

**REVIEW: KOMPOSIT POLIMER PEKTIN DALAM  
SISTEM PENGHANTARAN OBAT**

**Skripsi**

**Untuk melengkapi syarat-syarat guna memperoleh gelar  
Sarjana Farmasi**

**Disusun Oleh:**

**Devi Puspita Sari**

**1704015234**



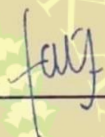





**PROGRAM STUDI FARMASI  
FAKULTAS FARMASI DAN SAINS  
UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH PROF. DR. HAMKA  
JAKARTA  
2021**

Skripsi dengan judul

**REVIEW: KOMPOSIT POLIMER PEKTIN DALAM  
SISTEM PENGHANTARAN OBAT**

Telah disusun dan dipertahankan di hadapan penguji oleh:  
**Devi Puspita Sari, NIM 1704015234**

	Tanda Tangan	Tanggal
<u>Ketua</u> Wakil Dekan I <b>apt. Drs. Inding Gusmayadi, M.Si.</b>		<u>27/12/21</u>
<u>Penguji I</u> <b>Dr. apt. Fith Khaira Nursal, M.Si.</b>		<u>14-12-2021</u>
<u>Penguji II</u> <b>apt. Fahjar Prisiska, M.Farm.</b>		<u>13 - 12 - 2021</u>
<u>Pembimbing I</u> <b>apt. Pramulani Mulya Lestari, M.Farm.</b>		<u>15 - 12 - 2021</u>
<u>Pembimbing II</u> <b>apt. Nining, M.Si.</b>		<u>22-12-2021</u>
Mengetahui:  <u>Ketua Program Studi Farmasi</u> <b>Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si.</b>		<u>25.12.2021</u>

Dinyatakan Lulus pada tanggal: **1 Desember 2021**

## ABSTRAK

### REVIEW: KOMPOSIT POLIMER PEKTIN DALAM SISTEM PENGHANTARAN OBAT

**Devi Puspita Sari**  
**1704015234**

Pektin merupakan polisakarida yang berlimpah di alam dan memiliki kegunaan yang menjanjikan dalam bidang farmasi. Pektin tahan terhadap enzim pencernaan namun gel pektin dapat membengkak dalam media berair dan sejumlah kecil senyawa dapat dilepaskan ke saluran gastrointestinal. Masalah ini dapat diatasi dengan mengembangkan komposit pektin yang diperoleh dari penggabungan polimer pektin dengan polimer lain. Artikel ini membahas tentang interaksi pektin dengan polimer lain dalam berbagai sistem penghantaran obat. Metode penelitian ini menggunakan desain penelitian *narrative review* yaitu dengan meninjau jurnal ilmiah yang diterbitkan secara nasional dan internasional yang diperoleh dari *Google*, *Google Scholar*, *Pubmed* dan *Science Direct* dengan kata kunci menggunakan Bahasa Indonesia dan Bahasa Inggris berupa “komposit polimer”, “komposit pektin”, “pektin”, “sistem penghantaran obat”, “*pectin*”, “*pectin composite*”, “*polimer composite*”, dan “*drug delivery system*”. Literatur yang digunakan kemudian dilakukan skrining jurnal dengan kriteria inklusi yaitu waktu terbit dengan rentang tahun 2011-2021. Dari beberapa penelitian terkait, sistem penghantaran yang telah dikembangkan dan dilaporkan berupa film, hidrogel, sistem partikulat dan tablet. Komposit pektin dapat meningkatkan profil mekanik, dan kapasitas penyerapan luka sehingga dapat digunakan sebagai polimer dalam pembalut luka, selain itu komposit pektin juga dapat digunakan sebagai penghantaran obat spesifik ke kolon. Berdasarkan *review* jurnal yang telah dilakukan, komposit pektin dapat dikembangkan dalam sistem penghantaran obat spesifik ke kolon serta sebagai pembalut luka, sehingga komposit pektin dapat menjadi peluang di masa yang akan datang.

