



## BIOFILM DARI PATI BIJI NANGKA DENGAN ADDITIF KARAGINAN

Bunga Chrismaya, Fransisca Selvy, Diah S. Retnowati<sup>\*)</sup>

Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Diponegoro  
Jln. Prof. Soedarto, Tembalang, Semarang, 50239, Telp/Fax: (024)7460058

### Abstrak

*Nangka (Artocarpus heterophyllus)* memiliki lapisan kotiledon yang kaya akan pati yang dapat dimanfaatkan sebagai materi pembentuk *biofilm*. *Biofilm* adalah film atau lapisan yang dibuat dari materi yang dapat diperbaharui seperti pati (Petersen dkk., 1999). *Biofilm* dari pati murni memiliki sifat mekanik yaitu *tensile strength* dan *elongation at break* yang masih kurang baik. Untuk memperbaikinya, pati dicampur dengan senyawa lain yang bisa memperbaiki *tensile strength* dan *elongation at break*. Menurut Imeson (2000), kappa karaginan memiliki struktur gel yang kuat dan kokoh sehingga dapat digunakan untuk memperbaiki *tensile strength* dan *elongation at break biofilm* yang dihasilkan. *Biofilm* dibuat dengan cara mencetak larutan polimer yang dibuat dengan cara memanaskan campuran larutan yang terdiri dari pati dan karaginan dengan rasio berat tertentu dalam larutan air-gliserol dengan rasio berat tertentu hingga suhu 95°C dengan kecepatan pemanasan 2,2°C/menit. Setelah larutan dicetak kemudian dikeringkan di dalam oven pada suhu 50°C selama 20 jam dan didiamkan selama 7 hari pada suhu dan RH ruangan sebelum dianalisis *tensile strength* dan *elongation at break*-nya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *biofilm* dari kappa karaginan-pati biji nangka memiliki *tensile strength* dan *elongation at break* yang lebih tinggi dibanding *biofilm* dari pati biji nangka murni. Sedangkan kenaikan rasio berat gliserol mengakibatkan penurunan *tensile strength* dan kenaikan *elongation at break biofilm*. *Tensile strength biofilm* terbaik diperoleh pada rasio berat kappa karaginan 50%b/b dan rasio berat gliserol 10%b/b yaitu sebesar 0,407 MPa sedangkan *elongation at break biofilm* terbaik diperoleh pada 50%b/b rasio berat kappa karaginan dan 20%b/b rasio berat gliserol yaitu sebesar 18,488 %.

**Kata kunci:** pati, biji nangka, karaginan, biofilm, sifat mekanik

### Abstract

*Jackfruit (Artocarpus heterophyllus)* have cotyledons layer which is rich in starch and can be use as *biofilm* forming material. *Biofilm* is a film made from renewable material such as starch. *Biofilm* made from native starch have poor mechanical properties such as *tensile strength* and *elongation at break*. To overcome it, starch is blending with other material that can improve *tensile strength* and *elongation at break*. Imeson (2000) found kappa carageenan had firm gel structures and could be used to improve *tensile strength* and *elongation at break* of starch *biofilm*. *Biofilm* was made by casting polymer solution prepared by heating the mixture solution consisting of starch and carrageenan with a certain weight ratio dissolved in water-glycerol solution with a certain weight ratio with heating rate 2,2°C until the temperature reached 95°C. The *biofilms* that had been casted then dried in oven at 50°C for 20 hours and aged for 7 days at room temperature and relative humidity prior before *tensile strength* and *elongation at break* test. The results showed that kappa-carrageenan jackfruit seed starch *biofilm* has higher *tensile strength* and *elongation at break* than *biofilm* made from native starch. When the weight ratio of glycerol rose, resulted in decreased *tensile strength* and increase in *elongation at break biofilms*. The best *tensile strength* was 0.407 MPa for 50%w/w kappa carrageenan and the weight 10%w/w glycerol. In addition, the best *elongation at break* was 18,488% at 50% w/w kappa carrageenan and 20% w/w glycerol.

