
**PENINGKATAN SIFAT MEKANIK *EDIBLE FILM* DARI BUNGKIL KEDELAI
MENGUNAKAN KITOSAN-SORBITOL SEBAGAI
PENGEMAS PRODUK PANGAN**

**IMPROVE THE MECHANICAL PROPERTIES OF *EDIBLE FILM* FROM SOYBEAN
USING KITOSAN-SORBITOL AS PACKAGER OF FOOD PRODUCTS**

*Irmayatul Khotimah dan Siti Tjahjani**

Department of Chemistry, Faculty of Mathematics and Natural Sciences
State University of Surabaya

Jl. Ketintang Surabaya (60231), telp 031-8298761

*Corresponding author, email: sititjahjani@unesa.ac.id

Abstrak. Telah dilakukan penelitian pembuatan *edible film* dari bungkil kedelai menggunakan kitosan-sorbitol. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan peningkatan sifat mekanik *edible film* bungkil kedelai setelah penambahan kitosan-sorbitol yang meliputi kekuatan tarik, elongasi dan elastisitas. Penelitian ini terdiri atas dua tahap proses, pada tahap pertama ditentukan konsentrasi kitosan optimum dengan variasi penambahan 15, 25, 35% (b/b), dan pada tahap kedua ditentukan konsentrasi sorbitol optimum dengan variasi 30, 40, 50% (b/v) menggunakan konsentrasi optimum kitosan dari tahap pertama. Karakteristik *edible film* yang diuji adalah kuat tarik, elongasi dan elastisitas yang diukur dengan menggunakan instrumen Strograph VG 10-E. Hasil pengujian sifat mekanik *edible film* bungkil kedelai kuantitas optimum pada penambahan kitosan 25% dan sorbitol 40% diperoleh nilai kuat tarik, elongasi dan elastisitas masing-masing sebesar 6,4 MPa, 75,3% dan 8,5 MPa yang telah memenuhi *Japanese Industrial Standard*. Adapun nilai kuat tarik, elongasi dan elastisitas pada *edible film* protein kedelai masing-masing sebesar 1,6 MPa, 23,6% dan 145,5 MPa. Dengan demikian, hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* bungkil kedelai dengan penambahan kitosan-sorbitol dapat meningkatkan sifat mekanik kuat tarik sebesar tiga kali dan elongasi sebesar dua kali dari *edible film* yang berbahan protein.

Kata kunci: *edible film*, bungkil kedelai, kitosan, sifat mekanik

Abstract. *Edible film made from soybean oilcake using chitosan-sorbitol. This study aims to determine increase in the mechanical properties of soybean oilcake edible film after the addition of chitosan-sorbitol which includes tensile strength, elongation and elasticity. This research has two stages of the process, in the first stage determining the concentration of chitosan with the addition of 15, 25 and 35% (b/b), while in the second stage determining the concentration of sorbitol with the addition of 30, 40, 50% (b/v) using the optimum concentration of chitosan from the first stage. The characteristics of edible film tested were tensile strength, elongation and elasticity measured using the Strograph VG 10-E instrument. The results of testing the optimum mechanical properties of edible soybean oilcake films on the addition of 25% chitosan and 40% sorbitol with tensile strength values, elongation and elasticity of 6.4 MPa, 75.3% and 8.5 MPa, respectively, which meet Japanese Industrial Standard. As for the tensile strength values, elongation and elasticity of 1.6 Mpa, 23.6% and 145.5 Mpa, respectively. Thus the results showed that soybean oilcake edible film with the addition of chitosan-sorbitol could improve the mechanical properties of soy protein protein with an increase in tensile strength of three times and elongation of two times.*

Keywords: *edible film, soybean oilcake, chitosan, mechanical properties*

PENDAHULUAN

Berkembangnya produk pangan dapat menyebabkan semakin meningkatnya produksi kemasan. Adanya kemasan pada produk pangan agar kualitas dan keamanan makanan dapat terjaga. Bahan plastik banyak digunakan sebagai kemasan makanan karena dinilai lebih ekonomis, kuat, dan sebagian tahan terhadap panas. Jumlah kemasan plastik yang digunakan oleh industri pengolahan makanan mencapai 100 juta ton per tahun [7]. Bahan baku dalam pembuatan plastik adalah minyak bumi yang sifatnya *non-renewable*, sehingga tidak dapat didegradasi oleh mikroorganisme di lingkungan. Mengingat adanya kelemahan dari pengemas sintetik, maka dikembangkanlah suatu teknologi kemasan yang mengarah pada bahan *renewable*, mampu mempertahankan kualitas produk yang dikemas dan bersifat aman seperti *edible film*.

