

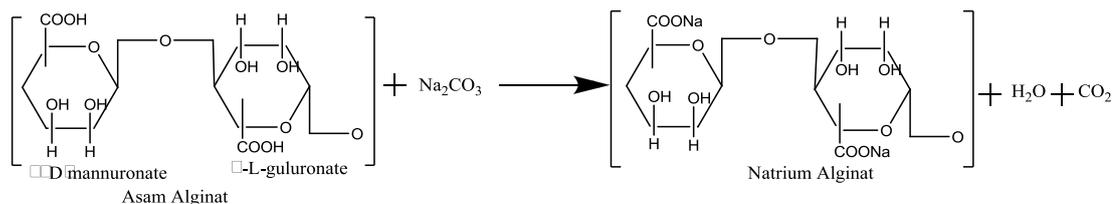
## BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

### 4.1 Ekstraksi alginat dari rumput laut

Alginat diperoleh dari proses ekstraksi alginat dari rumput laut coklat dengan spesies *turbinaria sp.* Rumput laut coklat dikumpulkan dari pantai Tuing Kepulauan Bangka Belitung. Rumput laut coklat yang telah dikumpulkan dicuci dengan air untuk menghilangkan pasir dan pengotor yang menempel dirumput laut tersebut. Setelah bersih, rumput laut tersebut dikeringkan 2 hari dibawah matahari. Setelah kering, rumput laut dihaluskan untuk memperbesar luas permukaan rumput laut agar proses ekstraksi berlangsung cepat.

Rumput laut yang telah halus direndam dalam larutan  $H_2SO_4$  selama 1 jam. Hal ini bertujuan untuk mengurangi jumlah garam-garam mineral yang menempel pada rumput laut coklat dan dapat menghidrolisis dinding sel rumput laut coklat sehingga alginat dapat lebih mudah diekstraksi. Larutan  $H_2SO_4$  dapat melunakkan jaringan selulosa pada rumput laut coklat karena larutan  $H_2SO_4$  tersebut bersifat sebagai agen demineralisasi dan hidrolisis, dinetralkan dengan akuades sampai pH 6-7 (Susanto, 2011). Selanjutnya, rumput laut direndam dalam larutan NaOH. Penambahan larutan NaOH ini bertujuan agar dinding sel dari rumput laut menjadi lunak sehingga alginat mudah diekstraksi. Kemudian dinetralkan dengan akuades tujuannya agar alginat yang masih terikat dengan Natrium dapat dihilangkan.

Ekstraksi alginat direfluks pada suhu  $60\text{ }^\circ\text{C}$  dengan menggunakan larutan larutan natrium karbonat ( $Na_2CO_3$ ). Larutan  $Na_2CO_3$  akan menyebabkan pembengkakan pada jaringan sel-sel rumput laut coklat. Selain itu  $Na_2CO_3$  dapat memisahkan protein dan selulosa dari jaringan sehingga mempermudah proses ekstraksi alginat dari jaringan alga dan disentrifugasi untuk mengambil filtratnya (Erniati, 2016). Berikut reaksi pembentukan natrium alginat:



**Gambar 7.** Reaksi kimia pembentukan Natrium alginat

Setelah proses ekstraksi ini akan menghasilkan endapan berupa dinding sel, selulosa dan filtratnya berupa alginat. Filtrat ditambahkan dengan asam peroksida ( $H_2O_2$ ). Penambahan  $H_2O_2$  akan menyebabkan larutan bewarna kuning yang menandakan pemucatan pada pigmen alginatnya menjadi baik dengan pemucatan maka pigmen tersebut akan teroksidasi sehingga alginat semakin murni dan kadar alginat semakin tinggi sehingga viskositasnya pun akan meningkat. Kemudian ditambahkan larutan  $H_2SO_4$  secara perlahan-lahan sampai pH 1-2. Penambahan  $H_2SO_4$  ini akan menghasilkan gel alginat. Setelah gel alginat terbentuk ditambahkan dengan larutan NaOH untuk membentuk natrium alginat yang lebih stabil (Susanto, 2001; Subaryono 2010).

Larutan natrium alginat ditambahkan kedalam larutan isopropil alkohol. Menurut Jian dkk (2014) menyebutkan bahwa isopropil alkohol dapat mengikat air dengan mudah dan natrium alginat menjadi mengendap. Penambahan isopropil alkohol ini akan mengurangi konsentrasi air karena larut dalam isopropil alkohol sehingga menyebabkan natrium alginat menjadi lebih stabil. Penambahan isopropil alkohol ini akan menghasilkan endapan berupa natrium alginat dan disentrifugasi untuk mengambil endapannya. Rendemen natrium alginat yang diperoleh dari proses ekstraksi ini adalah sebesar 27,53%.

