

## BIOPLASTIK DARI TEPUNG DAN PATI BIJI NANGKA

Aprilina Purbasari\*, Ekky Febri Ariani, Raizka Kharisma Mediani

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jl. Prof. H. Soedarto, SH, Tembalang, Semarang 50239.

\*Email: aprilina.purbasari@che.undip.ac.id

### Abstrak

*Penggunaan kemasan plastik dari polimer sintetis dapat menimbulkan masalah lingkungan karena sulit terurai secara alamiah. Oleh karenanya plastik kini banyak dibuat dari bahan alami yang ramah lingkungan seperti polisakarida, protein, dan lemak. Biji nangka mengandung karbohidrat yang cukup tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat plastik. Pada penelitian ini bioplastik dibuat dari tepung dan pati biji nangka dengan gliserol sebagai plastisizer. Variabel yang dikaji meliputi jenis bahan (tepung dan pati biji nangka), kadar bahan terhadap air (4, 6, 8%), dan kadar gliserol terhadap bahan (30, 40, 50%). Bioplastik dari pati biji nangka mempunyai warna lebih jernih daripada bioplastik dari tepung biji nangka. Hasil uji mekanik, yaitu tensile strength dan elongation at break, menunjukkan bahwa bioplastik dari pati biji nangka memiliki tensile strength dan elongation at break relatif lebih tinggi dibandingkan bioplastik dari tepung biji nangka. Semakin tinggi kadar bahan terhadap air menyebabkan semakin tinggi tensile strength dan semakin rendah elongation at break pada bioplastik, sedangkan kenaikan kadar gliserol terhadap bahan mengakibatkan penurunan tensile strength dan kenaikan elongation at break. Bioplastik yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pengemas makanan, yaitu buah stroberi, dan menghambat proses pembusukan.*

**Kata kunci:** bioplastik, kekuatan mekanik, tepung dan pati biji nangka

### 1. PENDAHULUAN

Kehidupan manusia modern tidak bisa lepas dari penggunaan plastik. Mulai dari pemenuhan kebutuhan primer manusia, seperti bahan alat makan atau pengemas makanan, hingga kebutuhan tersier, seperti aksesoris alat komunikasi. Bahan yang banyak digunakan dalam pembuatan plastik adalah polimer sintetis yang mempunyai sifat sukar terurai secara alamiah. Karena sukar terurai, sampah plastik cenderung akan menumpuk di tempat pembuangan akhir dan dapat menimbulkan masalah bahkan kerusakan lingkungan. Adapun jika sampah plastik dibakar maka dapat menghasilkan zat-zat yang berbahaya bagi kesehatan (Sahwan dkk., 2005).

Dampak negatif dari pemakaian plastik sintetis tersebut telah mendorong para peneliti untuk membuat plastik yang dapat terurai secara alamiah atau disebut bioplastik. Berbagai bahan alami, seperti polisakarida (selulosa, pati, kitin), protein (kasein, whey, kolagen), dan lemak, telah dapat digunakan sebagai bahan pembuat bioplastik dengan peruntukan sebagai pengemas makanan (Bourtoom, 2008).

Buah nangka atau *Artocarpus heterophyllus* merupakan buah yang banyak ditemukan di Indonesia. Buahnya mempunyai rasa yang lezat dan aroma yang kuat tergantung dari tingkat kematangan. Berat biji nangka sekitar 8-15% dari berat buahnya. Biji nangka berbentuk oval dengan panjang 2-3 cm dan diameter 1-1,5 cm, serta tertutup lapisan tipis coklat yang disebut spermoderm. Spermoderm menutupi kotiledon yang berwarna putih. Kotiledon ini mengandung pati yang tinggi (Mukprasirt dan Sajaanantakul, 2004). Oleh karenanya biji nangka berpotensi sebagai bahan pembuat bioplastik ketimbang hanya dibuang setelah daging buahnya dimakan. Untuk dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat bioplastik, kotiledon dari biji nangka dibuat tepung dan/atau diambil patinya terlebih dahulu. Bioplastik yang terbuat dari campuran tepung-air atau pati-air mempunyai sifat keras/kaku namun rapuh sehingga untuk memperoleh bioplastik yang elastis perlu ditambahkan plastisizer seperti gliserol (Yu dkk., 2006).