**Kata kunci:** *Pektin, Komposit Pektin, Sistem Penghantaran Obat, Narrative Review*

## ABSTRACT

### REVIEW: PECTIN POLYMER COMPOSITE IN DRUG DELIVERY SYSTEMS

**Devi Puspita Sari**  
**1704015234**

*Pectin is a natural polysaccharide and possesses many interesting potential uses in the pharmaceutical fields. Pectin is resistant to digestive enzymes but pectin gel can swell in aqueous media and small amounts of the compound can be released into the gastrointestinal tract. This problem can be overcome by developing pectin composites obtained from combining pectin polymers with other polymers. This article discusses the interaction of pectin with other polymers in various drug delivery systems. This research method uses a narrative review research design to review scientific journals published nationally and internationally obtained from Google, Google Scholar, Pubmed and Science Direct with keywords using Indonesian and English in the form of "polymer composites", "pectin composites", "pectin", "drug delivery system", "pectin", "pectin composite", "polymer composite", and "drug delivery system". The literature used was then screened for journals with inclusion criteria, the time of publication with a range of 2011-2021. From several related studies, delivery systems that have been developed and reported in the form of films, hydrogels, particulate systems and tablets. Pectin composites can improve the mechanical profile and wound absorption capacity so that can be used as polymers in wound dressings, besides that pectin composites can also be used as specific drug delivery to the colon. Based on the journal reviews, pectin composites can be developed in specific drug delivery systems to the colon and as wound dressings, so that pectin composites can be an opportunity in the future.*

**Keyword:** *Pectin, Pectin Composite, Drug Delivery System, Narrative Review*

## KATA PENGANTAR

*Bismillahirrahmanirrahim*

Alhamdulillah, penulis memanjatkan puji dan syukur ke hadirat Allah SWT, karena dapat menyelesaikan penelitian dan penulisan skripsi yang berjudul **“REVIEW: KOMPOSIT POLIMER PEKTIN DALAM SISTEM PENGHANTARAN OBAT”**

Penulisan skripsi ini dimaksudkan untuk menyelesaikan tugas akhir sebagai salah satu syarat untuk mencapai gelar Sarjana Farmasi (S.Farm.) pada Program Studi Farmasi, Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA, Jakarta. Pada kesempatan baik ini penulis ingin menyampaikan terima kasih yang sebesar-besarnya kepada:

1. Bapak Dr. apt. Hadi Sunaryo, M.Si., selaku Dekan Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
2. Bapak apt. Drs. Inding Gusmayadi, M.Si., selaku Wakil Dekan I Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
3. Ibu apt. Kori Yati, M.Farm., selaku Wakil Dekan II Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
4. Bapak apt. Kriana Effendi, M.Farm., selaku Wakil Dekan III Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
5. Bapak Anang Rohwiyono, M.Ag., selaku Wakil Dekan IV Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
6. Ibu Dr. apt. Rini Prastiwi, M.Si., selaku Ketua Program Studi Farmasi Fakultas Farmasi dan Sains UHAMKA.
7. Ibu apt. Pramulani Mulya Lestari, M.Farm., selaku pembimbing 1 dengan penuh keikhlasan dan kesabaran meluangkan waktu di tengah kesibukan yang sangat padat untuk membimbing, mengajar, dan mengarahkan penulis dari awal mengajukan judul, hingga bisa menyelesaikan skripsi ini.
8. Ibu apt. Nining, M.Si., selaku pembimbing 2 dengan penuh keikhlasan dan kesabaran meluangkan waktu di tengah kesibukan yang sangat padat untuk membimbing, mengajar, dan mengarahkan penulis dari awal mengajukan judul, hingga bisa menyelesaikan skripsi ini.
9. Bapak Dr. apt. H. Priyanto, M.Biomed., selaku pembimbing akademik yang telah membimbing penulis hingga dapat menyelesaikan skripsi ini.
10. Almarhum ayah tercinta dan terkasih, semoga arwah beliau diterima disisiNya. Ibu tercinta, terima kasih atas do'a kasih sayang, cinta, semangat, dan dukungannya yang selalu diberikan kepada penulis.
11. Teman, Laboran, Dosen serta semua Civitas kampus yang tidak bisa penulis sebutkan namun tidak mengurangi rasa hormat penulis sehingga dengan bantuannya penulis bisa menyelesaikan penulisan skripsi ini.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan ini masih ada banyak kekurangan karena keterbatasan ilmu dan kemampuan penulis. Untuk itu saran dan kritik dari pembaca sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini dapat berguna bagi penulis khususnya, umumnya bagi semua pihak yang memerlukan.

