

## PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI *FILM* PATI KULIT ARI SINGKONG/KITOSAN DENGAN *PLASTICIZER* ASAM OLEAT

Meliana Wahyuningtyas\*) dan Lukman Atmaja

Jurusan Kimia, FMIPA Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)  
Jalan. ITS Raya, Sukolilo, Surabaya, Jawa Timur 60117

### Info Artikel

Sejarah Artikel:  
Diterima Desember 2015  
Disetujui Januari 2016  
Dipublikasikan Mei 2016

Kata kunci:  
kitosan  
pati kulit ari singkong  
*film*  
asam oleat  
*tween 80*

### Abstrak

Penelitian tentang pembuatan dan karakterisasi *film* pati kulit ari singkong/kitosan dengan *plasticizer* asam oleat telah dilakukan. Pada penelitian ini, pati kulit ari singkong bertindak sebagai matriks, kitosan sebagai biopolimer pencampur dan asam oleat sebagai lipida. Formulasi larutan yang digunakan diberi nama sebagai berikut: CS75 OA 0%, CS60/CH15/OA 0%, CS45/CH30/OA 0%, CS37,5/CH37,5/OA 0%, CH75/OA 0%, CS75/OA 1%, CS60/CH15/OA 1%, CS45/CH30/OA 1%, CS37,5/CH37,5/OA 1%, dan CH75/OA 1%. CS merupakan pati kulit ari singkong, CH merupakan kitosan dan OA merupakan asam oleat. Asam oleat ditambahkan hingga mencapai konsentrasi akhir larutan sebesar 0% dan 1% (v/b). *Film* yang dibuat dikarakterisasi dengan *Fourier Transform Infra Red* (FT-IR), *tensile strenght* dan analisa *water uptake*. Adapun hasil yang diperoleh dari penelitian ini adalah bahwa *film* kulit ari singkong/kitosan dengan *plasticizer* asam oleat memiliki penampakan visual transparan dan homogen. Hal ini mengindikasikan bahwa pati kulit ari singkong, kitosan dan asam oleat mampu berinteraksi dengan baik. Penambahan asam oleat hingga mencapai konsentrasi akhir larutan 1% (v/b) mempengaruhi sifat fisik *film* pada variasi tertentu, yaitu meningkatkan % elongasi, namun menurunkan nilai *stress*, nilai *modulus young* dan nilai *water uptake* secara signifikan.

### Abstract

The preparation and characterization of epidermis cassava starch/chitosan has been conducted using oleic acid plasticizer. In this study, epidermis cassava starch acts as a matrix, chitosan as a mixing biopolymer and oleic acid as lipids. Solution formulations used were as follows: CS75 OA 0%, CS60/CH15/OA 0%, CS45/CH30/OA 0%, CS37,5/CH37,5/OA 0%, CH75/OA 0%, CS75/OA 1%, CS60/CH15/OA 1%, CS45/CH30/OA 1%, CS37,5/CH37,5/OA 1%, and CH75/OA 1% where CS was the epidermis cassava strach, CH was chitosan and OA was oleic acid. The oleic acid was put to the final concentration of FFD solution at 0% and 1% (v/b). Fourier Transform Infra Red (FT-IR), Tensile Strenght dan analysis of water uptake were used to characterized the film formed. The results showed that the epidermis cassava starch/chitosan's film with oleic acid plasticizer has transparent and homogeneous visual appearance indicating that all the three compound was able to interact well. The addition of oleic acid solution until at final concentration of 1% (w/v) influenced the physical properties of the film by increasing the % elongation but lowers the stress, the modulus Young and water uptake significantly.

## Pendahuluan

Mayoritas plastik yang beredar di pasaran saat ini merupakan polimer sintetik yang sulit terurai di alam. Sebagian besar plastik yang diproduksi dan dikonsumsi tersebut akan menjadi limbah industri di lingkungan karena termasuk jenis polimer yang memiliki ketahanan terhadap penguraian secara biologis akibat berat molekulnya yang sangat besar, jumlah cincin aromatik yang sangat tinggi, dan ikatan-ikatan yang kompleks (Kim; 2003).

Oleh karena itu, penelitian-penelitian telah dilakukan untuk mengembangkan bioplastik (*plastic biodegradable*) sebagai salah satu upaya penyelamatan lingkungan. Bioplastik merupakan plastik yang dapat diperbaharui karena mengandung senyawa-senyawa penyusun yang berasal dari tanaman seperti pati, selulosa dan lignin serta berasal dari hewan seperti kasein, protein dan lipid (Averous; 2004). Pati merupakan polimer organik yang termasuk dalam kelompok hidrokoloid, yang merupakan bahan yang mudah didapat, harganya murah serta jenisnya beragam di Indonesia (Setiani; 2013). Salah satu bahan yang memiliki sifat seperti ini adalah pati singkong.

Beberapa penelitian terdahulu telah dilakukan untuk membuat *film* berbahan dasar pati dari singkong, seperti yang dilaporkan Sanjaya (2011). Namun, *film* ini kurang tahan terhadap air (kurang hidrofobik/bersifat hidrofilik) dan sifat mekaniknya masih rendah. Salah satu cara untuk mengurangi sifat hidrofilik adalah dengan mencampur pati dengan biopolimer lain yang bersifat hidrofobik, seperti selulosa, kitosan, dan protein (Ban; 2006).

