

## 4. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Bahan Baku

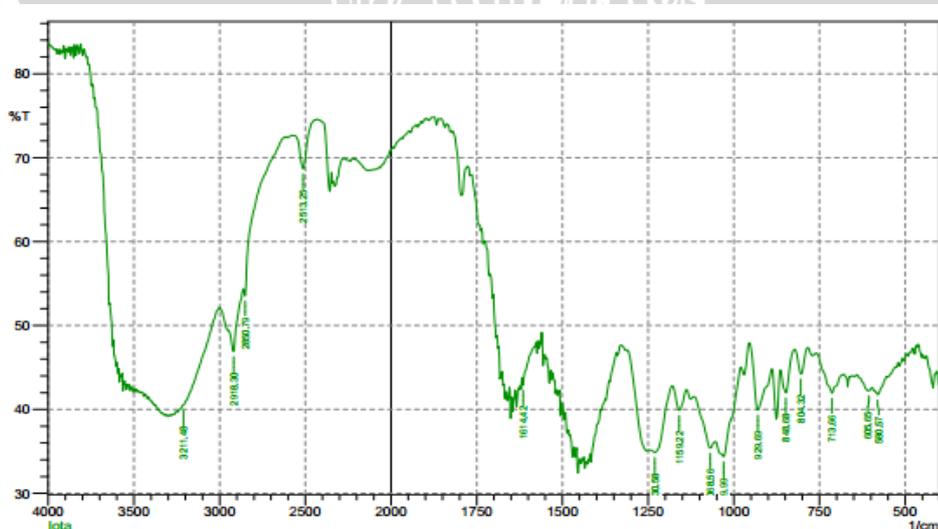
#### 4.1.1 Rumput Laut

Bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini berupa rumput laut yaitu rumput laut jenis *Euचेuma cottonii*, *Euचेuma spinosum* yang berasal dari daerah Maduradan *Gracillaria verrucosa* yang berasal dari Gersik. Umur rumput laut yang digunakan untuk pembuatan karagenan sekitar 40 hari. Untuk pembuatan karagenan yang digunakan adalah rumput laut kering dengan kadar air untuk *Euचेuma cottonii* 20%, *Euचेuma spinosum* 31% dan untuk pembuatan tepung agar-agar yang digunakan adalah rumput laut kering dengan kadar air 15%. Menurut (Widyastuti 2008), selama periode pertumbuhan rumput laut pada 21-45 hari setelah tanam (HST), rumput laut menghasilkan ekstrak karagenan cukup tinggi.

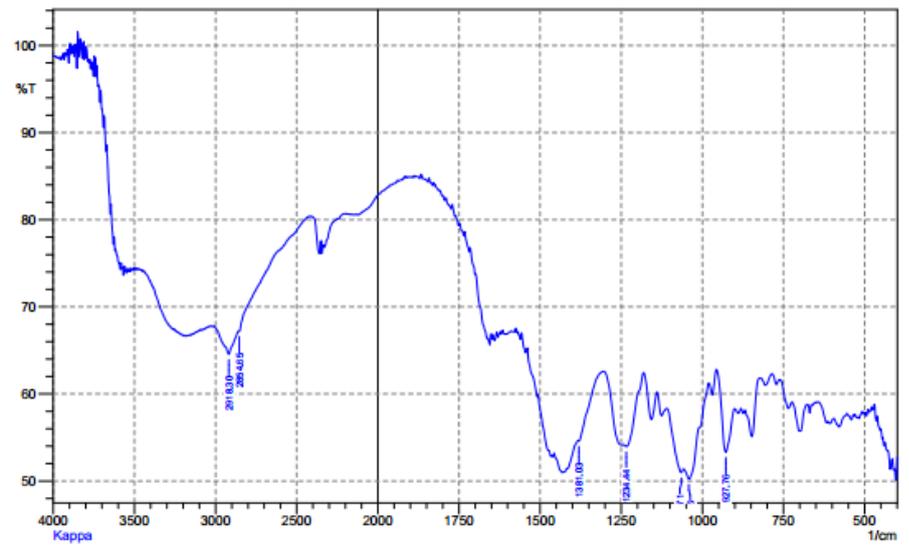
#### 4.1.2 Karagenan

Ekstraksi rumput laut *Euचेuma cottonii* dan *Euचेuma spinosum* menghasilkan kappa karagenan dan iota karagenan. Karagenan yang dihasilkan memiliki persen kadar air yaitu kappa karagenan 4,378% dan iota karagenan 5,242%. Berdasarkan FAO kadar air karagenan tidak boleh lebih dari 12%.

Kedua jenis karagenan tersebut dilakukan uji FTIR untuk melihat gugus yang ada dalam karagenan tersebut. Hasil FTIR kappa karagenan dan iota karagenan dapat dilihat pada Gambar 10. dan Gambar 11.



Gambar 11. Hasil FTIR Iota Karagenan

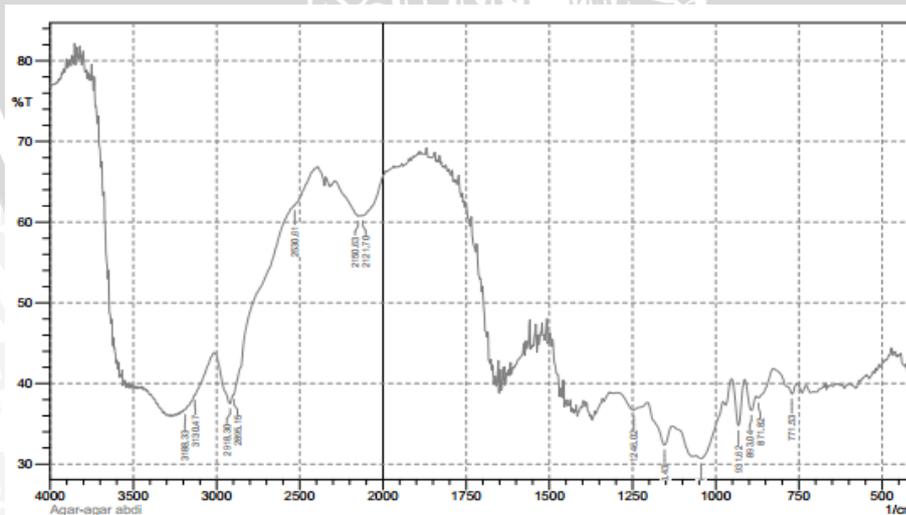


Gambar 12. Hasil FTIR Kappa Karagenan

#### 4.1.3 Tepung Agar

Ekstraksi rumput laut *Gracillaria verrucosa* menghasilkan tepung agar-agar. Tepung agar-agar yang dihasilkan memiliki persen kadar air yaitu 3,468%. Berdasarkan Poncomulyo *et al* (2006), kadar air tepung agar-agar tidak boleh lebih dari 18%.

Tepung agar-agar tersebut dilakukan uji FTIR untuk melihat gugus yang ada dalam tepung agar-agar tersebut. Hasil FTIR tepung agar-agar dapat dilihat pada Gambar 12.

