

Perbandingan penambahan CMC dan sorbitol dengan penambahan gelatin dan gliserol terhadap *edible film* yang terbuat dari limbah cair tahu

**Hadistya Suryadri\*<sup>1</sup>, Ria Andriani<sup>1</sup>, M. Gaga Aditya D.<sup>1</sup>, Damris M<sup>2</sup>**

<sup>1</sup>Program Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Jambi

<sup>3</sup>Program Studi Pendidikan Kimia, Fakultas Keguruan dan Ilmu Pendidikan, Universitas Jambi

e-mail: \*[hadistya.suryadri@unja.ac.id](mailto:hadistya.suryadri@unja.ac.id)

Diterima: 13 Maret 2020/ Disetujui: 17 April 2020/ Dipublikasi online: 14 Januari 2021

DOI: <https://doi.org/10.22437/chp.v5i2.8872>

## ABSTRAK

Banyaknya industri tahu berskala rumah tangga yang tidak memiliki pengolahan limbah cair mendorong pemanfaatan limbahnya atau bisa disebut whey tahu menjadi bahan baku *edible film*, karena dinilai memiliki bahan dasar pembentuk *edible film* yaitu kandungan proteinnya. Akan tetapi *edible film* berbahan protein saja tidak cukup karena sifatnya yang mudah rapuh dan hancur serta tidak elastis. Oleh karena itu ditambahkan bahan hidrokoloid berupa CMC atau gelatin untuk memperkokoh strukturnya dan ditambahkan pula bahan pemlastis berupa sorbitol atau gliserol sebagai penunjang sifat elastisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh bahan tambahan *edible film* limbah cair tahu berupa CMC-Sorbitol atau Gelatin-Gliserol yang divariasikan dengan rasio konsentrasi 1% : 1%, 1% : 3%, 1% : 5%, 3% : 1%, 3% : 3%, 3% : 5%, 5% : 1%, 5% : 3% dan 5% : 5% (b/V) terhadap karakteristik film yang dihasilkan. Dihasilkan *edible film* dengan karakteristik paling baik sesuai dengan standar yang diterapkan oleh Japan Industrial Standard (JIS) pada CMC-sorbitol rasio 1%:3% dan Gelatin-Gliserol rasio 3%:3%. Penampilan dari *edible film* dengan Gelatin-Gliserol rasio 3%:3% lebih transparan dan halus dibandingkan dengan CMC-Sorbitol rasio 1%:3%, hal ini juga dibuktikan dengan morfologi yang ditunjukkan bahwa film dengan CMC-Sorbitol rasio 1%:3% permukaannya kasar dan lebih banyak retakan, tidak terpadu dan tidak tersusun dengan rapat.

**Kata kunci:** Limbah cair tahu; *edible film*; hidrokoloid; plasticizer.

## ABSTRACT

The large number of small tofu industries do not have waste water treatment which encourage the use of their whey as raw material for *edible films* because of their protein content. However, only using protein as a raw material for *edible films* results in brittle and rigid films. The addition of hydrocolloids such as CMC or gelatin can improve the structure of the film and also the addition of plasticizers such as sorbitol and glycerol can increase the elasticity of the film. Therefore, the aim of this study was to determine the effect of the concentration ratio of CMC-Sorbitol and Gelatin-Glycerol 1% : 1%, 1% : 3%, 1% : 5%, 3% : 1%, 3% : 3%, 3% : 5%, 5% : 1%, 5% : 3% and 5% : 5% (weight/volume) on the physical properties of whey based films. The resulting film has good properties in accordance with the Japan Industrial Standard using a CMC-Sorbitol ratio of 1%:3% and a Gelatin-Glycerol ratio of 3%:3%. Appearance of films with the addition of Gelatin-Glycerol 3%:3% is relatively more transparent and smooth compared to films with the addition of CMC-Sorbitol 1%:3%.

*Micrograph data from the surface of a CMC-Sorbitol 1%:3% film show that the surface is rough, has many cracks and the structure is very irregular.*

*Keywords: tofu whey; edible film; hydrocolloid; plasticizer*

## **PENDAHULUAN**

Proses-proses yang dilakukan oleh industri tahu seperti perendaman dan pencucian kedelai, perebusan, penggumpalan, pengepresan serta pencetakan tahu menghasilkan limbah cair. Limbah ini berwarna putih keruh, kental dan berbau tengik yang disebabkan masih mengandung padatan tersuspensi dan terlarut serta zat organik dalam kadar yang tinggi. Apabila limbah cair dibuang langsung ke lingkungan, limbah akan mengalami perubahan fisika dan kimia yang menghasilkan zat beracun dan menimbulkan pencemaran pada air permukaan serta air tanah (Ratnani, 2012; Faisal *et al.*, 2016; Kasman *et al.*, 2018).

