

Karakterisasi *Edible Film* dari Pektin Kulit Durian, Pati Singkong, dan Gliserol

Characterization of Edible Film from Durian Rind Pectin, Cassava Starch, and Glycerol

Alit Istiani*, Nina Anggita Wardani, Maftuh Kafiya, Nada Alya Hanifah, Zulfatun Nukhia

Progam Studi Teknik Kimia, Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, Universitas Pembangunan Nasional "Veteran"
Yogyakarta, Jl. SWK 104 (Lingkar Utara) Condongcatur, Yogyakarta, 55283, Indonesia.

Artikel histori :

Diterima 11 Oktober 2023
Diterima dalam revisi 14 November 2023
Diterima 20 November 2023
Online 5 Desember 2023

ABSTRAK Kulit durian merupakan biomassa yang mempunyai potensial sebagai sumber pektin. Salah satu pemanfaatan pektin adalah digunakan dalam pembuatan *edible film* yang merupakan lapisan tipis dan memiliki fungsi sebagai pengemas atau pelapis makanan, serta dapat dimakan sekaligus dengan produk yang dikemasnya. Untuk memanfaatkan kulit durian tersebut dalam penelitian ini dibuat *edible film* dengan bahan pati singkong, gliserol dan pektin kulit durian. Pengaruh konsentrasi pektin dan pengaruh konsentrasi gliserol terhadap karakteristik *edible film* yang dihasilkan akan dikaji dengan melihat ketebalan, uji kuat tarik, persen elongasi, dan daya serap air nya. Hasil menunjukkan bahwa pada variasi perbandingan massa pektin diperoleh bahwa peningkatan konsentrasi pektin dapat menambah kuat tarik dan elongasi *edible film*, namun peningkatan konsentrasi pektin tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap ketebalan dan daya serap *edible film*. Adapun pada variasi perbandingan massa gliserol diperoleh bahwa peningkatan konsentrasi gliserol dapat meningkatkan persen elongasi, kuat tarik, dan daya serap air *edible film*. Namun penambahan gliserol yang berlebih akan mengurangi nilai kuat tarik dan daya serap air *edible film*. Pada variasi penambahan pektin didapatkan hasil karakteristik yang terbaik adalah pada perbandingan massa pati:gliserol:pektin 3:1:1,25 dengan nilai ketebalan *edible film* sebesar 0,112 mm, nilai kuat tarik sebesar 9,32 N, dan nilai persen elongasi sebesar 79,59%.

Kata Kunci: *Edible film*; pektin kulit durian; pati singkong; gliserol; ketebalan; kuat tarik; persen elongasi; daya serap air.

ABSTRACT: Durian rind is a potensial biomass as source of pectin. Pectin can be used as additive material in edible film production. Edible film is food packaging or coatings which can be consumed along with the packaged of the product. In this research, edible film was made with durian rind pectin, cassava starch, and glycerol. The effect of pectin concentration and glycerol concentration on the characteristics of the resulting edible films will be examined by considering their thickness, tensile strength, elongation percentage, and water absorption capacity. The results show that with the tensile strength and elongation of edible film increase with the higher concentration of pectin, but it does not significantly affect the thickness and water absorption capacity of the edible film. In the variation of glycerol mass ratio, it is found that higherconcentration og glycerol adequate to increase the elongation percentage, tensile strength, and water absorption capacity of the edible film. However, the excessive addition of glycerol reduces the tensile strength and water absorption capacity of the edible film. The best characteristics were obtained at a mass ratio of cassava starch:glycerol:pectin 3:1:1.25, with a thickness of the edible film of 0,112 mm, tensile strength of 9,32 N, and elongation percentage of 79,59%.

Keywords: Edible film; durian rind pectin; cassava starch; glycerol; thickness; tensile strength; elongation percentage; water absorption capacity.

1. Pendahuluan

Edible film merupakan lapisan tipis yang memiliki fungsi sebagai pengemas atau pelapis makanan, *edible film* dapat

dimakan sekaligus dengan produk yang dikemasnya. *Edible film* diharapkan dapat memberikan perlindungan pada makanan misalnya menjaga kelembaban, melindungi

* Corresponding author
Email address: alit.istiani@upnyk.ac.id

kerusakan secara fisik dan kimia, serta memperpanjang umur simpan makanan (Falguera et al., 2011).