**Keywords:** starch, jack fruit seeds, carageenan, biofilm, mechanical properties

<sup>\*)</sup> Penulis Penanggung Jawab (Email: [diahsusetyo@gmail.com](mailto:diahsusetyo@gmail.com))



## 1. Pendahuluan

Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) merupakan salah satu buah tropis yang banyak tumbuh di Asia, termasuk di Indonesia. Umumnya pemanfaatan buah nangka cenderung hanya pada daging buahnya saja, sedangkan bijinya kebanyakan hanya dibuang sebagai limbah. Di dalam satu buah nangka terkandung kurang lebih 100 hingga 500 biji nangka atau sekitar 8-15% dari berat nangka itu sendiri (Mukprasirt dan Sajjaanantakul, 2003). Berdasarkan data Badan Pusat Statistik Republik Indonesia, produksi buah nangka di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 652.981 ton. Dengan kapasitas produksi tersebut, biji buah nangka yang dihasilkan banyak tidak dimanfaatkan dan hanya dibuang sebagai limbah. Biji buah nangka memiliki kandungan pati yang tinggi sehingga dapat dimanfaatkan sebagai alternatif penghasil pati (Mukprasirt dan Sajjaanantakul, 2003). Pati merupakan salah satu polisakarida yang dapat dijadikan sebagai bahan baku pembuatan *biofilm* (Petersen dkk., 1999). Sifatnya yang hidrofilik serta berasal dari sumber yang dapat diperbaharui (*renewable resources*) menyebabkan pati berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai materi pembentuk *biofilm*.

*Biofilm* adalah film atau lapisan yang dibuat dari materi yang dapat diperbaharui seperti pati (Petersen dkk., 1999). *Biofilm* dapat dimanfaatkan sebagai materi pembentuk bioplastik yang memiliki kelebihan dibanding plastik yang berasal dari minyak bumi yaitu sifatnya yang mudah terurai dan berasal dari bahan alami yang keberadaannya di dunia ini melimpah. Namun karena *biofilm* dari pati murni memiliki sifat mekanik yaitu *tensile strength* dan *elongation at break* yang masih kurang baik, penggunaan pati murni sebagai materi pembentuk *biofilm* harus melalui modifikasi terlebih dahulu. Modifikasi pati sebagai materi pembentuk *biofilm* dapat dilakukan dengan teknik plastisasi, pencampuran dengan material lain, modifikasi secara kimia atau kombinasi dari beberapa teknik tersebut (Frederiksberg, 2000). Pada penelitian terdahulu, Chen dkk. (2008) membuat campuran film dari pati kacang polong yang terdiri dari 35% amilosa dan 65% amilopektin, gliserol (99%) sebagai *plasticizer*, dan konjac glucomannan sebagai aditifnya. Dari penelitian ini, dihasilkan film dengan sifat mekanik yang lebih baik dibanding film yang dihasilkan tanpa penambahan konjac glucomannan. Pada penelitian ini, kapa karaginan digunakan sebagai aditif untuk meningkatkan *tensile strength* dan *elongation at break biofilm* berdasar pati dari limbah biji nangka sebagai materi pembentuknya.

Karaginan merupakan polisakarida dengan berat molekul yang tinggi dengan struktur rantai yang linear dan terdiri dari unit pengulangan galaktosa dan 3,6-anhydrogalactose (3,6 AG), yang keduanya merupakan gugus sulfat dan nonsulfat. Kapa karaginan memiliki struktur gel yang kuat dan kokoh sehingga penambahan kapa karaginan ini diharapkan dapat menghasilkan *biofilm* dengan *tensile strength* dan *elongation at break* yang lebih baik dibanding *biofilm* dari pati murni (Imeson, 2000). Untuk mendapatkan *biofilm* dengan *tensile strength* dan *elongation at break* yang baik diperlukan perbandingan komposisi bahan baku aditif yang tepat. Untuk itu, perlu dilakukan penelitian dalam upaya memperoleh komposisi yang tepat dalam pembuatan larutan polimer untuk menghasilkan *biofilm* dengan sifat mekanik yang baik.

