

PENGARUH PENAMBAHAN PEKTIN KULIT JERUK BALI TERHADAP SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK PATI GARUT

Effect of Addition Bali Orange Peel Pectins on The Mechanical Properties of Garut Starch Bioplastic

Sholekhawati^{1)*} Endaruji Sedyadi¹

¹ Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN
Sunan Kalijaga Yogyakarta

DOI: <http://dx.doi.org/10.21111/agrotech.v6i3.4927>

Terima 15 September 2020

Revisi 30 September 2020

Terbit 30 Desember 2020

Abstrak: Telah dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan pektin kulit jeruk bali terhadap sifat fisik bioplastik pati garut terplastisasi gliserol. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pektin kulit jeruk bali terhadap sifat mekaniknya meliputi ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan *modulus young*. Variasi pektin kulit jeruk bali yang digunakan yaitu 0, 1, 2, 3, 4, dan 5 gram. Bioplastik dibuat dengan menggunakan metode *hot blending*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan pektin jeruk bali dapat menaikkan nilai ketebalan, menurunkan nilai kuat tarik, menaikkan nilai elongasi, dan menurunkan *modulus young*. Hasil optimum yang didapat yaitu dengan nilai ketebalan 0,156 mm, nilai kuat tarik 3,9882 MPa, nilai elongasi 10,5499%, dan nilai *modulus young* 0,3765 MPa. Secara keseluruhan dapat disimpulkan bahwa penambahan pektin kulit jeruk bali berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik bioplastik pati garut terplastisasi gliserol.

Kata kunci: Pektin Kulit Jeruk Bali, Pati, Bioplastik, Gliserol.

Abstract: Research has been conducted on the effect of adding grapefruit peel pectin on the physical properties of glycerol plasticized arrowroot starch bioplastic. This study aims to determine the effect of adding grapefruit peel

* Korespondensi email: atis.wati99@gmail.com

Alamat : Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
J Jalan Marsda Adisucipto No. 1, Yogyakarta, 55281, Indonesia

pectin to its mechanical properties including thickness, tensile strength, elongation, and modulus young. Variations of grapefruit peel pectin used were 0, 1, 2, 3, 4, and 5 g. Bioplastics are made using hot blending methods. The results showed that the addition of grapefruit pectin could increase the thickness value, decrease the tensile strength value, increase the elongation value, and decrease the young modulus. The optimum results obtained are with a thickness value of 0.156 mm, a tensile strength value of 3.9882 MPa, an elongation value of 10.5499%, and a modulus young value of 0.3765 MPa. Overall, it can be concluded that the addition of grapefruit peel pectin has a significant effect on the mechanical properties of glycerol plasticized arrowroot starch bioplastic.

Key words : Grapefruit Peel Pectin, Starch, Bioplastics, Glycerol.

1. Pendahuluan

Plastik merupakan bahan kemasan yang paling populer digunakan dalam kehidupan manusia. Sebagian besar industri menghasilkan produk yang mengandung plastik sebagai bahan dasar. Kemasan plastik juga banyak digunakan oleh retail, pedagang tradisional, dan rumah tangga (Kamsiati dkk., 2017). Plastik banyak digunakan karena sifatnya yang fleksibel tetapi memiliki sifat yang tidak baik bagi lingkungan. Dampak yang ditimbulkan dari penggunaan plastik berbahan dasar polimer sintesis akan menghasilkan limbah yang mana limbah tersebut kurang menjadi perhatian oleh masyarakat.(Magfiroh, 2015). Plastik konvensional membutuhkan waktu antara 300-500 tahun untuk dapat terdekomposisi secara sempurna. Plastik ini merupakan polimer sintesis dari bahan baku minyak bumi yang terbatas jumlahnya dan sulit diurai oleh organisme dekomposer (Utami dkk, 2014).