Menurut Herlambang (2002) serta Rahmani dan Handajani (2014), pada saat ini sebagian besar industri tahu merupakan pabrik dengan skala rumah tangga yang tidak memiliki sistem pengolahan limbah cair. Padahal rasio limbah cair yang dihasilkan dengan jumlah tahu yang diproduksi adalah sekitar 32,65; dimana untuk memproduksi 1 kg tahu akan menghasilkan limbah cair sebanyak 32,65 liter. Oleh karena itu, selain diperlukan pengolahan limbah yang terpadu dengan efisiensi dan efektivitas yang baik, upaya lain yang dapat dilakukan adalah mengubah limbah cair industri tahu menjadi sesuatu yang bermanfaat.

Alternatif pemanfaatan yang dapat dilakukan adalah memanfaatkan limbah cair tahu menjadi bahan baku pembuatan *edible film*. *Edible film* adalah lapisan tipis yang menyatu dengan bahan pangan, layak dimakan dan dapat diuraikan oleh mikroorganisme. *Edible film* dapat meningkatkan kualitas makanan dengan berperan sebagai penahan kontak makanan terhadap kelembaban dan gas, mencegah kehilangan aroma makanan dan mencegah perpindahan lemak serta melindungi produk makanan setelah kemasan primernya dibuka (Gounga *et al.*, 2007; Ramos *et al.*, 2012; Hassan *et al.*, 2018).

*Edible film* untuk pengemas makanan dapat dibuat dari limbah cair tahu karena limbah cair tahu masih mengandung bahan-bahan organik seperti protein, lemak dan karbohidrat (Ratnani, 2012; Pamungkas dan Slamet, 2017; Zuwana *et al.*, 2017; Kasman *et al.*, 2018). Terdapat potensi yang baik dalam pembuatan *edible film* yang berasal dari limbah cair tahu karena kandungan proteinnya. Hal

ini diketahui dari komposisi utama pembentuk *edible film* berupa lipid, hidrokoloid (terdiri dari bahan yang bersumber dari protein dan polisakarida) dan komposit (kombinasi antara kelompok bahan tersebut). *Edible film* yang terbuat dari protein memiliki karakteristik yang bagus dalam mencegah reaksi oksidasi, perubahan aroma, dan tahan terhadap migrasi minyak, akan tetapi ketahanan terhadap difusi uap airnya sangat rendah (Gounga *et al.*, 2007; Ramos *et al.*, 2012; Hassan *et al.*, 2018).

Penggunaan selulosa yang merupakan bagian dari kelompok hidrokoloid sebagai bahan baku *edible film* telah banyak diaplikasikan dan diteliti secara luas. Selulosa yang biasa digunakan dalam pembuatan film adalah turunan selulosa berupa hidroksipropil selulosa, hidroksipropil metil selulosa, karboksi metil selulosa dan metil selulosa. Film yang terbuat dari selulosa dan turunannya bersifat cenderung tebal, hambar, lentur, tidak berbau, transparan, tahan terhadap minyak dan lemak, serta memiliki ketahanan yang sedang terhadap difusi uap air dan oksigen. Selulosa juga merupakan larutan hidrokoloid yang dapat digunakan untuk meningkatkan viskositas larutan dan kemampuan pembentukan gel (Gounga *et al.*, 2007; Ramos *et al.*, 2012; Han, 2014; Kapetanakou *et al.*, 2014; Hassan *et al.*, 2018).

Perpaduan antara gelatin dari kaki ayam dan *soy protein isolate* (SPI) dalam pembuatan *edible film* yang diteliti oleh Hasdar *et al.*, (2011) menunjukkan bahwa gelatin mampu meningkatkan konsentrasi asam amino, sehingga menghasilkan *edible film* dengan berat molekul tinggi yaitu berkisar 52 kDa dan 225 kDa. Berat molekul yang tinggi menunjukkan sifat dan kemampuan *edible film* yang baik seperti struktur film yang rapat dan memperkecil laju transmisi uap air. Kemudian berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Bai *et al.*, (2013) menunjukkan *edible film* berbahan gelatin murni menghasilkan kadar analisa bahan kering  $13,8 \pm 0,7\%$  artinya *edible film* tersebut mengandung air yang cukup tinggi yaitu 86,2%, dimana kandungan air ini dapat menyumbang sifat *plasticizernya*. Kadar air juga berpengaruh besar pada saat pengeringan *edible film* sehingga struktur morfologi pada paduan *edible film* dari gelatin dan SPI dengan perbandingan 80:20 menghasilkan morfologi yang retakannya berkurang dan lebih homogen dari perbandingan dengan jumlah SPI yang lebih besar (Hasdar *et al.*, 2011).

Berdasarkan studi diketahui bahwa *edible film* yang berbahan protein-polisakarida saja tidak cukup untuk menghasilkan karakteristik yang baik seperti tidak mudah rapuh, transparan dan elastis. Hal ini dikarenakan ada interaksi

yang luas antara molekul-molekul polimernya. Oleh karena itu ditambahkan bahan *plasticizer* seperti sorbitol ataupun gliserol untuk mendapatkan sifat elastis yang stabil. Selain itu, penggunaan *plasticizer* akan meningkatkan kelarutan protein-polisakarida karena sifat *plasticizer* yang hidrofilik (Gennadios *et al.*, 1997; Gounga *et al.*, 2007; Ramos *et al.*, 2012; Hassan *et al.*, 2018).

