

SEMINAR NASIONAL KIMIA

**“Pemanfaatan Kimia Material Untuk Meningkatkan
Daya Saing Indonesia dalam MEA”**

Prosiding



**Sabtu, 21 Mei 2016
Hotel Crystal Lotus**

**Department Kimia
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam
Universitas Gajah Mada
Yogyakarta**



KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Tuhan Yang Maha Esa, yang telah menganugerahkan rahmat dan karunia-Nya, sehingga Prosiding Seminar Nasional Kimia UGM 2016 dapat diterbitkan. Seminar Nasional Kimia UGM 2016 bertema Pemanfaatan Kimia Material Untuk Meningkatkan Daya Saing Indonesia Dalam MEA. Kami selaku Panitia Seminar Nasional Kimia UGM 2016 mengucapkan terima kasih kepada seluruh pemakalah yang berpartisipasi dalam publikasi ilmiah ini serta seluruh pihak yang telah mendukung penerbitan Prosiding Seminar Nasional Kimia UGM 2016.

Prosiding dengan nomor ISSN yang telah mendapat legalisasi dari pihak terkait, LIPI (Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia) sejak tahun 2013 ini telah diterbitkan sebanyak empat kali dengan masing-masing tema yang berbeda setiap tahunnya, sehingga variasi karya yang diterbitkan dapat memperkaya publikasi karya ilmiah dari beberapa focus bahasan yang ada dalam ilmu kimia. Tema yang diangkat tahun ini diharapkan mampu memfasilitasi penerbitan publikasi ilmiah berkaitan dengan pemanfaatan kimia material dan daya saing Indonesia dalam MEA.

Tentu saja masih terdapat kekurangan dalam penerbitan Prosiding Seminar Nasional Kimia UGM 2016 ini. Kami menerima kritik dan saran bagi penerbitan prosiding ini untuk perbaikan di masa yang akan datang. Semoga karya ilmiah yang dipublikasikan ini mampu membawa banyak keberuntungan bagi perkembangan ilmu pengetahuan dan aplikasinya.

Yogyakarta, 21 Mei 2016
Firda Aulia'i Rahmani Ma'ruf

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	3
DAFTAR ISI	5
ANALISA KUAT TARIK KOMPOSIT BETON DARI SELULOSA DAN HEMISELULOSA DARI SERBUK KAYU	7
ANALISIS SPEKTRUM INFRA MERAH PADA PROSES PREPARASI STIRENA/ETILENA-BUTILENA KOPOLIMER BLOK ABA MENGGUNAKAN TEKNIK SULFONASI FASA GAS	14
DESAIN DAN UJI PERFORMA REAKTOR FOTOKATALITIK FILM TiO_2 DALAM MENDEGRADASI ASAM HUMAT (MODEL AIR GAMBUT)	19
EFFECT OF KEMENYAN EXTRACT ON CALCIUM CARBONATE ($CaCO_3$) SCALE FORMATION	26
MATRIX-DEPENDENT MECHANICAL PROPERTY AND MAGNETISM OF POLI(VINYL ALCOHOL)/ NATURAL CLAY/ Fe_3O_4 FILM COMPOSITE	33
PEMANFAATAN LIMBAH AMPAS TEBU (<i>Saccharum officinarum</i> L.) SEBAGAI ALTERNATIF AD-SORBEN LOGAM BERAT CD	40
PEMANFAATAN MAGNETIT ALAMI DARI PASIR BESI PANTAI MARINA UNTUK SINTESIS MAGNETIT SILIKA SULFONAT MELALUI METODE SOL-GEL	45
PEMBUATAN ELEKTROKATALIS PEMFC BERBASIS KARBON RESIN FENOLIK ETILEN GLIKOL DAN GRAFIT	51
PEMBUATAN KARAKTERISASI BIOPLASTIK BIJI NANGKA DENGAN PENAMBAHAN SELULOSA DAN GLISEROL	57
PEMISAHAN LITIUUM DARI LARUTAN CAMPURAN LITIUUM-KOBALT DENGAN METODE ELEKTRODIALISIS BIPOLAR MEMBRAN SERTA PEMBENTUKAN KOMPLEKS Co-EDTA	64
PENGARUH KONSENTRASI KATALIS $SnCl_2$ DAN WAKTU POLIMERISASI ASAM LAKTAT TERHADAP SINTESIS POLY(LACTIC) ACID(PLA) DENGAN METODE RING OPENING POLYMERIZATION (ROP)	70
PENGARUH PENAMBAHAN ZEOLIT LAMPUNG TERHADAP PENURUNAN KONSENTRASI WARNA DAN BESI PADA PENGOLAHAN AIR GAMBUT MENJADI AIR LAYAK MINUM MENGGUNAKAN PERPADUAN PROSES ELEKTROKOAGULASI DAN AERASI	76
PENGEMBANGAN MODEL BATERAI LEAD ACID BERBASIS RBF NEURAL NETWORK	85
PENINGKATAN KAPASITAS ADSORPSI BIOMASSA CHETOCEROS sp MELALUI TEKNIK PELAPISAN SILIKA-MAGNETIT SEBAGAI ADSORBEN ION $Ni(II)$ DALAM LARUTAN	90
POTENSI SELULOSA DARI LIMBAH BATANG SORGUM DALAM SINTESIS BIOPLASTIK	97

