

## KAJIAN PEMANFAATAN BIJI NANGKA DENGAN PLASTICIZER GLISERIN DARI MINYAK JELANTAH SEBAGAI BAHAN PEMBUATAN EDIBLE COATING

**Diah Mahita Nur Wulandari, Putri Indrian Saktihono, dan Titi Susilowati**

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknologi Industri, UPN "Veteran" Jatim  
Jl. Raya Rungkut Madya, Gunung Anyar Surabaya 60294

### ABSTRAK

Biji nangka adalah salah satu sumber pati yang belum banyak dimanfaatkan selama ini, bahan ini merupakan limbah padat dari pengolahan makanan berbahan dasar buah Nangka. Biji nangka mempunyai kadar karbohidrat yang tinggi, sehingga dapat diekstrak senyawa patinya sebagai bahan edible coating. Proses polimerisasi pati biji nangka sebagai edible coating dapat dibantu dengan penambahan plasticizer gliserin. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan plasticizer gliserin terhadap uji mekanik berupa elongation dan tensile strength. Penelitian ini dilakukan melalui tiga tahapan, yaitu pembuatan pati dari biji nangka, gliserin dari minyak jelantah, dan pembuatan edible coating. Metode yang digunakan dalam pembuatan edible coating adalah pencampuran pati 10, 15, 20, 25, 30 gram dengan menggunakan plasticizer gliserin sebanyak 30, 40, 50 dan 60 mL. Hasil uji mekanik, yaitu tensile strength dan elongation, menunjukkan bahwa kenaikan kadar gliserin mengakibatkan penurunan tensile strength dan kenaikan elongation. Edible coating yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pengemas makanan, yaitu lombok kecil, lombok besar, tomat serta buah stroberi, dan dapat menghambat proses pembusukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa tensile strength paling besar adalah pada pati 10 gram dan 50mL gliserin yaitu sebesar 33,39 Mpa, Sedangkan elongation of break adalah sebesar 23,87%.

**Kata Kunci:** Biji Nangka, gliserin, pati, edible coating

### ABSTRACT

*Jackfruits seed is one of starch resource that haven't used yet in many things. Jackfruit seeds have high levels of carbohydrates, that can be extracted its starch compounds as a material of the edible coating. The polymerization process of jackfruit seeds starch to edible coatings can be assisted by the addition of a plasticizer glycerin. This research aims to know the influence of the addition of glycerin as plasticizer toward the mechanical test (elongation break and tensile strength). The research done by three stages that were making starch from the jackfruits seed, glycerin from used oils, and making of edible coatings. The methods were used in the manufacture of an edible coatings were 10,15, 20, 25, 30 grams respectively, and using glycerin as plasticizer 30, 40, 50 and 60 ml. The results of mechanical test are tensile strength and elongation at break, showed that the increasing of the quantity of a substance in glycerin made tensile strength and elongation at the break. Edible coating produced can be used as food chili are small chili large, tomato a fruit, as the strawberry and could impede the process of putrefaction. The result showed that the most are tensile strength on starch 10 grams and glycerin are 50ml of 33,39 mpa, the elongation at break is 23,87%*

