

DISERTASI

**PEMBUATAN, KARAKTERISASI, DAN KAJIAN
DEGRADABILITAS BIOPOT DARI TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT (TKKS)**



Oleh:
JAKA DARMA JAYA
NIM. 1940511310009

**PROGRAM STUDI DOKTOR (S3) ILMU PERTANIAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2023**

DISERTASI

**PEMBUATAN, KARAKTERISASI, DAN KAJIAN
DEGRADABILITAS BIOPOT DARI TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT (TKKS)**

Untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Doktor



**Oleh:
JAKA DARMA JAYA
NIM. 1940511310009**

**PROGRAM STUDI DOKTOR (S3) ILMU PERTANIAN
PROGRAM PASCASARJANA
UNIVERSITAS LAMBUNG MANGKURAT
BANJARBARU
2023**

DISERTASI

**PEMBUATAN, KARAKTERISASI, DAN KAJIAN
DEGRADABILITAS BIOPOT DARI TANDAN KOSONG
KELAPA SAWIT (TKKS)**

Oleh
JAKA DARMA JAYA
NIM. 1940511310009

Dipertahankan di depan penguji
Pada tanggal 28 Desember 2022
Dan dinyatakan memenuhi syarat

KOMISI PEMBIMBING
Ketua,


Prof. Agung Nugroho, S.TP., M.Sc., Ph.D
NIP. 198307192008011005

Anggota 1


Prof. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D.
NIP. 197405212002422003

Anggota 2


Prof. Sunardi, S.Si., M.Sc., Ph.D
NIP. 197708202005011006

Banjarbaru, 28 Desember 2022


Koordinator,
Program Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian


Prof. Akhmad R. Saidy, SP., M.Ag.Sc., Ph.D
NIP. 196904251995121001

Direktur,
Program Pascasarjana ULM

Prof. Drs. H. Ahmad Suriansyah, M.Pd., Ph.D
NIP. 195912251986031001

IDENTITAS KOMISI PEMBIMBING DAN KOMISI PENGUJI

JUDUL DISERTASI:

**PEMBUATAN, KARAKTERISASI, DAN KAJIAN DEGRADABILITAS
BIOPOT DARI TANDAN KOSONG KELAPA SAWIT (TKKS)**

Nama Lengkap : Jaka Darma Jaya
NIM : 1940511310009
Program Studi : Doktor (S3) Ilmu Pertanian

KOMISI PEMBIMBING:

Ketua : Prof. Agung Nugroho, S.TP., M.Sc., Ph.D
Anggota 1 : Prof. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D.
Anggota 2 : Prof. Sunardi. S.Si., M.Sc., Ph.D.

KOMISI PENGUJI:

Penguji 1 : Dr.Ir. Arief Rahmad Maulana Akbar, M.Si.
Penguji 2 : Dr. Dra. Ninis Hadi Haryanti. M.S.
Penguji 3 : Dr. Ir. Fakhrrur Razie, M.Si.
Penguji 4 : Prof. Dr.Agr.Sc. Ir. Ragil Widyorini, ST., MT., IPU.

Tanggal Ujian : 28 Desember 2022

SK Komisi Penguji :

PERNYATAAN ORISINALITAS DISERTASI

Saya menyatakan dengan sebenarnya bahwa sepanjang pengetahuan saya, di dalam Naskah Disertasi ini tidak terdapat karya ilmiah yang diajukan oleh orang lain untuk memperoleh gelar akademik di suatu Perguruan Tinggi dan tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali secara tertulis dikutip dalam naskah ini dan disebutkan dalam sumber kutipan dan daftar pustaka.

Apabila ternyata di dalam naskah Disertasi ini dapat dibuktikan terdapat unsur-unsur jiplakan, saya bersedia Disertasi ini dibatalkan serta diproses sesuai dengan peraturan perundang-undangan yang berlaku (UU No. 20 Tahun 2003, pasal 25 ayat 2 dan pasal 70 yang berbunyi: 'Lulusan perguruan tinggi yang karya ilmiahnya digunakan untuk memperoleh gelar akademik, profesi atau vokasi terbukti merupakan jiplakan dicabut gelarnya'. Pasal 70 yang berbunyi : 'Lulusan yang karya ilmiahnya yang digunakannya untuk mendapatkan gelar akademik, profesi atau vokasi sebagaimana yang dimaksud dalam pasal 25 ayat 2 terbukti merupakan jiplakan dipidana dengan pidana penjara paling lama dua tahun dan/atau pidana denda paling banyak Rp. 200.000.000,00 (dua ratus juta rupiah).

