

## 4. PEMBAHASAN

### 4.1. Pengaruh Kombinasi Protein Koro Benguk dan Karagenan Terhadap Karakteristik Mekanik (Kuat Tarik dan Pemanjangan)

Karakteristik mekanik yang dimaksud adalah kuat tarik dan pemanjangan *edible film*. Kekuatan tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh sebuah *film*. Menurut pendapat dari Lai *et al.*, (1997) yang menyatakan bahwa parameter ini dapat menggambarkan seberapa besar gaya maksimum yang dapat terjadi pada *film* selama pengukuran berlangsung. Hal ini sesuai dengan pendapat dari Krochta dan Mulder-Johnston (2000) yang menyatakan bahwa kuat tarik merupakan nilai hasil pengujian daya tahan atau kekuatan maksimum dari suatu *film* setelah diberikan gaya tarik agar merenggang sampai putus. Kekuatan mekanik yang lain akan diukur selain kuat tarik adalah elongasi (pemanjangan). Pemanjangan adalah perubahan panjang maksimum pada saat terjadi perenggangan hingga sampel *film* terputus. *Edible film* yang diteliti menggunakan lima formulasi yaitu 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, dan 0:1. Hasil penelitian kuat tarik dan pemanjangan (karakteristik mekanik) dapat dilihat pada Tabel 3. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pada masing-masing perlakuan berbeda nyata dengan tingkat signifikansi  $p < 0,05$ . Hal ini dapat terjadi karena adanya penambahan isolat protein pada pembuatan *edible film*. Isolat protein ini akan membuat nilai kuat tarik dari masing-masing *edible film* berbeda-beda.

Berdasarkan Tabel 3 di dalam hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* yang terbuat dari karagenan memiliki karakteristik mekanik yang kurang baik seperti bersifat rapuh, mudah patah, dan tidak lentur. Hal tersebut yang menjadikan *edible film* dari karagenan memiliki suatu kelemahan yang harus diperbaiki. *Edible film* yang terbuat dari protein ini memiliki kekuatan mekanik yang baik seperti memiliki nilai kuat tarik yang tinggi dibandingkan dengan *edible film* karagenan. Namun, *edible film* dari protein ini juga memiliki kelemahan yaitu tidak fleksibel seperti *edible film* karagenan. Kelemahan dan kelebihan dari karagenan dan protein ini apabila dikombinasikan fungsinya akan saling melengkapi dan menghasilkan karakteristik mekanik *edible film* yang maksimal.

Protein adalah senyawa yang hidrofilik, sehingga semakin banyak protein yang ditambahkan maka semakin banyak jumlah air yang akan terikat. Menurut pendapat dari Yoshida *et al* (2005) dalam Santoso *et al* (2013) yang menyatakan bahwa sifat hidrofilik yang dimiliki oleh protein akan mempermudah terjadinya interaksi antara molekul protein dan molekul air dalam pembuatan *edible film*. *Edible film* yang terbuat dari protein ini memiliki ikatan hidrogen yang tinggi sehingga turut bertanggung jawab terhadap tingginya kuat tarik suatu *edible film* (Baldwin *et al.*,2011).

*Edible film* dengan kekuatan renggang putus tertinggi hasil penelitian ini adalah 8,4781 N/mm<sup>2</sup> dapat dilihat pada Gambar 10. Menurut pendapat dari Tanaka *et al* (2001) dalam Handito (2011) yang mengatakan bahwa kekuatan renggang putus yang tinggi pada umumnya sangat penting dikarenakan sifat ini yang akan menentukan ketahanan *edible film* terhadap penekanan seperti transportasi dan penanganan bahan pangan. Kuat tarik *edible film* meningkat dengan semakin meningkatnya konsentrasi protein yang ditambahkan di dalam *edible film*. Apabila jumlah gliserol yang digunakan dalam jumlah yang tetap dan konsentrasi protein yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film* ini semakin besar maka kuat tarik yang dihasilkan akan meningkat. Menurut pendapat dari Rhim *et al* (1999) dalam Handito (2011) yang menyatakan bahwa *film* protein yang menunjukkan bahwa meningkatnya kekuatan renggang putus *film* akan diikuti oleh penurunan presentase pemanjangan *film* (elongasi).

Pemanjangan *edible film* dengan formulasi 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, dan 0:1 yang dapat dilihat pada Tabel 3 menunjukkan hasil berturut-turut adalah 28,61%, 25,90%, 14,97%, 13,32%, dan 12,16%. Hasil pemanjangan yang dihasilkan juga berbeda seiring dengan bertambahnya konsentrasi protein yang ditambahkan di dalam pembuatan *edible film*. Menurut pendapat dari Wittaya (2013) yang menyatakan bahwa penambahan bahan terlarut dan *plasticizer* berpengaruh di dalam rantai polimer *edible film* sehingga persen pemanjangannya akan berubah. Sifat fisik yang baik pada *edible film* ini akan menentukan kemampuan *edible film* dalam melindungi produk makanannya.