Penelitian mengenai pembuatan *edible film* dari limbah cair tahu telah dilakukan oleh Zuwana *et al.*, (2017). Limbah cair tahu ditambahkan hidrokoloid yaitu *carboxy methyl cellulose* (CMC) dan *plasticizer* berupa sorbitol dengan memvariasikan konsentrasi bahan-bahan tersebut sejumlah 1%,3%,5%, 7% dan 9%. Dari hasil penelitian diketahui bahwa *edible film* yang dihasilkan memiliki ketebalan rata-rata antara 0,01-0,05 mm dan kekuatan tarik serta elongasi yang paling baik didapat pada konsentrasi CMC 7% dan sorbitol 5%, sedangkan laju uap air yang paling optimum terdapat pada konsentrasi CMC 3% dan sorbitol 5%. Pada penelitian ini pembuatan *edible film* dibuat dengan metode yang sama seperti pada penelitian Zuwana *et al.*, (2017) dengan sedikit modifikasi. Pengamatan yang pertama dilakukan adalah melihat kemampuan terbentuknya *edible film* dari limbah cair tahu tanpa diberi penambahan bahan apapun. Kemudian dibandingkan karakteristiknya berupa ketebalan, kuat tarik dan elongasi serta wujud dan morfologi permukaan struktur dengan penambahan CMC dan sorbitol ataupun dengan penambahan gelatin dan gliserol.

## **METODOLOGI PENELITIAN**

Limbah cair tahu atau bisa disebut dengan whey tahu yang digunakan pada penelitian ini berupa air sisa proses pencetakan tahu dari industri tahu skala rumah tangga yang bertempat di Desa Sungai Buluh Kabupaten Batanghari, Provinsi Jambi. Metode pembuatan *edible film* mengacu pada metode yang dilakukan oleh Zuwana *et al.*, (2017) dengan modifikasi berupa jumlah konsentrasi bahan tambahan hidrokoloid terhadap *plasticizer* yang digunakan yaitu 0%, 1% : 1%, 1% : 3%, 1% : 5%, 3% : 1%, 3% : 3%, 3% : 5%, 5% : 1%, 5% : 3% dan 5% : 5%. Penelitian diawali dengan mencampurkan 20 ml limbah cair tahu dengan akuades sampai 100 ml (rasio 1:5), kemudian dilakukan pemanasan pada suhu 85°C selama 45 menit. Pada pemanasan di menit ke 30 ditambahkan bahan berupa *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC)-Sorbitol serta Gelatin-Gliserol dengan jumlah konsentrasi seperti disebutkan sebelumnya. Setelah proses pencampuran, larutan *edible film* yang telah dipanaskan kemudian dimasukkan

kedalam kulkas dengan tujuan untuk menghilangkan gelembung gas yang terbentuk selama proses pencampuran.

Selanjutnya, *edible film* dicetak dengan menuangkan 25 ml larutan ke cawan petri. Kemudian dilakukan pengeringan dengan oven pada suhu 55°C selama 12 jam. Setelah kering, *edible film* didinginkan di ruang terbuka sampai mencapai suhu ruangan lalu dilepaskan dari cawan petri. *Edible film* disimpan dalam wadah tertutup dan dilakukan analisis untuk mengetahui sifat fisiknya seperti ketebalan, kekuatan tarik dan elongasi, kemudian sifat-sifat fisik tersebut dibandingkan dengan standar yang diterapkan oleh *Japan Industrial Standard* (JIS). Selanjutnya dilakukan analisa morfologi *edible film* dengan uji *scanning electron microscopy* (SEM).

### **Ketebalan *Edible Film***

Pengukuran ketebalan *edible film* menggunakan mikrometer sekrup dengan ketelitian 0,001 mm yang diukur pada lima sisi film yang berbeda kemudian diambil nilai rata-rata ketebalannya.

### **Kuat Tarik dan Elongasi**

Pengujian *elongasi* dan kekuatan tarik (*tensile strenght*) dilakukan dengan cara memotong sampel dengan ukuran 5x5 cm, kemudian sampel dikaitkan menggunakan penjepit dengan posisi horizontal lalu diberikan beban seberat 1 kg. Elongasi *edible film* diukur berdasarkan panjang akhir saat film putus sedangkan kekuatan tariknya didapat saat tarikan maksimum hingga film putus. Kuat tarik *edible film* dihitung dengan pembagian antara gaya maksimum ketika perobekan film (F) terhadap luas penampangnya (A), rumus perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Kuat tarik} = \frac{F}{A} \quad \text{persamaan (1)}$$

Elongasi dihitung dengan pembagian antara selisih dari penambahan panjang film setelah putus dengan panjang awal film, rumus perhitungannya sebagai berikut:

$$\text{Elongasi (\%)} = \frac{\text{Panjang setelah putus} - \text{Panjang awal}}{\text{Panjang awal}} \times 100\% \quad \text{persamaan (2)}$$