Banjarbaru, 28 Desember 2022

Jaka Darma Jaya
NIM. 1940511310009

SALINAN SERTIFIKAT UJI PLAGIASI



*Alhamdulillah
Wasshalatu wassalamu alaa Rasulillah*

*Disertasi ini saya persembahkan kepada
Abah dan mama tercinta
Ketiga anakku tersayang: Asma Afifah, Faiz Abdurrahman dan Zahida Hanifa
serta untuk istri tercinta Rizqie Mayasari*

RIWAYAT HIDUP

Jaka Darma Jaya, lahir di Pagat, 28 April 1984 anak dari Ayah Riduansyah, S.Pd dan Ibu Wardah. Bersekolah di SDN 1 Pagat, MTSs Darul Istiqomah Barabai, dan SMAN 1 Barabai hingga lulus tahun 2002. Studi S1-Kimia di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru tahun 2002-2006. Studi S2 pada Program Double Degree Universitas Brawijaya dan Prince of Songkla University tahun 2006-2009. Melanjutkan studi S3 di Program Studi Doktor (S3) Ilmu Pertanian Program Pasca Sarjana Universitas Lambung Mangkurat Banjarbaru pada tahun 2019 melalui Program Beasiswa Pendidikan Pasca Sarjana Dalam Negeri (BPPDN) Afirmasi Perguruan Tinggi Negeri Baru. Sejak tahun 2009 sampai sekarang mengabdikan sebagai Dosen di Politeknik Negeri Tanah Laut.

Banjarbaru, 28 Desember 2022

Jaka Darma Jaya

RINGKASAN

JAKA DARMA JAYA, NIM 1940511310009. Pembuatan, Karakterisasi, dan Kajian Degradabilitas Biopot dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS). Ketua Komisi Pembimbing: Agung Nugroho, Anggota Komisi Pembimbing 1: Muthia Elma, Anggota Komisi Pembimbing 2: Sunardi.

Biopot adalah pot yang terbuat dari bahan dasar organik yang berpotensi digunakan sebagai alternatif media tanam ramah lingkungan menggantikan pot plastik yang umum digunakan dalam kegiatan pertanian. Salah satu keunggulan biopot adalah kemudahannya terdegradasi di lingkungan sehingga dapat mengurangi penumpukan limbah plastik pasca pertanian seperti yang terjadi pada penggunaan pot atau *polibag* plastik. Hal ini dikarenakan biopot terbuat dari serat hidrokarbon alami yang mudah diuraikan oleh mikroorganisme *endogen* di lingkungan. Kajian untuk menemukan bahan baku biopot baru (*novel material*) yang sesuai dan memiliki kelimpahan besar terus dilakukan oleh para peneliti. TKKS adalah salah satu bahan baku yang belum banyak diteliti dan berpotensi digunakan sebagai bahan baku biopot.

Penelitian ini bertujuan untuk (1) Mengkaji pembuatan biopot dari TKKS menggunakan metode *thermopressing*; (2) Mengkaji pengaruh sodium alginat dan kaolin pada pembuatan biopot dari TKKS (3) Memperoleh data karakteristik biopot dari TKKS ditinjau dari sifat fisik, mekanik, morfologi dan struktur biopot; dan (4) Menguji degradabilitas biopot dari TKKS.

