



Artikel

Ulasan Ilmiah Potensi Pektin dari Kulit Jeruk Sebagai Emulsifier Melalui Modifikasi Hidrofobik Pektin

Potential Of Pectin From Orange Peel as Emulsifier Through Hydrophobically Modified Pectin

Margaretha Hanna Tiffany^{1*}, Andi Marlisa Bossa Samang², Indrastuti³, Syahmidarni Al Islamiyah⁴

^{1,2,3,4}Staf pengajar Fakultas Pertanian & Kehutanan, Universitas Sulawesi Barat

INFORMASI ARTIKEL

Genesis artikel:

Diterima : 01 Desember 2022

Disetujui : 02 Januari 2023

Keywords:

Emulsifier
Modifikasi hidrofobik pektin
Pektin

ABSTRACT

Orange peel contains pectin. Pectin is a water-soluble (hydrophilic) polysaccharide compound containing hydroxyl groups. In general, pectin can be used as an emulsifier and can reduce the interfacial tension in water-fat mixture because it has both hydrophilic and hydrophobic sides. However, the emulsion produced by native pectin has low stability, so it needs to be modified. The purpose of this study was to determine the effect of pectin hydrophobic modification on improving the properties of pectin. Hydrophobic modification of pectin using amidation technique which reacts the methoxyl groups in pectin with alkylamine compounds (N-octylamine, N-dodecylamine, and N-octadecylamine) is known to remove the hydrophilic properties of pectin and produce amidated pectin. The results of literature study showed an increase in the affinity of hydrophobic molecules for amidated pectin. In addition, the pectin indicator amidated has the ability to act as an emulsifier in oil and water emulsion systems, which can be proven from the acquisition of interfacial tension values and emulsifying activity. There was a decrease in interfacial tension and an increase in emulsification activity in the modified pectin compared to its native form. This leads to the conclusion that the hydrophobic modification of orange peel can be used as an emulsifier capable of maintaining emulsion system stability. It is hoped that the findings of this review will serve as a resource for readers to conduct additional research as well as a source of information about the hydrophobic pectin modification process.

ABSTRAK

Kulit jeruk mengandung pektin. Pektin merupakan senyawa polisakarida larut air (hidrofilik) yang mengandung gugus hidroksil. Umumnya pektin dapat digunakan menjadi emulsifier dan dapat menurunkan tegangan antarmuka pada campuran air-lemak karena memiliki sisi hidrofilik maupun hidrofobik. Namun emulsi yang dihasilkan oleh pektin alami memiliki kestabilan yang rendah sehingga perlu dilakukannya modifikasi. Tujuan dari studi ini untuk mengetahui pengaruh modifikasi hidrofobik pektin terhadap peningkatan sifat dari pektin. Modifikasi hidrofobik pektin menggunakan teknik amidasi yang mereaksikan gugus metoksil pada pektin dengan senyawa alkilamin (N-octylamine, N-dodecylamine, dan N-octadecylamine) diketahui dapat menghilangkan sifat hidrofilik pada pektin dan menghasilkan senyawa pektin teramidasi yang lebih stabil. Hasil studi literatur diperoleh bahwa terjadi peningkatan afinitas molekul hidrofobik pada pektin teramidasi dan memiliki kemampuan sebagai emulsifier pada sistem emulsi minyak dan air yang dibuktikan dari perolehan nilai tegangan antarmuka dan aktivitas emulsifikasi. Terjadi penurunan tegangan antarmuka dan peningkatan aktivitas emulsifikasi pada pektin termodifikasi dibandingkan dengan bentuk alaminya. Oleh karena itu, dapat disimpulkan bahwa modifikasi hidrofobik pada pektin kulit jeruk dapat dimanfaatkan sebagai emulsifier yang mampu menjaga kestabilan sistem emulsi. Hasil review ini diharapkan dapat digunakan sebagai rujukan pembaca untuk penelitian selanjutnya serta sebagai sumber pengetahuan terkait proses modifikasi pektin secara hidrofobik.

*Penulis Korespondensi :

Email: margaretha.hannatiffany@unsulbar.ac.id

doi: 10.30812/jtmp.v1i2.2542

Hak Cipta © 2023 Penulis, Dipublikasi oleh Jurnal Teknologi dan Mutu Pangan

Ini adalah artikel akses terbuka di bawah lisensi CC BY-NC-SA (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-sa/4.0/>)

Cara Sitasi: Tiffany, M.H., Samang, A.M.B., Indrastuti, I., Islamiyah S.A. (2023). Ulasan Ilmiah Potensi Pektin dari Kulit Jeruk Sebagai Emulsifier Melalui Modifikasi Hidrofobik Pektin. *Jurnal Teknologi Dan Mutu Pangan*, 1(2), 77-82.