Salah satu bahan yang dapat diolah menjadi *edible film* adalah pektin. Pektin dapat dijadikan salah satu bahan pembuatan *edible film* karena pektin memiliki sifat gel yang baik (Akili et al., 2012). Pektin dapat diekstrak dari kulit buah, salah satunya adalah kulit buah durian. Menurut hasil penelitian dari (Amaliyah, 2014), disebutkan bahwa kulit buah durian mengandung pektin sebesar 28% dan dapat dijadikan sebagai bahan pembuatan *edible film*. Durian sendiri menjadi salah satu buah dengan produksi yang melimpah dengan jumlah produksi sebanyak 1,13 juta ton pada tahun 2020 (BPS, 2020). Dalam satu buah durian, kulit durian menjadi residu yang dihasilkan dalam jumlah yang banyak. Persentase berat kulit buah durian dalam suatu buah durian yaitu sebesar 60-75%. Limbah kulit durian biasanya dibuang menjadi limbah atau juga dapat digunakan sebagai pakan ternak. Karena memiliki sumber pektin, kulit durian dapat diolah menjadi bahan pembuatan *edible film*, dengan begitu permasalahan limbah durian dapat teratasi.

Menurut (Amaliyah, 2014), *edible film* yang berbahan dasar pektin masih memiliki sifat mekanik yang kurang baik. Penambahan pati dan gliserol pada pembuatan *edible film* dapat memperbaiki sifat mekanik *edible film* (Syarifuddin & Yunianta, 2015). Pati layak dikembangkan sebagai bahan pembuatan *edible film* karena aman dan mudah diserap tubuh, *edible film* yang terbuat dari pati dikenal dengan *edible film* hidrokoloid (Saleh et al., 2017). *Edible film* hidrokoloid dapat melindungi produk yang dikemas dari oksigen dan karbon dioksida, selain itu *edible film* jenis ini juga memiliki sifat mekanik yang baik. Sedangkan penambahan gliserol pada pembuatan *edible film* berfungsi sebagai *plasticizer* untuk pembentukan lapisan kontinyu yang elastis (Saleh et al., 2017)

Penelitian ini bertujuan untuk membuat *edible film* yang berbahan dasar dari pektin kulit durian, pati singkong, dan gliserol. Variasi konsentrasi pektin dan gliserol juga dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap kualitas *edible film* yang dihasilkan. Karakterisasi dari *edible film* akan dilakukan dengan uji ketebalan, kuat tarik, persen elongasi dan FTIR (*Fourier Transform- Infra Red*).

2. Metode Penelitian

2.1 Alat dan Bahan

Alat yang digunakan yaitu Pisau, baki, neraca analitik, oven, gelas beker, gelas ukur, kompor listrik, kertas filter, corong, alat sentrifugasi, stirrer bar, magnetic stirrer, cawan petri, termometer, FTIR, mikrometer sekrup, tenso lab MESDAN LAB. S.p.a. 25087 SALO-ITALY Model Tenso 300. Bahan yang digunakan adalah kulit buah durian dari limbah restoran, pati singkong dari merk rose brand, gliserol dari merk Merck, HCl 4% dari merk Merck, dan Etanol 95% dari merk Merck.

2.2 Tahap Ekstraksi Pektin Kulit Durian

Memotong kulit durian bagian dalam yang sudah dipisahkan dari biji dengan ketebalan $\pm 0,5$ cm. Kulit durian yang sudah dipotong kemudian dihaluskan dengan mesin parut dan

dikeringkan di bawah sinar matahari. Setelah kering, kulit durian dihaluskan hingga menjadi serbuk menggunakan mesin grinder. Serbuk kulit durian sebanyak 50 gram dicampurkan dan diaduk dalam larutan HCL 4% dengan pH 2,5. Ekstraksi pektin dilakukan dengan cara memanaskan campuran kulit durian dan HCL pada suhu 85°C selama 60 menit. Slurry kemudian disaring dan filtrat didinginkan pada suhu ruangan. Filtrat yang sudah di suhu ruangan kemudian dicampurkan dengan HCL 4% dan etanol 95% dengan rasio 1:4 (v/v) lalu diinkubasi selama 60 menit pada suhu ruangan. Campuran yang telah diinkubasi kemudian disentrifugasi pada kecepatan medium selama 7 menit. Solut yang didapatkan dicuci ulang sebanyak dua kali dengan 95% etanol (1:2, v/v) dan kemudian disaring menggunakan kertas filter. Endapan yang didapatkan dikumpulkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari yang kemudian menjadi pektin kering. Pektin kering yang didapatkan kemudian dihaluskan.

2.3 Tahap Pembuatan Edible Film

Menimbang bahan sesuai dengan Tabel 1 dengan massa total campuran pati singkong, gliserol, dan pektin kulit durian adalah 4 gram.

Tabel 1. Komposisi Bahan dan Kodefikasi Sampel dengan Variasi Pektin Kulit Durian

	Pati singkong (gram)	Gliserol (gram)	Pektin (gram)	Kode Sampel
Pengaruh Penambahan Pektin Kulit Durian	3	1	0	P1
	3	1	0,25	P2
	3	1	0,5	P3
	3	1	1	P4
	3	1	1,25	P5

Campuran pati singkong, gliserol, dan pektin kulit durian kemudian dilarutkan dengan aquadest hingga volume 50 ml. Semua bahan diaduk sambil dipanaskan dengan *magnetic stirrer* pada suhu 70°C. Pemanasan dilakukan hingga campuran mencapai gelatinasi (mengental) kemudian campuran yang sudah mengental dicetak ke dalam cawan petri sebanyak 10 mL.