Penelitian ini diawali dengan persiapan dan karakterisasi material TKKS yang meliputi analisis kadar air, kadar minyak, dan kadar lignoselulosa bahan. Selanjutnya dilakukan pembuatan biopot dari TKKS dengan penambahan sodium alginat dan kaolin dengan 9 formulasi berbeda. Pembuatan biopot dilakukan dengan menggunakan metode *thermopressing* pada suhu 150°C selama 5 menit. Selanjutnya dilakukan karakterisasi biopot yang meliputi sifat fisik (kadar air, densitas, daya serap air, Kolorimetri dan sudut kontak), sifat mekanik (*Ultimate tensile strength* dan *elongation at break*). Analisis struktur dan morfologi biopot dilakukan melalui analisis FTIR, XRD dan SEM. Kajian biodegradabilitas biopot dilakukan melalui analisis pengurangan berat dan perubahan warna.

Berdasarkan penelitian diketahui bahwa TKKS berhasil digunakan sebagai serat penguat (*reinforcement*) pada pembuatan biopot dengan penambahan sodium alginat dan kaolin sebagai matriks melalui proses *thermopressing* pada suhu 150°C selama 5 menit. Sodium alginat dan kaolin yang ditambahkan dengan konsentrasi yang berbeda pada pembuatan biopot memberikan pengaruh terhadap kualitas biopot, ditinjau dari sifat fisik dan mekanik biopot. Ditinjau dari sifat biopot, diketahui bahwa penambahan sodium alginat berpengaruh terhadap peningkatan kadar air, daya serap air dan densitas biopot. Sedangkan penambahan kaolin berpengaruh terhadap penurunan kadar air, penurunan daya serap air dan peningkatan densitas biopot. Berdasarkan hasil analisis sudut kontak, diketahui bahwa biopot K00S15 dan K25S15 yang mengandung 15% sodium alginat membentuk sudut hidrofilik, sedangkan biopot lainnya membentuk sudut hidropobik. Karakterisasi mekanik biopot menunjukkan bahwa semakin tinggi

kandungan sodium alginat dan kaolin dalam bahan menjadikan biopot lebih kuat dan elastis dengan nilai UTS dan *elongation at break* yang lebih tinggi. Kadar air biopot secara signifikan berkorelasi positif dengan parameter daya serap air 15 menit ($r = 0,773$) dan daya serap air 30 menit ($r = 0,868$). Kadar air secara signifikan berkorelasi negatif dengan sudut kontak ($r = -0,843$). Di sisi lain, densitas atau kerapatan biopot secara signifikan berkorelasi positif dengan sifat *tensile* biopot yang meliputi nilai UTS ($r = 0,837$) dan *elongation at break* ($r = 0,706$) yang berarti semakin tinggi densitas biopot maka semakin tinggi kekuatan dan *elongation at break* biopot.

Hasil analisis SEM menunjukkan bahwa spesimen biopot yang mengandung sodium alginat yang lebih tinggi (K00S15, K25S15 dan K50S15) mempunyai permukaan lebih halus dan rapat, mengindikasikan infiltrasi matrik ke dalam *filler* lebih baik dibandingkan dengan biopot dengan kandungan sodium alginat lebih rendah. Degradasi biopot setelah 10 minggu penguburan mencapai 29,96%. Penambahan kaolin dan sodium alginat dapat meningkatkan kerapatan biopot, sehingga mengurangi interaksi biopot dengan air dan mikroba pengurai, sehingga mampu menekan proses degradasi.

Penentuan produk terbaik menggunakan metode Bayes menunjukkan bahwa biopot K50S15 adalah biopot terbaik dengan nilai tertinggi sebesar 6,37, disusul oleh biopot K50S10. Adapun pada peringkat ke-3 terdapat 2 (dua) biopot yang memiliki nilai sama tinggi sebesar 5,26 yaitu biopot K50S05 dan K25S10.

SUMMARY

JAKA DARMA JAYA, NIM 1940511310009. Production, Characterization, and Degradability of Biopot from Oil Palm Empty Fruit Bunches (OPEFB). Advisor: Agung Nugroho, Co-Advisor 1: Muthia Elma, Co-Advisor 2: Sunardi.

Biopots are pots made from organic materials that have the potential to be used as an alternative to environmentally friendly planting media to replace plastic pots commonly used in agricultural activities. One of the advantages of biopot is that it is easily degraded in the environment so that it can reduce the accumulation of post-agricultural plastic waste as occurs in the use of plastic pots or polybags. This is because the biopot is made of natural hydrocarbon fiber which is easily broken down by endogenous microorganisms in the environment. Studies to find new biopot raw materials (novel materials) that are suitable and have great abundance are continuously being carried out by researchers. OPEFB is one of the raw materials that has not been widely studied and has the potential to be used as raw material for biopot.