Permasalahan sampah plastik ini telah diupayakan pemecahannya di antaranya dengan pembakaran dan daur ulang. Pemusnahan limbah dengan cara dibakar bukan merupakan pilihan yang terbaik. Plastik yang tidak terbakar sempurna dibawah 800°C akan menghasilkan emisi karbon yang berbahaya (Platt, 1984). Selain itu daur ulang plastik hanya mampu memproses 25% dari total semula, sehingga sangat diperlukan usaha lain dalam mengatasi sampah plastik (Apriyani dkk, 2015). Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dibutuhkan alternatif plastik ramah lingkungan (*biodegradable*) yang berasal dari bahan yang dapat terurai dilingkungan. Alternatif bahan plastik yang diperoleh dari bahan yang ramah lingkungan dibutuhkan untuk mengatasi permasalahan ini. Bahan tersebut haruslah mudah didapat, tersedia di alam dalam jumlah banyak dan murah tetapi mampu menghasilkan produk dengan kekuatan yang sama yaitu bioplastik. Alternatif pengembangan plastik *biodegradable* termasuk salah satu solusi untuk memecahkan masalah terhadap dampak negatif yang ditimbulkan oleh plastik sintetik. Salah satu pengembangan pembuatan plastik *biodegradable* melalui biosintesis menggunakan bahan yang mengandung pati atau selulosa (Nafiyanto, 2019).

Bioplastik merupakan plastik ramah lingkungan yang dapat terdegradasi oleh mikroorganisme, dapat dihancurkan secara alami dan didaur ulang (Karim, 2019). Bioplastik dapat digunakan

seperti plastik konvensional, namun harga bioplastik lebih mahal. Teknologi pembuatan plastik ini belum berkembang secara luas. Bahan yang dapat digunakan untuk pembuatan bioplastik adalah pati, selulosa, kitin, kitosan, dan lainnya (Rahima, 2018). Pati memiliki sifat yang mudah terurai, mudah diperoleh, dan murah. Sifat ini menyebabkan pati dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik. Pati memiliki kadar amilosa dan amilopektin yang berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik dan mempengaruhi sifat mekanik dari bioplastik. Jenis pati yang digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik adalah pati garut.

Kandungan pati yang dimiliki umbi garut sebesar 86%. Hal ini menunjukkan bahwa umbi garut sangat potensial sebagai sumber pati. Pati garut memiliki kadar amilosa dan amilopektin yang berpotensi sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik, (Ulyatari, 1997). *Plasticizer* perlu ditambahkan pada pembuatan bioplastik untuk meningkatkan fleksibilitas sehingga dapat mengatasi sifat rapuh dari bioplastik. Gliserol merupakan salah satu *plasticizer* yang sering digunakan. Gliserol ditambahkan bertujuan memperlemah kekakuan polimer, meningkatkan elastisitas, dan fleksibilitas serta ekstensibilitas polimer. Ikatan hidrogen internal pada ikatan intermolekuler dapat dikurangi dengan penambahan gliserol (Budiman, 2018). Bahan lain yang perlu ditambahkan dalam bioplastik yaitu pektin.

Pektin mampu membentuk gel encer serta mampu menstabilkan protein, sehingga pektin digunakan sebagai komponen fungsional pada industri makanan. Pektin juga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pengisi dalam industri pangan sebagai biodegradable film (Nugroho et al. 2013). Salah satu sediaan alami yang berpotensi sebagai bahan baku pembuatan edible film adalah pektin kulit jeruk bali.

Tujuan dari penelitian ini yaitu untuk mengetahui pengaruh penambahan pektin kulit jeruk bali terhadap sifat mekanik bioplastik meliputi ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan *modulus young*.

2. Bahan dan Metode

Bahan

Bahan baku yang digunakan antara lain kulit buah jeruk bali, pati garut, larutan etanol 96%, HCl 0,5 M, gliserol, asam asetat 1% dan akuades.

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu seperangkat alat gelas, termometer, neraca analitik, *hot plate*, cetakan plastik, oven, *molecular sieve* 70 mesh, botol akuades, dan seperangkat alat uji mekanik bioplastik.

Metode

a. Persiapan bahan baku

Kulit jeruk bali diambil albedonya dan dipotong kecil-kecil lalu dicuci. Albendo merupakan lapisan putih lembut setelah bagian lapisan luar jeruk yang memiliki kandungan pektin. Kemudian dikeringkan menggunakan oven 50°C sampai kering. Setelah kering dihaluskan sampai mendapatkan serbuknya.