PROSES PEMBUATAN SERAT MICRO FIBRIL CELLULOSE (MFC) DARI ECENG GONDOK (<i>Eichornia crassipes</i>)	103
SINTESIS γ - Al_2O_3 NANOPARTIKEL BERBASIS GEL CITRIC ACID	110
SINTESIS C-BUTILKALIKS[4]RESORSINARENA OKTABENZOAT DAN OKTASINAMAT SEBAGAI SENYAWA TABIR SURYA	116
SINTESIS DAN KARAKTERISASI KERAMIK $BiFeO_3$	122
SINTESIS DAN KARAKTERISASI MEMBRAN KOMPOSIT PVA/KITOSAN/GRAFIT OKSIDA TERIKAT SILANG ASAM SULFAT UNTUK SEL BAHAN BAKAR METANOL	127
SINTESIS MATERIAL Ag_2O /BENTONIT SEBAGAI KANDIDAT MATERIAL ANTIBAKTERI	133
SINTESIS ZEOLIT ZSM-5 MESOPORI DARI CAMPURAN ABU TERBANG BATUBARA DAN ABU SEKAM PADI SEBAGAI KATALIS HETEROGEN PADA KONVERSI METANA MENJADI METANOL	138
STUDY ON ACTIVITY OF ACTIVATED BENTONITE AND ZEOLITE AS ESTERIFICATION CATALIST FOR ETHYL 9,10-DIHYDROXYOCTADECANOATE AS INTERMEDIET PRODUCT TO PREPARE BIOLUBRICANT	145

PENGARUH KONSENTRASI KATALIS SnCl_2 DAN WAKTU POLIMERISASI ASAM LAKTAT TERHADAP SINTESIS POLY(LACTIC) ACID(PLA) DENGAN METODE RING OPENING POLYMERIZATION (ROP)

Edwin Azwar, Merry Christine, Raynal Rahman dan Ricky Fahlevi KS

Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Lampung
Jl. Prof. Dr. Soemantri Brojonegoro No.1 Bandar Lampung