Jakarta, 09 November 2021

Penulis

## DAFTAR ISI

<b>HALAMAN JUDUL</b>	<b>i</b>
<b>HALAMAN PENGESAHAN</b>	<b>ii</b>
<b>ABSTRAK</b>	<b>iii</b>
<b>KATA PENGANTAR</b>	<b>v</b>
<b>DAFTAR ISI</b>	<b>vi</b>
<b>DAFTAR GAMBAR</b>	<b>vii</b>
<b>BAB I PENDAHULUAN</b>	<b>1</b>
A. Latar Belakang	1
B. Permasalahan Penelitian	2
C. Tujuan Penelitian	3
D. Manfaat Penelitian	3
<b>BAB II METODOLOGI PENELITIAN</b>	<b>4</b>
<b>BAB III HASIL DAN PEMBAHASAN</b>	<b>6</b>
A. Polimer	6
1. Polimer Alami	6
2. Polimer Sintetik	6
B. Pektin	7
1. Struktur Kimia	7
2. Sumber Pektin	8
3. Penggolongan Pektin	9
C. Komposit Pektin	10
1. Pektin-Alginat	13
2. Pektin-Kitosan	14
3. Pektin-Protein	15
4. Pektin-Gelatin	17
5. Pektin-Pati	18
D. Aplikasi dalam Sistem Penghantaran Obat	20
1. Film	20
2. Hidrogel	21
3. Sistem Partikulat	22
4. Tablet	24
<b>BAB IV SIMPULAN DAN SARAN</b>	<b>26</b>
A. Simpulan	26
B. Saran	26
<b>DAFTAR PUSTAKA</b>	<b>27</b>
<b>LAMPIRAN</b>	<b>34</b>

## DAFTAR GAMBAR

	Hlm
Gambar 1. Diagram Alir Penyusunan Artikel	4
Gambar 2. Pola Penulisan Artikel	5
Gambar 3. Struktur Kimia Pektin	7
Gambar 4. Interaksi Pektin-Alginat	13
Gambar 5. Interaksi Pektin-Kitosan	15
Gambar 6. Interaksi Pektin-Protein	16
Gambar 7. Interaksi Pektin-Gelatin	18
Gambar 8. Interaksi Pektin-Pati	19



# BAB I

## PENDAHULUAN

### A. Latar Belakang

Pektin merupakan suatu komponen serat yang terletak di dinding sel primer dan lapisan intraseluler sel tanaman terutama pada buah-buahan, seperti jeruk, lemon, apel dan sebagainya (Mudgil, 2017). Selama bertahun-tahun, pektin telah banyak digunakan dalam industri makanan dan minuman sebagai bahan pembentuk gel, bahan pengental, bahan penstabil dan bahan pengemulsi (Raj *et al.*, 2012), pektin juga memiliki kegunaan dalam bidang farmasi untuk perlindungan dan pelepasan zat aktif yang terkontrol, karena sifat biokompatibilitas yang sangat baik, sensitivitas pH, biodegradabilitas, dan non toksisitas. Selain itu pektin juga tahan terhadap enzim protease dan amilase yang aktif dalam saluran pencernaan, dan mudah difermentasi mikroflora usus sehingga membuatnya cocok untuk pengiriman obat ke usus besar (Martau *et al.*, 2019). Namun gel pektin membengkak dalam media berair dan sejumlah kecil senyawa (obat) dapat dilepaskan ke saluran gastrointestinal. Dalam mengatasi masalah tersebut, telah dikembangkan penggabungan pektin dengan polimer lain untuk membentuk gel pektin yang kuat, dan untuk pelepasan obat di usus besar (Meneguín *et al.*, 2014).

Komposit pektin merupakan penggabungan polimer pektin dengan polimer lain untuk menghasilkan material baru dengan sifat-sifat fungsional yang lebih baik. Dalam hal penghantaran obat, komposit polimer dapat digunakan sebagai matriks pelindung, mendorong pelepasan terkontrol, dan meningkatkan bioavailabilitas dan stabilitas obat yang dimuat. Berbagai biopolimer yang sangat penting dalam industri farmasi termasuk alginat, protein, kitosan, gelatin dan pati. Alginat dan protein berperan dalam sistem penghantaran obat (Jain & Bar-Shalom, 2014; Elzoghby *et al.*, 2011). Kitosan banyak digunakan untuk aplikasi biomedis seperti rekayasa jaringan, sistem penghantaran obat, meningkatkan bioavailabilitas obat (Cheung *et al.*, 2015; Hanna & Saad, 2019). Gelatin karena kemampuan gelasinya merupakan bahan baku yang sangat menarik untuk pembuatan hidrogel sehingga dapat digunakan sebagai bahan *biodegradable*