This study aims to (1) examine the production of biopot from OPEFB using the thermopressing method ; (2) Assess the effect of sodium alginate and kaolin on the production of biopot from OPEFB (3) Obtain data on biopot characteristics from OPEFB in terms of physical, mechanical, morphological and structural properties of the biopot; and (4) Test biopot degradability from TKS.

This research began with the preparation and characterization of OPEFB materials which included analysis of water content, oil content, and lignocellulosic content of the material. Furthermore, the manufacture of biopot from OPEFB with the addition of sodium alginate and kaolin with 9 different formulations. Biopot production was carried out using the thermopressing method at 150°C for 5 minutes. Furthermore, biopot characterization was carried out which included physical properties (moisture content, density, water absorption, colorimetric and contact angle), mechanical properties (ultimate tensile strength and elongation at break). Analysis of the structure and morphology of the biopot was carried out through FTIR, XRD and SEM analysis. Biopot biodegradability studies were carried out through analysis of weight loss and discoloration.

Based on research, it is known that OPEFB has been successfully used as a reinforcement fiber in the manufacture of biopot with the addition of sodium alginate and kaolin as a matrix through a thermopressing process at 150°C for 5 minutes. Sodium alginate and kaolin which are added at different concentrations in the manufacture of biopot have an influence on the quality of the biopot, in terms of the physical and mechanical properties of the biopot. Judging from the nature of the biopot, it is known that the addition of sodium alginate has an effect on increasing the water content, water absorption and density of the biopot. While the addition of kaolin has an effect on decreasing water content, decreasing water absorption and increasing biopot density. Based on the analysis of the contact angle, it is known that the K00S15 and K25S15 biopots containing 15% sodium alginate form a hydrophilic angle, while the other biopots form a hydrophobic

angle. The mechanical characterization of the biopot shows that the higher the content of sodium alginate and kaolin in the material makes the biopot stronger and more elastic with higher UTS and elongation at break values. The water content of the biopot significantly correlated positively with the parameters of water absorption for 15 minutes ($r = 0.773$) and water absorption for 30 minutes ($r = 0.868$). Moisture content is significantly negatively correlated with contact angle ($r = -0.843$). On the other hand, the density of the biopot is significantly positively correlated with the tensile properties of the biopot which includes the UTS value ($r = 0.837$) and elongation at break ($r = 0.706$), which means that the higher the density of the biopot, the higher the strength and elongation at break of the biopot.

The results of the SEM analysis showed that the biopot specimens containing higher sodium alginate (K00S15, K25S15 and K50S15) had smoother and denser surfaces, indicating better matrix infiltration into the filler compared to biopots with lower sodium alginate content. Biopot degradation after 10 weeks of burial reached 29.96 %. The addition of kaolin and sodium alginate can increase the density of the biopot, thereby reducing the interaction of the biopot with water and decomposing microbes, thereby suppressing the degradation process.

Determination of the best product using the Bayes method showed that the K50S15 biopot was the best with the highest score of 6.37, followed by the K50S10 biopot. As for the 3rd rank, there are 2 (two) biopots (K50S05 and K25S10) that have the same high value of 5.26.

PRAKATA

Puji syukur disampaikan kehadirat Allah Subhanahu wa Taala atas berkat Rahmat dan Inayah-Nya penulis dapat menyelesaikan laporan disertasi ini tepat waktu. Laporan disertasi yang disusun ini berjudul *Pembuatan, Karakterisasi, dan Kajian Degradabilitas Biopot dari Tandan Kosong Kelapa Sawit (TKKS)*.

Inovasi pembuatan biopot dengan memanfaatkan limbah TKKS merupakan salah satu alternatif solusi yang menarik untuk mengurangi biomassa TKKS di lingkungan, sekaligus memberikan alternatif solusi untuk menggantikan pot, polibag dan media tanam plastik yang sulit terurai di lingkungan.

