



## Pembuatan *Biodegradable Film* dari Pati Biji Nangka (*Artocarpus heterophyllus*) dengan Penambahan Kitosan

Betty Ika Hidayah<sup>1\*</sup>, Neni Damajanti<sup>2</sup>, dan Endar Puspawiningtiyas<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto  
Jl Raya Dukuhwaluh PO BOX 202, Purwokerto 53182 Telp. (0281) 636751

\*E-mail: [bettyikah@gmail.com](mailto:bettyikah@gmail.com)

### Abstract

*Biodegradable film is thin layers made of natural and renewable materials which can be easily decomposed by microorganisms. Starch is one of polysaccharide that can be used as a film. Jackfruit seeds have a starch content of 70.26%. Film of starch has low barrier properties against water, so it need addition of hydrophobic substances such as chitosan. This study aims to determine the effect of jackfruit seeds starch with or without of chitosan mixture on the characteristics of biodegradable film. Films were produced using jackfruit seed starch with the composition variation is 2 g, 3g, 4g in 50 ml aqueous and chitosan with the composition variation is 0,5g, 1 g, 1,5g in 50 ml of 1% acetic acid solution. Then in an oven at 50 ° C for 24 hours. These results indicate that the making of the film without chitosan does not affect the thickness, water content, melting point, and solubility significantly. But, affect the degradation of the film with EM4, amounting to 43.33% at 4 g starch and degraded in the soil for 2 weeks. Meanwhile, mixing of chitosan significantly affect the thickness, water content, melting point, solubility and degradation by microorganisms. This is shown with the smallest percentage of jackfruit seeds starch in the composition of 2 g, 3 g and 4 g, is 26.22%, 30.33% and 15.89%, and can be degraded after 3 weeks in the soil.*

**Keywords:** film, biodegradable, starch, polysaccharide, chitosan

### Pendahuluan

Indonesia merupakan salah satu negara dengan jumlah penduduk terbesar di dunia. Hal itu menimbulkan kebutuhan akan bahan makanan juga besar. Dalam menjaga masa simpan suatu makanan, salah satunya menggunakan plastik, sehingga penggunaan plastik meningkat. Disisi lain, plastik sebagai pengemas bahan makanan, menimbulkan permasalahan pencemaran lingkungan, yaitu mengganggu keseimbangan ekosistem lingkungan. Hal ini disebabkan, plastik dihasilkan dari sintesis petrokimia, sehingga sukar didegradasi secara alami.

Kemasan makanan yang sedang dikembangkan saat ini memiliki sifat biodegradabilitas untuk pengganti kemasan makanan yang sebelumnya terbuat dari plastik konvensional. *Biopolimer* merupakan salah satu jenis pengemas makanan yang terbuat dari bahan alami dan mudah didegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan. Kemasan ini sudah cukup lama berkembang dalam teknologi kemasan makanan. Beberapa macam polimer *biodegradable* telah dieksplorasi dalam perkembangan *edible film* untuk mengurangi pemakaian plastik konvensional yang menyebabkan limbah (Tharanathan, 2003). Lapisan kemasan makanan ini tidak hanya digunakan untuk melindungi bentuk fisik makanan, tetapi juga berfungsi sebagai penghalang rusaknya kualitas makanan yang diakibatkan oleh faktor kelembaban, oksigen, karbon dioksida, jamur yang disebabkan oleh kontak langsung dengan atmosfer (Marcuzzo dkk, 2010).

Pati merupakan salah satu jenis polisakarida yang digunakan sebagai pembuatan *biodegradable film*. Kandungan pati banyak terdapat pada tanaman seperti pada biji, buah, akar dan batangnya. Sifat pati mudah terurai (*biodegradable*), suka dengan air (*hidrofilik*), mudah diperoleh dan murah. Oleh karena itu, pati dapat digunakan sebagai bahan pembuat *edible film/coating*.

Kandungan amilosa pada biji nangka berdasarkan Mukprasit (2004) sebesar 39,23%, sedangkan ekstraksi pati dengan distilasi air mempunyai kandungan amilosa tinggi sebesar 26,57-31,37% (Noor dkk, 2014). Amilosa dan amilopektin mempunyai sifat yang berbeda. Amilosa lebih mudah larut dalam air dibanding amilopektin (Koswara, 2009). Konsentrasi amilosa yang tinggi ini sangat penting dalam pembuatan gel serta dapat menghasilkan lapisan tipis (*film*) yang baik dari pada amilopektin. Kandungan amilosa merupakan komponen yang paling berperan dalam menentukan sifat *film* yang dihasilkan, walaupun karakteristik akhir dari *film* juga dipengaruhi oleh interaksi amilopektin dan *plasticizer* (Tharanatan, 2003; Mali et al, 2005); Krisna, 2011).