Campuran yang sudah dicetak dikeringkan di dalam oven dengan suhu 60°C sehingga dihasilkan *edible film*. Pati singkong dan pektin kulit durian dengan perbandingan massa yang menghasilkan *edible film* dengan karakteristik yang paling baik di langkah sebelumnya ditambahkan dengan gliserol dengan variasi perbandingan massa seperti pada Tabel 2.

Massa total campuran pati singkong, gliserol, dan pektin kulit durian adalah 4 gram. Campuran pati singkong, gliserol, dan pektin kulit durian kemudian dilarutkan dengan aquadest hingga volume 50 mL. Semua bahan diaduk sambil dipanaskan dengan *magnetic stirrer* pada suhu 70 °C. Pemanasan dilakukan hingga campuran mencapai gelatinasi (mengental) kemudian campuran yang sudah mengental dicetak ke dalam cawan petri sebanyak 10 mL. Campuran

yang sudah dicetak dikeringkan di dalam oven dengan suhu 60 °C sehingga dihasilkan *edible film*.

Tabel 2. Komposisi Bahan dan Kodefikasi Sampel dengan Variasi Gliserol

	Pati singkong (gram)	Pektin (gram)	Gliserol (gram)	Kode Sampel
Pengaruh Penambahan Gliserol	3	1,25	0	G1
	3	1,25	0,25	G2
	3	1,25	0,5	G3
	3	1,25	1	G4
	3	1,25	1,25	G5

2.3 Tahap Pengujian

a) Analisis Pektin Kulit Durian

Persentase rendemen dapat dihitung dengan membagi bobot pektin kering dengan bobot berat kering bahan baku yang telah dikeringkan.

Rendemen:

$$\frac{\text{Bobot pektin kering (gram)}}{\text{Bobot bert kering bahan baku (gram)}} \times 100\%$$

b) Analisis Edible Film

1) Uji FTIR

Pektin kulit durian yang telah diperoleh dianalisis dengan menggunakan FTIR (*Fourier Transform Infrared*) untuk mengetahui gugus fungsional yang terdapat dalam sampel pektin kulit durian.

2) Uji Ketebalan

Ketebalan edible film diukur dengan mikrometer sekrup pada 5 tempat yang berbeda, nilai ketebalan didapatkan dari rata-rata 5 pengukuran ketebalan.

3) Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik dilakukan untuk mengetahui kekuatan edible film apabila diberikan beban gaya yang berlawanan arah. Pengujian kuat tarik dilakukan dengan mesin tenso lab MESDAN LAB. S.p.a. 25087 SALO-ITALY Model Tenso 300.

4) Persentase Pemanjangan (Persen Elongasi)

Pengujian persentase pemanjangan dilakukan untuk mengetahui perubahan panjang maksimum edible film saat terjadi peregangan hingga edible film terputus. Pengujian kuat tarik dilakukan dengan mesin tenso lab MESDAN LAB. S.p.a. 25087 SALO-ITALY Model Tenso 300. Persen pemanjangan (elongasi) dapat dihitung dengan membandingkan panjang edible film saat putus dan saat sebelum ditarik oleh alat.

$$\% \text{ Elongasi} = \frac{\text{Panjang akhir saat putus (cm)} - \text{panjang awal (cm)}}{\text{Panjang awal (cm)}} \times 100\%$$

5) Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air edible film dilakukan dengan menimbang berat edible film kering kemudian edible film dimasukkan ke dalam aquades dengan periode waktu tertentu hingga edible film memiliki berat konstan dan tidak menyerap aquadest lagi.

$$\text{DSA} = \frac{mb - mk}{mk} \times 100\%$$

dengan:

DSA : Daya serap air (%)

mk : massa sampel uji sebelum perendaman (gram)

mb : massa sampel uji setelah perendaman (gram)