**Keywords :** Jackfruit seed, glycerin, starch, edible coating

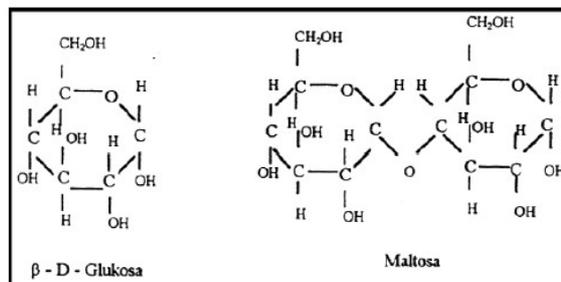
**PENDAHULUAN**

Tanaman buah nangka banyak sekali ditemukan di Indonesia. Rasanya yang manis membuat daging buah ini banyak disukai dan dijadikan berbagai jenis olahan makanan, diantaranya adalah kripik, selai, dan sebagainya. Selama ini yang banyak dimanfaatkan hanyalah daging buah nangka, tetapi biji buah nangka masih belum dimanfaatkan secara optimal. Limbah biji buah nangka ini sebetulnya memiliki berbagai macam kandungan yang dapat digunakan. Salah satu diantaranya adalah kandungan pati yang cukup besar. Menurut Mukprasirt dan Sajjaanantakul (2004), dalam 100 gram tepung biji nangka terdapat 56,21 gram pati didalamnya. Selain biji nangka, juga terdapat limbah lain yang kurang dimanfaatkan, yaitu minyak jelantah. Minyak jelantah adalah minyak sisa hasil penggorengan yang telah dipakai berkali-kali. Minyak jelantah ini termasuk limbah rumah tangga yang jarang sekali dimanfaatkan oleh masyarakat. Padahal dari minyak jelantah itu sendiri jika diolah dapat menghasilkan gliserin yang dapat digunakan kembali (Ketaren, 1996). Kedua limbah tersebut dapat dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan *Edible coating* (Bourtoom, 2008).

*Edible coating* merupakan suatu lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan, dibentuk untuk melapisi makanan (*coating*) atau diletakkan di antara komponen makanan yang berfungsi sebagai penghalang terhadap perpindahan massa seperti kelembaban, oksigen, cahaya, lipid, dan zat terlarut (Bourtoom, 2008). *Edible Coating* dapat juga digunakan untuk memperlambat proses pematangan buah.

Tepung biji nangka banyak memiliki kelebihan dibandingkan dengan tepung umbi yang lain, yaitu kandungan proteinnya sebesar 4,2 %. Biji nangka yang telah diolah menjadi tepung mempunyai kandungan kadar protein sebesar 12,19 %. Biji nangka mempunyai 3 lapisan kulit, yaitu lapisan pertama berupa kulit berwarna kuning, agak lunak dan biasanya langsung dilepas ketika biji dikeluarkan dari daging buahnya. Lapisan kedua berupa kulit yang liat dan berwarna putih setelah kering. Lapisan yang ketiga berupa kulit ari yang berwarna coklat dan melekat pada daging biji. Banyaknya biji nangka yang terdapat pada seluruh buah nangka kira-kira 5 %.

Pati dari biji nangka adalah polisakarida yang tersusun dari glukosa yang saling berikatan melalui ikatan 1-4  $\alpha$ -glukosida. Pati secara kimia merupakan suatu polisakarida (C<sub>6</sub>H<sub>10</sub>O<sub>5</sub>)<sub>n</sub>. Pati sukar larut dalam air dingin tetapi dalam air panas butir-butir pati akan menyerap air dan akhirnya membentuk pasta (Fairus., dkk, 2010). Pati merupakan makanan yang tidak berbahaya, pati sebagai karbohidrat reaktif dengan gugus fungsional yang tinggi, yang dapat dimodifikasi baik secara kimia, fisika maupun enzimatik untuk kebutuhan tertentu (Fairus., dkk, 2010). Pati terdiri dari dua jenis molekul polisakarida yang merupakan polimer glukosa dengan ikatan  $\alpha$ -Glokosidik. Kedua jenis polimer itu adalah amilosa dan amilopektin yang sama-sama terdistribusi dalam granula pati dan dapat bergabung dengan ikatan hidrogen. Unit terkecil di dalam rantai pati adalah glukosa. Dilihat dari susunan kimianya pati adalah polimer dari glukosa atau maltosa seperti yang terlihat pada gambar 1:



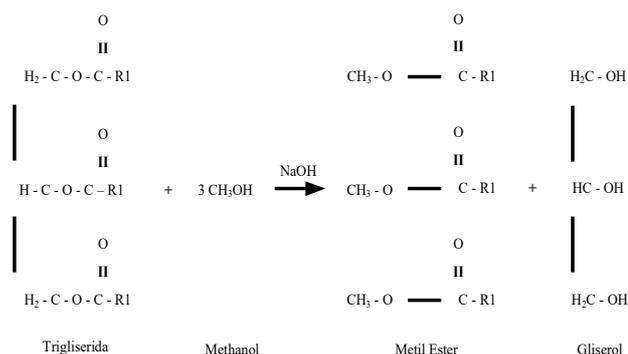
**Gambar 1.** Susunan kimia  $\beta$ -D-Glukosa dan maltose