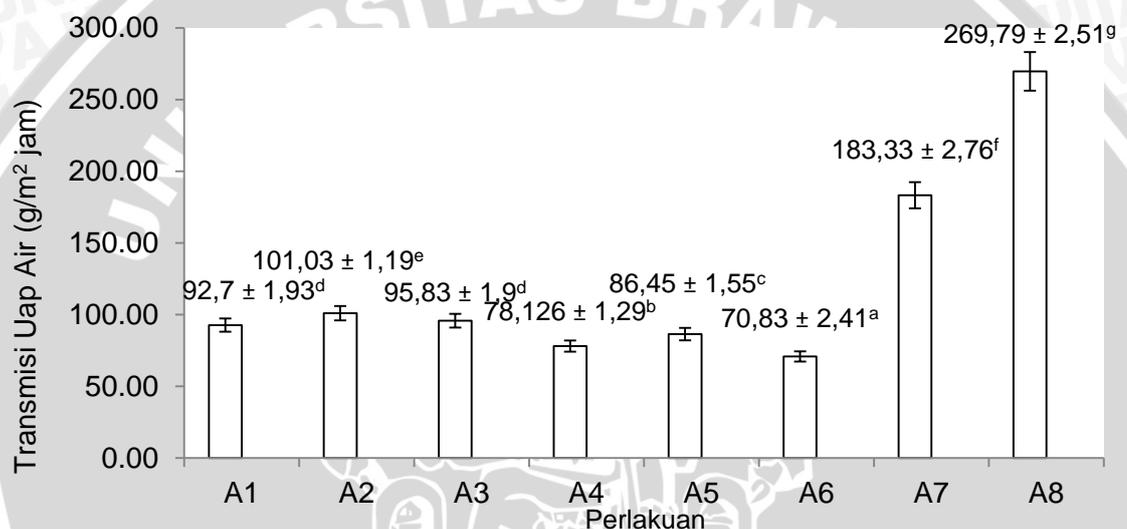


Gambar 13. Hasil FTIR Tepung Agar (*Gracillaria verrucosa*)

## 4.2 Penelitian Pendahuluan

### 4.2.1 Transmisi Uap Air

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *kappa*, *iota* karaginan dan tepung agar yang berbeda terhadap nilai laju transmisi uap air (Lampiran 11) menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil uji transmisi uap air dapat dilihat pada Tabel 13. Pengaruh konsentrasi *kappa*, *iota* dan tepung agar yang berbeda terhadap transmisi uap air dapat dilihat pada Gambar 14.



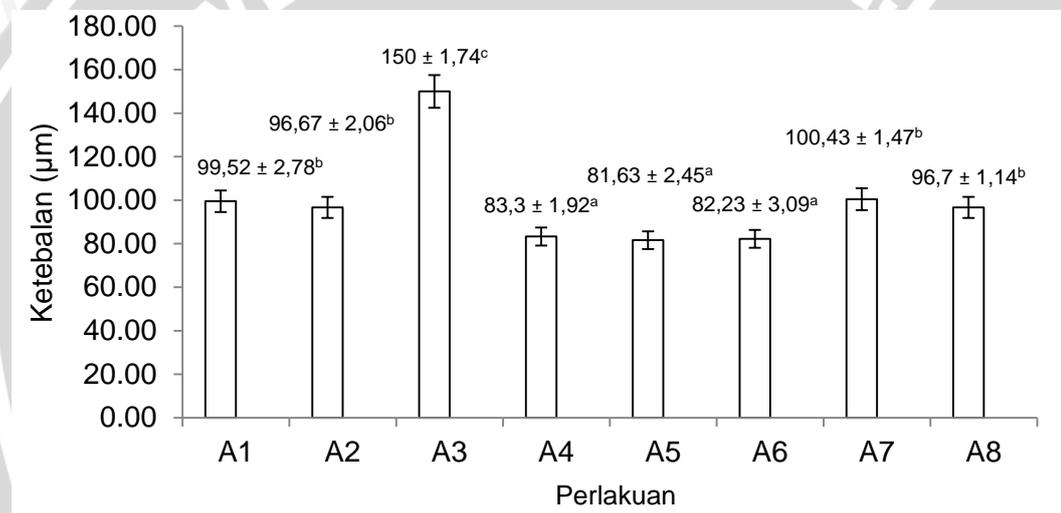
**Gambar 14.** Laju transmisi uap air pada penelitian pendahuluan.

Gambar 14. menunjukkan nilai transmisi uap air tertinggi sebesar 269,79 pada perlakuan A8 dengan konsentrasi *kappa* : *iota* : agar adalah 3 : 0 : 1 (1,5 gram *kappa* : 0 gram *iota* : 0,5 gram agar). Sedangkan nilai transmisi uap air terendah sebesar 70,833 pada perlakuan A6 dengan konsentrasi *kappa* : *iota* : agar (1 gram *kappa* : 0,5 gram *iota* : 0,5 gram agar). Dari Gambar 13. dapat disimpulkan bahwa perbandingan *kappa*, *iota* dan agar dengan konsentrasi yang berbeda dapat berpengaruh terhadap nilai transmisi uap air *edible film mix kappa, iota* karaginan dan agar. Yaitu semakin tinggi konsentrasi *kappa* dan konsentrasi *iota* semakin kecil maka nilai transmisi uap air *edible film* semakin

besar. Sedangkan semakin tinggi konsentrasi *iota* dan konsentrasi *kappa* semakin kecil maka nilai ketebalan *edible film* semakin kecil.

#### 4.2.2 Ketebalan

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *kappa* dan *iota* karaginan yang berbeda terhadap ketebalan *edible film* (Lampiran 9) menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil uji ketebalan pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Tabel 13. Pengaruh konsentrasi *kappa-iota* karaginan dan agar yang berbeda terhadap ketebalan dapat dilihat pada Gambar 15.



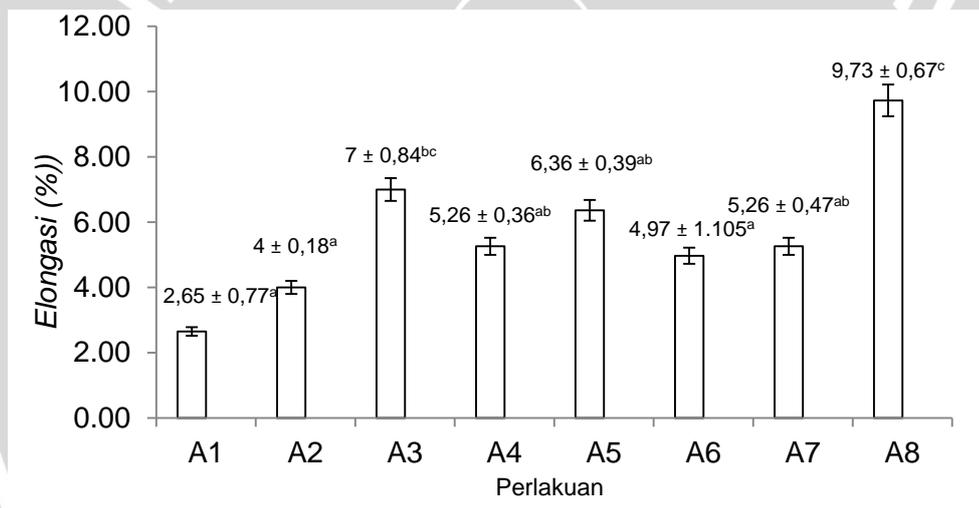
**Gambar 15.** Ketebalan *edible film* penelitian pendahuluan.