Perbedaan banyaknya jumlah gliserol sebagai *plasticizer* yang ditambahkan juga akan mempengaruhi nilai kemuluran *edible film*. Menurut pendapat dari Gaudin *et al.*(1999)

jenis *plasticizer* yang sering digunakan untuk memodifikasi sifat fungsional dan fisik *edible film* adalah gliserol. Nilai kemuluran suatu *edible film* akan berbeda apabila jumlah gliserol yang ditambahkan dalam pembuatan *edible film* ini berbeda. Hal ini dapat terjadi karena konsentrasi padatan terlarut di dalam larutan *film* juga berbeda-beda. Ketebalan suatu *film* yang besar juga dapat terjadi dikarenakan jumlah polimer yang menyusun *film* semakin banyak sehingga dapat mempengaruhi elongasi suatu *film*.

#### **4.2. Pengaruh Kombinasi Protein Koro Benguk dan Karagenan Terhadap Kelarutan**

Uji kelarutan merupakan faktor yang juga penting dalam menentukan biodegradabilitas *film* ketika sudah digunakan sebagai pengemas. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* yang dilarutkan di dalam suhu 100°C memiliki waktu kelarutan lebih cepat daripada *edible film* yang dilarutkan di dalam suhu 75°C. Adanya penambahan konsentrasi protein juga akan mempercepat waktu kelarutan. Faktor yang mempengaruhi waktu kelarutan adalah intensitas pengadukan, suhu temperatur, konsentrasi, ikatan antar molekul suatu bahan dan pH (keasaman atau kebasaan) (Martindale, 1993). Suhu yang tinggi akan menyebabkan merenggangnya jarak antara molekul zat padat *edible film*. Hal ini dapat membuat kelarutan suatu zat akan semakin tinggi apabila suhunya dinaikkan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* yang dilarutkan dalam air bersuhu 100°C memiliki waktu lebih cepat daripada yang dilarutkan di dalam suhu 75°C.

Gliserol adalah senyawa golongan alkohol polihidrat dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul yang mempunyai rumus kimia  $C_3H_8O_3$ . Gliserol ini digunakan sebagai *plasticizer* di dalam penelitian *edible film* ini. Menurut pendapat dari Bertuzzi *et al.*, (2007) yang menyatakan bahwa gliserol ini memiliki sifat yang mudah larut di dalam air, meningkatkan viskositas larutan dan dapat mengikat air. Penyerapan molekul polar seperti air ini dapat meningkat dan dapat meningkatkan fleksibilitas *film*. Gliserol juga memiliki sifat yang hidrofilik sehingga cocok ditambahkan di dalam *edible film* yang bersifat hidrofobik seperti pati, pektin, gel dan protein.

Menurut pendapat dari Bourtoom (2008) *edible film* adalah lapisan tipis yang dapat melapisi suatu bahan pangan yang juga memiliki kelebihan seperti dapat langsung dikonsumsi dan mempunyai fungsi melindungi bahan makanan dari kelembaban, oksigen dan gerakan zat terlarut. *Plasticizer* adalah bahan yang tidak mudah menguap, dapat merubah struktur dimensi objek, menurunkan ikatan rantai antar protein dan dapat mengisi ruang-ruang yang kosong di dalam *edible film* (Banker, 1966 dalam Yoshida dan Atunes, 2003). Penelitian ini membuat *edible film* menggunakan isolat protein koro bengkak dan karagenan dengan menggunakan *plasticizer* nya yaitu gliserol. Gliserol ini tepat digunakan sebagai *plasticizer* dikarenakan gliserol ini merupakan suatu molekul hidrofilik yang relatif kecil dan mudah disisipkan diantara rantai protein dan membentuk ikatan hidrogen sehingga efektif untuk pembuatan *edible film* berbasis protein.

*Edible film* yang dibuat dengan formulai 1:0 memiliki waktu kelarutan yang terlama pada pH 10 dengan waktu 8 menit 6 detik pada suhu 75°C. Hal ini dapat terjadi karena *Eucheuma cottonii* ini mengandung kappa karagenan. Kappa karagenan ini tersusun atas dari  $\alpha$  (1,3) D-galaktosa 4-sulfat dan  $\beta$  (1,4) 3,6 anhidro-D-galaktosa. Menurut pendapat dari Winarno (1990) adanya penambahan alkali mampu menyebabkan terjadinya transesterifikasi gugus 6-sulfat yang menghasilkan 3,6-anhidro-D-galaktosa sehingga kekuatan gel meningkat disebabkan meningkatnya sensitivitas terhadap ion potassium. Hal ini yang membuat *edible film* dari karagenan lebih stabil apabila dilarutkan di dalam pH yang basa yaitu pH 10.

