



universitas
MALIKUSSALEH

SKRIPSI

PEMBUATAN PLASTIK *BIODEGRADABEL* MENGUNAKAN SELULOSA JERAMI PADI DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN *CARBOXY METHYL* *CELLULOSE* (CMC)

Sebagai Salah Satu Syarat untuk Memperoleh Gelar Sarjana
pada Program Studi Teknik Material Universitas Malikussaleh

Oleh,

FITRI EMILDA NASUTION

190190020

**PROGAM STUDI TEKNIK MATERIAL
JURUSAN TEKNIK KIMIA FAKULTAS TEKNIK
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
LHOKSEUMAWE
2024**

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini

Nama : Fitri Emilda Nasution

Nim : 190190020

Dengan ini menyatakan dengan sesungguhnya bahwa di dalam Tugas Akhir ini tidak terdapat bagian atau satu kesatuan yang utuh dari Tugas Akhir, buku atau bentuk lain yang saya kutip dari karya orang lain tanpa saya sebutkan sumbernya yang dapat dipandang sebagai tindakan penjiplakan. Sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat reproduksi karta atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain yang dijadikan seolah-olah karya asli saya sendiri.

Apabila ternyata terdapat dalam Tugas Akhir saya bagian-bagian yang memenuhi standar penjiplakan maka saya menyatakan kesediaan untuk dibatalkan sebahagian atau seluruh hak gelar kesarjanaan saya.

Demikian surat pernyataan ini saya buat dengan sebenarnya tanpa ada paksaan dari pihak manapun.

Lhokseumawe, 1 Februari 2024

Saya yang membuat pernyataan



Fitri Emilda Nasution
NIM. 190190020

LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI

Judul Skripsi : Pembuatan Plastik *Biodegradable* Menggunakan Selulosa Jerami Padi Dengan Penambahan Gliserol dan Carboxy Methyl Cellulose

Nama Mahasiswa : Fitri Emilda Nasution

NIM : 190190020

Program Studi : Teknik Material

Jurusan : Teknik Kimia

Fakultas : Teknik

Perguruan Tinggi : Universitas Malikussaleh

Pembimbing Utama : Dr. Ir. Rozanna Dewi, S.T., M.Sc., I.P.M.

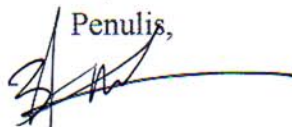
Pembimbing Pendamping : Rizka Nurlaila, S.Si., M.Si.

Ketua Penguji : Dr. Zulnazri, S.Si., M.T.

Anggota Penguji : Agam Muarif, S.Si., M.Si,

Lhokseumawe, 1 Februari 2024

Penulis,

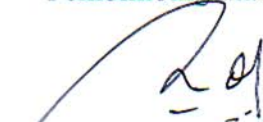


Fitri Emilda Nasution

NIM. 190190020

Menyetujui:

Pembimbing utama,



Dr. Ir. Rozanna Dewi, S.T., M.Sc., I.P.M.

NIP. 1975091220021210003

Pembimbing pendamping,



Rizka Nurlaila, S.Si., M.Si.

NIP. 201701198206222001

Mengetahui:

Ketua Jurusan,



Dr. Lukman Hakim, S.T., M.Eng.

NIP. 197005082005011001

Koordinator program studi,



Dr. Zulnazri, S.Si., M.T.

NIP. 197512312006041002

KATA PENGANTAR

Puji syukur kita ucapkan kehadiran Allah SWT yang telah memberikan limpahan Rahmat dan Hidayah-Nya kepada kita semua. Shalawat serta salam kita ucapkan keharibaan Nabi Muhammad SAW serta kepada sahabat dan keluarga beliau. Puji syukur penulis ucapkan kepada Tuhan Yang Maha Esa, yang telah memberikan Kesehatan, kesempatan, dan kekuatan sehingga penulis dapat melaksanakan serta menyelesaikan Tugas Akhir ini. Penulis mengucapkan terimakasih sebesar-besarnya kepada semua pihak yang terlibat, terutama kepada:

1. Bapak Prof. Dr. Ir. Herman Fithra, S.T., M.T., I.P.M., Asean Eng. Selaku Rektor Universitas Malikussaleh.
2. Bapak Dr. Muhammad Daud, M.T. selaku Dekan Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
3. Bapak Dr. Lukman Hakim, S.T., M.Eng. selaku Ketua Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
4. Bapak Dr. Zulnazri, S.Si., M.T. selaku Ketua Program Studi Teknik Material Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh.
5. Ibu Dr. Ir. Rozanna Dewi, S.T., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Utama dalam penelitian ini.
6. Bapak Rizka Nurlaila, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pendamping pada penelitian ini.
7. Staf pengajar dan administrasi Prodi Teknik Material Universitas Malikussaleh.
8. Seluruh rekan-rekan yang telah membantu penulis hingga saat ini.
9. Orang tua dan keluarga yang telah memberikan dukungan kepada penulis.

Lhokseumawe, 1 Februari 2024

Fitri Emilda Nasution
NIM. 190190020

HALAMAN PERSEMBAHAN

Alhamdulillah, Puji syukur saya panjatkan kepada Allah SWT karena telah berhasil menyelesaikan tugas akhir ini, serta berkat usaha dan doa dari kedua orang tua akhirnya tugas akhir ini bisa terselesaikan dengan baik dan lancar, walaupun jauh dari kata sempurna namun penulis bangga telah mencapai di titik ini.

Untuk itu sebagai ucapan terimakasih atas dukungan dan bantuannya penulismempersalahkan skripsi ini kepada :

1. Untuk kedua orang tua saya, Alm. Khairul Bakti Nasution sebagai cinta pertama saya dan Almh. Habibah sebagai pintu surga saya. Mak yah, terima kasih atas doa dan curahan kasih sayang yang tak terhingga sampai akhirnya saya bisa menyelesaikan tugas akhir ini. Semoga ini bisa membuat kedua orang tua saya bahagia dan bangga atas keberhasilan saya, aamiin. Terima kasih sudah mengantarkan saya berada ditempat ini, walaupun pada akhirnya saya harus berjuang tertatih sendiri tanpa mamak ayah temani lagi.
2. Untuk kedua saudaraku, kakak saya Zuliastika Nasution, S.Si dan adik saya Nurul Azmi Nasution. Terima kasih atas segala doa dan dukungan yang telah diberikan kepada saya dalam proses pembuatan tugas akhir ini.
3. Kepada Dosen Pembimbing Utama Ibu Dr.Ir.Rozanna Dewi., ST. M,Sc. I.P.M. yang sudah membimbing penulis hingga penulis mendapatkan gelar, Serta kepada Ibu Rizka Nurlaila, S.Si., M.Si. selaku Dosen Pembimbing Pendamping yang senantiasa membimbing penulis hingga selesai.
4. Seluruh Dosen dan Administrasi Teknik Material yang telah memberikan ilmu.
5. Kepada Abangda Pangki Bambang Suwito, yang telah memberikan semangat dan menjadi pendengar keluh kesah penulis sehingga tugas akhir ini dapat selesai dengan baik.

6. Sahabat perjuangan yang sudah saya anggap seperti saudara saya Kartini Dahri yang telah menemani selama perkuliahan, terima kasih telah membantu saya selama perkuliahan dan maaf telah merepotkan dirimu selama perkuliahan.
7. Sahabat seperjuangan saya Ahmad, Chairil, Said, Naldi, Cindi, dan Uti yang selalu setia mendampingi.
8. Semua teman-teman Teknik Material Angkatan 2019 yang sudah bersama selama 4 Tahun kebelakang.
9. Terakhir untuk diri saya, Fitri Emilda Nasution, yang telah mampu berusaha keras dan berjuang sejauh ini. Mampu mengendalikan diri dari berbagai hal. Untuk diriku, perjalanan masih panjang tetap semangat ada banyak hal yang harus dicapai lagi.

PEMBUATAN PLASTIK *BIODEGRADABEL* MENGUNAKAN SELULOSA JERAMI PADI DENGAN PENAMBAHAN GLISEROL DAN CARBOXY METHYL CELLULOSE (CMC)

ABSTRAK

Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Karena sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik *biodegradable* termasuk bahan plastik yang ramah terhadap lingkungan. Adapun bahan baku yang digunakan dalam penelitian ini adalah jerami padi, jerami padi mengandung selulosa sekitar 32%-47%, hemiselulosa 19%-27%, dan lignin 5%-24%. Penelitian ini bertujuan untuk menentukan karakteristik plastik *biodegradable* berbahan dasar selulosa dari jerami padi dengan penambahan gliserol dan CMC berdasarkan nilai uji mekanis (uji tarik, *elongation*, *modulus young*), uji daya serap air, uji FTIR, uji TGA serta uji biodegradabilitas. Uji kuat tarik terbaik di tunjukkan pada sampel gliserol 20% pada konsentrasi CMC 20% yaitu 5,75 MPa, *elongation* 2,87 %, dan *modulus young* 200,34 MPa. Uji daya serap air terbaik pada gliserol 10% dengan konsentrasi CMC 20% sebesar 10,73% dan yang terendah gliserol 40% dengan konsentrasi CMC 5% sebesar 20,33%. Hasil biodegradasi terbaik yaitu variasi gliserol 10% pada konsentrasi CMC 20% sebesar 25,06%. Pada uji gugus kimia penambahan gliserol 20% dengan konsentrasi CMC 20% menunjukkan gugus -OH dari gugus pada bilangan gelombang yaitu 3444.87 cm⁻¹. Dari hasil analisis TGA didapatkan total *weight loss* yaitu 89,360%. Dari keseluruhan data, sampel terbaik pada penelitian ini pada konsentrasi gliserol 20% dengan konsentrasi CMC 20%.

Kata Kunci: *Biodegradable*, selulosa jerami padi, gliserol, Carboxy Methyl Cellulose (CMC)

DAFTAR ISI

SURAT PERNYATAAN ORISINALITAS	i
LEMBAR PENGESAHAN SKRIPSI	ii
KATA PENGANTAR.....	iii
HALAMAN PERSEMBAHAN.....	iv
ABSTRAK	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR GAMBAR.....	x
DAFTAR TABEL.....	xi
DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH	xii
DAFTAR LAMPIRAN	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Batasan Masalah.....	3
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1 Kajian Literatur	5
2.1.1 Penelitian Terdahulu.....	5
2.1.2 Perbedaan Dari Penelitian Sebelumnya.....	5
2.1.2 Keaslian Penelitian	5
2.2 Plastik.....	6
2.3 Bioplastik	7
2.4 Selulosa	8
2.5 Jerami Padi	9
2.6 <i>Carboxy Methyl Cellulose</i> (CMC)	10
2.7 Gliserol.....	11
2.8 Plastik <i>Polypropylene</i>	12
2.9 Sifat Mekanis.....	13

2.9.1	Kuat Tarik (Mpa).....	13
2.9.2	Pemanjangan/Elongasi (%)	15
2.9.3	Elastisitas (<i>Modulus Young</i>).....	15
2.10	Uji Daya Serap	16
2.11	<i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	16
2.12	Uji Biodegradasi.....	17
2.13	Analisa <i>Thermogravimetric Analysis</i> (TGA).....	17
2.14	Review Penelitian Sebelumnya	18
BAB III	METODE PENELITIAN	22
3.1	Waktu dan Tempat Penelitian	22
3.2	Alat dan Bahan	22
3.2.1	Alat-Alat	22
3.2.2	Bahan	23
3.3	Variabel Penelitian	23
3.3.1	Variabel Tetap	23
3.3.2	Variabel Bebas.....	23
3.3.3	Variabel Terikat.....	23
3.4	Prosedur Kerja.....	24
3.4.1	Pembuatan serbuk jerami padi.....	24
3.4.2	Ekstraksi Selulosa Jerami Padi.....	24
3.4.3	Pembuatan Film Plastik <i>Biodegradable</i>	25
3.5	Prosedur Analisa	26
3.5.1	Uji Kuat Tarik.....	26
3.5.3	Analisa Biodegradabilitas.....	27
3.5.4	Daya Serap Air	27
3.5.5	Analisa <i>Fourier Transform Infra Red</i> (FTIR).....	27
3.5.6	Analisa <i>Thermogravimetric Analysis</i> (TGA)	28
3.6	Diagram Alir Penelitian	28
3.6.1	Pembuatan serbuk jerami padi.....	28
3.6.2	Ekstraksi Jerami Padi	29
3.6.3	Pembuatan Film Plastik <i>Biodegradable</i>	31

3.7 Rencana Jadwal Pelaksanaan Penelitian	32
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN.....	33
4.1 Hasil	33
4.1.1 Uji Kuat Tarik.....	33
4.1.2. Uji Daya Serap Air	33
4.1.3 Uji Biodegradabilitas.....	34
4.2 Pembahasan.....	39
4.2.1 Uji Mekanik.....	39
4.2.2 Uji Daya Serap Air	40
4.2.3 Uji Biodegradabilitas.....	42
4.2.4 Gugus Fungsi (FT-IR).....	45
4.2.5 Analisa <i>Thermogravimetric Analysis</i> (TGA)	46
BAB V PENUTUP	48
5.1 Kesimpulan.....	48
5.2 Saran.....	48
DAFTAR PUSTAKA	49
LAMPIRAN A PERHITUNGAN.....	A-1
LAMPIRAN B DATA PENGAMATAN.....	B-1
LAMPIRAN C GAMBAR DAN DOKUMENTASI	C-1
LAMPIRAN D DOKUMENTASI ADMINISTRASI	D-1

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2. 1 Struktur Selulosa	8
Gambar 2. 2 Jerami padi	9
Gambar 2. 3 Struktur Gliserol.....	11
Gambar 2. 4 Spesimen Uji Tarik	14
Gambar 2. 5 Alat Uji Fourier Transform InfraRed (FTIR)	16
Gambar 3. 1 Jerami Padi.....	24
Gambar 3. 2 Diagram alir pembuatan bubuk jerami padi.....	28
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pre-Delignifikasi.....	29
Gambar 3. 4 Diagram Alir Delignifikasi	30
Gambar 3. 5 Diagram Alir Pembuatan Film Plastik Biodegradable.....	31
Gambar 4. 1 Rumus Ekstrapolasi Gliserol 10%	35
Gambar 4. 2 Rumus Ekstrapolasi Gliserol 20%	35
Gambar 4. 3 Rumus Ekstrapolasi Gliserol 30%	36
Gambar 4. 4 Rumus Ekstrapolasi Gliserol 40%	36
Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Mekanik	39
Gambar 4. 7 Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan CMC Terhadap Nilai Daya Serap Air	40
Gambar 4. 8 Laju Terdegradasi.....	42
Gambar 4. 9 Laju Ekstrapolasi Gliserol 10% : CMC 5%, 10%, 15%, 20%.....	43
Gambar 4. 10 Laju Ekstrapolasi Gliserol 20% : CMC 5%, 10%, 15%, 20%	44
Gambar 4. 11 Laju Ekstrapolasi Gliserol 30% : CMC 5%, 10%, 15%, 20%.....	44
Gambar 4. 12 Laju Ekstrapolasi Gliserol 40% : CMC 5%, 10%, 15%, 20%.....	44
Gambar 4. 13 Grafik Analisa FTIR.....	45
Gambar 4. 14 Grafik Thermal TGA.....	46

DAFTAR TABEL

Tabel 2. 1 Karakteristik mekanik plastik menurut SNI.....	6
Tabel 2. 2 Standar Mutu Bioplastik	8
Tabel 2. 3 Komposisi Nutrisi Jerami Padi.....	10
Tabel 2. 4 Karakteristik Polipropena (PP)	13
Tabel 2. 5 Ukuran Spesimen Berdasarkan ASTM D882	15
Tabel 2. 6 Review Penelitian Sebelumnya	19
Tabel 3. 1 Ukuran Spesimen Berdasarkan ASTM D882	26
Tabel 3. 2 Rencana Pelaksanaan Penelitian	32
Tabel 4. 1 Hasil Analisis Nilai Kuat Tarik pada plastik biodegradable	33
Tabel 4. 2 Hasil Uji Daya Serap Air	33
Tabel 4. 3 Hasil Uji Biodegradabilitas	34
Tabel 4. 4 Hasil Ekstrapolasi Plastik biodegradable	37

DAFTAR NOTASI DAN ISTILAH

°C	= Derajat Celcius
SNI	= Standar Nasional Indonesia
JIS	= <i>Japanase Industrial Standart</i>
SK	= Surat Keputusan
PP	= Polipropena
MPa	= <i>Megapascal</i>
%	= Persen
Gr/mol	= Gram per Mol
Gr/cm ³	= Gram per Sentimeter Kubik
Kg/cm ³	= Kilogram per Sentimeter Kubik
Kal/mol	= kilokalori per Mol
G/cm ³	= Gram per Sentimeter Kubik
W1	= Berat Akhir
W0	= Berat Awal
M1	= Massa Akhir
M0	= Massa Awal
NaOH	= Natrium Hidroksida
NaOCL	= Natrium Hipoklorit
Gr	= Gram
^{w/w}	= Persen Massa
cm ⁻¹	= Bilangan Gelombang
σ	= Kuat Tarik (MPa)
ε	= Perpanjangan (%)
A	= Luas penampang (mm ²)
F	= Gaya (N)
ΔL	= Pertambahan panjang (mm)
L	= Panjang awal (mm)
y	= <i>Modulus young</i> (MPa)

DAFTAR LAMPIRAN

L.A 1 Menghitung % <i>Biodegradable</i>	A-1
L.A 2 Menghitung % Daya Serap Air.....	A-25
L.A 3 Menghitung Uji Mekanis	A-30
L.B. 1 Tabel Data Uji Kuat Tarik	B-1
L.B. 2 Laju Pengamatan Uji Daya Serap Air	B-3
L.B. 3 Data Pengamatan Uji Biodegradabilitas	B-4
L.B. 4 Laju Ekstrapolasi.....	B-5
L.B. 5 Gambar tabel Data FTIR.....	B-7
L.C 1 Analisa Gugus Fungsi (FTIR)	C-1
L.C 2 Analisa TGA	C-2
L.C 3 Analisa Biodegradasi	C-2
L.C 4 Analisa Uji Daya Serap Air	C-4
L.C 5 Bahan-Bahan Penelitian.....	C-4
L.D. 1 Surat Laboratorium.....	D-1
L.D. 2 Surat Persetujuan Sidang	D-2
L.D. 3 Surat Undangan Sidang	D-3
L.D. 4 Biodata	D-4

BAB I

PENDAHULUAN

1.1 Latar Belakang

Berdasarkan data Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) Kementerian lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), volume timbulan sampah di Indonesia pada 2022 mencapai 19,45 juta ton. Angka tersebut menurun 37,52% dari 2021 yang sebanyak 31,13 juta ton. Sampah plastik membutuhkan waktu degradasi sekitar 200 hingga 1.000 tahun (Qodriyatun, 2018). Penggunaan plastik dari bahan minyak bumi bersifat tidak mudah didegradasi, sehingga dapat menyebabkan pencemaran lingkungan. Salah satu alternatif untuk mengurangi sampah plastik ialah dengan mengembangkan plastik dari bahan organik dan ramah lingkungan yang dapat didegradasi oleh mikroorganisme di alam, yang dikenal sebagai plastik *biodegradable* (Darni & Utami, 2010). Komponen penyusun bioplastik terdiri dari polimer alami seperti pati, selulosa, protein, lemak, dan alginat dengan penambahan pemlastis seperti gliserol dan sorbitol (Cerqueira et al., 2011).

