



LEMBARAN KOMPOSIT PLASTIK BERBAHAN *LINEAR LOW DENSITY POLY ETHYLENE* DENGAN PENAMBAHAN LIGNIN SEBAGAI PENYERAP SINAR ULTRAVIOLET UNTUK MULSA PERTANIAN

DELLA APRIYANI KUSUMA PUTRI



PROGRAM STUDI BIOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Lembaran Komposit Plastik Berbahan *Linear Low Density Poly Ethylene* dengan Penambahan Lignin Sebagai Penyerap Sinar Ultraviolet untuk Mulsa Pertanian” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir disertasi ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Juni 2024

Della Apriyani Kusuma Putri
G7501211008



RINGKASAN

DELLA APRIYANI KUSUMA PUTRI. Lembaran Komposit Plastik Berbahan *Linear Low Density Polyethylene* dengan Penambahan Lignin Sebagai Penyerap Sinar Ultraviolet untuk Mulsa Pertanian. Dibimbing oleh MERSI KURNIATI dan FIRDA AULYA SYAMANI.

Mulsa berbahan *Low Linear Density Polyethylene* (LLDPE) mempunyai sifat mekanik yang cukup baik yaitu bersifat fleksibel sehingga mudah dibentuk menjadi lembaran tipis. Namun selain memiliki kelebihan, LLDPE juga memiliki kekurangan jika diterapkan di lapangan. Mulsa LLDPE mudah terdegradasi akibat radiasi sinar ultraviolet (UV) sinar matahari dan juga sulit terurai di dalam tanah. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menghasilkan film mulsa dari LLDPE dengan penambahan serbuk lignin yang diekstrak dari lindi hitam dan serbuk serat kelapa, kemudian menganalisis ketahanan mulsa berbahan dasar LLDPE dan biomassa tersebut terhadap sinar UV. Selanjutnya, pati termoplastik (TPS) dan poli (etilen-alt-maleat anhidrida) atau MAPE ditambahkan ke dalam formula untuk meningkatkan biodegradasi mulsa. LLDPE, serbuk lignin dan serbuk sabut kelapa dicampur dengan metode *melt mixing* menggunakan *rheomixer* pada suhu 130 °C dan kecepatan 80 rpm selama 6 menit. Proporsi lignin atau sabut kelapa adalah 1, 5 dan 9% dari berat total. Sedangkan pada tahap selanjutnya, proporsi lignin atau serbuk sabut kelapa adalah 0, 1, 2, 3, 4, 5 dan 9% untuk mulsa yang dicampur dengan LLDPE, TPS, dan MAPE. Campuran hasil pengolahan *rheomixer* dikempa panas menjadi lembaran plastik tipis. Lignin dan serbuk serat kelapa dikarakterisasi kristalinitasnya dengan *X-Ray Diffractometer* (XRD), uji termal menggunakan *Differential Scanning Calorimetry* (DSC) dan analisis gugus fungsinya dengan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR). Sedangkan karakterisasi plastik lembaran tipis dilakukan dengan menggunakan Mesin Uji Universal (sifat mekanik). Kinerja serapan UV lignin dan serbuk sabut kelapa pada mulsa berbahan dasar LLDPE dianalisis menggunakan spektrofotometer UV-Vis, sedangkan uji biodegradabilitas dilakukan selama 60 hari.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa derajat kristalinitas lignin dan serbukserat kelapa masih sangat rendah sehingga dapat dikatakan masuk dalam kategori amorf. Sementara hasil uji termal menunjukkan penambahan lignin dan serbuk seratkelapa sampai sebanyak 9% tidak menyebabkan perubahan titik leleh yang signifikan. Berdasarkan analisa gugus fungsi lembaran komposit didapatkan penyerapan gugus fungsi khas dari LLDPE dan lignin. Sementara itu, karakterisasi sifat mekanis lembaran komposit, menunjukkan penambahan lignin menyebabkan nilai kekuatan tarik lebih kecil jika dibandingkan dengan sampel tanpa penambahan lignin. Namun setelah penambahan MAPE terlihat pada lembaran komposit dengan konsentrasi lignin 9% terjadi peningkatan daya tarik yang tajam, kuat tariknya menjadi sama dengan lembaran plastik komposit dari LLDPE ditambah pati termoplastik tanpa penambahan lignin. Pada uji serapan UV-Vis menunjukkan bahwa semakin tinggi kandungan lignin dan serbuk sabut kelapa pada lembaran komposit maka serapan UV semakin besar, terlihat pada kandungan 9% menunjukkan serapan terbaik dibandingkan sampel lainnya, namun sebaliknya tingkat pengurangan massa lebih kecil. Berbeda dengan sampel yang diuji

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

- a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
- b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

biodegradasi, semakin tinggi kandungan serbuk sabut kelapa dan lignin maka semakin besar pula laju reduksi massanya.