Makalah ini memaparkan hasil penelitian tentang pembuatan bioplastik dari tepung dan pati biji nangka dengan gliserol sebagai plastisizer. Kajian dilakukan terhadap perbandingan komposisi tepung dan pati biji nangka, sifat fisik dan kekuatan mekanik (*tensile strength* dan *elongation at break*) bioplastik dari tepung dan pati biji nangka, serta aplikasi bioplastik yang dihasilkan sebagai pengemas makanan pada buah stroberi.

## 2. METODE

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah biji nangka, gliserol, aquades, HCl, dan NaOH. Biji nangka yang diperoleh dari Pasar Johar dibersihkan lalu dikeringkan dengan sinar matahari. Biji nangka kemudian dijadikan tepung dengan dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ayakan berukuran 100 mesh. Untuk membuat pati biji nangka, tepung biji nangka dicampur dengan air hingga terbentuk 2 lapisan. Lapisan bawah dipisahkan, dikeringkan, dan diayak dengan ayakan berukuran 100 mesh. Tepung dan pati biji nangka dianalisis komposisinya yang meliputi air, protein, lemak, abu, karbohidrat, dan amilosa. Kadar air, protein, lemak, dan abu ditentukan dengan metode yang disarankan *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC, 1996). Kadar karbohidrat dihitung sebagai selisih dengan komponen lainnya. Kadar amilosa ditentukan dengan metode sesuai Juliano (1971).

Pada pembuatan bioplastik, variabel kajian yang digunakan adalah kadar bahan terhadap air (4, 6, 8%) dan kadar gliserol terhadap bahan (30, 40, 50%) baik untuk bahan tepung maupun pati biji nangka. Mula-mula bahan dicampur ke dalam larutan gliserol-air disertai pengadukan dengan kecepatan 225 rpm dan dipanaskan hingga suhu  $88\pm2$  °C selama 10 menit. Pada proses tersebut, larutan HCl 0,1 N sebanyak 0,4% berat bahan ditambahkan ke dalam campuran. Campuran kemudian dinetralkan terlebih dahulu dengan larutan NaOH 0,1 N sebelum dicetak. Cetakan yang digunakan adalah plat akrilik berukuran 20x20 cm. Lembaran bioplastik pada cetakan dikeringkan pada suhu 50°C dalam oven selama 3 jam dan dibiarkan pada suhu ruangan selama 24 jam sebelum dilepaskan dari cetakan.

Bioplastik yang dihasilkan diuji kekuatan mekaniknya, yaitu *tensile strength* dan *elongation at break* dengan alat *texture analyzer Lloyd*. Selain itu, bioplastik yang dihasilkan juga dicoba untuk diaplikasikan sebagai pengemas makanan pada buah stroberi. Perubahan berat buah stroberi diamati selama 7 hari penyimpanan, baik dengan pengemasan (bioplastik dan plastik komersial) maupun tanpa pengemasan.

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Komposisi Tepung dan Pati Biji Nangka

Hasil analisis komposisi tepung dan pati biji nangka seperti terlihat pada Tabel 1 menunjukkan bahwa kadar protein, lemak, dan abu pada tepung biji nangka lebih tinggi dibandingkan kadarnya pada pati biji nangka. Sedangkan kadar air, karbohidrat, dan amilosa pada pati biji nangka lebih tinggi dibandingkan tepung biji nangka. Hasil ini sesuai dengan yang diperoleh oleh Mukprasirt dan Sajjaanantakul (2004). Proses ekstraksi pati dari tepung dengan air telah melarutkan protein, lemak, dan abu sehingga kadarnya menjadi berkurang. Hal ini mengakibatkan kadar air dan karbohidrat pada pati bertambah, demikian juga kadar amilosanya. Kandungan amilosa pada tepung dan pati biji nangka yang cukup tinggi, yaitu di atas 20%, menunjukkan tepung dan pati biji nangka dapat digunakan sebagai bahan pembuat plastik (Lu dkk., 2009).