Indonesia merupakan salah satu produsen padi terbesar di dunia dengan Jawa Timur sebagai provinsi dengan penghasil padi tertinggi. Jawa timur menghasilkan padi sebesar 10.022.387 Ton Gabah Kering Giling (GKG) (Badan Pusat Statistik, 2020). Tingginya angka produksi padi membuat jumlah jerami sebagai hasil samping dari proses produksi padi meningkat. Jumlah limbah jerami yang dihasilkan mencapai 1–1,5 kg/kg panen. Namun, jerami padi dianggap sebagai limbah pertanian sehingga seringkali dibuang atau dibakar. Hal tersebut menyebabkan emisi gas rumah kaca, kontaminasi, dan polusi mengalami peningkatan. Jerami padi mengandung selulosa sekitar 32%-47%, hemiselulosa sekitar 19%-27%, dan lignin 5%-24% (Mukul, 2020). Kandungan selulosa yang relatif tinggi serta ketersediaannya yang cukup melimpah menyebabkan jerami padi dipilih sebagai bahan baku alternatif bioplastik.

Beberapa permasalahan yang disebabkan penggunaan bahan alam dari fiber tanaman yaitu adanya kandungan lignin dan hemiselulosa yang bersifat amorf sehingga perlu dipisahkan terlebih dahulu sebelum proses pembuatan bioplastik. Proses perlakuan fiber alam dilakukan untuk memperbaiki sifat mekanik pada material dengan memperbaiki ikatan antar muka pada fiber alam, meningkatkan jumlah situs aktif dengan mengekspos permukaan serat selulosa, serta meningkatkan indeks kristalinitas serat (Ilyas et al., 2017).

Biodegradable plastik atau Bioplastik artinya plastik yang tersusun dari polimer alamiah yang bisa terdegradasi baik oleh mikroorganisme ataupun cuaca (Arifin dkk., 2017). Bioplastik dapat dirancang berasal bahan alami pati dicampur dengan gelatin atau selulosa atau biopolimer lainnya. Bahan alami pati mampu dihasilkan asal hasil pertanian (Mostafa dkk., 2018).

Pada penelitian Hamida dkk 2020 yang berjudul “Potensi Pemanfaatan Selulosa Limbah Jerami Padi sebagai Bioplastik Ramah Lingkungan” hasil penelitian menyatakan bahwa jerami padi mengandung selulosa cukup tinggi dan berpotensi untuk dijadikan bahan bioplastik dan pencampuran gliserol 3 ml dan kitosan didapatkan karakteristik kuat tarik 13,8 MPa, water up-take 13,8%, dan pengurangan massa 21,31% dalam biodegradasi selama 15 hari.

Dari dasar tersebut, maka dilakukanlah penelitian dengan judul “Plastik *Biodegradable* Dari Selulosa Jerami Padi Dengan Penambahan CMC”. Pemanfaatan jerami padi salah satunya dengan cara mengisolasi selulosanya. Penelitian ini memanfaatkan selulosa jerami padi sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* yang bertujuan untuk mengetahui proses ekstraksi selulosa jerami padi dan pengaruh penambahan CMC pada pembuatan plastik *biodegradable* dengan menggunakan selulosa jerami padi.

1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang yang telah dipaparkan pada uraian sebelumnya, maka dapat dijabarkan rumusan masalah sebagai berikut.

1. Bagaimana kualitas plastik *biodegradable* menggunakan jerami padi?

2. Bagaimana pengaruh penambahan gliserol dan CMC pada kualitas plastik biodegradable dari bahan baku selulosa jerami padi?
3. Menentukan karakteristik plastik biodegradable dari jerami padi dengan pengujian FTIR, pengujian TGA, biodegradasi, uji mekanis, dan uji daya serap air.

1.3 Tujuan Penelitian

Berdasarkan rumusan masalah yang telah dipaparkan maka tujuan penelitian ini ialah sebagai berikut.

1. Menganalisis plastik *biodegradable* dengan menggunakan ekstraksi selulosa jerami padi dengan penambahan CMC dan Gliserol.
2. Membuat plastik *biodegradable* dengan menggunakan ekstraksi selulosa jerami padi dengan penambahan CMC dan Gliserol.
3. Menentukan karakteristik fisik plastik *biodegradable* dengan pengujian mekanis (uji tarik, *elongation*, *modulus young*), pengujian biodegradabilitas, pengujian daya serap air, pengujian FTIR, pengujian TGA.

1.4 Manfaat Penelitian

Berdasarkan uraian pada poin sebelumnya, manfaat dari penelitian ini sebagai berikut :

1. Dapat memberi pemahaman tentang bagaimana metode ekstraksi selulosa dari limbah jerami padi.
2. Mengetahui pengaruh penambahan selulosa limbah jerami padi dengan penambahn CMC dan gliserol pada pembuatan plastik *biodegradable*.
3. Menghasilkan aplikasi produk plastik ramah lingkungan yang terbuat dari limbah jerami padi.

1.5 Batasan Masalah

Agar ruang lingkup permasalahan ini tidak terlalu meluas atau melebar, penulisan skripsi ini dibatasi dengan beberapa permasalahan saja, yaitu:

1. Permasalahan yang dibatasi ialah metode ekstraksi selulosa dari limbah jerami padi beserta pengaruh penambahan gliserol dan CMC pada pembuatan plastik *biodegradable* berbahan dasar selulosa limbah jerami padi.
2. Faktor-faktor yang mungkin mempengaruhinya dan pengaruh penambahan CMC dan gliserol pembuatan plastik *biodegradable*.
3. Parameter karakteristik berupa uji mekanis, pengujian biodegradabilitas, pengujian daya serap air, pengujian TGA dan pengujian FTIR.

BAB II

TINJAUAN PUSTAKA

2.1 Kajian Literatur

2.1.1 Penelitian Terdahulu

Sela Julita (2022), telah melakukan penelitian mengenai “pengaruh penambahan gliserol dan CMC (*Carboxyl Methyl Cellulose*) terhadap karakteristik biodegradable film berbasis selulosa kulit buah pinang (*Areca catechu L*)”. Penelitian ini menggunakan konsentrasi gliserol 0,5%, 1%, dan 1,5% dan faktor kedua yaitu konsentrasi CMC 1%, 2%, dan 3%. Hasil penelitian terbaik diperoleh pada interaksi perlakuan gliserol 1% dan CMC 3% dengan kuat tarik sebesar 71,87 Mpa, persen pemanjangan 26,27%, ketebalan 0,32 mm, permeabilitas uap air 7,41 g/m²/jam, dan biodegradabilitas selama 28 hari.

2.1.2 Perbedaan Dari Penelitian Sebelumnya

Perbedaan dari penelitian sebelumnya terletak pada selulosa yang digunakan dan variabel penambahan selulosa. Untuk gliserol yaitu dipakai dengan konsentrasi 10%, 20%, 30% dan 40%. Sedangkan CMC yang dipakai yaitu 5%, 10% , 15% dan 20%. Pengujian yang akan dilakukan yaitu, uji FTIR, uji TGA, uji mekanis (uji tarik, *elongation*, *modulus young*), uji biodegradabilitas, dan uji daya serap air pada plastik *biodegradable* berbahan dasar selulosa jerami padi.

2.1.2 Keaslian Penelitian

Penelitian merasa tertarik untuk melakukan penelitian yang telah dilakukan oleh peneliti sebelumnya, meskipun terdapat kesamaan dan perbedaan. Perbedaan dari peneliti sebelumnya seperti lokasi penelitian, waktu penelitian hingga perbedaan variabel yang akan diuji serta penambahan serat yang berbeda. Pengujian dilakukan pada plastik *biodegradable*, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui penambahan selulosa jerami padi, CMC dan gliserol terhadap uji

mekanis (uji tarik, *elongation*, *modulus young*), uji biodegradabilitas, uji daya serap air, uji TGA, dan uji FT-IR.

2.2 Plastik

Plastik sintetis tersusun atas senyawa polimer dengan struktur kaku yang terbentuk dari polimerisasi monomer hidrokarbon yang membentuk rantai panjang (Rahmadani, 2019). Plastik banyak digunakan oleh masyarakat Indonesia sebagai alat pengemas atau pembungkus makanan karena memiliki beberapa keunggulan diantaranya transparan, tidak mudah patah, lentur, ringan, tahan air, tidak korosif, dan memiliki harga yang murah (Safitra & Herlina, 2020). Menurut data statistik persampahan domestik Indonesia, jenis sampah plastik menduduki peringkat kedua sebesar 5.4 juta ton per tahun atau 14 persen dari total produksi sampah pada tahun 2022. Data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK) tahun 2022, menunjukkan bahwa produksi sampah nasional telah mencapai 19,5 juta ton.

Tabel 2. 1 Karakteristik mekanik plastik menurut SNI

No	Karakteristik	Nilai
1.	Kuat Tarik (MPa)	24,7 – 302
2.	<i>Elongasi</i> (%)	21 – 220
3.	<i>Hidrofobisitas</i> (%)	99

(Darni dan Herti, 2010)

Sifat-sifat plastik sesuai menggunakan standar Nasional Indonesia (SNI) ditunjukkan di Tabel 2.1 Polimer ialah suatu bahan yang terdiri atas unit molekul yang disebut monomer. Polimer alam yang sudah dikenal antara lain selulosa, protein, serta karet alam. Secara garis besar , plastik bisa dikelompokkan sebagai 2 golongan, yaitu:

1. Plastik termoplastik, yaitu plastik yang dapat dicetak berulang kali dengan adanya panas, antara lain polietilena (PE), polipropilena (PP), dan nilon. Plastik termoplastik fleksibel, mudah terbakar, tahan panas, dan dapat didaur ulang. Plastik termoplastik memiliki rantai lurus.

2. Plastik termoset, yaitu plastik yang apabila mengalami kondisi tertentu tidak dapat dicetak ulang karena struktur polimernya berbentuk jaringan 3 dimensi, antara lain *Poly Urethane* (PU), Urea Formaldehida (UF), *Melamin Formaldehida* (MF), dan *poliester*. Plastik termoset bersifat kaku, tidak mudah terbakar, *tahan* terhadap suhu tinggi dan memiliki ikatan silang (Mujiarto, 2005).

2.3 Bioplastik

Bioplastik atau *Biodegradable* plastik adalah yang dapat digunakan layaknya seperti plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikro organisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan. Sifatnya yang dapat kembali ke alam, plastik *biodegradable* merupakan bahan plastik ramah terhadap lingkungan (IBAW *Publication*, 2005).

Komponen utama penyusunan bioplastik diantaranya hidrokoloid dan lipid. Hidrokoloid merupakan komponen polimer yang berasal dari tumbuhan, hewan, mikroba, atau komponen sintesis yang umumnya mengandung gugus hidroksil. Hidrokoloid memiliki karakteristik dapat larut dalam air, mampu membentuk koloid, dan dapat membentuk gel dari suatu larutan (Herawati, 2018). Hidrokoloid dapat berupa protein, selulosa, hemicelulosa, lignin, pati, kitosan, alginat, dan karagenan (Nisah, 2018). Berbeda dengan hidrokoloid, lipid memiliki karakteristik tidak larut dalam air dan larut dalam zat pelarut non polar. Lipid yang umum digunakan sebagai bahan pembuatan bioplastik adalah lilin alami (wax), emulsifier, gliserol, dan asam lemak (Mamuaja, 2017).

Bioplastik akan didegradasi oleh mikroorganisme menjadi air, karbondioksida dan metana, karena sifatnya yang dapat kembali ke alam maka bioplastik merupakan plastik yang ramah lingkungan (Ardiansyah, 2011). Berdasarkan standard European Union tentang biodegradasi plastik, plastik *biodegradable* harus terdekomposisi menjadi karbondioksida, air, dan substansi humus dalam waktu maksimal 6 sampai 9 bulan (Sarka, Zdenek, Jiri, Lubomir, Anna, Zdenek & Michaela, 2011). Plastik konvensional membutuhkan waktu 50

tahun untuk terdegradasi di alam, sedangkan bioplastik dapat terdegradasi 10 sehingga 20 kali lebih cepat (Huda & Firdaus, 2007).

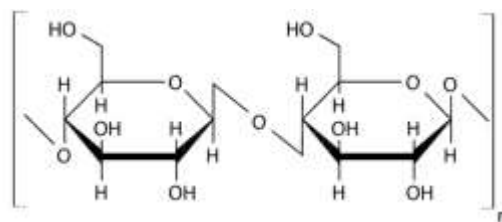
Tabel 2. 2 Standar Mutu Bioplastik

No	Standar Mutu Bioplastik	Nilai
1.	Kuat Tarik (MPa)	1 -10 Mpa
2.	Persen Elongasi (%)	10 – 20 %
3.	Biodegradasi	100 % dalam 60 hari

(Haryati, dkk. 2017)

2.4 Selulosa

Selulosa merupakan komponen karbohidrat rantai lurus (glukosa sebagai monomer penyusunnya) yang antar monomernya dihubungkan oleh ikatan β -1,4 glukosida dalam rantai lurus. Selulosa merupakan polimer alam yang melimpah, tidak beracun, biokompatibel, mudah terurai, dan ramah lingkungan. Selulosa banyak ditemui pada dinding sel tanaman dan termasuk senyawa anorganik $(C_6H_{10}H_5)_n$. Selulosa tersusun atas tiga gugus hidroksil reaktif pada tiap unit hidroglukosa. Monomer yang berikatan dengan selulosa mempengaruhi sifat selulosa yaitu hidrofolik dan hidrofobik, daya absorpsi terhadap warna dan air, dan tingkat elastisitas. Selulosa dapat diaplikasikan untuk pembuatan nanokomposit yang membutuhkan peningkatan kekakuan, dan perbaikan sifat barier (Fatriasari dkk.,2019). Struktur selulosa dapat dilihat pada Gambar 2.1.



Gambar 2. 1 Struktur Selulosa

(Sumber: Kunusa,2017)

Gugus hidroksil pada selulosa akan membentuk banyak ikatan hidrogen. Semakin banyak ikatan hidrogen menyebabkan semakin meningkatnya kekakuan selulosa sehingga tidak mudah larut dalam air (Hidayati dkk.,2015). Pasangan

antar molekul selulosa yang saling berkaitan dengan ikatan hidrogen akan membentuk mikrofibril yang memiliki sifat seperti kristal dan mempunyai kekuatan regangan yang tinggi.

2.5 Jerami Padi



Gambar 2. 2 Jerami padi
(Sumber: Pertanianku 2022)

Jerami padi adalah hasil samping dari tanaman padi dan digunakan sebagai sumber pakan untuk ternak ruminansia terutama oleh petani skala kecil di negara-negara berkembang, termasuk Indonesia. Di Indonesia, jerami banyak dimanfaatkan sebagai pakan basal ternak ruminansia, pupuk tanaman produksi, karena sangat melimpah serta murah. Pemanfaatan jerami sebagai pakan ternak terutama dilakukan pada saat musim kemarau dimana para peternak sulit untuk memperoleh hijauan berkualitas tinggi .

Jerami padi sebagian besar tersusun dari lignoselulosa dan lignohemiselulosa yang sukar dicerna oleh ternak ruminansia serta mengandung silikat dan oksalat tinggi. Silika dalam jumlah yang cukup tinggi tersebut menghalangi kemampuan mikroba rumen untuk mencernanya. Jorgensen and Olsson (2006) menyatakan bahwa lignoselulosa sendiri tersusun atas selulosa 35-50%, hemiselulosa 25-30% dan lignin 25-30%.

Tabel 2. 3 Komposisi Nutrisi Jerami Padi

Kandungan	Komposisi
Silika	13,5%
Kalsium	0,24%
Kalium	1,2%
Magnesium	0,11%
Protein Kasar	3,6%
Fosfor	6,1%
Lignin	4,9%
Abu	16,4%
Serat Kasar	32%
BETN	41,6%
Lemak Kasar	1,3%

Sumber: Sarwono dan Arianto, 2003

2.6 *Carboxy Methyl Cellulose (CMC)*

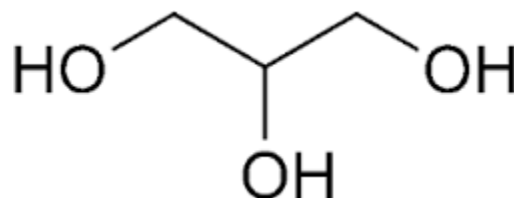
Carboxyl methyl cellulose (CMC) adalah polimer selulosa yang dibuat dengan mereaksikan Na-monokloroasetat dan selulosa basa (Safitri dkk., 2017). CMC merupakan senyawa eter polimer yang bersifat biodegradable, tidak berbau, tidak beracun, tidak berwarna, larut dalam air dan rentang *pH* 6,5-8. CMC berasal dari bahan turunan selulosa berantai lurus yang larut dalam air dan polisakarida. Struktur CMC terdiri dari molekul selulosa dari unit anhidroglukosa. Unit anhidroglukosa memiliki tiga gugus hidroksil (-OH) yang disubstitusi oleh gugus karboksil (Annisa, 2015).