b. Ekstraksi pectin

Serbuk kulit jeruk bali sebanyak 5gram ditambahkan dengan 100 mL akuades dalam gelas beaker 250 mL menjadi bubuk kulit jeruk bali . Diaduk sampai rata untuk membantu dalam proses ekstraksi . Selanjutnya, ditambahkan HCl 0,5 M sampai pH 3 lalu dipanaskan pada suhu 70°C konstan selama 60 menit. Larutan yang didapat kemudian dilakukan penyaringan untuk memisahkan filtratnya. Selanjutnya filtrat ditambah dengan etanol 96% dengan perbandingan 1:1 (v/v), maka akan diperoleh gel dan cairan. Setelah itu dilakukan penyaringan untuk memisahkan dua bagian lapisan tersebut. Selanjutnya gel dikeringkan pada suhu 50° C selama 5 jam. Hasil yang diperoleh setelah dioven berbentuk lembaran-lembaran kering ekstrak pektin kulit jeruk bali. Kemudian ditumbuk/digiling sampai halus dan dilakukan pengayakan dengan ayakan *molecular scieve* 70 mesh. Hasil yang diperoleh berupa serbuk ekstrak kulit jeruk bali.

c. Identifikasi gugus fungsi dengan FTIR

Serbuk pektin yang diperoleh selanjutnya dianalisis menggunakan spektrofotometer FTIR

d. Karakterisasi Pektin

- Rendemen Pektin

Rendemen pektin dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar} = \frac{\text{berat pektin hasil ekstraksi}}{\text{berat bahan baku}} \times 100\%$$

- Kadar Air Pektin

Kadar air pektin dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

$$\text{Kadar air} = \frac{b-c}{c-a} \times 100\%$$

Keterangan:

a = wadah sampel

b = sampel belum kering

c = sampel setelah kering

- Berat Ekuivalen

Berat ekuivalen pektin ditentukan dengan standardisasi NaOH 0,1 N. Serbuk pektin 0,25 gram ditambahkan 1 mL etanol 96%. selanjutnya ditambahkan NaCl 0,5 gram dalam 20 mL akuades. Larutan ditambahkan indikator pp 5 tetes lalu dititrasi dengan NaOH 0,1 N yang telah distandardisasi sampai warna larutan berubah menjadi merah muda. Berat ekuivalen dapat dihitung sebagai berikut:

$$\text{Berat Ekivalen} = \frac{\text{mili gram sampel}}{\text{mili liter NaOH} \times N \text{ NaOH}}$$

- Kadar Metoksil

Larutan dari hasil penentuan berat ekivalen kemudian ditambah NaOH 0,2 N sebanyak 12,5 mL, selanjutnya diaduk lalu didiamkan selama 30 menit. Larutan ditambah HCL 0,2 N sebanyak 25 mL kemudian ditetesi indikator pp sebanyak 5 tetes. Larutan selanjutnya dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N yang telah distandardisasi sampai terjadi perubahan warna menjadi merah muda. Kadar metoksil dapat dihitung sebagai berikut:

Kadar Metoksil

$$= \frac{\text{Vol NaOH} \times N \text{ NaOH}}{\text{massa sampel (mg)}} \times 100\%$$

- Kadar Asam Gakturonat

Kadar asam galakturonat ini menunjukkan kemurnian pektin. Perhitungan kadar asam galakturonat yaitu sebagai berikut:

$$\text{kadar asam galakturonat} = \frac{\text{mEq NaOH BE} + \text{mEq metoksil}}{\text{b o b o t p e k t i n}} \times 100 \times 176$$

e. Pembuatan bioplastik

Pati garut sebanyak 5gram ditambahkan pektin dengan variasi pektin yang digunakan adalah 1; 2; 3; 4; dan 5 gram lalu ditambah asam asetat 1% kemudian dilarutkan dalam akuades 100 ml dipanaskan sekitar 5 menit selanjutnya ditambahkan gliserol sebanyak 0,75 ml. Larutan diaduk dengan menggunakan

stirrer sambil dipanaskan pada hot plate dengan suhu 60-70° C selama 30 menit hingga homogen dan berbentuk gel. Larutan didinginkan dan dihilangkan pengotornya. Kemudian larutan dituang ke dalam cetakan kaca (*solution casting*) dan dikeringkan dalam oven ada suhu 50°C selama 6 jam. Cetakan diangkat dan dibiarkan pada suhu ruang selama 24 jam. Plastik dilepaskan dari cetakan dan dianalisis.

f. Analisa bioplastik

- Ketebalan (mm)

Alat ukur yang digunakan untuk mengukur ketebalan film yaitu mikrometer. Mikrometer adalah suatu alat ukur yang berfungsi mengukur benda dengan satuan yang memiliki ketelitian 0,01mm.