Gambar 15. menunjukkan nilai ketebalan tertinggi sebesar 150 µm pada perlakuan A3 dengan konsentrasi *kappa* : *iota* : agar adalah 0 : 3 : 1 (0 gram *kappa* : 1,5 gram *iota* : 0.5 gram agar). Sedangkan nilai ketebalan terendah sebesar 81,63 µm pada perlakuan A5 dengan konsentrasi *kappa*:*iota*:agar (0,5 gram *kappa* : 1 gram *iota* : 0,5 gram agar). Dari Gambar 14. dapat disimpulkan bahwa perbandingan *kappa-iota* karagenan dan agar dengan konsentrasi yang berbeda dapat berpengaruh terhadap ketebalan *edible film mix kappa-iota* karaginan dan agar. Yaitu semakin tinggi konsentrasi *kappa* dan konsentrasi *iota* semakin kecil maka nilai ketebalan *edible film* semakin kecil. Sedangkan semakin

tinggi konsentrasi *iotadan* konsentrasi *kappa* semakin kecil maka nilai ketebalan *edible film* semakin besar.

#### 4.2.3 Elongasi

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *kappa-iotakaraginan* dan agar yang berbeda terhadap *elongasi edible film mix kappa- iota* karaginan dan agar (Lampiran10) menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil uji *elongasi* dapat dilihat pada Tabel 13. Pengaruh konsentrasi *kappa-iota* karaginan dan agar yang berbeda terhadap *elongasi edible film mix kappa-iota* karaginan dan agar dapat dilihat pada Gambar 16.



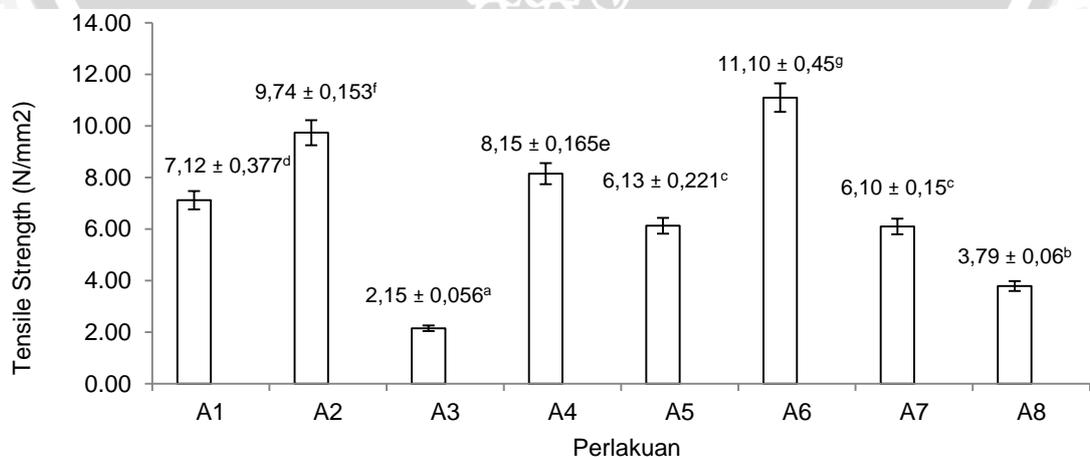
**Gambar16.** *Elongasi edible film* penelitian pendahuluan.

Gambar 16. menunjukkan *elongasi* tertinggi sebesar 9,73 pada perlakuan A8 dengan konsentrasi *kappa*: *iota* : agar (3 gram *kappa*: 0 gram *iota* : 1 gram agar). Sedangkan *elongasi* terendah sebesar 2,65 pada perlakuan A1 dengan konsentrasi *kappa*: *iota* : agar (0 gram *kappa*: 0,5 gram *iota* : 1,5 gram agar). Hal ini dapat disimpulkan bahwa perbandingan bahan *kappa* dan *iota* dengan konsentrasi yang berbeda dapat mempengaruhi *elongasi* atau perpanjangan *edible film mix kappa-iota* karaginan dan agar. Yaitu semakin tinggi konsentrasi *kappa* maka nilai *elongasinya* semakin kecil, sebaliknya semakin tinggi

konsentrasi *iota* maka nilai *elongasinya* semakin besar. Bahan dengan perbandingan 2 : 1 :1 inilah yang dijadikan sebagai acuan untuk penelitian utama. Perlakuan A1 didapatkan hasil paling rendah karena ketebalan *edible film* juga paling rendah. Menurut Handito (2011), ketebalan *edible film* dapat berpengaruh pada nilai *elongasinya*. Selain itu menurut Basmal *et al.* (2003), kappa karaginan dengan adanya ion  $K^+$  cenderung membentuk gel yang kuat namun *iota* karaginan dengan adanya ion  $Ca^+$  membentuk gel yang sangat kuat, sehingga *edible film* dari bahan *iota* saja hasilnya lebih elastis dan nilai perpanjangannya lebih tinggi daripada *edible film* dari bahan kappa saja. Dan menurut Angka dan Suhartono (2000), selain senyawa utama agar mengandung kalsium dan mineral sehingga memiliki daya gelasi (kemampuan membentuk gel), viskositas (kekentalan), *gelling point* (suhu pembentukan gel).

#### 4.2.4 Tensile Strength

Analisis sidik ragam pengaruh konsentrasi *kappa-iota* karaginan dan agar yang berbeda terhadap *tensile strength edible film mix kappa-iota* karaginan dan agar (Lampiran8) menunjukkan hasil yang berbeda sangat nyata. Untuk lebih jelasnya mengenai hasil uji *tensile strength* dapat dilihat pada Tabel 13. Pengaruh konsentrasi *kappa* dan *iota* yang berbeda terhadap *tensile strength edible film* dapat dilihat pada Gambar 17.



**Gambar17.** *Tensile strength edible film* penelitian pendahuluan.

Gambar 17. menunjukkan hasil uji *tensile strength* tertinggi sebesar 11,676 pada perlakuan A6 dengan konsentrasi *kappa*: *iota* : agar (1 gram *kappa*: 0,5 gram *iota* : 0,5 gram agar). Sedangkan *tensile strength* terendah sebesar A3 dengan konsentrasi *kappa*: *iota* : agar (0 gram *kappa*: 1,5 gram *iota* : 0,5 gram agar). Pada perlakuan A9 tidak dimasukkan ke dalam analisis data kerana memiliki fisik yang tidak bagus dan kering sehingga tidak digunakan dalam analisis data. Hasil ini menunjukkan bahwa perbandingan *kappa*-*iota* karagenan dan agar dengan konsentrasi yang berbeda berpengaruh terhadap *tensile strength edible film mix kappa iota* karagenan dan agar. Yaitu semakin tinggi konsentrasi *kappa* nilai *tensile strength* semakin besar dan sebaliknya semakin rendah konsentrasi *kappa* nilai *tensile strength* semakin kecil. Sedangkan untuk konsentrasi *iota* berbanding terbalik yaitu semakin tinggi konsentrasi *iota* nilai *tensile strength* semakin kecil sedangkan semakin rendah konsentrasi *iota* nilai *tensile strength* semakin besar. Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Handito (2011), ketebalan *edible film* dapat berpengaruh pada nilai *tensile strength edible film*. Semakin tebal *edible film* akan menurunkan nilai *tensile strength* atau kekuatan tariknya.

