

PENGARUH PENAMBAHAN PEKTIN KULIT MARKISA TERHADAP SIFAT MEKANIK PLASTIK BIODEGRADABLE PATI UMBI GARUT

Effect of Additional Markisa Rind Pektin on The Mechanical Properties of Biodegradable Plastic Garut Starch

Dwiana Pratiwi^{1)*} Endaruji Sedyadi¹

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

DOI: <http://dx.doi.org/10.21111/agrotech.v6i3.4923>

Terima 15 September 2020

Revisi 30 September 2020

Terbit 30 Desember 2020

Abstrak: Pektin kulit markisa dapat dimanfaatkan sebagai bahan tambahan pembuatan plastik *biodegradable*. Pembuatan plastik *biodegradable* dari pati garut dengan bahan tambahan pektin kulit markisa dan *plasticizer* gliserol telah dilakukan. Penelitian ini bertujuan untuk memahami pengaruh penambahan pektin kulit markisa terhadap sifat mekanik plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* dikarakterisasi sifat fisiknya meliputi ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan *modulus young*. Variasi pektin kulit markisa yang digunakan yaitu 0, 1, 2, 3, dan 4 gram. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa penambahan pektin kulit markisa cenderung menurunkan kuat tarik, namun meningkatkan persen elongasi plastik *biodegradable*. Elongasi paling tinggi yaitu 16,6657% dengan penambahan pektin kulit markisa sebesar 3 gram, namun menurunkan kuat tarik sebesar 4,5602 Mpa.

Kata kunci: *biodegradable*, pati, gliserol, pektin kulit markisa

Abstract: Pectin passion fruit's rind can be used as an addition for making biodegradable plastics. The manufacture of biodegradable plastics from starch arrowroot with addition of pectin passion fruit's rind and glycerol plasticizer

* Korespondensi email: dwianapратиwi@yahoo.co.id

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

has been done. This study aimed to understand the impact of the addition of pectin passion fruit's rind on the mechanical properties of the biodegradable plastic. Biodegradable plastic characterized by its mechanical properties include thickness, *tensile strength*, *elongation*, and *young modulus*. The variations of the pectin passion fruit's rind used were 0, 1, 2, 3, and 4 grams. The results showed that the addition of pectin passion fruit's rind tended to lose *tensile strength*, but increased *elongation* of biodegradable plastic. The highest elongation was 16.6657% with the addition of 3 grams of pectin passion fruit's rind, but decreased the tensile strength by 4.5602 Mpa.

Key words : Biodegradable, starch, glycerol, pectin passion fruit's rind

1. Pendahuluan

Plastik merupakan salah satu material yang sering dijumpai. Sebagian besar barang yang dibutuhkan manusia, seperti perlengkapan rumah tangga dan kantor, peralatan otomotif, dan elektronik sampai pengemas makanan dan minuman memerlukan material yang terbuat dari plastik. Sifat fleksibilitas plastik yang tinggi, kuat, ringan, tahan air, dan harganya yang terjangkau menyebabkan penggunaan plastik lebih disukai.

Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang lebih mudah terurai oleh mikroorganisme dibandingkan dengan plastik yang berbahan dasar minyak bumi. Penguraian plastik *biodegradable* memiliki hasil akhir berupa air, gas karbondioksida, asam organik, dan aldehid yang sangat ramah lingkungan (Dewi, 2014). Plastik *biodegradable* yang terbuat dari pati memiliki sifat plastik yang rapuh atau mudah sobek, sehingga perlu penambahan *plasticizer* untuk memperkuat plastik yang dihasilkan (Sitompul, 2017). Penambahan *plasticizer* tersebut dapat memperbaiki karakteristik plastik *biodegradable* menjadi lebih elatis. Material lain yang

dapat digunakan sebagai bahan tambahan plastik *biodegradable* adalah pektin. Pektin terkandung dalam sebagian besar tanaman buah. Salah satunya adalah buah markisa. Namun, kulit dari buah markisa biasanya hanya dibuang begitu saja. Padahal kandungan pektin sebesar 14% terdapat pada kulit buah markisa (Sarandi, 2015).