Kata kunci: Lembaran komposit LLDPE, lignin, serbuk sabut kelapa, UV absorber

@Hak cipta milik IPB University

IPB University



SUMMARY

DELLA APRIYANI KUSUMA PUTRI. Low Density Polyethylene Linear Plastic Composite Sheet with the Addition of Lignin as an Ultraviolet Ray Absorber for Agricultural Mulch. Supervised by MERSI KURNIATI and FIRDA AULYA SYAMANI.

Mulch made from Low Linear Density Polyethylene (LLDPE) has relatively good mechanical properties. Namely, it is flexible so it is easily formed into thin sheets. However, besides having advantages, LLDPE also has disadvantages when applied in the field. LLDPE mulch is easily degraded due to ultraviolet (UV) radiation from sunlight and is also challenging to decompose in the soil. This research aims to produce a mulch film from LLDPE and lignin powder or coconut fiber powder and then analyze the resistance of the composite sheet from LLDPE and biomass (lignin or coconut fiber) to UV rays. Next, thermoplastic starch (TPS) and poly(ethylene-alt-maleic anhydride) or MAPE are added to the formula to enhance the biodegradation of the mulch. LLDPE and lignin powder or coconut fiber powder were mixed using the melt mixing method using a rheomixer at a temperature of 130°C and a speed of 80 rpm for 6 minutes. The proportion of lignin or coconut fiber is 1, 5, and 9% of the total weight.

Meanwhile, for mulch mixed with LLDPE, TPS and MAPE, the proportion of lignin or coconut fiber powder is 0, 1, 2, 3, 4, 5 and 9%. The mixture resulting from the rheomixer processing is hot pressed into a thin plastic sheet. Lignin and coconut fiber powder were characterized for their crystallinity using an X-ray diffractometer (XRD), thermal testing using Differential Scanning Calorimetry (DSC) and functional group analysis using Fourier Transform Infra-Red (FTIR). Meanwhile, thin sheet plastic is characterized using a Universal Testing Machine (mechanical properties). The UV absorption performance of lignin and coconut fiber powder in LLDPE-based mulch was analyzed using a UV-Vis spectrophotometer, while the biodegradability test was carried out for 60 days.

The research results show that the degree of crystallinity of both lignin and coconut powder is still very low, so it is in the amorphous category. Meanwhile, thermal test results show that adding up to 9% lignin and coconut powder does not cause a significant change in the melting point. Based on the functional group analysis of the composite sheet, it was found that the absorption of typical functional groups from LLDPE and lignin was obtained. Meanwhile, characterization of the mechanical properties of composite sheets shows that adding lignin causes lower tensile strength values when compared to samples without lignin. However, after the addition of MAPE, it was seen that in composite sheets with a lignin concentration of 9%, there was a sharp increase in tensile strength; the tensile strength became the same as composite plastic sheets from LLDPE plus thermoplastic starch without the addition of lignin. The UV-Vis absorption test shows that the higher the lignin and coconut powder content in the composite sheet, the greater the UV absorption. It can be seen that the 9% content shows the best absorption compared to other samples, but on the other hand, the level of mass reduction is more minor. In contrast to the samples tested for biodegradation, the higher the coconut powder and lignin content, the greater the mass reduction rate.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Keywords: LLDPE sheet composite, lignin, coconut fibers powder, UV absorber

@Hak cipta milik IPB University

IPB University

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.