Kelemahan *biopolimer* dari pati adalah resistensinya terhadap air rendah dan sifat penghalang terhadap uap air juga rendah karena sifat *hidrofilik* terhadap pati dapat mempengaruhi stabilitas dan sifat mekanik (Garcia *et al*, 2011). Untuk meningkatkan karakteristik maupun fungsional dari pati, perlu dilakukan penambahan zat yang bersifat *hidrofobik* atau yang memiliki sifat antimikroba. Salah satu *biopolimer hidrofobik* yang direkomendasikan untuk memperbaiki karakteristik *film* dari pati sekaligus mempunyai aktivitas antimikroba adalah kitosan (Chillo *et al*, 2008).

Kandungan pati yang relatif tinggi pada biji nangka berpotensi sebagai bahan baku pembuat *biodegradable film*, sehingga perlu adanya penelitian mengenai hal tersebut. Dengan melakukan evaluasi beberapa parameter uji karakteristik serta *biodegradable film* yang dihasilkan diharapkan dapat memberikan pengemas makanan yang ramah lingkungan. Pada penelitian ini akan dikaji mengenai kombinasi antara pati biji nangka dengan kitosan pada proses pembuatan *biodegradable film*.

## Metodologi

### Bahan

Bahan-bahan yang digunakan dalam pembuatan sampel *biodegradable film* antara lain pati biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*), gliserol, kitosan, aquadest dan asam asetat 1%. Bahan pengujian yang digunakan adalah air untuk menguji kelarutan, *Effective Microorganism-4* dan tanah sebagai media untuk pengujian biodegradabilitas.

### Alat

Peralatan yang digunakan untuk penelitian adalah cetakan kaca akrilik, blender, timbangan digital, kertas saring, pisau, screen mesh 120, erlemeyer, gelas ukur, pipet ukur, *hot plate stirrer*, kompor listrik dan oven. Alat untuk menguji sampel *film* adalah timbangan, mikrometer, *moisture balance*, SMP 11 (*Stuard Melting Point Aparatus*).

### Tahapan Penelitian

Penelitian pembuatan *biodegradable film* dari pati biji nangka dengan merujuk pada metode dari Mayasari (2013) yang kemudian dilakukan modifikasi.

#### 1. Pembuatan Pati Biji Nangka

Pada penelitian ini, digunakan biji nangka (*Artocarpus heterophyllus*) yang didapatkan dari kawasan Karsidenan Banyumas, Jawa Tengah. Pembuatan pati biji nangka dilakukan dengan mencuci bersih dan membuat kulit arinya. Setelah itu, diblender dengan perbandingan biji nangka dan aquades dengan perbandingan (1:2) sampai halus. Dari proses ini dihasilkan bubur biji nangka yang kemudian disaring dengan kain sampai keluar patinya, dan diendapkan  $\pm 12$  jam. Pati yang masih berupa pasta dijemur supaya kering dan dihasilkan pati biji nangka bertekstur kasar. Untuk menghaluskan pati dilakukan pemblenderan dan pengayakan menggunakan alat *screen mesh 120*.

#### 2. Pembuatan Sampel *Film* tanpa Kitosan

Variasi komposisi pati biji nangka yang digunakan, yaitu 2 gr, 3 gr, 4 gr (b/v aquadest), gliserol 20% (v/b pati biji nangka) merujuk pada penelitian Mayasari (2013) dan aquadest sebanyak 50 ml sebagai pelarut sampel *film*. Pembuatan sampel *film* tanpa kitosan dengan melarutkan pati dengan aquades menggunakan *stirrer* sampai homogen, kemudian masukan gliserol pada suhu 70°C sampai homogen. Setelah itu naikan suhunya menjadi 95°C selama 15 menit dan kemudian larutan *film* dituangkan ke dalam cetakan kaca akrilik untuk di oven selama 24 jam dengan suhu 50°C. Setelah di oven keudian sampel *film* didiamkan dalam suhu ruangan selama 24 jam dan selanjutnya *film* dilepaskan dari cetakan untuk dilakukan uji karakteristik.