<https://doi.org/https://doi.org/10.30812/jtmp.v1i2.2542>

1. PENDAHULUAN

Pektin merupakan campuran polisakarida kompleks (heteropolisakarida) yang menyusun dinding sel utama pada tumbuhan terestrial (tumbuhan yang hidup di permukaan tanah) dan berkontribusi dalam menentukan integritas dan kekakuan jaringan tanaman. Adapun konsentrasi pektin tertinggi ditemukan di bagian lamella tengah dari dinding sel. Saat ini, pektin komersial banyak diperoleh dengan cara ekstraksi dari kulit jeruk dan ampas apel, dimana keduanya merupakan produk samping dari pembuatan jus. Ampas apel memiliki kandungan pektin sebesar 10-15% (basis kering), sedangkan kulit jeruk mengandung jumlah pektin yang tertinggi yakni sebanyak 20--30% (basis kering) (Kute et al., 2020; Luo et al., 2019). Pektin mengandung asam D-galakturonat dengan ikatan α -1,4 glikosidik. Asam D-galakturonat pada posisi atom karbon nomor 6 (C-6) memiliki gugus karboksil yang dapat diesterifikasi sebagian dengan metanol, sehingga mengalami metilasi menjadi gugus metoksil. Umumnya, penggunaan pektin pada industri pangan yaitu sebagai pembentuk gel/gelling agent. Asam galakturonat memiliki gugus karboksil yang dapat saling berikatan dengan ion Ca^{2+} atau Mg^{2+} sehingga pektin dapat membentuk gel (Rodsamran & Sothornvit, 2019).

Pektin juga berpotensi dijadikan sebagai emulsifier yang mampu menurunkan tegangan antarmuka pada sistem emulsi. Adapun kemampuan pektin dalam menurunkan tegangan antarmuka diperoleh dari bagian hidrofobik yang dapat teradsorpsi pada fase minyak, sedangkan bagian hidrofilik teradsorpsi pada fase air. Menurut Ngouémazong et al. (2015), pektin dapat dijadikan sebagai emulsifier. Namun, selama emulsifikasi hanya sebagian kecil dari molekul pektin yang dapat teradsorpsi pada droplet minyak sehingga kestabilannya rendah. Adapun kemampuan pektin dalam menurunkan tegangan antarmuka diperoleh dari bagian hidrofobik yang dapat teradsorpsi pada droplet minyak, serta bagian hidrofilik teradsorpsi pada fase air. Oleh karena dominannya karakter hidrofilik pektin, maka aktivitas permukaannya sering dikaitkan dengan adanya gugus metil ester yang hidrofobik. Oleh karena itu, modifikasi pektin secara hidrofobik melalui penambahan gugus hidrofobik dari senyawa alkilamin perlu dilakukan untuk meningkatkan daya adsorpsinya ke fase minyak. Penelitian Schmidt et al. (2015) melaporkan bahwa modifikasi hidrofobik pektin menggunakan teknik amidasi untuk menghasilkan pektin teramidasi mampu menurunkan tegangan antarmuka antara fase minyak (gugus non-polar) dan air (gugus polar), sehingga menstabilkan sistem emulsi serta meningkatkan kemampuan pektin sebagai emulsifier.

Teknik amidasi dilakukan melalui reaksi aminolisis yang mereaksikan antara gugus metoksil pada pektin dengan senyawa alkilamin yang bersifat hidrofobik. Teknik amidasi relatif mudah dilakukan dikarenakan tidak memerlukan kondisi ekstrim pada suhu tinggi serta menghasilkan ikatan amida yang tahan terhadap hidrolisis oleh asam dan alkali, sehingga berpotensi digunakan dalam sistem pelepasan obat/drug delivery sebagai hidrogel amphifilik (Mortensen et al., 2017). Pektin teramidasi juga dapat digunakan sebagai pengemulsi pada produk pangan, seperti mayonaise dan jeli dikarenakan adanya peningkatan interaksi hidrofobik oleh senyawa alkilamin yang mampu menstabilkan emulsi (Li, Nie, Chen, Xiang, & Li, 2016; Petrova et al., 2017). Berdasarkan latar belakang tersebut, studi literatur ini bertujuan untuk mengenal sifat-sifat dari pektin, membahas sumber pektin yang berasal dari kulit jeruk dan mengenal teknik modifikasi pektin untuk meningkatkan sifat fungsionalnya. Selain itu penulis juga ingin mengetahui bagaimana pengaruh modifikasi hidrofobik pektin dengan teknik amida mampu meningkatkan kemampuan emulsifikasi dari pektin.