- Kuat Tarik/ *Tensile Strength* (MPa)

Kuat Tarik merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus. Nilai kuat tarik diperoleh dari besarnya beban maksimum yang dibutuhkan untuk memutuskan sampel dibagi dengan luas penampang mula-mula. Secara matematis dituliskan sebagai berikut:

$$\sigma = \frac{F_{maks}}{A_0}$$

Keterangan:

σ = kuat tarik (MPa)

F_{maks} = gaya saat sampel putus (N)

A_0 = luas penampang mula-mula (mm^2)
(Wirjosentono, 1995).

- Pemanjangan/Elongasi

Sampel diberi gaya tarikan dengan laju konstan, maka mula-mula kenaikan tegangan yang diterima akan berbanding lurus dengan pemanjangan sampel. Titik elastis tercapai apabila tegangan dilepaskan,

Perpanjangan maksimum material sampai ia terputus dinamakan elongasi. Secara matematis nilai elongasi dituliskan sebagai berikut:

$$\varepsilon = \frac{l_t - l_0}{l_0} \times 100\%$$

Keterangan:

E = Elongasi (%)

l_t = Panjang sampel setelah tarikan (mm)

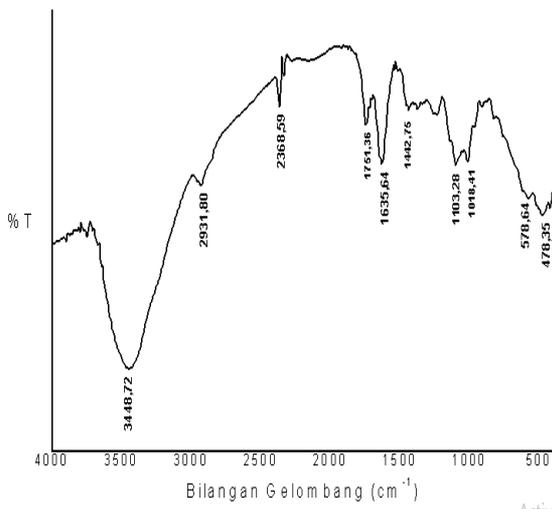
l_0 = Panjang sampel awal (mm) (Syuhada, 2018).

- *Modulus young*

Modulus young atau modulus elastis merupakan hubungan antara kuat tarik dengan elongasi yang menghasilkan besaran. Modulus Young menggambarkan kemampuan suatu benda untuk mempertahankan keelastisitasannya. Nilai dari modulus Young didapatkan dari perbandingan antara kuat tarik dan elongasi.

3. Hasil dan Pembahasan

Pektin hasil ekstraksi kulit jeruk bali dilakukan analisis dengan FTIR. Hasil analisis terdapat serapan gugus fungsi -OH alkohol pada daerah bilangan gelombang 3448,72/cm. Pada daerah bilangan gelombang 2931,80/cm terdapat serapan dari gugus C-H alifatik. Serapan di daerah bilangan gelombang 1751,36/cm mengindikasikan adanya serapan gugus C=O dari gugus ester. Sedangkan pada bilangan gelombang 1635,64 cm^{-1} terdapat serapan dari gugus C=C alkena. Hasil uji FTIR pektin kulit jeruk bali ada Gambar 1 sebagai berikut



Gambar 1. Hasil FTIR Pektin Kulit Jeruk Bali

Berdasarkan hasil analisa tersebut dibandingkan dengan gugus fungsi dalam pektin standar berdasarkan penelitian Latuperissa (2019):

Tabel 1. Hasil Uji FTIR Pektin Standar

Bilangan gelombang (per cm)		
Pektin standar*	Pektin Kulit jeruk bali	Keterangan
3294,42-3373,50	3448,72	OH (alkohol)
2886,33-2973,30	2931,80	CH ₃ (alifatik)
1730,00-1751,41	1751,36	C=O (ester)
1626,49-1680,00	1635,64	C=C (alkena)
1014,40-1246,44	1103,28	C-O (eter)

Sumber: Latuperissa(2019)

Pektin kulit jeruk bali selanjutnya di analisa dengan parameter kadar air, kadar metoksil dan berat ekivalen untuk mengetahui karakteristik dari pektin tersebut. Hasil analisa pektin dibandingkan dengan standar mutu pektin berdasarkan standar mutu International Pectin Producers Association (IPPA) dapat dilihat pada Tabel 2. Nilai kadar asam galakturonat menunjukkan semakin tinggi maka mutu pektin juga semakin baik. Penelitian ini menunjukkan kadar asam galakturonat dalam rentang standar IPPA sehingga ekstraksi yang dilakukan didapatkan pektin kulit jeruk bali sesuai standar.