Minyak merupakan salah satu kelompok yang termasuk kelompok lipida. Satu sifat yang khas dan mencirikan golongan lipida (termasuk minyak) adalah daya larutnya dalam pelarut organik (misalnya ether, benzene, khloroform) atau sebaliknya ketidak-larutannya dalam pelarut air. (Jurnal Teknik Kimia, 2010)

Minyak jelantah merupakan minyak yang telah digunakan untuk menggoreng berkali-kali dimana kandungan asam lemak didalamnya semakin jenuh. Penggunaan minyak berkali-kali akan membuat ikatan minyak teroksidasi membentuk gugus peroksida dan monomer siklik, minyak yang seperti ini dikatakan telah rusak dan berbahaya bagi kesehatan. Minyak yang rusak adalah minyak yang berwarna coklat kehitamankarena lepasnya ikatan trigliserida dan membentuk gliserol dan asam lemak. Dengan demikian, minyak jelantah sebenarnya dapat diekstraksi menjadi sumber gliserol (gliserin). (Poedjiadi, 2006).

Gliserol (1, 2, 3-propanatriol) atau disebut juga gliserin merupakan senyawa alkohol trihidrat. Gliserin berwujud cairan jernih, higroskopis, kental, dan terasa manis. Gliserin terdapat pada susunan minyak dan lemak nabati maupun hewani namun jarang ditemukan dalam bentuk tersendiri. Gliserin menyusun minyak dan lemak setelah berkombinasi dengan asam lemak seperti asam stearat, asam oleat, asam palmitat, dan asam lauric (Kern 1966). Gliserin juga ialah suatu trihidroksi alkohol yang terdiri atas 3 atom karbon. Jadi tiap atom karbon mempunyai gugus -OH. Satu molekul gliserol dapat mengikat satu, dua, tiga molekul asam lemak dalam bentuk ester, yang disebut monogliserida, digliserida dan trigliserida. Sifat fisik dari gliserin, merupakan cairan tidak berwarna, tidak berbau, cairan kental dengan rasa yang manis, densitas 1,261, titik lebur 18,2 °C, titik didih 290 °C

Gliserin yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis. Gliserin larut baik dalam air dan tidak larut dalam eter. Gliserin yang diperoleh dari hasil penyabunan lemak atau minyak adalah suatu zat cair yang tidak berwarna dan mempunyai rasa yang agak manis, larut dalam air dan tidak larut dalam eter (Poedjiadi, 2006). Proses-proses yang dapat menghasilkan gliserin salah satunya adalah proses Transesterifikasi (Fessenden, 1997). Proses transesterifikasi itu sendiri merupakan proses yang mereaksikan alkohol dengan minyak untuk memutuskan 3 rantai gugus ester dari setiap cabang trigliserida.



Gambar 3 . Reaksi Transesterifikasi Trigliserida

Menurut Gennadios dan Weller (1990), *Edible coating* merupakan lapisan tipis yang dibuat dari bahan yang dapat dimakan. Metode untuk aplikasi *coating* pada buah dan sayuran terdiri dari beberapa cara, yakni metode pencelupan (*dipping*), pembusaan, penyemprotan (*spraying*), penuangan (*casting*), dan aplikasi penetesan terkontrol. Metode pencelupan (*dipping*) merupakan metode yang paling banyak digunakan terutama pada sayuran, buah, daging, dan ikan, dimana produk dicelupkan ke dalam larutan yang digunakan sebagai bahan *coating*. *Edible coating* dapat