2. METODE PENELITIAN

Data dalam penelitian ini dikumpulkan dengan mencari kata kunci judul subjek dari "Pektin", "Modifikasi Pektin", "Kulit Jeruk" "Modifikasi hidrofobik pektin", "pektin teramidasi", untuk jurnal berbahasa Indonesia serta "Pectin", "Pectin modification", "Orange peel", "Hydrophobically modified pectin", "amidated pectin" untuk kata kunci berbahasa Inggris dan daftar referensi yang relevan secara manual. dicari di database Research gate, Google Scholar dan ScienceDirect. Semua artikel yang relevan dalam basis data di atas disertakan dan didiskusikan secara naratif dalam artikel ulasan ini.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Pektin

Pektin merupakan heteropolisakarida yang terdapat di bagian lamella tengah pada dinding sel tanaman. Umumnya, pektin komersial diekstraksi dari kulit jeruk dan ampas apel dalam kondisi agak asam (Kute et al., 2020). Penyusun utama pektin adalah polimer asam D-galakturonat yang terikat dengan α -1,4 glikosidik. Beberapa penelitian mengungkapkan bahwa kandungan pektin (basis kering) pada kulit jeruk sekitar 25-30% (Kute et al., 2020), pada ampas apel sekitar 10-15% (Luo et al., 2019)

Struktur pektin bervariasi tergantung jenis bahan baku, lokasi pertumbuhan bahan baku, dan kondisi ekstraksi (Polanco-Lugo et al., 2019). Pektin dapat terbentuk dari 17 monosakarida yang berbeda dengan beberapa kandungan gugus karboksilat, gugus metil ester, gugus asetil, bahkan gugus feruloyl (Christiaens et al., 2016). Pektin terdiri dari 3 bagian yakni homogalacturonan (HG), rhamnogalacturonan-I (RG-I), dan rhamnogalacturonan-II (RG-II). HG memiliki persentase sekitar lebih dari 60% dalam struktur pektin yang terbentuk dari rantai lurus dengan ikatan 1,4 α -D-galacturonic acid, dimana sebagian mengalami metil esterifikasi pada posisi atom C6 karboksil atau mengalami asetilasi pada posisi atom C2 dan/atau C3. RG-I memiliki ikatan 1,4 α -D-galacturonic acid yang diselingi oleh ikatan 1,2 α -L-rhamnose dimana mengandung arabinan, galactan, atau arabinogalactan pada posisi atom C4 dengan persentase sebesar 20-80%. Adapun bagian RG-I juga dapat tersubstitusi dengan gugus feruloyl, yakni asam ferulat (ferulic acid) yang teresterifikasi pada posisi atom O2 dalam rantai arabinan dan pada posisi atom O6 dalam rantai

galactan. RG-II merupakan struktur pektin paling kompleks dengan persentase sekitar kurang dari 10%, terdiri dari sekitar 9 unit HG (beberapa mengalami metil esterifikasi) dengan rantai samping yakni 12 jenis gula pada 20 tautan yang berbeda, seperti apiose, aceric acid, deoxyxyheptulopyranosylaric acid, dan ketodeoxymannooctulopyranosylonic acid. Sebagai tambahan, beragam sumber bahan baku juga dapat memberikan hasil substitusi rantai galacturonan yang berbeda, seperti xylogalacturonan dan apiogalacturonan (Colodel et al., 2017).

Penggunaan pektin bertujuan sebagai bahan pembentuk gel (gelling agent), pengental (thickening agent), dan stabilizer dalam produk makanan dan minuman, serta sebagai bahan penyalut obat (drug delivery) dalam industri farmasi (Freitas et al., 2021). Pektin digunakan sebagai stabilizer dalam sistem emulsi minyak dalam air (oil in water) yang diaplikasikan pada yoghurt, selai, mayonnaise (Chandel et al., 2022). Hal ini dikarenakan dapat meningkatkan viskositas larutan dengan cara mengurangi pergerakan droplet minyak, sehingga menyebabkan berkurangnya frekuensi tabrakan antardroplet. Dengan demikian, droplet akan terlindungi dari terjadinya peristiwa coalescence/penggabungan droplet (Alba et al., 2016). Menurut (Ngouémazong et al., 2015), pektin dapat dijadikan sebagai emulsifier. Akan tetapi, selama emulsifikasi hanya sebagian kecil dari molekul pektin mengalami adsorpsi pada droplet minyak. Adsorpsi tersebut akan membentuk lapisan pelindung yang dapat menyebabkan penurunan tegangan antarmuka minyak-air, sehingga juga akan mengurangi ukuran droplet dalam sistem emulsi. Adapun kemampuan pektin dalam menurunkan tegangan antarmuka diperoleh dari bagian hidrofobik yang dapat teradsorpsi pada droplet minyak, sedangkan bagian hidrofilik teradsorpsi pada fase air. Oleh karena dominannya karakter hidrofilik pektin, maka aktivitas permukaannya sering dikaitkan dengan adanya gugus metil ester yang hidrofobik. Oleh karena itu, modifikasi pektin secara hidrofobik melalui penambahan gugus hidrofobik dari senyawa alkilamin akan meningkatkan kemampuan pektin sebagai emulsifier. Adanya senyawa alkilamin yang hidrofobik dalam struktur pektin mempengaruhi karakteristik sifat antarmuka yang mampu menurunkan nilai tegangan antarmuka yang lebih besar pada sistem emulsi air-minyak dibandingkan dengan pektin yang tidak mengalami modifikasi hidrofobik (Raffa et al., 2015). Selain itu, senyawa alkilamin juga dapat meningkatkan stabilitas emulsi dikarenakan adanya peningkatan interaksi hidrofobik oleh senyawa alkilamin tersebut pada droplet minyak.