Penulis menyampaikan terima kasih yang mendalam atas arahan dan bantuan dari semua pihak, terutama dari Prof. Agung Nugroho, S.T.P., M.Sc., Ph.D. selaku Promotor serta Prof. Muthia Elma, S.T., M.Sc., Ph.D. dan Prof. Sunardi. S.Si., M.Sc., Ph.D. selaku Ko-Promotor Disertasi, yang banyak membantu dan memberikan arahan dalam penyusunan laporan disertasi ini. Semoga laporan disertasi ini dapat bermanfaat dalam memberikan sumbangsih bagi pengembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, serta sebagai sumbang saran dalam memberikan alternatif solusi permasalahan lingkungan yang kita hadapi sekarang ini.

Banjarbaru, 28 Desember 2022

Jaka Darma Jaya

DAFTAR ISI

RINGKASAN	ix
<i>SUMMARY</i>	<i>xi</i>
PRAKATA	xiii
DAFTAR ISI	xiv
DAFTAR TABEL	xvii
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR LAMPIRAN	xxii
DAFTAR SINGKATAN	xxiii
I. PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang.....	1
1.2 Perumusan Masalah.....	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.4.1 Manfaat Teoritis.....	4
1.4.2 Manfaat Praktis	4
1.5 Kebaruan (<i>Novelty</i>).....	5
II. TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1 Limbah Plastik dalam Pertanian (<i>Agroplastic</i>).....	6
2.2 Kebutuhan Media Semai dan Pertumbuhan Tanaman	8
2.3 Pot Berbahan Dasar Biomassa Organik (Biopot).....	10
2.4 Potensi Serat Alam sebagai Bahan Penyusun Biopot.....	13
2.5 Potensi TKKS sebagai Bahan Penyusun Biopot	15
2.6 Sodium Alginat sebagai Matriks pada Pembuatan Biopot	23
2.7 Kaolin	25
2.8 Metode Produksi Biopot.....	26
2.9 Karakteristik Biopot	28
2.9.1 Karakteristik Fisik	28
2.9.2 Karakteristik Mekanis.....	30

2.9.3	Morfologi Biopot	32
2.10	Degradabilitas Biopot	32
III.	METODE PENELITIAN	38
3.1	Kerangka Penelitian.....	38
3.2	Waktu dan Tempat.....	39
3.3	Alat dan Bahan	39
3.4	Pretreatment dan Karakterisasi Serat TKKS sebagai Bahan Baku Biopot.....	39
3.4.1	Persiapan Material	39
3.4.2	Analisis Kadar Air	40
3.4.3	Analisis Kadar Minyak	40
3.4.4	Analisis Kadar Serat (Lignoselulosa)	41
3.5	Pembuatan Biopot dari TKKS Menggunakan Metode <i>Thermopressing</i>	41
3.5.1	Pencampuran Material	41
3.6	Pencetakan Biopot Menggunakan Metode <i>Thermopressing</i>	42
3.7	Karakterisasi Biopot	43
3.6.1	Analisis Sifat Fisik dan Mekanik.....	43
3.6.2	Analisis Morfologi dan Struktur Biopot.....	46
3.8	Degradabilitas Biopot.....	46
3.7.1	Uji Kehilangan Berat (<i>Weight Loss Test</i>)	46
3.7.2	Perubahan Warna Biopot	47
3.9	Analisis Data	47
IV.	HASIL DAN PEMBAHASAN	48
4.1	<i>Pretreatment</i> dan Karakterisasi Serat TKKS sebagai Bahan Baku Biopot.....	48
4.2	Pembuatan Biopot dari TKKS Menggunakan Metode <i>Thermopressing</i>	51
4.3	Karakteristik Fisik dan Mekanik Biopot	58
4.3.1	Kadar Air	59
4.3.2	Daya Serap Air	62
4.3.3	Densitas.....	64
4.3.4	Kolorimetri	66
4.3.5	Sudut Kontak	69