## 2. Bahan dan Metode Penelitian

### Material:

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati biji nangka berukuran lebih kecil dari 140 mesh, diperoleh dari biji buah nangka yang dibeli dari pasar Johar Semarang; kapa karaginan berukuran lebih kecil dari 140 mesh yang diperoleh dari industri penghasil karaginan Suket Segoro yang berlokasi di Perumahan Bumi Wanamukti Semarang. Gliserol dengan densitas 1,284 gr/ml dan kemurnian 99% berwujud cair dan tidak berwarna diperoleh dari toko bahan kimia Indrasari Semarang, sedangkan air demineralizer dengan densitas 1,0 gr/ml diperoleh dari Laboratorium Proses Teknik Kimia Undip.

### Pembuatan Larutan Polimer:

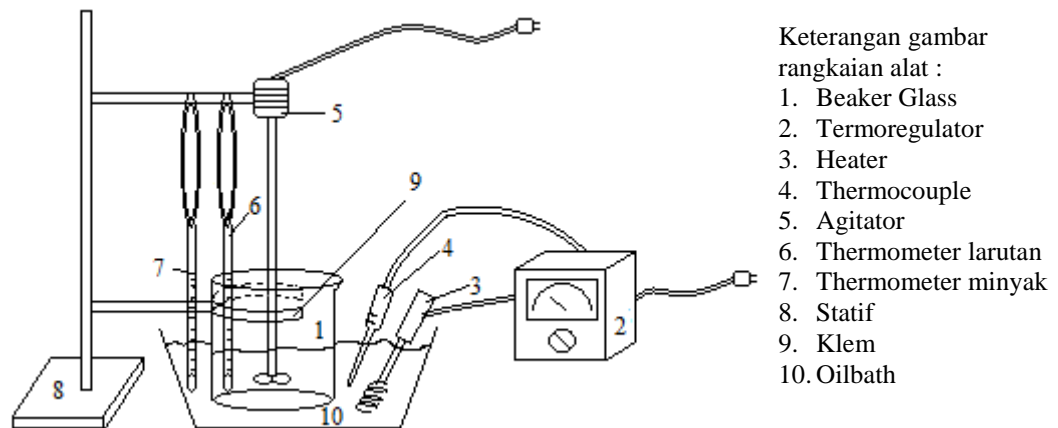
100 ml air demineralizer dicampur dengan gliserol dengan rasio berat tertentu dimasukkan kedalam beaker glass berisi campuran pati biji nangka dan karaginan dengan perbandingan tertentu. Campuran ini kemudian diaduk pada suhu kamar dengan menggunakan pengaduk hingga semua padatan terlarut. Campuran larutan ini kemudian dipanaskan sampai suhu 95 °C dengan menggunakan rangkaian alat yang dapat dilihat pada gambar 1. Diusahakan kecepatan kenaikan temperatur 2,2 °C/menit. Setelah suhu mencapai 95 °C proses pemanasan dihentikan.

### Pencetakan Larutan Polimer

Larutan polimer yang sudah dibuat dicetak menggunakan alat casting pada cetakan berupa kaca acrilyc.

### Pembentukan Biofilm.

Larutan polimer yang sudah dicetak di atas kaca acrilyc dikeringkan dalam oven bersuhu 50 °C selama 20 jam. Biofilm yang telah jadi kemudian didiamkan selama 7 hari pada suhu dan RH ruangan sebelum diuji.



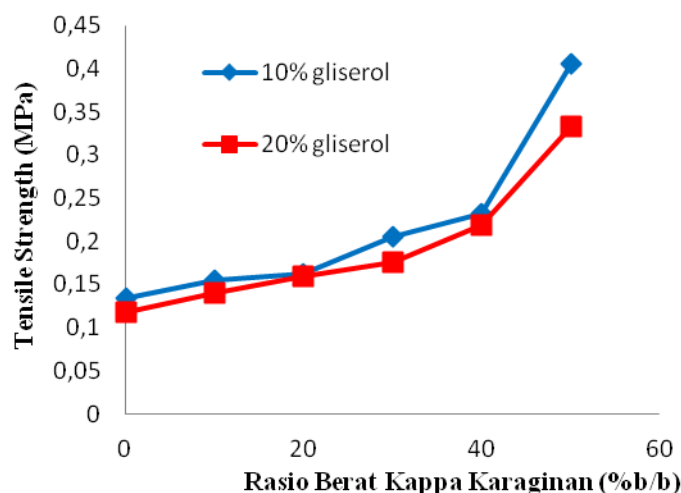
Gambar 1. Gambar rangkaian alat pembuatan larutan polimer

