

**TINJAUAN KEMAMPUAN MIKROORGANISME DALAM
MENGURAI *POLYLACTIC ACID* (PLA) DAN
MEMBANDINGKAN METODE PENGURAI YANG
PALING OPTIMAL**

***MICROORGANISM ABILITY ON DEGRADING
POLYLACTIC ACID (PLA) AND COMPARING FOR
THE OPTIMAL METHOD: A REVIEW***

SKRIPSI

Diajukan untuk memenuhi sebagian dari syarat-syarat
guna memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pangan

Oleh:

SIA, ANTONIO ALEXANDER SETIAWAN

16.II.0174

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI PANGAN FAKULTAS
TEKNOLOGI PERTANIAN UNIVERSITAS KATOLIK
SOEGIJAPRANATA SEMARANG**

2020



HALAMAN PENGESAHAN

Judul Tugas Akhir: : Tinjauan Kemampuan Mikroorganisme Dalam Mengurai Polylactic Acid
(PLA) Dan Membandingkan Metode Pengurai Yang Paling Optimal

Diajukan oleh : Sia Antonio Alexander Setiawan

NIM : 16.11.0174

Tanggal disetujui : 24 Juli 2020

Telah setuju oleh

Pembimbing 1 : Dr. Ir. Lindayani M.P.

Pembimbing 2 : Dr., Dra. Laksmi Hartayanie, M.P.

Penguji 1 : Ir. Sumardi M.Sc.

Penguji 2 : Dea Nathania Hendryanti STP., MS

Ketua Program Studi : Dr. Dra. Alberta Rika Pratiwi M.Si.

Dekan : Dr. Robertus Probo Yulianto Nugrahedi S.TP., M.Sc.

Halaman ini merupakan halaman yang sah dan dapat diverifikasi melalui alamat di bawah ini.

sintak.unika.ac.id/skripsi/verifikasi/?id=16.11.0174

PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama :Sia, Antonio Alexander Setiawan
NIM :16.11.0174
Fakultas :Teknologi Pertanian
Jurusan :Teknologi Pangan

Dengan ini menyatakan bahwa, skripsi yang berjudul “Tinjauan Kemampuan Mikroorganisme Dalam Mengurai *Polylactic Acid* (PLA) Dan Membandingkan Metode Pengurai Yang Paling Optimal” merupakan karya saya dan tidak pernah terdapat karya serupa yang diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi. Sepengetahuan saya juga tidak ada karya yang pernah ditulis/diterbitkan orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam penelitian ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Apabila dikemudian hari ternyata terbukti bahwa skripsi ini, sebagian atau seluruhnya merupakan hasil plagiasi maka gelar sarjana dan ijazah yang saya peroleh, rela untuk dibatalkan sesuai dengan peraturan yang berlaku di Universitas Katolik Soegijapranata dan/atau peraturan perundang-undangan yang berlaku.

Semarang, 24 Juli 2020



Sia, Antonio Alexander Setiawan

16.11.0174

**HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK
KEPENTINGAN AKADEMIS**

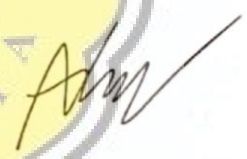
Yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Sia, Antonio Alexander Setiawan
Konsentrasi : Teknologi Pangan
Fakultas : Teknologi Pertanian
Jenis Karya : Skripsi

Menyetujui untuk memberikan kepada Universitas Katolik Soegijapranata Semarang Hak Bebas Royalti Noneksklusif atas karya ilmiah yang berjudul “Tinjauan Kemampuan Mikroorganisme Dalam Mengurai *Polylactic Acid* (PLA) Dan Membandingkan Metode Pengurai Yang Paling Optimal” bersama perangkat yang ada (jika diperlukan). Dengan Hak Bebas Royalti Noneksklusif ini Universitas Katolik Soegijapranata Semarang berhak menyimpan, mengalihkan media/formatkan, mengelola dalam bentuk pangkalan data (database), merawat dan mempublikasikan tugas akhir ini selama tetap mencantumkan nama saya sebagai penulis/pencipta dan sebagai pemilik Hak Cipta.

Demikian pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya.