dalam bidang medis dan farmasi (Parker & Povey, 2012), sedangkan polimer pati telah banyak digunakan untuk penghantaran obat karena dapat meningkatkan kelarutan dan stabilitas obat, mengurangi toksisitas dan efek samping obat, serta biokompatibilitas dan stabilitas penyimpanan yang sangat baik (Yang *et al.*, 2014). Oleh karena itu penting untuk memahami interaksi antara campuran pektin dengan polimer yang berbeda dalam menghasilkan material baru dengan sifat-sifat fungsional yang lebih baik sehingga menjadi daya tarik komersial di pengembangan formulasi dengan stabilitas yang lebih baik atau tekstur yang lebih diinginkan, serta dapat mengurangi penggunaan biopolimer sintetik yang lebih mahal dan menggantinya dengan yang lebih murah dan aman (Lara-Espinoza *et al.*, 2018).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka peneliti tertarik untuk melakukan penelitian *narrative review* dengan mengumpulkan informasi dan menelaah sejauh mana perkembangan penggunaan komposit polimer pektin dalam berbagai sistem penghantaran obat yang ditinjau dari beberapa artikel penelitian sehingga penelitian ini dapat dijadikan sebagai bukti ilmiah dalam pengembangan dan penelitian baru atau penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan pemanfaatan komposit polimer pektin dalam sistem penghantaran obat.

## **B. Permasalahan Penelitian**

Pektin memiliki kegunaan dalam bidang farmasi untuk perlindungan dan pelepasan zat aktif yang terkontrol. Selain itu pektin juga tahan terhadap enzim protease dan amilase dan mudah difermentasi mikroflora usus sehingga cocok untuk pengiriman obat ke usus besar (Martau *et al.*, 2019). Namun gel pektin membengkak dalam media berair dan sejumlah kecil senyawa (obat) dapat dilepaskan ke saluran gastrointestinal. Dalam mengatasi masalah tersebut, telah dikembangkan komposit pektin untuk membentuk gel pektin yang kuat dan untuk pelepasan obat di usus besar (Meneguín *et al.*, 2014). Sehingga permasalahan dalam penelitian ini adalah bagaimana perkembangan penggunaan komposit polimer pektin dalam berbagai sistem penghantaran obat yang ditinjau dari beberapa artikel penelitian?

### **C. Tujuan Penelitian**

Tujuan penelitian yaitu untuk mengumpulkan informasi dan menelaah perkembangan penggunaan komposit polimer pektin dalam berbagai sistem penghantaran obat yang ditinjau dari beberapa artikel penelitian.

### **D. Manfaat Penelitian**

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan informasi kepada peneliti mengenai perkembangan penggunaan komposit polimer pektin dalam sistem penghantaran obat agar bisa mengetahui hasil penelitian terdahulu yang dapat dijadikan rujukan untuk melakukan suatu penelitian baru.