Kitosan seringkali digunakan sebagai biopolimer pencampur untuk meningkatkan sifat mekanik karena dapat membentuk ikatan hidrogen antar rantai dengan amilosa dan amilopektin dalam pati. Kitosan merupakan turunan kitin, polisakarida paling banyak di bumi setelah selulosa, bersifat hidrofobik serta dapat membentuk *film* dan membran dengan baik (Dallan; 2006). Hal ini membuatnya sangat cocok untuk diformulasikan menjadi kemasan layak makan (*edible film*), yang terbukti efektif memperpanjang masa simpan buah dan sayuran (Durango; 2006).

Walaupun kitosan bersifat hidrofobik, namun *film* kitosan juga sangat permeabel terhadap uap air. Sifat tersebut dapat membatasi penggunaan *film* akibat lemahnya kontrol efektif dari kelembaban, sedangkan transfer uap air

adalah sifat yang diinginkan bagi kebanyakan makanan (Butler, *et al.*; 1996). Senyawa lipid seperti asam lemak, lilin alami, surfaktan dan resin dapat ditambahkan ke dalam *film* berbasis hidrokoloid untuk meningkatkan sifat penghalang terhadap air (Baldwin; 1997).

Pengaruh penambahan beberapa asam lemak jenuh, seperti palmitat dan stearat, juga telah diteliti oleh Srinivasa (2007). Namun, belum ada data yang dilaporkan pada pengaruh penambahan asam lemak tak jenuh, seperti asam oleat terhadap sifat *film* berbasis kitosan. Asam oleat merupakan asam lemak tak jenuh yang paling banyak ditemukan di hampir seluruh bahan makanan baik hewani maupun nabati. Oleh karena itu, asam oleat dapat dijadikan sebagai salah satu bahan *plasticizer* alami yang terbaharukan dengan melimpahnya ketersediaan bahan bakunya di alam.

Pada penelitian ini telah dipreparasi *film* berbahan pati yang berasal dari kulit ari singkong, kitosan dari kulit udang *vanami* dan pemlastis alami asam oleat. Digunakannya kulit ari singkong sebagai sumber patinya adalah karena kandungan patinya yang cukup tinggi. Hal tersebut juga dapat menjadi salah satu peluang untuk memberikan nilai tambah pada kulit singkong (Feris; 2004).

## Metode Penelitian

Kulit ari singkong dihancurkan menggunakan blender setelah sebelumnya ditambah dengan air hingga dihasilkan bubur singkong. Bubur singkong kemudian disaring dan didiamkan hingga terbentuk endapan. Endapan yang diperoleh selanjutnya ditambahkan lagi dengan air dan didiamkan kembali. Endapan disaring dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C.

Deproteinasi. Serbuk kulit udang dilarutkan dalam NaOH 3,5% dengan perbandingan serbuk kulit udang dan NaOH sebesar 1:10 (b/v). Serbuk kulit udang dilarutkan dalam larutan NaOH 3,5% dan diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 65°C selama 2 jam. Selanjutnya larutan didiamkan hingga terbentuk endapan yang kemudian dipisahkan dari filtratnya. Endapan selanjutnya dicuci dengan aqua DM hingga netral. Endapan yang telah netral kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C.

Demineralisasi. Endapan kering hasil dari proses deproteinasi dicampur dengan larutan HCl 1 N dengan perbandingan endapan dan larutan HCl sebesar 1:15 (% b/v). Keduanya dicampurkan dengan cara diaduk menggunakan

*magnetic stirrer* selama 30 menit. Setelah itu campuran dibiarkan mengendap dan endapan yang terbentuk dipisahkan dari filtratnya. Endapan yang didapatkan kemudian dicuci dengan aqua DM hingga mencapai pH netral. Selanjutnya endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C. Endapan kering kemudian dikarakterisasi menggunakan FT-IR.

Deasetilasi kitin menjadi kitosan. Kitin dicampur dengan larutan NaOH 50% dengan perbandingan endapan dan larutan NaOH 50% adalah 1:10 (b/v). Keduanya dicampurkan dengan cara diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 120°C selama 4 jam. Setelah itu campuran dibiarkan mengendap dan dipisahkan dari filtratnya. Endapan yang didapatkan kemudian dicuci dengan aqua DM hingga mencapai pH netral. Selanjutnya endapan dikeringkan dalam oven pada suhu 100°C. Endapan kering dianalisa dengan FT-IR.

Pembuatan *film* pati kulit ari singkong/kitosan dengan *plasticizer* asam oleat. Larutan kitosan (CH) dan larutan pati (CS) dicampurkan dengan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 70°C untuk mendapatkan larutan pati kulit ari singkong/kitosan (CS/CH) (Bonilla; 2013). *Tween 80* (0,1% b/v) ditambahkan untuk memperbaiki keterbasahan (Choi; 2002). Setelah 8 jam diaduk dengan menggunakan *magnetic stirrer*, asam oleat ditambahkan pada larutan pati kulit ari singkong/kitosan dengan diaduk menggunakan *magnetic stirrer* untuk mencapai konsentrasi akhir larutan sebesar 0% dan 1% (v/b). Adapun formulasi larutan diberi nama sebagai berikut: CS75/OA 0%, CS60/CH15/OA 0%, CS45/CH30/OA 0%, CS37,5/CH37,5/OA 0%, CH75/OA 0%, CS75/OA 1%, CS60/CH15/OA 1%, CS45/CH30/OA 1%, CS37,5/CH37,5/OA 1%, dan CH75/OA 1%. Selanjutnya larutan pembentuk film dicetak.

