

PRODUKSI POLI ASAM LAKTAT DARI LIMBAH AMPAS PATI AREN

Sari Purnavita^{1*}, Herman Yoseph Sriyana¹, dan Sri Hartini²¹Program Studi Teknik Kimia, Akademi Kimia Industri Santo Paulus Semarang, Jalan Sriwijaya no 104 Semarang, Telp. 024-8442979, Fax. 024-8442988²Jurusan Kimia, Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Kristen Satya Wacana, Jalan Diponegoro no 52-60 Salatiga, Telp.0298-321212, Fax 0298-321433

*Email: saripurnavita@yahoo.com

Abstrak

Poli asam laktat (PLA) yang dibuat pada penelitian ini menggunakan asam laktat dari bahan baku limbah ampas pati aren. Polimerisasi asam laktat menjadi poli asam laktat (PLA) dilakukan dengan metode ring opening polymerization pada suhu 170°C dan tekanan 152 mmHg. Variabel pada proses polimerisasi adalah katalis Sn (II) Oct sebanyak 3%, 4%, 5% dan waktu reaksi 45 menit, 60 menit, 90 menit. Kristal PLA diperoleh dengan diendapkan menggunakan metanol dan selanjutnya dilakukan analisis termal dan yield. PLA hasil penelitian memiliki karakteristik termal (melting temperature dan glass transition temperature) tertinggi diperoleh pada katalis Sn (II) Oct 5% dan waktu reaksi 90 menit, berturut-turut yaitu 149°C dan 61°C. Jumlah poli asam laktat terbanyak diperoleh dari perlakuan penambahan katalis 5% dan waktu polimerisasi 90 menit, yaitu dengan yield 26,77%.

Kata kunci : ampas pati aren, poli asam laktat

PENDAHULUAN

Poli asam laktat adalah poliester yang diproduksi dari monomer asam laktat yang memiliki tiga isomer yaitu D-, L-, dan DL-asam laktat. PLA yang dibuat dari monomer L- atau D- asam laktat memiliki sifat *semicrystalline* dengan *melting temperature* (T_m) 180°C dan *glass temperature* (T_g) sekitar 67°C, sedangkan PLA dari campuran L- dan D- asam laktat bersifat amorphous dengan *glass temperatures* mendekati suhu kamar (Marck, 2005).

Asam laktat dapat diperoleh melalui sintesa kimia maupun fermentasi. Asam laktat yang diperoleh melalui fermentasi bahan alami seperti selulosa. Menurut Purnavita dan Sriyana (2011), limbah ampas pati aren memiliki kandungan selulosa cukup tinggi, yaitu sebesar 76,35% berat. Limbah ampas pati aren dapat digunakan sebagai bahan baku asam laktat melalui hidrolisa enzimatis dan fermentasi. Asam Laktat yang diproduksi secara fermentasi merupakan campuran D-, L-, dan DL-asam laktat (Purnavita dkk, 2014).

Proses sintesa PLA dapat dilakukan dengan tiga metode, yaitu *condensation polymerization*, *azeotropic polymerization*, dan *ring opening polymerization*. *Condensation polymerization* memproduksi PLA dengan berat molekul rendah ($M_n = 5000$) dan disebut *prepolymer*, *azeotropic polymerization* dapat menghasilkan PLA dengan berat molekul lebih tinggi, dan *metal-catalyzed ring-opening polymerization of*

lactide dapat menghasilkan PLA dengan berat molekul tinggi ($M_n = 60.000-150.000$) dan disebut juga sebagai *polylactide* (Marck, 2005). Reaksi pembentukan cincin laktida dapat dihasilkan pada temperatur yang tinggi (130-220°C) dengan menggunakan katalis logam, *tin* (II) *2-ethylhexaoate*, *tin* (II) *alkoxides*, atau *aluminum isopropoxide*. Diantara berbagai jenis katalis tersebut, *tin* (II) *2-ethylhexaoate* ($\text{Sn}(\text{Oct})_2$) merupakan katalis yang paling efisien dan diperbolehkan oleh FDA (*Food and Drug Administration*) (Ki, 2009).