**Tabel 13.** Hasil Penelitian Pendahuluan

Perlakuan	Transmisi Uap Air (g/m <sup>2</sup> jam) (Rerata ±SD)	Ketebalan (µm) (Rerata ±SD)	Elongasi (%) (Rerata ±SD)	Tensile Strength (N/mm <sup>2</sup> ) (Rerata ±SD)
A1	(92,7± 1,93) <sup>d</sup>	(99,52± 2,78) <sup>b</sup>	(2,65 ±0,77) <sup>a</sup>	(7,12 ±0,377) <sup>d</sup>
A2	(101,03±1,19) <sup>e</sup>	(96,67 ±2,06) <sup>b</sup>	(4± 0,18) <sup>a</sup>	(9,74 ±0,153) <sup>f</sup>
A3	(95,83 ±1,9) <sup>d</sup>	(150 ±1,74) <sup>c</sup>	(7± 0,84) <sup>bc</sup>	(2,15 ±0,056) <sup>a</sup>
A4	(78,126±1,29) <sup>b</sup>	(83,3 ±1,92) <sup>a</sup>	(5,26 ±0,36) <sup>ab</sup>	(8,15 ±0,165) <sup>e</sup>
A5	(86,45 ±1,55) <sup>c</sup>	(81,63 ±2,45) <sup>a</sup>	(6,36 ±0,39) <sup>ab</sup>	(6,13 ± 0,221) <sup>c</sup>
A6	(70,83 ±2,41) <sup>a</sup>	(82,23 ±3,09) <sup>a</sup>	(4,97 ±1.105) <sup>a</sup>	(11,10 ±0,45) <sup>g</sup>
A7	(183,33 ±2,76) <sup>f</sup>	(100,43 ±1,47) <sup>b</sup>	(5,26 ±0,47) <sup>ab</sup>	(6,10 ±0,15) <sup>c</sup>
A8	(269,79 ±2,51) <sup>g</sup>	(96,7 ± 1,14) <sup>b</sup>	(9,73 ±0,67) <sup>c</sup>	(3,79 ±0,06) <sup>b</sup>

Dari Tabel 13 dapat diketahui bahwa perlakuan A6 dengan konsentrasi *kappa* : *iota*: agar yaitu 2 : 1 : 1 (1 gram *kappa*: 0,5 gram *iota* : 0,5 gram agar)

digunakan sebagai acuan untuk penelitian utama. Dari analisis ragam (ANOVA), dengan menggunakan derajat kesalahan 0,05% dan derajat kepercayaan 95% didapatkan bahwa ada pengaruh nyata dari setiap perbandingan konsentrasi karaginan dan agar. Oleh karena itu perlu dilakukan uji lanjut BNT pada setiap uji yang memberikan pengaruh beda nyata. Pengaruh nyata dari perbandingan konsentrasi ditunjukkan dengan adanya notasi yang berbeda dari 8 perbandingan konsentrasi karaginan dan agar yang digunakan. Hasil analisis keragaman (ANOVA) dan uji lanjut BNT pada penelitian pendahuluan dapat dilihat pada Lampiran 8 sampai 11.

#### 4.3 Penelitian Utama

Penelitian utama bertujuan untuk membandingkan dua jenis plasticizer (Gliserol dan Sorbitol) dalam pembuatan edible film dengan karakteristik terbaik. Berdasarkan hasil ANOVA dan uji lanjut Duncan dengan menggunakan aplikasi SPSS 16.0. Hasil setiap uji karakteristik edible film dapat dilihat pada Tabel 14.

**Tabel 14.** Hasil Penelitian Utama

Perlakuan	Transmisi			Tensile	
	Uap Air (g/m <sup>2</sup> jam) (Rerata ±SD)	Ketebalan (µm) (Rerata ±SD)	Kadar Air(%) (Rerata ±SD)	Elongasi (%) (Rerata ±SD)	Strength (N/mm <sup>2</sup> ) (Rerata ±SD)
A1B1	(45,92±8,92) <sup>a</sup>	(127,25± 23,47) <sup>a</sup>	(0,96±0,0119) <sup>c</sup>	(8,96±1,87) <sup>a</sup>	(12,78±1,6) <sup>c</sup>
A1B2	(53,77±3,21) <sup>a</sup>	(154,5±21,49) <sup>b</sup>	(0,957±0,009) <sup>a</sup>	(14,66±5,06) <sup>b</sup>	(7,18±1,66) <sup>b</sup>
A1B3	(63±10,36) <sup>a</sup>	(162,5±17,82) <sup>c</sup>	(0,962±0,01) <sup>b</sup>	(16,22±1,6) <sup>c</sup>	(6,21±0,33) <sup>a</sup>
A2B1	(65,15±5,27) <sup>a</sup>	(120±10,29) <sup>a</sup>	(0,952±0,0089) <sup>a</sup>	(8,46±1,43) <sup>a</sup>	(10,09±2,92) <sup>c</sup>
A2B2	(96,75±5,36) <sup>b</sup>	(135,25±8,46) <sup>b</sup>	(0,964±0,0129) <sup>c</sup>	(10,64±2,21) <sup>b</sup>	(7,81±3,02) <sup>b</sup>
A2B3	(108,06±5) <sup>bc</sup>	(157,5±9,57) <sup>b</sup>	(0,962±0,007) <sup>b</sup>	(15,16±1,71) <sup>c</sup>	(6,05±1,2) <sup>a</sup>

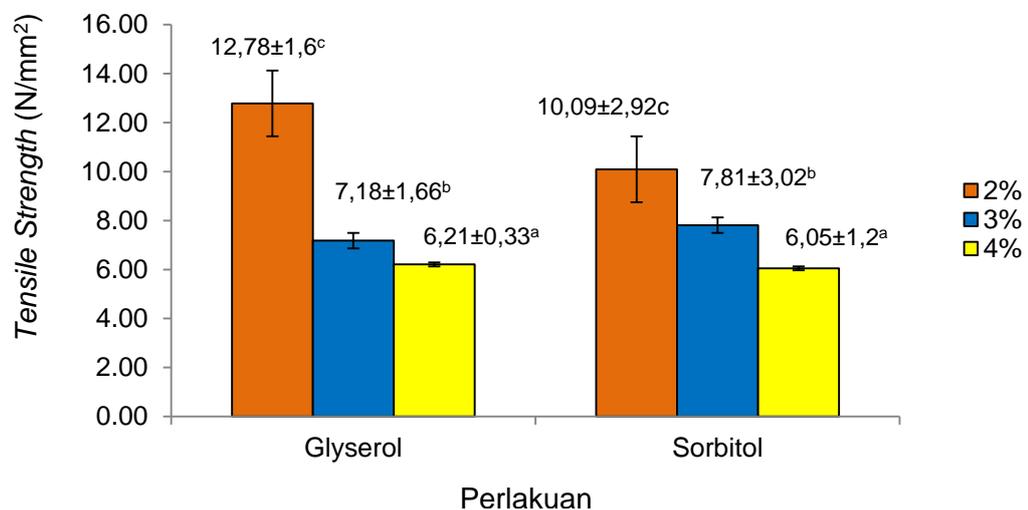
Dari tabel diatas dapat dilihat bahwa hasil uji transmisi uap air terbaik pada perlakuan A1B2 yaitu 53,77 gram/m<sup>2</sup>.24jam. Hasil uji ketebalan terbaik pada perlakuan A2B1 yaitu 120 µm. Hasil uji kadar air terbaik pada perlakuan A2B1 yaitu 0,952%.. Hasil uji perpanjangan terbaik pada perlakuan A1B3