4.3.6	Sifat Tensile (<i>Tensile Strength, Elongation at Break</i> dan <i>Kurva Stress-Strain</i>)	71
4.3.7	Korelasi antar Parameter Sifat Fisik dan Mekanik Biopot	77
4.4	Karakteristik Struktur dan Morfologi Biopot	78
4.4.1	Analisis FTIR	78
4.4.2	Analisis XRD	85
4.4.3	<i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	87
4.5	Degradabilitas Biopot	88
4.5.1	Analisis Kehilangan Berat (<i>Weight Loss Test</i>)	89
4.5.2	Analisis Perubahan Warna (<i>Colorimetric Test</i>)	91
4.6	Penentuan Biopot Terbaik Menggunakan Metode Bayes	93
4.7	Penentuan Harga Pokok Produksi (HPP) Biopot	95
V.	KESIMPULAN DAN SARAN	97
5.1	Kesimpulan	97
5.2	Saran	98
	DAFTAR PUSTAKA	99
	LAMPIRAN	110

DAFTAR TABEL

Tabel 1. Biopot dari berbagai macam bahan organik.....	11
Tabel 2. Komposisi biomassa padat kelapa sawit	17
Tabel 3. Parameter fisik TKKS (Wirjosentono et al., 2004; Shinoj et al., 2011)	17
Tabel 4. Perbandingan kandungan serat alam nabati (Yıldızhan et al., 2018; Hassan et al., 2010; Ajithram et al., 2020)	18
Tabel 5. Rata-rata diameter serat alam (Hassan et al., 2010)	20
Tabel 6. Kandungan hara dan karakteristik kimia TKKS	22
Tabel 7. Degradabilitas biopot yang berasal dari biomaterial berbeda	36
Tabel 8. Formulasi biopot	42
Tabel 9. Karakteristik fisik dan kimia serat TKKS yang telah melalui proses <i>pretreatment</i> berupa pencucian, pengeringan, pencacahan, dan pemilahan ukuran.	48
Tabel 10. Spesifikasi metode produksi biopot dari penelitian terdahulu	52
Tabel 11. Kadar air biopot dari TKKS	59
Tabel 12. Daya serap air biopot dari TKKS pada perendaman selama 15 menit dan 30 menit di air.....	63
Tabel 13. Densitas biopot dari TKKS	66
Tabel 14. Nilai sudut kontak sampel biopot.....	70
Tabel 15. Nilai <i>UTS dan elongation at break</i> sampel biopot.....	72
Tabel 16. Perbandingan nilai karakteristik fisik dan mekanik biopot dengan Standar Nasional Indonesia dan hasil penelitian terdahulu.....	76
Tabel 17. Hubungan parameter sifat fisik dan mekanik biopot	77
Tabel 18. Spektra FTIR penting dari spesimen biopot K00S05, K00S10, dan K00S15.....	79
Tabel 19. Spektra FTIR penting dari spesimen biopot K25S05, K25S10, K25S15, K50S05, K50S10, dan K50S15	82
Tabel 20. Nilai CIELab dan perubahan warna sampel biopot setelah degradasi (waktu perlakuan 10 minggu)	93

Tabel 21. Justifikasi penilaian parameter penting biopot.....	94
Tabel 22. Perhitungan bobot dan nilai produk biopot.....	94
Tabel 23. Hasil pengukuran produk terbaik menggunakan metode Bayes	95
Tabel 24. Harga pokok produksi (HPP) biopot dengan formulasi yang berbeda ..	96

DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.	Bahan plastik dalam kegiatan pertanian (Petani Sawi, 2018)	7
Gambar 2.	Struktur kimia polimer plastik (<i>biodegradable</i> dan <i>non-biodegradable</i>) yang umum mengkontaminasi tanah (Ng et al., 2018b).....	8
Gambar 3.	Lignoselulosa yang terdiri dari selulosa, hemiselulosa dan lignin (Yıldızhan et al., 2018)	14
Gambar 4.	TKKS bertumpuk di sekitar pabrik	16
Gambar 5.	Analisis SEM penampang melintang serat TKKS perbesaran 4x (A) dan penampang melintang serat TKKS (B) (Shinoj et al., 2011).....	19
Gambar 6.	Sketsa (A) TKKS dan (B) susunan serat TKKS (<i>Cross Section</i>) (Shinoj et al., 2011)	23
Gambar 7.	Metode produksi biopot.....	28
Gambar 8.	Sudut kontak cairan hidrofilik dan hidropobik.....	30
Gambar 9.	Degradasi biopot di lingkungan.....	33
Gambar 10.	Skema biodegradasi aerobik biopot.....	35
Gambar 11.	Kerangka penelitian.....	38
Gambar 12.	Dimensi cetakan biopot	43
Gambar 13.	Proses pencetakan pasta biopot pada suhu < 150°C menghasilkan biopot yang tidak kering sempurna dan menyebabkan keretakan	53
Gambar 14.	Sketsa alat <i>thermopressing</i>	54
Gambar 15.	Cetakan (<i>molding</i>) biopot untuk proses <i>thermopressing</i>	55
Gambar 16.	Kerangka cetakan alat <i>thermopressing</i>	56
Gambar 17.	<i>Cartridge heater</i> pada rangkaian alat <i>thermopressing</i>	56
Gambar 18.	<i>Thermocontrol Rex-c100</i> dengan <i>thermocouple probe 50 mm</i> pada rangkaian alat <i>thermopressing</i>	57
Gambar 19.	Biopot dari TKKS yang diolah dengan metode <i>thermopressing</i>	58
Gambar 20.	Pengaruh konsentrasi sodium alginat dan kaolin pada kadar air biopot	60

Gambar 21. Struktur molekul sodium alginat dengan monomer β -D asam manuronat (<i>M-Block</i>) dan α -L asam glukoronat (<i>G-Block</i>)	61
Gambar 22. Pengaruh konsentrasi sodium alginat dan kaolin terhadap daya serap air biopot (perendaman 15 menit)	64
Gambar 23. Pengaruh konsentrasi sodium alginat dan kaolin terhadap daya serap air biopot (perendaman 30 menit)	64
Gambar 24. Pengaruh sodium alginat dan kaolin pada densitas biopot dari TKKS	66
Gambar 25. Nilai <i>lightness</i> (L^*) sampel biopot yang diukur menggunakan kolorimeter.....	67
Gambar 26. Nilai <i>redness</i> (a^*) sampel biopot yang diukur menggunakan kolorimeter.....	68
Gambar 27. Nilai <i>yellowness</i> (b^*) sampel biopot yang diukur menggunakan kolorimeter.....	68
Gambar 28. Perbandingan tampilan warna spesimen biopot	69
Gambar 29. Sudut kontak biopot yang diuji	70
Gambar 30. Contact angle menunjukkan sudut hidropobik $<90^\circ$ (a) dan sudut hidrofilik $>90^\circ$ (b).....	71
Gambar 31. Contoh kurva <i>stress-strain</i> biopot dengan komposisi berbeda	73
Gambar 32. Nilai UTS dan <i>Elongation at break</i> biopot yang diuji	73
Gambar 33. Pengaruh konsentrasi sodium alginat dan kaolin terhadap nilai UTS spesimen biopot.....	74
Gambar 34. Pengaruh konsentrasi sodium alginat dan kaolin terhadap <i>elongation at break</i> spesimen biopot	74
Gambar 35. Spektra FTIR spesimen biopot K00S05, K00S10, dan K00S15 yang mengandung sodium alginat	80
Gambar 36. Spektra FTIR spesimen biopot K25S05, K25S10, dan K25S15 yang mengandung sodium alginat dan kaolin	83
Gambar 37. Spektra FTIR spesimen biopot K50S05, K50S10, dan K50S15 yang mengandung sodium alginat dan kaolin	84

Gambar 38. Pola difraksi XRD spesimen biopot	86
Gambar 39. SEM micrograph dari sampel biopot yang diuji (Perbesaran 2500x)	88
Gambar 40. Degradasi biopot pada media tanah setelah 10 minggu perlakuan	90
Gambar 41. Biopot yang ditanami dengan tanaman sawi hijau dan diberikan penyiraman secara rutin 2x sehari selama 30 hari	91
Gambar 42. Perubahan warna spesimen biopot yang diukur dengan sistem <i>CIELab</i> dari minggu 1-10.....	92