#### 3. Pembuatan Sampel *Film* dengan Kitosan

Variasi komposisi biji nangka yang digunakan sama dengan pembuatan sampel *film* tanpa kitosan, gliserol 20% (v/b pati biji nangka) merujuk pada penelitian Mayasari (2013), aquadest sebanyak 100 ml sebagai pelarut sampel *film* dan penambahan kitosan dengan variasi komposisi sebesar 0,5 gr, 1 gr dan 1,5 gr. Pembuatan sampel *film* dengan kitosan terlebih dahulu dengan menyiapkan larutan kitosan dengan melarutkan ke dalam asam asetat 1% sebanyak 50 ml kemudian diaduk sampai larut pada suhu 50°C. Setelah itu, membuat larutan pati biji nangka dengan aquades sebanyak 50 ml sampai homogen, kemudian masukan gliserol 20% (v/b pati biji nangka) pada suhu 70°C. Setelah larutan pati biji nangka dan kitosan sudah jadi, kemudian dicampurkan dan diaduk pada suhu 95 °C selama 15 menit. Kemudian larutan *film* dituangkan ke dalam cetakan kaca akrilik untuk di oven selama 24 jam dengan suhu 50°C. Setelah di oven keudian sampel *film* didiamkan dalam suhu ruangan selama 24 jam dan selanjutnya *film* dilepaskan dari cetakan untuk dilakukan uji karakteristik.

## Hasil dan Pembahasan

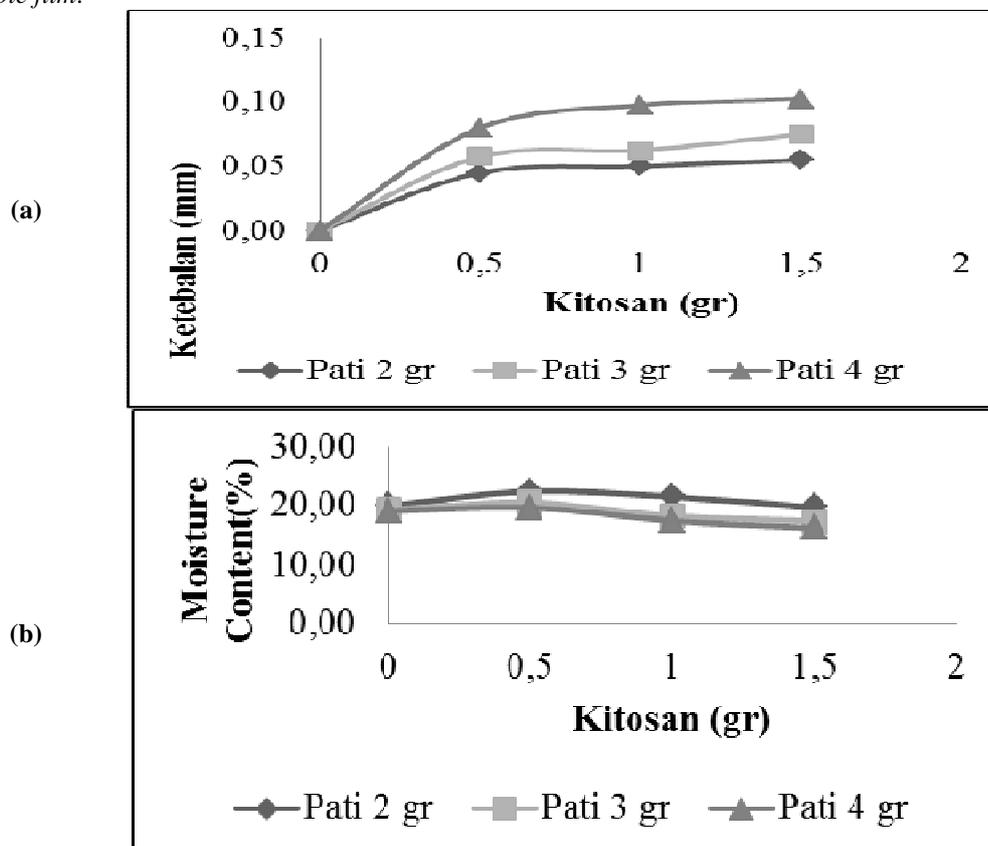
### Karakteristik *Biodegradable Film* yang Menggunakan Penambahan Kitosan dan Tanpa Penambahan Kitosan