*Film* komposit pati kulit ari singkong (CS)/kitosan (CH) termodifikasi asam oleat (OA) dikarakterisasi menggunakan FT-IR yang berada di laboratorium Divisi Karakterisasi Material Jurusan Teknik Material dan Metalurgi ITS pada bilangan gelombang 500-4000 cm<sup>-1</sup>. Analisis *tensile strenght* (kuat tarik) dilakukan dengan menggunakan alat *Autograph AG-10TE Shimadzu* yang berada di laboratorium Kimia Material dan Energi Jurusan Kimia ITS.

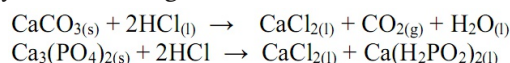
Sifat ketahanan *film* terhadap air ditentukan dengan pengukuran *water uptake*, yaitu persentase pengembangan plastik oleh adanya

air. Untuk menentukan persentase *water uptake* dapat dihitung dengan menggunakan persamaan yang dikemukakan oleh (Li; 2010).

### Hasil dan Pembahasan

Proses ekstraksi kitin dari limbah kulit udang adalah meliputi dua tahap, yaitu deproteinasi dan demineralisasi. Proses deproteinasi merupakan tahap penghilangan protein pada kulit udang dengan menggunakan larutan basa seperti NaOH atau KOH konsentrasi rendah.

Proses selanjutnya adalah proses demineralisasi yang dilakukan untuk menghilangkan kandungan mineral yang terdapat pada kulit udang karena pada dasarnya kulit udang juga mengandung mineral yang cukup tinggi. Pada reaksinya akan membentuk garam-garam klorida dan pelepasan gas CO<sub>2</sub> dimana reaksi-nya adalah sebagai berikut:

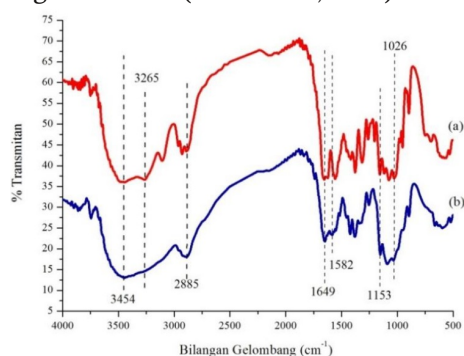


Penggunaan konsentrasi HCl dan suhu pada proses demineralisasi perlu diperhatikan karena kitin dapat terdepolimerasasi pada konsentrasi HCl dan suhu tinggi. Hasil yang diperoleh adalah berupa serbuk berwarna kecoklatan dengan berat 13,2607 gram dari berat awal 26,5729 gram yang mengindikasikan bahwa kadar mineral kulit udang juga cukup tinggi. Setelah melalui proses deproteinasi dan demineralisasi, maka serbuk yang diperoleh adalah kitin.

Parameter awal untuk mengetahui transformasi kitin menjadi kitosan adalah dengan melihat puncak spektrum FT-IR. Analisis FT-IR dapat digunakan untuk mengetahui gugus fungsi pada suatu senyawa organik maupun senyawa polimer pada daerah sidik jari 500-4000 cm<sup>-1</sup>. Analisis FT-IR dilakukan untuk mengetahui hasil dari proses ekstraksi kitin dan kitosan dari kulit udang dan juga mengetahui perbedaan kemurnian kitosan hasil ekstraksi dengan kitosan komersil. Perbedaan-perbedaan ini dapat dilihat berdasarkan serapan-serapan yang muncul. Gambar 1. menunjukkan pola spektrum FT-IR dari kitin dan kitosan.

Berdasarkan Gambar 1. (a), spektrum FT-IR kitin menunjukkan adanya puncak serapan sekitar 3454 cm<sup>-1</sup> yang merupakan vibrasi *stretching* gugus -OH, puncak serapan sekitar 3265 cm<sup>-1</sup> menunjukkan vibrasi *stretching* N-H asimetrik (NHCOCH<sub>3</sub>, Amida II), puncak serapan pada 2885 cm<sup>-1</sup> menunjukkan serapan *stretching* CH<sub>3</sub> dan C-H alifatik dari alkana.

Puncak serapan yang lain muncul pada daerah  $1649\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan *stretching* gugus C=O (NHOCH<sub>3</sub>, Amida I); puncak serapan pada daerah  $1311,5\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi *stretching* C-N (Ariyanti; 2013). Selain itu juga muncul serapan pada daerah  $1153\text{ cm}^{-1}$  (*asymmetric stretching* C-O-C) dan pada daerah  $1026\text{ cm}^{-1}$  (vibrasi *stretching* C-O) yang merupakan karakteristik dari struktur senyawa golongan sakarida (Ramadhan; 2012).