Sifat CMC ialah mudah larut dalam air baik dingin maupun panas, stabil, dan dapat membentuk lapisan. Sifatnya yang hidrofilik, penambahan CMC dapat memperbaiki sifat mekanik kuat tarik *biodegradable* film sehingga film tidak mudah putus ketika ditarik atau diberi tekanan. Pada pembuatan *biodegradable*

film penambahan juga CMC mampu menyatukan air, selulosa, dan gliserol. Penambahan CMC pada film akan menghasilkan tekstur yang kuat dan halus (Gozali dkk., 2020). CMC yang bersifat hidrofilik mampu mengikat dan menyerap air, sehingga memiliki kemampuan mudah terdegradasi (Hidayati dkk., 2013).

2.7 Gliserol

Gliserol merupakan cairan yang tidak berwarna, senyawa yang netral, tidak berbau, dan kental dengan rasa manis. Gliserol merupakan senyawa golongan polihidrat dengan rumus kimia $C_3H_8O_3$ (1,2,3 propanatriol) yang memiliki gugus hidroksil berjumlah tiga buah. Gliserol adalah gula alkohol dengan rasa manis yang memiliki tiga gugus hidroksil dan satu gugus $-OH$, sehingga gliserol larut dalam air. Gliserol yang dimurnikan melalui proses destilasi dapat digunakan pada industri makanan, pengolahan air, dan farmasi. Gliserol termasuk produk samping industri biodiesel yang belum banyak diolah sehingga nilai jualnya relative rendah (Permatasari dkk., 2021). Struktur kimia senyawa gliserol dapat dilihat pada Gambar 2.3.



Gambar 2. 3 Struktur Gliserol

(Sumber: Lantara dkk, 2019)

Gliserol pada pembuatan *biodegradable film* digunakan sebagai plasticizer, yang dapat mengurangi kerapuhan, meningkatkan plastis, dan menurunkan gaya intermolekuler, sehingga *film* yang dihasilkan akan lentur dan plastis. Jumlah atom karbon dan gugus hidroksil pada molekul gliserol mempengaruhi sifat mekanis (kekuatan tarik dan persen pemanjangan) *biodegradable film*. gliserol sebagai *plasticizer* memberikan kelenturan yang lebih baik jika di bandingkan jenis *plasticizer* yan lain karena memiliki berat molekul lebih rendah yaitu 92,1

g/mol dan massa jenis $1,23 \text{ g/cm}^3$ (Huri dan Nisa, 2014). Gliserol lebih sering digunakan karena memiliki harga yang murah, mudah diperoleh, dan dapat terurai dengan mudah pada lingkungan.

2.8 Plastik *Polypropylene*

Polypropylene (PP) adalah sebuah polimer termoplastik yang dibuat oleh industri kimia dan digunakan dalam berbagai aplikasi, diantaranya pengemasan, tekstil, alat tulis, perlengkapan laboratorium, pengeras suara, komponen otomotif, dan uang kertas polimer. *Polypropylene* merupakan jenis plastik yang dapat didaur ulang sehingga memiliki potensi sebagai matriks dalam pembuatan komposit. Melihat sifat fisik plastik yang tidak mudah terurai secara biologis dapat menyebabkan dampak buruk bagi lingkungan, kemungkinan terbaiknya adalah dengan mendaur ulang pemanfaatannya menjadi produk lain.

Secara umum terdapat empat persyaratan agar suatu limbah plastik dapat diproses oleh suatu industri, diantaranya limbah harus dalam bentuk homogen tertentu sesuai kebutuhan (biji, pellet, serbuk, pecahan), limbah harus homogen, tidak terkontaminasi, serta diupayakan tidak teroksidasi. Untuk mengatasi masalah ini, sebelum digunakan limbah plastik harus diproses melalui tahapan sederhana, yaitu pemisahan, pencucian, pemotongan, dan penghilangan zat-zat seperti besi dan sebagainya.

Titik leleh polipropilena terjadi dalam rentang, sehingga titik lebur ditentukan dengan mencari suhu tertinggi dari grafik kalorimetri pemindaian diferensial. PP isotaktik sempurna memiliki titik leleh 171°C (340°F). PP isotaktik komersial memiliki titik leleh yang berkisar antara 160°C hingga 166°C (320°F hingga 331°F), tergantung pada bahan yang ingin dilelehkan.

Adapun karakteristik dari Polipropilena pada tabel 2.7 sebagai berikut :

Tabel 2. 4 Karakteristik Polipropena (PP)

Karakteristik Bahan	
Rumus Molekul	$(C_3H_6)_n$
Berat Molekul	162,14 g/mol
Titik Lebur	160 °C
Densitas	0,855 g/cm ³ , amorphorus 0.946 g/cm ³ , kristalin

Sumber: Al safrudin (2021)

Tabel 2. 5 Sifat fisik polipropilena

Sifat Fisik	Nilai
Titik Leleh (°C)	150-170
Berat Jenis (gr/cm ³)	0,85
Titik Nyala (°C)	108
Tekanan Kritis (MPa)	4.3
Perpanjangan (%)	200-700
Modulus Elastisitas (N/mm ²)	1300-1800
Tensile Strength (MPa)	29-38

(sumber : Hafizh, 2017)

2.9 Sifat Mekanis

2.9.1 Kuat Tarik (Mpa)

Kuat tarik atau kuat renggang putus (*tensile-strength*) merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai film dapat tetap bertahan sebelum putus. Pengukuran tensile-strength dimaksudkan untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area film untuk meregangkan atau memanjang. Hasil pengukuran ini berhubungan erat dengan jumlah plastisizer yang ditambahkan pada proses pembuatan film (Alyanak, 2004).

Uji kuat tarik (*tensile test*) merupakan prosedur paling umum digunakan untuk mempelajari hubungan tegangan-regangan (*stress-strain*). Uji tarik

dilakukan dengan benda uji ditarik dari dua arah, sehingga panjangnya bertambah dan diameternya mengecil. Besarnya beban dan pertambahan panjang dicatat selama pengujian. *Tensile-strength* adalah beban maksimum yang mampu diterima bahan uji (Huda, 2009). Uji kuat tarik dapat dicari menggunakan persamaan :

$$s = \frac{L_2 - L_1}{L_1} \dots\dots\dots(2.1)$$

$$\sigma = \frac{F}{A_o} \dots\dots\dots(2.2)$$

L_1 = Panjang Awal (m)

L_2 = Panjang Akhir (m)

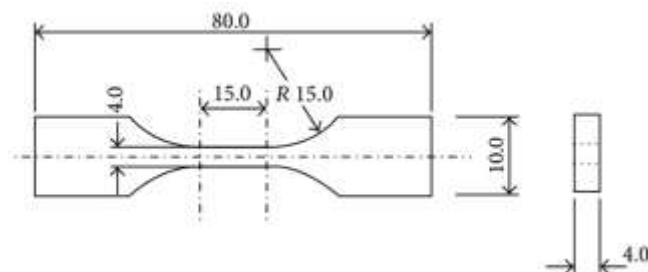
ϵ = Regangan

Σ = Tegangan (N/m^2)

A_o = Luas Penampang Bahan Sebelum Dibebani (m^2)

F = Beban yang Diberikan (N)

Uji kekuatan tarik dilakukan agar mengetahui sifat dari suatu material. Setiap material memiliki metode pengujian tarik atau *tensile strength* berbeda dengan yang lain. Dan mempunyai standar pengujian yang berbeda dimana pengujian kali ini menggunakan ASTM D882. Berikut gambar dan ukuran pada spesimen dengan ASTM D882.



Gambar 2. 4 Spesimen Uji Tarik
(Sumber: ASTM D882,2010)

Tabel 2. 6 Ukuran Spesimen Berdasarkan ASTM D882

Spesifikasi	Ukuran (mm(in))
Ketebalan <7mm , T	3,00 ± 0,4 (0,11 ± 0,02)
Lebar,W	15 (0,59)
Panjang,L	100 (3,937)

(Sumber: ASTM,2010)

2.9.2 Pemanjangan/Elongasi (%)

Persen pemanjangan merupakan keadaan dimana bioplastik patah setelah mengalami perubahan panjang dari ukuran yang sebenarnya pada saat mengalami peregangan. Sifat tersebut penting dan mengindikasikan kemampuan bioplastik dalam menahan sejumlah beban sebelum bioplastik putus. Persen pemanjangan dapat dihitung dengan membandingkan panjang film saat putus dan panjang film sebelum ditarik oleh *tensile strength and elongation tester*. Secara matematis persen pemanjangan (elongasi) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$s = \frac{\Delta L}{L} \dots \dots \dots (2.3)$$

Dimana : s = Persentase perpanjangan (Elongation)

L₁ = Panjang akhir benda uji

L₂ = Panjang awal benda uji

2.9.3 Elastisitas (*Modulus Young*)

Elastisitas merupakan ukuran kekakuan suatu bahan. Semakin kecil elastisitasnya, maka plastik yang dihasilkan semakin baik. Elastisitas dapat dihitung dengan membandingkan kuat tarik dengan elongasi. Elastisitas mempunyai satuan yang sama seperti kuat tarik. Secara matematis, elastisitas dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$E = TS/e \dots \dots \dots (2.4)$$

Dimana : E = Elastisitas

TS = tensile-streng

e = elongasi

2.10 Uji Daya Serap

Daya serap air merupakan faktor yang penting dalam menentukan biodegradabilitas film ketika digunakan sebagai pengemas. Ada film yang dikehendaki tingkat kelarutannya tinggi atau sebaliknya tergantung jenis produk yang dikemas (Rachmawati, 2009). Pengukuran daya serap air penting dilakukan untuk memenuhi kualitas bioplastik yang diinginkan. Adapun secara matematis persen daya serap air (water uptake) dapat dihitung dengan menggunakan persamaan :

$$\text{air yang terserap (\%)} = \frac{w-w_0}{w_0} \times 100\% \dots\dots\dots(2.5)$$

w = berat bioplastik basah dan w_0 = berat bioplastik kering

2.11 *Fourier Transform Infra Red (FTIR)*

FT-IR (*Fourier Transform InfraRed Spectroscopy*) merupakan metode yang menggunakan spektroskopi inframerah. Pada spektroskopi infra merah, radiasi inframerah dilewatkan pada sampel. Sebagian radiasi infra merah diserap oleh sampel dan sebagian lagi dilewatkan/ditransmisikan. Hasil dari spektrum merupakan besarnya absorpsi molekul dan transmisi yang membentuk sidik jari molekul dari suatu sampel, seperti sidik jari pada umumnya, struktur sidik jari dari spektrum inframerah yang dihasilkan tidak ada yang sama. Inilah yang membuat spektroskopi inframerah berguna untuk beberapa jenis analisis. Manfaat informasi/data yang dapat diketahui dari FT-IR untuk dianalisis adalah identifikasi material yang tidak diketahui, menentukan kualitas sampel, dan menentukan banyaknya komponen dalam suatu campuran (Thermo, 2011).



Gambar 2. 5 Alat Uji Fourier Transform InfraRed (FTIR)
(Sumber: Thermo, 2011)

Prinsip dasar spektroskopi infra merah adalah vibrasi ikatan yang mempunyai frekuensi yang spesifik. Setiap ikatan kimia mempunyai frekuensi vibrasi yang khas sehingga dapat dibedakan dengan analisa puncak serapan infra merah. Data yang didapatkan merupakan suatu spektrogram dengan beberapa vibrasi ulur yang digambarkan dengan puncak serapan pada bilangan gelombang tertentu (Handayani, 2009).

Analisis FT-IR (*Fourier Transform InfraRed*) dilakukan untuk mengetahui gugus fungsi dari membran. Setiap ikatan mempunyai frekuensi vibrasi yang khas sehingga absorpsi infra merah dapat digunakan untuk identifikasi gugus-gugus dalam suatu senyawa (Bourtoom et al., 2007).

2.12 Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi atau kemampuan pengamatan degradasi plastik dilakukan untuk mengetahui lamanya waktu yang dibutuhkan oleh plastik untuk terurai di alam secara sempurna. Pada penelitian pembuatan plastic *biodegradable* ini salah satu uji yang dilakukan untuk mengetahui sifat plastik yang dihasilkan adalah uji biodegradasi. Plastik akan terdegradasi secara sempurna ditinjau dari persen hilangnya berat plastik (% *weight loss*) yang mencapai 100% (Sri Wahyuni, 2018). Nilai uji biodegradasi diketahui dengan persamaan berikut.

$$\%W = \frac{w_i - w_f}{w_f} \times 100\% \dots\dots\dots(2.6)$$

Nilai W_i merupakan berat kering awal sebelum diletakan dalam media (g) sedangkan nilai W_f merupakan berat kering akhir.

2.13 Analisa *Thermogravimetric Analysis* (TGA)

Karakterisasi sifat termal dapat diukur dengan menggunakan alat yang disebut *Thermogravimetric Analyzer* (TGA). Hasilnya biasanya berupa rekaman diagram yang kontinu. Analisis termal adalah pengukuran fisika suatu bahan terhadap perubahan suhu dan digunakan untuk mengetahui ketahanan dan kestabilan polimer terhadap panas. Alat yang digunakan untuk analisa *Thermogravimetric Analysis* (TGA) dapat dilihat di gambar 2..



2.14 Review Penelitian Sebelumnya

Pada penelitian ini menggunakan beberapa penelitian sebelumnya sebagai referensi untuk penelitian ini. Adapun tabel 2.4 review penelitian sebelumnya yang digunakan berupa jurnal untuk dijadikan acuan penelitian.

Tabel 2. 7 Review Penelitian Sebelumnya

No	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Hasil Penelitian
1.	Sela Julita (2022)	Pengaruh penambahan gliserol dan CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) terhadap karakteristik biodegradable film berbasis selulosa kulit buah pisan (Areca catechu L)	Sampel yang digunakan adalah Kandungan selulosa 5 gr variasi gliserol sebesar 0,5%,1%,1,5% . Penambahan CMC 1%,2%,3%	Hasil penelitian terbaik diperoleh pada interaksi perlakuan gliserol 1% dan CMC 3% dengan kuat tarik sebesar 71,87 Mpa, persen pemanjangan 26,27%, ketebalan film 0,32mm, permabilitas uap air 7,41 g/m ² /jam. Dan biodegradabilitas selama 28 hari.
2.	Wahyu Ramadhani Tamiogy dkk (2019)	Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Kulit Pinang Sebagai <i>Filler</i> Pembuatan <i>Bioplastik</i>	Sampel yang digunakan adalah Kandungan selulosa 3,5 gr variasi gliserol sebesar 0,5 gr, 1 gr, 1,5 gr. Variasi NaOH 14%, 20%, 25%, Penambahan pati 10 gr dan NaOCL 3,5 gr	Dari hasil penelitian bahwa limbah kulit pinang dapat dikelola sehingga tidak hanya menjadi limbah yang mengganggu lingkungan.

No	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Hasil Penelitian
3	Adhi Setiawan (2019)	Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Bioplastik Dengan Menggunakan Metode Perlakuan Pelarut Organik	Sampel yang digunakan adalah kandungan selulosa 0,5g ; 1g ; 1,5g dan konsentrasi etanol 3% dan 35%.	Hasil kuat tarik terbaik pada bioplastik yang dibuat dengan rasio massa pati dengan selulosa 1:0,5 pada konsentrasi delignifikasi etanol 35%. Nilai kuat tarik yang diperoleh sebesar 8,773 Mpa. Pengujian degradasi bioplastik dilakukan selama 10 hari diperoleh nilai % degradasi terbesar bioplastik adalah sebesar 99,9%.
4	Rozanna Dewi, Nasrun Ibrahim, Novi Sylvia, 2017	<i>Thermal behavior of modified thermoplastic starch (TPS) synthesized from sago (Metroxylon Sagu) with Diphenylmethane diisocyanate and Castor Oil</i>	Sampel yang digunakan adalah sintesis pati sagu termoplastik melalui mekanisme menggunakan difenilmetana diisosianat	Dari hasil analisis DSC dan TGA, TPS yang dimodifikasikan memiliki karakteristik termal dan stabilitas termal yang baik

No	Nama Peneliti	Judul	Variabel	Hasil Penelitian
5	Rozanna Dewi, N,Sylvia, Zulnazri, M.Riza,201 8	<i>Mechanical and biodegradability properties of bio composite from sago starch and straw filler.</i>	Sampel yang digunakan adalah jerami dan tepung sagu	Dari hasil penelitian nilai kuat tarik tertinggi terdapat pada filler 40% dengan perbandingan campuran antara TPS dan PP adalah 1:1,5 sebesar 10,98 Mpa

BAB III

METODE PENELITIAN

3.1 Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknik Material dan Teknik Kimia Universitas Malikussaleh, yang dilaksanakan mulai dari bulan Juni 2023-selesai. Beberapa pengujian dilakukan di Institusi lain karena keterbatasan alat seperti *Fourier Transform Infra Red (FTIR)* dilakukan Universitas Syiah Kuala, Uji Mekanis (Uji Tarik, *Elongation*, *Modulus Young*) dilakukan di Universitas Sumatera Utara, Uji TGA dilakukan di Politeknik Negeri Lhokseumawe, serta Uji Biodegradabilitas, Uji Daya Serap Air, dilakukan di Universitas Malikussaleh.

3.2 Alat dan Bahan

3.2.1 Alat-Alat

Peralatan yang digunakan dalam menyiapkan sampel pada penelitian ini adalah:

1. Ayakan 60 *mesh*,
2. Tisu,
3. Timbangan digital,
4. Spatula,
5. Gelas ukur,
6. *Hot plate magnetic stirrer*
7. *Oven*
8. Cetakan besi ukuran 15 cm x 17 cm tebal 2 ml
9. Gunting
10. Kuas
11. Wadah
12. Kertas saring
13. Blender
14. *Autoclave*
15. Saringan

3.2.2 Bahan

1. Jerami Padi,
2. NaOH 10%,
3. NaOCl 3,5%,
4. Aquades,
5. Xylen
6. Gliserol,
7. CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*),
8. Maleic anhidrate (MAH)
9. *Polypropylene* (PP)

3.3 Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah :

3.3.1 Variabel Tetap

1. Jerami padi dan *Aquades* 1:10
2. *Aquades* dan larutan NaOCl 3,5% 1:1
3. NaOH 10%
4. Selulosa 50 gr

3.3.2 Variabel Bebas

1. Gliserol 10%, 20%, 30%, 40%
2. CMC (*Carboxy Methyl Cellulose*) 5%, 10%, 15%, 20%

3.3.3 Variabel Terikat

1. Uji Mekanis dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik, elongasi dan *modulus young* dari sampel.
2. Analisa biodegradabilitas, dilakukan untuk mengetahui tingkat cepat atau lambatnya penguraian atau biodegradasi dari sampel plastik *biodegradable* tersebut.
3. Analisa daya serap air, dilakukan untuk mengetahui berapa persen air dapat terserap oleh sampel yang dibuat.
4. Analisa *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), dilakukan untuk menganalisa gugus fungsi yang terdapat dalam sampel.