3. Hasil dan Pembahasan

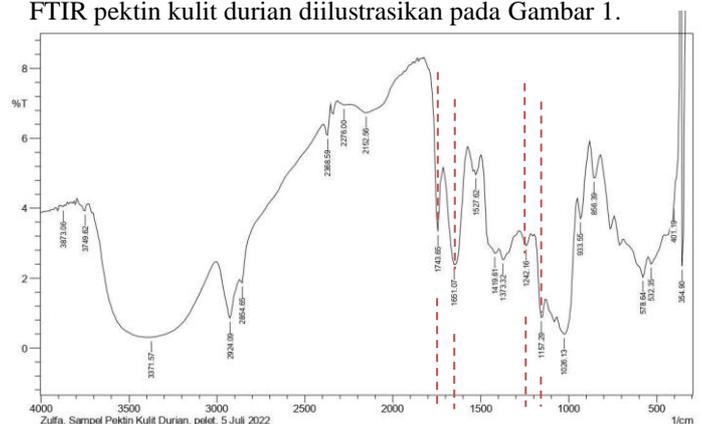
3.1 Analisis Bahan Baku

3.1.1 Rendemen

Rendemen merupakan banyaknya pektin yang dapat diambil dari proses ekstraksi. Pektin diperoleh dari albedo kulit durian kering yang sudah berbentuk serbuk. Serbuk kulit durian kemudian diekstraksi menggunakan HCl sehingga dihasilkan pektin. Dari 50 gram bubuk kulit durian didapatkan pektin sebanyak 14,16 gram sehingga rendemen pektin hasil ekstraksi kulit durian sebesar 28,32%.

3.1.2 Uji Analisa Gugus Fungsi dengan *Fourier Transform Infra-Red (FTIR)*

Analisis dengan menggunakan *Fourier Transform Infra-Red* (FTIR) dilakukan untuk mengevaluasi karakteristik pektin yang dihasilkan dari proses ekstraksi kulit durian. Spektrum FTIR pektin kulit durian diilustrasikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Spektra FTIR pektin kulit durian

Adanya gugus C=O pada 1651,07 cm^{-1} menunjukkan adanya senyawa karbonil, gugus pada 1743,65 cm^{-1} menunjukkan adanya senyawa karboksilat, gugus C-O pada 1242,16 cm^{-1} menunjukkan adanya senyawa ester, gugus R-O-R pada 1157,29 cm^{-1} menunjukkan adanya senyawa eter. Dari hasil pembacaan, dapat dilihat bahwa hasil dari penelitian ini sejalan dengan hasil penelitian (Ismail et al.,

2012) yang ditunjukkan pada tabel 3 Komposisi senyawa pektin dan (Megawati & Machsunah, 2016) mengenai komposisi senyawa pektin.

Tabel 3. Komposisi senyawa pektin (Ismail, 2012)

Ikatan absorpsi (cm ⁻¹)	Gugus	Senyawa
1630 – 1650	C = O	Karbonil
1740 – 1760	$\begin{matrix} \text{O} \\ \parallel \\ \text{RCOH} \end{matrix}$	Karboksilat
1100	R – O – R	Eter
1200	C – C siklik	Karbon siklik

3.2 Pengaruh Variasi Pektin terhadap Karakteristik Edible Film

Variasi perbandingan massa pektin yang digunakan pada penelitian ini dapat dilihat pada Tabel 4.

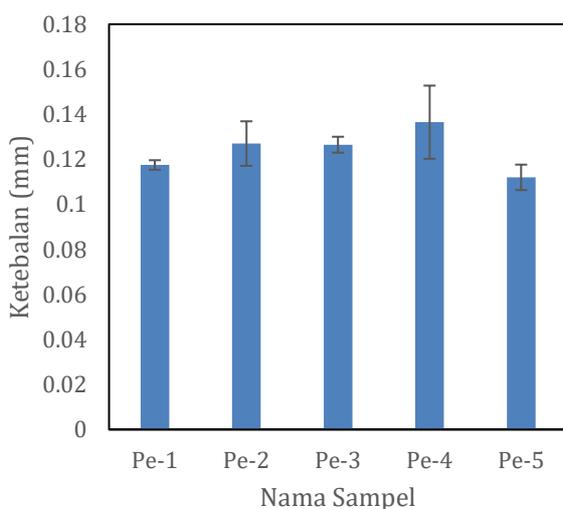
Tabel 4. Variasi perbandingan massa pektin

No	Kode Sampel	Perbandingan massa (pati singkong:gliserol:pektin)
1	P1	3 : 1 : 0,00
2	P2	3 : 1 : 0,25
3	P3	3 : 1 : 0,50
4	P4	3 : 1 : 1,00
5	P5	3 : 1 : 1,25

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut.

3.2.1 Uji Ketebalan

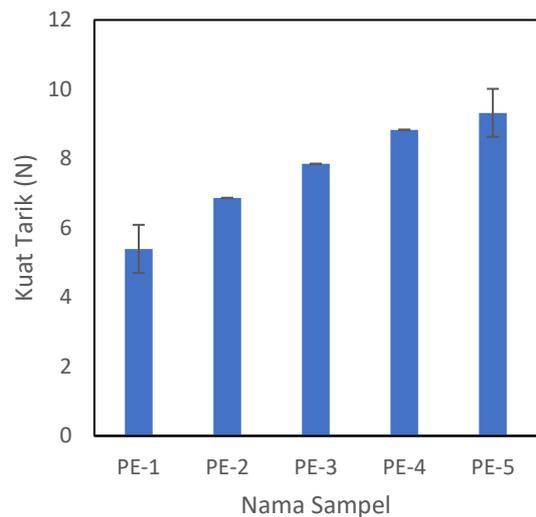
Hasil uji ketebalan *edible film* dengan variasi penambahan pektin dapat dilihat pada gambar 2.