membentuk suatu pelindung pada bahan pangan karena berperan sebagai *barrier* yang menjaga kelembaban, bersifat permeabel terhadap gas-gas tertentu, dan dapat mengontrol migrasi komponen-komponen larut air yang dapat menyebabkan perubahan komposisi nutrisi. *Edible coating* digunakan pada buah-buahan dan sayuran untuk mengurangi terjadinya kehilangan kelembaban, memperbaiki penampilan, sebagai *barrier* untuk pertukaran gas dari produk ke lingkungan atau sebaliknya, serta sebagai antifungal dan antimikroba (Krotcha *et al.*, 1994). Komponen utama penyusun *Edible coating* dapat dikelompokkan menjadi tiga kategori, yaitu hidrokoloid, lipid, dan komposit (campuran). Hidrokoloid yang dapat digunakan untuk membuat *Edible coating* adalah protein (gelatin, kasein, protein kedelai, protein jagung, dan gluten gandum) dan polisakarida (pati, alginat, pektin, gum arab, dan modifikasi karbohidrat lainnya).

## **METODOLOGI PENELITIAN**

### **Variabel Penelitian**

#### **Kondisi Tetap**

- Suhu Proses Pembuatan Edible Coating : 60° C
- Ukuran Pati : 30 mesh
- Kecepatan pengadukan : 80 rpm

#### **Kondisi Berubah**

- Berat Pati : 10, 15, 20, 25, 30 gram
- Volume Gliserin : 30, 40, 50, 60 ml
- Perlakuan dengan pati tapioka dan tanpa pati tapioka

### **Prosedur Penelitian**

#### **1. Persiapan Alat**

Alat-alat yang akan digunakan dalam penelitian ini harus dicuci bersih terlebih dahulu dan kemudian disterilisasi setelah itu disimpan dalam tempat aman dan bersih agar tidak kotor dan tercampur bakteri lagi.

#### **2. Persiapan Bahan Baku**

##### **Pembuatan Pati Biji Nangka**

Langkah awal yang dilakukan dalam penelitian ini adalah membuat tepung biji nangka dengan 500 gram, biji nangka disortir dan di cuci bersih, kemudian diiris tipis-tipis dan di jemur selama 2 hari pada panas matahari, setelah kering diblender dengan perbandingan 1 gelas air dan 2 gelas irisan biji nangka , lalu diperas dengan bagian parutan 4 gelas irisan biji nangka dan penambahan air 7 gelas, hasil perasnya disaring dengan kain saring, hasil saringan disimpan 12 jam untuk mengendapkan pati yang terbentuk, kemudian filtrat dan endapan dipisahkan atau hasil endapan didekantir kemudian endapan pati dikeringkan dengan oven suhu 70 °C sampai 10 jam, setelah kering di gerus dengan mortar sampai halus.

#### **3. Pembuatan Gliserin dari minyak jelantah**

Minyak jelantah yang digunakan adalah minyak jelantah sisa rumah tangga yang telah dipakai dua kali penggorengan atau warnanya sudah kecoklatan. Tahap pertama adalah penyaringan minyak jelantah dengan menggunakan kertas saring.

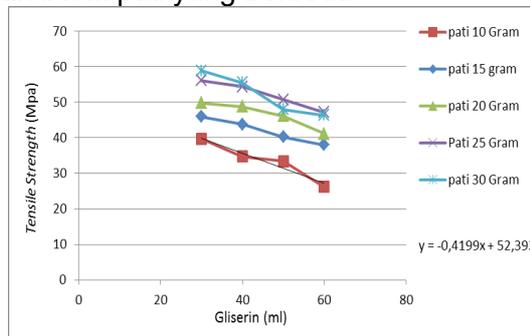
Hasil penyaringan ditampung ke dalam beaker glass. Minyak jelantah dan alkohol dicampurkan dengan komposisi 1 : 3 (v/v). Campuran antara minyak jelantah dan alkohol dipanaskan dengan suhu 75°C sambil dilakukan pengaduk dengan kecepatan 80 rpm. Pemanasan dilakukan hingga terlihat adanya dua fasa pada campuran (kira-kira satu jam). Campuran didinginkan lalu dipindahkan ke dalam tabung reaksi. Gliserin berada di bagian bawah campuran. Kedua campuran dipisahkan dengan melakukan dekantasi atau bisa juga dengan menggunakan pipet.