### 3. Hasil dan Pembahasan

Bahan baku pati biji nangka setelah dianalisis mempunyai kadar air 10,4% b/b dan kadar abu 3,4% b/b. Kappa karaginan dengan kadar air 12,8% b/b dan kadar abu 16,6% b/b digunakan sebagai additif untuk meningkatkan *tensile strength* dan *elongation at break biofilm* berdasar pati. Hasil penelitian *biofilm* yang mana mempunyai tebal rata-rata 0,098 mm dapat dilihat pada gambar 2 dan gambar 3.

#### Pengaruh Rasio Berat Kappa Karaginan dan Gliserol terhadap Sifat Mekanik *Biofilm*

*Tensile strength biofilm* kappa karaginan-pati biji nangka dengan berbagai variasi rasio berat kappa karaginan (0-50% b/b) pada penambahan 10% dan 20% rasio berat gliserol dapat dilihat pada gambar 2. Besarnya *tensile strength biofilm* dipengaruhi oleh besarnya rasio berat kappa karaginan dan rasio berat gliserol terhadap pati biji nangka yang digunakan. Penambahan aditif berupa kappa karaginan meningkatkan *tensile strength biofilm*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *biofilm* dari kappa karaginan-pati biji nangka memiliki *tensile strength* yang lebih tinggi dibandingkan *biofilm* dari pati biji nangka murni.



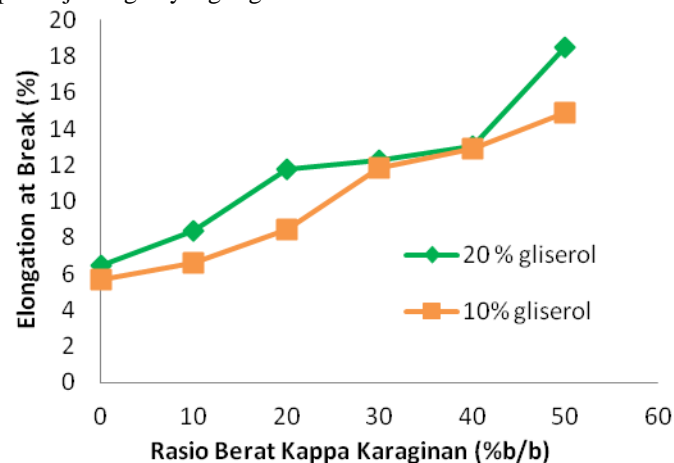
Gambar 2. Pengaruh Rasio Berat Kappa Karaginan dan Gliserol Terhadap *Tensile Strength Biofilm*

*Tensile strength* ( $\Delta\sigma$ ) *biofilm* mengalami kenaikan sebesar 204,51% dari 0,134 MPa menjadi 0,407 MPa pada penambahan rasio berat kappa karaginan sebesar 50% b/b dan gliserol 10% b/b, disebabkan oleh pemutusan ikatan hidrogen intermolekuler dan pembentukan ikatan intramolekuler antara pati dan kappa karaginan. Interaksi sinergis dalam bentuk ikatan intramolekuler antara pati dengan kappa karaginan ini dapat memperbaiki sifat mekanik dari *biofilm* yang dihasilkan yaitu *tensile strength* (Chen dkk., 2008). Namun sebaliknya, penambahan rasio berat gliserol pada pembuatan *biofilm* mengakibatkan terjadinya penurunan