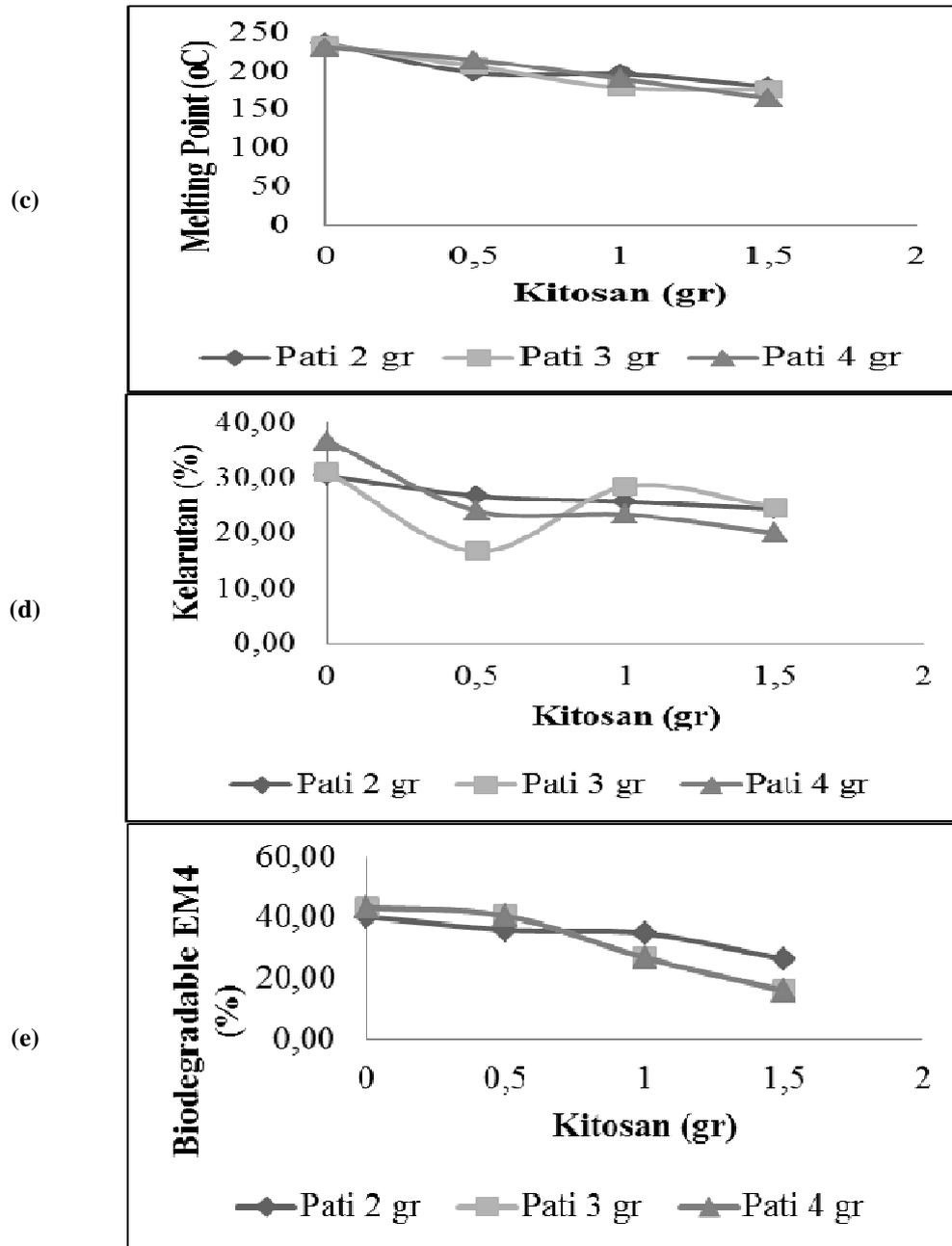
Tabel 1. Hasil karakteristik *biodegradable film* dengan penambahan kitosan