#### **4. Prosedur Pembuatan *Edible Coating***

Prosedur pembuatan *edible coating* pertama-tama adalah dengan membuat campuran antara pati biji nangka dan pektin dengan berbagai variasi berat pati biji nangka kedalam 100 ml aquades, campuran tersebut dipanaskan menggunakan pemanas sampai mendidih yang dilengkapi pengaduk, setelah itu pemanas dimatikan, tambahkan gliserin dengan variabel 30, 40, 50, 60 ml, kemudian pemanas dinyalakan kembali yang di lengkapi pengaduk sampai suhu 50°C, kemudian tambahkan pati tapioka 1,5 gram sampai suhu 60°C sambil terus diaduk menggunakan pengaduk, terbentuklah larutan *edible coating*, kemudian di cetak dengan menggunakan cetakan plastik , setelah itu di keringkan ke dalam oven pada suhu 60°C selama 24 jam, terbentuklah *edible coating*. Kemudian *edible coating* dilepaskan dari dalam cetakan.

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

**Gambar 4.** Pengaruh penambahan volume gliserin terhadap *Tensile Strength* pada perlakuan berat pati yang berbeda

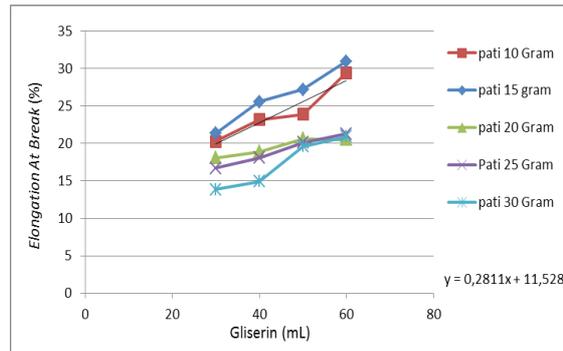


**Tabel 3.** Hasil Penambahan Pati dan Gliserin dalam Proses Pembuatan Edible Coating Terhadap sifat fisiknya (*Tensile Strength*, *Elongation at Break*, *Kadar Air* dan *Ketahanan Air*).

Pati (gr)	Gliserin (ml)	Tensile Strength (Mpa)	Elongation at Break (%)	Kadar Air (%)	Ketahanan Air (%)
10	30	39,71	20,28	0,006	0,03
	40	34,73	23,15	0,003	0,015
	50	33,39	23,87	0,006	0,005
	60	26,16	29,41	0,01	0,005
15	30	45,94	21,32	0,006	0,015
	40	43,82	25,55	0,003	0,015
	50	40,25	27,18	0,003	0,005
	60	37,97	30,98	0,013	0,010
20	30	49,81	18,09	0,003	0,030
	40	48,76	18,91	0,003	0,020
	50	46,13	20,63	0,01	0,025
	60	41,19	20,52	0,013	0,020
25	30	56,13	16,73	0,0016	0,045
	40	54,36	18,08	0,003	0,045
	50	50,69	20,11	0,003	0,040
	60	47,14	21,27	0,01	0,040
30	30	58,91	13,84	0,003	0,050
	40	55,47	14,90	0,003	0,050
	50	48,01	19,59	0,003	0,050
	60	46,37	20,91	0,01	0,045

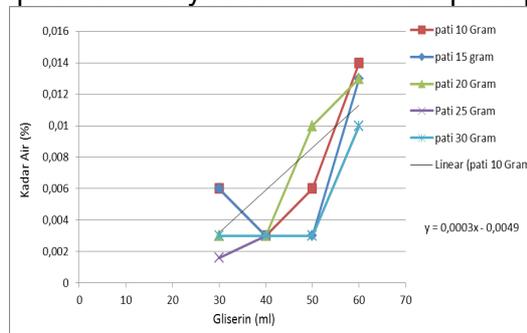
Gambar (4) menunjukkan bahwa semakin banyak gliserin yang ditambahkan maka nilai *Tensile Strength* cenderung turun atau semakin kecil. Hal ini terjadi karena gliserin dapat mengurangi gaya intermolekuler pada rantai polimer sehingga meningkatkan fleksibilitas film dan memperlebar jarak antar molekul, serta mengurangi ikatan hidrogen pada rantai polimer. Menurut Krochta (1994), peningkatan konsentrasi