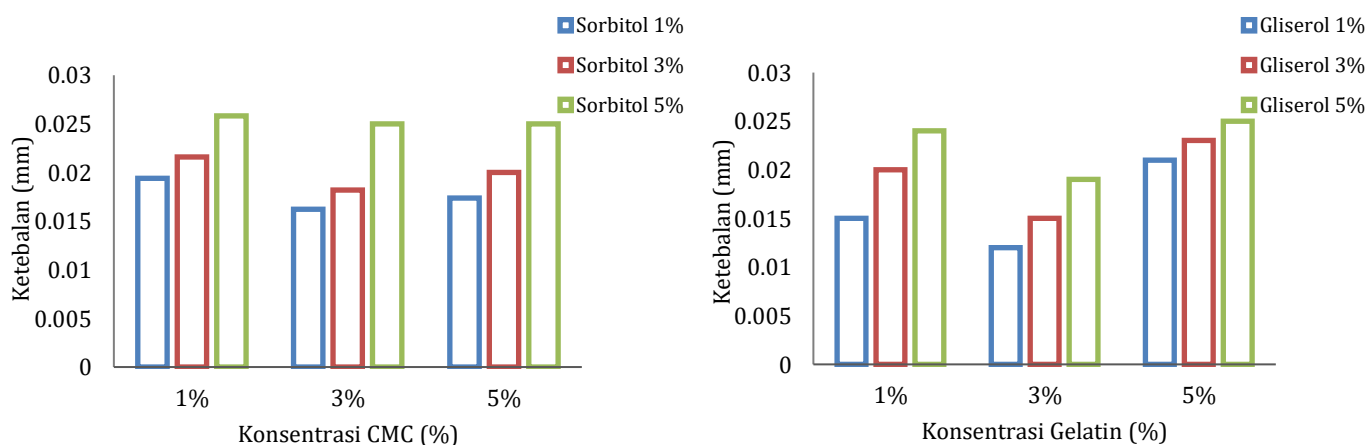
### **Struktur Film Pada *Edible Film***

Struktur film dan morfologi permukaan pada *edible film* dilihat melalui pengujian menggunakan SEM. *Edible film* yang diuji adalah *edible film* pada

variasi konsentrasi zat penambahan tertentu yang mempunyai ketebalan, kekuatan tarik dan elongasi yang telah sesuai dengan kualifikasi oleh JIS.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Percobaan pembuatan *edible film* sebelum dilakukan penambahan hidrokoloid (CMC atau gelatin) dan *plasticizer* (sorbitol atau gliserol) menggunakan limbah cair tahu dengan jumlah 20 ml dan akuades sejumlah 100 ml (rasio 1:5) yang dipanaskan pada suhu 85°C selama 30 menit. Setelah dicetak pada cawan petri dan dilakukan pengeringan di oven dan kemudian pendinginan pada suhu ruangan, film yang terbentuk bersifat rapuh, banyak retakan dan gampang hancur sehingga tidak dapat dilakukan analisa sifat fisik maupun SEM. Selanjutnya dengan jumlah limbah cair tahu dan akuades yang sama dilakukan penambahan hidrokoloid (CMC atau gelatin) dan *plasticizer* (sorbitol atau gliserol) dengan variasi penambahan konsentrasi antara keduanya yaitu 1% : 1%, 1% : 3%, 1% : 5%, 3% : 1%, 3% : 3%, 3% : 5%, 5% : 1%, 5% : 3% dan 5% : 5%. Penambahan hidrokoloid dan *plasticizer* diharapkan mampu memperbaiki sifat fisik *edible film* berbahan dasar limbah cair tahu. Sifat fisik yang dihasilkan dibandingkan dengan standar yang ditetapkan oleh *Japan Industrial Standard*.



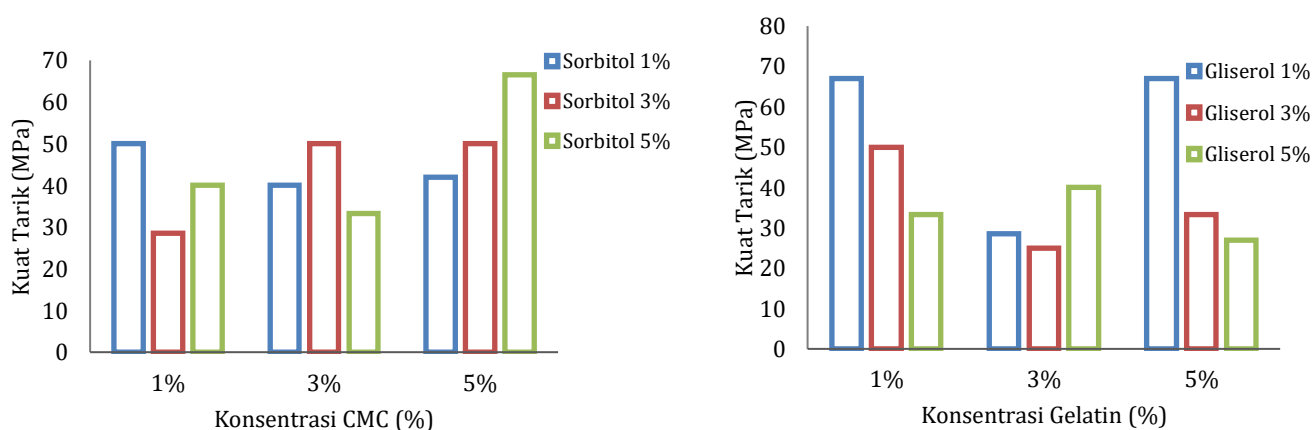
**Gambar 1.** Hubungan pengaruh penambahan konsentrasi hidrokoloid (CMC atau gelatin) dan *plasticizer* (sorbitol atau gliserol) terhadap ketebalan pada *edible film*