Berdasarkan latar belakang di atas, maka perlu dilakukan penelitian mengenai Pengaruh Penambahan Pektin Kulit Markisa Terhadap Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Pati Umbi Garut. Pati yang akan digunakan yaitu pati garut dengan *plasticizer* gliserol dan penambahan pektin kulit markisa. Penambahan pektin kulit buah markisa diharapkan mampu meningkatkan sifat fisik berupa nilai kuat tarik, ketebalan, elongasi, serta *modulus Young* yang baik.

Landasan Teori

Plastik *biodegradable* adalah plastik yang akan hancur akibat aktivitas dari mikroorganisme menjadi hasil akhir karbondioksida dan air, sehingga plastik ini akan aman bagi lingkungan (Anggraini, 2013). Pembuatan plastik berbahan dasar pati akan lebih mudah terurai jika di buang ke lingkungan, karena pati merupakan bahan alam. Pati garut dipilih sebagai bahan utama pembuatan plastik *biodegradable* karena pati garut termasuk

polisakarida dan sering digunakan dalam pembuatan plastik *biodegradable*.

Pektin merupakan senyawa polisakarida dengan bobot molekul tinggi dan sering digunakan sebagai pembentuk gel. Pektin tersusun dari molekul asam galaktosa yang berikatan dengan ikatan α -(1,4)-glikosida sehingga membentuk asam poligalakturonat. Penelitian ini menggunakan pektin kulit markisa karena kulit markisa mengandung kadar pektin yang cukup tinggi yaitu sebesar 14% (Sarandi, 2015).

Plasticizer gliserol umumnya ditambahkan ke dalam suatu polimer untuk meningkatkan sifat mekanik polimer tersebut. *Plasticizer* gliserol ini ditambahkan untuk meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antarmolekul dari polimer. Seperti yang disebutkan Rodrigues, dkk. (2006) dalam Suharsono (2012) bahwa apabila *plasticizer* ditambahkan ke dalam polimer, molekul *plasticizer* akan mengganggu kekompakan pati, menurunkan intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer.

Sifat fisik merupakan sifat yang berhubungan dengan reaksi yang terjadi ketika kekuatan atau beban dikenakan pada suatu material. Pengujian sifat mekanik yang berupa ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan modulus *young* ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan pektin kulit markisa terhadap plastik *biodegradable* dan kualitas plastik *biodegradable* yang dihasilkan.

2. Bahan dan Metode

Alat

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah sendok sungsu, gelas arloji, pengaduk kaca, *thermometer*, bola hisap, *hotplate*, cetakan plastik (mika), oven, *magnetic stirrer*, blender, neraca analitik, dan spektrometer FTIR.