Email:edwinazwar@yahoo.com

Email:merry_mcborpak@yahoo.co.id

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk memperoleh karakteristik Poly(Lactic) Acid (PLA) yang memiliki massa molekul yang tinggi pada proses sintesis PLA dengan metode Ring Opening Polymerization (ROP) dengan variasi konsentrasi katalis SnCl_2 dan waktu polimerisasi. Ring Opening Polymerization (ROP) dilakukan melalui tiga tahap yaitu polikondensasi asam laktat, depolimerisasi pembentukan laktida dengan inisiator xilena dan katalis SnCl_2 dan polimerisasi pembukaan cincin laktida pada konsentrasi katalis SnCl_2 0,10, 0,15, 0,20% dan waktu polimerisasi 2, 4, dan 6 jam. Massa molekul PLA sintesis diukur dengan menggunakan Viskometer Oswald. Massa molekul tertinggi yang dihasilkan 29624,676 gr/mol, 34879,347 gr/mol, dan 47358,871 gr/mol. PLA dengan massa molekul tertinggi dikarakteristik dengan menggunakan FTIR dan DSC. Hasil FTIR menunjukkan PLA dengan bilangan gelombang 3502 cm^{-1} , 3502 cm^{-1} dan 3501 cm^{-1} . Hasil DSC dengan nilai T_g yaitu 34,620C, 45,100C dan 43,540C. Nilai T_c yaitu 103,530C, 97,530C, dan 102,570C. Nilai T_m yang dihasilkan 278,820C, 297,920C, dan 322,460C.

Kata Kunci : Poly(Lactic) Acid (PLA), Ring Opening Polymerization (ROP), massa molekul, titik leleh.

ABSTRAK

The aim of the research is to yield high mass molecular of Poly(Lactic) Acid (PLA) characteristic due to ring opening polymerization (ROP) by the varying SnCl_2 catalyst concentration and the time of polymerization. The polymerization is undergone through three steps, those are polycondense of lactic acid, depolymerization of lactide forming with xylene inisiator and SnCl_2 catalyst, and ring opening of lactide polymerization on SnCl_2 catalyst concentration 0,10%, 0,15%, 0,20% and the time of polymerization of 2, 4, and 6 hours. The mass molecular of PLA is measured by using Viskometer Oswald. The highest mass molecular gained are 29624.676 gr/mol, 34879.347 gr/mol and 47358.871 grams/mol. PLA that the highest mass molecular is characterized by using FTIR and DSC. The results of FTIR that with the wavenumbers 3502 cm^{-1} , 3502 cm^{-1} and 3501 cm^{-1} . The results of DSC with T_g are 34.620C, 45.100C and 43.540C. The value of T_c are 103.530C, 97.530C, dan 102.570C. The value of T_m are 278.820C, 297.920C, dan 322.460C.

Kata Kunci : Poly(Lactic) Acid (PLA), Ring Opening Polymerization (ROP), mass molecular, melting point

PENDAHULUAN

Plastik yang banyak digunakan merupakan plastik yang berbahan dasar dari minyak bumi. Plastik yang berbahan dasar minyak bumi tidak dapat terurai secara alami oleh mi-

kroba di dalam tanah, sehingga menimbulkan pencemaran lingkungan. Oleh sebab itu, diperlukan suatu plastik ramah lingkungan (biodegradable plastic) yang digunakan sebagai pengganti plastik konvensional.

Poly Lactic Acid (PLA) diketahui sebagai

salah satu plastik biodegradable yang memiliki beberapa aplikasi di dunia industri dalam bentuk plastik, serat, dan lain sebagainya (P. Mainilvarlet, 1997). PLA menjadi kandidat yang menjanjikan sebagai bahan alam terbaru (renewable resource) untuk pembuatan plastik. Namun demikian, Poly-(L)-Lactic Acid (PLLA) dan Poly-(D)-Lactic Acid (PDLA) bersifat kristalin sedangkan Poly-(DL)-Lactic Acid (PDLLA) bersifat amorf. Oleh karena inilah, PLLA dan PDLA lebih kuat tetapi bersifat brittle pada suhu kamar. Menurut Averous (2008), sintesis PLA adalah sebuah proses yang terdiri dari beberapa langkah, dimulai dari produksi asam laktat sampai pada tahap polimerisasi.