**LEMBARAN KOMPOSIT PLASTIK BERBAHAN
LINEAR LOW DENSITY POLY ETHYLENE DENGAN
PENAMBAHAN
LIGNIN SEBAGAI PENYERAP SINAR ULTRAVIOLET
UNTUK MULSA PERTANIAN**

DELLA APRIYANI KUSUMA PUTRI

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister pada
Program Studi Biofisika

**PROGRAM STUDI BIOFISIKA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumunkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

Tim Penguji pada Ujian Tesis:
Prof. Dr. Akhiruddin Maddu, S.Si., M.Si





Judul Tesis : Lembaran Komposit Plastik Berbahan *Linear Low Density Poly Ethylene* Dengan Penambahan Lignin Sebagai Penyerap Sinar Ultraviolet untuk Mulsa Pertanian

Nama : Della Apriyani Kusuma Putri

NIM : G7501211008

Disetujui oleh

Pembimbing 1:

Dr. Mersi Kurniati, S.Si., M.Si

Pembimbing 2:

Dr. Firda Aulya Syamani, S.TP., M.Si



Digitally signed by:
Mersi Kurniati

Date: 22 Jul 2024 15:37:49 WIB
Verify at: dsign.ipb.ac.id



Diketahui oleh

Ketua Program Studi:

Dr. Mersi Kurniati, S.Si., M.Si

NIP. 19681117 199802 2 001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam:

Dr. Berry Juliandi, S.Si., M. Si

NIP. 197807232007011001



Digitally signed by:
Mersi Kurniati

Date: 22 Jul 2024 15:37:49 WIB
Verify at: dsign.ipb.ac.id



Digitally signed by:
Berry Juliandi

Date: 23 Jul 2024 09:46:24 WIB
Verify at: dsign.ipb.ac.id

Tanggal Ujian:
(9 Juli 2024)

Tanggal Lulus:



Dokumen ini ditandatangani secara elektronik menggunakan sertifikat dari BSI/E, silakan lakukan verifikasi pada dokumen elektronik yang dapat diunduh dengan melakukan scan QR Code

PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian ini adalah fisika biomaterial, dengan judul “Lembaran Komposit Plastik Berbahan *Linear Low Density Poly Ethylene* dengan Penambahan Lignin Sebagai Penyerap Sinar Ultraviolet untuk Mulsa Pertanian”.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada pihak yang telah berperan dan membantu dalam penyelesaian karya ilmiah ini, khususnya kepada:

1. Dr. Mersi Kurniati, S.Si., M.Si. dan Dr. Firda Aulya Syamani, S.TP., M.Si. selaku komisi pembimbing yang telah memberikan ilmu, arahan, dan masukan yang membangun agar karya ilmiah yang dihasilkan ini menjadi lebih baik.
2. Suami, putri, ayah, ibu serta keluarga atas dukungan dari segi moril maupun materil.
3. Dosen serta staf Departemen Fisika IPB *University*, khususnya Program Studi S-2 Biofisika atas ilmu, motivasi, dan bantuan selama penulis menempuh pendidikan.
4. Rekan-rekan seperjuangan dari Program Studi S-2 Biofisika, khususnya angkatan 58.
5. Semua pihak yang berperan dalam penyelesaian karya ilmiah ini yang belum penulis sebutkan dalam uraian di atas.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Juni 2024

Della Apriyani Kusuma Putri

DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	3
1.3 Tujuan	3
1.4 Manfaat	4
1.5 Ruang Lingkup	4
II TINJAUAN PUSTAKA	5
1.1 Mulsa	5
1.2 <i>Linier Low Density Polyethylene (LLDPE)</i>	5
1.3 Lignin	6
1.4 Sabut Kelapa	7
1.5 Pati	7
1.6 Gliserol Sebagai Pemplastis (<i>Plasticizer</i>)	8
1.7 <i>Maleic Anhydride Polyethylene</i> Sebagai <i>Coupling Agent</i>	9
III METODE	11
3.1 Waktu dan Tempat Penelitian	11
3.2 Alat dan Bahan	11
3.3 Prosedur Kerja	11
3.4 Analisis data	13
IV HASIL DAN PEMBAHASAN	15
4.1 Analisis Struktur Kristal terhadap Serbuk Sabut Kelapa Lignin	15
4.2 Analisis Gugus Fungsi terhadap Liginin dan Serbuk Sabut Kelapa	19
4.3 Analisis Gugus ungsi terhadap Lembaran Komposit	20
4.4 Analisis Termal terhadap Lembaran Komposit	23
4.5 Analisis Mekanis terhadap Lembaran Komposit	26
4.6 Analisis Penyerapan Sinar UV dan Pengurangan Massa Sampel	30
SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	47
Lampiran 1 Nilai Kristalinitas Serbuk Sabut kelapa Kasar	47
Lampiran 2 Nilai Kristalinitas Serbuk Sabut kelapa Halus	48
Lampiran 3 Nilai Kristalinitas Lignin Kasar	49
Lampiran 4 Nilai Kristalinitas Lignin Halus	50
Lampiran 4 Uji Spektrometer	51
Lampiran 5 Analisis Sifat Mekanis	52
RIWAYAT HIDUP	53