Gambar 2. Grafik hubungan perbandingan massa pektin terhadap ketebalan *edible film*

Dapat dilihat dari Gambar 2. bahwa semakin banyak konsentrasi bahan yang ditambahkan akan menyebabkan peningkatan ketebalan *edible film*. Peningkatan konsentrasi pektin mengakibatkan jumlah padatan dalam *edible film* meningkat sehingga akan menambah ketebalan *edible film*. Namun pada penelitian ini perbedaan variasi perbandingan massa pektin tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketebalan dari *edible film*.

3.2.2 Uji Kuat Tarik (Tensile strength)



Gambar 3. Grafik hubungan perbandingan massa pektin terhadap kuat tarik *edible film*

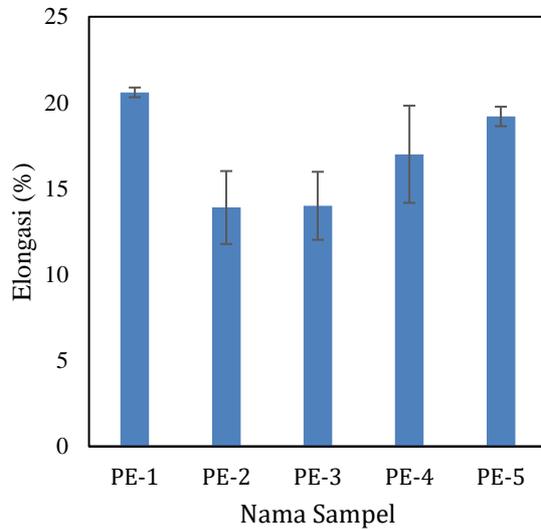
Dapat dilihat pada Gambar 3. bahwa hubungan antara perbandingan massa pektin dengan nilai kuat tarik *edible film* berbanding lurus. Semakin banyak pektin yang ditambahkan maka semakin tinggi nilai kuat tarik dari *edible film* tersebut. Hal ini sejalan dengan Syarifuddin dan Yunianta (2015) yang menyatakan bahwa besarnya konsentrasi bahan penyusun matriks film dapat meningkatkan kekuatan gel yang berakibat pada semakin kompaknya matriks film dan bertambahnya nilai kuat tarik *edible film*.

3.2.3 Uji Persentase Pemanjangan (Persen Elongasi)

Dapat dilihat dari Gambar 4. bahwa dari hasil penelitian yang dilakukan, persen elongasi tertinggi didapatkan pada sampel PE-1, hal ini karena komposisi sampel PE-1 hanya terdiri oleh pati dan gliserol tanpa penambahan pektin sehingga gliserol memiliki konsentrasi yang cukup tinggi pada sampel tersebut. Menurut (Saleh et al., 2017), gliserol sebagai plasticizer berfungsi untuk menambah elastisitas *edible film*, sehingga sampel PE-1 memiliki persen elongasi yang besar dibandingkan sampel lainnya.

Pada sampel lain yang diberikan tambahan pektin dengan perbandingan tertentu menunjukkan grafik yang naik. Semakin banyak pektin yang ditambahkan maka akan semakin besar nilai persen elongasi film tersebut. Menurut (Syarifuddin & Yunianta, 2015), hal ini dikarenakan pektin yang merupakan komponen penyusun matriks *edible film*

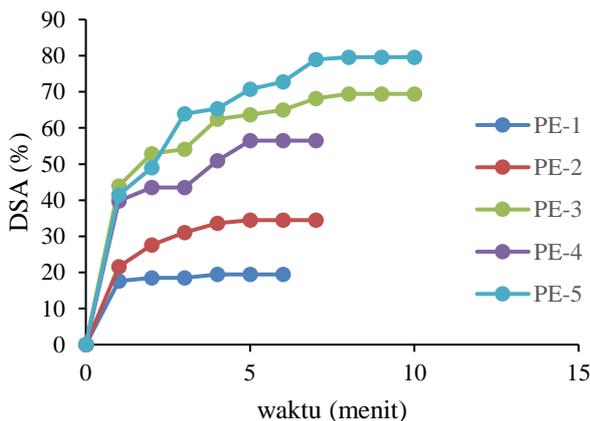
bersifat hidrofilik sehingga menyebabkan matriks tersebut membentuk ruang bebas dan meningkatkan mobilitas molekul membentuk ikatan hydrogen.