### Ketebalan *Edible Film*

*Edible film* berbahan dasar limbah cair tahu tanpa penambahan apapun menghasilkan film yang sulit untuk dilepas dari pencetaknya, ketika film dipegang film rapuh dan hancur. Sehingga sulit untuk menganalisa sifat fisik dari film tersebut. Pada *edible film* dengan penambahan CMC-Sorbitol atau Gelatin-Gliserol memiliki ketebalan yang baik yaitu kurang dari ketebalan maksimum yang



diizinkan oleh *Japan Industrial Standard* yaitu 0,25 mm. Terlihat pada Gambar 1 bahwa pada konsentrasi hidrokoloid (CMC atau gelatin) yang sama, ketebalan meningkat seiring dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* yang digunakan. Hal ini juga ditemukan pada penelitian yang dilakukan oleh Nurindra *et al.*, (2015), Sanyang *et al.*, (2016) serta Rusli *et al.*, (2017). Peningkatan ketebalan ini terjadi karena pengaruh *plasticizer* yang memiliki sifat hidrofilik sehingga mampu meningkatkan kelarutan dan kemampuan penyerapan uap air pada *edible film*. Selain itu, molekul-molekul *plasticizer* berperan dalam merusak dan menyusun kembali jaringan antar molekul polimer yang menimbulkan banyaknya ruang kosong kemudian dengan menempatkan molekul-molekul *plasticizernya* dalam rongga-rongga matriks *edible film* memberikan efek penebalan pada *edible film* (Sudaryati *et al.*, 2010 dalam Rusli *et al.*, 2017 serta Sanyang, *et al.*, 2016).



**Gambar 2.** Hubungan pengaruh penambahan konsentrasi hidrokoloid (CMC atau gelatin) dan *plasticizer* (sorbitol atau gliserol) terhadap kuat tarik pada *edible film*

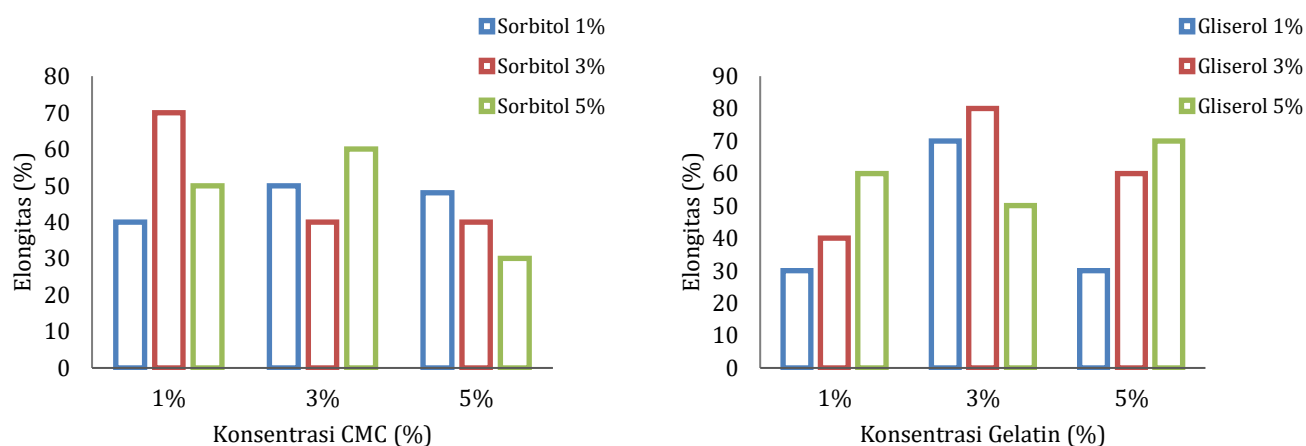
### Kuat Tarik dan Elongasi

Hasil penelitian yang ditampilkan oleh Gambar 2 menunjukkan bahwa terdapat pengaruh yang berbeda pada penggunaan konsentrasi hidrokoloid dan *plasticizer* yang digunakan terhadap nilai kuat tarik yang dihasilkan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Darni *et al.*, (2017) dan Rusli *et al.*, (2017), nilai kuat tarik akan menurun dengan bertambahnya konsentrasi *plasticizer* yang digunakan dalam pembuatan *edible film*. Namun pada penelitian ini, nilai kuat tarik terendah yaitu 28,5 Mpa dihasilkan pada penambahan CMC-Sorbitol 1%:3% sedangkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 66,6 Mpa dihasilkan pada penambahan CMC-Sorbitol 5%:5%. Sementara penggunaan gliserol sebagai *plasticizer* mengikuti fenomena yang ditemukan oleh Darni *et al.*, (2017) dan Rusli *et al.*,