## DAFTAR PUSTAKA

- Alborzi, S., Lim, L. T., & Kakuda, Y. (2014). Release of folic acid from sodium alginate-pectin-poly(ethylene oxide) electrospun fibers under invitro conditions. *LWT - Food Science and Technology*, 59(1), 383–388.
- Alvarez-Lorenzo, C., Blanco-Fernandez, B., Puga, A. M., & Concheiro, A. (2013). Crosslinked ionic polysaccharides for stimuli-sensitive drug delivery. *Advanced Drug Delivery Reviews*, 65(9), 1148–1171.
- Aqila, N., Aprilita N. H., & Siswanta D. (2020). Synthesis of 1,5-diphenylcarbazide-immobilized alginate/pectin films for colorimetric detection of Cr(VI). *Global Nest Journal*, 22(10), 1-6.
- Baracat, M. M., Nakagawa, A. M., Casagrande, R., Georgetti, S. R., Verri, W. A., & De Freitas, O. (2012). Preparation and characterization of microcapsules based on biodegradable polymers: Pectin/casein complex for controlled drug release systems. *AAPS PharmSciTech*, 13(2), 364–372.
- Begum, R., Aziz, M. G., Uddin, M. B., & Yusof, Y. A. (2014). Characterization of Jackfruit (*Artocarpus Heterophyllus*) Waste Pectin as Influenced by Various Extraction Conditions. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 2, 244–251.
- Belščak-Cvitanovic, A., Bušić, A., Barišić, L., Vrsaljko, D., Karlović, S., Špoljarić, I., Vojvodić, A., Mršić, G., & Komes, D. (2016). Emulsion templated microencapsulation of dandelion (*Taraxacum officinale* L.) polyphenols and  $\beta$ -carotene by ionotropic gelation of alginate and pectin. *Food Hydrocolloids*, 57, 139–152.
- Birch, N. P., & Schiffman, J. D. (2014). Characterization of self-Assembled polyelectrolyte complex nanoparticles formed from chitosan and pectin. *Langmuir*, 30(12), 3441–3447.
- Carbinatto, F. M., De Castro, A. D., Cury, B. S. F., Magalhães, A., & Evangelista, R. C. (2012). Physical properties of pectin-high amylose starch mixtures cross-linked with sodium trimetaphosphate. *International Journal of Pharmaceutics*, 423(2), 281–288.
- Carbinatto, F. M., de Castro, A. D., Evangelista, R. C., & Cury, B. S. F. (2014). Insights into the swelling process and drug release mechanisms from cross-linked pectin/high amylose starch matrices. *Asian Journal of Pharmaceutical Sciences*, 9(1), 27–34.
- Cazorla-Luna, R., Notario-Pérez, F., Martín-Illana, A., Ruiz-Caro, R., Tamayo, A., Rubio, J., & Veiga, M. D. (2019). Chitosan-based mucoadhesive vaginal tablets for controlled release of the anti-HIV drug tenofovir. *Pharmaceutics*, 11(1).
- Chang, C., Wang, T., Hu, Q., Zhou, M., Xue, J., & Luo, Y. (2017). Pectin coating

improves physicochemical properties of caseinate/zein nanoparticles as oral delivery vehicles for curcumin. *Food Hydrocolloids*, 70, 143–151.

- Cheung, R. C. F., Ng, T. B., Wong, J. H., & Chan, W. Y. (2015). Chitosan: An update on potential biomedical and pharmaceutical applications. In *Marine Drugs* (Vol. 13, Issue 8).
- Dafe, A., Hossein E., Azita D., & Gholam R M. (2017). Investigation of pectin/starch hydrogel as a carrier for oral delivery of probiotic bacteria. *International Journal of Biological Macromolecules*, 97, 536–543.
- Elzoghby, A. O., Abo El-Fotoh, W. S., & Elgindy, N. A. (2011). Casein-based formulations as promising controlled release drug delivery systems. *Journal of Controlled Release*, 153(3), 206–216.
- Fahrurroji, A., Dea Thendriani., & Hafrizal Riza. (2017). Hesperidin Hydrogel Formulation Using Pectin-Chitosan Polymer Combination. *International Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Sciences*, 9(12), 98.
- Farres, I F., R J A Moakes., I T Norton. (2014). Designing Biopolymer Fluid Gels: A Microstructural Approach. *Food Hydrocolloids xxx (2014)* 1-11.
- Gałkowska, D., Magda Długosz., & Lesław Juszcak. (2013). Effect of high methoxy pectin and sucrose on pasting, rheological, and textural properties of modified starch systems. *Starch/Stärke*, 65(5–6), 499–508.
- Galus, S., & Lenart, A. (2013). Development and characterization of composite edible films based on sodium alginate and pectin. *Journal of Food Engineering*, 115(4), 459–465.
- Geerkens, C. H., Nagel, A., Just, K. M., Miller-Rostek, P., Kammerer, D. R., Schweiggert, R. M., & Carle, R. (2015). Mango pectin quality as influenced by cultivar, ripeness, peel particle size, blanching, drying, and irradiation. *Food Hydrocolloids*, 51, 241–251.
- Giacomazza, D., Bulone, D., San Biagio, P. L., Marino, R., & Lapasin, R. (2018). The role of sucrose concentration in self-assembly kinetics of high methoxyl pectin. *International Journal of Biological Macromolecules*, 112, 1183–1190.
- Grassino, A. N., Brnčić, M., Vikić-Topić, D., Roca, S., Dent, M., & Brnčić, S. R. (2016). Ultrasound assisted extraction and characterization of pectin from tomato waste. *Food Chemistry*, 198, 93–100.
- Gupta, B., Tummalapalli, M., Deopura, B. L., & Alam, M. S. (2014). Preparation and characterization of in-situ crosslinked pectin-gelatin hydrogels. *Carbohydrate Polymers*, 106(1), 312–318.
- Han, W., Meng, Y., Hu, C., Dong, G., Qu, Y., Deng, H., & Guo, Y. (2017). Mathematical model of Ca<sup>2+</sup> concentration, pH, pectin concentration and soluble solids (sucrose) on the gelation of low methoxyl pectin. *Food*