Pati biji nangka:kitosan (rasio g/ml aquades)	Kadar Air (%)	Titik Leleh (°C)	Kelarutan (%)	<i>Biodegradable</i> EM4 (%)
A (2:0)	19,92±0,68 <sup>c</sup>	236±3,61 <sup>a</sup>	30,33±4,93 <sup>a</sup>	40,33±0,34 <sup>a</sup>
D1 (2:0,5)	22,39±0,02 <sup>a</sup>	197±4,62 <sup>b</sup>	26,67±3,84 <sup>a</sup>	35,89±0,69 <sup>b</sup>
D2 (2:1)	21,45±0,09 <sup>b</sup>	196±1,00 <sup>c</sup>	25,67±0,58 <sup>a</sup>	34,78±1,71 <sup>b</sup>
D3 (2:1,5)	19,72±0,09 <sup>c</sup>	179±1,53 <sup>d</sup>	24,31±3,39 <sup>a</sup>	26,22±0,51 <sup>c</sup>
B (3:0)	19,34±0,16 <sup>b</sup>	233±4,16 <sup>a</sup>	31,00±3,61 <sup>a</sup>	33,22±0,51 <sup>b</sup>
E1 (3:0,5)	20,48±0,49 <sup>a</sup>	206±1,00 <sup>b</sup>	16,67±3,06 <sup>b</sup>	30,33±0,34 <sup>c</sup>
E2 (3:1)	18,21±0,28 <sup>c</sup>	178±1,00 <sup>c</sup>	28,33±4,16 <sup>a</sup>	35,22±1,71 <sup>a</sup>
E3 (3:1,5)	17,35±0,11 <sup>d</sup>	176±0,58 <sup>c</sup>	24,72±2,16 <sup>a</sup>	33,78±0,51 <sup>ab</sup>
C (4:0)	19,04±0,92 <sup>b</sup>	230±5,51 <sup>a</sup>	36,67±4,16 <sup>a</sup>	43,33±0,34 <sup>a</sup>
F1 (4:0,5)	19,61±0,29 <sup>a</sup>	214±1,00 <sup>b</sup>	24,00±2,00 <sup>b</sup>	40,55±0,69 <sup>b</sup>
F2 (4:1)	17,38±0,08 <sup>c</sup>	189±0,58 <sup>c</sup>	23,33±0,58 <sup>b</sup>	26,78±0,51 <sup>c</sup>
F3 (4:1,5)	16,19±0,05 <sup>d</sup>	164±1,00 <sup>d</sup>	20,00±5,00 <sup>b</sup>	15,89±0,69 <sup>d</sup>

Percobaan dilakukan 3 kali dengan hasil *mean* ± SD, pada kolom yang sama *superscript* yang berbeda menunjukkan perbedaan yang signifikan ( $p \leq 0,05$ )

Hasil uji statistik dengan ANOVA dan Tabel 1. pada analisa penelitian ini, menghasilkan rata-rata nilai  $P < 0,05$ . Sehingga diperoleh kesimpulan bahwa penambahan kitosan berpengaruh secara signifikan terhadap karakteristik *biodegradable film*.





**Gambar 1.** Hasil Uji karakteristik *film* dengan atau tanpa penambahan kitosan (a) Ketebalan, (b) *Moisture Content*, (c) *Melting Point*, (d) Kelarutan, dan (e) *Biodegradable EM4*

### Ketebalan (*Thickness*)

Sifat fisik dari *film* pati biji nangka tanpa menggunakan kitosan menghasilkan sifat hidrofilik, mudah rapuh, dan masih memiliki banyak retakan di permukaan *film*. Sehingga, dalam pelepasan dari cetakan tidak sempurna dan berbentuk serbuk. Sedangkan *film* dengan penambahan kitosan dari Gambar 1.(a), menghasilkan sifat fisik kuat dan ketahanan terhadap air yang rendah.

Gambar 1. (a), di peroleh ketebalan *film* yang semakin tinggi dengan penambahan komposisi pati biji nangka dan kitosan. Hal ini, diperoleh hasil ketebalan tertinggi dengan komposisi pati biji nangka 4 gr dan kitosan 1,5 gr. Sedangkan, *film* tanpa penambahan kitosan tidak menunjukkan nilai ketebalannya karena tidak bisa diukur. Ketebalan sebuah *film* akan berpengaruh dalam karakteristik mekanik *film* (Mangunsong, 2009).

### **Kandungan Air (*Moisture Content*)**

*Biodegradable film* dari pati biji nangka tanpa kitosan menghasilkan kadar air yang tidak berpengaruh secara signifikan, yaitu dengan presentase kadar air 19,92%-19,04%. Rata-rata kadar air *film* kacang merah adalah 17,52% (Krisna, 2011), *edible film* gluten 30,45% - 25,86% (Widyastuti, 2008). Jadi, hasil uji *moisture content* pada penelitian ini tidak jauh berbeda dari penelitian yang sebelumnya. Sedangkan dari Tabel 1 menghasilkan penambahan kitosan memberikan penurunan kadar air secara umum pada pembuatan *film*. Berdasarkan Gambar 1. (b), dihasilkan persentase kadar air terkecil sebesar 16,19% dengan komposisi pati biji nangka 4 gr dan penambahan kitosan 1,5 gr. Hal ini, karena kitosan memiliki ketahanan terhadap air yang baik dan hidrofobik. Sehingga, dengan penambahan kitosan maka akan menurunkan kadar air pada *film*. Kadar air yang kecil memberikan pengaruh terhadap penyimpanan bahan makanan, yaitu memperpanjang masa simpannya, karena dapat menghambat aktivitas mikroorganisme.