yaitu 15,16%. Hasil uji tensile strength terbaik pada perlakuan A1B1 yaitu 108,06 N/mm<sup>2</sup>. Hasil analisis keragaman (ANOVA) dan uji lanjut Duncan pada penelitian utama dapat dilihat pada Lampiran 12 sampai 16.

#### 4.4 Sifat Fisik dan Kimia Edible Film

##### 4.4.1 Tensile Strength

Analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film berbahan mix kappa-iota karagenan dan tepung agar terhadap tensile strength menunjukkan penggunaan dua jenis plasticizer yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap transmisi uap air edible film. Konsentrasi plasticizer juga memberikan pengaruh nyata pada perlakuan ( $p < 0.05$ ). Pengaruh perbandingan penggunaan konsentrasi plasticizer terhadap karakteristik edible film dapat dilihat pada Gambar 18.



**Gambar 18.** Grafik hubungan jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap tensile strength

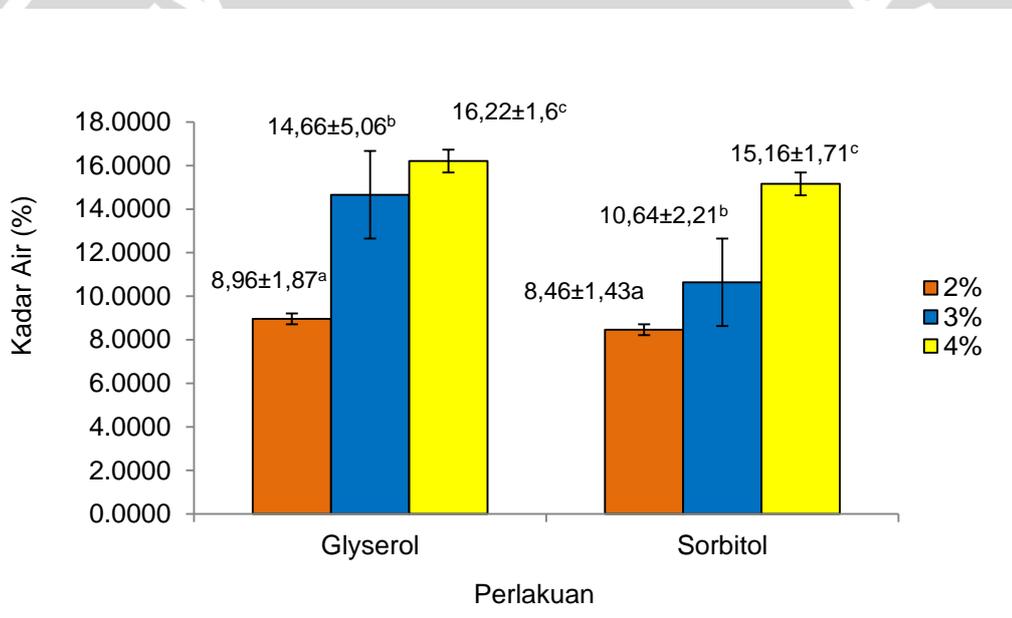
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa edible film dengan tensile strength terbaik dari perlakuan gliserol 2 ml. Hasil percobaan menunjukkan bahwa untuk

jenis plasticizer berupa gliserol menghasilkan kuat tarik yang lebih besar dibandingkan sorbitol. Berdasarkan pada Gambar 9 struktur gliserol dan Gambar 10 struktur sorbitol, perbedaan gugus pada plasticizer tersebut membuat jenis plasticizer gliserol sebagai perlakuan terbaik. Hal ini disebabkan gugus pada gliserol  $C_3H_8O_3$  mengurangi ikatan hidrogen yang menyebabkan melemahnya gaya tarik intermolekul rantai polimer yang berdekatan lebih rendah daripada sorbitol yang mengurangi ikatan hidrogen yang lebih banyak. Sehingga gaya tarik intermolekul pada jenis plasticizer gliserol memiliki hasil uji tensile strength yang lebih baik dari sorbitol. Semakin tinggi konsentrasi plasticizer yang diberikan maka semakin menurun nilai tensile strength. Hal tersebut disebabkan karena plasticizer jenis polyol akan memecah ikatan intra molekul film sehingga kekuatan film akan menurun. Menurut Widyaningsih *et al.* (2012), plasticizer dapat mengurangi ikatan hidrogen internal molekul dan menyebabkan melemahnya gaya tarik intermolekul rantai polimer yang berdekatan sehingga mengurangi daya regang putus.

Penambahan plasticizer lebih dari jumlah tertentu akan menghasilkan film dengan kuat tarik yang lebih rendah (Edible film dengan kekuatan tarik tinggi, akan mampu melindungi produk yang dikemasnya dari gangguan mekanis dengan baik (Suryaningrum *et al.*, 2005). Menurut Akiliet *al.* (2012), standar yang harus dimiliki oleh edible film agar dapat mengemas bahan pangan dengan baik di antaranya memiliki besaran kuat tarik (tensile strength) antara 10 hingga 100 Mpa. Secara keseluruhan dari uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak pemberian plasticizer nilai tensile strength semakin menurun. Sebaliknya, semakin banyak pemberian plasticizer maka nilai elongation semakin meningkat. Gliserol memiliki nilai tensile strength lebih dari gliserol dan polietilen glikol.

#### 4.4.2 Elongasi

Analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film berbahan mix kappa-iota karagenan dan tepung agar terhadap perpanjangan menunjukkan penggunaan dua jenis plasticizer yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap transmisi uap air edible film. Konsentrasi plasticizer juga memberikan pengaruh nyata, dan ada interaksi nyata pada kedua perlakuan ( $p < 0.05$ ). Pengaruh perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film dapat dilihat pada Gambar 19.



**Gambar 19.** Grafik hubungan jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap *elongasi*

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa edible film dengan *elongasi* terbaik dari perlakuan gliserol 4 ml. Hasil pengukuran persen perpanjangan edible film dengan kombinasi perlakuan jenis dan volume plasticizer yaitu 8,46 – 16,22%. Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi plasticizer yang diberikan maka nilai perpanjangan semakin meningkat. Berdasarkan pada Gambar 9 struktur gliserol dan Gambar 10 struktur sorbitol, perbedaan gugus

pada plasticizer tersebut membuat jenis plasticizer gliserol sebagai perlakuan terbaik. Hal ini disebabkan gugus pada gliserol  $C_3H_8O_3$  mengurangi ikatan hidrogen yang menyebabkan meningkatnya nilai *elongasi* dan karena bahan *mix* pembuatan film yang bersifat hidrofilik sehingga jenis plasticizer jenis gliserol sangat baik pada hasil uji *elongasi* jika dibandingkan dengan sorbitol.