Polimerisasi asam laktat dapat diproduksi melalui tiga metode, yaitu: (1) Polikondensasi langsung (direct condensation polymerization) asam laktat yang menghasilkan PLA dengan massa molekul rendah dan rapuh sehingga sebagian besarnya tidak dapat digunakan kecuali jika ditambahkan chain coupling agent untuk meningkatkan panjang rantai polimer. (2) Kondensasi dehidrasi azeotropik (Azeotropic dehydration condensation) asam laktat dengan menggunakan pelarut azeotropik, yang dapat menghasilkan PLA dengan massa molekul mencapai 15.400 gr/mol dan rendemen sebesar 89% dan (3) Polimerisasi pembukaan cincin (Ring Opening Polymerization, ROP). Proses polimerisasi dengan metode ROP dilakukan melalui tiga tahapan yaitu polikondensasi asam laktat, depolimerisasi, sehingga membentuk dimersiklik dan dilanjutkan dengan polimerisasi pembukaan cincin, sehingga diperoleh PLA dengan massa molekul tinggi.

Penelitian polimerisasi PLA dengan metode Ring Opening Polymerization atau polimerisasi pembukaan cincin telah banyak dilakukan sebelumnya. Gunawan, dkk (2012) melakukan penelitian pengaruh waktu interaksi polimerisasi asam laktat. Tamyiz dan Agustin (2012) meneliti pengaruh konsentrasi katalis timah oktoat terhadap viskositas dan massa molekul PLA dengan variasi konsentrasi katalis. Hasil dari penelitian-penelitian menunjukkan bahwa waktu polimerisasi dan konsentrasi

katalis berpengaruh terhadap massa molekul PLA. Penelitian ini difokuskan pada konsentrasi katalis SnCl₂ dan waktu polimerisasi asam laktat dengan metode ring opening polymerization (ROP) sebagai bahan dasar pembuatan plastik biodegradable.

METODOLOGI PENELITIAN

Penelitian ini dilakukan dengan menggunakan alat Viskometer Oswald untuk uji berat molekul, Spektrofotometer IR (FT-IR) untuk uji gugus fungsi dan DSC untuk uji titik leleh. Dan bahan yang digunakan adalah asam laktat 90% wt, inisiator xilena, katalis SnCl₂ dan etil asetat. Sedangkan alat yang digunakan yaitu labu leher tiga, hot plate stirrer, magnetic stirrer, pompa vakum, termocontroller, pipet volume, mikropipet, pipet pump, gelas ukur, labu ukur, neraca digital, viskometer oswald, stopwatch, FTIR dan DSC.

Prosedur Penelitian

a. Tahap Prepolimerisasi

Sebanyak 20 mL (L)-asam laktat dimasukkan ke dalam labu leher tiga, kemudian dihubungkan dengan penghisap vakum dan dilakukan pemanasan 120°C dengan menggunakan hotplate stirrer sambil diaduk menggunakan magnetic stirrer dengan kecepatan rotor 150 rpm selama 2 jam dikontrol dengan thermocontroller.

b. Tahap Sintesis Laktida

Prepolimer yang terbentuk ditambahkan katalis SnCl₂ sebanyak 10 µL (0,05%), kemudian dipanaskan 130°C, serta diaduk dengan kecepatan 150 rpm dan dihubungkan dengan penghisap vakum selama 2 jam.

c. Tahap Polimerisasi (Ring Opening Polymerization)

Kristal laktida yang terbentuk kemudian ditimbang seberat 10 gr. Kristal laktida dimasukkan pada labu leher tiga 100 mL dengan ditambah katalis SnCl₂ 0,1% wt, 0,15% wt dan 0,2% wt sebanyak 11,99 µL, xilena 32,96 µL (0,4% wt) dan dipanaskan secara kondensasi dengan temperatur 140°C pada tekanan

300 mmHg selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam. Hasil dikarakterisasi analisis gugus fungsi, massa molekul, dan titik leleh