Bahan

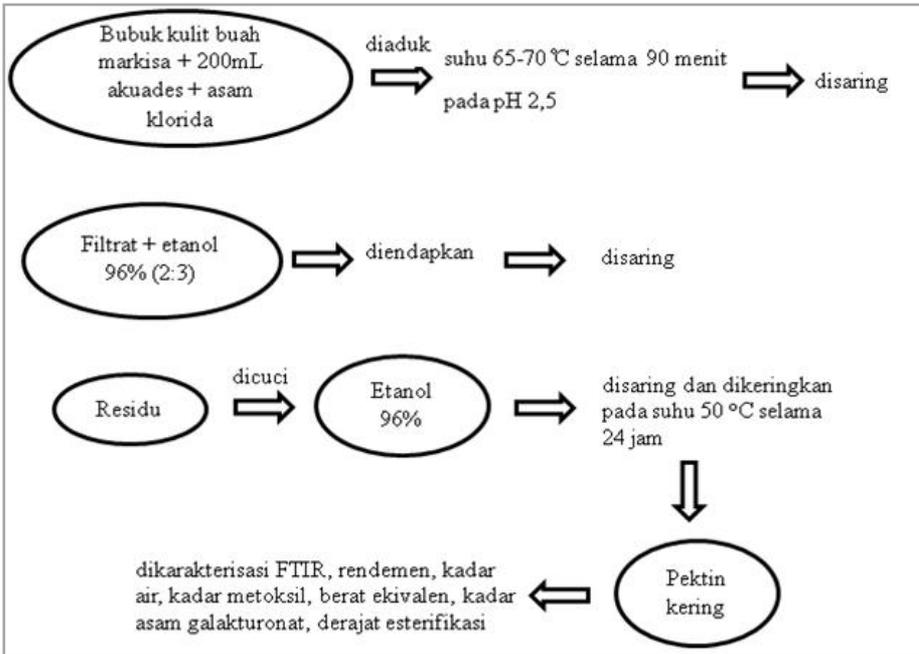
Bahan yang digunakan yaitu pati garut dari Plaza Argo Universitas Gadjah Mada; kulit buah markisa dari Pasar Demangan, Gondokusuman, Yogyakarta; akuades; gliserol; HCl; etanol 96%; dan asam asetat.

Prosedur

a) Preparasi Bubuk Kulit Markisa

Kulit buah dipotong dengan ukuran 1x1 cm. Kulit buah yang telah dipotong kemudian dilakukan blanching pada suhu 95 °C selama 10 menit. Selanjutnya dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C selama 12 jam. Kemudian kulit buah dihaluskan.

b) Ekstraksi Pektin dari Kulit Buah Markisa (Gambar 1)



Gambar. 1. Diagram alur pembuatan ekstrak dan kulit buah markisa

- Penentuan Rendemen Pektin

Penentuan rendemen pektin sesuai dengan persamaan berikut:

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

- Penentuan Kadar Air Pektin

Penentuan kadar air pektin sesuai dengan persamaan berikut:

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

Keterangan:

a = sampel kering sebelum dioven

b = sampel kering setelah dioven

- Penentuan Berat Ekuivalen

Penentuan berat ekuivalen pektin diawali dengan melakukan standardisasi NaOH 0,1 N. Bubuk pektin ditimbang 0,25 gram dan ditambahkan 1 mL etanol 96%. Kemudian ditambahkan 0,5 gram NaCl dalam 20mL akuades. Larutan ditambahkan 5 tetes indikator pp kemudian dititrasi dengan NaOH 0,1 N yang sudah distandardisasi hingga warna larutan berubah menjadi merah muda. Perhitungan berat ekuivalen sebagai berikut:

$$BE = \frac{\text{berat sampel (g)} \times 1000}{\text{vol. NaOH} \times \text{normalitas NaOH}}$$

- Kadar Metoksil

Larutan hasil penentuan berat ekuivalen ditambahkan dengan 12,5 mL NaOH 0,2 N kemudian diaduk dan didiamkan selama 30 menit. Ditambahkan 25 mL larutan HCl 0,2 N kemudian ditambahkan 5 tetes indikator pp. Kemudian dititrasi menggunakan NaOH 0,1 N yang sudah distandardisasi hingga larutan berubah warna menjadi merah muda. Perhitungan kadar metoksil sebagai berikut:

$$\% \text{metoksil} = \frac{\text{Vol. NaOH} \times \text{N NaOH}}{\text{massa sampel (mg)}} \times 31 \times 100\%$$

- Kadar Asam Galakturonat

Asam galakturonat merupakan sifat yang menunjukkan kemurnian pektin. Perhitungan kadar asam galakturonat sebagai berikut:

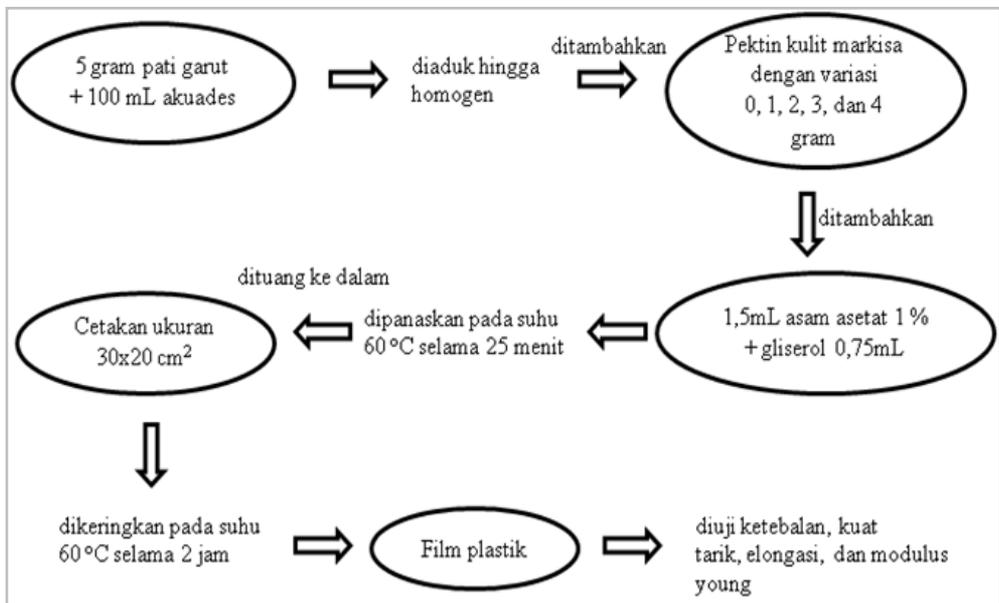
$$\text{Asam galakturonat} = \frac{\text{meq NaOH BE} + \text{meq metoksil}}{\text{mg pektin}} \times 176 \times 100\%$$

- Derajat Esterifikasi.

Perhitungan derajat esterifikasi yaitu:

$$(\text{DE}) = \frac{\% \text{metoksil} \times 176}{31 \times \% \text{asam galakturonat}} \times 100$$

c) Pembuatan Plastik *Biodegradable* (Gambar 2)

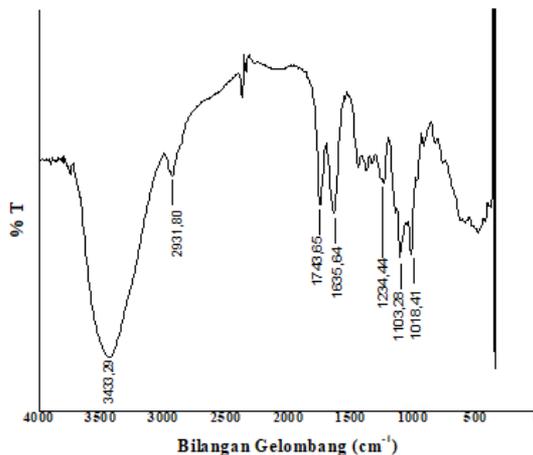


Gambar. 2. Diagram alur pembuatan plastik biodegradable

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Karakterisasi Pektin Kulit Markisa

Analisis dengan FT-IR



Gambar 3. Hasil FTIR Pektin Kulit Markisa

Terdapat serapan gugus $-OH$ dari alkohol di daerah bilangan gelombang $3433,29/cm$ (Gambar 3). Pada daerah bilangan gelombang $2931,80/cm$ terdapat serapan dari gugus $C-H$ alifatik. Serapan di daerah bilangan gelombang $1743,65/cm$ menandakan adanya serapan grup $C=O$ dari gugus ester. Sedangkan daerah bilangan gelombang $1635,64/cm$ terdapat serapan dari gugus $C=C$ alkena. Selain itu, terdapat serapan grup $C-O$ dari gugus eter di daerah bilangan gelombang $1018,41/cm$, $1103,28/cm$, dan $1234,44/cm$. Satepa, dkk. (2004) menyatakan bahwa ikatan

glikosidik pada pektin memberikan serapan inframerah pada daerah bilangan gelombang 850-1200/cm. Berdasarkan hasil tersebut, maka dapat disimpulkan bahwa serbuk hasil ekstraksi merupakan pektin kulit markisa. Berikut gugus fungsi yang terdapat dalam pektin standar berdasarkan penelitian Latupeirissa (2019):