**Gambar 1.** Spektrum FT-IR (a) kitin dan (b) kitosan

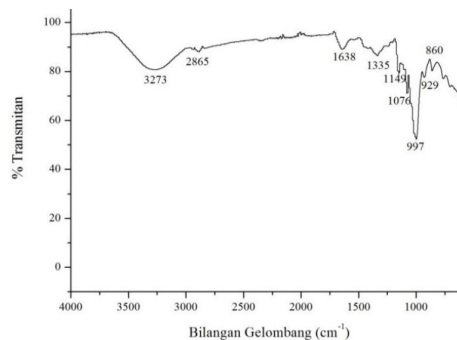
Berdasarkan hasil spektra FT-IR kitosan tersebut maka dapat dihitung derajat deasetilasi kitosan untuk menguji tingkat kemurnian kitosan hasil isolasi dengan menggunakan metode *baseline* yang dikemukakan oleh Khan (2002) yaitu dengan membandingkan serapan pada bilangan gelombang sekitar  $1655\text{ cm}^{-1}$  yang merupakan serapan gugus amida (ciri khas kitin) dengan gugus hidroksil pada bilangan gelombang  $3450\text{ cm}^{-1}$  (ciri khas kitosan). Derajat deasetilasi kitosan dalam penelitian ini adalah sebesar 66%. Transformasi kitin menjadi kitosan (Gambar 1. (b)) dari proses deasetilasi ditandai dengan perubahan serapan sekitar  $3454\text{ cm}^{-1}$  menjadi lebih lebar dan bergeser ke arah bilangan gelombang lebih kecil, intensitas puncak serapan sekitar  $3103\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus N-H (Amida II) semakin rendah dan hilang. Hal ini kemungkinan disebabkan terjadi tumpang tindih dengan serapan -NH<sub>2</sub> dan -OH. Indikasi lain yang menunjukkan pelepasan gugus asetil dari kitin adalah semakin rendah-nya intensitas serapan pada daerah  $1649\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi *stretching* gugus C=O dan semakin meningkatnya serapan pada daerah  $1582\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan vibrasi *bending* N-H dari -NH<sub>2</sub>.

Berdasarkan Gambar 2. hasil identifikasi gugus fungsi dengan FT-IR menunjukkan pola serapan pada beberapa bilangan gelombang khas untuk pati kulit ari singkong. Adapun gugus fungsi yang terdeteksi oleh FT-IR

ditunjukkan dalam Tabel 1.

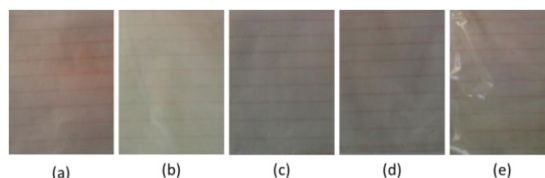
**Tabel 1.** Karakterisasi FT-IR pati kulit ari singkong

Jenis vibrasi	Bilangan gelombang (cm <sup>-1</sup> )
O-H alkohol	3273,10
C-H alkana	2885,00
NH	1638,66
C-C	997,18

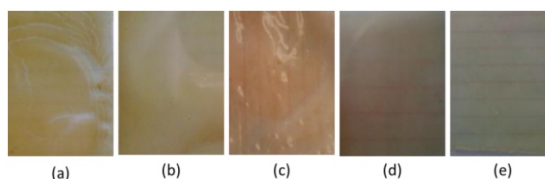


**Gambar 2.** Spektrum FT-IR pati kulit ari singkong

Gambar 3. dan Gambar 4. menunjukkan bahwa film pati kulit ari singkong/kitosan dengan *plasticizer* asam oleat memiliki penampakan visual transparan dan homogen. Hal ini mengindikasikan bahwa pati kulit ari singkong, kitosan dan asam oleat mampu berinteraksi dengan baik.



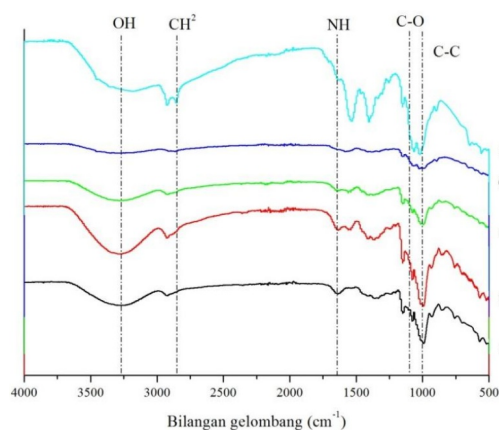
**Gambar 3.** Film pati kulit ari singkong/kitosan/asam oleat dengan formulasi (a) CS75/OA 0%, (b) CS60/CH15/OA 0%, (c) CS45/CH30/OA 0%, (d) CS37,5/CH37,5/OA 0% dan (e) CH75/OA 0%



**Gambar 4.** Film pati kulit ari singkong/kitosan/asam oleat dengan formulasi (a) CS75/OA 1%, (b) CS60/CH15/OA 1%, (c) CS45/CH30/OA 1%, (d) CS37,5/CH37,5/OA 1% dan (e) CH75/OA 1%