*Hydrocolloids*, 66, 37–48.

- Hanna, D. H., & Saad, G. R. (2019). Encapsulation of ciprofloxacin within modified xanthan gum- chitosan based hydrogel for drug delivery. *Bioorganic Chemistry*, 84(November 2018), 115–124.
- Hsu, F. Y., Yu, D. S., & Huang, C. C. (2013). Development of pH-sensitive pectinate/alginate microspheres for colon drug delivery. *Journal of Materials Science: Materials in Medicine*, 24(2), 317–323.
- Huang, S., Tu, Z. cai, Sha, X. mei, Wang, H., Hu, Y. ming, & Hu, Z. zi. (2020). Gelling properties and interaction analysis of fish gelatin–low-methoxyl pectin system with different concentrations of Ca<sup>2+</sup>. *Lwt*, 132(July).
- Islan, G. A., De Verti, I. P., Marchetti, S. G., & Castro, G. R. (2012). Studies of ciprofloxacin encapsulation on alginate/pectin matrixes and its relationship with biodisponibility. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 167(5), 1408–1420.
- Jain, D., & Bar-Shalom, D. (2014). Alginate drug delivery systems: Application in context of pharmaceutical and biomedical research. *Drug Development and Industrial Pharmacy*, 40(12), 1576–1584.
- Jindal, M., Kumar, V., Rana, V., & Tiwary, A. K. (2013). An insight into the properties of Aegle marmelos pectin-chitosan cross-linked films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 52(1), 77–84.
- Kaya, M., Sousa, A. G., Crépeau, M. J., Sørensen, S. O., & Ralet, M. C. (2014). Characterization of citrus pectin samples extracted under different conditions: Influence of acid type and pH of extraction. *Annals of Botany*, 114(6), 1319–1326.
- Khamsucharit, P., Laohaphatanalert, K., Gavinlertvatana, P., Sriroth, K., & Sangseethong, K. (2018). Characterization of pectin extracted from banana peels of different varieties. *Food Science and Biotechnology*, 27(3), 623–629.
- Khurana, R., Singh, K., Sapra, B., Tiwary, A. K., & Rana, V. (2014). Tamarindus indica pectin blend film composition for coating tablets with enhanced adhesive force strength. *Carbohydrate Polymers*, 102(1), 55–65.
- Kiaei Pour, P., Alemzadeh, I., Vaziri, A. S., & Beiroti, A. (2020). Potential effects of alginate–pectin biocomposite on the release of folic acid and their physicochemical characteristics. *Journal of Food Science and Technology*, 57(9), 3363–3370.
- Kowalonek, J. (2017). Studies of chitosan/pectin complexes exposed to UV radiation. *International Journal of Biological Macromolecules*, 103, 515–524.
- Lara-Espinoza, C., Carvajal-Millán, E., Balandrán-Quintana, R., López-Franco,