(2017), pada konsentrasi Gliserol:Gelatin 5%:5% nilai kuat tarik yang dihasilkan justru termasuk nilai yang terkecil yaitu 27 Mpa. Diduga penambahan CMC berkaitan dengan kemampuannya menggabungkan ikatan silang rantai-rantai polimer sehingga terbentuk jala yang dapat mengimobilisasikan air dan membentuk struktur kuat dan kaku (Fardiaz, 1989 dalam Herawati, 2018). Sementara gelatin memiliki kemampuan mengikat air yang berfungsi untuk menyumbang sifat *plasticizer* pada *edible film* (Bai *et al.*, 2013). Penggunaan Gelatin-Gliserol sebagai bahan tambahan *edible film* dihasilkan nilai tarik terendah yaitu 25 MPa pada penambahan Gelatin-Gliserol 3%:3% sedangkan kuat tarik tertinggi yaitu 67 MPa pada penambahan gelatin-gliserol 1%:1% dan 5%:1%. Katili *et al.*, (2013) dalam Deanti *et al.*, (2018) menyatakan bahwa *edible film* yang memiliki kuat tarik tinggi dapat digunakan untuk produk yang membutuhkan proteksi tinggi sedangkan *edible film* dengan kuat tarik rendah dapat digunakan untuk produk pangan. Nilai tarik yang dihasilkan pada penelitian ini masih memenuhi kualifikasi yang ditetapkan oleh JIS yaitu kuat tarik minimal untuk *edible film* adalah 3,92 Mpa.

*Plasticizer* berperan dalam mengurangi rasio kristalinitas polimer, dalam hal ini protein pada bahan dasar *edible film*, berubah bentuk menjadi amorf. Sehingga terdapat jarak yang jauh antar molekul dan berikatan lemah sehingga film menjadi lebih elastis dan fleksibel (Han, 2014). Akibat kombinasi antara Gelatin-Gliserol yang keduanya berperan dalam menyumbang sifat *plasticizer* menjadikan elongasinya mencapai nilai tertinggi yaitu 80% pada penambahan Gelatin-Gliserol 3%:3%. Elongasi tertinggi pada penggunaan CMC-Sorbitol didapat pada konsentrasi 1%:3%, hal ini menunjukkan bahwa nilai kuat tarik berkebalikan dengan elongasi yang dihasilkan, hal ini sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Nurindra *et al.*, (2015), Khairunnisa *et al.*, (2018) serta Rusli *et al.*, (2017). Nilai elongasi pada variasi rasio konsentrasi penggunaan hidrokoloid dan *plasticizer* ditampilkan oleh Gambar 3.



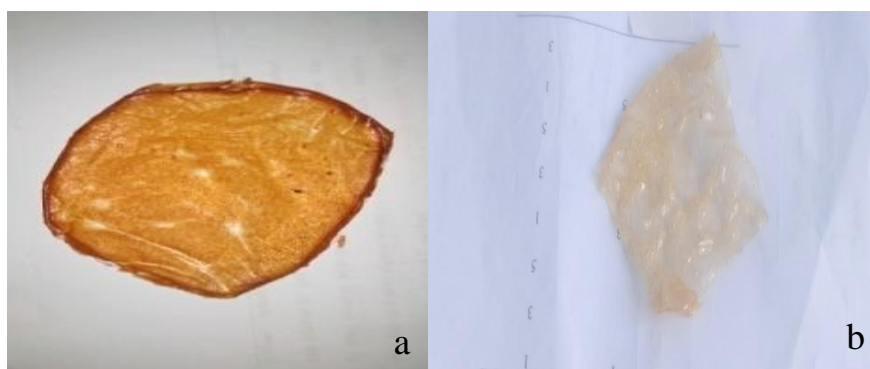


**Gambar 3.** Hubungan pengaruh penambahan konsentrasi hidrokoloid (CMC atau gelatin) dan *plasticizer* (sorbitol atau gliserol) terhadap elongasi pada *edible film*.

