

PENGARUH JUMLAH KATALIS *TIN(II) OCTOATE* PADA PEMBUATAN POLI ASAM LAKTAT DENGAN MENGGUNAKAN ASAM LAKTAT DARI ECENG GONDOK

Sari Purnavita¹, Lucia Hermawati Rahayu¹, Elisa Rinihapsari²

¹Program Studi Teknik Kimia, Akademi Kimia Industri Santo Paulus Semarang

²Program Studi Analisis Kesehatan, Akademi Analisis Kesehatan Theresiana Semarang

E-mail: saripurnavita@yahoo.com, l_hermawati@yahoo.co.id,
elisarinihapsari@gmail.com

Abstrak

Eceng gondok memiliki kandungan selulosa yang tinggi (60%) sehingga sangat potensial untuk dijadikan bahan baku pembuatan monomer asam laktat. Proses polimerisasi monomer asam laktat menjadi polimer poli asam laktat dapat dilakukan dengan metode *ring opening polymerization*. Kesempurnaan reaksi pembuatan poli asam laktat dipengaruhi jenis dan jumlah katalis yang ditambahkan. Penelitian ini bertujuan untuk mempelajari pengaruh jumlah katalis terhadap *yield* poli asam laktat. Variabel jumlah katalis *Tin(II) Octoate* yang digunakan adalah 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%. Proses polimerisasi dilakukan dengan dua tahap, tahap pertama adalah pemanasan asam laktat pada suhu 150°C selama 3 jam dan tahap kedua adalah pemanasan pada suhu 170°C dengan tekanan 15 cmHg selama 60 menit dengan penambahan katalis sesuai variabel yang telah ditentukan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa jumlah katalis yang berbeda memberikan pengaruh yang bermakna terhadap *yield* poli asam laktat. Jumlah katalis *Tin(II) Octoate* sebanyak 5% menghasilkan *yield* poli asam laktat tertinggi, yaitu sebesar 35,54%.

Kata kunci: poli asam laktat, katalis *Tin(II) Octoate*

PENDAHULUAN

Ketergantungan Indonesia terhadap produk impor masih tinggi, khususnya untuk produk-produk dibidang medik. Untuk meminimalkan ketergantungan terhadap produk impor dapat dilakukan dengan memaksimalkan potensi sumber daya alam yang bernilai ekonomis rendah seperti eceng gondok.

Eceng gondok termasuk jenis tumbuhan air tawar yang tumbuh secara liar sebagai gulma yang sulit diberantas sehingga sering menimbulkan masalah lingkungan. Eceng gondok memiliki kandungan kimia yang terdiri dari 60% selulosa, 8% hemiselulosa, dan 17% lignin (Heriyanto dkk, 2015). Kandungan selulosa pada eceng gondok dapat dimanfaatkan sebagai asam laktat untuk monomer poli asam laktat. Rekayasa proses pembuatan poli asam laktat dari

bahan selulosa terdiri dari tiga tahap, yaitu hidrolisis, fermentasi, dan polimerisasi (Purnavita dkk, 2017).

Asam Laktat (Monomer)

Asam laktat memiliki spesifikasi berupa cairan pekat tidak berwarna, tidak berbau, dapat larut di dalam air dalam berbagai perbandingan, alkohol dan eter tetapi tidak dapat larut dalam kloroform dan etil asetat (Purnavita dkk, 2014). Asam laktat memiliki rumus molekul $\text{CH}_3\text{CH}(\text{OH})\text{COOH}$.

Poli Asam Laktat (*Poly lactic acid*, PLA)

Poli asam laktat atau Poli laktida memiliki rumus kimia $(\text{CH}_3\text{CHOHCOOH})_n$ merupakan polimer yang bersifat biodegradabel, termoplastik dan merupakan poliester alifatik yang dapat dibuat dari bahan-bahan alami dan terbarukan seperti glukosa dan selulosa. PLA dapat larut pada beberapa pelarut

seperti *chlorinated hydrocarbons*, *chloroform*, *tetrahydrofuran*, dan *ethyl acetate*, namun tidak larut pada metanol (Purnavita dkk, 2014).

Pada perkembangan saat ini, poli asam laktat banyak diaplikasikan dibidang medik, yaitu untuk pembuatan produk benang operasi (*medical grade sutures*), transplantasi tulang (*implants*), teknologi jaringan, dan film untuk penyalut obat (*drug release*). (Singh dkk, 2014).