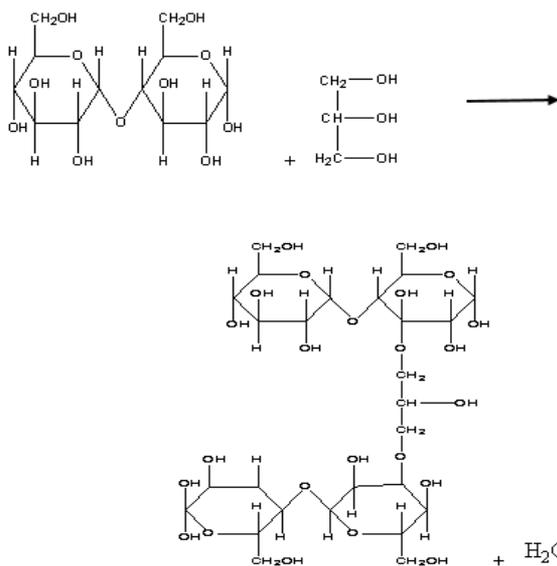
Bioplastik berbahan dasar pati merupakan plastik jenis polimerisasi kondensasi karena melibatkan gugus hidroksil dari salah satu monosakarida dengan gugus hidroksil monoskarida lain melalui ikatan glikosidik. Bioplastik jenis ini memiliki sifat kaku

dan mudah rusak, karena hidrogen antar ikatan polimer sangat kuat, sehingga perlu dilakukan penambahan *plasticizer* yaitu gliserol untuk mereduksi polimer hidrogen (Elfiana, 2018).

Tabel 2. Karakteristik Pektin Kulit Jeruk Bali

Parameter	Hasil analisa	IPPA
Rendemen	17,15%	-
Kadar air	1,927%	<12%
Kadar metoksil	15,71%	<ul style="list-style-type: none">• Metoksil render 2,5-7,12%• Metoksil tinggi >7,12%
Berat ekuivalen	863,127 mg	600-800 mg

Gliserol juga sebagai *crosslinking* atau jembatan antar molekul pati karena interaksi dengan gugus OH dalam struktur amilosa dan amilopektin. *Crosslinking* dapat dijadikan pati yang lebih stabil terhadap proses pemanasan, pengasaman, dan pengadukan (Apriyani, 2015). Interaksi antar pati dan gliserol dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 2. Interaksi antar pati dan gliserol

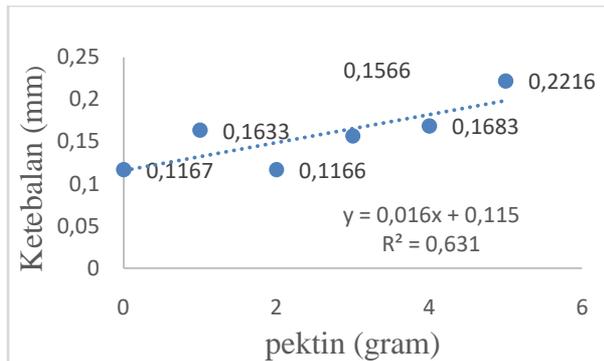
Selanjutnya bioplastik diuji sifat mekaniknya diantaranya ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan modulus young.

Sifat Mekanik

a) Ketebalan Bioplastik

Ketebalan bioplastik akan berpengaruh terhadap sifat yang lainnya seperti kuat tarik, persen perpanjangan, dan *modulus young*, semakin tebal bioplastik maka akan menurunkan tingkat permeabilitas gas dan dapat melindungi produk yang dikemas dengan baik. Hasil analisis ketebalan berkisar 0.1167 mm sampai 0.2216 mm. Berikut disajikan grafik hubungan pektin terhadap ketebalan pada Gambar 3.

