

# Characterization of corn starch edible films by the addition of chitosan as a vegetable oil packaging

Doni Rahmat Wicakso<sup>1,\*</sup>, Dwi Fortuna<sup>1</sup>, Ivan Aldino Hernadin<sup>1</sup>, Nuryoto<sup>2</sup>, Yusuf Rumbino<sup>3</sup>, Astrilia Damayanti<sup>4</sup>

<sup>1</sup>Department of Chemical Engineering, University of Lambung Mangkurat, Banjarbaru 70714, Indonesia

<sup>2</sup>Department of Chemical Engineering, University of Sultan Ageng Tirtayasa, Cilegon 42118, Indonesia

<sup>3</sup>Department of Mining Engineering, University of Nusa Cendana, Kupang 85001, Indonesia

<sup>4</sup>Department of Chemical Engineering, State University of Semarang, Semarang 50229, Indonesia

ARTICLE INFO	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 28 March 2022 Received in revised form: 05 October 2023 Accepted: 17 October 2023</p>	<p>Vegetable oil packaging materials use a type of synthetic polymer that is harmful to the body and the environment. Edible film as an environmentally friendly packaging material can be a solution for vegetable oil packaging material. The objective of this study is to determine the best conditions of addition of chitosan in making edible film in terms of its physio-chemicals and determine the best glycerol concentration in terms of its physical properties. The composition of raw materials in the form of corn starch is 5 grams and the composition of chitosan is (0,5%, 1% and 1,5% b/v). The research results stated that the addition of chitosan affected the physical quality of edible film. The best analysis for the physical properties of edible film through physical tests of tensile strength, elongation at break and the solubility properties of edible film is the addition of 1 gram of chitosan. Meanwhile, the analysis of the best antioxidant capacity was the chitosan composition of 1.5 gr.</p>
<p><i>Keywords:</i> Corn starch, chitosan, edible film</p>	

## 1. Pendahuluan

*Polyethylene terephthalate* (PET) dan *polyethylene* (PE) merupakan polimer sintetis yang sering digunakan sebagai pembungkus makanan terkhusus pengemas minyak sayur pada mie instan. Hal ini dikarenakan bahan-bahan tersebut memiliki sifat fisiokimia yang stabil dan memiliki sifat mekanik yang baik [1]. Akan tetapi bahan polimer sintetis mempunyai kandungan bisphenol yang tinggi dan dapat berpindah ke makanan membentuk aktivitas genotoksik sehingga berbahaya bagi kesehatan [2]. Disamping itu, bahan pengemas dari polimer sintetis sulit terdegradasi oleh lingkungan sehingga menyebabkan pencemaran.

*Edible film* dapat menjadi solusi bahan pengemas karena bersifat tidak beracun, murah dan dapat terdegradasi dalam waktu yang singkat sehingga ramah bagi lingkungan [3]. *Edible film* dibuat dari bahan-bahan organik seperti pati, selulosa, kitosan, alginat, gum dan pektin. Pati jagung sebagai salah satu biomaterial memiliki kemampuan yang baik dalam membentuk lapisan *film*. Biomaterial tersebut memiliki kandungan amilosa yang tinggi sehingga memiliki sifat penghalang dan ketahanan terhadap kelembapan yang baik. Namun, pati jagung memiliki sifat mekanik yang rendah karena bersifat hidrofilik. Penambahan kitosan dapat dilakukan untuk menghasilkan *edible film* yang memiliki resistensi tinggi terhadap air karena bersifat hidrofobik sehingga akan meningkatkan sifat mekanik *edible film* [4]. Kitosan merupakan polimer alami yang berasal dari sisik, cangkang dan kulit hewan bercangkang keras. Kitosan kulit udang diproduksi karena limbahnya yang melimpah dan tidak dimanfaatkan sehingga menyebabkan pencemaran [5,6].