Gambar 4. Grafik hubungan perbandingan massa pektin terhadap persen elongasi *edible film*

3.2.4 Uji Daya Serap Air

Dari Gambar 5. dapat dilihat bahwa seiring dengan bertambahnya waktu maka daya serap air *edible film* akan meningkat. Selain itu, berdasarkan percobaan yang telah dilakukan, diketahui bahwa variasi penambahan pektin tidak berpengaruh terhadap kadar air *edible film* secara signifikan.



Gambar 5. Grafik hubungan perbandingan massa pektin terhadap daya serap air *edible film*

3.3 Pengaruh Variasi Gliserol terhadap Karakteristik *Edible Film*

Dari percobaan sebelumnya yaitu pembuatan *edible film* dengan variasi konsentrasi pektin kulit durian, maka didapat perbandingan massa yang paling baik yaitu PE-5. PE-5

dipilih karena memiliki nilai kuat tarik yang tertinggi, persen elongasi yang tinggi, serta nilai daya serap air yang baik dan tidak mudah rupture atau rusak. Percobaan selanjutnya yaitu variasi perbandingan massa gliserol yang dilakukan dengan perbandingan massa pati dan pektin kulit durian pada sampel PE-5, variasi perbandingan massa gliserol dapat dilihat di Tabel 4.

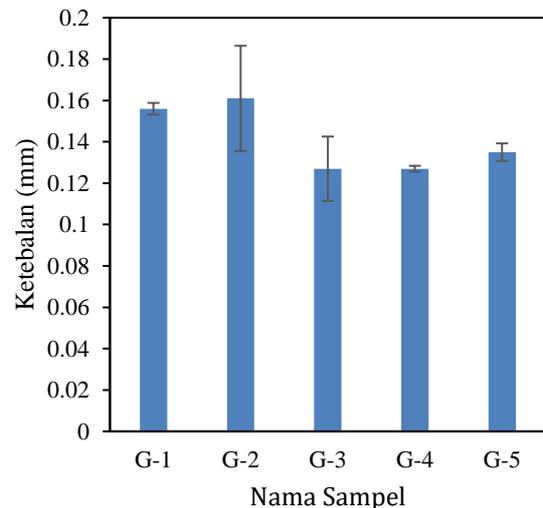
Tabel 4. Variasi perbandingan massa gliserol

No	Kode Sampel	Perbandingan massa (pati garut:gliserol:kaolin)
1	G-1	3:1,25:0
2	G-2	3:1,25:0,25
3	G-3	3:1,25:0,5
4	G-4	3:1,25:1
5	G-5	3:1,25:1,25

Berdasarkan penelitian yang dilakukan didapatkan hasil sebagai berikut.

3.3.1 Uji Ketebalan

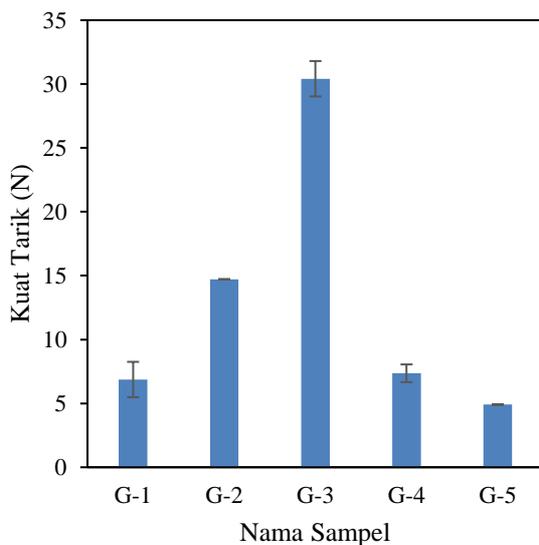
Menurut (Fatnasari et al., 2018), semakin meningkatnya konsentrasi gliserol akan mengakibatkan peningkatan ketebalan pada *edible film*, hal ini dikarenakan sifat gliserol yang dapat meningkatkan viskositas dari *edible film*. Namun pada penelitian ini perbedaan variasi perbandingan massa gliserol tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketebalan dari *edible film* (Gambar 6).



Gambar 1. Grafik hubungan perbandingan massa gliserol terhadap ketebalan *edible film*

3.3.2 Uji Kuat Tarik (*Tensile strength*)

Dapat dilihat pada Gambar 7. bahwa pada penambahan *plasticizer* yang terlalu tinggi menyebabkan nilai kuat tarik *edible film* menjadi rendah, hal ini dapat dilihat pada nilai kuat tarik sampel G4 dan G5 yang rendah. Penambahan *plasticizer* yang terlalu tinggi menyebabkan terjadinya interaksi dengan membentuk ikatan hidrogen dalam rantai ikatan antara polimer yang mana hal tersebut mengakibatkan semakin berkurangnya ikatan antar molekul biopolimer sehingga kekuatan tarik *edible film* berkurang (Chen & Å, 2008).