**Tabel 1. Komposisi tepung dan pati biji nangka**

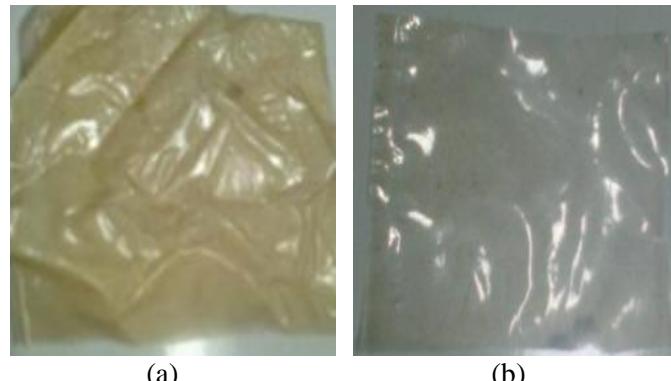
Komposisi (%)	Tepung biji nangka	Pati biji nangka
Air	11,48	12,91
Protein	13,97	3,06
Lemak	1,63	0,35
Abu	2,94	1,39
Karbohidrat	81,71	84,86
Amilosa	23,30	47,43

### 3.2 Sifat Fisik dan Kekuatan Mekanik Bioplastik dari Tepung dan Pati Biji Nangka

#### 3.2.1 Sifat Fisik Bioplastik dari Tepung dan Pati Biji Nangka

Bioplastik dari tepung biji nangka terlihat berwarna lebih buram atau coklat dibandingkan bioplastik dari pati biji nangka yang lebih terang atau jernih seperti terlihat pada Gambar 1. Hal ini disebabkan pada tepung biji nangka masih mengandung pigmen warna; selain protein, lemak, dan abu; yang lebih tinggi dibandingkan pati biji nangka (Mukprasirt dan Sajjaanantakul, 2004).

Pigmen warna tersebut akan larut dalam air pada saat ekstraksi pati dari tepung sehingga pati biji nangka berwarna lebih terang dan bioplastik yang dihasilkan juga lebih terang atau jernih.



**Gambar 1. Bioplastik dari tepung (a) dan pati (b) biji nangka**

### 3.2.2 Kekuatan Mekanik Bioplastik dari Tepung dan Pati Biji Nangka

Bioplastik dari tepung dan pati biji nangka diuji kekuatan mekaniknya, yaitu *tensile strength* dan *elongation at break*, dengan hasil ditunjukkan oleh Tabel 2.

Untuk masing-masing bahan, yaitu tepung dan pati biji nangka, *tensile strength* cenderung meningkat dan *elongation at break* cenderung menurun dengan meningkatnya kadar bahan pada kadar gliserol yang sama. Semakin tinggi kadar bahan berarti semakin banyak amilosa yang digunakan. Amilosa merupakan homopolimer D-glukosa dengan rantai lurus yang mempunyai peran penting dalam pembentukan lapisan film atau plastik yang kuat (Lu dkk., 2009) sehingga semakin banyak amilosa maka semakin kuat bioplastik yang dihasilkan namun kurang elastis. Pati biji nangka kandungan amilosanya lebih tinggi daripada tepung biji nangka (Tabel 1) sehingga bioplastik dari pati biji nangka mempunyai *tensile strength* yang lebih tinggi daripada bioplastik dari tepung biji nangka.

Adanya lemak dalam bahan baku juga dapat mempengaruhi kekuatan bioplastik yang dihasilkan. Semakin tinggi kandungan lemak maka semakin lemah kekuatan bioplastik karena matriks film menjadi semakin kurang kohesif dan kontinyu (Dias dkk, 2010). Secara umum, tepung biji nangka yang kandungan lemaknya lebih tinggi memiliki *tensile strength* yang lebih rendah dibandingkan bioplastik dari pati biji nangka pada masing-masing variabel kajian.

**Tabel 2. *Tensile strength* dan *elongation at break* bioplastik dari tepung dan pati biji nangka pada berbagai kadar bahan dan kadar gliserol**

Kadar bahan terhadap air (%)	Kadar gliserol terhadap bahan (%)	<i>Tensile strength</i> (MPa)		<i>Elongation at break</i> (%)	
		Bioplastik tepung biji nangka	Bioplastik pati biji nangka	Bioplastik tepung biji nangka	Bioplastik pati biji nangka
4	30	0,19	0,16	3,92	6,34
4	40	0,15	0,16	4,88	7,82
4	50	0,02	0,09	11,00	11,00
6	30	0,22	0,70	4,37	4,88
6	40	0,16	0,28	7,38	7,66
6	50	0,09	0,12	7,91	11,71
8	30	0,33	0,94	3,70	4,06
8	40	0,23	0,32	4,31	5,30
8	50	0,17	0,22	6,46	10,08