Gambar 5. menunjukkan bahwa mula-mula hasil FT-IR formulasi CS75/OA 0% terlihat ada serapan gugus C-C pada bilangan gelombang  $992,10\text{ cm}^{-1}$ , gugus -OH pada serapan  $3273,29\text{ cm}^{-1}$ , dan gugus NH pada serapan  $1645,2\text{ cm}^{-1}$  namun dalam intensitas serapan yang sangat kecil. Setelah ditambahkan

kitosan, yaitu pada formulasi CS60/CH15/OA 0%, intensitas serapan NH menurun pada bilangan gelombang 1625,96  $\text{cm}^{-1}$ . Intensitas serapan OH meningkat dan cukup tajam pada bilangan gelombang 3277,85  $\text{cm}^{-1}$  yang menunjukkan terdapat pengaruh gugus OH dari kitosan. Pada formulasi CS45/CH30/OA 0% terlihat bahwa intensitas serapan -OH, C-C, dan  $\text{CH}_2$  semakin menurun. Hal yang sama juga terjadi pada formulasi CS37,5/CH37,5/OA 0% yang menunjukkan penurunan intensitas serapan gugus OH, NH dan  $\text{CH}_2$ . Pada formulasi ini, akibat adanya keseimbangan formulasi antara pati kulit ari singkong dan kitosan yang ditambahkan, maka intensitas serapan yang dihasilkan terlihat tidak begitu jelas, karena adanya interaksi antara pati dan kitosan.

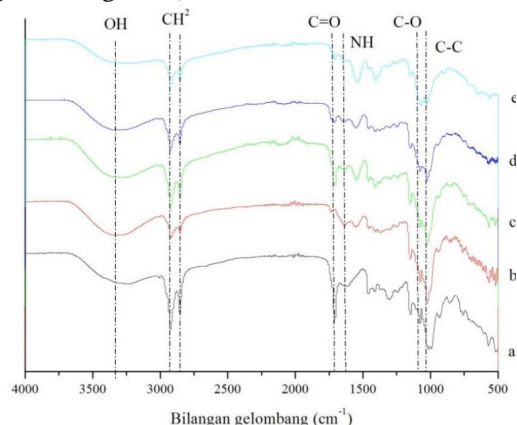


**Gambar 5.** Spektra inframerah *film* pati kulit ari singkong/kitosan/asam oleat dengan formulasi (a) CS75/OA 0%, (b) CS60/CH15/OA 0%, (c) CS45/CH30/OA 0%, (d) CS37,5/CH37,5/OA 0% dan (e) CH75/OA 0%

Pada formulasi *film* CH75/OA 0% terdapat puncak khas yang merupakan milik matriks polimer kitosan yakni puncak lebar pada 3184,39  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi stretching gugus -OH dan puncak pada daerah 2822,29  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan vibrasi stretching gugus - $\text{CH}_2$ . Selain itu, terdapat pula serapan cukup kuat muncul pada daerah 1537,29  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan ikatan N-H dari gugus amina (- $\text{NH}_2$ ). Ramadhan (2012) juga melaporkan hal yang sama.

Pada Gambar 6. dua pita serapan tajam pada 2928,42 dan 2853,08  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan uluran  $\text{CH}_2$  asimetris dan  $\text{CH}_2$  simetris. Pada serapan 3323,41  $\text{cm}^{-1}$  terdapat gugus -OH. Serapan -OH ini terlihat bergeser setelah sebelumnya pada Gambar 6. berada pada serapan 3273,29  $\text{cm}^{-1}$ . Hal ini menunjukkan adanya pengaruh penambahan asam oleat 1% (b/v) pada *film* pati kulit ari singkong/kitosan.

Pita serapan yang kuat pada 1710,55  $\text{cm}^{-1}$  berasal dari adanya uluran C=O. Sedangkan pita serapan 1643,26  $\text{cm}^{-1}$  merupakan milik gugus -NH. Adsorpsi yang kuat pada bilangan gelombang 1080,77  $\text{cm}^{-1}$  muncul dari ikatan tunggal C-O, sedangkan serapan pada bilangan gelombang 1022,25  $\text{cm}^{-1}$ .



**Gambar 6.** Spektra inframerah *film* pati kulit ari singkong/kitosan/asam oleat dengan formulasi (a) CS75/OA 1%, (b) CS60/CH15/OA 1%, (c) CS45/CH30/OA 1%, (d) CS37,5/CH37,5/OA 1% dan (e) CH75/OA 1%

Uji tarik dilakukan di laboratorium Kimia Material dan Energi Jurusan Kimia FMIPA ITS dengan menggunakan alat *Autograph AG-10TE Shimadzu*. Pengukuran dengan *autograph* ini meliputi % *elongation*, *stress (tensile strength)* dan *modulus young*. Hasil uji ini tidak digunakan untuk meneliti keadaan cacat, tetapi untuk memeriksa kualitas produk yang dihasilkan berdasarkan standar spesifikasi tertentu.

Tabel 2. menunjukkan bahwa kuat tarik terbaik terjadi pada formulasi CS60/CH15/OA 0% dengan nilai kuat tarik (*stress*) 39,4 MPa. Nilai kuat tarik tersebut tidak sesuai dengan penelitian sebelumnya yang telah dilakukan oleh Setiani (2013) dimana nilai kuat tarik berbanding lurus dengan jumlah kitosan yang ditambahkan, yakni semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka nilai kuat tariknya cenderung meningkat. Kecenderungan tersebut benar namun jika faktor CH tidak diperhitungkan.