*Edible film* dari pati memiliki nilai permeabilitas uap air

yang tinggi sehingga uap air mudah terabsorpsi ke dalam *film*. Selain itu, sifat mekanik yang dihasilkan memiliki nilai yang rendah [7]. Penambahan gliserol meningkatkan nilai pemanjangan pemutusan *film* namun menurunkan nilai permeabilitas uap air *edible film* pati kitosan. Konsentrasi pati dan kitosan terbaik terjadi pada perbandingan 1:1 [8]. Oleh karena itu penambahan kitosan pada pembuatan *edible film* berbahan dasar pati jagung untuk memperoleh bahan pengemas minyak sayur yang memiliki sifat mekanik dan sifat fisiokimia yang baik perlu dilakukan. Penilaian ini bertujuan untuk menentukan kondisi terbaik pada penambahan kitosan dalam pembuatan *edible film* yang ditinjau dari sifat fisiokimianya dan menentukan konsentrasi gliserol terbaik yang ditinjau dari sifat fisiknya.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1. Alat dan bahan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas beker, neraca O'hauss, gelas ukur, labu ukur, pengaduk kaca, spatula, penyaring kain, magnetic stirrer, oven, hotplate, termometer, ayakan 30 mesh, cetakan, blender dan stopwatch.

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati jagung merk Maizena, kulit udang, CaCl<sub>2</sub>, gliserol (C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub>), NaOH, HCl, CH<sub>3</sub>COOH, akuades dan minyak sayur dari mie merk Indomie.

### 2.2. Prosedur penelitian

#### 2.2.1. Pembuatan kitosan dari kulit udang

Kulit udang dicuci kemudian dikeringkan pada oven dengan suhu 40 °C selama 48 jam. Kulit udang yang sudah

\* Corresponding author.

Email: [doni.rahmat.w@ulm.ac.id](mailto:doni.rahmat.w@ulm.ac.id)

<http://dx.doi.org/10.20527/k.v12i2.15959>

halus lalu disaring dengan ayakan 30 mesh. Kitin diisolasi menggunakan metode yang dikembangkan oleh Bhawna Soni (2018). Tahap pertama adalah demineralisasi untuk menghilangkan mineral. Kitin direndam dengan HCL 4% perbandingan 1:4 (b/v) selama 40 jam. Hasil yang diperoleh berupa kitin kasar (crude kitin) yang kemudian masuk tahap deproteinasi untuk menghilangkan protein. Kitin kasar dicampur 5% NaOH 1:12 (b/v) pada suhu 90 °C selama 24 jam. Hasil yang diperoleh dilanjutkan ke tahap deasetilasi. Kitin hasil isolasi dimasukkan ke dalam larutan NaOH 60% (b/v) pada suhu 23 °C perbandingan 1:14 (b/v) selama 75 jam. Campuran dinetralkan dan disaring kemudian dikeringkan dalam oven selama 24 jam suhu 65°C.

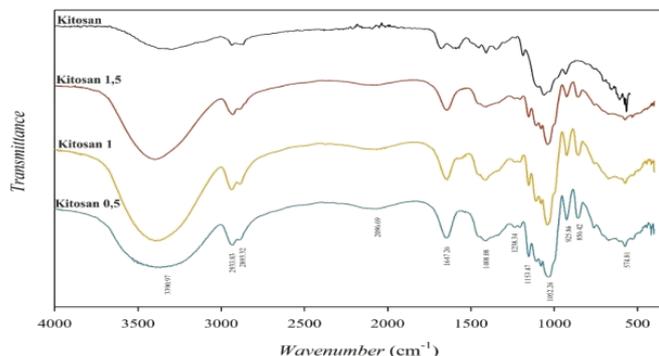
### 2.2.2. Pembuatan edible film

Pati jagung dimasukkan ke dalam gelas beker sebanyak 5 g dan ditambahkan akuades sebanyak 50 mL. Setelah itu dipanaskan pada suhu gelatinasi pati yaitu 90 °C dan diaduk hingga terbentuk larutan kental berwarna putih selama 15 menit. Kitosan dengan variasi 0,5%, 1% dan 1,5% (b/v) dilarutkan ke dalam 50 mL larutan asam asetat 1% (v/v) pada suhu 80 °C selama 15 menit. Kemudian kedua larutan dicampur dan diaduk menggunakan *magnetic heated stirrer* selama 30 menit.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Analisa FT-IR (Fourier Transformed Infra Red)

Hasil analisa FT-IR kitosan kulit udang (0,5%;1%; dan 1,5% (b/v)) dapat dilihat pada Gambar 1.