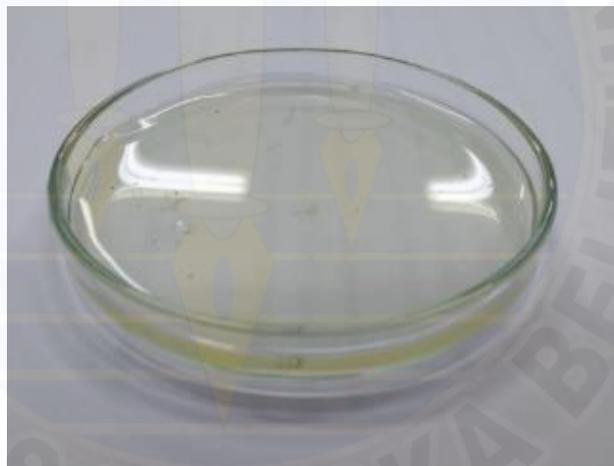
#### **4.2 Sintesis Polimer Elektrolit**

Polimer elektrolit disintesis dari bahan baku natrium alginat, NaI dan Gliserin. Natrium alginat yang digunakan merupakan hasil ekstraksi dari rumput laut coklat jenis *Turbinaria sp.* NaI digunakan sebagai elektrolit dan pada penambahan gliserin bertujuan sebagai platisizer dan membuat konduktivitas elektron menjadi baik. Ketiga bahan tersebut dilarutkan dalam air dan diaduk sampai homogen. Kemudian larutan tersebut dicetak dalam cawan petri dan dimasukkan kedalam lampu UV selama waktu yang telah ditentukan. Berikut gambar 8 pembentukan natrium alginat:



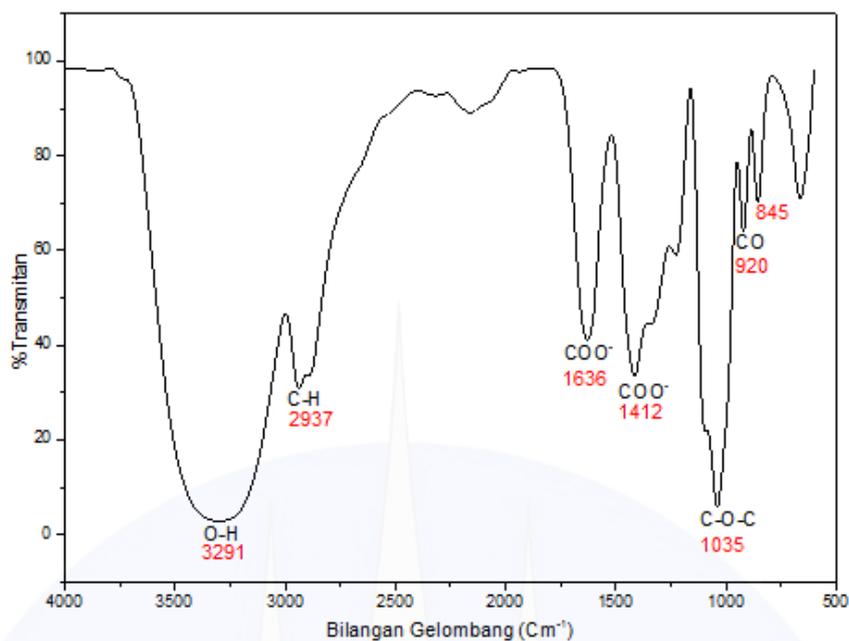
**Gambar 8.** Natrium alginat

Karakterisasi membran polimer elektrolit berwarna bening kekuningan dengan ketebalan rata-rata 0,10 mm. Semakin tipis membran maka semakin baik pergerakan elektron didalam membran polimer elektrolit, semakin meningkatnya suatu ketebalan pada membran elektrolit maka semakin menurun konduktivitasnya karena morfologi membran menjadi lebih padat (Zulfikar dkk, 2009).