Semarang, 24 Juli 2020


Sia, Antonio Alexander Setiawan

RINGKASAN

Limbah plastik adalah masalah yang sedang meningkat di dunia ini. Hal ini dikarenakan tingginya penggunaan plastik berbahan dasar minyak bumi yang tidak *biodegradable*. Salah satu solusi dari peningkatan limbah plastik adalah dengan menggunakan biopolimer sebagai bahan dasar pengganti plastik seperti *polylactic acid* (PLA). PLA adalah salah satu bahan biopolimer yang sering digunakan sebagai bahan dasar pengganti plastik berbahan dasar minyak bumi. Untuk limbah plastik yang terbuat dari biopolimer seperti PLA, *biodegradation* adalah metode yang sering digunakan untuk mengolah limbah plastik tersebut. Akan tetapi, pengolahan limbah plastik PLA menggunakan metode *biodegradation* membutuhkan pengetahuan mendalam tentang mikroorganisme yang terlibat dalam proses *biodegradation* karena metode yang salah akan membuat penguraian PLA menjadi berjalan lama dan lambat. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui proses penguraian PLA oleh mikroorganisme, mengetahui faktor yang mempengaruhi kerja mikroorganisme dalam penguraian PLA, serta membandingkan metode penguraian PLA untuk menemukan metode penguraian PLA yang paling optimal. Penguraian PLA oleh mikroorganisme dimulai dari adanya pemicu yang menstimulus supaya mikroorganisme menghasilkan enzim yang dapat mengurai PLA. Faktor yang dapat mempengaruhi kerja mikroorganisme dalam penguraian PLA adalah berat molekul PLA, kemurnian PLA pada komposit PLA, suhu, pH, dan lainnya. Terdapat 3 macam mikroorganisme pengurai yang teridentifikasi mampu mengurai PLA, yakni *actinomycetes*, bakteri, dan jamur. Dari ketiga macam mikroorganisme tersebut, *actinomycetes* adalah mikroorganisme yang memiliki kemampuan mengurai PLA yang paling baik. Dari *actinomycetes*, *Saccharothrix waywayandensis* (*Lentzea waywayandensis*) dan *Amycolatopsis sp. strain K104-1* menunjukkan kemampuan penguraian PLA yang paling baik. *Aneurinibacillus migulanus* adalah bakteri yang menunjukkan potensi yang baik dalam penguraian PLA. Selain itu, enzim yang dihasilkan oleh *Cryptococcus sp. Strain S-2* juga menunjukkan potensi yang baik dalam mengurai PLA. Berdasarkan rangkuman penelitian yang ada, ketiganya memiliki kesamaan dalam metode penguraian yakni dapat aktif pada suhu 30-37°C, dapat aktif dalam kondisi aerobik, dapat aktif dalam pH 7 atau netral, serta dapat mengurai PLA dengan berat molekul yang tinggi.

SUMMARY

Plastic waste is a rising problem all around the world. This is because the high usage of petrol-based plastic, which is not biodegradable. One of the solutions for that is to use biopolymer as a base material in creating plastic, one of such biopolymer is polylactic acid. Polylactic acid (PLA) is a frequently used biopolymer as a substitute for petrol-based polymer. For plastic waste created using biopolymer such as PLA, biodegradation is a frequently used method in processing the plastic waste. However, processing PLA plastic waste using biodegradation require a good understanding of microorganism that are involved in the process, because wrong biodegradation method can made PLA degrade longer and slower. The aim of this review is to know the process on microorganism toward degrading PLA, to know the factors that can affect microorganism when degrading PLA, and to compare and to find microorganism that can effectively degrade PLA. Microorganism degrade PLA through the enzymes that they secreted. These enzymes are produced when microorganism comes in contact with inducers that triggers the microorganism to produce the enzymes. Factors that can affect PLA biodegradation with microorganisms are molecular weight of PLA, composition of PLA and the composites, temperature, pH, and many more. There are 3 main identified microorganism that can degrade PLA, these are actinomycetes, bacteria, and fungi. From those 3, actinomycetes is the best microorganism that can effectively degrade PLA. Among many actinomycetes, Saccharothryx waywayandensis (Lentzea waywayandensis) and Amycolatopsis sp. strain K104-1 has the most promising result on degrading PLA, able to degrade up to 90% of PLA in the span of 7 days. From bacteria, Aneurinibacillus migulanus is the most promising bacteria that is capable to degrade PLA. From fungi, enzyme that is produced from Cryptococcus sp. Strain S-2 show the most potential to degrade PLA. Based on the review, these microorganisms are able to live at 30°C to 37°C, able to degrade PLA aerobically, and also able to degrade PLA with high molecular weight.