gliserin akan menghasilkan *film* dengan kuat tarik yang lebih rendah. Jumlah gliserin yang meningkat mengakibatkan kadar air meningkat juga karena gliserin bersifat hidrofilik sehingga semakin tinggi konsentrasi gliserin yang digunakan maka akan meningkatkan permeabilitas kadar air (Tamaela dan Lewerissa,2007) . *Edible film* yang tidak elastis akan menyebabkan kuat tarik yang dihasilkan akan semakin menurun (Harris, 1999). Sesuai grafik pula, faktor penambahan pati menunjukkan semakin meningkatnya *tensile strength* hal ini disebabkan karena sifat pati yang dapat menyerap air.



**Gambar 5.** Pengaruh penambahan volume gliserin terhadap Elongation at Break pada perlakuan berat pati yang berbeda

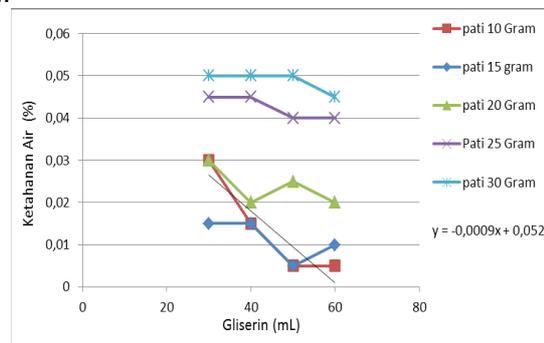
Semakin banyak gliserin yang ditambahkan menjadikan plastik semakin elastis dan fleksibel. Gliserol sendiri dapat berinteraksi dengan pati dengan cara membentuk ikatan pati-plasticizer dimana ikatan ini akan mengakibatkan peningkatan elastisitas dari suspensi keduanya. Penambahan plasticizer juga dapat menyebabkan turunnya gaya intermolekular sepanjang rantai polimer sehingga meningkatkan fleksibilitas, Sedangkan untuk variasi penambahan pati menunjukkan penurunan terhadap *elongation at break* hal ini disebabkan karena *coating* berbahan dasar pati bersifat rapuh karena adanya amilosa, sehingga makin tinggi konsentrasinya akan menurunkan fleksibilitas film yang dihasilkan (Xu *et al.*, 2005). Pada gambar pati 15 gram terjadi kenaikan *elongation at break* nya, karena pada komposisi kadar pati 15 gram dengan gliserin yang menyatu terjadi beberapa modifikasi struktural didalam jaringan pati, matriks film menjadi lebih rapat dan menyebabkan *elongation at break* yang meningkat (Alvest, et. Al.,2007). Oleh sebab itu terjadi kenaikan pada elongation at breaknya, seperti Bertuzi *et al.* (2007) menambahkan bahwa tanpa adanya plasticizer, film yang terbuat dari pati atau amilosa akan rapuh, maka penambahan plasticizer dibutuhkan untuk mengatasi kerapuhan yang disebabkan oleh gaya intermolekuler molekul pati dan menyebabkan kenaikan pada persen pemanjangan.



**Gambar 6.** Pengaruh penambahan volume gliserin terhadap kadar air pada perlakuan berat pati yang berbeda

Pada gambar 6. presentase kadar air dengan volume gliserin semakin naik tetapi saat pati 15 gram dengan gliserin 40 ml terjadi penurunan dikarenakan kadar air