Polimerisasi asam laktat dengan metode ROP dilakukan dalam dua tahap. Tahap pertama adalah sintesis untuk pembentukan laktida dengan cara pemanasan asam laktat pada kondisi tekanan vakum untuk menghilangkan air yang dihasilkan dari penggabungan monomer. Tahap kedua adalah pembukaan cincin siklik laktida untuk membentuk polimer dengan bantuan katalis $\text{Sn}(\text{Oct})_2$. Polimer hasil reaksi kemudian dilarutkan dengan kloroform, selanjutnya diendapkan dengan metanol, disaring dan dikeringkan (Purnama dkk., 2012).

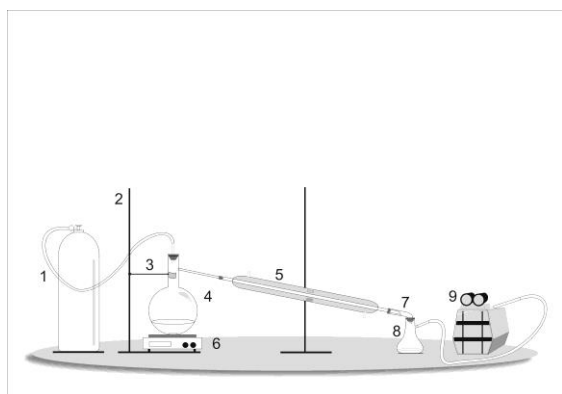
Penelitian ini bertujuan mempelajari proses polimerisasi asam laktat dari ampas pati aren menjadi PLA melalui reaksi *ring opening polymerization*.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah monomer asam laktat dari bahan baku limbah ampas pati aren yang diperoleh dari sentra industri pati aren di Dusun Margoluwih, Desa Daleman, Kecamatan Tulung, Kabupaten Klaten. Spesifikasi limbah ampas pati aren setelah penghilangan lignin : 72,78% selulosa, 9,25% hemiselulosa, 12,3% lignin, 4,42% air, 0,4125% gula reduksi, dan 0,8286% lain-lain (Purnavita dan Sriyana, 2011) dan spesifikasi asam laktat memiliki kadar 93,11% , katalis yang digunakan adalah Sn(II)Oct atau *Tin(II)2-ethylhexanoate* produk *Sigma-Aldrich* USA dengan kadar 95%, bahan kimia pelarut terdiri dari kloroform dan metanol memiliki grade pro-analisis.

Alat yang digunakan adalah reaktor polimerisasi, *hot plate magnetic stirrer*, dan pompa vacum. Sedangkan rangkaian alat yang digunakan pada penelitian tersaji pada gambar 1.



Gambar 1. Rangkaian alat polimerisasi (1) Tabung gas N₂, (4) labu alas bulat, (5) kondensor, (6) hot plate stirrer, (8) erlenmeyer, (9) pompa vacum