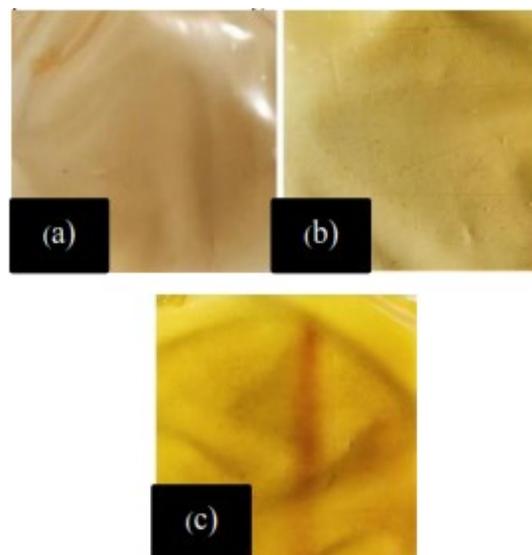
Gambar 1. Hasil Analisa FT-IR Edible Film Pati Jagung dan Kitosan

Berdasarkan Gambar 1 menunjukkan bahwa *edible film* pati-kitosan diperoleh puncak gelombang pada 3394,83  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gabungan ikatan O-H dengan ikatan intermolekul H dan ikatan intramolekul N-H. Pada penyerapan 2856,67  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C-H yang merupakan karakteristik grup aldehyd. Pada penyerapan 1745,64  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan C=O pada grup ester. Pada penyerapan 1269,2  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan adanya ikatan karbonil C-O. Semakin banyak konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada *edible film* maka semakin kuat gugus-gugus penyusun dari *edible film*, terutama gugus O-H yang berfungsi sebagai senyawa antioksidan.

### 3.2. Karakterisasi edible film

Pembuatan *edible film* dilakukan dengan memvariasikan

konsentrasi kitosan kulit udang sebesar 0,5%; 1% dan 1,5% (b/v). Hasil *edible film* dengan berbagai konsentrasi ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Sampel Edible Film Pati dengan Komposisi Kitosan a. 0,5%, b. 1% dan c. 1,5%

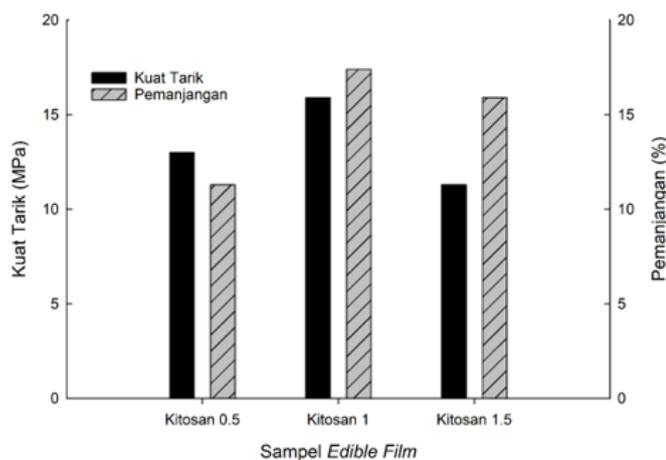
Berdasarkan Gambar 2 terlihat bahwa perlakuan kitosan 1,5% menghasilkan film dengan warna kekuning-kuningan. Sedangkan pada variasi kitosan 1% dan 0,5% film yang dihasilkan lebih bening atau transparan. Adanya penambahan kitosan yang berwarna creamy kekuningan menyebabkan film menjadi berkurang transparansinya. Semakin banyak penambah kitosan maka warna film akan semakin berwarna kekuningan. Penambahan kitosan akan meningkatkan *yellowness* (warna kuning) dan nilai *opacity*. Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa *film* tepung singkong dengan penambah kitosan memiliki transparansi yang semakin rendah. Hal tersebut karena kitosan memiliki warna putih kekuning-kuningan sehingga semakin bertambahnya kitosan maka semakin rendah transparansinya dan berwarna kekuning-kuningan [3]. Adapun nilai ketebalan dari *edible film* pada konsentrasi kitosan 0,5%; 1% dan 1,5% yaitu 10  $\mu\text{m}$ . Nilai ketebalan tersebut telah sesuai dengan JIS (*Japanese Industrial Standard*) dimana ketebalan maksimum sebesar 0,25  $\mu\text{m}$ . Ketebalan *edible film* dapat disesuaikan berdasarkan film yang akan diaplikasikan.