Prosedur Karakteristik

a. Pengujian Massa Molekul

Karakterisasi ini dilakukan dengan tujuan menentukan massa molekul Poly(Lactic) Acid (PLA) menggunakan viskometer Ostwald. Mengukur waktu alir etil asetat (t_0) dan waktu alir Poly(Lactic) Acid (PLA) dalam etil asetat (t) dalam konsentrasi 0,2%; 0,3%; 0,4% dan 0,5% menggunakan viskometer Ostwald. Viskositas (η) dihitung melalui persamaan:

$$\eta_{\text{relatif}} = \frac{\eta}{\eta_0} = \frac{t}{t_0} \quad \dots(1)$$

$$\eta_{\text{spesifik}} = \frac{\eta - \eta_0}{C} = \frac{t - t_0}{t_0} = \eta_{\text{relatif}} - 1 \quad \dots(2)$$

$$\eta_{\text{reduksi}} = \frac{\eta_{\text{spesifik}}}{C} = \frac{\eta_{\text{relatif}} - 1}{C} \quad \dots(3)$$

$$\eta = \frac{\eta_{\text{spesifik}}}{C} \quad \dots(4)$$

Ket: C = Konsentrasi PLA dalam etil asetat
Bilangan bobot molekul rata-rata viskositas (Mv) ditentukan berdasarkan persamaan Mark-Houwink:

$$[\eta] = k(Mv)^\alpha \dots(5)$$

k dan α merupakan tetapan yang bergantung pada pelarut, polimer, dan suhu. Nilai k dan α secara berturut-turut adalah $1,58 \times 10^{-4}$ dan 0,78 (Steven, 2001).

b. Penentuan Titik Leleh PLA

Masing-masing sampel Poly(Lactic) Acid (PLA), ditimbang sekitar 0,01-10 mg dan dimasukkan ke dalam aluminium pan. Kemudian sampel tersebut di crimp menggunakan crimper. Tipe pan yang sama dengan yang digunakan pada sampel disiapkan dan digunakan sebagai reference. Sampel dan reference diletakkan pada tempat sampel di dalam DSC (Difference Scanning Calometry) furnace lid menggunakan pinset. Analisis dilakukan pada temperatur awal dari 30oC sampai 800oC dan hanya satu kali pemanasan saja.

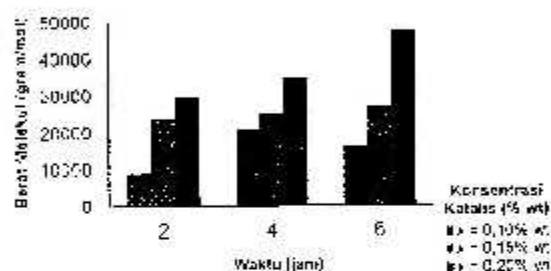
c. Pengujian Gugus Fungsi (PLA)

Sampel PLA yang telah jadi, kemudian ditembakkan dengan sinar infra merah pada daerah frekuensi antara 4000 cm^{-1} sampai dengan 600 cm^{-1} . Hasil serapan gugus fungsional dari senyawa yang ada dalam sampel akan terekam sebagai spektrum IR

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Penentuan Massa molekul

Penentuan massa molekul ini dilakukan dengan tujuan menentukan massa molekul Poly-lactic Acid (PLA) dengan menggunakan alat Viskometer Ostwald.



Gambar 4.1 Grafik Massa Molekul

Pada Gambar 4.1 terlihat bahwa massa molekul untuk masing-masing waktu polimerisasi meningkat seiring dengan penambahan konsentrasi katalis.

Hal ini menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi katalis yang digunakan untuk waktu polimerisasi yang sama, maka akan semakin tinggi massa molekul yang dihasilkan. Dalam Gambar 4.1 dapat dilihat juga bahwa massa molekul untuk konsentrasi katalis yang sama dengan peningkatan waktu polimerisasi mengalami kenaikan untuk konsentrasi 0,15% dan 0,20%, tetapi untuk konsentrasi katalis 0,10% mengalami penurunan pada waktu 6 jam. Hal ini menyatakan bahwa konsentrasi katalis 0,10% pada waktu polimerisasi 4 jam merupakan waktu optimum untuk menghasilkan massa molekul PLA hasil polimerisasi.