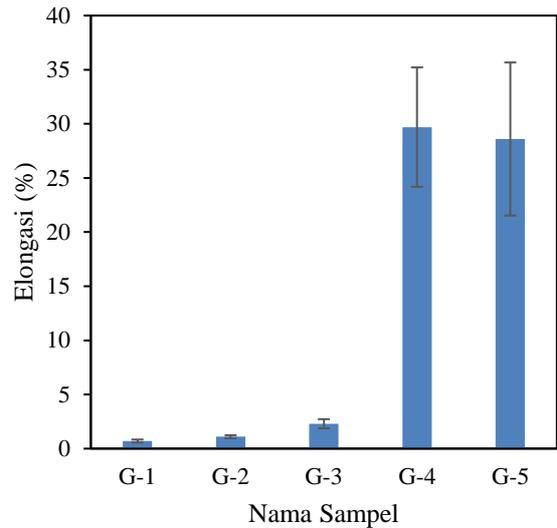


Gambar 2. Grafik hubungan perbandingan massa gliserol terhadap kuat tarik *edible film*

Menurut (Anandito et al., 2012), pada penambahan gliserol yang berlebih akan menurunkan nilai kuat tarik karena telah terlampauinya titik jenuh sehingga molekul *plasticizer* yang berlebih ini akan berada pada fase tersendiri di luar polimer dan menurunkan gaya intermolekul antar rantai.

3.3.3 Uji Persentase Pemanjangan (Persen Elongasi)

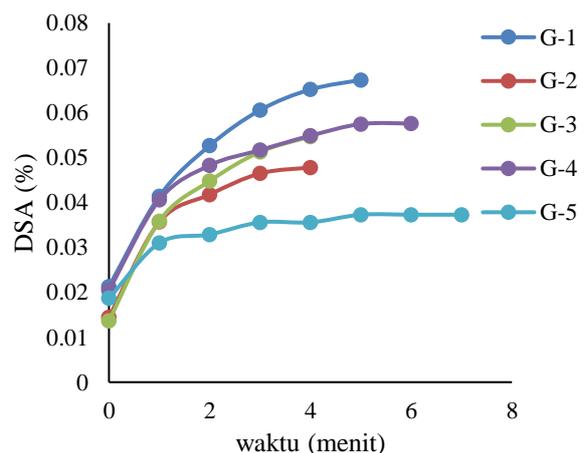
Dapat dilihat pada Gambar 8. bahwa semakin bertambahnya konsentrasi gliserol maka persen elongasi *edible film* meningkat. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh (Fatnasari et al., 2018), bahwa sifat gliserol sebagai *plasticizer* yang dapat meningkatkan fleksibilitas *edible film* mengakibatkan peningkatan persen elongasi *edible film*. *Plasticizer* seperti gliserol secara efektif dapat mengurangi ikatan hidrogen dengan cara meningkatkan ruang kosong antar molekul, hal ini dapat menurunkan tingkat kekakuan sehingga fleksibilitas *edible film* meningkat (McHUGH et al., 1994). Menurut (Fatnasari et al., 2018), ruang kosong yang terbentuk akan diisi oleh gliserol sehingga tegangan interaksi antar molekul pati menurun.



Gambar 3. Grafik hubungan perbandingan massa gliserol terhadap persen elongasi *edible film*

3.3.4 Uji Daya Serap Air

Dari Gambar 9. dapat dilihat bahwa seiring dengan bertambahnya waktu maka daya serap air *edible film* akan meningkat. Selain itu, pada sampel G1, G2, dan G3 dapat dilihat bahwa penambahan gliserol meningkatkan daya serap air *edible film*. Hal ini sejalan dengan penelitian (Nafiyanto, 2019) dan (Cuq et al., 1997) yang menyatakan bahwa penambahan gliserol dalam *edible film* akan mengurangi interaksi antara molekul biopolimer dan meningkatkan kelarutan karena sifat higroskopis dan hidrofilik gliserol. Gliserol memiliki gugus -OH yang cukup banyak sehingga dapat berikatan dengan air melalui interaksi hidrogen.



Gambar 4. Grafik hubungan perbandingan massa gliserol terhadap daya serap air *edible film*

Namun pada penambahan gliserol yang berlebih menyebabkan daya serap air *edible film* menurun. Menurut (Tabatabaei et al., 2022) hal tersebut karena adanya keterbatasan tempat untuk menyerap molekul air pada *edible film* dikarenakan sudah ditempati oleh molekul *plasticizer*.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang sudah dilakukan, dapat diambil kesimpulan bahwa:

1. Peningkatan konsentrasi pektin yang ditambahkan pada edible film akan menambah kuat tarik dan elongasi edible film. Namun peningkatan konsentrasi pektin tersebut tidak berpengaruh signifikan terhadap ketebalan dan daya serap edible film.
2. Peningkatan konsentrasi gliserol yang ditambahkan akan meningkatkan persen elongasi, kuat tarik, dan daya serap air edible film. Namun penambahan gliserol yang berlebih akan mengurangi nilai kuat tarik dan daya serap air edible film. Pada penambahan gliserol, nilai kuat tarik dan persen elongasi akan berbanding terbalik, gliserol yang berlebih akan menurunkan nilai kuat tarik karena telah terlampaunya titik jenuh sehingga molekul plasticizer yang berlebih ini akan berada pada fase tersendiri di luar polimer dan menurunkan gaya intermolekul antar rantai sehingga nilai kuat tariknya akan menurun dan nilai persen elongasi akan bertambah.