Ring Opening Polymerization (ROP)

Menurut Purnama dkk (2012), polimer poli asam laktat dengan berat molekul tinggi dapat diperoleh dengan menggunakan metode *ring opening polymerization*. Metode ROP diawali dengan proses pemanasan asam laktat untuk pembentukan laktida pada tekanan vacum dan dilanjutkan dengan penambahan katalis *Tin(II) Octoate* sehingga terjadi pembukaan cincin laktida yang berlanjut pembentukan polimer poli asam laktat. Menurut Gentile (2014), reaksi pembentukan cincin laktida dengan menggunakan katalis logam dapat berlangsung pada suhu tinggi (130-220°C). Jenis katalis logam yang sering digunakan adalah $\text{Sn}(\text{Oct})_2$ (*Tin (II) Octoate*), tin (II) alkoxides, atau aluminum isopropoxide. Diantara jenis katalis tersebut, $\text{Sn}(\text{Oct})_2$ merupakan katalis yang paling efisien dan diperbolehkan oleh FDA (Food and Drug Administration) (Ki, 2009). Polimerisasi asam laktat dari bahan baku limbah ampas pati aren menjadi poli asam laktat dengan bantuan katalis $\text{Sn}(\text{Oct})_2$ dapat berlangsung pada suhu 171°C (Purnavita dkk, 2017).

Orozco dkk (2014) melakukan penelitian pembuatan poli asam laktat dari bahan baku lactose. Tahap awal adalah pembuatan asam laktat dari fermentasi lactose dan tahap selanjutnya adalah pembuatan poli asam laktat dengan metode

ROP. Kondisi operasi yang digunakan pada pembuatan asam laktat, yaitu suhu 170°C, tekanan vacum 120 torr (120 mmHg) selama 3 jam untuk proses polikondensasi. Selanjutnya dilakukan penambahan 1% berat *anhydrous tin(II) chloride* untuk membentuk *lactide* pada suhu 220°C dan tekanan vacum 60 torr. *Lactide* yang terbentuk dikristalkan dengan menggunakan *ethyl acetate* sebanyak 5 kali pada suhu 70°C dan disimpan di *vacuumdesiccator* selama 24 jam. Polimerisasi *lactide* dilakukan dengan katalis *Tin Octoate* pada suhu 130°C selama 24 jam.

METODE PENELITIAN

Bahan

- 1) Monomer : asam laktat yang terbuat dari bahan alami eceng gondok
- 2) Katalis polimerisasi
Katalis yang akan digunakan pada polimerisasi adalah *Tin(II) Octoate* dari produk Sigma-Aldrich USA.
- 3) Kloroform GR for Analysis

Alat

Alat utama yang digunakan adalah *hot plate magnetic stirrer*, pompa vacum, labu distilasi, regulator, dan injeksi gas inert.

Variabel Penelitian

Variabel bebas : jumlah katalis *Tin(II) Octoate* = 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5%

Variabel terikat : *yield* poli asam laktat

Prosedur Penelitian

Reaksi polimerisasi asam laktat membentuk PLA dilakukan dalam alat *hot plate*, labu distilasi yang dilengkapi dengan pendingin *liebig*, pengaduk magnetik, injeksi gas N_2 dan pompa vakum. Prosesnya diawali dengan pemanasan asam laktat pada suhu 150°C selama 3 jam. Selanjutnya dilakukan penambahan katalis

Tin(II) Octoate sesuai variabel yang telah ditentukan. Campuran dipanaskan pada suhu 170°C dengan tekanan 150 mmHg selama 1 jam dengan dialiri gas nitrogen untuk mengusir oksigen. Produk PLA hasil reaksi dikeluarkan dari labu distilasi dengan cara pelarutan menggunakan kloroform dan dilanjutkan proses pengendapan dengan menggunakan metanol. Endapan PLA dikeringkan pada suhu kamar hingga membentuk padatan serbuk.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Proses polimerisasi pada pembuatan poli asam laktat ini menggunakan

monomer asam laktat yang merupakan hasil dari proses sakarifikasi dan fermentasi secara simultan (SSF) dari bahan baku eceng gondok. Metode polimerisasi yang digunakan pada penelitian ini adalah *ring opening polimerization* (ROP) dengan katalis *Tin(II) Octoate*. Proses polimerisasi menggunakan reaktor berbentuk labu distilasi yang dilengkapi dengan injeksi gas nitrogen dan pompa vacum untuk mengatur tekanan seperti pada Gambar 1.

Produk poli asam laktat hasil penelitian ini berupa serbuk berwarna putih seperti pada Gambar 2.



Gambar 1. Rangkaian Peralatan Polimerisasi PLA



Gambar 2. Serbuk Poli Asam Laktat Hasil Penelitian

Tabel 1. Data Rerata *Yield* Poli Asam Laktat Hasil Penelitian Untuk Berbagai Jumlah Katalis *Tin(II) Octoate*

Jumlah Katalis <i>Tin(II) Octoate</i>	<i>Yield</i> Poli Asam Laktat (%)
1%	30,57
2%	32,41
3%	33,54
4%	34,43
5%	35,54

Data rerata *yield* poli asam laktat hasil penelitian pada berbagai jumlah katalis *Tin(II) Octoate* yang dinyatakan dalam % berat tersaji pada Tabel 1. Semakin banyak jumlah katalis yang ditambahkan maka kecepatan reaksi akan semakin besar dan untuk waktu reaksi yang sama maka jumlah produk yang diperoleh akan semakin banyak. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak jumlah katalis maka *yield* poli asam laktat yang diperoleh semakin besar.