Edible film adalah lapisan tipis dari bahan yang dapat dimakan (*edible*) sebagai pelapis makanan untuk menghambat migrasi uap air, gas-gas dan zat terlarut. *Edible film* pada kemasan pangan dapat memberikan kualitas produk yang lebih baik daripada pengemas sintetik. Hal ini dikarenakan kandungan dalam *edible film* yaitu mineral, antioksidan, antimikroba dapat memperpanjang masa simpan produk pangan [6]. Penyusun utama *edible film* dapat berupa lemak, protein atau polisakarida. Protein dan polisakarida merupakan hidrokoloid yang dapat digunakan sebagai campuran dalam pembuatan *edible film*. Ada tiga faktor yang mempengaruhi pembuatan *edible film* yaitu suhu agar bahan dapat tergelatinisasi membentuk pasta, konsentrasi polimer untuk menentukan sifat fisik dan *plasticizer* untuk mengatasi sifat rapuh dari *edible film*.

Salah satu tanaman kacang yang kandungan proteinnya tinggi adalah kedelai. Kedelai yang digunakan untuk menghasilkan minyak kedelai memiliki limbah produksi berupa bungkil kedelai. Kandungan protein pada bungkil kedelai hingga 44–51%. Pemanfaatan bungkil kedelai masih terbatas yaitu sebagai pakan ternak, padahal kandungan protein kedelai mudah membentuk film. Bungkil kedelai cukup

potensial sebagai bahan baku *edible film* mengingat volume produksi minyak kedelai yang tinggi di dunia yaitu 102,8 juta ton. *Edible film* dari protein masih bersifat lunak dan kurang kuat, sehingga diperlukan bahan dari polisakarida dapat meningkatkan sifat mekanik seperti kekuatan tarik, perpanjangan dan elastisitas. Potensi pemanfaatan senyawa ini sangat besar dikarenakan tersedia dalam jumlah banyak, harganya murah dan bersifat non toksik [6]. Polisakarida yang banyak digunakan sebagai *edible film* meliputi selulosa, pektin, pati, ekstrak rumput laut, gum arab dan kitosan.

Kitosan adalah turunan kitin yang merupakan polisakarida paling banyak di bumi setelah selulosa, memiliki sifat hidrofobik dan dapat membentuk lapisan. Film yang berbahan kitosan memiliki sifat yang kuat, elastis, fleksibel dan tidak mudah robek daripada polisakarida lain. Kitosan memiliki aktivitas antimikroba karena sifatnya dapat menghambat pertumbuhan mikroorganisme. Kitosan mengandung gugus amina dalam rantai panjangnya. Polimer pada kitosan memiliki gugus amina bermuatan positif, sedangkan polisakarida lain seperti pati, selulosa dan pektin umumnya bersifat netral atau bermuatan negatif [4]. Kitosan mengandung gugus amina yang dapat berinteraksi dengan muatan negatif suatu molekul seperti protein, sehingga kitosan merupakan bahan campuran yang ideal dalam pembuatan *edible film*.

Dalam pembuatan *edible film* perlu penambahan *plasticizer* untuk meningkatkan fleksibilitas. *Plasticizer* berperan penting dalam pembuatan *edible film*. *Plasticizer* dapat menurunkan gaya intermolekul dan meningkatkan fleksibilitas film dengan memperlebar ruang kosong molekul dan melemahkan ikatan hidrogen rantai polimer. *Edible film* yang terbuat dari campuran protein dan polisakarida masih bersifat rapuh, sehingga membutuhkan *plasticizer* untuk meningkatkan elastisitas film. *Plasticizer* yang paling umum digunakan yaitu gliserol, sorbitol, poliol (propilen glikol), dan polietilen glikol. Sorbitol merupakan *plasticizer* dengan kemampuan menurunkan ikatan hidrogen antar polimer yang

paling besar dibandingkan dengan *plasticizer* yang lain, seperti propil glikol dan polietilen glikol. Penambahan sorbitol pada *edible film* dapat meningkatkan nilai tarikan dan regangan dibandingkan film dengan *plasticizer* gliserol dan polietilen glikol, sehingga kerapuhan *edible film* menurun [10].