3.2. Kulit Jeruk

Kulit jeruk merupakan bagian dari buah jeruk yang berfungsi sebagai pelindung inti buah. Kulit jeruk terdiri atas dua bagian utama yaitu epicarp (flavedo) dan mesocarp (albedo). Epicarp (flavedo) merupakan bagian yang memberi zat warna (pigmen) pada kulit jeruk, dimana dicirikan dengan adanya zat warna hijau (klorofil), kuning atau orange (karotenoid) (Sadali et al., 2019; Sun et al., 2018). Flavedo memiliki kelenjar minyak (oil gland) yang kaya akan senyawa D-limonene, menyumbang sebesar 95% dari total kandungan kelenjar minyak dalam buah jeruk yang matang (Rodríguez et al., 2018). Flavedo juga memiliki kandungan pektin sebesar 27% dari berat kering (Zanella & Taranto, 2015). Mesocarp (albedo) merupakan jaringan seperti spon yang berwarna putih (tidak terdapat kloroplas ataupun kromoplas) dan kaya akan pektin dengan kandungan pektin sebesar 73% dari berat kering. Albedo mempunyai fungsi dalam mensuplai air dan nutrisi dari pohon untuk pertumbuhan dan perkembangan buah. Bagian utama buah jeruk adalah endocarp. Endocarp terbagi secara radial menjadi beberapa segmen yang dibatasi tiap segmennya oleh membran. Segmen berada di sekitar inti (core) dan diisi dengan sejumlah vesikel atau "jus sel" yang masing-masing terkandung dalam "kantong jus" (juice sac) (Zioga et al., 2022)

Apabila jaringan tanaman yang kaya akan pektin diekstraksi dengan air mendidih yang diasamkan, ekstrak air panas tersebut akan mengandung pektin (Chandel et al., 2022). Penggunaan asam dalam ekstraksi pektin bertujuan dalam proses hidrolisis protopektin menjadi pektin yang larut dalam air serta bertujuan untuk membebaskan pektin dari ikatan senyawa lain, seperti selulosa (Megawati & Ulinuha, 2015). Tingkat keasaman larutan pengestrak pektin dari limbah buah-buahan umumnya berkisar pada pH antara 1,5-3,0 dengan penggunaan suhu ekstraksi antara 60-100 °C (Wahengbam et al., 2014)

Penelitian ekstraksi pektin dari bubuk kulit jeruk manis dilakukan oleh Kute et al. (2020) menggunakan metode microwave assisted extraction (MAE) dan konvensional pada penggunaan rasio bahan:pelarut HNO₃ 1 M yaitu 1:20 (b/v). Ekstraksi pektin secara konvensional menggunakan waterbath berlangsung selama 10 menit pada suhu 80 °C, sedangkan menggunakan metode MAE dengan daya 540 Watt hanya berlangsung selama 90 detik. Rendemen yang diperoleh dari metode MAE lebih tinggi yakni sebesar 15,79% dibandingkan dengan metode konvensional sebesar 8,78%. Ini menunjukkan bahwa metode MAE memiliki kelebihan dalam hal efisiensi waktu ekstraksi dan efektivitas perolehan nilai rendemen dibandingkan dengan metode ekstraksi konvensional. Prinsip kerja metode MAE yaitu berdasarkan pemanfaatan radiasi gelombang mikro yang mampu memanaskan pelarut, sehingga menyebabkan terjadinya penguapan cairan dan peningkatan tekanan pada dinding sel. Hal ini memberikan efek perubahan porositas dinding sel tersebut untuk memfasilitasi terjadinya perpindahan/transfer massa senyawa ekstrak dari bahan ke dalam larutan (Al Mamoori & Al Janabi, 2018)

