: Sources, Production and Applications”. *Carbohydrate polymers*. Vol.12 No.1 Hal : 79-99.
- Megawati, M. and Machsunah, E. L. (2016). Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Paradisca*) menggunakan Pelarut HCl sebagai Edible Film”. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 5(1), pp. 14–21. doi: 10.15294/jbat.v5i1.4177.

- Min Lai and Huey, (1997), "Properties of Monstructures of Sheets Plasticized With Palmitic Acid". *J. Cereal Chemistry*, 42 ( 4 )
- Mohnen, D. (2008). "Pectin structure and biosynthesis". *Curr. Opin. Plant Biol.* 11(3), 266-277.
- Murdianto Wiwit. (2005). "Sifat Fisik Dan Mekanik Edible Ftlm Dari Ekstrak Daun Janggolan (*Mesona Palustris* BI)". *Jurnal Teknologi Pertanian*, 1(1): 8-13
- Nešić, A. et al. (2017). "Design of pectin-sodium alginate based films for potential healthcare application: Study of chemico-physical interactions between the components of films and assessment of their antimicrobial activity". *Carbohydrate Polymers*, 157, pp. 981–990. doi: 10.1016/j.carbpol.2016.10.054.
- Nurhikmat, A. (2003). "Ekstraksi Pektin dari Apel Lokal : Optimasi pH dan Waktu Hidrolisis". *Widyariset*. Volume 4 : 23-31.
- O'Neill, M. A., Warrenfeltz, D., Kates, K., Pellerin, P., Doco, T., Darvill, A. G., and Albersheim, P. (1996). "Rhamnogalacturonan-II, a pectic polysaccharide in the walls of growing plant cell, forms a dimer that is covalently cross-linked by a borate ester - In vitro conditions for the formation and hydrolysis of the dimer". *J. Biol. Chem.* 271(37), 22923-22930.
- Obro J, Harholt J, Sheller HV, Orfila C. (2004). "Rhamnogalacturonan-I in *Solanum Tuberosum* Tubers Contains Complex Arabinogalactan Structures". *Phytochemistry* 65: 1429-1438.
- Ochoa-villarreal, M. and Aispuro-hernández, E. (2012). "Plant Cell Wall Polymers : Function , Structure and Biological Plant Cell Wall Polymers : Function , Structure and Biological Activity of Their Derivatives", (September). doi: 10.5772/46094.
- Ophart, C. E. (2003). "Virtual Chembook". *Elmhurst College*.
- Perina et al. (2007). "Ekstraksi Pektin dari Berbagai Macam Kulit Jeruk". *Widya Teknik* 6 (1): 1-10.
- Pigman, W. W. (1946). "Advance In Carbohydrat Chemistry". Vol. 2. *London Academic Press*.

- Purwanto, H., Hartati, I., dan Kurniasari, L. (2010). "Pengembangan Microwave Assisted Extractor(MAE) pada Produksi Minyak Jahe dengan Kadar Zingiberene Tinggi". *Universitas Wahid Hasyim*. Momentum Vol 6 (2) : 9.
- Raj AAS, Rubila S, Jayabalan R, Ranganathan, TV. (2012). "A review on pectin: chemistry due to general properties of pectin and its pharmaceutical uses". *Scientific reports*. 1(12): 1-4.
- Rahmati, S. *et al.* (2015). "Optimization studies on microwave assisted extraction of dragon fruit (*Hylocereus polyrhizus*) peel pectin using response surface methodology". *International Food Research Journal*, 22(1), pp. 233–239.
- Rodsamran, P. and Sothornvit, R. (2019). "Preparation and characterization of pectin fraction from pineapple peel as a natural plasticizer and material for biopolymer film". *Food and Bioproducts Processing*. *Institution of Chemical Engineers*, 118, pp. 198–206. doi: 10.1016/j.fbp.2019.09.010.
- Rofikah. (2013). "Pemanfaatan pektin kulit pisang kepok (*Musa paradisiaca* linn) untuk pembuatan edible film". *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang, Semarang.
- Romieu, C. *et. al.* (2001). "Involvement of Pectin Methyl-esterase During the Ripening of Grape Berries : Partial cDNA Isolation, Transcript Expression and Changes in the Degree of Methyl-esterification of Cell Wall Pectins". *Phytochemistry*, 58, pp. 693-701. Available at : [www.elsevier.com/locate/phytochem](http://www.elsevier.com/locate/phytochem).
- Sediawan, W. B. dan A. Prasetya. (1997). "Pemodelan Matematis dan Penyelesaian Numeris dalam Teknik Kimia dengan Pemrograman Bahasa Basic dan Fortran". Penerbit *Andi*, Yogyakarta.
- Sembiring B. (2007). "Teknologi Penyiapan Simplisia Terstandar Tanaman Obat". *Warta Puslitbangbun*. Vol 13 No 12 Agustus 2007. Balitro.litbang.depta.go.id (dikses 30 Juni 2017).
- Smidsrod, O.; Haug, A.; Larsen, B. (1996). "The influence of pH on the rate of hydrolysis of acidic polysaccharides". *Acta Chem. Scand.*, 20, 1026-1034.