Berdasarkan *Japanese Industrial Standart* dalam [5], pengemas produk pangan yang baik harus memenuhi syarat mutu, meliputi ketebalan minimal 0,25 mm, elastisitas minimal 0,3 Mpa, kekuatan tarik minimal 3,9 Mpa dan elongasi minimal 10%. Pada pembuatan *edible film* dari bungkil kedelai dengan penambahan kitosan-sorbitol diharapkan dapat memperbaiki sifat mekanik *edible film* bungkil kedelai melalui penjelasan prosedur nilai masing – masing syarat mutu.

METODE PENELITIAN

Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur, spatula, pengaduk kaca, pipet tetes, gelas kimia, kaca arloji, baskom, kompor, blender, saringan, termometer, neraca analitik, oven (usateck), pengaduk magnet, cetakan loyang, mikrometer skrup dan Stograph VG 10-E.

Bahan

Bahan yang digunakan adalah kitosan, asam asetat 1% dan 4%, sorbitol, bungkil kedelai, dan aquades.

Prosedur Penelitian

Tahap I Penentuan Konsentrasi Kitosan

Bungkil kedelai mula-mula dihaluskan dan ditimbang sebanyak 100 gram. Kemudian direndam dalam 600 mL air dengan suhu 65 °C selama 1 jam. Dilakukan penirisan 20 menit. Endapan di blender 3 menit dengan 400 mL air mendidih. Lalu ditambahkan 200 mL air mendidih dan di blender kembali selama 2 menit. Bubur dimasak pada suhu 95 – 98 °C selama 10 menit dan diperas dengan 1 lapis kain katun. Filtrat yang dihasilkan ditambahkan 60 mL asam asetat 4% dan didiamkan selama 1 jam. Setelah itu disentrifuge 3500 rpm selama 15 menit.

Endapan yang terbentuk berupa ekstrak dari bungkil kedelai.

Ekstrak bungkil kedelai diambil 6 gram masing – masing ditambahkan pada kitosan dengan konsentrasi 15, 25 dan 35%. Campuran dipanaskan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1,5 jam pada suhu 65 °C. Pada 5 menit pertama ditambahkan masing-masing sorbitol 30%. Larutan tersebut didinginkan hingga tak terlihat gelembung udara pada larutan. Kemudian larutan dituang ke dalam cetakan kaca 8 x 13 cm². Lalu dikeringkan di dalam oven selama 7 jam suhu 60 °C.

Masing – masing *edible film* diuji kuat tarik, elongasi dan elastisitasnya menggunakan Stograph VG 10-E. Selanjutnya, *edible film* tersebut diukur ketebalannya menggunakan mikrometer dengan ketelitian alat 0,0001 mm. Kemudian *edible film* hasil spesimen dipotong sebesar 3 x 13 cm. Kedua ujung spesimen dijepit pada Stograph VG 10-E dan diamati sampai putus. Selanjutnya dicatat perubahan panjang (mm) berdasarkan besar kecepatan 20 mm/menit. Lalu, dipilih hasil uji terbaik.

Tahap II Pembuatan *Edible Film*

Kitosan optimum dicampur dengan 6 gram ekstrak bungkil kedelai. Campuran dipanaskan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1,5 jam pada suhu 65 °C. Pada 5 menit pertama ditambahkan sorbitol masing-masing 30, 40 dan 50%. Larutan tersebut didinginkan hingga tak terlihat gelembung udara pada larutan. Kemudian larutan dituang ke dalam cetakan kaca 8 x 13 cm². Lalu dikeringkan di dalam oven selama 7 jam suhu 60 °C.