5. Uji *Thermogravimetric Analysis* (TGA), pengukuran fisika suatu bahan terhadap perubahan suhu dan digunakan untuk mengetahui ketahanan dan kestabilan polimer terhadap panas

3.4 Prosedur Kerja

Adapun beprosedur kerja dalam pembuatan plastik *biodegradable* antara lain yaitu :

3.4.1 Pembuatan serbuk jerami padi

1. Siapkan jerami padi
2. Cuci dan keringkan 2 x 24 jam di luar ruangan
3. Jerami di blender kering menjadi serbuk jerami padi
4. Serbuk jerami padi diayak menggunakan 60 mesh



Gambar 3. 1 Jerami Padi

(Sumber: Pertanianku 2022)

3.4.2 Ekstraksi Selulosa Jerami Padi

3.4.2.1 Proses Pre- Delignifikasi

1. Serbuk jerami padi ditambah aquades 1:10
2. Setelah diaduk dan tercampur dipanaskan suhu 100°C selama 120 menit
3. Setelah dipanaskan dan disaring untuk didapat padatan
4. Selanjutnya di *oven* dengan suhu 100°C dengan waktu 120 menit hingga kering

3.4.2.1 Delignifikasi

1. Serbuk jerami padi dilarutkan dalam NaOH 10% lalu dipanaskan pada suhu 121°C selama 60 menit kedalam *autoclave*.
2. Setelah itu difiltrasi untuk mendapatkan residu selulosa.
3. Setelah itu padatan dicampur larutan NaOCl 3,5% berat dan *aquades*.
4. Setelah itu penyaringan, pencucian, dan di *oven* dengan suhu 100°C dengan waktu 60 menit sampai kering.
5. Terakhir hasil yang didapat berupa serbuk kering selulosa.

3.4.3 Pembuatan Film Plastik *Biodegradable*

Pembuatan spesimen plastik komposit dilakukan dengan cara selulosa, gliserol, CMC, dan PP dicampur dengan menggunakan proses grafting pada suhu 125°C dengan perbandingan variasi gliserol 10%, 20%, 30%, 40% dan variasi CMC 5%, 10%, 15%, 20%. Hasil pencampuran dicetak dengan menggunakan *hot press*, dengan parameter proses yaitu temperature pengepresan 165 °C, waktu penahanan 8 menit dan penekanan 1 Psi. Proses pendinginan dilakukan hingga mencapai suhu ruangan. Proses *grafting* sebagai berikut.

1. Pencampuran antara selulosa 50 gram, gliserol 10%, 20%, 30%, 40% dan CMC 5%, 10%, 15%, 20% dengan berat masing-masing 12,5 gram.
2. Ditambahkan 100 ml xylen kedalam 25 gram polipropilena, lalu dimasukkan malaik anhidrat 1% dari volume xylen setelahnya benzoil peroksida 0,1% dari berat MAH.
3. Diaduk sampai homogen pada suhu 125°C untuk menghasilkan PP-gMA.
4. Pemanasan dan pencampuran antara selulosa, gliserol, CMC dan PP-gMA, diaduk merata.
5. Kemudian di uapkan hingga adonan menjadi putih.
6. Kemudian dicetak menggunakan mesin hot press selama 10 menit dengan suhu 165°C.

3.5 Prosuder Analisa

Adapun prosedur analisa yang dilakukan dalam pembuatan biodegradable diantaranya adalah :

3.5.1 Uji Kuat Tarik

Uji Kekuatan Tarik (*Tensile Strength*) dan Pemanjangan Saat Putus (*Elongation at Break*) ASTM D882.

1. Sampel yang akan diuji terlebih dahulu dikondisikan dalam ruang dengan suhu kelembaban relatif standar ($23 \pm 2^\circ\text{C}$) selama 24 jam.
2. Sampel akan diuji dipotong sesuai standar
3. Pengujian dilakukan dengan cara kedua ujung dijepit pada mesin penguji *tensile*.
4. Selanjutnya dicatat panjang awal dan ujung tinta pencatat diletakkan pada posisi 0 pada grafik
5. Knob start dinyalakan dan alat akan menarik sampel yang putus dan dicatat gaya kuattarik (F) dan panjang setelah putus.

Tabel 3. 1 Ukuran Spesimen Berdasarkan ASTM D882

Spesifikasi	Ukuran (mm(in))
Ketebalan < 7mm , T	$3,00 \pm 0,4$ (0,11 \pm 0,02)
Lebar, W	15 (0,59)
Panjang, L	100 (3,937)

3.5.3 Prosedur Uji *Modulus Young* ASTM D882

Uji *modulus young* didasarkan pada hasil uji kekuatan tarik dan uji perpanjangan pada saat putus.

1. Diperoleh data nilai kekuatan tarik dari hasil pengujian.
2. Diperoleh data nilai perpanjangan pada saat putus dari hasil pengujian.
3. Ditentukan nilai *Modulus Young* berdasarkan nilai kekuatan tarik dan perpanjangan pada saat putus dari data yang diperoleh

$$\text{Modulus Young (Mpa)} = \frac{\text{kekuatan tarik}}{\text{pemanjangan saat putus}/100} \dots\dots\dots(3.1)$$

3.5.3 Analisa Biodegradabilitas

analisa biodegradabilitas dilakukan mengikuti acuan ASTM G-21-70 menggunakan metode pengontakan langsung bioplastik dengan tanah (Nurfitasari, 2018).

1. Dipotong sampel bioplastik dengan ukuran 2 x 2 cm pada sembilan sampel bioplastik
2. Ditimbang sampel menjadi massa awal (M0).
3. Dimasukkan sampel pada tanah yang digali sedalam 30 cm selama 16 hari.
4. Diangkat sampel dan dibersihkan menggunakan kuas dari residu tanah yang menempel.
5. Ditimbang kembali sampel menjadi massa akhir (M1).
6. Biodegradabilitas bioplastik dihitung menggunakan persamaan :

$$\text{Biodegradabilitas (\%)} = \frac{M_0 - M_1}{M_0} \times 100\% \dots\dots\dots (3.2)$$

3.5.4 Daya Serap Air

1. Sampel bioplastik dipotong menggunakan ukuran 2 x2 cm.
2. Ditimbang menjadi massa awal (W0).
3. Kemudian dimasukkan kedalam gelas berisi aquades selama 10 detik
4. Kemudian diangkat dan diletakkan diatas kertas saring.
5. Timbang kembali massa bioplastik (W1).
6. Buat menghitung daya serap air memakai rumus (2.1)

3.5.5 Analisa *Fourier Transform Infra Red* (FTIR)

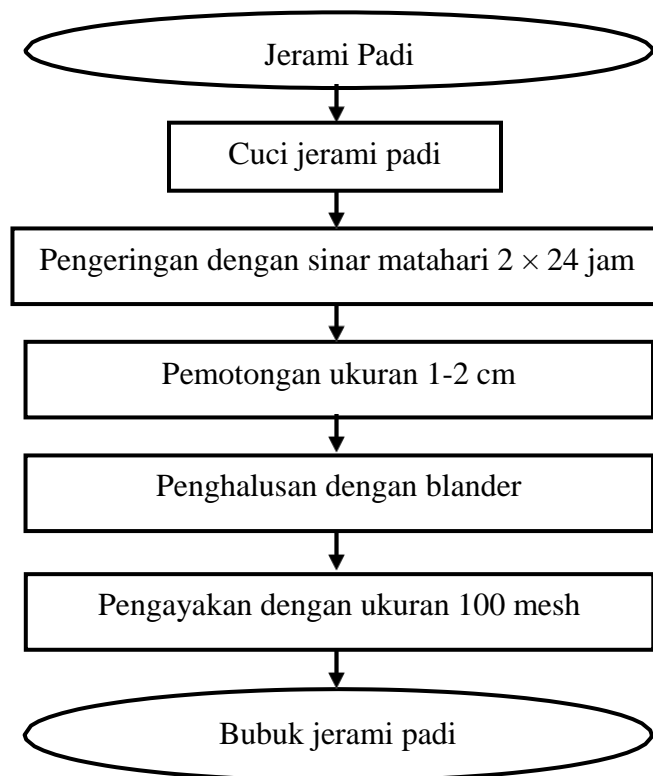
1. Plastik di cetak lalu dikeringkan pada oven menjadi film tipis basah.
2. Kemudian *film* diseimbangkan pada kondisi ambient (60% RH).
3. *Film* yang sudah ditimbang lalu dijemur sampai menghasilkan film tipis kering.
4. Selanjutnya semua spektra film tipis dicatat didalam metode transmisi pada resolusi 4 cm⁻¹ dengan akumulasi 5 scan.

3.5.6 Analisa *Thermogravimetric Analysis* (TGA)

1. Penentuan uji TGA ditentukan sesuai dengan standar ASTM E1131
2. Sampel film plastik ditimbang dan dicatat beratnya.
3. Kemudian disetimbangkan alat yang akan digunakan untuk uji termal.
4. Setelah itu suhu alat dinaikkan dari 30°C ke 600°C, laju pemanasan yang digunakan sebesar 10°C/menit dalam atmosfer terkontrol.
5. Kemudian hasil analisis dicatat.

3.6 Diagram Alir Penelitian

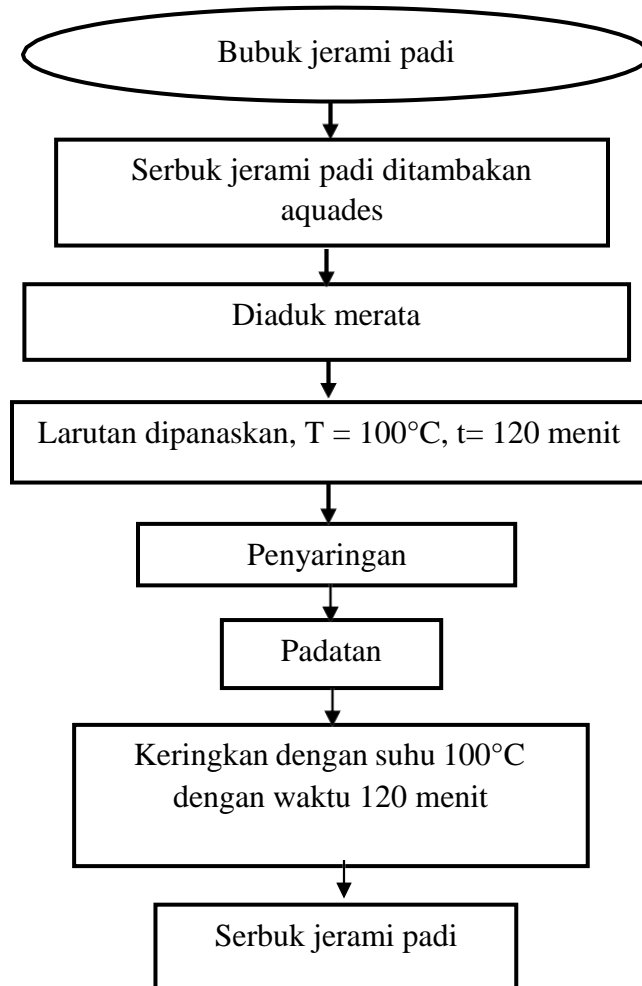
3.6.1 Pembuatan serbuk jerami padi



Gambar 3. 2 Diagram alir pembuatan bubuk jerami padi

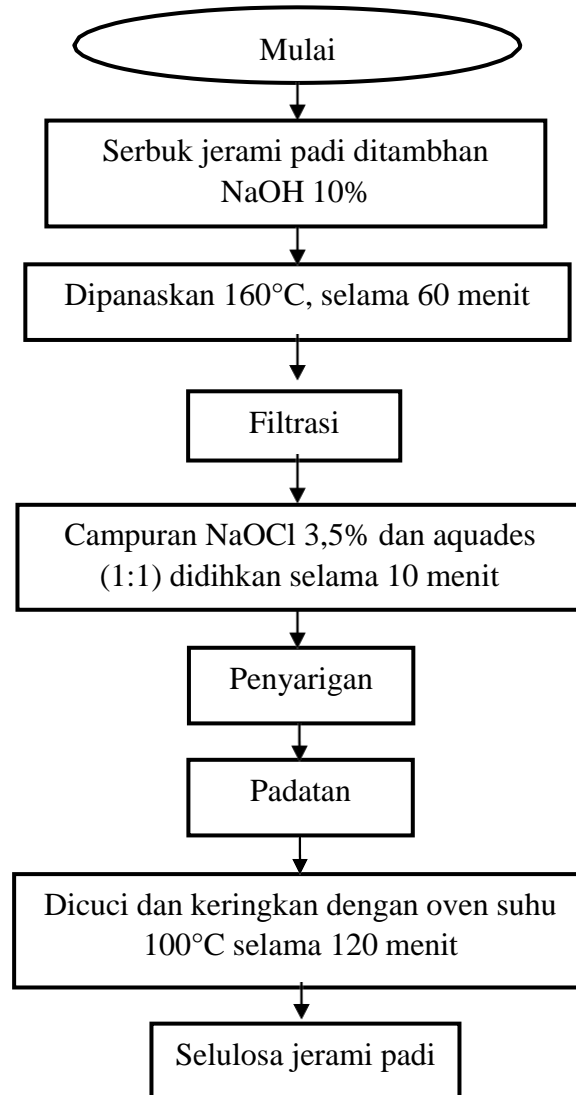
3.6.2 Ekstraksi Jerami Padi

3.6.2.1 Pre-Delignifikasi



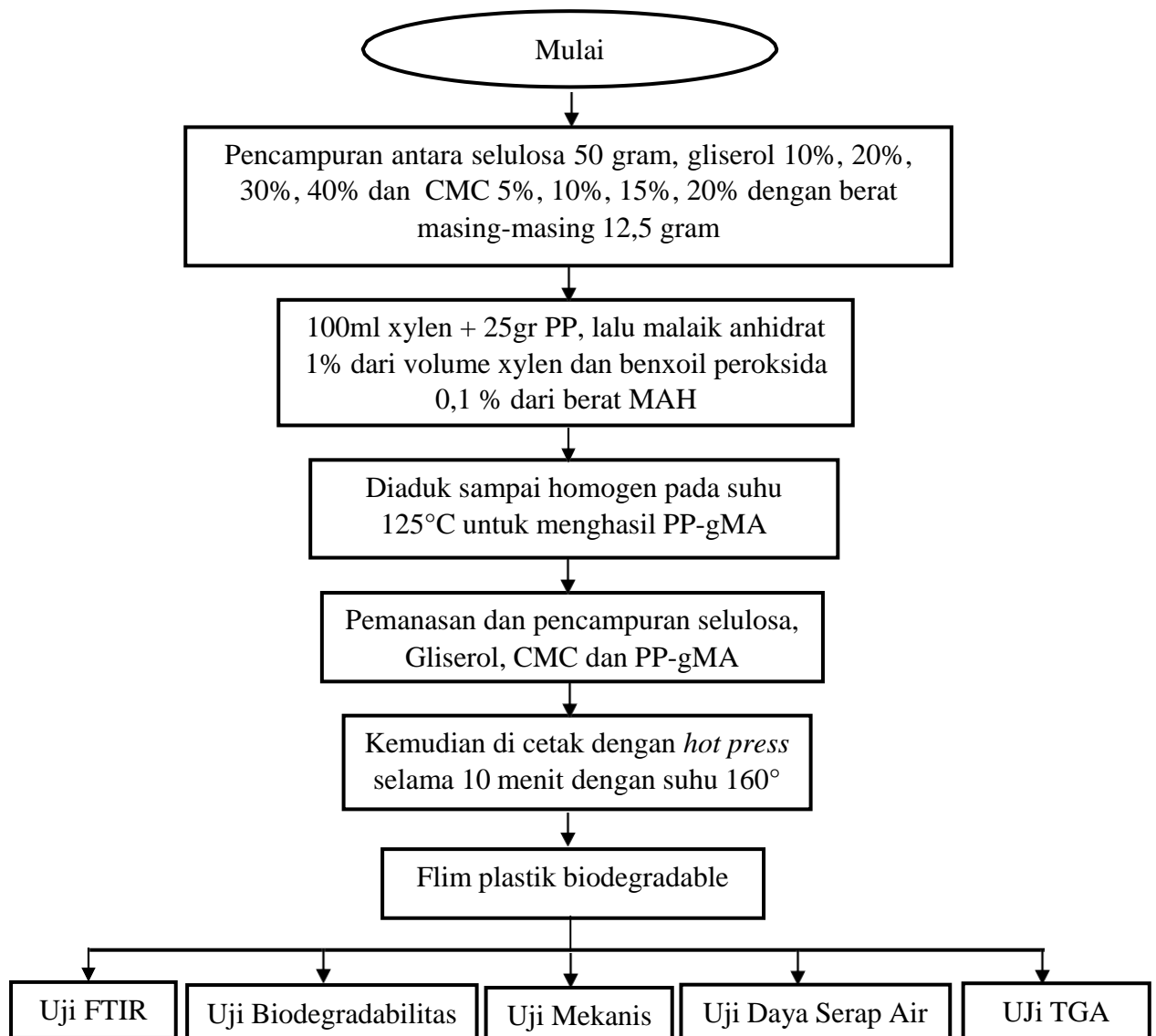
Gambar 3. 3 Diagram Alir Pre-Delignifikasi

3.6.2.2 Delignifikasi



Gambar 3. 4 Diagram Alir Delignifikasi

3.6.3 Pembuatan Film Plastik Biodegradable



Gambar 3. 5 Diagram Alir Pembuatan Film Plastik Biodegradable

3.7 Rencana Jadwal Pelaksanaan Penelitian

Jadwal rencana pelaksanaan kegiatan penelitian yang dilakukan selama 4 bulan. Dapat dilihat pada tabel 3.3

Tabel 3. 2 Rencana Pelaksanaan Penelitian

No	Kegiatan	Bulan Ke				
		1	2	3	4	5
1	Studi Literatur	■				
2	Pembuatan Proposal	■				
3	Seminar Proposal					
4	Pembuatan Spesimen		■	■	■	
5	Pengujian Data dan Pengambilan Data			■	■	
6	Pembuatan Lamporan Hasil				■	■
7	Seminar Hasil					■
8	Sidang					■

BAB IV
HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Hasil

4.1.1 Uji Kuat Tarik

Uji Kuat Tarik pada plastik *biodegradable* pada tabel 4.1.