**Tabel 2.** Sifat mekanik *film* CS/CH/OA 0%

Cuplikan	Elongation (%)	Stress (Mpa)	Modulus Young (Mpa)
CS75	1,43	22,3	0
CS60/CH15	1,82	39,4	2373,7
CS45/CH30	2,42	33	1775,4
CS37,5/CH37,5	2,25	31,7	1514,2
CH75	9,63	38,4	2303,2

Tabel 2. menunjukkan bahwa kitosan sebagai biopolimer pencampur cenderung meningkatkan nilai kuat tarik pada formulasi tertentu karena kitosan mempunyai kemampu-

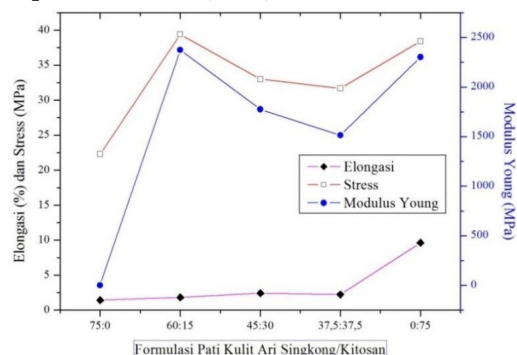
an untuk membentuk ikatan hidrogen antar rantai sehingga *film* menjadi lebih rapat. *Film* dapat dimanfaatkan untuk berbagai keperluan jika mendekati standar sifat mekanik tertentu dari suatu polipropilena seperti *Low Density Poly Ethylene* (LDPE) dan *High Density Poly Ethylene* (HDPE). *Film* dari bahan pati/kitosan harus memiliki kesamaan sifat mekanik agar dapat menggantikan plastik sintesis (polipropilena atau polietilen) tersebut. Sifat mekanik dari polipropilena dan polietilen (LDPE dan HDPE) yang dibandingkan dengan *film* berbahan pati/kitosan dapat dilihat pada Tabel 3. Tabel tersebut menunjukkan bahwa sifat mekanik *film* yang optimum dengan formulasi CS/CH/OA 0% telah memenuhi standar sifat mekanik plastik berbahan polietilena, sehingga dapat digunakan untuk aplikasi keperluan tertentu. Sedangkan sifat mekanik *film* yang optimum dengan formulasi CS/CH/OA 1% belum memenuhi standar sifat mekanik plastik polipropilena.

**Tabel 3.** Perbandingan sifat mekanik polietilena (LDPE dan HDPE) dengan plastik berbahan pati kulit ari singkong/kitosan-termodifikasi-asam oleat

No	Sifat mekanik	LDPE	HDPE	CS/CH/OA0%*	CS/CH/OA1%*
1	Tensile strength	12-15,24	31,72	39,4	29,9
2	Modulus Young	166	800	2373,7	82,8

\*: *Film* dengan ketahanan mekanik optimum

Gambar 7. menunjukkan bahwa kuat tarik berbanding lurus dengan *modulus young* dan berbanding terbalik dengan elongasi. Pada formulasi tertentu, semakin besar persentase kitosan yang ditambahkan, maka nilai kuat tariknya akan cenderung meningkat. Sebabnya adalah semakin banyak interaksi hidrogen yang terdapat dalam *film* ikatan antar rantai akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut. Alasan ini juga pernah dilaporkan Setiani (2013).



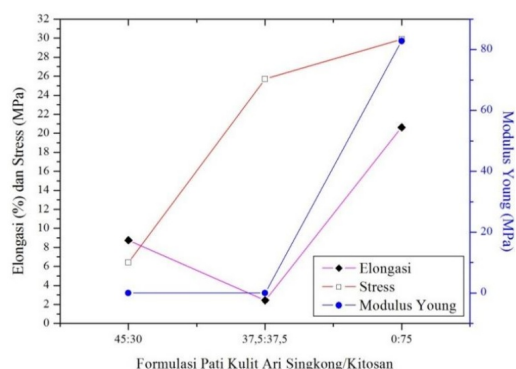
**Gambar 7.** Hubungan antara formulasi pati kulit ari singkong/kitosan dengan *plasticizer* asam oleat 0% dengan *modulus young* dan elongasi terhadap kuat tarik *film*

Tabel 4. dan Gambar 8. menunjukkan

bahwa kuat tarik, elongasi dan *modulus young* terbaik adalah pada formulasi CS75/OA 1% yaitu dengan nilai berturut-turut 29,9 MPa, 20,62% dan 82,8 MPa. Hasil uji sifat mekanik pada *Film* CS/CH/OA 1% sesuai dengan penelitian sebelumnya yang menyatakan bahwa penambahan asam lemak jenuh (asam oleat) ke dalam matriks kitosan menyebabkan berkurangnya kuat tarik, elongasi dan *modulus young* ketika rasio kitosan/asam oleat sebesar 1:1 (Srinivasa; 2007). Sebaliknya, pada formulasi *film* CH75/OA 1%, *modulus young* dan kuat tarik cenderung meningkat. Pada rasio kitosan/asam oleat sebesar 1:1, interaksi molekul dapat meningkatkan struktur ikatan dalam jaringan polimer sehingga dapat meningkatkan kuat tarik *film*, namun menurunkan *stretch*. Ikatan silang (*cross-linking*) antara kitosan dan asam oleat dapat disimpulkan dari pola *isoterm* penyerapan air, dimana interaksi partikel antara asam lemak dan polimer diamati untuk *film* CH/OA 1% (Vargas; 2009).