yang terkandung dalam gliserin teradsorpsi oleh amilosa yang terkandung pada patinya. Dikarenakan ikatan hidrofilik antara kedua bahan edible film yang mampu bersatu dalam edible film, sehingga mempengaruhi struktur air dalam edible film. Film yang mengandung protein yang tinggi memiliki sifat barrier yang baik disebabkan oleh polimer yang memiliki ikatan hydrogen yang besar dan mengandung gugus hidroksil yang rendah (Jongjareonrak et al., 2006). Gambar ini juga menandakan bahwa semakin banyak gliserin yang ditambahkan menjadikan kadar air dalam *edible coating* semakin banyak pula. Semakin tinggi konsentrasi gliserin yang digunakan, hal ini dikarenakan gliserin bersifat hidrofilik sehingga semakin tinggi konsentrasi gliserin yang digunakan kadar air (Tamaela dan Lewerissa, 2007). Hal ini sesuai dengan hasil penelitian Gunawan (2009) yang menyatakan penambahan gliserol akan menyebabkan kerapatan molekul berkurang sehingga terbentuk ruang bebas pada matriks film yang memudahkan difusi air dan gas. Semakin banyak penambahan pati, persentase kadar air semakin turun. Hal ini disebabkan karena sifat pati yang mengikat air (Fairus, dkk, 2010).



**Gambar 7.** Pengaruh penambahan volume gliserin terhadap ketahanan air dengan perlakuan berat pati yang berbeda.

Pada Gambar 7. presentase ketahanan air dengan volume gliserin semakin turun, hal ini menandakan bahwa semakin banyak gliserin yang ditambahkan menjadikan ketahanan air dalam *edible coating* semakin rendah. Tetapi pada grafik pati 20 gram dan 15 gram terjadi kenaikan. Gambar pati 20 gram dengan gliserin 50 ml sebesar 0,025% dan pada pati 15 gram dengan gliserin 60 ml sebesar 0,01 % dikarenakan gliserin yang bersifat hidrofilik menyebabkan penyerapan air meningkat pada plastik sehingga bobot berat basahnya menjadi semakin besar. Tranggono dan Sutardi (1990), juga menyebutkan bahwa derajat penurunan kecepatan kehilangan air tergantung pada permeabilitas kemasan terhadap transfer uap air juga pada kerapatan isi . Berbanding terbalik pula dengan hasil ketahanan air pada berat pati yang berbeda, semakin banyak pati yang ditambahkan persen ketahanan air semakin meningkat, Menurut Darni, et al. (2009) penambahan selulosa pati bertujuan untuk me-ngurangi sifat hidrofilik pada pati karena karakteristik selulosa yang tidak larut dalam air. Ditinjau dari struktur kimia, selulosa pati memiliki ikatan hydrogen yang kuat sehingga sulit untuk bergabung dengan air. karena berdasarkan sifat pati yang mengikat air pula menyebabkan ketahanan terhadap air semakin tinggi (Mali, et al. 2004).

## KESIMPULAN

1. Hasil edible coating terbaik adalah pada komposisi pati 10 gram dan gliserin 50 ml.
2. Dengan Tensile Strength 33,39 Mpa , Elongation at Break 23,87%, Kadar air 0,006% , Ketahanan Air 0,005%.
3. Semakin banyak gliserin yang digunakan menyebabkan *Tensile strength* semakin kecil tetapi dengan penambahan pati *Tensile strength* akan semakin naik.

4. Semakin banyak gliserin yang digunakan menyebabkan *Elongation at Break* naik dan dengan penambahan pati akan terjadi penurunan.
5. Untuk kadar air semakin banyak gliserin yang ditambahkan maka semakin besar pula kadar air yang didapatkan.
6. Sedangkan untuk ketahanan air semakin banyak gliserin yang ditambahkan, persen yang didapatkan semakin kecil tetapi dengan penambahan pati membuat persen yg didapatkan semakin besar.
7. Masa simpan penggunaan *edible coating* lebih tahan lama dibandingkan dengan tanpa menggunakan *edible coating*.