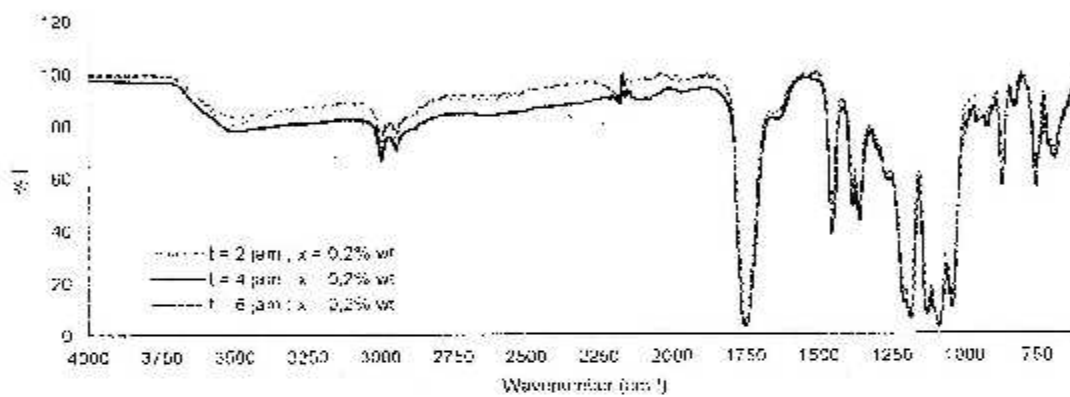
Polimerisasi dengan waktu yang lebih lama diperlukan untuk mencapai massa molekul yang diinginkan, ini akan disertai dengan degradasi yang tak terhindarkan disebabkan waktu tinggal tambahan pada suhu tinggi yang di dalamnya terdapat katalis (Groot, Wim, dkk, 2010).

Tiga hasil massa molekul tertinggi dari PLA sintesis yang diperoleh adalah pada konsentrasi 0,20% selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam masing-masing adalah 29.624,676 g/mol, 34.879,347 g/mol, dan 47.358,871 gr/mol. Hal ini menyatakan bahwa semakin tinggi konsentrasi katalis dan semakin lama waktu polimerisasi akan menghasilkan massa molekul yang tinggi. Massa molekul yang dihasilkan dalam sintesis Polylactic Acid dengan variasi konsentrasi katalis dan waktu polimerisasi menghasilkan massa molekul sesuai dengan standar PLA, yaitu sebesar 2×10^4 hingga $6,8 \times 10^5$ (Kolstad, 1999). Tiga

hasil PLA sintesis dengan massa molekul tertinggi dianalisis menggunakan FT-IR dan DSC.

2. Analisis Fourier Transfer Infra Red (FTIR)

Salah satu penggunaan FTIR adalah penentuan gugus molekul pada polimer Polylactic Acid (PLA). Adapun spektrum FTIR gugus fungsi sampel sintesis Polylactic Acid dengan berat molekul tertinggi dengan variasi konsentrasi katalis dan waktu polimerisasi diperoleh informasi beberapa peak yang muncul. Hasil FTIR tersebut dapat dilihat pada gambar 4.2:



Gambar 4.2 Spektrum FTIR Sampel Poly(lactic) Acid (PLA) Sintesis

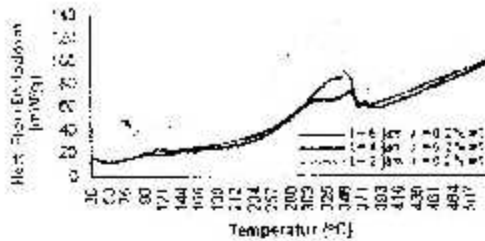
Pada PLA mempunyai ikatan -OH dengan jangkauan yang meliputi daerah 3000-3700 cm^{-1} , terlihat puncak peak hasil IR spektrum PLA sintesis tampak bilangan gelombang 3502 cm^{-1} , 3502 cm^{-1} , dan 3501 cm^{-1} yang merupakan gabungan gugus -OH dari asam dan alkohol. Pada spektrum FTIR terlihat bahwa gugus fungsi -OH pada rentang 3000-3700 cm^{-1} merupakan -OH asam karboksilat yang ditunjukkan dengan pita serapan yang lebar dan intensif. Hal ini dikarenakan asam karboksilat membentuk dimer berdasarkan ikatan hidrogen (Fessenden, 1987).