Saberian et al. (2017) juga melakukan penelitian terhadap perbandingan perolehan rendemen bubuk kulit jeruk manis dari hasil ekstraksi menggunakan sistem pemanasan ohmik dan sistem pemanasan konvensional (hot plate stirer). Pemanasan ohmik (ohmic heating) adalah salah satu metode ekstraksi berbasis elektromagnetik yang dapat menyebabkan pemanasan cepat pada larutan ekstrak akibat penggunaan arus listrik melewati bahan konduktif yang mengandung komposisi ionik/bersifat asam. Rendemen tertinggi yaitu sebesar 14,32% dihasilkan dari metode dengan sistem pemanasan ohmik pada kondisi penggunaan rasio bahan:pelarut HCl yakni 1:20 b/v (pH 2), frekuensi 50 Hz, voltase 15 Volt/cm, suhu 90 °C, dan waktu 30 menit. Hal ini dikarenakan terjadinya elektroporasi (gangguan terhadap pori-pori pada membran sel bahan oleh arus listrik) akibat penggunaan sistem pemanasan ohmik untuk mengeluarkan pektin dari bahan ke dalam larutan ekstrak. Sedangkan, perolehan yield dari metode konvensional (kondisi ekstraksi mirip pada sistem pemanasan ohmik tanpa penerapan arus listrik) adalah sebesar 13,53%.

3.3. Emulsifier

Emulsi merupakan sistem dispersi yang terdiri dari dua cairan yang secara alami tidak saling melarutkan, dimana droplet cairan (fase terdispersi) tersebar di dalam media cairan pendispersi (fase kontinu). Emulsi dibedakan menjadi dua, yakni (1) emulsi oil-in-water (o/w), yaitu sistem emulsi dengan fase terdispersi berupa minyak yang terdistribusi dalam bentuk butiran-butiran kecil (droplet) di dalam fase kontinu yang berupa air; dan (2) emulsi water-in-oil (w/o), yaitu sistem emulsi dengan air sebagai fase terdispersinya dan minyak sebagai fase pendispersinya. Sistem emulsi minyak dalam air (o/w) ditemukan dalam produk susu dan mayonnaise, sedangkan sistem emulsi air dalam minyak (w/o) ditemukan pada produk butter dan margarin (McClements & Gumus, 2016).

Untuk mendispersikan secara merata pada dua cairan yang tidak saling bercampur, diperlukan komponen ketiga yakni pengemulsi atau emulsifier. Emulsifier memiliki sifat aktif permukaan dikarenakan mengandung gugus hidrofilik (tertarik pada fase air) dan gugus hidrofobik (tertarik pada fase minyak), sehingga mampu menurunkan tegangan antarmuka pada kedua fase air dengan minyak dan pada akhirnya terjadi emulsifikasi (Padial-Domínguez et al., 2020). Oleh karena itu, indikator adanya kandungan emulsifier dapat dianalisis menggunakan pengujian tegangan antarmuka dan aktivitas emulsifikasi pada sistem emulsi (McClements & Jafari, 2018).

3.4. Modifikasi Hidrofobik Pektin

Modifikasi pektin secara hidrofobik jarang dilakukan dikarenakan sifat pektin yang hidrofilik banyak diaplikasikan. Namun, penelitian oleh Zouambia et al. (2017) telah melaporkan elaborasi mengenai modifikasi pektin secara hidrofobik yang menghasilkan pektin teramidasi (amidated pectin) dengan menggunakan teknik amidasi. Teknik amidasi relatif mudah dilakukan dikarenakan tidak memerlukan kondisi ekstrim pada suhu tinggi serta menghasilkan ikatan amida yang tahan terhadap hidrolisis oleh asam dan alkali, sehingga berpotensi digunakan dalam sistem pelepasan obat/drug delivery sebagai hidrogel amphifilik (Mortensen et al., 2017). Teknik amidasi yang menghasilkan pektin teramidasi diperoleh melalui reaksi aminolisis dengan menggunakan senyawa alkilamin (N-octylamine, N-dodecylamine, dan N-octadecylamine). Reaksi aminolisis terjadi antara gugus ester pada struktur molekul pektin dengan senyawa alkilamin yang kemudian menghasilkan senyawa pektin teramidasi. Adanya penambahan senyawa alkilamin yang bersifat non-polar menyebabkan polimer pektin memiliki sifat aktif permukaan yang dapat menurunkan tegangan antarmuka pada emulsi minyak dengan air.

Hasil penelitian oleh Zouambia et al. (2017) melaporkan bahwa nilai tegangan antarmuka yang dihasilkan pada pektin teramidasi berjenis N-dodecylpectinamide (hasil reaksi antara pektin dengan senyawa N-dodecylamine) yakni sebesar 14,5 mN/m. Nilai tersebut lebih kecil dibandingkan dengan pektin tanpa modifikasi yang memiliki nilai tegangan antarmuka sebesar 37,2 mN/m. Sedangkan, perolehan nilai aktivitas emulsifikasi N-dodecylpectinamide lebih besar yakni 66,6% dibandingkan dengan pektin tanpa modifikasi sebesar 47,3%. Nilai tegangan antarmuka dan aktivitas emulsifikasi merupakan indikator adanya kandungan senyawa aktif permukaan (emulsifier) pada sistem emulsi. Adapun sifat aktif permukaan pada pektin dipengaruhi oleh derajat amidasi. Derajat amidasi menunjukkan adanya hubungan hidrofilisitas-hidrofobisitas antara polimer pektin dengan senyawa alkilamin yang tersubstitusi pada gugus ester dari pektin. Hasil penelitian oleh Zouambia et al. (2017) juga menyatakan bahwa senyawa alkilamin berjenis N-octadecylamine menghasilkan reaksi amidasi yang paling efektif pada polimer pektin kulit jeruk, dengan perolehan nilai derajat amidasi sebesar 18,5%, sedangkan pulp gula bit hanya menghasilkan derajat amidasi sebesar 12,6%.