KATA PENGANTAR

Puji syukur kepada Tuhan Yang Maha Esa atas anugerah dan penyertaan-Nya sehingga tugas akhir dengan judul “Tinjauan Kemampuan Mikroorganisme Dalam Mengurai *Polylactic Acid* (PLA) Dan Membandingkan Metode Pengurai Yang Paling Optimal” dapat diselesaikan dengan baik dan tepat pada waktunya. Tugas akhir ini disusun dan selesaikan guna memenuhi syarat dalam memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pangan di Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.

Terselesainya tugas akhir ini tidak lepas dari dukungan yang penulis dapatkan dari pihak lain. Oleh karena itu, penulis ingin mengucapkan banyak terima kasih kepada:

1. Tuhan Yesus Kristus atas penyertaan-Nya yang selalu ada dalam hidup saya
2. Dr. R. Probo Y. Nugrahedi, S.TP., M.Sc. selaku Dekan Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Katolik Soegijapranata Semarang.
3. Dr. Ir. Lindayani, MP dan Dr. Dra. Laksmi Hartajanie, MP. selaku dosen pembimbing 1 dan dosen pembimbing 2 yang telah membimbing penulis selama penelitian dan penulisan tugas akhir.
4. Seluruh jajaran Dosen Fakultas Teknologi Pangan Unika Soegijapranata atas ilmu yang telah diberikan selama masa pembelajaran penulis di Unika Soegijapranata.
5. Seluruh staf TU dan laboran Fakultas Teknologi Pangan Unika Soegijapranata yang telah membantu penulis selama masa pembelajaran dan penelitian.
6. Bapak Sia, Hendy Setiawan, Ibu Maria Lilik Susanti, dan Sia, Elizabeth Ariel Setiawan selaku keluarga yang senantiasa memberi dukungan dalam masa penulisan tugas akhir.
7. Gregorius Nico Adi Setiawan, Felicia Elisabeth, Andreas Yoga, dan Bagus Ariantono selaku teman dalam penelitian tugas akhir yang saling mendukung dan membantu dari awal penelitian hingga akhir penulisan tugas akhir.
8. Seluruh teman penulis lain yang tidak dapat disebutkan satu-satu yang memberi penulis semangat dalam mengerjakan tugas akhir.

Penulis meminta maaf jika ada kesalahan maupun hal yang kurang berkenan dalam penulisan tugas akhir ini. Penulis juga menyadari bahwa penelitian ini memiliki banyak kekurangan dan keterbatasan sehingga penulis mengharapkan adanya masukan baik berupa kritik maupun saran. Akhir kata, penulis berharap supaya penulisan tugas akhir ini dapat berguna bagi pembaca dan semua pihak yang membutuhkan. Atas perhatiannya, Penulis mengucapkan terimakasih. Tuhan Yesus Memberkati.