Masing – masing *edible film* diuji kuat tarik, elongasi dan elastisitasnya menggunakan Stograph VG 10-E. Mula – mula *edible film* tersebut diukur ketebalannya menggunakan mikrometer dengan ketelitian alat 0,0001 mm. Kemudian *edible film* hasil spesimen dipotong sebesar 3 x 13 cm. Kedua ujung spesimen dijepit pada Stograph VG 10-E dan diamati sampai putus. Selanjutnya dicatat perubahan panjang (mm) berdasarkan besar kecepatan 20 mm/menit. Lalu, dipilih hasil uji terbaik.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap I Penentuan Konsentrasi Kitosan

Mula – mula yang dilakukan ialah membersihkan bungkil kedelai dari pengotornya. Bungkil kedelai tersebut kemudian diblender dan diayak menggunakan ayakan 60 mesh untuk memudahkan proses ekstraksi. Setelah itu, 100 gram bungkil kedelai yang telah halus direndam dalam 600 mL air dengan suhu 65 °C selama 1 jam untuk memisahkan pengotor organik yang terkandung dalam bungkil kedelai. Selanjutnya proses ekstraksi bungkil kedelai ditambahkan air mendidih, agar dapat mengurangi waktu pemasakan bubur kedelai dan mempercepat ekstraksi protein. Proses ekstraksi bungkil kedelai dengan air mendidih dilakukan dalam dua tahapan penambahan air mendidih. Tahap pertama, bungkil kedelai diblender dengan penambahan air mendidih sebanyak empat bagian selama 3 menit, sedangkan pada tahap kedua penambahan air mendidih sebanyak dua bagian selama 2 menit. Tujuan dilakukan penambahan air mendidih dalam dua tahapan adalah untuk meningkatkan daya ekstraksi protein bungkil kedelai, sehingga protein dapat diekstrak sedikit demi sedikit dan lebih sempurna dibandingkan jika air mendidih ditambahkan sekaligus.

Filtrat yang didapatkan dari penyaringan menggunakan kain katun, ditambahkan 60 mL asam asetat 4%. Fungsi penambahan asam asetat adalah menggumpalkan protein, sehingga akan terjadi pemisahan antara ekstrak dan pengeksraknya. Setelah ditambahkan asam asetat terbentuk dua lapisan yaitu lapisan atas (filtrat) dan lapisan bawah (ekstrak bungkil kedelai). Endapan tersebut terjadi karena adanya koagulasi protein yang disebabkan reaksi antara protein dan asam yang ditambahkan.

Koagulasi merupakan proses lanjutan yang terjadi saat molekul protein yang didenaturasi membentuk padatan. Koagulasi ini terjadi dalam temperatur dengan rentang waktu yang lama dan dipengaruhi oleh adanya panas, pengocokan, pH

dan garam. Terjadinya koagulasi disebabkan karena ion H^+ dari CH_3COOH terikat pada gugus negatif protein. Ketika ion H^+ dari asam asetat masuk ke dalam larutan, maka akan mempengaruhi keseimbangan dan pengkutuban muatan dari molekul protein.

Ekstraksi bungkil kedelai pada penelitian ini menggunakan asam asetat sebagai koagulan. Asam asetat merupakan koagulan yang baik dalam golongan asam. Proses koagulasi tergantung pada koagulan yang digunakan. Secara umum, koagulan jenis asam mengkoagulasi protein pada pH isoelektrik. Saat di dalam larutan, asam mendonorkan proton (ion H^+). Titik isoelektrik terjadi akibat adanya reaksi dari ion positif dengan ion negatif dari protein, sehingga menghasilkan kondisi netral. Kondisi ini menyebabkan kelarutan protein menurun dan membentuk gel.

Pembuatan *edible film* dilakukan dengan metode blending, yaitu ekstrak bungkil kedelai yang didapatkan diambil 6 gram yang dicampur dengan kitosan konsentrasi masing – masing 15, 25 dan 35%. Pada 5 menit pertama ditambahkan sorbitol 30% dari 6 gram ekstrak bungkil kedelai. Campuran dipanaskan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1,5 jam pada suhu 65 °C. Lalu campuran dimasukkan ke dalam loyang berukuran 8 x 13 cm dan dioven pada suhu 60 °C selama 7 jam. *Edible film* yang dihasilkan diuji kuat tarik, elongasi dan elastisitasnya menggunakan Stograph VG 10-E. Hasil keseluruhan dari tahap I disajikan sebagai berikut.