Tabel 4. 1 Hasil Analisis Nilai Kuat Tarik pada plastik *biodegradable*

Konsentrasi Gliserol (%)	Konsentrasi CMC (%)	Uji Kuat Tarik (MPa)	Elongation (%)	Modulus Young (MPa)
20	5	1,59	0,99	160,60
	10	3,56	2,77	128,51
	15	4,75	1,97	241,11
	20	5,75	2,87	200,34

4.1.2. Uji Daya Serap Air

Uji Daya Serap Air pada plastik *biodegradable* pada tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Hasil Uji Daya Serap Air

No	Konsentrasi Gliserol (%)	Konsentrasi CMC (%)	Masa Sebelum Perendaman (gr)	Masa Sesudah Perendaman (gr)	Daya Serap Air (%)
1	10	5	0,9824	1,1395	15,99
2		10	1,0367	1,1769	13,52
3		15	1,1089	1,2465	12,40
4		20	1,1696	1,2951	10,73
5	20	5	1,1251	1,3091	16,72
6		10	1,1862	1,3359	12,62
7		15	1,1198	1,2791	14,23
8		20	1,0565	1,1798	11,67
9	30	5	1,1081	1,2912	16,52
10		10	1,1516	1,3195	14,57
11		15	1,2179	1,3717	12,62

No	Konsentrasi Gliserol (%)	Konsentrasi CMC (%)	Masa Sebelum Perendaman (gr)	Masa Sesudah Perendaman (gr)	Daya Serap Air (%)
12	40	20	1,0239	1,1659	13,86
13		5	1,1471	1,3792	20,23
14		10	1,2137	1,4292	17,75
15		15	1,1395	1,3193	15,77
16		20	1,2071	14059	16,46

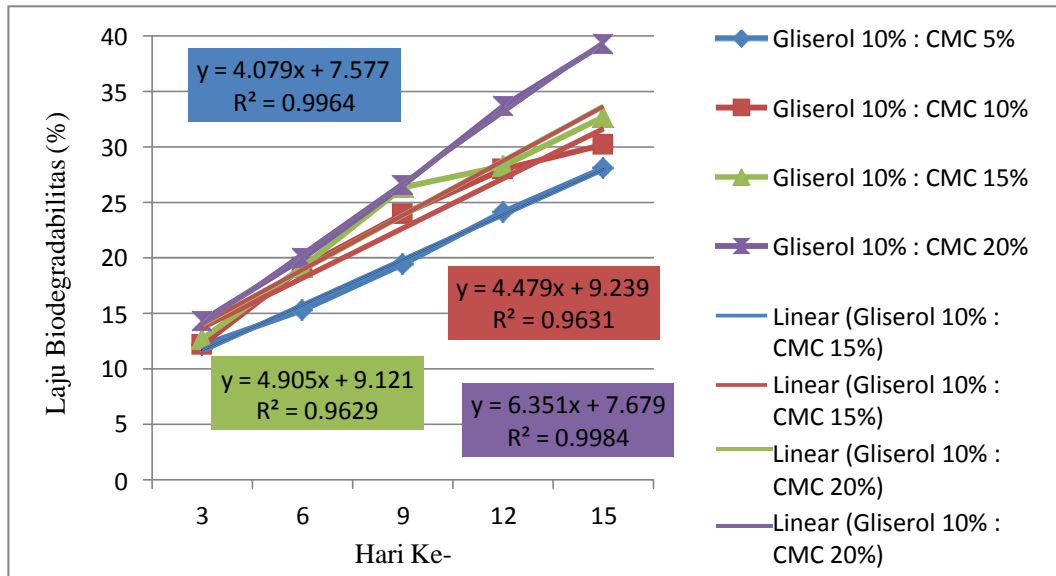
4.1.3 Uji Biodegradabilitas

Uji Biodegradabilitas pada plastik *biodegradable* pada tabel 4.3.

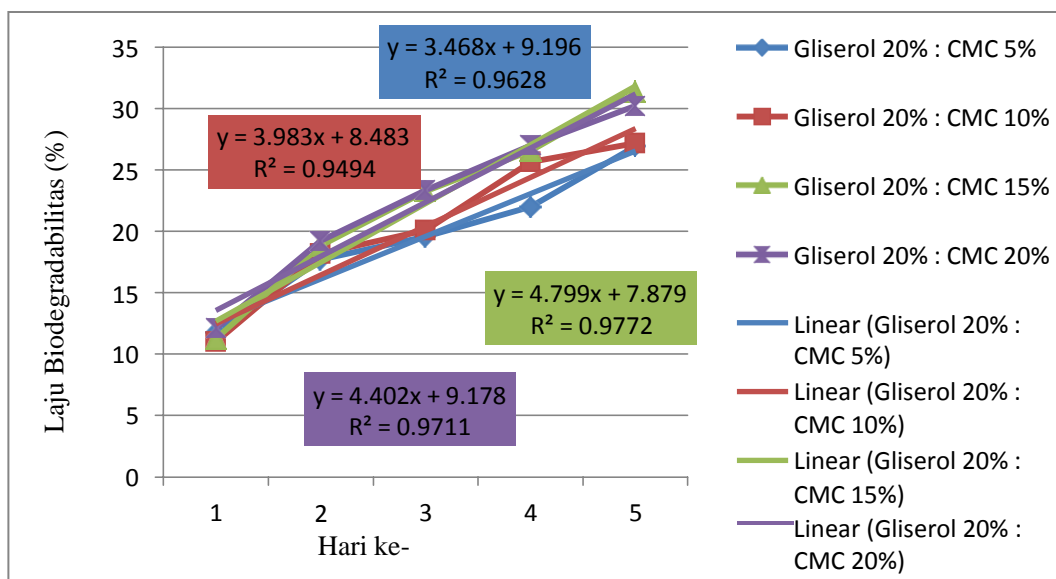
Tabel 4.3 Hasil Uji Biodegradabilitas

No	Konsentrasi Gliserol(%)	Konsentrasi CMC (%)	Analisis Hari ke – (%)				
			3	6	9	12	16
1	10	5	12,11	15,30	19,44	24,13	28,09
2		10	12,18	19,13	23,95	27,96	30,16
3		15	12,69	19,20	26,34	28,27	32,68
4		20	14,32	19,95	26,53	33,62	39,24
5		5	11,74	17,73	19,57	22,03	26,90
6	20	10	11,00	18,21	20,09	25,68	27,18
7		15	11,27	18,85	23,29	26,56	31,41
8		20	12,09	19,23	23,38	27,01	30,21
9	30	5	10,28	15,07	17,15	21,22	24,31
10		10	10,80	16,34	21,17	25,56	28,51
11		14	11,68	17,81	22,95	27,45	29,23
12		20	12,02	17,83	23,41	27,65	31,51
13	40	5	9,38	12,48	16,46	19,03	22,39
14		10	9,64	15,56	19,08	24,92	27,78
15		15	10,84	15,63	20,64	24,62	28,27
16		20	11,34	15,71	24,75	27,75	30,17

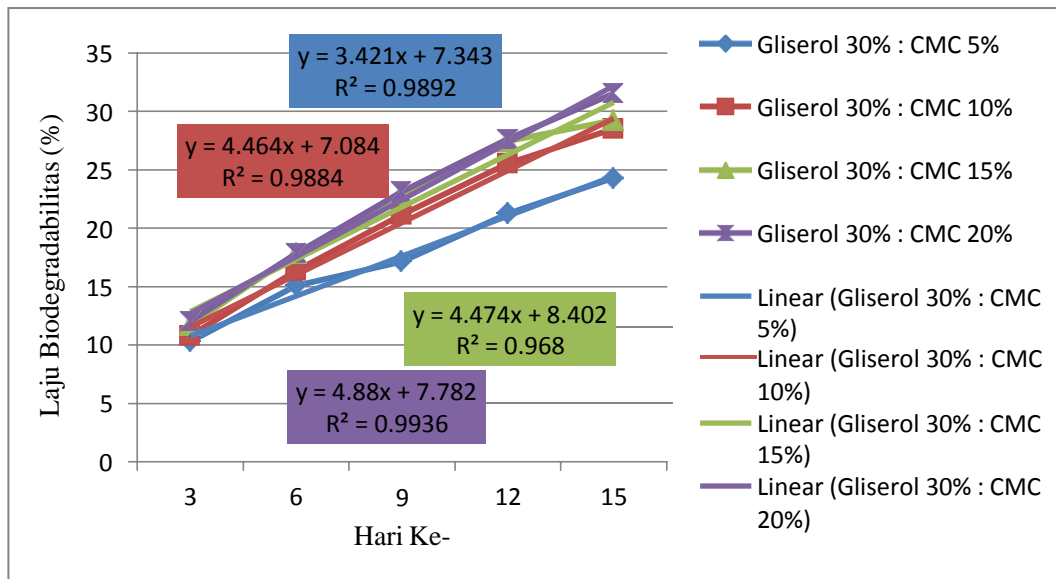
Cara mendapatkan laju ekstrapolasi pada plastik *biodegradable* untuk perkiraan penguraian plastik secara total pada gambar dibawah ini :



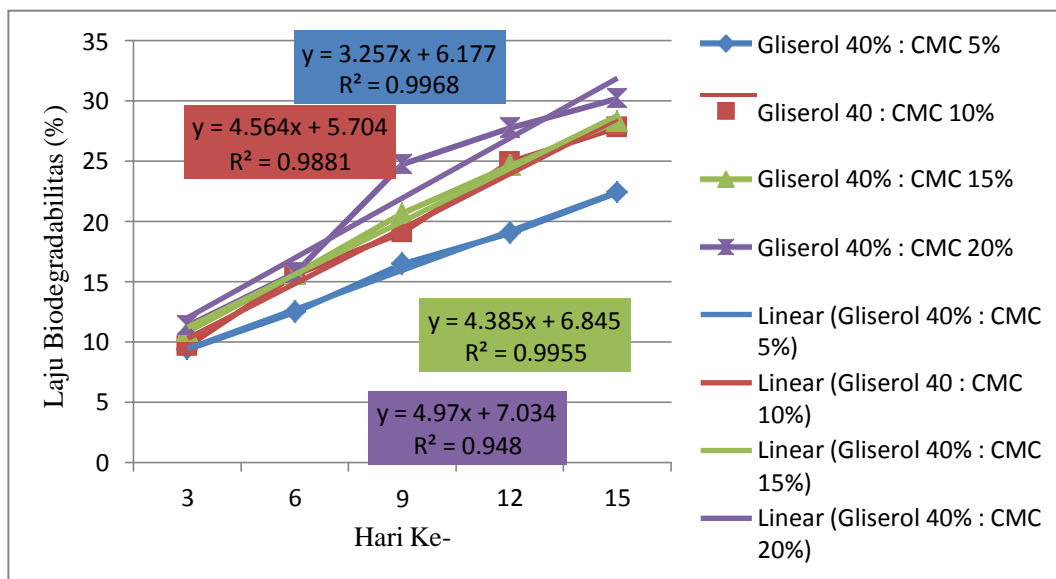
Gambar 4. 1 Rumus Ekstra polasi Gliserol 10%



Gambar 4. 2 Rumus Ekstrapolasi Gliserol 20%



Gambar 4. 3 Rumus Ekstrapolasi Gliserol 30%



Gambar 4. 4 Rumus Ekstrapolasi Gliserol 40%

Laju Ekstrapolasi pada plastik *biodegradable* untuk perkiraan penguraian plastik secara total pada tabel 4.4

Tabel 4. 4 Hasil Ekstrapolasi Plastik *biodegradable*

Hari	Konsentrasi (%)															
	Gliserol 10%				Gliserol 20%				Gliserol 30%				Gliserol 40%			
	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%
3	12,11	12,18	12,69	14,32	11,74	11,00	11,27	12,09	10,28	10,80	11,68	12,02	9,38	9,64	10,84	11,34
6	15,30	19,13	19,20	19,95	17,73	18,21	18,85	19,23	15,07	16,34	17,81	17,83	12,48	15,57	15,63	15,71
9	19,44	23,95	26,34	26,53	19,57	20,09	23,29	23,38	17,15	21,17	22,95	23,41	16,46	19,08	20,64	24,75
12	24,13	27,96	28,72	33,62	22,03	25,68	26,56	27,01	21,22	25,56	27,45	27,65	19,03	24,92	24,62	27,75
15	28,09	30,16	32,68	39,24	26,93	27,18	31,41	30,21	24,31	28,51	29,23	31,51	22,39	27,78	28,27	30,17
18	32,05	36,11	38,55	45,78	30,04	32,33	36,67	35,49	27,86	33,86	35,13	37,06	25,72	37,65	33,15	36,85
21	36,13	40,59	43,45	52,13	33,56	36,37	41,47	39,83	31,29	38,33	39,58	41,94	28,97	42,21	37,54	41,82
24	40,20	45,07	48,36	58,48	37,08	40,42	46,27	44,16	34,71	42,79	44,04	46,82	32,23	46,77	41,92	46,79
27	44,28	49,55	53,26	64,83	40,60	44,47	51,07	48,50	38,13	47,26	48,49	51,70	35,49	51,33	46,31	51,76
30	48,36	54,02	58,17	71,18	44,12	48,51	55,86	52,84	41,55	51,72	52,94	56,58	38,74	55,90	50,69	56,70
33	52,44	58,50	63,07	77,54	47,65	52,56	60,66	57,18	44,97	56,18	57,39	61,46	42,00	60,46	55,08	66,67
36	56,52	62,98	67,98	83,89	51,17	56,61	65,46	61,52	48,39	60,65	61,84	66,34	45,26	65,02	59,46	71,64
39	60,60	67,46	72,88	90,24	54,69	60,65	70,26	65,86	51,81	65,11	66,30	71,22	48,51	69,59	63,85	76,61
42	64,68	71,94	77,79	96,59	58,21	64,70	75,06	70,23	55,23	69,58	70,75	76,10	51,77	74,15	68,23	81,58
45	68,76	76,42	82,69	100	61,73	68,75	79,86	74,54	58,65	74,04	75,20	80,98	55,03	78,71	72,62	86,55
48	72,84	80,90	87,60		65,26	72,79	84,66	78,88	62,07	78,50	79,65	85,86	58,28	83,28	77,01	91,52
51	76,92	85,38	92,50		68,78	76,84	89,46	83,22	65,50	82,97	84,10	90,74	61,54	87,84	81,39	96,49
54	80,99	89,86	97,41		72,30	80,89	94,26	87,55	68,92	87,43	88,56	95,62	64,80	92,40	85,77	100

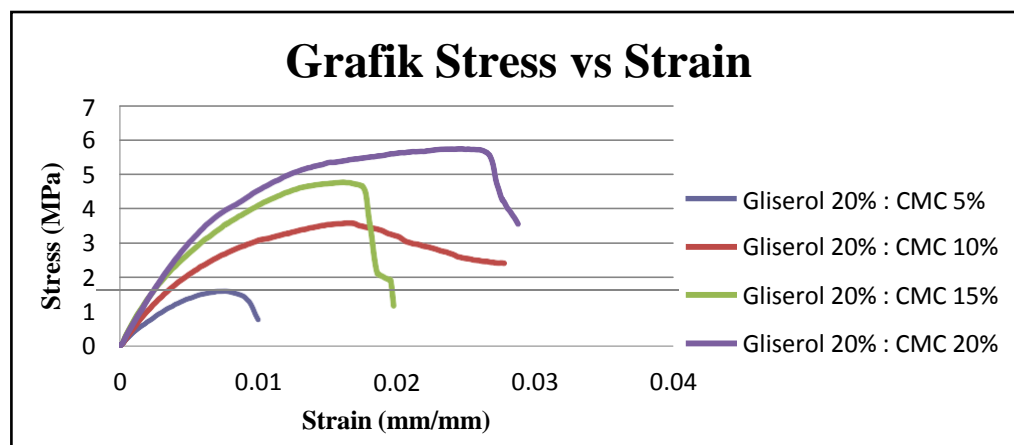
Hari	Konsentrasi (%)															
	Gliserol 10%				Gliserol 20%				Gliserol 30%				Gliserol 40%			
	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 5%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%
57	85,07	94,34	100		75,82	84,94	100	91,89	72,34	91,90	93,01	100	68,06	96,96	90,16	
60	89,15	98,81			79,34	88,98		96,23	75,76	96,36	97,46		71,31	100	94,54	
63	93,23	100			82,87	93,03		100	79,18	100	100		74,57		98,93	
66	97,31				86,39	97,08			82,60				77,83		100	
69	100				89,91	100			86,02				81,08			
72					93,43				89,44				84,34			
75					96,95				92,86				87,60			
78					100				92,28				90,85			
81									100				94,11			
84													97,37			
87													100			

4.2 Pembahasan

4.2.1 Uji Mekanik

Pengujian tarik (*tensile test*) adalah pengujian mekanik secara stastis dengan cara sampel ditarik dengan pembebanan pada kedua ujungnya dimana gaya tarik yang diberikan. Tujuannya untuk mengetahui sifa-sifat mekanik tarik dari bioplastik diuji. Pertambahan panjang yang terjadi akibat gaya tarikan yang diberikan pada benda uji disebut deformasi. Regangan merupakan perbandingan antara pertambahan panjang dengan panjang mula-mula. Regangan juga merupakan ukuran untuk kekenyalan suatu bahan yang harganya dinyatakan dalam persen.

Dari hasil pembuatan plastik *biodegradable* dari selulosa jerami padi pada variasi gliserol 10%, 20%, 30%, 40% dan CMC 5%, 10%, 15%, 20% dapat dilihat hasil kuantitatif yang terlihat maksimal untuk dilakukan uji kuat tarik yaitu variasi gliserol 20% dengan CMC 5%, 10%, 15% dan 20%. Nilai kuat tarik dapat dilihat pada gambar 4.5.