Umumnya, preparasi pektin teramidasi yang menggunakan reaksi aminolisis dilakukan dengan mereaksikan gugus metil ester dari pektin secara heterogen dengan senyawa amina alifatik dalam larutan metanol (Sinitnya et al., 2000). Pada kondisi rasio pektin:N-octadecylamine sebesar 1:2,25 (b/b), suhu reaksi 45 °C, dan waktu reaksi selama 144 jam, dapat dihasilkan derajat amidasi sebanyak 32%. Sementara itu, penggunaan rasio pektin:N-octadecylamine sebesar 1:4,45 (b/b), suhu reaksi 25 °C, dan waktu reaksi selama 71 jam menghasilkan derajat amidasi sebanyak 16% (Synytsya et al., 2004). Akan tetapi, Sihelniková et al. (2018) melakukan penelitian terhadap efektivitas penggunaan larutan metanol dan dimethylformamide (DMF) dalam reaksi aminolisis dengan kondisi rasio pektin:N-octadecylamine yakni 1:10 (b/b), suhu reaksi 50 °C, dan waktu reaksi selama 72 jam; 120 jam; 168 jam menghasilkan derajat amidasi masing-masing sebesar 18%; 42%; dan 50%. Hasil penelitiannya juga menyatakan bahwa larutan DMF lebih efektif digunakan karena dapat menurunkan waktu reaksi aminolisis. Perolehan derajat amidasi yang bervariasi dapat disebabkan oleh perbedaan kondisi operasional pada proses modifikasi, yakni penggunaan rasio pektin:senyawa alkilamin, suhu, dan waktu reaksi. Meningkatnya derajat amidasi menunjukkan aktivitas emulsifikasi yang lebih tinggi dibandingkan pektin tanpa modifikasi dan menghasilkan peningkatan kemampuan pektin modifikasi sebagai emulsifier yang dapat menurunkan tegangan antarmuka semakin baik dan stabil.

4. KESIMPULAN

Kulit jeruk termasuk limbah hasil pertanian yang bernilai ekonomis. Limbah kulit jeruk diketahui mengandung pektin hingga mencapai 15,79% sehingga dapat dimanfaatkan sebagai sumber pektin. Penggunaan pektin dalam industri pangan dimanfaatkan sebagai bahan pembentuk gel (gelling agent), pengental (thickening agent), dan stabilizer banyak digunakan pada produk makanan dan minuman serta sebagai bahan penyalut obat (drug delivery) dalam industri farmasi karena sifatnya yang mampu menurunkan tegangan antarmuka. Upaya peningkatan stabilitas emulsifikasi pektin yang dilakukan dengan modifikasi pektin secara hidrofobik menggunakan metode amidase menghasilkan penurunan tegangan antarmuka serta, meningkatkan aktivitas emulsifikasi pada pektin teramidasi dibandingkan bentuk alaminya. Karena pektin termodifikasi memiliki tegangan antarmuka rendah dan aktivitas emulsifikasi yang tinggi maka pektin termodifikasi dapat dijadikan sebagai emulsifier dengan kestabilan yang tinggi pada sistem emulsi minyak dan air karena menghasilkan ikatan amida yang tahan terhadap hidrolisis oleh asam dan alkali. Peningkatan sifat fungsional dari pektin ini menyebabkannya berpotensi untuk digunakan dalam sistem pelepasan obat/drug delivery sebagai

hidrogel amphifilik. Selain itu, pektin juga berfungsi sebagai pengemulsi pada produk pangan seperti mayonaise dan jeli. Adapun diperlukan studi lebih mengenai teknik modifikasi lain serta melakukan komparasi pada masing-masing teknik, sehingga diperoleh teknik terbaik dalam modifikasi hidrofobik pektin.

5. DEKLARASI

5.1. Pernyataan Kepentingan Bersaing

Artikel ini dan isinya belum pernah dipublikasikan sebelumnya oleh salah satu penulis, juga tidak sedang dipertimbangkan untuk dipublikasikan di jurnal lain saat ini. Semua penulis telah melihat dan menyetujui naskah yang direvisi untuk diserahkan.