Ayu Dwi Rahmayanti, 2020

**EKSTRAKSI DAN KARAKTERISASI EDIBLE FILM BERBAHAN HIGH METHOXYL PECTIN DAN LOW METHOXYL PECTIN**

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

- Sukma, Indra Wibawa Dwi. (2012). “Ekstraksi Cair-Cair”. *Universitas Lampung*.
- Sulihono, A., Tarihoran, B. and Agustina, T. E. (2012). ”Jenis Pelarut Terhadap Ekstraksi Pektin Dari Kulit Jeruk Bali ( Citrus Maxima )”. *Jurnal Teknik Kimia*, 18(4), pp. 1–8.
- Syarifuddin, A. (2015). “Karakterisasi Edible Film Dari Pektin Albedo Jeruk Bali Dan Pati Garut Characterization of Edible film from Grapefruit Albedo Pectin and Arrowroot Starch”. 3(4), pp. 1538–1547.
- Treybal, (1980). “Mass-Transfer Operations. 3rd ed”. *McGraw-Hill International*. Singapore.
- Tuhuloula, Abubakar. (2013). “Karakterisasi Pektin Dengan Memanfaatkan Limbah Kulit Pisang Menggunakan Metode Ekstraksi”. *Universitas Lambung Mangkurat*.
- V. M. Rodrı́guez-González, A. Femenia, R. F. González-Laredo, N. E. Rocha-Guzmań, J. A. Gallegos-Infante, M. G. Candelas-Cadillo, P. Ramı́rez-Baca, S. Simal and C. Rossello’. (2011). “Carbohydr”. *Polym.*, 86, 1675–1683.
- Voigt, R., (1995). “Buku Pelajaran Teknologi Farmasi”, Diterjemahkan oleh Soendani N. S., *UGM Press*, Yogyakarta.
- Winarno, F. G. , (1995). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: Gramedia Pustaka Utama
- Winarno, F. G. (2006). *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta : PT. Gramedia Pustaka Utama.
- X. L. Chang, C. Wang, Y. Feng and Z. Liu. (2006). *J. Food Eng.*, 75, 245–251.
- Yadav, S. R. *et al.* (2015). “Extraction and characterization of Pectin from different fruits”. *International Journal of Applied Research*, 1(9), pp. 91–94.
- Younis, H. G. R. and Zhao, G. (2019). “International Journal of Biological Macromolecules Physicochemical properties of the edible films from the blends of high methoxyl apple pectin and chitosan”. *International Journal of Biological Macromolecules*. Elsevier B.V., 131, pp. 1057–1066. doi:



10.1016/j.ijbiomac.2019.03.096.

Yudiandani, A. (2016). “Pemanfaatan biji alpukat (*Persea americana* Mill.) untuk pembuatan edible film”. *Skripsi. Jurusan Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Riau, Pekanbaru.*