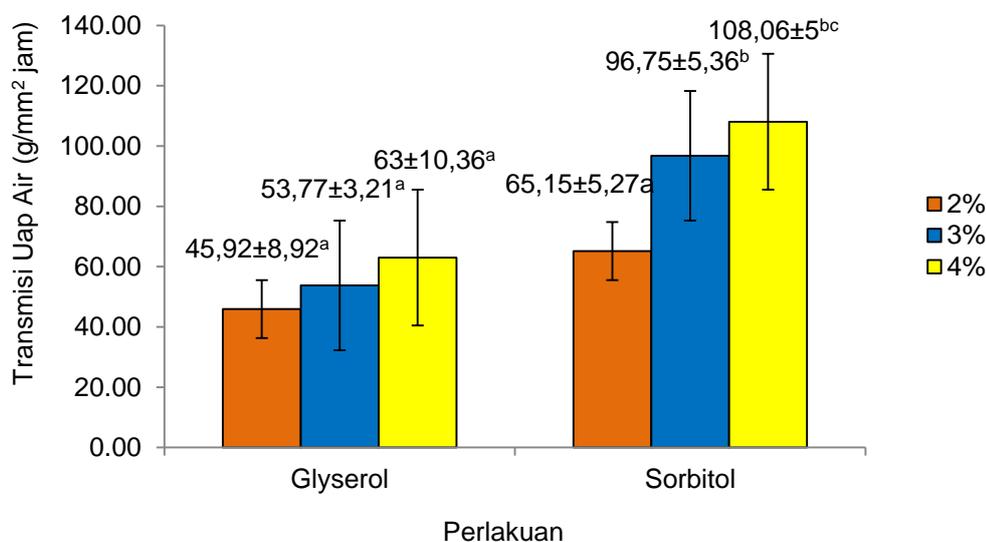
Panjang putus (*elongation at break*) atau proses pemanjangan merupakan perubahan panjang maksimum pada saat film terputus. Pada umumnya adanya penambahan plasticizer dalam jumlah besar akan menghasilkan nilai persen pemanjangan suatu film semakin lebih besar. Penambahan plasticizer mampu mengurangi kerapuhan dan meningkatkan fleksibilitas film polimer dengan cara mengganggu ikatan hidrogen antara molekul polimer yang berdekatan sehingga kekuatan tarik-menarik intermolekul rantai polimer menjadi berkurang (Widyaningsih *et al.*, 2012). Persen pemanjangan saat putus merupakan perubahan panjang maksimum film sebelum terputus (Anita *et al.*, 2013).

Standar yang harus dimiliki oleh edible film agar dapat mengemas bahan pangan dengan baik di antaranya memiliki persen perpanjangan antara 10 – 50% (Akili *et al.*, 2012). Sifat perpanjangan atau *elongasi* ini dipengaruhi oleh jenis bahan penyusun edible film serta jenis plasticizer yang ditambahkan. Secara keseluruhan dari uraian diatas, dapat disimpulkan bahwa semakin banyak pemberian plasticizer nilai tensile strength semakin menurun. Sebaliknya, semakin banyak pemberian plasticizer maka nilai *elongation* semakin meningkat.

#### 4.4.3 Transmisi Uap Air

Analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film berbahan *mix kappa-iota karagenan* dan tepung agar terhadap transmisi uap air menunjukkan penggunaan dua jenis

plasticizer yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap transmisi uap air edible film. Konsentrasi plasticizer juga memberikan pengaruh nyata, dan tidak ada interaksi nyata pada kedua perlakuan ( $p < 0.05$ ). Pengaruh perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film dapat dilihat pada Gambar 20.



**Gambar 20.** Grafik hubungan jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap transmisi uap air

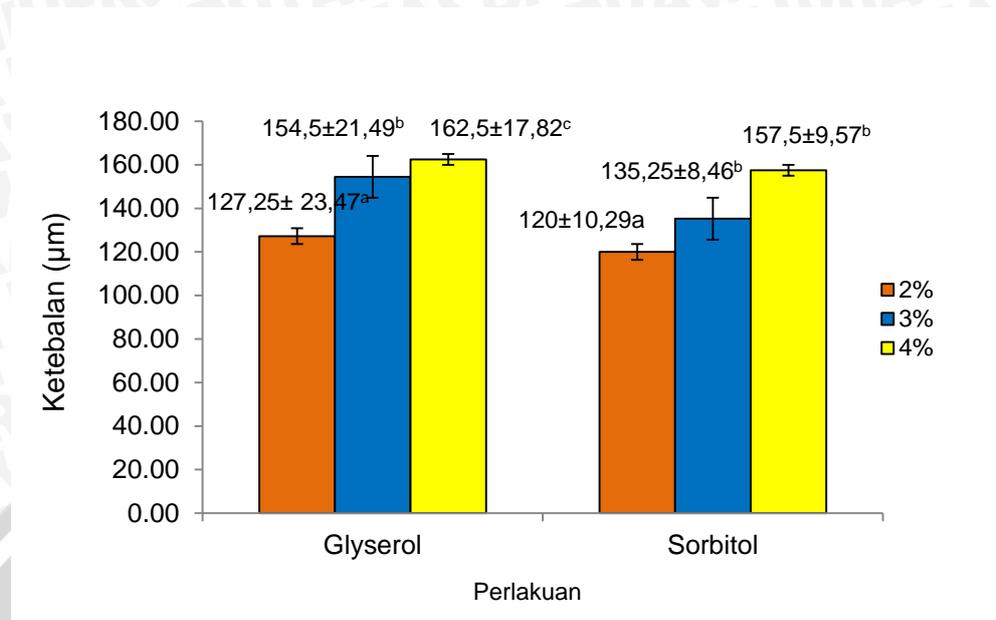
Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa ediblefilm dengan transmisi uap air terbaik dari perlakuan gliserol 2 ml. Hasil transmisi uap air dengan kombinasi perlakuan jenis dan volume plasticizer yaitu 45,92 – 108,06 gram/m<sup>2</sup>.24jam. Dari grafik dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi plasticizer yang diberikan, maka nilai transmisi uap air semakin meningkat. Semakin tinggi konsentrasi plasticizer yang digunakan, maka nilai laju transmisi uap air edible film yang dihasilkan juga semakin tinggi. Berdasarkan pada Gambar 9 struktur gliserol dan Gambar 10 struktur sorbitol, perbedaan gugus pada plasticizer tersebut membuat jenis plasticizer gliserol sebagai perlakuan terbaik. Hal ini disebabkan gugus pada gliserol C<sub>3</sub>H<sub>8</sub>O<sub>3</sub> yang memiliki sifat hidrofilik dan bahan

*mix* pembuatan edible film yang bersifat hidrofilik sehingga hasil transmisi uap air pada jenis plasticizer gliserol memiliki hasil uji transmisi uap air yang lebih baik dari sorbitol. Menurut Tamaela dan Lewerissa (2008), jumlah komponen bersifat hidrofilik dalam jaringan atau matrik film juga tinggi sehingga bagian hidrofilik film tersebut menambahkan bagian atau daerah pada edible film yang dapat menurunkan transfer uap air.