Pengaruh Penambahan Pektin Kulit Jeruk Bali terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Pati Garut

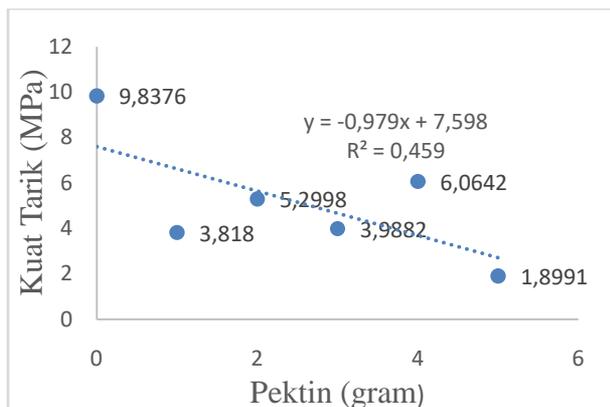


Gambar 3. Grafik Hubungan Pektin Terhadap Ketebalan

Hasil analisis menunjukkan bahwa peningkatan konsentrasi pektin jeruk bali akan meningkatkan nilai ketebalan bioplastik yang dihasilkan. Penambahan pektin akan meningkatkan viskositas larutan bioplastik. Menurut penelitian (Murdianto, 2005) peningkatan konsentrasi bahan penyusun polimer matriks film akan meningkatkan total padatan terlarut dalam larutan film, sehingga bioplastik yang diperoleh akan semakin besar. Nilai ketebalan yang fluktuatif karena proses penuangan pada cetakan yang dilakukan secara manual sehingga sulit menyamakan ketebalan berbagai titik.

b) Kuat Tarik

Berikut disajikan grafik hubungan pektin terhadap kuat tarik pada Gambar 4.



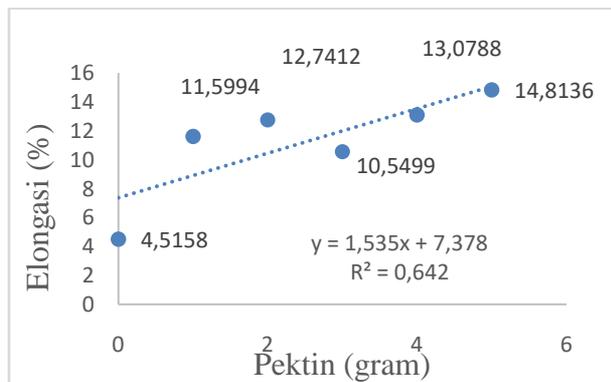
Gambar 4. Grafik Hubungan Pektin Terhadap Kuat Tarik

Nilai kuat tarik bioplastik cenderung mengalami penurunan, hal tersebut serupa dengan penelitian (Pratiwi, 2019), nilai kuat tarik yang menurun disebabkan karena reduksi intermolekul rantai protein sehingga matriks bioplastik yang terbentuk akan semakin sedikit. Hal ini terjadi disebabkan karena penambahan gliserol, sifat molekul *plasticizer* akan menurunkan interaksi intermolekul, mengganggu kekompakan pati, dan meningkatkan mobilitas bioplastik. Faktor lain yang menjadi sebab menurunnya nilai kuat tarik yaitu dimungkinkan karena ketidakhomogenan distribusi molekul bioplastik tersebut.

Hasil analisis kuat tarik bioplastik yang dihasilkan berkisar antara 9,83 MPa sampai 6,063 MPa. Perbedaan nilai kuat tarik disebabkan karena perbedaan komposisi dan konsentrasi yang akan mempengaruhi kuat renggang putus yang dihasilkan.

c) Elongasi

Persen elongasi menunjukkan kemampuan film untuk memanjang. Nilai elongasi cenderung berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik. Apabila nilai kuat tarik menurun maka nilai elongasinya meningkat dan begitu pula sebaliknya (Rush dkk, 2017). Berikut disajikan grafik hubungan pektin terhadap elongasi pada Gambar 5.



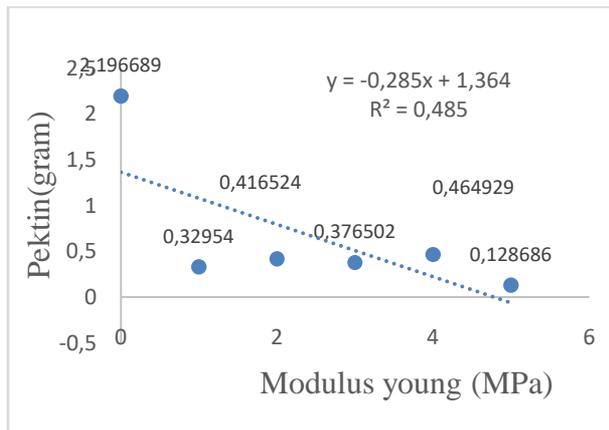
Gambar 5. Grafik Hubungan Pektin Terhadap Elongasi