### **Titik Leleh (*Melting Point*)**

Tabel 1. menghasilkan titik leleh dari *film* tanpa kitosan dan hanya menggunakan pati biji nangka terjadi pada suhu di atas 230°C dengan titik leleh tertinggi pada pati biji nangka 2 gr, yaitu sebesar 236°C. Sedangkan, titik leleh terkecil pada sampel *film* dengan komposisi pati biji nangka 4 gr dan kitosan 1,5 gr, yaitu sebesar 164°C. Hal ini, karena ikatan OH<sup>-</sup> yang lebih banyak pada *film* dari pati biji nangka lebih besar dari pada *film* dengan penambahan kitosan. Naik dan turunnya gugus OH dalam *film* plastik akan sesuai dengan titik leleh yang dimiliki oleh setiap sampel *film*, karena semakin kecil kandungan OH dalam sampel *film* maka titik leleh yang dihasilkan juga semakin kecil (Rahardiyanto & Agustini, 2013).

Gambar 1. (c), menunjukkan bahwan penambahan kitosan memberikan penurunan titik leleh *film*. Hal ini karena titik leleh *film* dari pati biji nangka tanpa kitosan menghasilkan rata-rata titik leleh diatas 230°C. Sedangkan menurut penelitian yang dilakukan SN, Christy Cecilia (2011) pada analisis sifat termal kitosan menunjukkan peleburan polimer terjadi 82,4°C. Sehingga, mengakibatkan titik leleh *biodegradable film* dengan penambahan kitosan menurun menjadi 214°C-164°C. Menurut penelitian Puspita (2013) tentang pembuatan dan karakteristik struktur mikro dan sifat termal *film* plastik berbahan dasar pati biji nangka, suhu antara 104 °C - 525 °C, sampel *film* plastik mengalami penguapan gas-gas folatil dilanjutkan dengan proses hilangnya ikatan air serta penurunan massa sampel *film* plastik. Terdekomposisinya pati, kitosan dan glisrol menjadi gas komponen-komponen penyusun seperti CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O, dan NO<sub>2</sub>.

### **Kelarutan (*Solubility*)**

Kelarutan *film* merupakan faktor yang penting dalam menentukan biodegradabilitas *film* ketika digunakan sebagai pengemas. Ada *film* yang dikehendaki dengan tingkat kelarutan tinggi atau sebaliknya, tergantung jenis produk yang dikemas. Persen kelarutan *edible film* adalah persen berat kering dan *film* yang terlarut setelah dicelupkan dalam air mendidih selama 5 menit (Pitak & Rakshit, 2011).

Kitosan yang ditambahkan pada pembuatan *film*, secara umum memberikan pengaruh terhadap kelarutan. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan, maka kelarutan *film* dalam air mendidih akan menurun. Tabel 1. penambahan kitosan memeberikan pengaruh yang signifikan pada *film* dengan komposisi pati 3 gr dan 4 gr. Hal ini, karean lembaran *film* yang dihasilkan semakin tebal dan kekuatan kitosan dalam menahan air. Gambar 1. (d) menunjukkan hasil kelarutan *film* dari pati biji nangka dengan penambahan kitosan menghasilkan persentase kelarutan yang menurun. Hal ini, diperoleh hasil persentase kelarutan terkecil dari Tabel 1, yaitu 16,67% dengan komposisi pati biji nangka 3 gr dan kitosan 0,5 gr.

### **Biodegradasi (*Biodegradable*)**

Degradasi *film* di lingkungan dapat dipengaruhi oleh beberapa faktor pendukung seperti fisika, biologis dan kimiawi. Fisika dan kimiawi merupakan degradasi pada kondisi abiotik seperti, sinar matahari, iklim, hidrolisis dan oksidasi. Sedangkan degradasi secara biologis melibatkan makhluk hidup meliputi bakteri, jamur, prediator, dan organisme yang lebih tinggi pada lingkungan. Pati dan kitosan merupakan polisakrida yang digunakan pada pembuatan *biodegradable film* berasal dari agro-polimer. Sehingga, mudah tedegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan maupun dengan menggunakan EM4. *Film* tanpa menggunakan kitosan dapat terdegradasi dengan cepat, karena pati memiliki sifat hidrofilik. Hal ini dapat dilihat dari Tabel 1. menghasilkan presentase terbesar yaitu 43,33% dengan komposisi pati 4 gr.