Tabel 1 Sifat mekanik *edible film* pada berbagai konsentrasi kitosan

Parameter	Konsentrasi Kitosan (%)		
	15	25	35
Kuat Tarik (MPa)	9,35	11,74	4,49
Elongasi (%)	107,82	106,47	87,72
Elastisitas (MPa)	8,67	11,03	5,12

Berdasarkan Tabel 1 parameter kuat tarik, elongasi maupun elastisitas didapatkan konsentrasi kuantitas optimum 25%, karena pada konsentrasi tersebut memiliki nilai yang lebih

besar daripada konsentrasi 15 dan 35%. Pada konsentrasi kitosan 35% mengalami penurunan pada nilai kuat tarik dan elastisitas, karena diindikasikan bahwa kitosan tidak mampu mengkristal dengan baik dan gaya antar molekulnya menjadi lemah, sehingga menurunkan nilai parameter mekanik.

Hal ini terjadi kesesuaian dengan penelitian yang dilakukan oleh [9] bahwa terjadi peningkatan kuat tarik seiring bertambahnya konsentrasi kitosan dalam ukuran tertentu, semakin besar persentase kitosan yang digunakan, semakin besar pula gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan spesimen, sehingga nilai kuat tariknya akan cenderung meningkat dan membuat nilai elongasi *edible film* menjadi menurun. Hal ini dikarenakan semakin banyak interaksi hidrogen yang terdapat dalam *edible film* maka ikatan antar rantai akan makin kuat dan sulit untuk diputus, sehingga diperlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut.

Tahap II Pembuatan *Edible Film*

Pada tahap kedua yakni pembuatan *edible film* bertujuan untuk menentukan konsentrasi kuantitas optimum sorbitol menggunakan kitosan dari tahap I. Pembuatan *edible film* dilakukan menggunakan metode yang sama dengan tahap I yaitu blending. Metode ini dengan mencampurkan dua bahan atau lebih tanpa merubah struktur kimianya. Kitosan dengan konsentrasi 25% dicampur dengan 6 gram ekstrak bungkil kedelai. Campuran dipanaskan menggunakan *magnetic stirrer* selama 1,5 jam pada suhu 65 °C. Pada pengadukan 5 menit pertama masing-masing ditambahkan sorbitol sebesar 30, 40 dan 50%. Pengadukan dan pemanasan dilakukan selama 1,5 jam. Hal ini dimaksudkan agar reaksi campuran antara protein, kitosan dan sorbitol dapat berlangsung sempurna. Selain itu, pengadukan dan pemanasan ditujukan untuk menguapkan sebagian asam asetat yang digunakan sebagai pelarut dalam membuat *edible film*. Dengan demikian, waktu dan energi yang dibutuhkan untuk pengeringan akhir larutan dapat dikurangi.

Selanjutnya campuran dimasukkan ke dalam loyang berukuran 8 x 13 cm dan dioven pada suhu 60 °C selama 7 jam. Pengeringan dilakukan untuk menguapkan pelarut. Jika pengeringan dilakukan pada suhu 70 °C diatas 5 jam akan menyebabkan *edible film* yang dihasilkan menjadi retak-retak dan tidak dapat digunakan untuk analisis selanjutnya.

Edible film yang dihasilkan bersifat tidak rapuh karena dalam pembuatan *edible film* ditambahkan kitosan yang memperkuat struktur film dari bungkil kedelai. Terjadi interaksi yang menghasilkan ikatan kovalen antara protein dan polisakarida, karena ikatan kompleks tersebut lebih stabil terhadap panas dan pengaruh ionik. Pada penambahan sorbitol sebagai *plasticizer* perlu dipertimbangkan untuk mengatasi kerapuhan yang sering terjadi pada *edible film* berbahan protein. Sorbitol berfungsi untuk meningkatkan fleksibilitas film dengan memperlebar ruang kosong molekul dan melemahkan ikatan hidrogen rantai polimer, sehingga gaya intermolekul dapat menurun. Dalam pembuatan *edible film* dilakukan dengan pemanasan, agar pada saat dikeringkan *edible film* tidak retak.