Nilai tersebut cenderung mengalami kenaikan yang menunjukkan bahwa semakin bertambahnya pektin, maka semakin besar nilai elongasi yang dihasilkan. Hal ini disebabkan karena komponen penyusun matriks plastik yang berupa pektin dan gliserol termasuk komponen hidrofilik sehingga menyebabkan matriks tersebut membentuk ruang bebas dan meningkatkan mobilitas molekul membentuk ikatan hidrogen. Menurut (Sitompul dkk, 2017) penambahan gliserol akan meningkatkan nilai elongasi

bioplastik hal ini disebabkan gliserol akan menurunkan gaya antar molekul, akibatnya mobilitas antar rantai molekul semakin meningkat sehingga mengakibatkan gugus OH pada gliserol membentuk ikatan intermolekul dengan rantai polimer akan berkurang. Hasil penelitian ini rentang nilai elongasi yaitu 4,5158 – 14,8136%.

d) Modulus Young

Nilai dari modulus young didapatkan dari perbandingan antara kuat tarik dan elongasi. Berikut ini hasil pengukuran modulus young bioplasik pati garut dengan pektin kuit jeruk bali ditunjukkan pada Gambar 6



Gambar 6. Grafik Hubungan Pektin Terhadap Modulus Young

Berdasarkan hasil yang disajikan pada Gambar 6 menunjukkan bahwa nilai modulus young berkisar antara 0,1286-2,1966 MPa. Modulus young berbanding terbalik dengan nilai elongasi, karena

semakin menurun nilai kuat tarik maka akan menurunkan nilai modulus young. Menurunnya modulus young menunjukkan fleksibilitas bioplastik yang dihasilkan semakin meningkat (Nahwi, 2016).

e) Uji Korelasi Spearman

Uji korelasi spearman dilakukan untuk mengetahui apakah terdapat hubungan antara variasi penambahan pektin kulit jeruk bali terhadap sifat mekanik Hasil uji korelasi spearman disajikan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Korelasi Spearman

	Variasi	Ketebalan	Kuat tarik	Elongasi	Modulus young
koefisien	1.00	.715	-.524	.730	-.486
korelasi		.001	.026	.001	.041
signifikansi	18	18	18	18	18

Berdasarkan tabel di atas dapat diketahui bahwa variasi penambahan pektin kulit jeruk bali memiliki nilai koefisien korelasi spearman sebesar 0,715 dengan nilai signifikansi 0,001. Hal ini menunjukkan hubungan variasi pektin dengan ketebalan pada bioplastik sangat kuat yang menyebabkan adanya kenaikan nilai ketebalan.

Nilai koefisien korelasi spearman antara jumlah pektin dengan kuat tarik sebesar -0,524 dengan nilai signifikansi sebesar 0,26. Hal ini menunjukkan hubungan variasi pektin dengan kuat tarik

pada bioplastik yang kuat. Nilai negatif yang kuat menunjukkan bahwa variasi pektin ternyata cenderung menurunkan nilai kuat tarik.

Variasi pektin dengan elongasi memiliki nilai koefisien korelasi spearman sebesar 0,730 dengan signifikansi 0,001. Hal ini menunjukkan hubungan variasi pektin dengan elongasi pada bioplastik sangat kuat yang menyebabkan adanya kenaikan nilai elongasi.

Variasi jumlah pektin dengan *modulus young* memiliki nilai koefisien korelasi spearman sebesar -0,486 dengan nilai signifikansi sebesar 0,041. Hal ini menunjukkan hubungan variasi pektin dengan *modulus young* pada bioplastik kategori lemah. Nilai negatif menunjukkan bahwa tidak searah artinya variasi pektin akan cenderung menurunkan *modulus young*.

f) Uji Kruskal Wallis

Statistik Kruskal Wallis merupakan peralatan statistika non parametrik dalam kelompok prosedur untuk sampel independen. Statistika ini membandingkan dua variabel yang diukur dari sampel yang tidak sama, dimana kelompok yang diperbandingkan lebih dari dua. Kruskal wallis digunakan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan signifikan yang dihasilkan dari pengujian. Hasil uji Kruskal walis disajikan pada Tabel 4.