Tabel 1. Hasil Uji FTIR Pektin Standar

Bilangan gelombang (per cm) Pektin standar	Keterangan
2886,33-2973,30	CH ₃ (alifatik)
1730,00-1750,41	C=O (ester)
1626,49-1680,00	C=C (alkena)
1014,40-1246,44	C-O (eter)

Sumber: Latupeirissa, 2019

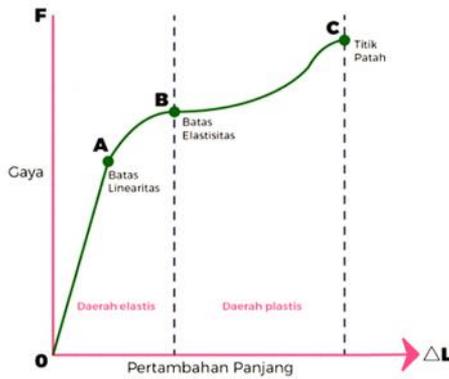
Pektin kulit buah markisa dianalisa menggunakan parameter rendemen, kadar air, kadar metoksil, berat ekuivalen, kadar asam galakturonat, dan derajat esterifikasi. Hasil analisa tersebut kemudian dibandingkan dengan standar yang telah ditetapkan *International Pectin Producers Association* (IPPA) (tabel 1 dan tabel 2).

Tabel 2. Karakteristik Pektin Kulit Markisa

Parameter	Hasil analisa	IPPA
Rendemen	19,458%	-
Kadar air	2,576%	<12%
Kadar metoksil	6,0079%	Metoksil rendah < 7% Metoksil tinggi > 7%
Berat ekivalen	1139,4650 mg	600-800 mg
Kadar asam galakturonat	198,08%	Minimal 65%
Derajat esterifikasi	17,22%	Metoksil rendah, DE<50% Metoksil tinggi, DE>50%

Karakteristik plastik *biodegradable* umbi garut dengan penambahan pektin kulit markisa

Plastik *biodegradable* dengan penambahan pektin kulit markisa pada penelitian ini sudah dapat dikatakan sebagai material plastik karena memiliki sifat elastis dan plastis. Sifat elastis merupakan perubahan bentuk yang terjadi pada suatu benda saat gaya bekerja dan perubahan bentuk tersebut akan hilang ketika gaya ditiadakan, sedangkan sifat plastis merupakan perubahan bentuk yang terjadi pada benda secara permanen walapun gaya yang bekerja ditiadakan. Adapun sifat elastis dan plastis terdapat pada grafik hubungan antara gaya terhadap pertambahan panjang yang disajikan pada Gambar 4.2.



Sumber: ruang guru

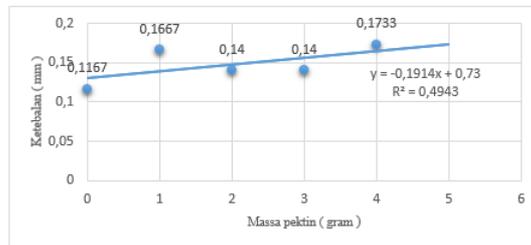
Gambar 4 Grafik Hubungan Gaya terhadap Pertambahan Panjang

Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan grafik hubungan gaya terhadap pertambahan panjang. Garis lurus OA menunjukkan bahwa gaya F akan berbanding lurus dengan pertambahan panjang plastik (ΔL). Ketika gaya F diperbesar melampaui titik A, maka menunjukkan garis yang tidak lurus. Hal ini menandakan bahwa batas linearitas plastik telah terlampaui, namun plastik masih dapat kembali ke bentuk semula. Oleh karena itu, daerah yang dibatasi oleh titik O sampai dengan titik B disebut dengan daerah elastis. Apabila gaya F semakin diperbesar hingga melewati titik B, maka batas elastisitas akan terlampaui. Akibatnya ketika gaya F dihilangkan, maka plastik tidak akan kembali ke bentuk semula atau dapat disebut dengan sifat plastis. Apabila gaya F semakin

diperbesar sampai titik C, maka plastik akan patah. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang menunjukkan bahwa plastik *biodegradable* hasil penelitian memiliki sifat layaknya plastik yaitu sifat elastis dan plastis.

3.2 Pengujian plastik *biodegradable* umbi garut dengan penambahan pektin kulit markisa

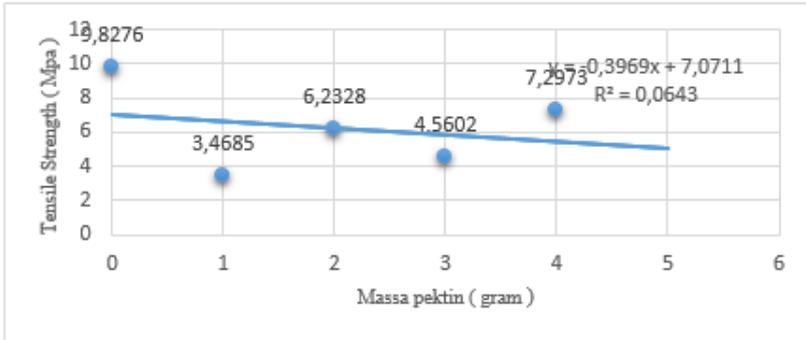
1) Ketebalan



Gambar 5. Hubungan ketebalan film plastik dengan variasi pektin kulit markisa

Nilai ketebalan film plastik *biodegradable* pada penelitian ini yaitu berkisar antara 0,1167-0,1733 mm. Menurut Skurtys dkk. (2008) dalam Maslahah (2019) kriteria ketebalan film plastik *biodegradable* yaitu sebesar $<0,25$ mm. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa ketebalan yang dihasilkan telah mencapai kriteria sehingga dapat dikategorikan sebagai plastik *biodegradable* (gambar 5.).

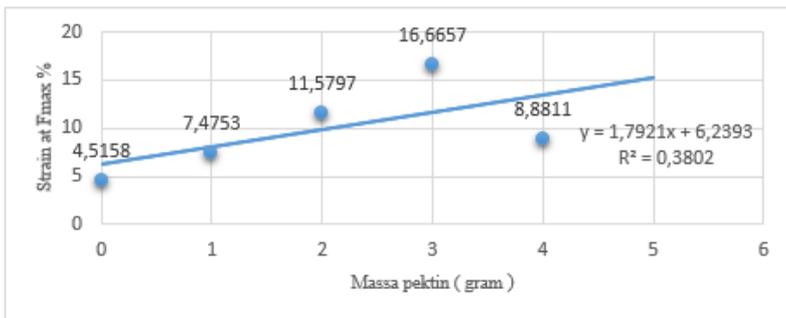
2) Kuat Tarik



Gambar 6. Hubungan kuat tarik film plastik dengan variasi pektin kulit markisa

Kuat tarik plastik *biodegradable* pada penelitian ini yaitu berkisar antara 3,4685-9,8276 MPa. Kuat tarik yang dihasilkan cenderung menurun. Hal ini kemungkinan disebabkan ketidakhomogenan distribusi molekul pembentuk film plastic (Gambar 6.)