### 3.3. Analisa kuat tarik dan pemanjangan pemutusan

Sifat mekanik merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap karakter fisik suatu material seperti kuat tarik dan pemanjangan saat pemutusan. Kuat tarik yang tinggi secara umum diperlukan, tetapi nilai-nilai deformasi plastis harus disesuaikan dengan aplikasi dari film yang akan digunakan. Berikut merupakan hasil kuat tarik *edible film* pada ketiga komposisi kitosan (0,5%; 1%; dan 1,5%) dapat dilihat pada Gambar 3.

Berdasarkan Gambar 3 menunjukkan bahwa pengaruh komposisi kitosan pada kuat tarik *edible film* pati jagung dengan penambahan kitosan serta penambahan 4 mL gliserol dalam 100 mL sampel. Adapun nilai kuat tarik yang diperoleh dengan penambahan kitosan 0,5%; 1%; dan 1,5% secara

berturut-turut yaitu 13,0 MPa; 15,9 MPa dan 9,4 MPa. Nilai kuat tarik menunjukkan bahwa kuat tarik meningkat seiring dengan penambahan kitosan hal ini karena tingginya formasi intermolekul ikatan antara hidrogen dan  $\text{NH}^{3+}$  dari rantai kitosan dan  $\text{OH}^-$  dari pati. Kelompok amino ( $\text{NH}^{2+}$ ) dari kitosan terprotonasi ke  $\text{NH}^{3+}$  dalam larutan asam asetat, sedangkan struktur kristal pada molekul pati dihancurkan dengan proses gelatinisasi, menghasilkan kelompok  $\text{OH}^-$  sehingga dengan mudah terbentuk ikatan hidrogen dengan  $\text{NH}^{3+}$  dari kitosan tetapi pada penambahan kitosan 1,5% nilai kuat tarik mengalami penurunan karena ikatan  $\text{OH}^-$  dengan  $\text{NH}^{3+}$  tidak terikat dengan sempurna. Hal ini disebabkan karena ukuran partikel kitosan yang cukup besar dan tidak terlarut sempurna saat gelatinisasi.



Gambar 3. Analisa Kuat Tarik dan Pemanjangan Pemutusan

Faktor penting yang dapat mempengaruhi sifat fisik adalah afinitas antara komponen penyusunnya. Afinitas merupakan suatu fenomena dimana suatu atom atau molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu dan berikatan [9]. Berdasarkan JIS (*Japanese Industrial Standard*) kuat tarik *film* dikatakan baik apabila nilainya lebih dari 3,92 MPa. Sehingga nilai kuat tarik dari *edible film* pati jagung dengan penambahan kitosan telah sesuai dengan standar *film*.