Pada kadar bahan yang sama, baik untuk bahan tepung maupun pati biji nangka, semakin tinggi kadar gliserol yang digunakan menyebabkan semakin rendah *tensile strength* dan semakin

tinggi *elongation at break* dari bioplastik. Penambahan gliserol akan menambah keplastisan bioplastik karena gliserol dapat menambah *free volume* dalam matriks film dengan mengurangi ikatan hidrogen antara rantai-rantai polimer (Lu dkk., 2009).

Bioplastik dari pati biji nangka lebih elastis atau mempunyai *elongation at break* lebih tinggi daripada bioplastik dari tepung biji nangka pada masing-masing variabel kajian. Hal ini disebabkan kadar air pada pati biji nangka yang lebih tinggi dibandingkan pada tepung biji nangka (Tabel 1). Menurut Yu dkk. (2006), air juga dapat berfungsi sebagai *plastisizer* selain sebagai pelarut dan medium dispersi dalam campuran polisakarida.

### 3.3 Aplikasi Bioplastik sebagai Pengemas Makanan

Bioplastik telah banyak digunakan sebagai pengemas makanan, dalam hal ini buah-buahan, untuk memperpanjang umur setelah panen, mengurangi perubahan kualitas dan kuantitas, serta menghambat pertumbuhan mikroba (Colla dkk., 2006). Bioplastik dari tepung dan pati biji nangka yang dihasilkan diaplikasikan sebagai pengemas buah stroberi. Buah stroberi dipilih karena mempunyai umur yang pendek setelah panen akibat aktivitas fisiologinya yang tinggi sehingga mudah berkurang kandungan airnya dan berubah tekstur permukaannya (Colla dkk., 2006). Pengamatan dilakukan terhadap perubahan berat buah stroberi selama 7 hari baik dengan pengemasan maupun tanpa pengemasan. Selain bioplastik dari tepung dan pati biji nangka, plastik komersial juga digunakan untuk mengemas buah stroberi sebagai perbandingan.

Tabel 3 menunjukkan bahwa buah stroberi yang tidak dikemas mengalami penurunan berat paling banyak dibandingkan dengan buah stroberi yang dikemas pada masing-masing hari pengamatan. Penurunan berat selama masa penyimpanan buah terjadi karena adanya proses respirasi, transfer humiditas, dan proses oksidasi (Ayranci dan Tunc, 2003). Lapisan film (bioplastik maupun plastik komersial) dapat mengurangi kecepatan respirasi karena membatasi kontak dengan oksigen di udara dan meningkatkan karbon dioksida internal yang lebih lanjut dapat memperlambat proses pematangan (Mali dan Grossmann, 2003).

**Tabel 3. Berat buah stroberi tanpa dan dengan berbagai pengemas selama 7 hari pengamatan**

Hari	Berat stroberi (g)			
	Tanpa pengemas	Pengemas bioplastik pati biji nangka	Pengemas bioplastik tepung biji nangka	Pengemas plastik komersial
0	10.15	10.02	10.1	9.5
1	7.87	9.55	9.49	9.32
2	6.32	8.63	8.31	8.98
3	4.6	7.39	6.95	8.78
4	3.26	6.59	5.90	8.70
5	2	5.65	4.74	8.63
6	0.74	4.70	3.58	8.54
7	0.52	3.76	2.42	8.29

Buah stroberi yang dikemas dengan bioplastik dari pati biji nangka mengalami penurunan berat lebih sedikit dibandingkan yang dikemas dengan bioplastik dari tepung biji nangka, namun masih lebih banyak jika dibandingkan yang dikemas dengan plastik komersial. Hal ini menunjukkan plastik komersial mempunyai kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan bioplastik sehingga dapat melindungi buah stroberi dengan lebih baik. Adapun bioplastik dari pati biji nangka menunjukkan mempunyai kerapatan yang lebih tinggi dibandingkan bioplastik dari tepung biji nangka. Kerapatan film dipengaruhi oleh komponen penyusun matriks film. Semakin seragam komponen penyusun suatu matriks film akan menghasilkan permukaan film yang homogen dan rapat (Dias dkk., 2010). Dibandingkan dengan tepung biji nangka, kandungan pati biji nangka

didominasi oleh amilosa dengan sedikit protein dan lemak (Tabel 1) sehingga bioplastik yang dihasilkan akan lebih rapat.