*Edible film* yang terbuat dari formulasi 3:1, dan 1:1 juga memiliki ciri kelarutan yang sama. *Edible film* berbasis protein-karagenan apabila dilarutkan di dalam larutan dengan pH 4 dan pH 10 akan lebih cepat larut dibandingkan dengan *film* yang dilarutkan dalam larutan dengan pH netral yaitu pH 7. Menurut pendapat dari Triyono (2010) yang menyatakan bahwa penggumpalan protein dan endapan yang terbentuk dapat disebabkan oleh terjadinya koagulasi dan denaturasi protein. Denaturasi dan koagulasi protein ini memang sebelumnya terjadi pada saat proses pembuatan *edible film* berbasis karagenan. Formulasi yang berbeda-beda dalam pembuatan *edible film* ditambahkan pada pembuatan *edible film* ini juga dapat mempengaruhi waktu kelarutan.

*Edible film* dengan formulasi 3:1 pada suhu 100°C dengan pH 4 memiliki waktu larut yang tercepat yaitu 1 menit 48 detik. *Edible film* yang berbasis karagenan memiliki waktu kelarutan tercepat yaitu 3 menit 25 detik dalam pH 4 pada suhu 100°C. Hasil ini menunjukkan bahwa penambahan protein akan membuat waktu kelarutan pada sebuah *edible film* semakin cepat daripada *edible film* yang berbasis karagenan saja. Kelarutan protein juga akan meningkat jika diberi perlakuan asam yang berlebih karena ion positif pada asam akan menyebabkan protein yang semula bermuatan netral menjadi bermuatan positif dan kelarutannya akan semakin besar. Pemanasan juga akan membuat protein terdenaturasi sehingga kemampuan mengikat airnya akan menurun. Semakin lama protein bereaksi dengan asam atau basa maka kemungkinan besar ikatan peptida terhidrolisis sehingga struktur primer protein rusak.

Hasil penelitian waktu kelarutan *edible film* dengan formulasi 1:3 dan 0:1 berbeda dengan hasil waktu kelarutan yang lainnya. Kelemahan dari *edible film* ini yaitu tidak dapat larut dengan sempurna meskipun dilarutkan di dalam larutan dengan pH 4, pH 7, dan pH 10. Hal ini sesuai dengan pernyataan dari Triyono (2010) yang menyatakan bahwa proses denaturasi akan mengubah sifat protein menjadi sukar larut di dalam air. Pemanasan dengan suhu 75°C dan 100°C juga tidak mempengaruhi kelarutan dari *edible film* dengan dua formulasi yaitu 1:3 dan 0:1. Menurut pendapat dari Kusumawati dkk (2013) yang menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi komponen penyusun *edible film* maka akan meningkatkan total padatan sehingga akan meningkatkan ketebalan *edible film*. Hal ini yang menyebabkan *edible film* dengan konsentrasi ini tidak dapat larut dengan sempurna. Adanya kelemahan dan kelebihan dari masing-masing bahan seperti karagenan dan protein akan sangat efektif apabila dikombinasikan sehingga didapatkan *edible film* dengan karakteristik mekanik yang optimal.

#### **4.3. Pengaruh Ketebalan *Edible Film* Terhadap Karakteristik Mekanik (Kuat Tarik dan Pemanjangan)**

Karakteristik mekanik penting dilakukan karena dapat menjadi patokan bahwa *edible film* tersebut mampu melindungi bahan atau produk pangan di dalam perjalanan transportasi, distribusi dan penyimpanan. Hasil penelitian yang dilakukan oleh Lai *et*

al (1997) yang menunjukkan bahwa kekuatan tarik adalah gaya maksimum yang dapat ditahan oleh *edible film* hingga *film* tersebut putus. Pembuatan *edible film* menggunakan lima formulasi yaitu 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, dan 0:1. Penambahan isolat protein di dalam pembuatan *edible film* akan mempengaruhi kuat tarik dan pemanjangan. Selain itu, ada beberapa faktor yang lain juga mempengaruhi kekuatan mekanik yaitu ketebalan. Menurut pendapat dari Rachmawati (2009) dalam Rofikah dkk (2014) ketebalan adalah parameter yang juga penting dan berpengaruh di dalam penggunaan *edible film*. Semakin tebal *edible film* maka kuat tarik akan semakin lebih baik dan nilainya semakin meningkat. Total padatan terlarut di dalam *edible film* akan membuat tebal dari *film* semakin meningkat. Peningkatan penambahan isolat protein koro akan membuat gaya interaksi antar matriks molekul semakin meningkat kekuatannya. Hal tersebut yang memang diharapkan sehingga *edible film* menjadi pengemas yang baik.