**Tabel 4.** Sifat mekanik *film* CS/CH/OA 1%

Cuplikan	Elongation %	Stress MPa	Modulus Young MPa
CS <sub>75</sub> OA 1%	-	-	-
CS <sub>60</sub> /CH <sub>15</sub> OA 1%	-	-	-
CS <sub>45</sub> /CH <sub>30</sub> OA 1%	8,75	6,4	0
CS <sub>37,5</sub> /CH <sub>37,5</sub> OA 1%	2,43	25,7	0
CH <sub>75</sub> OA 1%	20,62	29,9	82,8



**Gambar 8.** Hubungan antara formulasi pati kulit ari singkong/kitosan dengan *plasticizer* asam oleat 1% dengan *modulus young* dan elongasi terhadap kuat tarik *film*

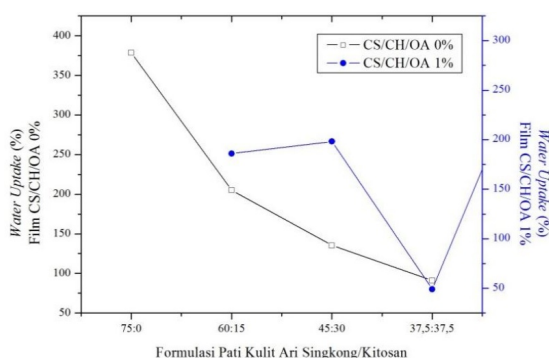
Secara umum, dengan penambahan asam oleat sebagai lipida, molekul-molekul asam oleat di dalam larutan tersebut akan berada di antara rantai ikatan antar polimer sehingga menyebabkan interaksi antara molekul biopolimer menjadi semakin berkurang. Hal ini menyebabkan berkurangnya kuat tarik *film* dengan adanya penambahan *plasticizer* asam oleat tersebut.

Sifat ketahanan film terhadap air ditentukan dengan analisis *water uptake*. Berdasarkan Tabel 5. menunjukkan bahwa formulasi CS37,5/CH37,5/OA 0% memiliki ketahanan

terhadap air terbaik dibandingkan yang lainnya (untuk film dengan formulasi CS/CH/OA 0%) yang ditunjukkan dengan nilai % *water uptake* yang paling kecil yaitu sebesar 91,11%. Sedangkan untuk *film* dengan formulasi CS/CH/OA 1%, *film* CH37,5/CH37,5/OA 1% memiliki ketahanan air terbaik dengan nilai % *water uptake* yang paling kecil yaitu sebesar 49%.

**Tabel 5.** Pengaruh konsentrasi asam oleat terhadap sifat ketahanan air *film*

Asam oleat	Sampel	% <i>Water uptake</i>
0%	CS <sub>75</sub>	378,94
	CS <sub>60</sub> /CH <sub>15</sub>	205
	CS <sub>45</sub> /CH <sub>30</sub>	135,38
	CS <sub>37,5</sub> /CH <sub>37,5</sub>	91,11
	CH <sub>75</sub>	-
1%	CS <sub>75</sub>	-
	CS <sub>60</sub> /CH <sub>15</sub>	186
	CS <sub>45</sub> /CH <sub>30</sub>	198,18
	CS <sub>37,5</sub> /CH <sub>37,5</sub>	49
	CH <sub>75</sub>	292,25



**Gambar 9.** Hubungan formulasi *film* pati kulit ari singkong/kitosan/asam oleat terhadap *water uptake*

Semakin besar konsentrasi kitosan, ketahanan airnya cenderung meningkat dengan persentase *water uptake* semakin kecil yang berarti bahwa proses penyerapan air paling kecil. Semakin besar konsentrasi pati maka nilai *water uptakenya* semakin besar dikarenakan kecenderungan pati yang memiliki lebih banyak gugus hidroksil (OH) sehingga lebih banyak dalam menyerap air yang dibuktikan dengan *film* pati berbahan dasar pati kulit ari singkong saja CS75 memiliki nilai *water uptake* terbesar dan dikatakan kurang tahan terhadap air. Sedangkan *film* CH75 tidak dilakukan uji ketahanan terhadap air dikarenakan *film* CH75 larut seluruhnya dalam air, sehingga *film* tidak dapat diambil dari dalam air yang mengakibatkan tidak didapatkannya berat setelah dikondisikan dalam aqua demineralisasi (W).

### Simpulan

Dua kelompok formulasi *film* pati kulit ari singkong/kitosan dengan *plasticizer* asam oleat

CS/CH/OA 0% dan *film* CS/CH/OA 1% memiliki penampakan visual transparan dan homogen. Adapun komposisi terbaik antara matriks pati kulit ari singkong, kitosan biopolimer pencampur dan lipida asam oleat terhadap sifat kuat tarik *film* diperoleh pada formulasi *film* CS60/CH15/OA 0% (untuk *film* pati kulit ari singkong/kitosan tanpa penambahan asam oleat) dan CH75/OA 1% (untuk *film* pati kulit ari singkong/kitosan dengan penambahan asam oleat). Hal ini terlihat dari hasil uji *tensile strength* pada *film* CS60/CH15/OA 0% yang optimum dengan nilai *stress (tensile strength)* sebesar 39,4 MPa dan nilai *modulus young* sebesar 2373,7 MPa. Sedangkan hasil uji *tensile strength film* CH75 /OA 1% optimum dengan nilai % *elongation*, *stress (tensile strength)* dan *modulus young* berturut-turut 20,62%, 29,9 MPa dan 82,8 MPa. Sedangkan komposisi terbaik *film* pati kulit ari singkong/kitosan dengan *plasticizer* asam oleat terhadap sifat *water uptake* diperoleh pada formulasi CS37,5/CH37,5/OA 0% dan CS37,5/CH37,5/OA 1% dengan nilai % *water uptake* berturut-turut 91,11% dan 49%.