Pengukuran kuat tarik *edible film* diikuti dengan pengukuran presentase pemanjangan (*elongation at break*), yaitu perubahan panjang maksimum yang dialami *edible film* ketika pengujian kekuatan tarik yang dilihat saat *edible film* mengalami pemutusan. Berdasarkan Gambar 3 juga dapat diketahui bahwa pada konsentrasi penambahan kitosan yang meningkat menyebabkan presentase pemanjangan juga akan lebih besar. Adanya kenaikan elongasi dipengaruhi oleh adanya gliserol. Gliserol berperan sebagai *plasticizer* sehingga *edible film* menjadi lebih elastis. Molekul gliserol akan mengganggu kekompakan pati tapioka, menurunkan interaksi intermolekul dan meningkatkan mobilitas polimer sehingga mengakibatkan peningkatan elongasi. Nilai pemanjangan yang diperoleh adalah 17,4%; 15,9% dan 11%. Penurunan elongasi terjadi pada *edible film* 1,5% kitosan.

### 3.4. Analisa keterlarutan edible film terhadap air panas

Uji kelarutan terhadap air merupakan kemampuan *edible film* dalam menahan air. Hasil uji kelarutan *edible film* pati jagung dengan penambahan kitosan sisik ikan 0,5%; 1% dan 1,5% (b/v) dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai kelarutan terhadap air *edible film* pati jagung dengan penambahan kitosan

Massa Kitosan (%)	Air yang diserap (%)	Ketahanan Air (%)
0,5	52,18	47,82
1	52,46	47,54
1,5	51,15	48,85
2	50,26	49,74

Berdasarkan Tabel 1 diperoleh hasil bahwa semakin besar konsentrasi kitosan maka kelarutan dari *edible film* semakin kecil. Penambahan kitosan dapat meningkatkan nilai ketahanan air dari *edible film*. Hal tersebut disebabkan karena kitosan tersusun dari kristal amorf sehingga kitosan bersifat hidrofobik. Penambahan kitosan dapat membentuk interaksi intermolekul dengan pati dan terdapat bagian yang membentuk kristal amorf [10]. Bagian yang membentuk ikatan intermolekul rantai hidrogen akan menciptakan kerangka yang memungkinkan film untuk membengkak, sedangkan *film* yang membentuk kristal amorf akan tahan terhadap air. Berdasarkan penelitian nilai kelarutan *edible film* terhadap air yang paling baik yaitu pada penambahan kitosan 1,5% sebesar 48,85%. Sifat hidrofobik dari kitosan penting untuk menghalangi laju uap air dari *edible film* [11].

Penelitian sebelumnya menunjukkan bahwa penambahan 15% (b/b) kitosan ke dalam *edible film* tepung kentang dapat meningkatkan ketahanan air [12]. Hal tersebut karena kitosan memiliki nilai kristalinitas yang tinggi dan hidrofobilitas yang tinggi pula. Selain itu, kitosan akan membentuk ikatan antara rantai intermolekul H<sup>+</sup> dengan molekul pati yang menyebabkan mengurangi gugus hidroksil dan mengurangi mobilitas rantai. Penambahan kalium sorbat pada *edible film* pati tapioka-kitosan tidak menyebabkan perubahan kelarutan yang signifikan [13].

### 3.5. Analisa transmisi uap air

Laju transmisi uap air merupakan salah satu sifat yang paling penting dalam *edible film* dan diukur berdasarkan nilai *water vapor permeability* (WVP). Nilai WVP dapat digunakan untuk mengukur nilai permeabilitas suatu bahan terhadap uap air. Hasil pengujian laju transmisi uap air dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Transmisi Uap Air *Edible Film*