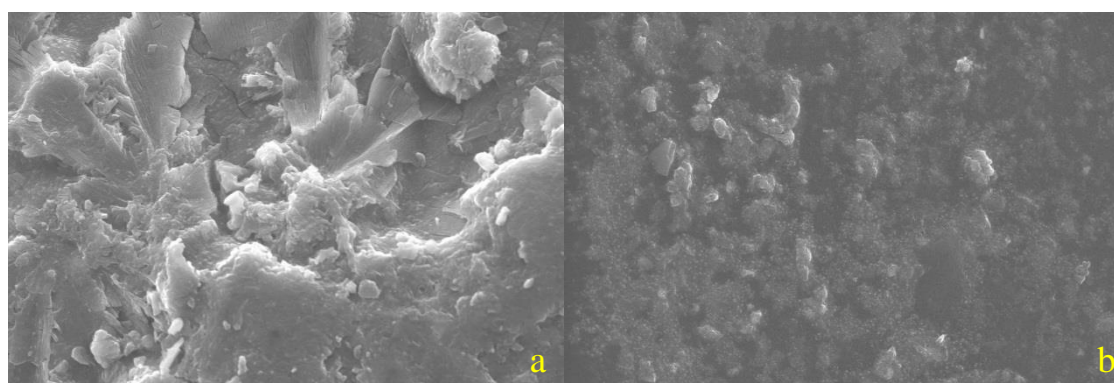
### Penampilan dan Morfologi Film

Berdasarkan ketebalan, kuat tarik dan elongasi yang berpedoman pada *Japan Industrial Standard* maka *edible film* limbah cair tahu yang paling optimum adalah penambahan CMC-Sorbitol 1%:3% dan penambahan Gelatin-Gliserol 3%:3%. Kedua *edible film* ini kemudian dibandingkan penampilannya. *Edible film* limbah cair tahu yang dihasilkan dengan dengan penambahan CMC 1% dan Sorbitol 3% serta penambahan Gelatin 3% dan Gliserol 3% secara umum lebih mudah dilepas dari pencetaknya, dapat dipegang dan lebih kuat (tidak rapuh) jika dibandingkan dengan *edible film* berbahan limbah cair tahu saja. Maka terbukti bahwa penambahan hidrokoloid dan *plasticizer* pada bahan dasar protein mampu memperbaiki kerapuhan dan sifat mudah hancurnya, hal yang sama dibuktikan juga oleh penelitian yang dilakukan Sanyang *et al.*, (2016). Penampilan *edible film* berbasis limbah cair tahu dengan penambahan CMC 1% dan Sorbitol 3% serta penambahan Gelatin 3% dan Gliserol 3% ditunjukkan oleh Gambar 4. Secara kasat mata, *edible film* yang dihasilkan oleh penambahan Gelatin-Gliserol 3%:3% tampak berwarna kuning tipis, lebih halus, jelas dan transparan dibandingkan dengan *edible film* penambahan CMC-Sorbitol 1%:3%. Penampilan *edible film* yang halus dan transparan ini dibutuhkan agar tidak mengurangi nilai estetika makanan dan tidak memberikan perubahan yang besar pada wujud makanan yang dikemas, sehingga semakin halus dan transparan film yang dipakai untuk pengemas akan semakin baik. Penampilan film Gelatin-Gliserol 3%:3% yang lebih baik ini dibuktikan dengan hasil uji analisis SEM pada perbesaran 1000x yang ditunjukkan oleh Gambar 5. Hasil uji menunjukkan perbedaan morfologi permukaan pada *edible film* berbasis limbah cair tahu

dengan penambahan hidrokoloid dan *plasticizer* yang berbeda. Pada *edible film* limbah cair tahu dengan penambahan CMC-Sorbitol 1%:3% menghasilkan permukaan yang kasar dengan banyak retakan yang menunjukkan bahwa jaringan polimer pada struktur tidak seragam dan tersusun dengan rapat. Sedangkan morfologi film dengan penambahan Gelatin-Gliserol 3%:3% permukaannya meskipun tidak mulus, tidak terdapat retakan dan patahan yang menunjukkan bahwa percampuran antara bahan dasar protein dengan hidrokoloid dan *plasticizernya* lebih homogen dan terpadu dengan baik.



**Gambar 4.** *Edible film* limbah cair tahu a) penambahan Sorbitol-CMC 1%:3% b) penambahan Gelatin-Gliserol 3%:3%



**Gambar 5.** Analisis SEM pada *edible film* limbah cair tahu a) penambahan Sorbitol-CMC 1%:3% b) penambahan Gelatin-Gliserol 3%:3%.

## KESIMPULAN

Limbah cair tahu berpotensi untuk dijadikan bahan dasar pembuatan *edible film* karena masih terdapat kandungan protein. Akan tetapi, *edible film* berbahan dasar protein saja tidak cukup untuk menghasilkan film yang kuat dan elastis. Sehingga ditambahkan bahan CMC-Sorbitol dan Gelatin-Gliserol untuk memperbaiki karakteristiknya. Diketahui bahwa sifat fisik film yang memenuhi kualifikasi JIS adalah pada penambahan CMC-Sorbitol 1%:3% dan Gelatin-Gliserol 3%:3%. Penampilan *edible film* limbah cair tahu dengan Gelatin-Gliserol