5.2. Taksonomi Peran Kontributor

Margaretha Hanna Tiffany: Penulisan – draft asli. **Andi Marlisa Bossa Samang:** Penulisan – draft asli. **Indrastuti:** Penulisan – draft asli. **Syahmidarni Al Islamiyah:** Penulisan – draft asli. **Semua penulis melakukan penulisan naskah dan menyetujui versi akhirnya.**

DAFTAR PUSTAKA

- Al Mamoori, F., & Al Janabi, R. (2018). Recent Advances In Microwave-Assisted Extraction (Mae) Of Medicinal Plants: A Review. *International Research Journal Of Pharmacy*, 9(6). <https://doi.org/10.7897/2230-8407.09684>
- Alba, K., Sagis, L. M. C., & Kontogiorgos, V. (2016). Engineering of acidic O/W emulsions with pectin. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, 145. <https://doi.org/10.1016/j.colsurfb.2016.05.016>
- Chandel, V., Biswas, D., Roy, S., Vaidya, D., Verma, A., & Gupta, A. (2022). Current Advancements in Pectin: Extraction, Properties and Multifunctional Applications. *Foods*, 11(27), 2683. <https://doi.org/10.3390/foods11172683>.
- Christiaens, S., Van Buggenhout, S., Houben, K., Jamsazzadeh Kermani, Z., Moelants, K. R. N., Nguémazong, E. D., ... Hendrickx, M. E. G. (2016). Process– Structure– Function Relations of Pectin in Food. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. <https://doi.org/10.1080/10408398.2012.753029>
- Colodel, C., Bagatin, R. M. das G., Tavares, T. M., & Petkowicz, C. L. de O. (2017). Cell wall polysaccharides from pulp and peel of cubiu: A pectin-rich fruit. *Carbohydrate Polymers*, 174. <https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2017.06.052>
- Freitas, C. M. P., Coimbra, J. S. R., Souza, V. G. L., & Sousa, R. C. S. (2021). Structure and applications of pectin in food, biomedical, and pharmaceutical industry: A review. *Coatings*. <https://doi.org/10.3390/coatings11080922>
- Kute, A. B., Mohapatra, D., Kotwaliwale, N., Giri, S. K., & Sawant, B. P. (2020). Characterization of Pectin Extracted from Orange Peel Powder using Microwave-Assisted and Acid Extraction Methods. *Agricultural Research*, 9(2). <https://doi.org/10.1007/s40003-019-00419-5>
- Li, C., Nie, H., Chen, Y., Xiang, Z. Y., & Li, J. Bin. (2016). Amide pectin: A carrier material for colon-targeted controlled drug release. *Journal of Applied Polymer Science*, 133(29). <https://doi.org/10.1002/app.43697>
- Luo, J., Xu, Y., & Fan, Y. (2019). Upgrading Pectin Production from Apple Pomace by Acetic Acid Extraction. *Applied Biochemistry and Biotechnology*, 187(4). <https://doi.org/10.1007/s12010-018-2893-1>
- McClements, D. J., & Gumus, C. E. (2016). Natural emulsifiers – Biosurfactants, phospholipids, biopolymers, and colloidal particles: Molecular and physicochemical basis of functional performance. *Advances in Colloid and Interface Science*. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2016.03.002>
- McClements, D. J., & Jafari, S. M. (2018). Improving emulsion formation, stability and performance using mixed emulsifiers: A review. *Advances in Colloid and Interface Science*. <https://doi.org/10.1016/j.cis.2017.12.001>
- Megawati, & Ulinuha, A. Y. (2015). Ekstraksi Pektin Kulit Buah Naga (Dragon Fruit) dan Aplikasinya Sebagai Edible Film. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(1).
- Mortensen, A., Aguilar, F., Crebelli, R., Di Domenico, A., Dusemund, B., Frutos, M. J., ... Woutersen, R. A. (2017). Re-evaluation of pectin (E440i) and amidated pectin (E440ii) as food additives. *EFSA Journal*, 15(7). <https://doi.org/10.2903/j.efsa.2017.4866>
- Nguémazong, E. D., Christiaens, S., Shpigelman, A., Van Loey, A., & Hendrickx, M. (2015). The Emulsifying and Emulsion-Stabilizing Properties of Pectin: A Review. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 14(6). <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12160>
- Padial-Domínguez, M., Espejo-Carpio, F. J., Pérez-Gálvez, R., Guadix, A., & Guadix, E. M. (2020). Optimization of the emulsifying properties of food protein hydrolysates for the production of fish oil-in-water emulsions. *Foods*, 9(5). <https://doi.org/10.3390/foods9050636>
- Petrova, I., Petkova, N., Ognyanov, M., Simitchiev, A., Todorova, M., & Denev, P. (2017). Food emulsions with amidated pectin from celery (*Apium graveolens* var. *rapaceum* D.C.) tubers. *Agricultural Science and Technology*, 9(3). <https://doi.org/10.15547/ast.2017.03.046>
- Polanco-Lugo, E., Martínez-Castillo, J. I., Cuevas-Bernardino, J. C., González-Flores, T., Valdez-Ojeda, R., Pacheco, N., & Ayora-Talavera, T. (2019). Citrus pectin obtained by ultrasound-assisted extraction: Physicochemical, structural, rheological and functional properties. *CYTA - Journal of Food*, 17(1). <https://doi.org/10.1080/19476337.2019.1600036>
- Raffa, P., Wever, D. A. Z., Picchioni, F., & Broekhuis, A. A. (2015). Polymeric surfactants: Synthesis, properties, and links to applications. *Chemical Reviews*. <https://doi.org/10.1021/cr500129h>
- Rodríguez, A., Kava, V., Latorre-García, L., da Silva, G. J., Pereira, R. G., Glienke, C., ... Peña, L. (2018). Engineering d-limonene synthase down-regulation in orange fruit induces resistance against the fungus *Phyllosticta citricarpa* through enhanced accumulation of monoterpene alcohols and activation of defence. *Molecular Plant Pathology*, 19(9). <https://doi.org/10.1111/mpp.12681>
- 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. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.11.067>
- Saberian, H., Hamidi-Esfahani, Z., Ahmadi Gavlighi, H., & Barzegar, M. (2017). Optimization of pectin extraction from orange juice waste assisted by ohmic heating. *Chemical Engineering and Processing: Process Intensification*, 117. <https://doi.org/10.1016/j.cep.2017.03.025>
- Sadali, N. M., Sowden, R. G., Ling, Q., & Jarvis, R. P. (2019). Differentiation of chromoplasts and other plastids in plants. *Plant Cell Reports*. <https://doi.org/10.1007/s00299-019-02420-2>