3) Elongasi

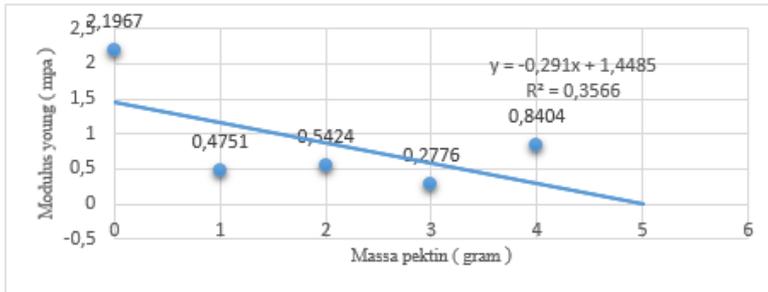


Gambar 7. Hubungan elongasi film plastik dengan variasi pektin kulit markisa

Film plastik dengan penambahan pektin kulit markisa sebanyak 0-3 gram mengalami kenaikan. Penambahan pektin 3 gram memiliki kuat tarik tertinggi yaitu sebesar 16,6657% (gambar 7). Peningkatan elongasi disebabkan oleh terbentuknya ikatan hidrogen antara molekul pati garut dan molekul gliserol. Semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk dalam polimer menyebabkan rantai semakin panjang dan terjadi peningkatan elongasi. Hal ini juga disebabkan karena jarak ikatan antarmolekul pektin, gliserol, dan pati karena titik jenuh telah terlampaui sehingga molekul-molekul pemlastis yang berlebih berada di dalam fase tersendiri di luar fase polimer dan akan menurunkan gaya intermolekuler antarrantai. Hal ini menyebabkan gerakan rantai lebih bebas sehingga terjadi peningkatan fleksibilitas.

Elastisitas pada penelitian ini cenderung meningkat namun menurunkan kuat tarik film plastik. Hal ini disebabkan karena gliserol yang berperan sebagai *plasticizer* terletak diantara rantai polimer sehingga jarak antara pektin dan pati akan meningkat atau semakin jauh. Dengan demikian ikatan hidrogen antara pektin-pati berkurang dan digantikan menjadi interaksi hidrogen antara pati-gliserol dan gliserol-pektin. Ini menyebabkan elongasi film plastik cenderung meningkat walaupun ditarik dengan tekanan yang kecil (Nafiyanto, 2019).

4) Modulus Young



Gambar 4.6 Hubungan modulus young film plastik dengan variasi pektin kulit markisa

Nilai modulus young dipengaruhi oleh nilai kuat tarik dan elongasi. Nilai modulus young merupakan perbandingan antara kuat tarik terhadap elongasi film plastik. Nilai modulus young film plastik *biodegradable* hasil penelitian berkisar antara 0,2776-2,1967 MPa.

5) Uji Korelasi Spearman

Uji korelasi spearman merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui hubungan antara variasi penambahan pektin kulit markisa dengan ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan modulus young. Hasil uji korelasi spearman pada penelitian ini disajikan pada Tabel 4.3.

Tabel 3. Hasil Uji Korelasi

			Varias i	Ketebala n	Kuat tarik	Elongas i	Modu lus young
Spear man's Rho	Varia si	Koefisien Korelasi Signifika nsi	1000 15	,521 0,046 15	- ,246 ,377 15	,588 ,021 15	-,584 ,022 15

Variasi penambahan pektin kulit markisa terhadap ketebahan memiliki nilai koefisien 0,521 dengan nilai signifikansi 0,046. Nilai koefisien korelasi tersebut memiliki hubungan korelasi positif yang kuat, dimana hal ini berarti bahwa penambahan variasi pektin kulit markisa menyebabkan adanya kenaikan ketebalan. Nilai koefisien korelasi spearman antara variasi penambahan pektin kulit markisa terhadap kuat tarik yaitu sebesar -0,246 dengan nilai signifikansi 0,377. Nilai koefisiensi korelasi tersebut memiliki hubungan korelasi negatif yang lemah. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pektin kulit markisa menyebabkan penurunan kuat tarik (tabel 3).