3%:3% cenderung lebih halus dan transparan dibuktikan dengan morfologi permukaan yang ditunjukkan pada CMC-Sorbitol 1%:3% berpermukaan kasar dengan banyak retakan.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Bai, H., Xu, J., Liao, P., & Liu, X. 2013. Mechanical and water barrier properties of soy protein isolate film incorporated with gelatin. *Journal of Plastic Film & Sheeting*, 29(2), 174-188.
- Darni, Y., Utami, H., Septiana, R., & Fitriana, R. A. 2017. Comparative studies of the edible film based on low pectin methoxyl with glycerol and sorbitol plasticizers. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 6(2), 158-167.
- Deanti, H., Hulu, J., Setyaji, A., Eliyanti, R., Aliya, K., & Dewi, E. N. 2018. *The Quality of Edible Film Made from Nile Tilapia (Oreochromis niloticus) Skin Gelatin with Addition of Different Type Seaweed Hydrocolloid*. Paper presented at the IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.
- Faisal, M., Gani, A., Mulana, F., & Daimon, H. 2016. Treatment and utilization of industrial tofu waste in Indonesia. *Asian Journal of Chemistry*, 28(3), 501.
- Gennadios, A., Hanna, M. A., & Kurth, L. B. 1997. Application of edible coatings on meats, poultry and seafoods: a review. *LWT-Food Science and Technology*, 30(4), 337-350.
- Gounga, M. E., Xu, S.-Y., & Wang, Z. 2007. Whey protein isolate-based edible films as affected by protein concentration, glycerol ratio and pullulan addition in film formation. *Journal of Food Engineering*, 83(4), 521-530.
- Han, J. H. 2014. Edible films and coatings: a review. In *Innovations in food packaging* (pp. 213-255): Elsevier.
- Hasdar, M., Erwanto, Y., & Triatmojo, S. 2011. Karakteristik edible film yang diproduksi dari kombinasi gelatin kulit kaki ayam dan soy protein isolate. *Buletin Peternakan*, 35(3), 188-196.
- Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M., & Akhtar, N. 2018. Recent advances on polysaccharides, lipids and protein based edible films and coatings: A review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095-1107.
- Herawati, H. 2018. Potensi Hidrokoloid Sebagai Bahan Tambahan Pada Produk Pangan dan Nonpangan Bermutu. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian*, 37(1), 17-25.
- Herlambang, A. 2002. *Teknologi Pengolahan Limbah Cair Industri Tahu-Tempe*. Teknologi Pengolahan Limbah Cair. Badan Pengkajian dan Penerapan Teknologi, Jakarta Pusat.
- Kapetanakou, A.E., S.G. Manios, and P.N. Skandamis. 2014. *Application of edible films and coatings on food*. Novel Food Preservation and Microbial Assessment Techniques, p. 237-273.

- Kasman, M., Riyanti, A., Sy, Salmariza., & Ridwan, Muhammad. 2018. Reduksi Pencemar Limbah Cair Industri Tahu dengan Tumbuhan Melati Air (*Echinodorus Palaefolius*) dalam Sistem Kombinasi Constructed Wetland dan Filtrasi. *Jurnal Litbang Industri*. 8(1):39-46.
- Khairunnisa, S., Junianto, J., Zahidah, Z., & Rostini, I. 2018. The Effect of Glycerol Concentration As A Plasticizer on Edible Films Made From Alginate Towards Its Physical Characteristic. *World Scientific News*. 112:130-141.
- Nurindra, Azka Prima., Alamsjah, Moch. Amin., & Sudarno. 2015. Karakterisasi Edible Film dari Pati Propagul Mangrove Lindur (*Bruguiera Gymnorrhiza*) dengan Penambahan Carboxymethyl Cellulose (CMC) sebagai Pemplastis. *Jurnal Ilmiah Perikanan dan Kelautan*. 7(2).
- Pamungkas, A.W. dan Slamet, Agus. 2017. Pengolahan Tipikal Instalasi Pengolahan Air Limbah Industri Tahu di Kota Surabaya. *Jurnal Teknik ITS*, 6(2): p. D123-D128.
- Rahmani, Aulia Fajar dan Marisa Handajani. 2014. Efisiensi Penyisihan Organik Limbah Cair Tahu dengan Aliran Horizontal Subsurface pada Constructed Wetland Menggunakan *Typha Angustifolia*. *Jurnal Teknik Lingkungan*. 20(1):78-87.
- Ramos, Oscar L., Fernandes, João C., Silva, Sara I., Pintado, Manuela E., & Malcata, F. Xavier. 2012. Edible Films and Coatings from Whey Proteins: A Review on Formulation, and on Mechanical and Bioactive Properties. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*. 52(6):533-552.
- Ratnani, R. 2012. Kemampuan kombinasi eceng gondok dan lumpur aktif untuk menurunkan pencemaran pada limbah cair industri tahu. *JURNAL ILMIAH MOMENTUM*. 8(2).
- Rusli, A., S. Metusalach, and M.M. Tahir. 2017. *Karakterisasi edible film karagenan dengan pemplastis gliserol*. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20(2): p. 219-229.
- Sanyang, M.L., Sapuan, S.M., Jawaid, M., Ishak, M.R., & Sahari, J. 2016. Effect of plasticizer type and concentration on physical properties of biodegradable films based on sugar palm (*Arenga pinnata*) starch for food packaging. *Journal of food science and technology*, 53(1): p. 326-336.
- Zuwanna, I. and H. Meilina. 2017. Pengemas Makanan Ramah Lingkungan, Berbasis Limbah Cair Tahu (Whey) Sebagai Edible Film. in *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Unsyiah*.