Gambar 1. (e), menunjukkan bahwa penambahan kitosan memberikan pengaruh penurunan presentase degradasi *film*, yaitu sebesar 15,89% dengan komposisi pati biji nangka 4 gr dan kitosan 1,5gr. Kitosan memiliki sifat hidrofobik dan kuat. Sehingga, *film* dengan penambahan kitosan membutuhkan waktu yang lebih lama terdegradasi di lingkungan. Hali ini dapat diketahui dengan melakukan pengujian sampel *film* dengan kitosan diletakkan di atas tanah selama 3 minggu. *Film* dengan penambahan kitosan menunjukkan mulai terdegradasi dan secara fisik terlihat sudah rusak pada minggu ke-2, sedangkan minggu ke-1 belum menunjukkan perubahan *film*. Hal ini disebabkan



karena kitosan memiliki sifat yang hidrofobik, kelarutan *film* dengan kitosan yang rendah juga mempengaruhi *biodegradable film* dipermukaan tanah. Kitosan dan pati kulit singkong memiliki karakteristik kuat tarik sebesar 5,6146 Mpa dan nilai elongasi sebesar 47,6063%, sehingga tidak mudah terdegradasi (Mayasari, 2013). Beberapa sampel *film* sudah mulah menghilang di permukaan tanah pada minggu ke-3. Sedangkan, sampel *film* tanpa penambahan kitosan ketika diletakan di atas permukaan tanah setelah 2 minggu sudah menghilang semu dan menyatu dengan tanah.

### Kesimpulan

1. Hasil karakteristik pembuatan *film biodegradabel* dari pati biji nangka dan gliserol 20% (v/b pati) tidak berpengaruh secara signifikan terhadap ketebalan, kadar air, titik leleh, dan kelarutan. Tetapi, berpengaruh secara signifikan terhadap biodegradasi dengan EM4, yaitu sebesar 43,33% pada pati biji nangka 4 gr dan dapat terurai oleh mikroorganisme yang terdapat di tanah selama 2 minggu.
2. Hasil pembuatan *film biodegradabel* dari pati biji nangka dengan penambahan kitosan berpengaruh secara signifikan terhadap karakteristik *film* yang berupa ketebalan, kadar air, titik leleh, kelarutan dan biodegradable. Secara umum pada semua variasi pati biji nangka dengan penambahan kitosan menurunkan biodegradable *film* dengan EM4. Hal ini ditunjukkan dengan persentase terkecil dari pati biji nangka pada komposisi (2:1,5)gr, (3:0,5)gr dan (4:1,5)gr, yaitu 26,22%, 30,33% dan 15,89% serta dapat terdegradasi setelah 3 minggu di permukaan tanah.
3. Hasil perbandingan karakteristik *biodegradable film* yang menggunakan penambahan kitosan dan tanpa penambahan kitosan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap kadar air, titik leleh, kelarutan dan biodegradable dengan EM4.