Transmisi uap air didefinisikan laju konstan dimana uap air merembes melalui edible film pada suhu dan kelembaban relatif (Budyanto & Kusnadi 2013). Edible film yang mempunyai nilai laju transmisi uap air yang rendah cocok digunakan mengemas produk yang memiliki kelembapan yang tinggi.

#### 4.4.4 Ketebalan

Analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film berbahan *mix* kappa-iota karagenan dan tepung agar terhadap ketebalan menunjukkan penggunaan dua jenis plasticizer yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap ketebalan edible film. Konsentrasi plasticizer juga memberikan pengaruh nyata, dan tidak ada interaksi nyata pada kedua perlakuan ( $p < 0.05$ ). Pengaruh perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film dapat dilihat pada Gambar 21.



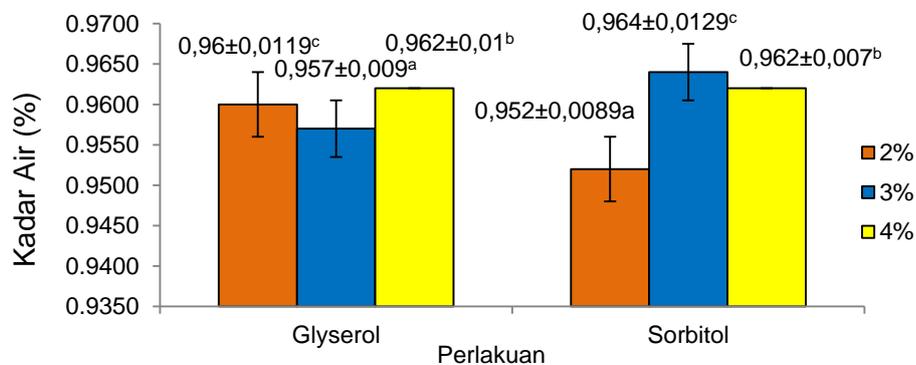
**Gambar 21.** Grafik hubungan jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap ketebalan

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa edible film dengan ketebalan terbaik dari perlakuan gliserol 4 ml. Berdasarkan pada Gambar 9 struktur gliserol dan Gambar 10 struktur sorbitol, perbedaan gugus pada plasticizer tersebut membuat jenis plasticizer gliserol sebagai perlakuan terbaik. Hal ini disebabkan gugus pada gliserol  $C_3H_8O_3$  yang memiliki sifat hidrofilik dan bahan *mix* pembuatan edible film yang bersifat hidrofilik sehingga jenis plasticizer gliserol dapat mengurangi ikatan hidrogen, menarik rantai polimer yang berdekatan sehingga menghasilkan ketebalan yang baik. Sehingga ketebalan pada jenis plasticizer gliserol memiliki hasil uji ketebalan yang lebih baik dari sorbitol. Semakin tinggi konsentrasi plasticizer yang ditambahkan, maka ketebalan akan semakin tinggi karena jumlah padatan pada larutan film tersebut bertambah. Menurut Tamaela & Lewerissa (2008), semakin tinggi konsentrasi plasticizer yang digunakan maka ketebalan edible film yang dihasilkan juga semakin tinggi (tebal). Dengan meningkatnya konsentrasi plasticizer akan meningkatkan jumlah total padatan dari karagenan, sehingga sedimen yang mengendap

sebagai pembentuk film semakin tebal. Ketebalan adalah salah satu parameter penting yang berpengaruh terhadap kualitas edible film. Ketebalan berkaitan dengan kemampuan edible film untuk melindungi produk pangan (Budyanto & Kusnadi 2013). Menurut Pascal & Lin (2012), ketebalan edible film biasanya diantara 50 sampai 250  $\mu\text{m}$  dapat digunakan untuk membungkus produk atau membuat kantong tas.

#### 4.4.5 Kadar Air

Analisis sidik ragam perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film berbahan mix kappa-iota karagenan dan tepung agarterhadap kadar air menunjukkan penggunaan dua jenis plasticizer yang berbeda memberikan pengaruh nyata terhadap kadar air edible film. Pengaruh perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film dapat dilihat pada Gambar 22.



**Gambar 22.** Grafik hubungan jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap kadar air

Dari grafik diatas dapat dilihat bahwa edible film dengan kadar air terbaik dari perlakuan sorbitol 2 ml. Nilai kadar air pada penelitian ini terlihat tidak stabil, hal tersebut mungkin dikarenakan adanya gelembung gas ataupun lubang pada edible film yang diakibatkan saat proses pembuatan kurang homogen. Dapat dilihat bahwa semakin tinggi konsentrasi plasticizer dapat meningkatkan

persentase kadar air edible film. Kadar air akan berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan aktivitas antimikroba pada edible film.

Perbedaan tingginya kadar air dalam penelitian ini dapat disebabkan oleh beberapa faktor. Baik metode maupun waktu pengeringan berpengaruh secara signifikan terhadap jumlah kadar air yang dikeringkan. Menurut Setiani *et al.* (2013), faktor lain yang mempengaruhi yaitu kelembapan udara sekitar yang berkaitan dengan tempat penyimpanan bahan, sifat, dan jenis bahan maupun perlakuan yang telah dialami oleh bahan tersebut. Ditambahkan oleh Bourtoom (2008), peningkatan konsentrasi plasticizer meningkatkan kadar air dari film karena higroskopis yang tinggi.

#### 4.5 Perlakuan Terpilih

Penentuan perlakuan terpilih didapatkan dari menganalisa karakteristik kimia dan fisik edible film berbahan mix kappa-iota karagenan dan agar. Parameter perlakuan terpilih meliputi 5 parameter, yaitu kadar air, tensile strength, elongasi transmisi uap air, dan ketebalan. Nilai tiap parameter yang diharapkan berbeda beda, tensile strength dan elongasi diambil nilai tertinggi, transmisi, ketebalan, dan kadar air diambil nilai terendah. Pada penelitian perbandingan penggunaan konsentrasi dan jenis plasticizer terhadap karakteristik edible film berbahan mix kappa-iota karagenan dan agar, sifat yang menentukan kualitas edible film berdasarkan ketebalan, tensile strength, elongasi. Menurut Yulianti & Ginting (2012), pada penelitiannya tentang edible film dari umbi-umbian, sifat fisik yang menentukan kualitas dan penggunaan edible film antara lain ketebalan, perpanjangan, dan kuat tarik. Sifat fisik edible film lebih dipengaruhi oleh bahan edible film. Pada penelitian ini yang menjadi

faktor terhadap kualitas edible film yaitu jenis plasticizer sebagai bahan tambahan.