Tabel 4. Hasil Uji Kruskal Wallis

	Ketebalan (mm)	Tensile Strength (MPa)	Elongasi (%)	Moulus young (MPa)
Chi-Square	14,696	15,69	14,006	
Df	5	5	5	5
Asymp.Sig	.012	.008	.016	.008

Hasil uji kruskal wallis dengan nilai signifikansi pada ketebalan yaitu 0,012, pada kuat tarik 0,008, nilai elongasi 0,016, dan nilai modulus young 0,008 dapat disimpulkan bahwa nilai Asymp.Sig pada test statistik <0,05. Maka H0 ditolak. Hal ini menunjukkan bahwa variasi pektin kulit jeruk bali berpengaruh signifikan terhadap sifat mekanik.

4. Kesimpulan

Penambahan pektin kulit jeruk bali mempengaruhi sifat fisik dan mekanik bioplastik berbahan dasar pati garut. Penambahan pektin kulit jeruk bali meningkatkan ketebalan, menurunkan kuat tarik, meningkatkan elongasi, dan menurunkan modulus young.

5. Referensi

- Aji, A., Bahri, S., Tantalia. 2017. Pengaruh Waktu Ekstraksi Dan Konsentrasi HCl Untuk Pembuatan Pektin Dari Kulit Jeruk Bali. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*. 1. 6. 33-44.
- Apriyani, M., dan Endaruji, S. 2015. Sintesis Dan Karakterisasi Plastik Biodegradable Dari Pati Onggok Singkong Dan

- Ekstrak Lidah Buaya Dengan Platisizer Gliserol. *Jurnal Sains Dasar*. 2. 4. 145-152.
- Elfiana, dkk. 2018. Degradation Study of Biodegradable Plastic Using Nata De Coco as A Filer. *Journal Biology, Medicine & Natural Product Chemistry*. Vol. 7, No 2: 33-38.
- Kamsiati, E., Herawati, H., Purwani, E, Y. 2017. Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubi kayu di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*. 2. 36. 67-76.
- IPPA (Internationa Pectins Procedures Association). 2002. What in Pectin. <http://www.ippa.info/history.of.pectin.htm>.
- Latupeirissa dkk. 2019. Ekstraksi dan Karakterisasi Kuit Jeruk Manis Kisar (Citrus sp.). *Jurnal Kimia*. 7.1. 53-60.
- Maghfiroh, L. 2015. Sintesis Dan Karakterisasi Plastik Biodegradable dengan Bahan Dasar Pati Onggok Singkong-Pektin Kulit Jeruk Bali-*Plasticizer* Sorbitol. *Skripsi Kimia*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga: Yogyakarta.
- Murdianto, W. 2005. Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film Ekstrak Daun Janggolan. *Jurnal Agrosains*. 18. 3.
- Nafiyanto, Indra. 2019. Pembuatan Plastik Biodegradable dari Limbah Bonggol Pisang Kepok dengan Plasticizer Gliserol dari Minyak Jelantah dan Komposit Kitosan dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina Fulia*). *Intergrated Lab Journal*. 07. 01: 75-89.

- Nahwi, N.F. 2016. Analisis Pengaruh Penambahan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Edible Film dari Pati Kulit Pisang Raja Tongkol Jagung dan Bonggol Enceng Gondok. *Skripsi Program Studi Kimia*. Fakultas Sains dan Teknologi. UIN Maulana Malik Ibrahim Malang.
- Pratiwi, Nur. 2019. Aplikasi Edible Film dari Ekstrak Kacang Kedelai dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol sebagai Pengemas Anggur Hijau (*Vitis Vinifera L*). *Skripsi Kimia*. UIN: Yogyakarta.
- Platt, David K. 1984. *Biodegradable Polymers*. Smithers Rappra Limited: United Kingdom, New York.
- Rahima, D. Pengaruh Penambahan Ekstrak Lidah Buaya Dengan Plasticizer Sorbitol Terhadap Sifat Mekanik Dan Degradasi Plastik Biodegradable Pati Garut. *Skripsi Kimia*. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta. 2018.
- Sitompul, Zubaidah. 2017. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Sifat Fisik Edible Film Kolang Kaling. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*. 05. 01:13-25.
- Utami, M, dkk. 2014. Sintesis Plastik *Biodegradable* dari Kulit Pisang dengan Penambahan Kitosan dan *Plasticizer* Gliserol. *Indonesia Journal of Chemical Science*. 03.02.