Variasi penambahan pektin kulit markisa terhadap elongasi memiliki nilai koefisien korelasi sebesar 0,588 dengan nilai signifikansi 0,021. Artinya nilai koefisien korelasi tersebut bernilai positif dan memiliki hubungan koefisien korelasi yang kuat. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan pektin kulit markisa menyebabkan adanya kecenderungan kenaikan elongasi. Nilai

koefisien korelasi spearman antara variasi penambahan pektin kulit markisa terhadap modulus young yaitu sebesar -0,584 dengan nilai signifikansi 0,022. Nilai koefisiensi tersebut bernilai negatif dan memiliki hubungan koefisien korelasi yang kuat, dimana hal ini berarti bahwa penambahan variasi pektin kulit markisa cenderung menurunkan nilai modulus young.

6) Analisis Variansi Kruskal-Wallis

Pengujian Kruskal-Wallis merupakan pengujian nonparametrik berbasis peringkat yang bertujuan untuk mengetahui ada tidaknya perbedaan signifikan yang dihasilkan dari pengujian biodegradasi.

Tabel 4 Hasil Uji Kruskal-Wallis

	Ketebalan (mm)	Tensile Strength (MPa)	Elongasi (%)	Modulus Young (MPa)
Chi-Square	10.535	12.933	12.700	13.033
df	4	4	4	4
Asymp. Sig.	.032	.012	.013	.011

Berdasarkan hasil analisis, penambahan massa pektin plastik *biodegradable* pada penelitian ini menunjukkan adanya pengaruh yang signifikan terhadap sifat mekanik film plastik yang dihasilkan. Hal ini dapat dibuktikan dengan melihat nilai signifikansi hasil analisis Kruskal-Wallis yang menunjukkan angka $p < 0,05$ (tabel 4).

4. Kesimpulan dan Saran

4.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa penambahan pektin kulit markisa mempengaruhi sifat fisik plastik *biodegradable* berbahan dasar pati garut berupa ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan modulus young.

4.2 Saran

Saran untuk penelitian selanjutnya yaitu pencetakan film plastik dilakukan lebih teliti agar menghasilkan film plastik dengan ketebalan yang merata.

5. Referensi

- Anggarini, Fetty dan Miswadi Siti Sundari. 2013. Aplikasi Plasticizer Gliserol pada Pembuatan Plastik Biodegradable dari Biji Nangka. Semarang: *Indonesian Journal of Chemical Science*. Vol. 2, No. 3: 173-178.
- Dewi, Asiska Permata, Erizal Zaini, dan Akmal Djamaan. 2014. Manufacture of Plastics Film Containing of Polystyrene, Polycaprolactone, Poly (3-Hidroksibutyrate-CO-3-Hidroxyvalerate) and Biodegradation Study in Ocean Water. Padang: *Jurnal Ris. Kim*. Vol. 7, No. 2: 107-115.

- IPPA (International Pectins Procedures Association). 2002. *What in Pectin*. <http://www.ippa.info/history.of.pectin.htm>.
- Latupeirissa, Jolantje, dkk. 2019. Extraction and Characterization Of Pectin From The Oranges Peel Of Kisar (*Citrus sp.*). Ambon: *Indo.J. Chem. Res.* Vol. 7, No. 1:61-68.
- 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 fullica*). Yogyakarta: *Integrated Lab Journal*. Vol. 07, No. 01:75-89.
- Sarandi, Riyan Riski. 2015. Pembuatan Pektin dari Kulit Markisa Kuning (*Passiflora edulis flavicarpa*) yang Dimodifikasi. Medan: *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 4, No. 4: 71-76.
- Sitompul, Alfredo. 2017. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Platicizer terhadap Sifat Fisik Edible Film Kolang Kaling (*Arenga pinnata*). Malang: *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. Vol. 5, No. 1: 13-25.
- Standar Nasional Indonesia. SNI 01-4481-1998.