- Y., & Rascón-Chu, A. (2018). Pectin and pectin-based composite materials: Beyond food texture. *Molecules*, 23(4).
- Li, X., Fang, Y., Al-Assaf, S., Phillips, G. O., & Jiang, F. (2012). Complexation of bovine serum albumin and sugar beet pectin: Stabilising oil-in-water emulsions. *Journal of Colloid and Interface Science*, 388(1), 103–111.
- Liu, Y. (2014). Starch-pectin matrices for encapsulation of ascorbic acid. *Food Science and Technology Departement, 1*, 1–101.
- Long, J., Alaitz E E., Ashveen V N., Craig R B., Sudip R., & Ali S. (2019). A 3D printed chitosan-pectin hydrogel wound dressing for lidocaine hydrochloride delivery. *Materials Science and Engineering C*, 104(June), 109873.
- Ma, S., Yu, S. J., Zheng, X. L., Wang, X. X., Bao, Q. D., & Guo, X. M. (2013). Extraction, characterization and spontaneous emulsifying properties of pectin from sugar beet pulp. *Carbohydrate Polymers*, 98(1), 750–753.
- Ma, Y. S., Yi Pan., Qiu-Tao Xie., Xiao-Min Li., Bao Zhang., & Han-Qing Chen. (2019). Evaluation studies on effects of pectin with different concentrations on the pasting, rheological and digestibility properties of corn starch. *Food Chemistry*, 274(February 2018), 319–323.
- Martau, G. A., Mihai, M., & Vodnar, D. C. (2019). The use of chitosan, alginate, and pectin in the biomedical and food sector-biocompatibility, bioadhesiveness, and biodegradability. *Polymers*, 11(11).
- Mudgil, D. (2017). The Interaction Between Insoluble and Soluble Fiber. In *Dietary Fiber for the Prevention of Cardiovascular Disease: Fiber's Interaction between Gut Microflora, Sugar Metabolism, Weight Control and Cardiovascular Health*. Elsevier Inc.
- Meneguín, A B., Beatriz S F C., & Raul C. (2014). Films from resistant starch-pectin dispersions intended for colonic drug delivery. *Carbohydrate Polymers*, 99, 140–149.
- Narasimman, P., & Sethuraman, P. (2016). an Overview on the Fundamentals of Pectin. *International Journal of Advanced Research*, 4(12), 1855–1860.
- Neufeld, L., & Havazelet Bianco-Peled. (2017). Pectin–chitosan physical hydrogels as potential drug delivery vehicles. *International Journal of Biological Macromolecules*, 101, 852–861.
- Nining, N., Rahmah Elfiyani., & Elvira Wulandari. (2021). Comparison eugenol and oleic acid as a plasticizer on characteristic of dextromethorphan hydrobromide film by solvent casting method. *Pharmaceutical Sciences Asia*, 48(2), 139–146.
- Palin, R., & Geitmann, A. (2012). The role of pectin in plant morphogenesis. *BioSystems*, 109(3), 397–402.
- Pandey, S., Mishra, A., Raval, P., Patel, H., Gupta, A., & Shah, D. (2013).

- Chitosan-pectin polyelectrolyte complex as a carrier for colon targeted drug delivery. *Journal of Young Pharmacists*, 5(4), 160–166.
- Parker, N. G., & Povey, M. J. W. (2012). *Ultrasonic study of the gelation of gelatin: phase diagram, hysteresis and kinetics*. *Food Hydrocolloids* 26(2012) 99-107.
- Patino, J. M. R., & Pilosof, A. M. R. (2011). Protein-polysaccharide interactions at fluid interfaces. *Food Hydrocolloids*, 25(8), 1925–1937.
- Puga, A. M., Lima, A. C., Mano, J. F., Concheiro, A., & Alvarez-Lorenzo, C. (2013). Pectin-coated chitosan microgels crosslinked on superhydrophobic surfaces for 5-fluorouracil encapsulation. *Carbohydrate Polymers*, 98(1), 331–340.
- Raj, A. A. S. et al. (2012). *A Review on Pectin: Chemistry due to General Properties of Pectin and its Pharmaceutical Uses*. January.
- Rampino, A., Borgogna, M., Bellich, B., Blasi, P., Virgilio, F., & Cesàro, A. (2016). Chitosan-pectin hybrid nanoparticles prepared by coating and blending techniques. *European Journal of Pharmaceutical Sciences*, 84, 37–45.
- Recillas, M., Silva, L. L., Peniche, C., Goycoolea, F. M., Rinaudo, M., Román, J. S., & Argüelles-Monal, W. M. (2011). Thermo- and pH-responsive polyelectrolyte complex membranes from chitosan-g-N-isopropylacrylamide and pectin. *Carbohydrate Polymers*, 86(3), 1336–1343.
- Rezvanian, M., Naveed Ahmad., Mohd C I M A., & Shioh-Fern N. (2017). Optimization, characterization, and in vitro assessment of alginate-pectin ionic cross-linked hydrogel film for wound dressing applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, 97, 131–140.
- Seixas, F. L., Franciele R B T., Patricia G S., Renata P S., & Marcelino L G. (2013). Biofilms composed of alginate and pectin: Effect of concentration of crosslinker and plasticizer agents. *Chemical Engineering Transactions*, 32(January), 1693–1698.
- Shalini, B., & Ruban Kumar, A. (2019). Preparation and characterisation of gelatin blend pectin encapsulated hydroxyapatite (Ca<sub>10</sub>(OH)<sub>2</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>6</sub>) nanoparticles using precipitation method. *Materials Today: Proceedings*, 8, 245–249.
- Shewan, H M., Jason R S. (2013). Review Of Techniques to Manufacture Microhydrogel Particles For The Food Industry and Their Applications. *Journal of Food Engineering*, 119(2013) 781-792.
- Silva, D. F., Favaro-Trindade, C. S., Rocha, G. A., & Thomazini, M. (2012). Microencapsulation of lycopene by gelatin-pectin complex coacervation. *Journal of Food Processing and Preservation*, 36(2), 185–190.