Kitosan	Transmisi Uap Air (g/ms. Pa)
0,5%	2,46
1%	2,49
1,5%	2,49

Berdasarkan Tabel 2 dapat dilihat bahwa *edible film* yang memiliki nilai transmisi uap air terendah pada penambahan kitosan 0,5% sebesar 0,246 g/m<sup>2</sup>h. Sedangkan Laju transmisi uap air tertinggi terdapat pada *edible film* dengan penambahan kitosan 1% dan 1,5% yaitu 0,249 g/m<sup>2</sup>h. Laju transmisi uap air meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi kitosan. Hal ini disebabkan karena *filter* yang ditambahkan akan membentuk lapisan di atas *edible film*. Penambahan konsentrasi larutan *edible* kitosan (kitosan dan gliserol) mengakibatkan peningkatan nilai *barrier* uap air dari *edible film*. Hal ini disebabkan jenis *plasticizer* yang digunakan yaitu gliserol. Gliserol adalah senyawa monosakarida *polyhidric* alkohol yang bersifat hidrofilik, dimana dengan bertambahnya

komponen hidrofilik yang terdapat pada *film* menyebabkan uap air mudah untuk menembus *film* sehingga meningkatkan nilai laju transmisi uap air [14]. Dapat dilihat bahwa pada variasi konsentrasi gliserol terhadap laju transmisi uap air menunjukkan pola fluktuatif. Hal ini disebabkan karena molekul gliserol pada konsentrasi tertentu dapat menyerap air dalam jumlah banyak atau menghalangi transmisi uap air. Peningkatan konsentrasi kitosan akan meningkatkan laju transmisi uap air. Penambahan gliserol ke dalam larutan *film* dapat meningkatkan jarak intermolekuler sehingga memudahkan uap air untuk masuk ke dalam intermolekuler film dan meningkatkan nilai laju transmisi uap air [15]. Namun, pada penambahan kitosan 1% dan 1,5% memiliki nilai yang sama. Hal ini disebabkan penambahan *filter* kitosan yang ditambahkan ke dalam larutan *edible film* telah merata mengisi pori-pori atau celah ikatan antara polimer yang terbentuk [16].

### 3.5. Analisa kapasitas anti oksidan

*Edible film* pati jagung dan kitosan kemudian diukur nilai antioksidannya melalui perhitungan nilai bilangan peroksida. Indikasi yang diukur adalah nilai ketengikan dari minyak sayur yang disimpan dalam *edible film*. Minyak disimpan dalam gelas beker yang pada bagian atas gelas ditutup dengan *edible film* dengan variasi kitosan 0,5%; 1% dan 1,5% selama 30 hari dalam suhu ruangan. Berdasarkan hasil titrasi dapat diperoleh nilai bilangan peroksida seperti pada Tabel 3.

Tabel 3. Bilangan peroksida *edible film*

Kitosan	Bilangan Peroksida (mEq O <sub>2</sub> /Kg)
0,5%	13,30
1%	8,42
1,5%	6,20

Berdasarkan Tabel 3 dapat diketahui bahwa nilai bilangan peroksida pada kitosan 0.5% paling tinggi sedangkan nilai terendah yaitu pada konsentrasi 1.5%. Menurut SNI No 3741 tahun 2013 bahwa standar yang digunakan untuk menentukan kualitas minyak yaitu pada batas maksimal 10 mEq O<sub>2</sub>/kg. Sehingga pada *edible film* dengan penambahan kitosan 1% dan 1.5% masih dibawah batas yang dianjurkan. Bilangan peroksida bervariasi sesuai dengan banyaknya penambahan kitosan. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka semakin rendah nilai bilangan peroksidanya. Hal tersebut disebabkan kitosan yang dapat berfungsi sebagai antibakteri pada film. Sehingga berpengaruh terhadap kualitas minyak di dalamnya.

## 4. Kesimpulan

Dari penelitian ini dapat disimpulkan bahwa penambahan gliserol berpengaruh terhadap sifat mekanik *edible film*

diantaranya semakin banyak konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada *edible film* maka semakin kuat gugus-gugus penyusun dari *edible film*, terutama gugus O-H yang berfungsi sebagai senyawa antioksidan. Selain itu kelarutan *edible film* akan semakin kecil seiring penambahan kitosan.