Nilai mekanik dari *edible film* diukur menggunakan instrumen Strogaph VG 10-E. Prosedur pengujian sifat mekanik *edible film* mengacu pada metode ASTM D-638 yang berisi tentang pengujian sifat mekanik dari sampel. Sifat mekanik dari *edible film* diukur dengan cara memotong *edible film* berukuran 3 x 13 cm, dengan rata-rata ketebalan 0,1 mm. Kedua ujung spesimen dijepit pada alat kemuluran, lalu diamati sampai putus. Selanjutnya dicatat perubahan panjang (mm) berdasarkan besar kecepatan tarikan 20 mm/menit.

Berikut ini hasil pengujian mekanik *edible film* pada tahap pembuatan dengan penambahan kitosan – sorbitol. Untuk membuat *edible film* yang baik ditentukan melalui variasi sorbitol 30, 40 dan 50% yang selanjutnya didapatkan konsentrasi sorbitol optimum. Hasil *edible film* yang diperoleh disajikan sebagai berikut.

Tabel 2 Sifat mekanik *edible film* pada berbagai konsentrasi sorbitol

Tabel 2 menunjukkan bahwa nilai kekuatan tarik dan elongasi dapat ditingkatkan dengan penambahan konsentrasi sorbitol 40%. Hal ini disebabkan karena molekul-molekul protein dan kitosan terdispersi semakin baik pada penambahan tersebut. Saat penambahan konsentrasi sorbitol 50% maka kekuatan tarik dan elongasi menurun, karena interaksi molekul protein dan kitosan sudah tidak dipengaruhi oleh penambahan sorbitol. Penambahan sorbitol 50% akan menyebabkan struktur *edible film* menjadi mudah retak, sehingga nilai kuat tarik dan elongasinya semakin menurun. Hal ini sesuai dengan penelitian [2], bahwa penambahan *plasticizer* dalam *edible film* bungkil kedelai yang direkomendasikan pada persentase antara 30 - 40%.

Adapun nilai elastisitas *edible film* tertinggi pada penambahan konsentrasi sorbitol 30% dan nilai terendah pada penambahan konsentrasi sorbitol 50%. Nilai elastisitas semakin menurun apabila konsentrasi sorbitol yang ditambahkan semakin besar. Sorbitol adalah jenis poliol yang dapat menurunkan kekuatan intermolekuler dan meningkatkan terbentuknya matriks film. Sifat sorbitol yang hidrofilik menyebabkan mampu mengikat air dan melunakkan permukaan film. Pada keberadaan sorbitol dalam persentase yang lebih besar akan membuat nilai elastisitas film menjadi menurun, karena struktur *edible film* menjadi sangat lunak dan mudah robek.

Hasil terbaik *edible film* bungkil kedelai diperoleh dengan penambahan kitosan – sorbitol pada konsentrasi 40% dengan parameter kuat tarik, elongasi dan elastisitas. Selanjutnya dibandingkan dengan jurnal *edible film* dari protein kedelai dan standar *edible film* disajikan sebagai berikut.

Tabel 3 Perbandingan sifat mekanik *edible film*

Sifat mekanik	<i>Edible Film Protein*</i>	<i>Edible Film Protein-Kitosan-Sorbitol**</i>	Standar <i>Edible Film</i>
Kuat	1,6	6,4	Min 3,9

Tarik (MPa)

Parameter	Konsentrasi Sorbitol (%)		
	15	25	35
Kuat Tarik (MPa)	5,36	6,45	5,00
Elongasi (%)	55,73	75,32	69,55
Elastisitas (MPa)	9,62	8,56	7,21
Elongasi (%)	23,6	75,3	Min 10
Elastisitas (MPa)	145,5	8,5	Min 0,35

Keterangan :

- * : *Edible film* hasil penelitian [2]
- ** : *Edible film* hasil penelitian dengan penambahan kitosan-sorbitol
- *** : Standar *edible film* berdasarkan *Japanese Industrial Standard* (1975)

Berdasarkan Tabel 3 kualitas *edible film* berbahan bungkil kedelai menjadi lebih baik dengan adanya penambahan kitosan – sorbitol. Hal ini ditunjukkan pada kekuatan tarik dan elongasi yang masing – masing meningkat tiga kali dan dua kali dari *edible film* berbahan protein. Sifat mekanik *edible film* sangat dipengaruhi affinitas antara komponen penyusunnya. Affinitas adalah fenomena suatu atom atau molekul tertentu yang memiliki kecenderungan untuk berikatan. Semakin meningkat affinitas maka semakin banyak terjadi ikatan antar molekul. Kekuatan suatu bahan dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya. Ikatan kimia yang kuat bergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis ikatannya. Ikatan kimia yang kuat cenderung sulit untuk diputus sehingga dibutuhkan energi yang besar untuk mampu memutuskan.