Prosedur Penelitian

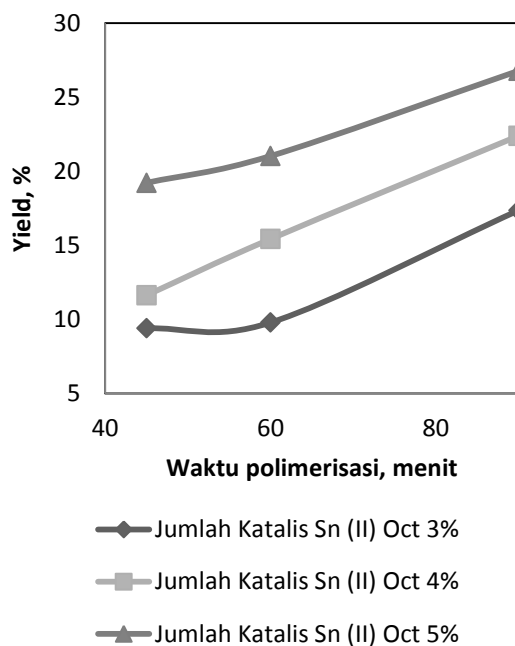
Asam laktat yang dihasilkan dari bahan baku ampas pati aren (Purnavita *et. al.*, 2014) dipolimerisasi menjadi poli asam laktat dengan metode *ring opening polymerization*. Asam laktat dimasukkan dalam labu alas bulat dan ditambahkan katalis *tin(II)octoate* dalam jumlah tertentu sesuai variabel yang telah ditentukan (3%, 4%, dan 5%). Campuran asam laktat dan katalis dipanaskan sampai suhu 170°C dan tekanan 152 mmHg serta dialiri gas nitrogen untuk memudahkan pengeluaran air hasil reaksi. Reaksi dilakukan selama waktu yang telah ditentukan sesuai variabel yang telah

ditentukan (45 menit, 60 menit, dan 90 menit). Produk hasil reaksi kemudian dilarutkan kloroform dan diendapkan dengan penambahan metanol. Endapan disaring dan dikeringkan, poli asam laktat yang dihasilkan berupa serbuk putih.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Yield Poli Asam Laktat

Polimerisasi asam laktat menjadi poli asam laktat dengan metode *ring opening polymerization* dioptimasi pada perlakuan jumlah katalis Sn(II)Oct dan waktu polimerisasi. Jumlah katalis dan waktu yang berbeda akan menghasilkan polimer poli asam laktat (*poly lactic acid*, PLA) dengan *yield* yang berbeda sangat nyata. Hubungan antara waktu polimerisasi dan *yield* PLA pada berbagai jumlah katalis dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Hubungan antara waktu polimerisasi dan *yield* PLA pada berbagai jumlah katalis

Dari Gambar 2 tampak bahwa *yield* PLA meningkat dengan bertambahnya waktu polimerisasi, hal ini berlaku untuk semua perlakuan jumlah katalis. Semakin banyak jumlah katalis maka *yield* PLA juga meningkat. Katalis Sn(II)Oct berfungsi untuk mempercepat reaksi polimerisasi, semakin banyak jumlah katalis yang ditambahkan akan meningkatkan laju reaksi, sehingga untuk waktu reaksi yang sama apabila jumlah katalis semakin banyak

maka hasil yang diperoleh juga semakin banyak. Pada penelitian ini, waktu polimerisasi 90 menit dengan katalis Sn(II)Oct 5% bisa menghasilkan *yield* PLA 26,77%. Poli asam laktat yang dihasilkan berbentuk padatan serbuk putih dengan bau wangi. Ibrahim dkk (2006), melakukan polimerisasi dengan katalis serbuk timah 0,5% menghasilkan *yield* PLA 20% untuk waktu 15 jam.

Karakteristik Termal PLA

Jumlah katalis dan waktu polimerisasi berpengaruh sangat nyata terhadap nilai *melting temperature* dan *glass temperature* poli asam laktat. Semakin banyak jumlah katalis dan waktu reaksi akan meningkatkan rantai polimer dan berat molekul sehingga nilai *glass temperature* dan *melting temperature* juga semakin tinggi.