### Daftar Pustaka

- Amolegbe. 2014. Iron(III) and Copper(II) Complexes Bearing 8-quinolinol with Amino-acids Mixed Ligands: Synthesis, Characterization and Antibacterial Investigation. *Arabian Journal of Chemistry*
- Averous, L. 2004. Biodegradable Multiphase System Based on Plasticized Starch: A Review. *Journal of Macromolecular Science*
- Baldwin, E.A. 1997. Use of Lipids in Coatings for Food Products. *Food Technology*, 51(6): 56-64
- Ban, W. 2006. Influence of Natural Biomaterials on The Elastic Properties of Starch-derived Films: An Optimization Study. *Journal of Applied Polymer Science*, 15: 30-38
- Bekhita and Abdel, A. 2004. Design, Synthesis and Biological Evaluation of Some Pyrazole Derivatives as Anti-Inflammatory Antimicrobial Agents. *Bioorg. Med. Chem.*, 12: 1935-1945
- Christanti. 2013. Synthesis and Toxicity Test of Zinc(II) Pyridine02,6-Dicarboxylate. *Journal of Proceeding Series APTECS 2013*, 307-314
- Cuero, R.G. 1999. *Antimicrobial Action of Exogenous Chitosan*. In P. Jolle's, & R. A.A. Muzzarelli (Eds.). In *Chitin and Chitinases* (pp.: 315-333). Berlin: Birkhauser Verlag
- Dallan, P.R. 2006. Effects of Chitosan Solution Concentration and Incorporation of Chitin and Glycerol on Dense Chitosan Membrane Properties. *Journal of Biomedical*

- Materials Research Part B: Applied Biomaterials*, 394-405
- Durango, A.S. 2006. Microbiological Evaluation of an Edible Antimicrobial Coating on Minimally Processed Carrots. *Food Control*, 17(5): 336-341
- Feris, F.A. 2004. Potensi Limbah Padat Cair Industri Tepung Tapioka Sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradable. *Logika*, 1(2)
- Fernandes. 2010. Synthesis, Characterization and Antibacterial Activity of FeIII, CoII, CuII and ZnII Complexes Probed by Transmission Electron Microscopy. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 1214-1223
- Jain. 2010. Synthesis and Antibacterial Evaluation of 2-substituted-4,5-diphenyl-N-alkyl Imidazole Derivatives. *Asian Pacific Journal of Tropical Medicine*, 471-474
- Kim, D.Y. 2003. Biodegradation of Microbial and Synthetic Polyesters by Fungi. *Appl Microbiol Biotechnol*, 61: 300-308
- Ouameur. 2005. A Comparative Study of Fe(II) and Fe(III) Interactions with DNA Duplex: Major and Minor Grooves Bindings. *DNA Cell Biol*, 24: 394-401
- Özkay. 2010. Synthesis of 2-substituted-N-[4-(1-methyl-4,5-diphenyl-1H-imidazole-2-yl) Phenyl] acetamide Derivatives and Evaluation of Their Anticanceractivity. *European Journal of Medicinal Chemistry*, 45: 3320-3328
- Pandey. 2009. Synthesis and Antitubercular Screening of Imidazole Derivatives. *Eur. J. Med.*, 44: 3350-3355
- Park, S.Y. 2002. Characteristics of Different Molecular Weight Chitosan Films Affected by The Type of Organic Solvents. *Journal of Food Science*, 67(1): 194-197
- Richardson. 2009. Cancer Cell Iron Metabolism and The Development of Potent Iron Chelators as Anti-Tumour Agents. *Bioch. Bioph. Acta*, 702-717
- Sanjaya, I.G.M.H. dan Puspita, T. 2011. Pengaruh Penambahan Khitosan dan Plasticizer Gliserol pada Karakteristik Plastik Biodegradable dari Pati Limbah Kulit Singkong. Jurusan Teknik Kimia FTI. Institut Teknologi Sepuluh Nopember
- Setiani, W.S. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Valensi*, 3(2): 100-109
- Shelke. 2010. Cellulose Sulfuric Acid as a Bio-supported and Recyclable Solid Acid Catalyst for The One-pot Synthesis of 2,4,5-triarylimidazoles under Microwave Irradiation. *Green Chemistry Letters and Reviews*, 27-32
- Srinivasa, P.C. 2007. Effect of Plastizicers and Fatty Acids on Mechanical and Permeability Characteristics of Chitosan Films. *Food Hydrocolloids*, 21: 1113-1122
- Trávníček. 2010. The First Iron(III) Complexes with Cyclin-dependent Kinase Inhibitors: Magnetic, Spectroscopic (IR, ES+ MS, NMR, <sup>57</sup>Fe Mössbauer), Theoretical, and Biological Activity Studies. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 405-417
- Vanco. 2015. Iron-Salophen Complexes Involving Azole-derived Ligands: A New Group of Compounds with High-Level and Broad-Spectrum in vitro Antitumor Activity. *Journal of Inorganic Biochemistry*, 92-100