Ucapan Terima kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada kepala dan laboran Laboratorium Pengembangan Sistem Proses dan Produk Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik Industri, UPN "Veteran" Yogyakarta yang telah membantu terlaksananya penelitian ini.

Daftar Pustaka

- Akili, M. S., Ahmad, U., & Suyatma, N. E. (2012). Karakteristik Edible Film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang Characterization Of Edible Film Based On Pectin Extracted From Banana Peel. *Jurnal Keteknikan Pertanian*, 26(1), 39–46.
- Amaliyah, D. M. (2014). PEMANFAATAN LIMBAH KULIT DURIAN (*Durio zibethinus*) DAN KULIT CEMPEDAK (*Artocarpus integer*) SEBAGAI EDIBLE FILM. *Jurnal Riset Industri Hasil Hutan*, 6, 27–34.
- Anandito, R. B. K., Nurhartadi, E., & Bukhori, A. (2012). Pengaruh gliserol terhadap karakteristik edible film berbahan dasar tepung jali (*Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, V(2), 17–23.
- Chen, C., & Ñ, L. L. (2008). Mechanical and water vapor barrier properties of tapioca starch / decolorized hsian-tsao leaf gum films in the presence of plasticizer. *Food Hydrocolloids*, 22, 1584–1595. <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2007.11.006>
- Cuq, B., Gontard, N., Aymard, C., & Giubert, S. (1997). Relative Humidity and Temperature Effects on Mechanical and Water Vapor Barrier Properties of Myofibrillar Protein-based Films. *Polymer Gels and Network*, 5, 1–15.
- Falguera, V., Quintero, J. P., Jimenez, A., Munoz, J. A., & Ibarz, A. (2011). Edible films and coatings : Structures , active functions and trends in their use. *Trends in Food Science and Technology*, 22, 292–303. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2011.02.004>
- Fatnasari, A., Nocianitri, K. A., & Suparhana, I. P. (2018). PENGARUH KONSENTRASI GLISEROL TERHADAP KARAKTERISTIK EDIBLE FILM PATI UBI JALAR (*Ipomoea batatas L.*). *Scientific Journal of Food Technology*, 5(1), 27–35.
- Ismail, N. S. M., Ramli, N., Hani, N. M., & Meon, Z. (2012). Extraction and Characterization of Pectin from Dragon Fruit (*Hylocereus polyrhizus*) using Various Extraction Conditions. *Sains Malaysiana*, 41(1), 41–45.
- McHUGH, T. H., Aujard, J., & Krochta, J. M. (1994). Plasticized Whey Protein Edible Films_ Water Vapor Permeability Properties.pdf. *Journal of Food Science*, 2, 416.
- Megawati, & Machsunah, E. L. (2016). Ekstraksi Pektin dari Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca*) Menggunakan Pelarut HCl sebagai Edible Film Abstrak. *Jurnal Bahan Alam* Terbarukan. <https://doi.org/10.15294/jbat.v4i2.4177>
- Nafiyanto, I. (2019). Pembuatan plastik biodegradable dari limbah bonggol pisang kepok dengan plasticizer gliserol dari minyak jelantah dan komposit kitosan dari limbah cangkang bekicot (*achatina fullica*). *Integrated Lab Journal*, 58, 75–89.
- Saleh, F. H., Nugroho, A. Y., & Juliantama, M. R. (2017). Pembuatan Edible Film Dari Pati Singkong Sebagai Pengemas Makanan. *Teknoin*, 23(1), 43–48.
- Syarifuddin, A., & Yunianta. (2015). KARAKTERISASI EDIBLE FILM DARI PEKTIN ALBEDO JERUK BALI DAN PATI GARUT Characterization of Edible film from Grapefruit Albedo Pectin and Arrowroot Starch. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, 3(4), 1538–1547.
- Tabatabaei, S. D., Ghiasi, F., & Gahrue, H. H. (2022). Effect of emulsified oil droplets and glycerol content on the physicochemical properties of Persian gum-based edible films. *Polymer Testing*, 106(July 2021), 107427. <https://doi.org/10.1016/j.polymeresting.2021.107427>