Tabel 1. Karakteristik Termal Poli Asam Laktat

Jumlah Katalis (Sn (II) Oct)	Waktu (menit)	Tm (°C)	Tg (°C)
3%	45	79	39
3%	60	91	43
3%	90	111	45
4%	45	81	41
4%	60	96	45
4%	90	119	51
5%	45	85	49
5%	60	121	55
5%	90	149	61

Penambahan katalis 5% dan waktu reaksi 90 menit memberikan nilai *melting temperature* dan *glass temperature* tertinggi, yaitu 149°C dan 61°C. Poli asam laktat hasil penelitian diproduksi dari monomer asam laktat hasil fermentasi dari bahan baku alami limbah ampas pati aren sehingga merupakan campuran monomer L- dan D- asam laktat. Menurut Marck (2005), PLA dari campuran L- dan D- asam laktat bersifat amorphous dengan *glass temperatures* mendekati suhu kamar. PLA hasil penelitian memiliki *glass temperatures* lebih dari suhu kamar sehingga dapat digunakan untuk aplikasi plastik kemasan.

Hasil penelitian Rasmita dkk (2012) menunjukkan bahwa polimerisasi PLA selama 2 jam, 4 jam dan 6 jam menghasilkan *transition glass temperature* berturut-turut 70,46°C; 85,23°C; 62,27°C dan *transition melting temperature* 179,58°C untuk waktu 4 jam.

Ibrahim dkk (2006) melakukan polimerisasi dengan katalis timah menghasilkan PLA yang memiliki suhu transisi kaca (*Tg*) (40°C - 60°C) dan nilai *Tm* (146,4 °C). PLA standar (SIGMA-ALDRICH) memiliki *melting point* 58°C.

KESIMPULAN

1. Poli Asam Laktat hasil polimerisasi metode ROP dengan katalis Sn (II) Oct 5% dan waktu reaksi 90 menit menghasilkan *yield* PLA 26,77%.
2. Karakteristik termal (*melting temperature* dan *glass transition temperature*) tertinggi diperoleh pada katalis Sn (II) Oct 5% dan waktu reaksi 90 menit, berturut-turut yaitu 149°C dan 61°C.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada DP2M Direktorat Jenderal Pendidikan Tinggi, Kementerian Pendidikan dan Kebudayaan dan Kopertis Wilayah VI yang telah memberikan kesempatan dan pendanaan pada penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Ibrahim, A., Hanny, C., Wijaya., Suminar, S., Achmadi., dan Yadi, H., 2006, Polikondensasi Azeotropik Asam Laktat Menjadi Poli Asam Laktat Sebagai Bahan Baku Kemasan, Jurnal Sains Materi Indonesia, Volume 8, Nomor 1, hal 58-64.
- Ki, W. Y., 2009, Production of L-Lactic Acid From Starch by Recombinant *Bacillus subtilis* 1A304, Thesis, Hongkong : The Hongkong Polytechnic University
- Marck, H.F., 2005, Encyclopedia of Polymer Science and Technology, John Wiley & Sons, third edition.
- Purnama, P., Youngmee, J., Chae, H.H., Do, S.H., and Soo, H.K., 2012, Synthesis of Poly(D-lactide) with Different Molecular Weight via Melt-Polymerization, Macromolecular Research, Vol. 20, No. 5, pp. 515-519.
- Purnavita, S dan Sriyana, H.Y., 2011, Produksi Bioetanol dari Limbah Ampas Pati Aren Secara Enzimatis dengan menggunakan Mikrobial Selulolitik Ekstrak Rayap, Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian, Volume 8, Nomor 2, hal. 54 - 60.
- Purnavita S, Sriyana, H.Y., dan Hartini, S., 2014, Rekayasa Proses Produksi Asam laktat Dari Limbah Ampas Pati Aren Sebagai Bahan Baku Poli Asam Laktat,

Jurnal Momentum, Volume 10, Nomor 1, hal 14-18.
Rasmita, A.G., Agustini, R., Ismoyo, dan Hamzah., 2012, Pengaruh Waktu Interaksi Polimerisasi Asam Laktat Terhadap

Karakteristik Polimer *Poly (L)-Lactic Acid (PLLA)* Dari L-Asam Laktat Sebagai Bahan Baku Plastik *Biodegradable*, Prosiding Seminar Nasional Kimia Unesa, ISBN : 978-979-028-550-7, hal C45-C55.