Poly(Lactic) Acid atau PLA memiliki gugus fungsi C-O-C merupakan senyawa ester yang memiliki suatu pita karbonil yang khas, dijumpai di daerah sidik jari 1100-1300 cm^{-1} dan kadang-kadang sukar untuk ditandai, tetapi cukup kuat (Fessenden, 1987). Ikatan C=O ditunjukkan pada bilangan gelombang 1748, 1747, dan 1748 cm^{-1} . Posisi absorpsi C=O ter-

dapat dalam senyawa aldehida, keton, asam karboksilat dan ester, masing-masing memiliki pita karbonil yang khas. Untuk hasil FTIR merupakan C=O ester karena memiliki puncak yang tajam (Fessenden, 1987). Hasil FTIR dari PLA sintesis yang dihasilkan tidak jauh berbeda dengan PLA standar.

3. Analisis Differential Scanning Calorimetry (DSC)

Analisis DSC (Difference Scanning Calorimetry) dapat menentukan suhu perubahan dari keadaan kaku ke keadaan elastis (transition glass, T_g), suhu pembentukan kristal (transition crystallinity, T_c), suhu perubahan dari padat menjadi cair (transition melting, T_m) (Widiarto, 2007).



Gambar 4.3 DSC Sampel Poly(lactic) Acid (PLA) Sintesis

Hasil pengukuran Temperature Transition Glass (T_g) pada Gambar 4.4 menunjukkan bahwa PLA sintesis yang dihasilkan mempunyai nilai T_g yaitu 34,620C, 45,100C, dan 43,540C. Nilai Transition Glass (T_g) ini sesuai dengan PLA standar yaitu 30-500C (Auras, dkk, 2010). PLA sintesis yang dihasilkan mempunyai Transition Crystallinity (T_c) yaitu 103,530C, 97,530C dan 102,50C, suhu transisi terbentuknya kristal sedikit lebih tinggi dari standarnya yaitu 50-1000C. Peningkatan kristalinitas dijelaskan dengan spektrum FTIR mendeteksi adanya interaksi antara PLLA pada bagian hidroksil pada ujung terminal rantai PLLA membentuk ikatan hidrogen yang dapat menginduksi proses kristalisasi PLLA, sehingga dapat meningkatkan kristalinitas PLA (Park dkk., 1999; Pan dkk, 2009).

Transition Melting (T_m) PLA standar sebesar 150-2000C. Sedangkan PLA sintesis yang dihasilkan sebesar 278,820C, 279,920C dan 322,460C. Terjadi peningkatan T_m , hal ini diakibatkan oleh atom hidrogen yang bermuatan positif pada gugus $-CH_3$ tertarik kuat ke oksigen yang bermuatan negatif pada gugus $C=O$. Ikatan hidrogen yang kuat akan berimbas ada naiknya kuat tarik dan titik leleh (Tsuji, 2005; Zhang, dkk, 2005). Dengan temperatur yang tinggi, PLA dapat digunakan untuk pengemas produk yang memiliki suhu tinggi (di bawah suhu pengemasan) (Paramawati, 2001). Jika temperatur bahan polimer naik, maka pergerakan molekul menjadi aktif ke titik transisi. Hal ini dapat menyebabkan modulus elastik dan kekerasannya rendah. Sedangkan tegangan patahnya lebih kecil dan perpanjangannya lebih besar (Arifianto, 2008)

SIMPULAN

PLA sintesis yang dihasilkan memiliki massa molekul yang sesuai dengan standar. Semakin tinggi konsentrasi katalis dan semakin lama waktu polimerisasi akan menghasilkan massa molekul yang tinggi. PLA hasil analisis DSC menghasilkan T_m lebih tinggi dari standarnya, hal ini disebabkan adanya ikatan Hidrogen yang kuat dan dapat menyebabkan modulus elastik dan kekerasannya rendah. Sedangkan tegangan patahnya lebih kecil dan perpanjangannya lebih besar