Yield serbuk poli asam laktat terbanyak yang diperoleh pada penelitian ini adalah 35,54% yang diperoleh pada penambahan katalis 5% dan waktu polimerisasi 60 menit. *Yield* PLA pada penelitian ini lebih besar dari hasil penelitian sebelumnya (Purnavita dkk, 2015) namun masih dibawah 50%, dikarenakan kurang sempurnanya proses kondensasi asam laktat sehingga jumlah laktida yang terbentuk kurang maksimal. Selain itu juga dikarenakan pembekuan laktida disepanjang kolom pendingin sehingga menyebabkan jumlah asam laktat yang bereaksi membentuk poli asam laktat rendah. Hasil penelitian ini memberikan *yield* yang lebih tinggi daripada penelitian yang telah dilakukan yang sebelumnya yaitu pembuatan poli asam laktat dari monomer asam laktat yang berbahan baku limbah ampsa aren yang hanya 26,7% (Purnavita dkk, 2017).

Dari hasil uji statistik *one way anova* untuk melihat ada tidaknya perbedaan

antar kelompok jumlah katalis *Tin(II) Octoate* dalam % berat dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna antar perlakuan jumlah katalis yang berbeda sehingga dilanjutkan dengan uji post hoc untuk mengetahui kelompok mana yang berbeda: pada perbandingan antar kelompok, diperoleh hasil semua nilai signifikansi < 0.05 , berarti terdapat perbedaan bermakna antar kelompok, pada semua kelompok yang dibandingkan.

SIMPULAN DAN SARAN

Simpulan

Jumlah katalis yang berbeda akan memberikan pengaruh yang bermakna terhadap *yield* poli asam laktat yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah katalis *Tin(II) Octoate* yang ditambahkan pada proses polimerisasi asam laktat maka semakin besar *yield* poli asam laktat yang diperoleh. Jumlah katalis *Tin(II) Octoate* sebanyak 5% memberikan *yield* poli asam laktat tertinggi, yaitu 35,54%.

Saran

Peneliti menyarankan untuk penelitian lanjutan dengan waktu reaksi yang lebih dari 1 jam supaya bisa diperoleh *yield* poli asam laktat yang lebih besar.

UCAPAN TERIMA KASIH

Pada kesempatan ini tim peneliti mengucapkan banyak terimakasih kepada Direktorat Riset dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Kementerian Riset Teknologi

dan Pendidikan Tinggi Republik Indonesia yang telah memberikan kesempatan dan pendanaan penelitian ini pada tahun 2017.

DAFTAR PUSTAKA

- Gentile, Piergiorgio., Chiono, Valeria., Carmagnola, Irene., and Hatton, Paul. V., 2014, An Overview of Poly(lactic-co-glycolic) Acid (PLGA)-Based Biomaterials for Bone Tissue Engineering. *International Journal of Molecular Sciences*.
- Heriyanto, H., Firdaus, I., dan Destiani, A. F., 2015, Pengaruh Penambahan Selulosa Dari Tanaman Eceng Gondok (*Eichornia crassipes*) Dalam Pembuatan Biopolimer Superabsorben, *Jurnal Integrasi Proses*, Vol. 5, No. 2 Hal. 88 – 93.
- Ki, W. Y., 2009, Production of L-Lactic Acid From Starch by Recombinant *Bacillus subtilis* 1A304. *Thesis*. Hongkong: The Hongkong Polytechnic University.
- Orozco, F.G., Valadez, G.A., Domínguez, M.A., Zuluaga, F., Figueroam, O.F., Alzate, G.L.M., 2014, Lactic Acid Yield Using Different Bacterial Strains, Its Purification, and Polymerization through Ring-Opening Reactions, *International Journal of Polymer Science*.
- 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, *Momentum*, Vol. 10, No. 1, Hal. 14-18.
- Purnavita, S., Sriyana, H.Y., dan Hartini, S., 2017, Produksi Poli Asam Laktat Dari Limbah Ampas Pati Aren, *Momentum*, Vol. 13, No. 1, Hal. 53-56.
- 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.
- Singh, G., Kaur, T., Kaur, R., and Kaur, A., 2014, Recent biomedical applications and patents on biodegradable polymer-PLGA, *International Journal of Pharmacology and Pharmaceutical Sciences*; Vol: 1, Issue: 2, Ha. 30-42.