- Schmidt, U. S., Koch, L., Rentschler, C., Kurz, T., Endreß, H. U., & Schuchmann, H. P. (2015). Effect of Molecular Weight Reduction, Acetylation and Esterification on the Emulsification Properties of Citrus Pectin. *Food Biophysics*, *10*(2). <https://doi.org/10.1007/s11483-014-9380-1>
- Sihelníková, L., Synytsya, A., & Čopíková, J. (2018). Amino-dealkoxylation of hm citruc pectin with n-alkylamines: a kinetic study. *Czech Journal of Food Sciences*, *22*(SI-Chem. Reactions in Foods V), S235-2537. <https://doi.org/10.17221/10669-cjfs>
- Sinitsya, A., Čopíková, J., Prutyánov, V., Skoblyá, S., & MacHovič, V. (2000). Amidation of highly methoxylated citrus pectin with primary amines. *Carbohydrate Polymers*, *42*(4), 359-368. [https://doi.org/10.1016/S0144-8617\(99\)00184-8](https://doi.org/10.1016/S0144-8617(99)00184-8)
- Sun, T., Yuan, H., Cao, H., Yazdani, M., Tadmor, Y., & Li, L. (2018). Carotenoid Metabolism in Plants: The Role of Plastids. *Molecular Plant*. <https://doi.org/10.1016/j.molp.2017.09.010>
- Synytsya, A., Čopíková, J., Marounek, M., Mlčochová, P., Sihelníková, L., Skoblyá, S., ... Machovič, V. (2004). N-octadecylpectinamide, a hydrophobic sorbent based on modification of highly methoxylated citrus pectin. *Carbohydrate Polymers*, *56*(2), 169-179. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2004.01.008>
- Wahengbam, E., Nath Shukla, R., Kumar, A., & Anand Mishra, A. (2014). Extraction of Pectin from Citrus Fruit Peel and Its Utilization in Preparation of Jelly. *International Journal of Engineering Research & Technology*, *3*(5).
- Zanella, K., & Taranto, O. P. (2015). Influence of the drying operating conditions on the chemical characteristics of the citric acid extracted pectins from "pera" sweet orange (*Citrus sinensis* L. Osbeck) albedo and flavedo. *Journal of Food Engineering*, *166*. <https://doi.org/10.1016/j.jfoodeng.2015.05.033>
- Zioga, M., Chroni, A., & Evageliou, V. (2022). Utilisation of Pectins Extracted from Orange Peels by Non Conventional Methods in the Formation of Edible Films in the Presence of Herbal Infusions. *Polysaccharides*, *3*(3), 574-588. <https://doi.org/https://doi.org/10.3390/polysaccharides3030034>
- Zouambia, Y., Youcef Ettoumi, K., Krea, M., & Moulai-Mostefa, N. (2017). A new approach for pectin extraction: Electromagnetic induction heating. *Arabian Journal of Chemistry*, *10*(4), 480-487. <https://doi.org/10.1016/j.arabjc.2014.11.011>