DAFTAR PUSTAKA

- Arifianto. 2008. Analisis Karakteristik Termal pada Kabel Berisolasi dan Berselubung PVC Tegangan Pengenal 300/500 Volt. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Auras, R dkk 2010. Poly(lactic acid): Synthesis, Structures, Properties, Processing, and Applications". John Wiley & Sons, Inc.
- Averous L. 2008. Poly(lactic Acid): Synthesis, Properties, and Applications in Monomers, Polymers, and Composites from Renewable Resources, 1st Edition. Amsterdam. Elsevier Ltd.
- Fessenden R. J., dan Fessenden J. S. (1987), Organic Chemistry 3 edition, Erlangga, Jakarta.
- Groot, Wim, Jan Van Krieken, Olav Sliker, and Sicco De Vos. 2010, Production and Purification of Lactic Acid and Lactide. In Poly(lactic acid): Synthesis, Structure, Properties, Processing, and Applications. 2010. Auras, R, L-T Lim, S.E.M Selke, and H. Tsuji (Ed). John Wiley & Sons, Inc.
- Gunawan, Rasmia A., Agustini, R., Ismono, Hamzah. 2012. "Jurnal Pengaruh Waktu Interaksi Polimerisasi Asam Laktat Terhadap Karakteristik Polimer Poly(L)-Lactic Acid (PLLA) Dari L-Asam Laktat Sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradable". Surabaya. Prosiding Seminar Na

-sional Kimia Unesa 2012 – ISBN : 978-979-028-550-7.

- P. Mainilvarlet, R. Rahm, and S. Gogolewski, 1997. *Biomaterials*, 18, 257.
- Pan, P., Liang, Z., Zhu, B., Dong, T., and Inoue, Y., 2009. Blending Effects on Polymorphic Crystallization of Poly(L-lactide), *Macromolecules*, 42, pp. 3374-3380.
- Paramawati, R., 2001. *Kajian Fisik dan Mekanik Terhadap Karakteristik Film Kemasan Organik dari Zein Jagung*. Disertasi. Pascasarjana. IPB.
- Park, J.W., Lee, D.J., Yoo, W.J., Yoo, F.S., and Im, S.S., 1999. Biodegradable Polymer Blends of Poly(lactic acid) and Starch, *Korean Polymer Journal*, 7(2), pp. 93-101.
- Tamyiz, M., Agustin, R. 2012. Pengaruh Konsentrasi Katalis Terhadap Viskositas dan Massa Molekul Poli(Asam Laktat) Pada Polimerisasi Asam Laktat dengan Metode Ring Opening Polymerization. *Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa – ISBN: 978-979-028-550-7*
- Tsuji, H. 2005. Poly(lactide) Stereocomplex: Formation, Structure, Properties, Degradation, and Application, *Macromolecular Bioscience*, 5, pp. 569-597.
- Ulya, M., Agustini, R. 2012. *Jurnal Pengaruh Suhu Polimerisasi Asam Laktat Melalui Metode Ring Opening Polymerization (ROP) Terhadap Karakteristik Poly(L)-Lactic Acid (PLLA)*. Surabaya. UNESA *Journal of Chemistry* Vol. 1, No. 1
- Widiarto, S. 2007. *Karakterisasi Bahan Polimer dengan Metode Differential Scanning Calorimetry; dalam Analisis dan Karakterisasi Kimia, Suatu Seri Monograf*. Jurusan Kimia FMIPA UNILA. Kimia Press. Lampung.
- Zhang, J., Sato, H., Tsuji, H., Noda, I., and Ozaki, Y. 2005. Infrared Spectroscopic study of CH...O=C interaction during poly(L-lactide)/ poly(D-lactide) stereocomplex formation, *Macromolecules*, 38, 1822-1828.