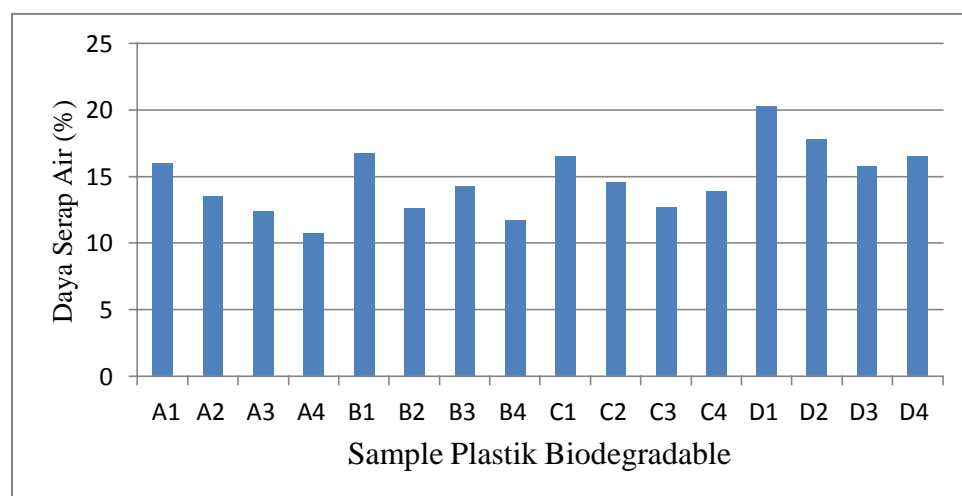
Gambar 4. 5 Grafik Pengujian Mekanik

Berdasarkan pada gambar grafik diatas menunjukkan bahwa hasil kuat tarik paling tinggi pada pengujian mekanik material terdapat pada konsentrasi gliserol 20% dan CMC 20% dengan memiliki nilai kekuatan tarik 5,72 MPa dengan nilai elongasi sebesar 2,87% dan nilai *modulus young* 200,34%. Hal ini menunjukkan material dengan konsentrasi gliserol 20% dan CMC 20% memiliki nilai kuat tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan konsentrasi material yang lain,

dikarenakan semakin tingginya konsentrasi CMC maka nilai uji kuat tarik meningkat. Hal ini mengindikasikan bahwa penambahan CMC membuat struktur molekul menjadi amorf. Pada struktur molekul amorf, rantai-rantai bercabang namun tidak tersusun secara rapat sehingga jarak antar molekul menjadi lebih jauh dan kekuatan ikatan molekul menjadi melemah. Lemahnya kekuatan ikatan molekul dalam film ini menyebabkan semakin rendahnya gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan film tersebut (Devia, 2006). Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) 7818:2014 bioplastik harus memiliki nilai kuat tarik minimal 13,7 MPa, dari hasil penelitian nilai kuat tarik yang dihasilkan berkisar antara 1,59 MPa – 5,75 MPa yang berarti belum memenuhi standar nasional Indonesia. Menurut Japanesees Internasional Standard (JIS-Z-1707:1975) nilai kuat tarik minimal sebesar 3,92 MPa dan diperoleh hasil dari penelitian ini menunjukkan nilai sudah memenuhi standar minimum.

4.2.2 Uji Daya Serap Air

Uji daya serap air dilakukan di laboratorium teknik kimia untuk mempermudah jalannya penelitian. Plastik *biodegradable* yang baik ialah plastik *biodegradable* yang sukar dalam menyerap air yang dicirikan dengan memiliki nilai daya serap air yang semakin rendah. Hasil analisis daya serap air yang dimiliki bioplastik pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar 4.8.



Gambar 4. 6 Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan CMC Terhadap Nilai Daya Serap Air

Keterangan :

A1 = Gliserol 10% ; CMC 5%	C1 = Gliserol 30% ; CMC 5%
A2 = Gliserol 10% ; CMC 10%	C2 = Gliserol 30% ; CMC 10%
A3 = Gliserol 10% ; CMC 15%	C3 = Gliserol 30% ; CMC 15%
A4 = Gliserol 10% ; CMC 20%	C4 = Gliserol 30% ; CMC 20%
B1 = Gliserol 20% ; CMC 5%	D1 = Gliserol 40% ; CMC 5%
B2 = Gliserol 20% ; CMC 10%	D2 = Gliserol 40% ; CMC 10%
B3 = Gliserol 20% ; CMC 15%	D3 = Gliserol 40% ; CMC 15%
B4 = Gliserol 20% ; CMC 20%	D4 = Gliserol 40% ; CMC 20%

Berdasarkan gambar 4.8 menunjukkan daya serap air pada plastik biodegradable terhadap konsentrasi gliserol 10%, 20%, 30%, 40% dan CMC 5%, 10%, 15% , 20% dapat dilihat bahwa penambahan konsentrasi gliserol semakin banyak mampu meningkatkan persentase daya serap air, namun penambahan konsentrasi CMC dapat menurunkan persentase daya serap air pada plastik *biodegradable*. Pada penelitian Ningsi dkk. (2019) semakin meningkat konsentrasi CMC akan menurunkan nilai persentase daya serap air bioplastik. Hal ini disebabkan semakin tinggi konsentrasi CMC maka semakin banyak gugus hidroksil molekul CMC yang terperangkap dalam bioplastik (Santoso et al., 2010).

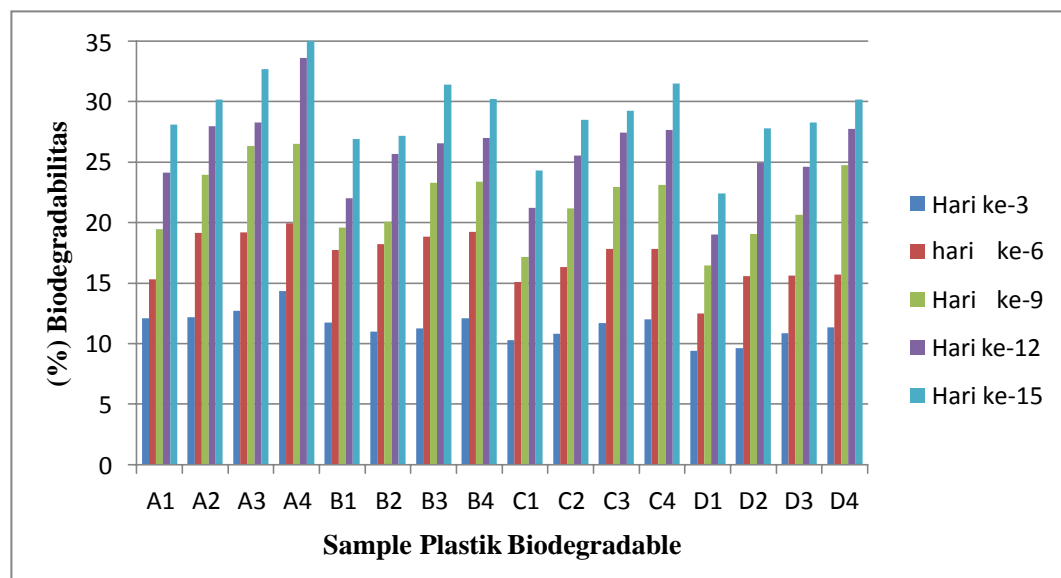
Sedangkan pada penelitian Isna Safitri dkk. (2016) semakin tinggi konsentrasi gliserol dapat meningkatkan persentase daya serap air. Hal ini disebabkan karena gliserol termasuk zat yang mampu menyerap air dengan baik atau dikenal dengan sebutan higroskopis.

Dikarenakan plastik *biodegradable* yang baik ialah plastik *biodegradable* yang sukar dalam menyerap air yang dicirikan dengan memiliki nilai daya serap air yang semakin rendah, maka film bioplastik yang terbaik adalah pada film bioplastik dengan konsentrasi gliserol 10% CMC 20% yaitu 10,73%. Namun faktor lainnya dari hasil uji daya serap air adalah ketebalan dari sampel yang berbeda yang disebabkan oleh proses pencetakan sampel plastik *biodegradable* yang kurang merata, serta pengaruh dari proses pengadukan larutan sampel yang tidak homogen menyebabkan larutan yang tidak larut sempurna menyebabkan plastik yang dihasilkan tidak sempurna.

4.2.3 Uji Biodegradabilitas

Biogegradabilitas merupakan parameter yang tidak mempengaruhi kualitas pemakaian bioplastik, tetapi merupakan elemen penting dalam sebuah produk bioplastik. Plastik *biodegradable* yang memiliki biodegradabilitas yang buruk maka akan berfungsi merusak lingkungan dan tidak berbeda dengan plastik biasanya yang saat ini sudah beredar luas dimasyarakat.

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui pengaruh alam terhadap *biofoam* dalam jangka waktu tertentu, sehingga akan diperoleh persentase kerusakan. Selanjutnya, dapat diperkirakan lamanya waktu yang diperlukan oleh *biofoam* untuk terurai di alam secara sempurna dalam tanah (Nurfitasari, 2018).



Gambar 4. 7 Laju Terdegradasi

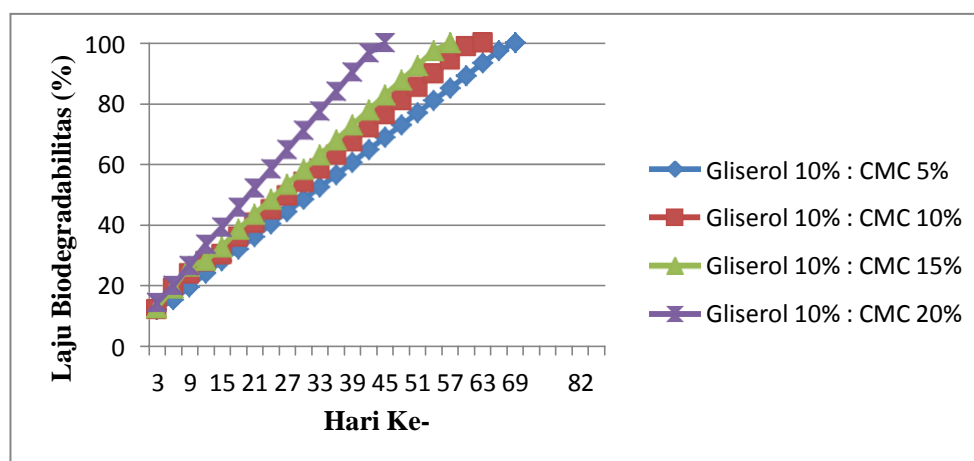
Keterangan :

A1 = Gliserol 10% ; CMC 5%
 A2 = Gliserol 10% ; CMC 10%
 A3 = Gliserol 10% ; CMC 15%
 A4 = Gliserol 10% ; CMC 20%
 B1 = Gliserol 20% ; CMC 5%
 B2 = Gliserol 20% ; CMC 10%
 B3 = Gliserol 20% ; CMC 15%
 B4 = Gliserol 20% ; CMC 20%

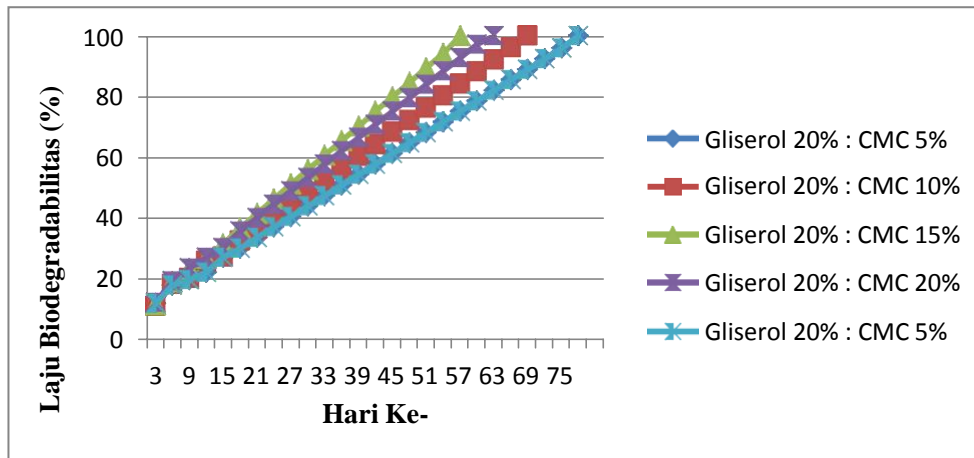
C1 = Gliserol 30% ; CMC 5%
 C2 = Gliserol 30% ; CMC 10%
 C3 = Gliserol 30% ; CMC 15%
 C4 = Gliserol 30% ; CMC 20%
 D1 = Gliserol 40% ; CMC 5%
 D2 = Gliserol 40% ; CMC 10%
 D3 = Gliserol 40% ; CMC 15%
 D4 = Gliserol 40% ; CMC 20%

Berdasarkan gambar dapat dilihat bahwa laju biodegradabilitas (%) bioplastik dapat dipengaruhi oleh penambahan gliserol dan CMC yang digunakan. Penanaman sampel dilakukan selama 15 hari dengan pengamatan selama tiga hari sekali. Setelah dilakukan penanaman memperlihatkan laju pengurangan massa yang cukup besar yaitu pada sampel konsentrasi gliserol 10% pada CMC 20% yaitu 25,06%. Hal ini disebabkan karena CMC memiliki gugus hidroksil dan gugus karboksilat sehingga memungkinkan terjadinya pengikatan molekul air yang terdapat di tanah serta penyerapan kelembapan dari tanah sehingga menyebabkan kelembapan film plastik meningkat. Artanti dkk (2017) mengatakan semakin tinggi kelembapan film plastik, maka hal ini menyebabkan film yang dihasilkan sangat cocok menjadi media untuk perkembangan mikroorganisme yang dapat mengurai film ketika dikubur di dalam tanah. Dapat diketahui bahwa semakin banyak jumlah CMC yang ditambahkan maka persen biodegradasi bioplastik akan meningkat.

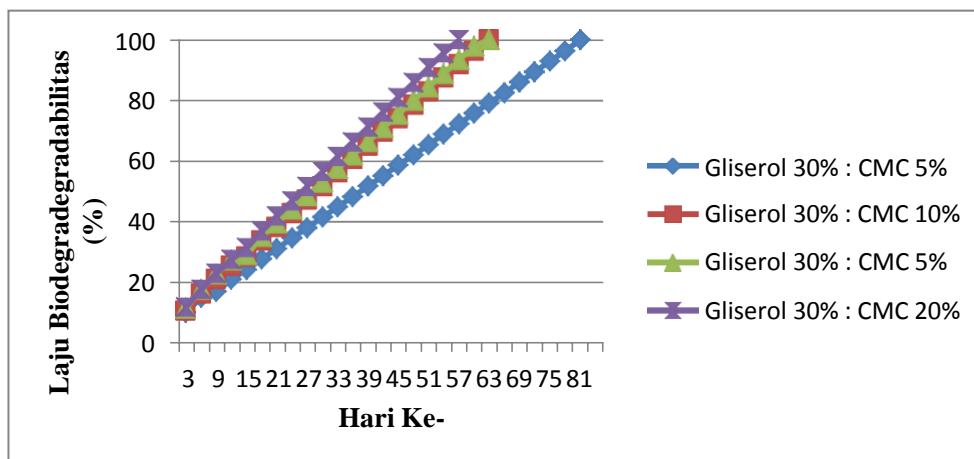
Hasil laju ekstrapolasi dapat dilihat perkiraan terdegradasi plastik secara sempurna, untuk melihat waktu terdegradasi maka digunakan rumus pada gambar 4.11, 4.12, 4.13 dan 4.14. Laju Ekstrapolasi pada plastik biodegradable untuk perkiraan penguraian plastik secara sempurna dapat dilihat pada gambar dibawah ini:



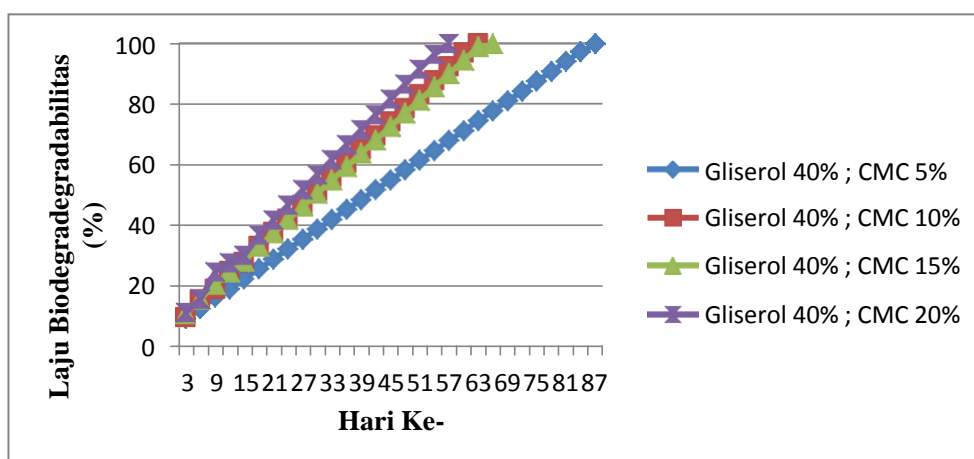
Gambar 4. 8 Laju Ekstrapolasi Gliserol 10% : CMC 5%, 10%, 15%, 20%



Gambar 4.9 Laju Ekstrapolasi Gliserol 20% : CMC 5%, 10%, 15%, 20%



Gambar 4.10 Laju Ekstrapolasi Gliserol 30% : CMC 5%, 10%, 15%, 20%



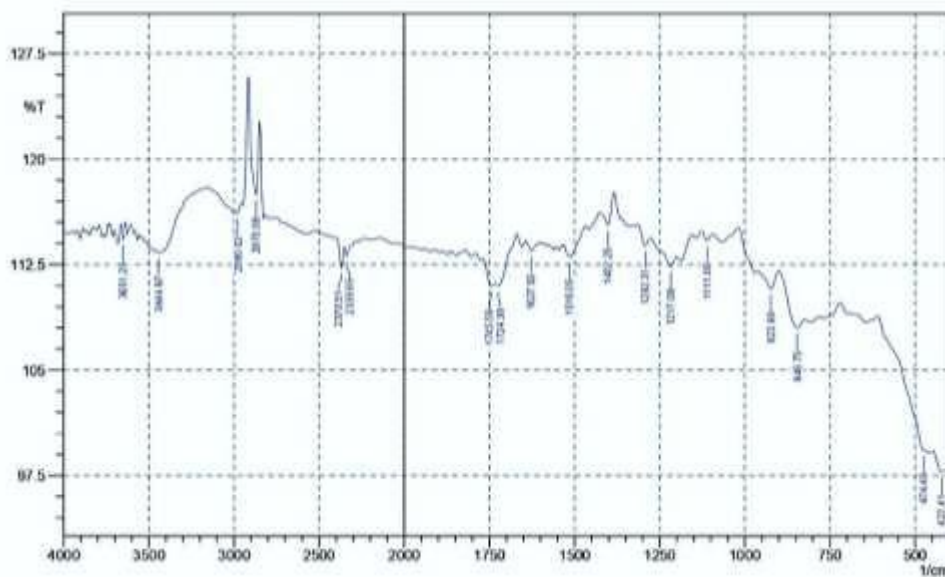
Gambar 4.11 Laju Ekstrapolasi Gliserol 40% : CMC 5%, 10%, 15%, 20%

Dari hasil laju ekstrapolasi dapat dilihat perkiraan terdegradasi secara sempurna, dari data diatas pada konsentrasi gliserol 10% pada CMC 5%,10%,

15%, dan 20% perkiraan terdegradasi sempurna 45-69 hari, konsentrasi gliserol 20% pada CMC 5%,10%, 15%, dan 20% perkiraan terdegradasi sempurna 57-78 hari, konsentrasi gliserol 30% pada CMC 5%,10%, 15%, dan 20% perkiraan terdegradasi sempurna 57-81 hari, konsentrasi gliserol 40% pada CMC 5%, 10%, 15%, dan 20% perkiraan terdegradasi sempurna 57-87 hari.