- Soares, G. A., Ana D De C., Beatriz S F., & Raul C E. (2013). Blends of cross-linked high amylose starch/pectin loaded with diclofenac. *Carbohydrate Polymers*, 91(1), 135–142.
- Tummalapalli, M., Berthet, M., Verrier, B., Deopura, B. L., Alam, M. S., & Gupta, B. (2016). Drug loaded composite oxidized pectin and gelatin networks for accelerated wound healing. *International Journal of Pharmaceutics*, 505(1–2), 234–245.
- Twinomuhwezi, H., Godswill, A. C., & Kahunde, D. (2020). Extraction and Characterization of Pectin from Orange (*Citrus sinensis*), Lemon (*Citrus limon*) and Tangerine (*Citrus tangerina*). *American Journal of Physical Sciences*, 1(1(2)), 17–30.
- Wan, L., Yang, Z., Cai, R., Pan, S., Liu, F., & Pan, S. (2021). Calcium-induced-gel properties for low methoxyl pectin in the presence of different sugar alcohols. *Food Hydrocolloids*, 112(August 2020), 106252.
- Wang, T., Hu, Q., Zhou, M., Xia, Y., Nieh, M. P., & Luo, Y. (2016). Development of “all natural” layer-by-layer redispersible solid lipid nanoparticles by nano spray drying technology. *European Journal of Pharmaceutics and Biopharmaceutics*, 107, 273–285.
- Wu, B. cheng, & McClements, D. J. (2015). Functional hydrogel microspheres: Parameters affecting electrostatic assembly of biopolymer particles fabricated from gelatin and pectin. *Food Research International*, 72, 231–240.
- Wu, L., Wang, H., Zhu, X. H., Hou, Y. C., Liu, W. W., Yang, G. M., & Jiang, A. (2015). Pectin-chitosan complex: Preparation and application in colon-specific capsule. *International Journal of Agricultural and Biological Engineering*, 8(4), 151–160.
- Wusigale, Liang, L., & Luo, Y. (2020). Casein and pectin: Structures, interactions, and applications. *Trends in Food Science and Technology*, 97(September 2019), 391–403.
- Yang, J., Huang, Y., Gao, C., Liu, M., & Zhang, X. (2014). Colloids and Surfaces B : Biointerfaces Fabrication and evaluation of the novel reduction-sensitive starch nanoparticles for controlled drug release. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 115, 368–376.
- Yang, J. S., Mu, T. H., & Ma, M. M. (2018). Extraction, structure, and emulsifying properties of pectin from potato pulp. *Food Chemistry*, 244(October 2017), 197–205.
- Yapo, B. M., & Koffi, K. L. (2014). Extraction and characterization of highly gelling low methoxy pectin from cashew apple pomace. *Foods*, 3(1), 1–12.
- Zaid, R. M., Mishra, P., Tabassum, S., Wahid, Z. A., & Sakinah, A. M. M. (2019). High methoxyl pectin extracts from *Hylocereus polyrhizus*'s peels:



Extraction kinetics and thermodynamic studies. *International Journal of Biological Macromolecules*, 141, 1147–1157.