Semarang, 24 Juli 2020



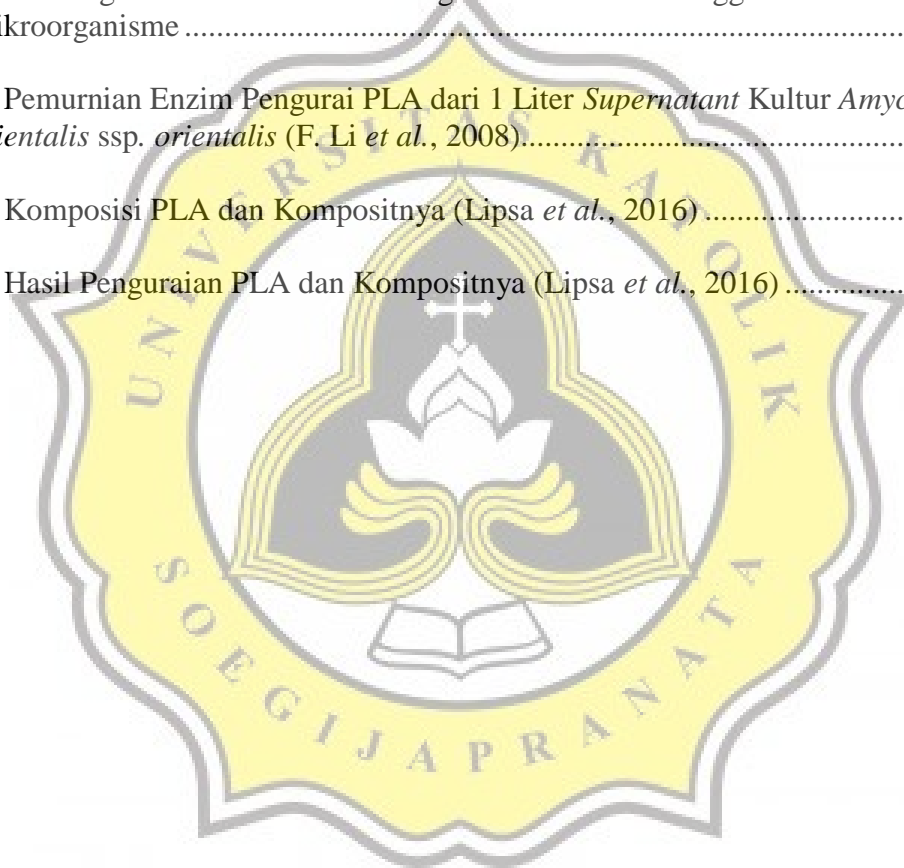
Sia, Antonio Alexander Setiawan

DAFTAR ISI

HALAMAN PENGESAHAN.....	i
PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	ii
HALAMAN PERNYATAAN PUBLIKASI KARYA ILMIAH UNTUK KEPENTINGAN AKADEMIS.....	iii
RINGKASAN.....	iv
SUMMARY.....	v
KATA PENGANTAR.....	vi
DAFTAR ISI	vii
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR.....	ix
DAFTAR LAMPIRAN.....	x
1. PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Tinjauan Pustaka.....	2
1.1.1. Plastik.....	2
1.1.2. <i>Polylactic Acid</i> (PLA)	3
1.1.3. <i>PLA Biodegradation</i>	4
1.1.4. Faktor Penguraian PLA	6
1.1.5. Fokus Review	7
1.2. Tujuan Penelitian	7
2. METODOLOGI PENELITIAN.....	8
2.1. Desain Konseptual	8
2.2. Analisis Data.....	8
3. REVIEW	10
3.1. <i>PLA Biodegradation</i>	10
3.2. Mikroorganisme dalam <i>PLA Biodegradation</i>	13
3.2.1. Actinomycetes	14
3.2.2. Bakteri	20
3.2.3. Kapang.....	25
3.2.4. Konsorsium dan <i>Composting</i>	28
4. KESIMPULAN DAN SARAN.....	32
4.1. Kesimpulan	32
4.2. Saran	33
5. DAFTAR PUSTAKA	34
6. LAMPIRAN	39

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Rangkuman Penelitian Biodegradasi PLA Menggunakan <i>Actinomycetes</i>	15
Tabel 2. Rangkuman Penelitian Biodegradasi PLA Menggunakan Bakteri	22
Tabel 3. Rangkuman Penelitian Biodegradasi PLA Menggunakan Kapang.....	26
Tabel 4. Rangkuman Penelitian Penguraian PLA dengan Konsorsium dan <i>Composting</i>	29
Tabel 5. Rangkuman Penelitian Penguraian PLA Menggunakan Konsorsium Mikroorganisme	39
Tabel 6. Pemurnian Enzim Pengurai PLA dari 1 Liter <i>Supernatant</i> Kultur <i>Amycolatopsis</i> <i>orientalis</i> ssp. <i>orientalis</i> (F. Li <i>et al.</i> , 2008).....	39
Tabel 7. Komposisi PLA dan Kompositnya (Lipsa <i>et al.</i> , 2016)	40
Tabel 8. Hasil Penguraian PLA dan Kompositnya (Lipsa <i>et al.</i> , 2016)	40



DAFTAR GAMBAR

Gambar 1. Diagram Tulang Ikan Kemampuan Mikroorganismen Mengurai Plastik PLA	8
Gambar 2. Skema Diagram Penguraian PLA (Qi <i>et al.</i> , 2017)	10
Gambar 3. Hasil pengamatan <i>film</i> PLA dengan <i>scanning electron microscope</i> (SEM) (Jarerat & Tokiwa, 2003)	13
Gambar 4. Penampakan <i>film</i> plastik selama 5 bulan penguburan sedalam 20 cm di tanah (Weng, <i>et al.</i> , 2013b).....	41
Gambar 5. Penampakan <i>film</i> plastik selama 5 bulan penguburan sedalam 40 cm di tanah (Weng, Wang, <i>et al.</i> , 2013).....	42



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel Pendukung Penelitian.....	39
Lampiran 2. Gambar Pendukung Penelitian.....	41