4.2.4 Gugus Fungsi (FT-IR)

Uji FTIR (*Fourier Transform Infrared Spectroscopy*) dilakukan untuk menentukan perubahan gugus fungsi pada bioplastik yang dihasilkan. Adapun *spectrum* infra merah dari plastik *biodegradable* dari selulosa jerami padi, gliserol, CMC dengan penambahan *polypropylene* dengan variasi Gliserol 20% pada CMC 20% dapat dilihat pada gambar 4.10 berikut :

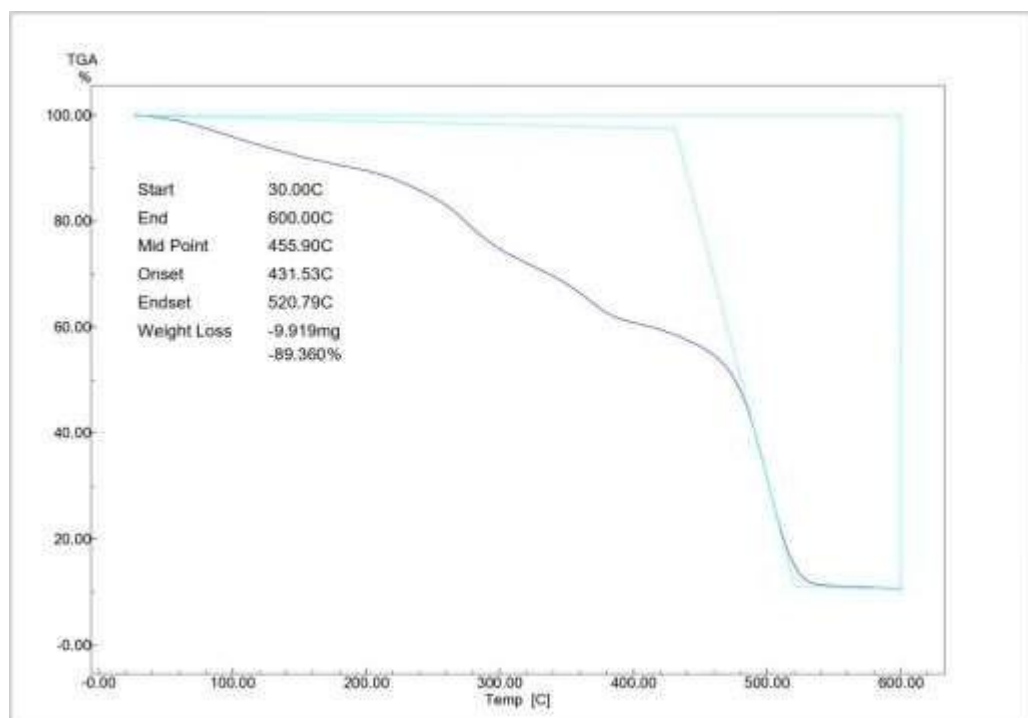


Gambar 4. 12 Grafik Analisa FTIR

Berdasarkan Gambar 4.10, dapat dilihat bahwa pada terdapat dua puncak serapan tajam yaitu $2980,02 \text{ cm}^{-1}$ dan $2870,08 \text{ cm}^{-1}$ menunjukkan uluran dari gugus C-H dari gugus CH_2 berasal dari amilosa dan gugus polimer polipropilen. Pada gambar tersebut juga dicirikan adanya vibrasi ulur gugus -OH pada sampel ditunjukkan pada bilangan gelombang $3444,87 \text{ cm}^{-1}$. Hal ini menandakan bahwa pada gliserol dan CMC terdapat gugus hidroksil -OH yang lebih bebas disebabkan oleh berkurangnya atom-atom yang dapat berikatan hidrogen. Gugus -OH pada

selulosa yang berasal dari lignin, hemiselulosa maupun dari zat-zat ekstraktif (Fengel & Gerd, 1995). Selain itu juga terdapat bilangan gelombang gugus alkena C=C *stretching* pada puncak serapan pada bilangan gelombang 1627.92 cm⁻¹ yang menunjukkan ikatan antara maleat anhidrida dan polipropilena yang sudah terikat silang.

4.2.5 Analisa *Thermogravimetric Analysis* (TGA)



Gambar 4. 13 Grafik Thermal TGA

Uji TGA biasanya digunakan untuk menentukan kemurnian sampel, dekomposisi, degradasi termal, reaksi kimia yang melibatkan perubahan berat bahan karena adsorpsi, desorpsi dan kinetika kimia. TGA adalah teknik pengukuran menggunakan variasi berat sebagai fungsi suhu pemanasan. Karakterisasi ini digunakan untuk menentukan kehilangan berat (*weight loss*) atau peningkatan berat sampel (*gas fixation*). Hasil pengujian TGA pada sampel pada konsentrasi gliserol 20% CMC 20% dapat dilihat pada Gambar 4.11 di atas ini. Kurva yang dihasilkan pada analisis TGA adalah perubahan massa vs temperatur sebagai kurva TGA yang ditunjukkan pada Gambar 4.11. Kurva TGA merupakan

plot dari % penurunan massa pada sumbu y dan peningkatan temperatur pada sumbu x. Gambar 4.11 menunjukkan pada suhu termal dari variasi tersebut telah mengalami proses endotermik karena terjadinya pembentukan antara gliserol, CMC, selulosa, serta polipropena dari bahan yang digunakan bioplastik selulosa jerami padi menunjukkan terjadinya penurunan massa (dekomposisi) pada sampel yang dimulai secara perlahan pada suhu 30.00°C. Pada suhu ini kehilangan berat di akibatkan oleh kontaminan dan bahan tambahan lain yang terkandung dalam plastic *biodegradable*. Kehilangan berat secara ekstrim dimulai pada suhu 431.53°C sampai 520.79°C. Pada kondisi ini sebagian besar bahan terkomposisi dan habis total pada suhu 600°C . Total *weight loss* untuk sampel yaitu 89,360%.

BAB V

PENUTUP

5.1 Kesimpulan

Dari hasil pengujian yang telah dilakukan, kesimpulan yang dapat diambil oleh peneliti antara lain:

1. Nilai uji kuat tarik terbaik di tunjukkan pada sampel plastik gliserol 20 % dengan variasi CMC 20% yaitu 5,75 Mpa dengan *modulus young* yaitu 200,34 Mpa.
2. Uji biodegradabilitas terbaik terdapat pada gliserol 10% pada konsentrasi CMC 20% yaitu sebesar 25,06% , serta uji daya serap air terbaik pada gliserol 10% pada konsentrasi CMC 20% yaitu sebesar 10,73% .
3. Pada uji gugus fungsi penambahan gliserol 20% pada CMC 20%, menunjukkan gugus C-H dari gugus pada bilangan gelombang yaitu 2980.02 cm^{-1} , dan 2870.08 cm^{-1} . Gugus -OH pada sampel ditunjukkan pada bilangan gelombang 3444.87 cm^{-1} . Vibrasi gugus alkena C=C *stretching* pada puncak serapan pada bilangan gelombang 1627.92 cm^{-1} yang menunjukkan ikatan antara maleat anhidrida dan polipropilena yang sudah terikat silang.
4. Pada uji TGA dari sampel plastik gliserol 20% dengan variasi CMC 20%, kehilangan berat secara ekstrim pada suhu 431.53°C sampai 520.79°C . Sampel mengalami dekomposisi pada suhu 600°C . Total *weight loss* untuk sampel yaitu 89,360%.

5.2 Saran

Berdasarkan dari penelitian penulis menyarankan untuk memvariasikan selulosa agar mengetahui pengaruh penambahan serat berpengaruh tidak terhadap karakteristik plastik *biodegradable* dan penelitian selanjutnya dapat membuat plastik *biodegradable* tidak menggunakan biji plastik polipropena.

DAFTAR PUSTAKA

- Alyanak, D. 2004. Water Vapour Permeable Edible Membrane. Thesis in Biotechnology and Bioengineering Program. Izmir Institute of Technology.
- American Society for Testing and Materials D882. (2010). Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting D882-10. Philadelphia (US): ASTM.
- Annisa, R. 2015. Pengaruh Konsentrasi Gliserol dan Cmc terhadap Karakteristik Biodegradable Film dari Limbah Buah Melon (Cucumis melo L). (Skripsi). Universitas Lampung. Bandar Lampung. 70 hlm.
- Ardiansyah R. 2011. Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Plastik Biodegradable. Universitas Indonesia. Depok.
- Arifin, H., Fuady, I., Kuswarno, E. 2017. Analisis faktor yang mempengaruhi persepsi mahasiswa terhadap keberadaan perda syariah di Kota Serang. *Jurnal Penelitian Komunikasi dan Opini Publik*, 21(1), 88-101.
- Badan Pusat Statistik, 2020, Luas Panen dan Produksi Padi di Indonesia 2020, Jakarta, Indonesia: BPS.
- Bourtoom T., S. Manjeet, & Chinnan. 2007. Preparation and properties of rice starch chitosan blend biodegradable film. *Journal Food Science and Technology*, 41 (1): 1633-1641.
- Cerqueira, M. A., Bourbon, A. I., Pinheiro, A. C., Martins, J. T., Souza, B. W. S., Teixeira, J. A., & Vicente, A. A. (2011). Galactomannans use in the development of edible films/coatings for food applications. *Trends in Food Science and Technology*, 22(12), 662–671.
- Darni, Y dan Herti U. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *J. Rekayasa Kimia dan Lingkungan* Vol. 7 No. 4, hal. 88-93.
- Dewi, A. P., & Yesti, Y. (2018). Pengujian biodegradasi film plastik campuran polimer sintesis (polistiren) dan biopolymer (polikaprolakton) dalam media tanah. *Prosiding Seminar Nasional Fisika, Jurusan Analisis Farmasi dan Makanan, Universitas Abdurrah, Riau*.
- Dewi, R., Ibrahim, N., Sylvia, N., Abdullah, D., & Riza, M. (2018). Thermal Behavior of Modified Thermoplastic Starch (TPS) Synthesized from Sago (Metroxylon Sagu) with Diphenylmethane Diisocyanate and Castor Oil. In *Proceedings of MICoMS 2017* (pp. 387-393). Emerald Publishing Limited.
- Dewi, R., Sylvia, N., & Zulnazri, M. R. Mechanical and Biodegradability Properties of Bio Composite from Sago Starch and Straw Filler.
- Fatriasari, W., Nanang, M., dan Euis, M. 2019. *Selulosa: Karakteristik dan Pemanfaatannya*. Lembaga Ilmu dan Pengetahuan Indonesia. Jakarta. 166 hlm.
- Gozali, T., Wijaya, W. P., dan Rengganis, M. I. 2020. Pengaruh konsentrasi CMC dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik edible packaging kopi

- instran dari pati kacang hijau (*Vigna radiata* L). *Pasundan Food Technology Journal*. 7 (1): 1-9.
- Handayani, E. 2009. Sintesa Membran Nanokomposit Berbasis Nanopartikel Biosilika dari Sekam Padi dan Kitosan sebagai Matriks Biopolimer. Thesis. Bogor: Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Haryati, S., Rini, A. S., & Safitri, Y. (2017). Pemanfaatan Biji Durian Sebagai Bahan Baku Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Gliserol dan Bahan Pengisi CaCO₃. *Jurnal Teknik Kimia*, 1-8.
- Herawati, H. (2018). Potensi hidrokoloid sebagai bahan tambahan pada produk pangan dan non pangan bermutu. *Jurnal Litbang Pertanian*, 37(1), 17-25.
- Hidayati, M. K., Latifah., dan Sedyawati, S. M. R. 2013. Penggunaan carboxyl methyl cellulose dan gliserol pada pembuatan plastik biodegradable pati gembili. *Indonesian Journal of Chemical Sains*. 2 (3): 253-258.
- Huda, S., A.L. Mahfudz. 2009. Sifat Mekanik Bahan (Mechanical Properties). Jakarta : Universitas mercu Buana, Fakultas Teknologi Industri, Program Studi Teknik Industri.
- Huda, T., & Firdaus, F. (2007). Karakteristik fisikokimiawi film plastik biodegradable dari komposit pati singkong-ubi jalar. *Logika*, 4, 5–7.
- Huri, D dan Nisa, F.C. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film. *Pangan dan Agroindustri*. 2 (4): 29-40.
- IBAW, 2005. *Highlights in Bioplastics*, Berlin: IBAW Publication Ardiansyah R. 2011. Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Plastik Biodegradable. Universitas Indonesia. Depok.
- Ilyas, R. A., Sapuan, S.M., Ishak, M.R., & Zainudin, E.S., 2017, Effect of Delignification on the Physical, Thermal, Chemical and Structural Properties of Sugar Palm Fibre, *BioResources*, 12(4): 8734– 8754.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK). (2022). *Membenahi Tata Kelola Sampah Nasional*. <https://Indonesia.go.id>. Diakses 30 Mei 2021.
- Kunusa, W. R. 2017. Kajian tentang isolasi selulosa mikrokristalin (SM) dari limbah tongkol jagung. *Jurnal Entropi*. 12 (1): 105-108.
- Lestari, P. W., Septaria, B. C., & Putri, C. E. (2020). Edukasi minim plastik sebagai wujud cinta lingkungan di SDN Pejaten Timur 20 pagi. *Jurnal Pengabdian Masyarakat*, 16(1), 43-52.
- Mamuaja, C. F. (2017). *Lipida*. Manado: Unsrat Press.
- Meidina, B. Sugiyono, S.L. Jenie & M. T. Suhartono. 2004. Aktivitas Antibakteri Oligomer Kitosan yang Diproduksi Menggunakan Kitonase dari Isolat B. licheniformis MB-2. Laporan Penelitian. Bogor: Departemen Teknologi Pangan dan Gizi. Institut Pertanian Bogor.
- Meriatna. “Penggunaan Membran Kitosan untuk Menurunkan Kadar Logam Crom (Cr) dan Nikel (Ni) dalam Limbah Cair Industri Pelapisan Logam”. Tesis, 2008.
- Mostafa, N.A., Farag, A.A., Hala M. Abo-dief, H.M., & Tayeb, A.M., 2018, Production of Biodegradable Plastic from Agricultural Wastes, *Arabian Journal of Chemistry*, 11(4): 546–553.

- Mukul, S., 2020, Production of Bioplastics and Sustainable Packaging Materials from Rice Straw to Eradicate Stubble Burning: A MiniReview, *Environment Conservation Journal*, 21(3): 1–5.
- Nisah, K. (2018). Pembuatan plastik biodegradable dari polimer alam. *Journal of Islamic Science and Technology*, 4(2). <https://doi.org/10.22373/ekw.v4i2.2849>.
- Nurjannah, N. R., Sudiarti, T., dan Rahmidar, L. 2020. Sintesis dan karakterisasi selulosa termetilasi sebagai biokomposit hidrogel. *Al-kimiya*. 7 (1): 19-27.
- Permatasari, C.S., Sasongko, N. A., dan Supriyadi, . 2021. Analisis pemanfaatan gliserol by- product biodiesel sebagai bahan baku propelan untuk meningkatkan ketahanan energy dan kemandirian industri pertahanan. *Jurnal Ketahanan Energi*. 7 (2): 47-60
- Qodriyatun, S. N. (2018). Sampah plastik: dampaknya terhadap pariwisata dan solusi. Pusat Penelitian Badan Keahlian DPR RI. Jakarta Pusat.
- Rachmawati, Arinda Karina. 2009. Ekstraksi dan Karakteristik Pektin Cincau Hijau (*Premna oblongifolia*. Merr) Untuk Pembuatan Edibel Film. Thesis. Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
- Rahmadani, S. (2019). Pemanfaatan pati batang ubi kayu dan pati ubi kayu untuk bahan baku alternatif pembuatan plastik biodegradable. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 26-35.
- Safitra, E. R., & Herlina, I. (2020). Pembuatan film plastik biodegradable dari limbah kulit kopi dengan penambahan kitosan/gliserol. *Journal of Science and Applicative Technology*, 4(1), 38-42.
- Safitri, D., Rahim, E. A., Prismawiryanti, dan Sikanna, R. 2017. Sintesis karboksimetil selulosa (CMC) dari selulosa kulit durian (*Durio zibethinus*). *Kovalen*. 3 (1): 58-68.
- Sari, D. M., Utami, S. P., & Bahrudin. (2019). Pembuatan bioplastik berbasis pati sagu dengan modifikator asam sitrat dan filler carboxymethyl cellulose (CMC). *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik*, 6(1), 1-6.
- Sarka, E., Zdenek, K., Jiri, K., Lubomir, R., Anna, K., Zdenek, B., & Michaela, R. (2011). Application of wheat b-starch in biodegradable plastic materials. *Czech Journal of Food Science*, 29(3), 232-242.
- SELA, J. (2023). PENGARUH PENAMBAHAN GLISEROL DAN CMC (Carboxyl Methyl Cellulose) TERHADAP KARAKTERISTIK BIODEGRADABLE FILM BERBASIS SELULOSA KULIT BUAH PINANG (*Areca catechu* L).
- Setiani, W., T. Sudiarti & L. Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Kimia*. 3 (2): 100-109.
- Setiawan, A., Anggraini, F. D. M., Ramadani, T. A., Cahyono, L., & Rizal, M. C. (2021). Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Bioplastik Dengan Menggunakan Metode Perlakuan Pelarut Organik. *METANA*, 17(2), 69-80.
- Sitompul, A. J. W. S dan Zubaidah, E. 2017. Pengaruh jenis dan konsentrasi plasticizer terhadap sifat fisik edible kolang-kaling (*Arenga pinnata*). *Jurnal Pangan dan Agroindustri*. 5(1): 13-25.