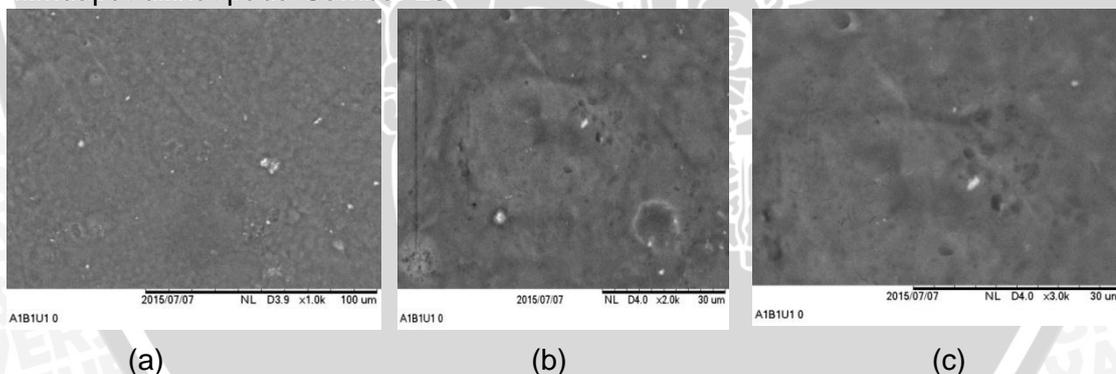
Perlakuan terpilih pada penelitian edible film mix kappa-iota karagenan dan tepung agar dengan dua jenis plasticizer yang berbeda yaitu: uji kadar air diambil nilai terendah yaitu 0,953% pada perlakuan A2B1 dengan penambahan plasticizer sorbitol 2 ml. Uji transmisi uap air diambil nilai terendah yaitu 45,92 gram/m<sup>2</sup>.24jam pada perlakuan A1B1 dengan penambahan plasticizer gliserol 2 ml. Uji ketebalan diambil nilai terendah yaitu 120 µm pada perlakuan A2B1 dengan penambahan plasticizer sorbitol 2 ml. Uji *elongasi* diambil nilai tertinggi yaitu 16,22% pada perlakuan A1B3 dengan penambahan plasticizer gliserol 4 ml. Dan Uji *tensile strength* diambil nilai tertinggi yaitu 12,78 N/mm<sup>2</sup> pada perlakuan A1B1 dengan penambahan plasticizer gliserol 2 ml. Berdasarkan hasil analisa terhadap karakteristik edible film, perlakuan yang cenderung memiliki nilai tiap uji lebih baik atau memenuhi nilai yang diharapkan yaitu pada perlakuan A1B1 dengan penambahan plasticizer gliserol dengan konsentrasi 2% (2 ml). Dengan hasil nilai tiap uji yaitu kadar air 0,96%, transmisi uap air 45,92 gram/m<sup>2</sup>.24jam, ketebalan 127,25 µm, *elongasi* 8,96%, dan *tensile strength* 12,78 N/mm<sup>2</sup>. Nilai tiap parameter pada penelitian ini terhadap standar edible film komersil pada Tabel 7 (Amaliya, 2013), *tensile strength* yaitu 12,78 N/mm<sup>2</sup> pada grade 1 dengan nilai minimal 20.0 N/cm<sup>2</sup>, *elongasi* yaitu 8,96% pada grade 10 dengan nilai minimal 5%, dan transmisi uap air yaitu 45,92 gram/m<sup>2</sup>.jam pada grade 1 dengan nilai maksimal 0,1 g/cm<sup>2</sup>.jam sedangkan parameter standar *edible film* kadar air dan ketebalan pada Tabel 8. kadar air hasil penelitian yang terbaik yaitu 0,96% yang memenuhi standar *edible film*, karena standar kadar air pada *edible film* yaitu dibawah 20%, sedangkan ketebalan yang terbaik pada perlakuan hasil terbaik yaitu 127,25 µm yang

memenuhi standar karena ketebalan edible film yang baik berkisar 0,1 – 0,2 cm (Arifin, 2009)

#### 4.6 Analisa SEM dari Perlakuan Terpilih

Cara kerja SEM adalah gelombang elektron yang dipancarkan *elektron gun* terkondensasi di lensa kondensor dan terfokus sebagai titik yang jelas oleh lensa objektif. *Scanning coil* yang diberi energi menyediakan medan magnetik bagi sinar elektron. Berkas sinar elektron yang mengenai cuplikan menghasilkan elektron sekunder dan kemudian dikumpulkan oleh detektor sekunder atau detektor *backscatter*. Gambar yang dihasilkan terdiri dari ribuan titik berbagai intensitas di permukaan *Cathode Ray Tube* (CRT) sebagai topografi gambar. Pada sistem ini berkas elektron dikonsentrasikan pada spesimen, bayangannya diperbesar dengan lensa objektif dan diproyeksikan pada layar.

Hasil uji analisis *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada *edible film* dapat dilihat pada Gambar 23.

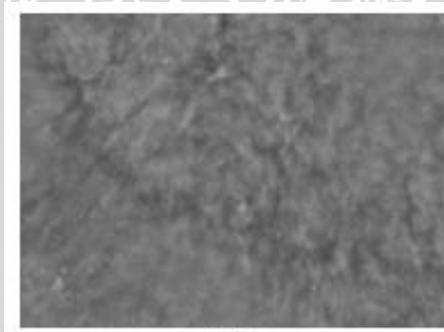


**Gambar 23.** Mikrostruktur edible film mix Kappa-lota Karagenan dan Agar (*Gracilaria verrucosa*) dengan *plasticizer* gliserol konsentrasi 2%. (a) Perbesaran 1000X, (b) Perbesaran 2000X, (c) Perbesaran 3000X

Pada Gambar 22, morfologi permukaan *edible film* dilihat dari sisi ruang dalam dengan perbesaran 3000 kali terlihat matriks film yang semi halus, padat, dan menyatu tetapi ada sedikit gumpalan. Hal ini dikarenakan pencampuran bahan pada proses pembuatan *edible film* yang kurang homogen, sehingga

adanya gumpalan-gumpalan. Gumpalan-gumpalan ini yang menyebabkan permukaan film terasa kasar. Menurut Anggraeni (2008), SEM sangat cocok digunakan dalam situasi yang membutuhkan pengamatan permukaan kasar dengan pembesaran berkisar antara 20 kali sampai 500.000 kali. Sebelum melalui lensa elektromagnetik terakhir *scanning raster* mendeflesikan berkas elektron untuk men-*scan* permukaan sampel. Hasil scan ini tersinkronisasi dengan tabung sinar katoda dan gambar sampel akan tampak pada area yang di-*scan*. Tingkat kontras yang tampak pada tabung sinar katoda timbul karena hasil refleksi yang berbeda-beda dari sampel.

Jika dibandingkan dengan penelitian Elisa (2014), berdasarkan hasil uji SEM dengan komposisi variabel kappa-iota-sorbitol (3:1:2%) terlihat bahwa permukaan yang kurang halus dan berpori. Permukaan yang tidak halus tersebut mengindikasikan bahwa film kurang homogen.



**Gambar 24.** Struktur Mikroskopis *Film* Berbahan Dasar Kappa – Iota Karagenan dengan *plasticizer* sorbitol Konsentrasi 2 %

Peningkatan konsentrasi karagenan dan agar terbukti mampu memperbaiki struktur internal *film* yang ditandai dengan berkurangnya zona putus-putus sehingga strukturnya menjadi lebih kompak dan padat.