*tensile strength biofilm*. Pada rasio berat kappa karaginan yang sama (50%b/b), penurunan *tensile strength biofilm* dengan penambahan rasio berat gliserol 20%b/b yaitu sebesar 18,06% dari 0,407 MPa menjadi 0,333 MPa. Berdasarkan kinerja mekanik dan ketahanan terhadap abrasi seperti halnya pada penyerapan air dalam campuran pati, ada 3 kondisi transisi yang berhubungan dengan keberadaan gliserol dalam campuran, yaitu adsorpsi gliserol pada ikatan –H dalam pati, kondisi jenuh gliserol yang bertindak sebagai plasticizer, dan kondisi gliserol yang lewat jenuh. Pada penambahan gliserol di bawah 15%b/b, gliserol dapat mengadsorpsi ikatan –H dalam pati dengan baik. Hal ini mengakibatkan *biofilm* berada pada kondisi *glassy*-nya dimana molekul pati kehilangan mobilitasnya dan mengakibatkan terjadinya efek antiplastisasi (tidak elastis) sehingga film yang terbentuk menjadi bersifat keras dan kuat. Sedangkan pada penambahan gliserol di atas 15%, gliserol berada pada kondisi jenuhnya sehingga terjadi efek plastisasi dimana *biofilm* yang dihasilkan akan bersifat lebih lentur dan pemisahan fasa dari amilosa dan amilopektin dimana *tensile strength* dari *biofilm* yang dihasilkan akan menurun (Yu dkk., 2007). Pada penelitian ini digunakan rasio berat gliserol sebesar 10% dan 20% dimana semakin besar gliserol yang digunakan maka *tensile strength* dari *biofilm* yang dihasilkan semakin menurun. Berdasarkan hasil percobaan, *tensile strength biofilm* terbaik diperoleh pada 50%b/b rasio berat kappa karaginan-pati dan 10%b/b rasio berat gliserol-pati, yaitu 0,407 MPa.

#### Pengaruh Rasio Berat Kappa Karaginan dan Gliserol terhadap *Elongation at Break Biofilm*

*Elongation at break biofilm* pada berbagai variasi rasio berat kappa karaginan-pati biji nangka (0-50%b) pada penambahan 10%b dan 20%b gliserol-berat pati, dapat dilihat pada gambar 3. Besarnya *elongation at break biofilm* dari pati biji nangka dipengaruhi oleh besarnya rasio berat kappa karaginan dan rasio berat gliserol terhadap pati biji nangka yang digunakan.



Gambar 3. Pengaruh Rasio Berat Kappa Karaginan dan Gliserol terhadap *Elongation at Break Biofilm*

Semakin tinggi rasio berat kappa karaginan maka semakin tinggi *elongation at break biofilm* yang dihasilkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *biofilm* dari pati biji nangka murni dengan penambahan kappa karaginan sebesar 50%b/b mengalami kenaikan *elongation at break* ( $\Delta\epsilon$ ) dari 5,659% menjadi 14,897% pada rasio berat gliserol 10%b/b. Kenaikan *elongation at break* ( $\Delta\epsilon$ ) *biofilm* dengan penambahan kappa karaginan disebabkan karena pemutusan ikatan hidrogen intermolekuler dan pembentukan ikatan intramolekuler antara pati dan kappa karaginan. Interaksi sinergis dalam bentuk ikatan intramolekuler antara pati dengan kappa karaginan ini dapat memperbaiki sifat mekanik dari *biofilm* yang dihasilkan yaitu *elongation at break* (Chen dkk., 2008). Penambahan rasio berat gliserol pada pembuatan *biofilm* mengakibatkan terjadinya kenaikan *elongation at break biofilm* yang dihasilkan. Pada rasio berat kappa karaginan-pati 50%b/b, *elongation at break biofilm* naik dengan bertambahnya rasio berat gliserol-pati dari 14,897% menjadi 18,488% pada penambahan 20%b/b. Hal ini disebabkan karena berdasarkan kinerja mekanik dan ketahanan terhadap abrasi seperti halnya pada penyerapan air dalam campuran pati, ada 3 kondisi transisi yang berhubungan dengan keberadaan gliserol dalam campuran, yaitu adsorpsi gliserol pada ikatan –H dalam pati, kondisi jenuh gliserol yang bertindak sebagai plasticizer, dan kondisi gliserol yang lewat jenuh. Pada penambahan gliserol di bawah 15%b/b, gliserol dapat mengadsorpsi ikatan –H dalam pati dengan baik. Hal ini mengakibatkan *biofilm* berada pada kondisi *glassy*-nya, molekul pati kehilangan mobilitasnya dan mengakibatkan terjadinya efek antiplastisasi (tidak elastis) sehingga film yang terbentuk menjadi bersifat keras dan kuat. Sedangkan pada penambahan gliserol di atas 15%, gliserol berada pada kondisi jenuhnya sehingga terjadi efek plastisasi dimana *biofilm* yang dihasilkan