Adanya penambahan isolat protein koro memang meningkatkan nilai kuat tarik tetapi juga menurunkan nilai elongasi atau pemanjangan dari sebuah *film*. Protein yang ditambahkan akan mempengaruhi kohesi struktural yang ada di dalam *film*. Kohesi struktural akan mempengaruhi nilai kuat tarik karena menentukan kuat atau tidaknya ikatan antar rantai molekul dan rantai polimernya. Protein mengandung unsur hidrogen dan apabila ditambahkan di dalam pembuatan *edible film* maka akan terbentuk ikatan hidrogen yang tinggi dan bertanggung jawab terhadap tingginya kuat tarik. Semakin kokoh *edible film* maka semakin tidak elastis dan memiliki nilai pemanjangan yang rendah. Semakin tidak elastis sebuah *film* maka semakin sulit juga *edible film* itu untuk memanjang dan menghasilkan hasil pemanjangan yang rendah.

#### **4.4. Pengaruh Ketebalan *Edible Film* Terhadap Kelarutan**

Seperti yang sudah dikatakan oleh Rofikah dkk (2014) yang menyatakan bahwa ketebalan memang penting dalam menentukan karakteristik mekanik suatu *film*. Ketebalan juga mempengaruhi nilai kelarutan dan seberapa cepat *edible film* tersebut dapat larut. Rofikah dkk (2014) menyatakan bahwa uji kelarutan merupakan faktor penting dalam menentukan biodegradabilitas ketika *film* tersebut digunakan sebagai pengemas. *Edible film* dibuat menggunakan lima formulasi yaitu 1:0, 3:1, 1:1, 1:3, dan 0:1. Masing-masing formulasi akan menghasilkan waktu kelarutan yang berbeda-beda.

Menurut pendapat dari Coniwanti dkk (2014) yang menyatakan bahwa ketebalan *edible film* juga dipengaruhi dengan adanya volume padatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dengan adanya peningkatan gliserol dan peningkatan VCO akan meningkatkan ketebalan dari *edible film*. Hal ini sesuai dengan hasil penelitian yang dilakukan karena dengan adanya penambahan isolat protein koro akan menambah nilai ketebalan dari suatu *film*. Ketebalan akan semakin meningkat karena jumlah padatan terlarut akan semakin banyak dan *film* yang terbentuk akan semakin tebal.

Ketebalan *edible film* dari kelima formulasi berturut-turut adalah 0,03 mm, 0,35 mm, 0,52 mm, 0,56 mm, dan 0,76 mm. *Edible film* dengan formulasi 1:1 memiliki waktu kelarutan yang paling cepat yaitu 107 detik pada pH 4 dan pada suhu 100°C. *Edible film* dengan formulasi 1:3 dan 0:1 memiliki hasil kelarutan yaitu tidak dapat larut sempurna dan masih ada endapan meskipun dilarutkan di dalam suhu 75°C dan suhu 100°C. Menurut pendapat dari Winarno (1992) dalam Triyono (2010) yang menyatakan bahwa denaturasi adalah perubahan terhadap struktur sekunder, tersier dan kuartener molekul protein, tanpa terjadinya pemecahan ikatan kovalen. Di dalam terjadinya proses denaturasi maka dapat memecah ikatan hidrogen, interaksi hidrogen, ikatan garam dan dapat terbentuk lipatan. Kelarutan protein juga akan meningkat apabila di dalam perlakuannya ditambahkan asam yang berlebih karena ion positif akan menyebabkan protein bermuatan netral dan kelarutannya bertambah. Hal ini juga didukung oleh pendapat dari Poedjadi (1994) dalam Triyono (2010) yang mengatakan bahwa protein akan mengalami denaturasi pada suhu 50°C hingga 80°C.

Protein yang menggumpal adalah salah satu ciri fisik dari protein yang terdenaturasi. Protein yang terdenaturasi akan berkurang kelarutannya. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *edible film* dengan formulasi 1:3 dan 0:1 memiliki hasil kelarutan yang tidak dapat larut dengan sempurna yaitu masih terdapat endapan meskipun dilarutkan pada suhu 75°C dan suhu 100°C. Hal ini dapat terjadi karena protein di dalam pembuatan *edible film* sudah terdenaturasi karena proses pembuatan *edible film* ini harus dipanaskan di dalam suhu 80°C supaya dapat terbentuk suatu *film*. Menurut pendapat dari Winarno (1992) dalam Triyono (2010) yang mengatakan bahwa protein yang terdenaturasi akan membuat lapisan molekul bagian dalam yang bersifat hidrofobik

akan keluar sehingga bagian hidrofilik akan terlipat ke dalam. Pelipatan ini akan membuat protein menjadi tidak larut di dalam air. Tetapi dengan adanya pemanasan ini dapat menghasilkan keuntungan yaitu dapat meningkatkan daya guna protein.