**Gambar 2. Buah stroberi tanpa dikemas (a), dikemas dengan bioplastik dari pati biji nangka (b), dikemas dengan bioplastik dari tepung biji nangka (c), dan dikemas dengan plastik komersial (d) pada hari ke-7 penyimpanan**

Tampilan fisik buah stroberi setelah disimpan selama 7 hari dapat dilihat pada Gambar 2. Buah stroberi yang paling segar ditunjukkan oleh Gambar 2(d), yaitu yang dikemas dengan plastik komersial; sedangkan yang paling tidak segar atau busuk ditunjukkan oleh Gambar 2(a), yaitu tanpa pengemasan. Buah stroberi yang dikemas dengan bioplastik dari pati biji nangka (Gambar 2(b)) tampak relatif lebih segar dibandingkan yang dikemas dengan bioplastik dari tepung biji nangka (Gambar 2(c)).

#### 4. KESIMPULAN

Biji nangka dapat dimanfaatkan sebagai bahan pembuat bioplastik, baik tepung maupun patinya. Bioplastik dari pati biji nangka mempunyai warna lebih jernih serta *tensile strength* dan *elongation at break* relatif lebih tinggi dibandingkan bioplastik dari tepung biji nangka. Peningkatan kadar bahan terhadap air akan meningkatkan *tensile strength* dan menurunkan *elongation at break*, sedangkan peningkatan kadar gliserol akan menurunkan *tensile strength* dan meningkatkan *elongation at break* pada bioplastik. Bioplastik yang dihasilkan dapat digunakan sebagai pengemas makanan pada buah stroberi dan menghambat proses pembusukan, walaupun hasilnya tidak sebaik bila dikemas dengan plastik komersial.

#### DAFTAR PUSTAKA

- AOAC, (1996), *Official Methods of Analysis*, 16<sup>th</sup> Ed., Association of Official Analytical Chemists, Washington.
- Ayrancı, E. and Tunc, S., (2003), A Method for The Measurement of The Oxygen Permeability and The Development of Edible Films to Reduce The Rate of Oxidative Reactions in Fresh Foods, *Food Chemistry*, 80, pp. 423-431.
- Bourtoom, T., (2008), Edible Films and Coatings: Characteristics and Properties, *International Food Research Journal*, 15(3), pp. 237-248.
- Colla, E., Sobral, P.J.A., and Menegalli, F.C., (2006), Effect of Composite Edible Coating from *Amaranthus cruentus* Flour and Stearic Acid on Refrigerated Strawberry (*Fragaria ananassa*) Quality, *Latin American Applied Research*, 36, pp. 249-254.
- Dias, A.B., Müller, C.M.O., Larotonda, F.D.S., and Laurindo, J.B., (2010), Biodegradable Films Based on Rice Starch and Rice Flour, *Journal of Cereal Science*, 51, pp. 213-219.
- Juliano, B.O., (1971), A Simplified Assay for Milled-Rice Amylase, *Cereal Science Today*, 16, pp. 334-340.
- Lu, D.R., Xiao, C.M., and Xu, S.J., (2009), Starch-Based Completely Biodegradable Polymer Materials, *eXPRESS Polymer Letters*, 3(6), pp. 366-375.
- Mali, S. and Grossmann, M.V.E., (2003), Effects of Yam Starch Films on Storability and Quality of Fresh Strawberries (*Fragaria ananassa*), *Journal Agricultural and Food Chemistry*, 51, pp. 7005-7011.

- 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.
- Sahwan, F.L., Martono, D.H., Wahyono, S., dan Wisoyodharmo, L. A., (2005), Sistem Pengelolaan Limbah Plastik di Indonesia, *Jurnal Teknologi Lingkungan*, 6(1), pp. 311-318.
- Yu, L., Dean, K., and Li, L., (2006), Polymer Blends and Composites from Renewable Resources, *Progress in Polymer Science*, 31, pp. 576–602.