Reaksi yang terjadi antara protein kedelai dengan kitosan – sorbitol yaitu pada grup amina kitosan dapat berinteraksi dengan muatan negatif protein membentuk ikatan kovalen. Kitosan dapat memperkuat struktur film protein bungkil kedelai, sehingga penambahan kitosan menghasilkan *edible film* yang tidak rapuh. Selain itu, terbentuk ikatan kovalen rangkap tiga antara protein dan sorbitol. Ikatan tersebut lebih

kuat daripada ikatan tunggal maupun ikatan ganda. Sorbitol berpengaruh terhadap sifat mekanik film, karena larut dalam setiap rantai polimer sehingga akan mempermudah gerakan molekul polimer dan bekerja menurunkan suhu kristalisasi dari polimer. Terjadinya interaksi antara protein bungkil kedelai dengan kitosan – sorbitol, mampu meningkatkan nilai tarikan dan regangan pada *edible film* yang dibuat berbahan protein kedelai.

SIMPULAN

Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* bungkil kedelai dengan penambahan kitosan-sorbitol kuantitas optimum dapat meningkatkan sifat mekanik *edible film* protein kedelai dengan peningkatan kuat tarik sebesar tiga kali dan elongasi sebesar dua kali dari *edible film* yang berbahan protein.

DAFTAR PUSTAKA

1. Ariska, Rizani E. 2015. Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik *Edible Film* dari Pati Bonggol Pisang dan Karagenan dengan Plasticizer Gliserol. *Skripsi*. Surabaya: Universitas Negeri Surabaya.
2. Caba, Guerrero, Retegi, Gabilondo. 2010. Mechanical and Thermal Properties of Soy Protein Films Processed by Casting and Compression. *Journal of Food Engineering*, 100:145 – 151.
3. Caba, Guerrero, Stefani, Ruseckaite. 2011. Functional Properties of Films Based on Soy Protein and Gelatin Processed by Compression Molding. *Journal of Food Engineering*, 105:65 – 72.
4. Fehragucci, Helmi. 2012. Pengaruh Penambahan Plasticizer dan Kitosan Terhadap Karakter *Edible Film* Ca-Alginat. *Skripsi*. Universitas Sebelas Maret. Solo.
5. Krochta, J. M., and C. M., Johnson. 1997. Edible Film and Biodegradable Polymer Film Challenger and Opportunities, *Food Tech*, 51 (2) 61 – 74.
6. Krochta, J. M., Baldwin, E. A and Nisperos – Carriedo M. O., 1994. Edible Coatings and Films to Improve Food Quality. *Lancaster Journal*. Basel: Technomis Publishing. Co. Inc.
7. Mustofa, M. H. 2011. Uji Coba Kantong Bioplastik Pati dan Onggok Tapioka dengan Gliserol sebagai Plasticizer. *Skripsi*. Universitas Brawijaya: Malang.
8. Rosida, et al. 2011. Kajian Dampak Substitusi Kacang Tunggak pada Kualitas Fisik dan Kimia Tahu. *Skripsi*. Universitas Pembangunan Nasional Veteran. Surabaya.
9. Sudiarti, Setiani dan Lena. 2013. Preparasi dan Karakterisasi *Edible Film* dari Poliblend Pati Sukun – Kitosan. *Jurnal Valensi*, Vol. 3 No. 2, Tahun 2013.
10. Wirawan, K. S., Prasetya, A., dan Ernie. 2012. Pengaruh *Plasticizer* pada Karakteristik *Edible Film* dari Pektin. *Jurnal Reaktor*. 14 (1). 65 – 68.