**Gambar 9.** Membran Polimer Elektrolit

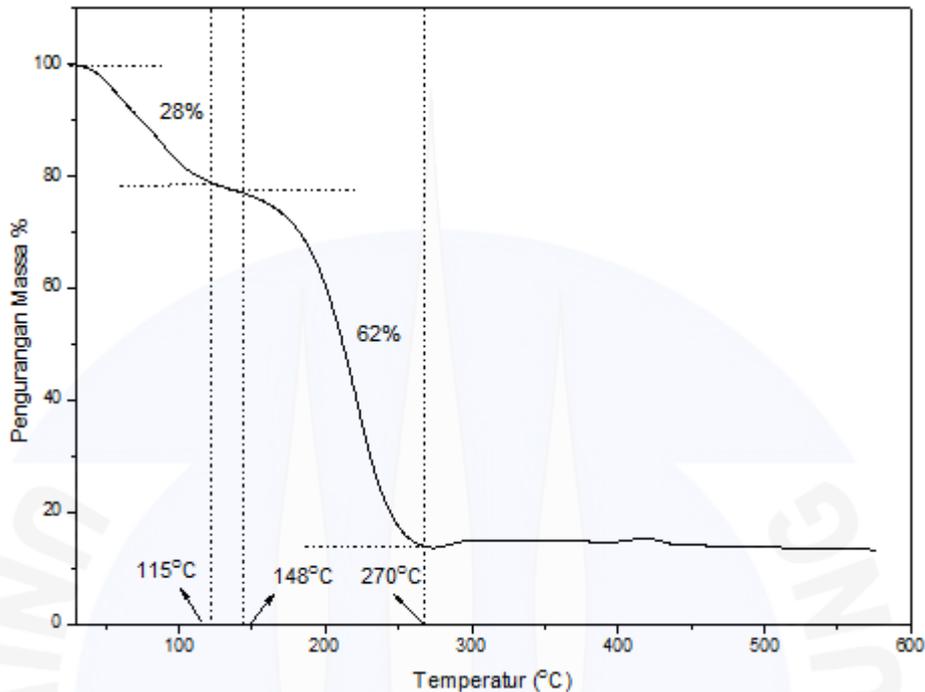
Untuk mengidentifikasi gugus fungsi polimer elektrolit yang telah disintesis dilakukan analisis spektrum infra merah yang diperoleh dengan menggunakan alat Spektrofotometer *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Gambar 10 menunjukkan spektrum FTIR dari polimer elektrolit:



**Gambar 10.** Spektrum FTIR polimer elektrolit

Analisis spektrum FTIR sampel polimer elektrolit memperlihatkan bahwa adanya puncak serapan spektrum FTIR pada bilangan gelombang 3291 cm<sup>-1</sup> yang menunjukkan adanya vibrasi ulur dari gugus fungsi hidroksil (OH). Puncak serapan spektrum. Gugus fungsi COO<sup>-</sup> vibrasi asimetris muncul pada puncak spektrum bilangan gelombang 1636 cm<sup>-1</sup>. Puncak serapan pada bilangan gelombang 1412 cm<sup>-1</sup> menunjukkan terjadinya vibrasi simetris pada gugus fungsi COO<sup>-</sup>. Menurut Ju dkk, (2001) natrium alginat memiliki 3 puncak spesifik, yaitu ikatan hidroksil, COO<sup>-</sup> asimetri dan COO<sup>-</sup> simetris. Pada spektrum bilangan gelombang 1035 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya vibrasi ulur dari gugus fungsi C-O-C. Serapan spektrum pada bilangan gelombang 920 cm<sup>-1</sup> menunjukkan adanya gugus CO pada molekul asam uronat. Selain ketiga puncak spesifik diatas, puncak dari guluronat, manuronat juga merupakan ciri khas dari senyawa alginat dan jejak serapan manuronat terdapat pada daerah serapan 810-850 cm<sup>-1</sup> (Pasanda, 2018 dan Maharani, 2017). Gugus-gugus fungsional yang terdapat pada alginat yang dihasilkan menunjukkan bahwa yang diperoleh adalah Na-alginat. Gugus-gugus fungsi alginat adalah COOH, -OH, C-O-C (Pasaribu dkk, 2020).

Selain menganalisis gugus fungsi dari polimer elektrolit yang telah disintesis, juga dilakukan analisis termal dari polimer elektrolit tersebut. Sifat termal yang ditinjau terhadap polimer elektrolit adalah kestabilan panas polimer elektrolit tersebut. Gambar 11 menunjukkan analisis termal dari polimer elektrolit:

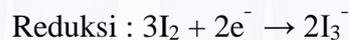


**Gambar 11.** Hasil analisis termal Natrium alginat

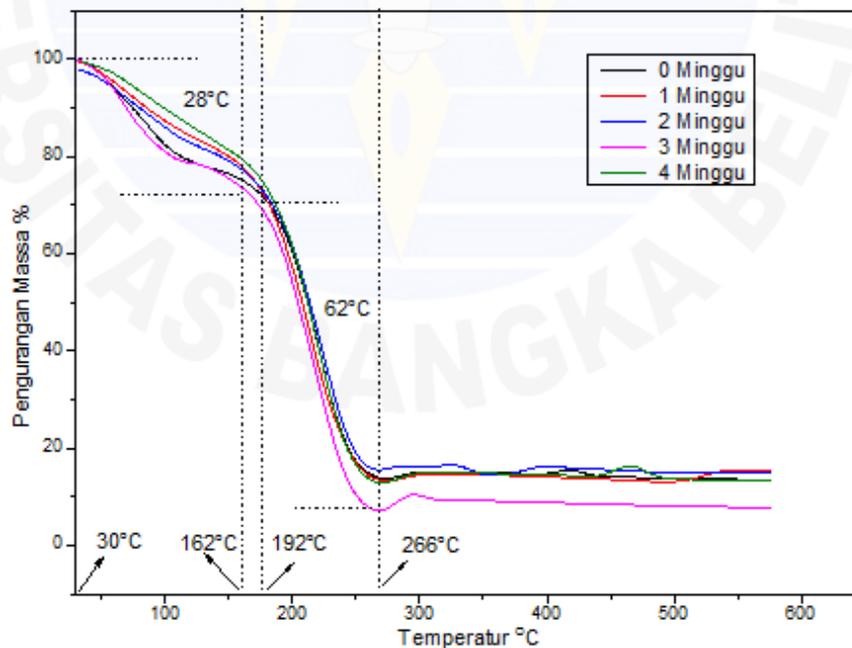
Untuk mengetahui sifat termal dari polimer elektrolit yang telah disintesis, maka dilakukan analisis TGA. Dari termogram pada Gambar 11 menunjukkan bahwa terjadi penurunan massa sebesar 28% pada suhu 30-115 °C. Penurunan massa dari polimer elektrolit ini disebabkan karena terjadinya pelepasan molekul air. Polimer elektrolit juga mengalami penurunan massa pada suhu 148 – 270 °C sebesar 62%. Hal ini dikarenakan terjadinya pemutusan rantai utama natrium alginat serta beberapa bagian dari membran polimer elektrolit yang telah mengalami proses terdegradasi. Jadi total pengurangan massa pada termogram diatas adalah sebesar 90%. Berdasarkan hasil TGA polimer elektrolit yang telah disintesis dapat diaplikasikan sebagai membran elektrolit pada rentang suhu 30-115 °C.

### 4.3 Degradasi polimer elektrolit

Degradasi pada polimer elektrolit dapat berlangsung secara oksidasi-reduksi akibat adanya pengaruh dari luar, seperti salah satunya pengaruh dari sinar UV. Jika gugus fungsi karbonil dari alginat dikenai sinar UV, maka elektron dari gugus fungsi tersebut mengalami eksitasi dari  $n \rightarrow \pi^*$  (dari orbital yang tidak berikatan ke orbital anti ikatan) (Nurdin, 1986). Dengan adanya elektron yang tereksitasi ini akan menginisiasi terjadinya proses oksidasi-reduksi pada polimer elektrolit. Reaksi ini akan menyebabkan pemutusan rantai pada polimer sehingga berat molekul polimer elektrolit menjadi berkurang. Interaksi oksidasi reduksi yang terjadi antara natrium alginat NaI/I<sub>2</sub> sebagai berikut :



Pada penelitian ini, proses degradasi dilakukan dengan penyinaran sinar UV-C (fotodegradasi). Proses fotodegradasi polimer elektrolit ini dilakukan dengan penyinaran sinar UV selama 1,2,3 dan 4 minggu. Setelah dilakukan penyinaran dengan sinar UV, dikarakterisasi dengan TGA untuk mengetahui pengurangan massa dari polimer elektrolit. Hasil analisisnya dapat dilihat pada Gambar 12 sebagai berikut:

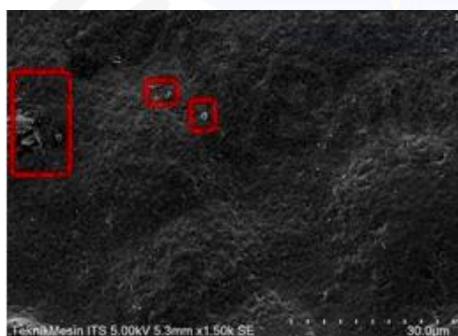


**Gambar 12.** Hasil analisis Termal setelah dilakukan fotodegradasi

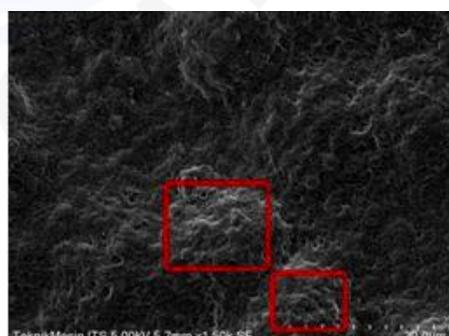
Hasil analisis TGA setelah dilakukan fotodegradasi menunjukkan bahwa polimer elektrolit dengan perbedaan waktu penyinaran sinar UV selama 1,2,3 dan 4 minggu mengalami pengurangan massa secara dua tahap. Pengurangan massa tahap pertama terjadi pada suhu 30-162°C dan pengurangan massa tahap kedua terjadi pada suhu sekitar 192-266°C. Pada tahap kedua, terjadinya pengurangan massa ini yang cukup besar, hal ini menandakan bahwa terbentuknya senyawa oksida dari alginat akibat hasil degradasi polimer elektrolit. Senyawa oksida merupakan suatu senyawa kimia yang mengandung oksigen. Dengan adanya oksigen ini maka proses degradasi akan lebih mudah (Roy dkk, 2007). Dari termogram terlihat bahwa pada suhu yang lebih tinggi akan terjadi pengurangan massa yang lebih besar. Degradasi akan meningkat seiring dengan meningkatnya suhu (Knights dkk, 2004).

Menurut penelitian Jiao (2011) penurunan pada kurva yang terjadi terlalu tajam menunjukkan adanya pemutusan rantai polimer secara perlahan, hal ini disebabkan terbentuknya oleh interaksi maupun inter membran pada polimer natrium alginat dan mampu memisahkan selulosa. Adanya gugus bermuatan negatif pada natrium alginat meningkatkan terbentuknya ikatan hidrogen pada membran, sehingga energi yang dibutuhkan lebih besar dalam proses degradasinya. Sehingga membran yang dihasilkan dalam penelitian ini cukup berpotensi untuk diaplikasikan pada DSSC jika dilihat dari ketahanan termalnya.

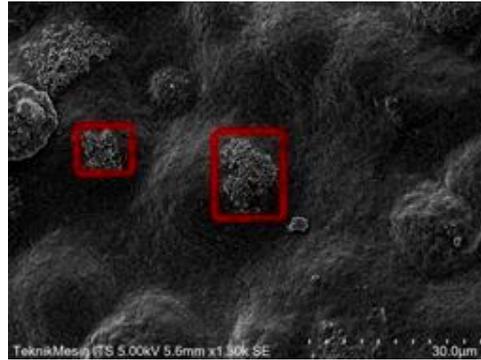
Analisis SEM dilakukan untuk mengetahui kerusakan pada permukaan membran polimer elektrolit setelah dilakukan fotodegradasi. Hasil karakterisasi dengan SEM dilakukan dengan perbesaran 1500 kali:



(a)



(b)



(c)

**Gambar 13.** Morfologi permukaan membran pada (a) membran sebelum terdegradasi; (b) membran setelah terdegradasi 3 minggu; (c) membran setelah terdegradasi 4 minggu

Berdasarkan hasil SEM pada gambar diatas, terlihat morfologi yang sangat berbeda pada permukaan membran polimer elektrolit sebelum terdegradasi dan setelah terdegradasi. Pada membran polimer elektrolit sebelum terdegradasi (Gambar 13.a.) terlihat permukaan yang halus dan tidak ada kerusakan, sedangkan untuk membran setelah terdegradasi 3 minggu (Gambar 13.b.) terlihat bahwa permukaannya sudah tidak halus lagi dan terdapat kerusakan pada permukaan membran. Rusaknya permukaan film ini diakibatkan karena terjadinya pemutusan pada rantai polimer (Fontanella dkk, 2010). sedangkan pada membran 4 minggu (Gambar 13.c.) dengan perbesaran yang sama mengalami perbedaan dari permukaan membran 3 minggu yang dimana dalam kondisi membran minggu 4 mengalami sedikit adanya kerusakan, dimana gliserol memiliki kelembaban yang lebih besar selama proses penyinaran, hal ini dikarenakan gliserol memiliki sifat hidrofilik yang lebih tinggi dibandingkan *plasticizer* lainnya Brouroom (2008). Perbedaan hasil SEM ini mendukung hasil TGA yang telah dilakukan yang menunjukkan bahwa polimer elektrolit mengalami kerusakan atau terdegradasi setelah disinari dengan sinar UV.