## Referensi

- [1] W.S. Choi, S. Singh, Y.S. Lee, Characterization of edible film containing essential oils in hydroxypropyl methylcellulose and its effect on quality attributes of 'Formosa' plum (*Prunus salicina* L.), *LWT*, 70 (2016) 213-222.
- [2] M.L. Spagnuolo, F. Marini, L.A. Sarabia, M.C. Ortiz, Migration test of Bisphenol A from polycarbonate cups using excitation-emission fluorescence data with parallel factor analysis, *Talanta*, 167 (2017) 367-378.
- [3] K.M. Dang, R. Yoksan, Morphological characteristics and barrier properties of thermoplastic starch/chitosan blown film, *Carbohydrate Polymers*, 150 (2016) 40-47.
- [4] A. Homez-Jara, L.D. Daza, D.M. Aguirre, J.A. Muñoz, J.F. Solanilla, H.A. Vázquez, Characterization of chitosan edible films obtained with various polymer concentrations and drying temperatures, *International journal of biological macromolecules*, 113 (2018) 1233-1240.
- [5] G. Zuo, X. Song, F. Chen, Z. Shen, Physical and structural characterization of edible bilayer films made with zein and corn-wheat starch, *Journal of the Saudi Society of Agricultural Sciences*, 18 (2019) 324-331.
- [6] S. Selpiana, P. Patricia, C.P. Anggraeni, Pengaruh penambahan kitosan dan gliserol pada pembuatan bioplastik dari ampas tebu dan ampas tahu, *Jurnal Teknik Kimia*, 22 (2016) 18-26.
- [7] B. Admadi, A. Wayan, Studi konsentrasi tapioka dan perbandingan campuran pemlastis pada pembuatan bioplastik, *Penelitian Hibah Grup Riset Agroindustri: Universitas UNDAYANA*, hlm, 2015.
- [8] L. Ren, X. Yan, J. Zhou, J. Tong, X. Su, Influence of chitosan concentration on mechanical and barrier properties of corn starch/chitosan films, *International journal of biological macromolecules*, 105 (2017) 1636-1643.
- [9] B. Weiping, Y. Ren, Improving The Physical And Chemical Functionally of Starch-Derived Films with Biopolymer, *Journal of Applied Polymer Science*, 100 (2005) 2542-2548.
- [10] B. Soni, B. Mahmoud, S. Chang, E.M. El-Giar, Physicochemical, antimicrobial and antioxidant properties of chitosan/TEMPO biocomposite packaging films, *Food packaging and shelf life*, 17 (2018) 73-79.
- [11] C. Bangyekan, D. Aht-Ong, K. Srikulkit, Preparation and properties evaluation of chitosan-coated cassava starch films, *Carbohydrate polymers*, 63 (2006) 61-71.
- [12] X.L. Shen, J.M. Wu, Y. Chen, G. Zhao, Antimicrobial and physical properties of sweet potato starch films incorporated with potassium sorbate or chitosan, *Food Hydrocolloids*, 24 (2010) 285-290.
- [13] M.B. Vázquez, S.K. Flores, C.A. Campos, J. Alvarado, L.N. Gerschenson, Antimicrobial activity and physical properties of chitosan-tapioca starch based edible films and coatings, *Food research international*, 42 (2009) 762-769.
- [14] I. Kelnar, L. Kaprálková, L. Brožová, J. Hromádková, J. Kotek, Effect of chitosan on the behaviour of the wheat B-starch nanocomposite, *Industrial crops and products*, 46 (2013) 186-190.
- [15] K.U. Al Awwaly, A. Manab, E. Wahyuni, Production of Whey Protein Edible Film: The Study of Protein and Glycerol Ratio on Physical and Chemical Properties, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak (JITEK)*, 5 (2010) 45-56.
- [16] G. Supeni, A.A. Cahyaningtyas, A. Fitriana, Karakterisasi sifat fisik dan mekanik penambahan kitosan pada *edible film* karagenan dan tapioka dimodifikasi, *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 37 (2015) 103-110.