### Daftar Pustaka

- Chillo, S., S. Flores, M. Mastromatteo, A. Conte, L. Gerschenson, and M.A. del Nobile. 2008. Influence of glycerol and chitosan on tapioca starch-based edible film properties. *J. Food Engin.* 88: 159–168.
- Garcia, N.L., L. Ribbon, A. Dufresne, M. Aranguren, and S. Goyanes. 2011. Effect of glycerol on the morphology of nanocomposites made from thermoplastic starch and starch nanocrystals. *Carbohydrate Polymers* 84(1): 203–210.
- Koswara, Sutrisno. 2009. *Teknologi Modifikasi Pati*. EbookPangan.com. Indonesia.
- SN, Christy Cecilia. 2011. *Preparasi dan Karakteristik Kitosan Suksinat sebagai Polimer dalam sediaan Mikrosfer Mukoadhesif*. Skripsi. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam. Departemen Farmasi. Universitas Indonesia. Depok, Indonesia.
- Krisna, Dimas Damar Adi. 2011. *Pengaruh Reglatinasi dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat Fisik pada Pembuatan Edible Film dari Pati Kacang Merah (Vigna angularis sp.)*. Tesis. Magister Teknik Kimia, Universitas Diponegoro. Semarang, Indonesia.
- Marcuzzo, Alessandro Sensidoni, Frederic Debeaufort, and Andree Voilley. (2010). Encapsulation of aroma compound in bioporic emulsion based *edible film* to control flavour release. *Carbohydrate Polymer*. 80, 984–988.
- Mali, S., M.V.E. Grossmann, M.A. Garcia, M.N. Martino dan N.E. Zaritzky. 2005. Mechanical and Thermal properties of yam starch films. *J. Food Hydrocolloid*. 19:157-164.
- Mangunsong. 2009. *Pengaruh Retrogradasi dan Heat Moisture Treatment Film Pati Aren terhadap Sifat Fisik Film*. Tesis. Program Studi Teknik Hasil Perkebunan, Jurusan Teknik Pertanian, Pasca Sarjana. Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, Indonesia.
- Mayasari, Andhika. 2013. *Pembuatan Edible Film Berbahan Dasar Limbah Kulit Singkong dengan Penambahan Gliserol dan Kitosan sebagai Pengemas Bumbu Mie Instan*. Tesis, Magister Teknik Sistem, Universitas Gadjah Mada. Yogyakarta, Indonesia.
- Mukprasirt, A. And Sajjaanantakul, K., 2004. Physico-chemical properties of flour and starch from jackfruit seed (*Artocarpus heterophyllus Lam*). Compared with modified starches. *International Journal of Food Science and Technology*, 39, 271-276.
- Noor, Fateatun dkk, 2014. *Physicochemical properties of flour and extraction of starch from jackfruit seed*. *International Journal of Nutrition and Food Sciences*, 3(4), 347-354.
- Pitak & Rakshit, 2011. *Physical and antimicrobial properties of banana flour/chitosan biodegradable and self sealing film used for preserving Fresh-cut vegetables*. *LWT-Food Science and Technology*, 2310-2315.
- Puspita, Ajeng Dian. 2013. *Pembuatan dan Karakterisasi Struktur Mikro dan Sifat Termal Film Plastik Berbahan Dasar Pati Biji Nangka (Artocarpus heterophyllus)*. Program Studi Fisika, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang. Indonesia.





- Rahardiyanto & Agustini.2013. *Pengaruh Massa Gliserol terhadap Titik Leleh Plastik Biodegradable dari Pati Ubi Kayu*. UNESA Journal of Chemistry Vol.2, No.1.
- Tharanathan, R. N. (2003). *Biodegradable films and composite coating : Past, present and future*. Trends in Food Science and Technology, 54, 343-351.
- Widyastuti, Eny Sri, dkk . 2008. *Pengaruh Penambahan Mentega dan Perlakuan pH terhadap Karakteristik Kimia Edible Film Gluten*. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak. Universitas Brawijaya. Hal 24-34.





## Lembar Tanya Jawab

**Moderator : Aspiyanto (Pusat Penelitian Kimia LIPI)**

**Notulen : Mitha Puspitasari (UPN "Veteran" Yogyakarta)**

1. Penanya : Aspiyanto (Pusat Penelitian Kimia LIPI)  
Pertanyaan :
  - Bagaimana membuat larutan sebelum dicetak sehingga homogen?
  - Apakah bahan-bahan tersebut dapat mencemari lingkungan saat dibuang?Jawaban :
  - Terlebih dahulu membuat larutan kitosan dengan asam asetat 1 % sampai homogen dengan suhu 50°C dan untuk mengetahui larutan kitosan homogen dengan cara disaring dengan kertas saring. Selanjutnya membuat larutan pati biji nangka dan gliserol 20 % (v/b pati) dengan aquadest sampai homogen. Setelah itu masukan larutan kitosan ke larutan pati sampai homogen. Warna yang dihasilkan dari larutan berwarna putih bening.
  - Saat dibuang ke tanah, film tidak mencemari lingkungan karena bahan-bahan yang digunakan berupa pati dari biji nangka, gliserol, dan kitosan merupakan bahan yang aman dan ramah lingkungan
2. Penanya : Gisel (Teknik Kimia UPN "Veteran" Yogyakarta)  
Pertanyaan : Kadar pati yang seperti apa yang bagus untuk digunakan?  
Jawaban : Kadar pati biji nangka yang digunakan pada penelitian mengacu pada penelitian sebelumnya, yaitu penelitian Mayasari, 2013.