SIMPULAN DAN SARAN	38
5.1 Simpulan	38
5.2 Saran	38
DAFTAR PUSTAKA	39
LAMPIRAN	47
Lampiran 1 Nilai Kristalinitas Serbuk Sabut kelapa Kasar	47
Lampiran 2 Nilai Kristalinitas Serbuk Sabut kelapa Halus	48
Lampiran 3 Nilai Kristalinitas Lignin Kasar	49
Lampiran 4 Nilai Kristalinitas Lignin Halus	50
Lampiran 4 Uji Spektrometer	51
Lampiran 5 Analisis Sifat Mekanis	52
RIWAYAT HIDUP	53

DAFTAR TABEL

1	Komposisi Kimia Sabut Kelapa	7
2	Formulasi Bahan Penyusun Mulsa	12
3	Formulasi Bahan Penyusun Komposit Plastik dengan penambahan pati termoplastis dan MAPE	13
4	Hasil Uji XRD Serbuk Sabut Kelapa Kasar (Sa) dan Serbuk sabut kelapa Halus	16
5	Hasil Uji XRD Lignin Kasar (La) dan Lignin Halus (Lb)	17
6	Perbandingan Bilangan Gelombang La dan Sa dengan Lignin Standar	19

DAFTAR GAMBAR

1	Struktur Kimia Penyusun Lignin	6
2	Struktur Amilopektin	8
3	Struktur Amilosa	8
4	Struktur Gliserol	9
5	Hasil Uji XRD Serbuk Sabut Kelapa Kasar dan Serbuk Sabut Kelapa Halus	15
6	Hasil Uji XRD Serbuk Lignin Kasar dan Serbuk Lignin Halus	18
7	Spektra FTIR Serbuk La dan Sa	20
8	Spektra FTIR Lembar Komposit LL9	21
9	Spektra FTIR Lembar Komposit LL9	22
10	Kurva Endotermik Lembaran Mulsa dengan penambahan: (a) Lignin (b) Serbuk Sabut Kelapa	23 24
11	Kurva Eksotermik Lembaran Mulsa dengan Penambahan: (a) Lignin (b) Serbuk Sabut Kelapa	25 25
12	Kuat Tarik (TS) dan Modulus Elastisitas (Moe) Lembaran Mulsa Dengan Penambahan Lignin dan Serbuk Sabut Kelapa	26
13	Elongasi Maksimal Lembaran Mulsa dengan Penambahan Lignin dan Serbuk Sabut Kelapa	27
14	Hasil TS Dan Moe Lembaran Mulsa Dengan Penambahan Lignin, MAPE dan Pati Termoplastis	29
15	Elongasi Maksimal (Eab) Lembaran Mulsa dengan Penambahan Lignin, MAPE dan Pati Termoplastis	30
16	Kurva Absorbansi UV-Vis Lembaran Mulsa LLDPE dengan Penambahan (a) Lignin 1, 5 dan 9% (b) Serbuk sabut kelapa 1, 5 dan 9% (c) MAPE, pati TPS dan lignin	32 32 33

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :

a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.

2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



17	Pengurangan massa setelah penyinaran UV terhadap lembaran komposit dengan penambahan:	
	(a) Lignin dan serbuk sabut kelapa 1, 5 dan 9%	35
	(b) MAPE, Pati TPS dan lignin	35
18	Pengurangan massa setelah penyinaran UV terhadap lembaran komposit dengan penambahan:	
	(a) Lignin dan serbuk sabut kelapa 1, 5 dan 9%	35
	(b) MAPE, Pati TPS dan lignin	36

DAFTAR LAMPIRAN

1	Nilai Kristalinitas Serbuk Sabut Kelapa Kasar	47
2	Nilai Kristalinitas Serbuk s Sabut Kelapa Halus	48
3	Nilai Kristalinitas Lignin Kasar	49
4	Nilai Kristalinitas Lignin Halus	50
5	Uji Spektroskopi	51
6	Data Dimensi Lembaran Komposit Sebelum Analisis Mekanis	51
7	Analisis Sifat Mekanis	52



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.