akan bersifat lebih lentur dan mengakibatkan *elongation at break* dari *biofilm* lebih tinggi dibandingkan dengan *elongation at break* dari *biofilm* yang hanya menggunakan pati murni (Yu dkk., 2007). Pada penelitian ini digunakan rasio berat gliserol sebesar 10% dan 20% dimana semakin besar gliserol yang digunakan maka *elongation at break* dari *biofilm* yang dihasilkan semakin meningkat. *Elongation at break* biofilm terbaik diperoleh pada 50%b/b rasio berat kappa karaginan dan 20%b/b rasio berat gliserol yaitu sebesar 18,488%.

#### 4. Kesimpulan

Penambahan kappa karaginan (50%b/b) menghasilkan *biofilm* dengan *tensile strength* dan *elongation at break* yang lebih baik yaitu sebesar 0,407 MPa dan 14,897% dibandingkan *tensile strength* dan *elongation at break* *biofilm* dari pati biji angka murni yaitu sebesar 0,134 MPa dan 5,659% pada 10% rasio berat gliserol-pati biji angka. Sedangkan pada penambahan 10% dan 20% rasio berat gliserol-pati biji angka menghasilkan penurunan *tensile strength* *biofilm* yaitu dari 0,407 MPa menjadi 0,333 MPa dan menaikkan *elongation at break* yaitu dari 14,897% menjadi 18,488%. *Tensile strength* *biofilm* terbaik diperoleh pada 50%b/b rasio berat kappa karaginan dan 10%b/b rasio berat gliserol sedangkan *elongation at break* biofilm terbaik diperoleh pada 50%b/b rasio berat kappa karaginan dan 20%b/b rasio berat gliserol.

#### Ucapan Terima Kasih

Ucapan terimakasih disampaikan kepada Ir. Diah Susetyo Retnowati, MT selaku dosen pembimbing atas arahan dan bimbingannya dari awal pembuatan proposal penelitian, penelitian, hingga laporan penelitian ini selesai dibuat serta laboran teknik kimia Universitas Diponegoro Semarang atas kontribusinya sebagai penyedia alat dan bahan untuk penelitian kami.

#### Daftar Pustaka

- Badan Pusat Statistik Republik Indonesia 2012. *Produksi buah-buahan di Indonesia tahun 1995-2011*. Diakses dari [http://www.bps.go.id/tab\\_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id\\_subyek=55&notab=3](http://www.bps.go.id/tab_sub/view.php?tabel=1&daftar=1&id_subyek=55&notab=3) pada 6 Agustus 2012, pukul 13.00.
- Chen, J., Liu, C., Chen, Y., Chang, P.R., 2008. Structural Characterization and Properties of Starch/Konjac Glucomannan Blend Films. *Journal of Carbohydrate Polymers.*, 74, 946-952
- Frederiksberg, C., 2000. Biobased Packaging Materials for The Food Industry, Status and Perspectives. In: C. J Weber, editors. *Report of Food Biopack Project. Departement of Dairy and Food Science*. Denmark : The Royal Veterinary and Agricultural University
- Imeson, A. P., 2000. *Carageenan*. United Kingdom: FMC Corporation Ltd.
- Mukprasirt, A. and Sajjaanantakul, K., 2004. Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seeds (*Arthocarpus heterophyllus Lam.*) compared with modified starches. *International Journal of Food Science and Technology.*, 39, 271-276.
- Petersen, K., Nielsen, P. V., Bertelsen, G., Lawther, M., Olsen, M. B., Nilson N. H., and Mortensen, G., 1999. Potensial of Biobased Materials for Food Packaging. *Trends in Food Science and Technology.*, 10, 52-68
- Yu, J., Wang, N., and Ma, X., 2005. The effects of citric acid on the properties of thermoplastic starch plasticized by glycerol. *Stärk.*, 57, 494-504
- Yu, J.H, Wang, J.L, Wu, X., and Zhu P. X., 2007. *Effect of Glycerol on Water Vapor Sorption and Mechanical Properties of Starch/Clay Composite Film*. China : Textile Institute, Sichuan University