## DAFTAR PUSTAKA

- Baldwin, E.A., M.O. Nisperos, X. Chen, R.D. Hagenmaier. 1996. Improving Storage Life of Cut Apple and Potato With Edible Coating. *J. of Postharvest Biol. Technol.* 9: 151-163.
- Barus, S.P., 2002. Karakteristik Film Pati Biji Nangka (*Artocarpus integra* Meur) dengan Penambahan CMC. Skripsi. Biologi. Universitas Atma Jaya: Yogyakarta.
- Bourtoom, T., 2008. Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties, *International Food Research Journal.* 15(3), pp. 237-248.
- Diredja, D., 1996. Mempelajari Pengaruh Penambahan Sodium Karboksimetil selulosa Terhadap Karakteristik Edible film dari Protein Bungkil Kedelai. *Fateta: IPB*
- Donhowe, I.G. dan O. R. Fennema., 1993. Water Vapour and Oxygen Permeability of Wax Film. *J. Am. Oil. Sci.* 70(9):867-873
- Donhowe, L.G. and O.R. Fennema., 1994. Edible Film and Coating: Characteristic formation, Definition and Testing Methods p. 1-22. In J. M.
- Fairus. S., Hariono., A. Miranthi dan A. Aprianto. 2010. Pengaruh Konsentrasi HCl dan Waktu Hidrolisis Terhadap Perolehan Glukosa yang Dihasilkan dari Pati Biji Nangka. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan": Yogyakarta*
- Gennadios, A., A.H. Brandenburg, C. L. Weller, dan R. F. Testin., 1990. Edible Films and Coating from Wheat and Corn Proteins. *J. Food Tech* 44 (10) :63.
- Gontard. N., Guilbert., S., Cuq, J.L., 1993. Water and Glycerol as Plastisizer Affect Mechanical and Water Barrier Properties at an Edible Wheat Gluten Film. *J. Food Science.* 58 (1): 206-211
- Jurnal Teknik Kimia*, No. 1, Vol. 17, Januari 2010
- Kader, A.A. 1992. *Postharvest Technology of Horticultural Crops*, University of California: California.
- Kester, J.J., dan Fennema, O.R., 1986. Edible film and Coatings: a Review. *Food Technology* (51).
- Kester, J.J. and O.R. Fennema., 1988. Edible Films and Coatings. A Review. *Food Tech.* 42:47-59
- Ketaren, S. 1996. *Pengantar Teknologi Minyak dan Lemak Pangan*. UI-Press: Jakarta.
- Krochta, E. A. 1992. *Control of Mass Transfer in Food With Edible Coatings and film*. Co. Inc. Lancaster. Bosel.
- Krochta, E. A. Baldwin and M. O. Nisperos-Carriedo Eds., .Edible Coating and Film to Improve Food Quality. Technomic Publ. Co. Inc., Lancaster, Pennsylvani
- Krochta, and De Mulder Johnston. 1997. *Edible and Biodegradable Polymers Coating and Film to Improve Food Quality*. Technomic Publishing. Co. Inc. Lancaster. Bosel.
- Krochta, J.M., Baldwin, E.A and Nisperos-Carriedo M.O., 1994. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality* Technomic Publishing. Co. Inc. Lancaster. Bosel.

- Mukprasirt,A. and Sajjaanantakul,K., 2004. Physico-Chemical Properties of Flour and Starch from Jackfruit Seeds (*Artocarpus heterophyllus* Lam.) Compared with Modified Starch, *International Journal of Food Science and Technology*, 39, pp. 271-276.
- Park,H.J.C.L.Weller, P.J. Vergano, dan R.F. Testin., 1996. Factor Affecting Barrier and Mechanical Properties of Protein Edible D egradable Film.New Orleans, LA.
- Park HJ., 2002. Edible coatings for fruits dalam *Fruit and vegetable processing, Improving quality*, ed. Wim Jongen, CRC Press, Boca Raton
- Santoso, B., Daniel Saputra, dan Rindit Pambayun., 2004. Kajian Teknologi Edible Coating dari Pati dan Aplikasinya untuk Pengemas Primer LempokDurian.*Jurnal Teknologi dan Industri Pangan*, Vol XV, No. 3.
- Winarno,F.G.,1995. *Kimia Pangan dan Gizi*. Gramedia Pustaka Utama: Jakarta
- Winarno, F. G., 2002.*Kimia Pangan dan Gizi*.PT. Gramedia utama: Jakarta.