- Sriwahyuni, S. (2018). Pembuatan Bioplastik dari Pati Jagung dan Kitosan dengan Menggunakan Glutaraldehyd sebagai pengikat Silang (Doctoral dissertation, Universitas Islam Negeri Alauddin Makassar).
- Stevens, ES. 2002. Green Plastics An Introduction To The New Science Of Biodegradable Plastic. Pricenton University Press: New York.
- Thermo N.C. 2011. Introduction to Fourier Transform Infrared Spectrometry. Madison: Author.
- Zulnazri, Z., Rahmadani, S., & Dewi, R. (2020). Pemanfaatan pati batang ubi kayu dan pati ubi kayu untuk bahan baku alternatif pembuatan plastik biodegradable. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 8(1), 26-35.

LAMPIRAN A PERHITUNGAN

L.A 1 Menghitung % *Biodegradable*

1 Bioplastik Gliserol 10% pada CMC 5%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,3671 gram

Berat akhir = 1,2015 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3671 - 1,2015}{1,3671} \times 100 \\ &= 12,11 \% \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,3671 gram

Berat akhir = 1,1579 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3671 - 1,1579}{1,3671} \times 100 \\ &= 15,30 \% \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

Berat awal = 1,3671 gram

Berat akhir = 1,1012 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3671 - 1,1012}{1,2206} \times 100 \end{aligned}$$

$$= 19,44\%$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

$$\text{Berat awal} = 1,3671 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,0371 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3671 - 1,0371}{1,3671} \times 100$$

$$= 24,13 \%$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

$$\text{Berat awal} = 1,3671 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 0,8743 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3671 - 0,8743}{1,2206} \times 100$$

$$= 28,09 \%$$

2 Bioplastik Gliserol 10% pada CMC 10%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

$$\text{Berat awal} = 1,3908 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2213 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3908 - 1,2213}{1,3908} \times 100$$

$$= 12,18 \%$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,2908 gram

Berat akhir = 1,1247 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3908 - 1,1247}{1,3908} \times 100 \\ &= 19,13 \% \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

Berat awal = 1,2908 gram

Berat akhir = 1,0576 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3908 - 1,0576}{1,3908} \times 100 \\ &= 23,95 \% \end{aligned}$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

Berat awal = 1,3908 gram

Berat akhir = 1,0018 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3908 - 1,0018}{1,3908} \times 100 \\ &= 27,96 \% \end{aligned}$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

Berat awal = 1,3908 gram

Berat akhir = 0,9713 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,3908 - 0,9731}{1,3908} \times 100 \\
 &= 30,16 \%
 \end{aligned}$$

3 Bioplastik Gliserol 10% pada CMC 15%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,3599 gram

Berat akhir = 1,1872 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,3599 - 1,1872}{1,3559} \times 100 \\
 &= 12,69 \%
 \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,3599 gram

Berat akhir = 1,0987 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,3599 - 1,0987}{1,3559} \times 100 \\
 &= 19,20 \%
 \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

Berat awal = 1,3599 gram

Berat akhir = 1,0016 gram

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3599 - 1,0016}{1,3559} \times 100$$

$$= 26,34 \%$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

$$\text{Berat awal} = 1,3599 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 0,9754 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3599 - 0,9754}{1,3559} \times 100$$

$$= 28,27 \%$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

$$\text{Berat awal} = 1,3599 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 0,9154 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3599 - 0,9154}{1,3559} \times 100$$

$$= 32,68 \%$$

4 Bioplastik Gliserol 10% CMC 20%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

$$\text{Berat awal} = 1,9967 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,7106 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,9967 - 1,7106}{1,9967} \times 100$$

$$= 14,32 \%$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

$$\text{Berat awal} = 1,9967 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,5982 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,9967 - 1,5982}{1,9967} \times 100$$

$$= 19,95 \%$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

$$\text{Berat awal} = 1,9967 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,4639 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,9967 - 1,4639}{1,9967} \times 100$$

$$= 26,53 \%$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

$$\text{Berat awal} = 1,9967 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,3253 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,9967 - 1,3253}{1,9967} \times 100$$

$$= 33,62 \%$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

$$\text{Berat awal} = 1,9967 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2130 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,9967 - 1,2130}{1,9967} \times 100 \\ &= 39,24 \% \end{aligned}$$

5 Bioplastik Gliserol 20% pada CMC 5%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,3688 gram

Berat akhir = 1,2081 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3688 - 1,2081}{1,3688} \times 100 \\ &= 11,74 \% \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,3688 gram

Berat akhir = 1,1261 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3688 - 1,1216}{1,3688} \times 100 \\ &= 17,73 \% \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

Berat awal = 1,3688 gram

Berat akhir = 1,1009 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,3688 - 1,1009}{1,3688} \times 100 \\
 &= 19,57 \%
 \end{aligned}$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

Berat awal = 1,3688 gram

Berat akhir = 1,0672 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,3688 - 1,0672}{1,3688} \times 100 \\
 &= 22,03 \%
 \end{aligned}$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

Berat awal = 1,3688 gram

Berat akhir = 1,0001 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,3688 - 1,0001}{1,3688} \times 100 \\
 &= 26,93 \%
 \end{aligned}$$

6 Bioplastik Gliserol 20% pada CMC 10%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,3469 gram

Berat akhir = 1,1987 gram

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3469 - 1,1987}{1,3469} \times 100$$

$$= 11,00 \%$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

$$\text{Berat awal} = 1,3469 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1016 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3469 - 1,1016}{1,3469} \times 100$$

$$= 18,21 \%$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

$$\text{Berat awal} = 1,3469 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,0763 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3469 - 1,0763}{1,3469} \times 100$$

$$= 20,09 \%$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

$$\text{Berat awal} = 1,3469 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 0,9807 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3469 - 1,0009}{1,3469} \times 100$$

$$= 25,68 \%$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

Berat awal = 1,3469 gram

Berat akhir = 0,9807 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3469 - 0,9807}{1,3469} \times 100 \\ &= 27,18 \% \end{aligned}$$

7 Bioplastik Gliserol 20% pada CMC 15%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,4619 gram

Berat akhir = 1,2971 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,4619 - 1,2971}{1,4619} \times 100 \\ &= 11,27 \% \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,4619 gram

Berat akhir = 1,1863 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,4619 - 1,1863}{1,4619} \times 100 \\ &= 18,85 \% \end{aligned}$$

A. Setelah ditanam selama 9 hari

Berat awal = 1,4619 gram

Berat akhir = 1,1213 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,4619 - 1,1213}{1,4619} \times 100 \\ &= 23,29 \% \end{aligned}$$

B. Setelah ditanam selama 12 hari

Berat awal = 1,4619 gram

Berat akhir = 1,0736 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,4619 - 1,0736}{1,4619} \times 100 \\ &= 26,56 \% \end{aligned}$$

C. Setelah ditanam selama 16 hari

Berat awal = 1,4619 gram

Berat akhir = 1,0026 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,4619 - 1,0026}{1,4619} \times 100 \\ &= 31,41 \% \end{aligned}$$

8 Bioplastik Gliserol 20% pada CMC 20%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,5431 gram

Berat akhir = 1,3565 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5431 - 1,3565}{1,5431} \times 100 \\
 &= 12,09 \%
 \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5431 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2463 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5431 - 1,2463}{1,5431} \times 100 \\
 &= 19,23 \%
 \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5431 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1823 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5431 - 1,1823}{1,5431} \times 100 \\
 &= 23,38 \%
 \end{aligned}$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5431 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1263 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5431 - 1,1263}{1,5431} \times 100
 \end{aligned}$$

$$= 27,01 \%$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5431 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,0768 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,5431 - 1,0768}{1,5431} \times 100 \\ &= 30,21 \% \end{aligned}$$

9 Bioplastik Gliserol 30% pada CMC 5%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

$$\text{Berat awal} = 1,2965 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1631 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,2965 - 1,1631}{1,2965} \times 100 \\ &= 10,28 \% \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

$$\text{Berat awal} = 1,2965 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1011 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,2965 - 1,1001}{1,2965} \times 100 \\ &= 15,07 \% \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

Berat awal = 1,2965 gram

Berat akhir = 1,0741 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,2965 - 1,0741}{1,2965} \times 100 \\ &= 17,15 \% \end{aligned}$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

Berat awal = 1,2965 gram

Berat akhir = 1,0231 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,2965 - 1,0231}{1,2965} \times 100 \\ &= 21,22 \% \end{aligned}$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

Berat awal = 1,2965 gram

Berat akhir = 0,9831 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,2965 - 0,9831}{1,2965} \times 100 \\ &= 24,31 \% \end{aligned}$$

10 Bioplastik Gliserol 30% pada CMC 10%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,6945 gram

Berat akhir = 1,5114 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6945 - 1,5114}{1,6945} \times 100 \\ &= 10,80 \% \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,6945 gram

Berat akhir = 1,4176 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6945 - 1,4176}{1,6945} \times 100 \\ &= 16,34 \% \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

Berat awal = 1,6945 gram

Berat akhir = 1,3357 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6945 - 1,3357}{1,6945} \times 100 \\ &= 21,17 \% \end{aligned}$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

Berat awal = 1,6945 gram

Berat akhir = 1,2614 gram

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,6945 - 1,2614}{1,6945} \times 100$$

$$= 25,56 \%$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

$$\text{Berat awal} = 1,6945 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2113 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,6945 - 1,2113}{1,6945} \times 100$$

$$= 28,51 \%$$

11 Bioplastik Gliserol 30% pada CMC 15%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5527 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,3712 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,5527 - 1,3712}{1,5527} \times 100$$

$$= 11,68 \%$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5527 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2716 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,5527 - 1,2716}{1,5527} \times 100$$

$$= 17,81 \%$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5527 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1963 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,5527 - 1,1963}{1,5527} \times 100$$

$$= 22,95 \%$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5527 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1264 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,5527 - 1,1264}{1,5527} \times 100$$

$$= 27,45 \%$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5527 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,0987 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,5527 - 1,0987}{1,5527} \times 100$$

$$= 29,23 \%$$

12. Bioplastik Gliserol 30% pada CMC 20%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,5951 gram

Berat akhir = 1,4033 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,5951 - 1,4033}{1,5951} \times 100 \\ &= 12,02 \% \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,5951 gram

Berat akhir = 1,3106 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,5951 - 1,3106}{1,5951} \times 100 \\ &= 17,83 \% \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

Berat awal = 1,5951 gram

Berat akhir = 1,2216 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,5951 - 1,2216}{1,5951} \times 100 \\ &= 23,41 \% \end{aligned}$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

Berat awal = 1,5951 gram

Berat akhir = 1,1540 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5951 - 1,1540}{1,5951} \times 100 \\
 &= 27,65 \%
 \end{aligned}$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

Berat awal = 1,5951 gram

Berat akhir = 1,0924 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5951 - 1,0924}{1,5951} \times 100 \\
 &= 31,51 \%
 \end{aligned}$$

13. Bioplastik Gliserol 40% pada CMC 5%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,5734 gram

Berat akhir = 1,4257 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5734 - 1,4257}{1,5734} \times 100 \\
 &= 9,38 \%
 \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,5734 gram

Berat akhir = 1,3618 gram

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,5734 - 1,3618}{1,5734} \times 100$$

$$= 13,04 \%$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5734 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,3681 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,5734 - 1,3681}{1,5734} \times 100$$

$$= 17,60 \%$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5734 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2139 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,5734 - 1,2139}{1,5734} \times 100$$

$$= 22,85 \%$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5734 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1919 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\text{Biodegradability} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,5734 - 1,1919}{1,5734} \times 100$$

$$= 24,29 \%$$

14. Bioplastik Gliserol 40% pada CMC 10%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,6837 gram

Berat akhir = 1,5213 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6837 - 1,5213}{1,6837} \times 100 \\ &= 9,64 \% \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,6837 gram

Berat akhir = 1,4216 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6837 - 1,4216}{1,6837} \times 100 \\ &= 15,56 \% \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

Berat awal = 1,6837 gram

Berat akhir = 1,3624 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6837 - 1,3624}{1,6837} \times 100 \\ &= 19,08 \% \end{aligned}$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

Berat awal = 1,6837 gram

Berat akhir = 1,2614 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6837 - 1,2614}{1,6837} \times 100 \\ &= 24,92 \% \end{aligned}$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

Berat awal = 1,6837 gram

Berat akhir = 1,2158 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6837 - 1,2158}{1,6837} \times 100 \\ &= 27,78 \% \end{aligned}$$

15. Bioplastik Gliserol 40% pada CMC 15%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

Berat awal = 1,5319 gram

Berat akhir = 1,3657 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,5319 - 1,3657}{1,5319} \times 100 \\ &= 10,84 \% \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

Berat awal = 1,5319 gram

Berat akhir = 1,2924 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5319 - 1,2924}{1,5319} \times 100 \\
 &= 15,63 \%
 \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5319 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2157 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5319 - 1,2157}{1,5319} \times 100 \\
 &= 120,64 \%
 \end{aligned}$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5319 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1547 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5319 - 1,1547}{1,5319} \times 100 \\
 &= 24,62 \%
 \end{aligned}$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

$$\text{Berat awal} = 1,5319 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 0,7026 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}
 \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\
 &= \frac{1,5319 - 0,7026}{1,5319} \times 100
 \end{aligned}$$

$$= 28,27 \%$$

16. Bioplastik Gliserol 40% pada CMC 20%

a. Setelah ditanam selama 3 hari

$$\text{Berat awal} = 1,6521 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,4647 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6521 - 1,4647}{1,6521} \times 100 \\ &= 11,34 \% \end{aligned}$$

b. Setelah ditanam selama 6 hari

$$\text{Berat awal} = 1,6521 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,3924 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6521 - 1,3924}{1,6521} \times 100 \\ &= 15,71 \% \end{aligned}$$

c. Setelah ditanam selama 9 hari

$$\text{Berat awal} = 1,6521 \text{ gram}$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2431 \text{ gram}$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6521 - 1,2431}{1,6521} \times 100 \\ &= 24,75 \% \end{aligned}$$

d. Setelah ditanam selama 12 hari

Berat awal = 1,6521 gram

Berat akhir = 1,1936 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6521 - 1,1936}{1,6521} \times 100 \\ &= 27,75 \% \end{aligned}$$

e. Setelah ditanam selama 16 hari

Berat awal = 1,6521 gram

Berat akhir = 1,1536 gram

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Biodegradability} &= \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,6521 - 1,1536}{1,6521} \times 100 \\ &= 30,17 \% \end{aligned}$$

L.A 2 Menghitung % Daya Serap Air

1. Bioplastik dengan Gliserol 10% CMC 5%

Berat awal = 0,9824

Berat akhir = 1,1395

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,1395 - 0,9824}{0,9824} \times 100 \\ &= 15,99 \% \end{aligned}$$

2. Bioplastik dengan Gliserol 10% CMC 10%

Berat awal = 1,0367

Berat akhir = 1,1769

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,1769 - 1,0367}{1,0367} \times 100 \\ &= 13,52 \%\end{aligned}$$

3. Bioplastik dengan Gliserol 10 CMC 15%

$$\text{Berat awal} = 1,1089$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2465$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,2465 - 1,1089}{1,1089} \times 100 \\ &= 12,41 \%\end{aligned}$$

4. Bioplastik dengan Gliserol 10% CMC 20%

$$\text{Berat awal} = 1,1696$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2951$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,2951 - 1,1696}{1,1696} \times 100 \\ &= 10,73 \%\end{aligned}$$

5. Bioplastik dengan Gliserol 20% CMC 5%

$$\text{Berat awal} = 1,1215$$

$$\text{Berat akhir} = 1,3091$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned}\text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3091 - 1,1215}{1,1215} \times 100 \\ &= 16,72 \%\end{aligned}$$

6. Bioplastik dengan Gliserol 20% CMC 10%

$$\text{Berat awal} = 1,1862$$

$$\text{Berat akhir} = 1,3359$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3359 - 1,1862}{1,1862} \times 100 \\ &= 12,62 \% \end{aligned}$$

7. Bioplastik dengan Gliserol 20% CMC 15%

$$\text{Berat awal} = 1,1198$$

$$\text{Berat akhir} = 1,2791$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,2791 - 1,1198}{1,1198} \times 100 \\ &= 14,22 \% \end{aligned}$$

8. Bioplastik dengan Gliserol 20% CMC 20%

$$\text{Berat awal} = 1,0565$$

$$\text{Berat akhir} = 1,1798$$

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,1798 - 1,0565}{1,0565} \times 100 \\ &= 11,67 \% \end{aligned}$$

9. Bioplastik dengan Gliserol 30% CMC 5%

$$\text{Berat sampel} = 1,1081$$

Berat sampel yang mengembang = 1,2912

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,2912 - 1,1081}{1,1081} \times 100 \\ &= 16,52 \% \end{aligned}$$

10. Bioplastik dengan Gliserol 30% CMC 10%

Berat sampel = 1,1516

Berat sampel yang mengembang = 1,3195

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3195 - 1,1516}{1,1516} \times 100 \\ &= 14,57 \% \end{aligned}$$

11. Bioplastik dengan Gliserol 30% CMC 15%

Berat sampel = 1,2179

Berat sampel yang mengembang = 1,3717

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,3717 - 1,2179}{1,2179} \times 100 \\ &= 12,63 \% \end{aligned}$$

12. Bioplastik dengan Gliserol 30% CMC 20%

Berat sampel = 1,0239

Berat sampel yang mengembang = 1,1659

Penyelesaian:

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,1659 - 1,0239}{1,0239} \times 100$$

$$= 13,87 \%$$

13. Bioplastik dengan Gliserol 40% CMC 5%

Berat sampel = 1,1471

Berat sampel yang mengembang = 1,4292

Penyelesaian:

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,4292 - 1,1471}{1,1471} \times 100$$

$$= 20,23 \%$$

14. Bioplastik dengan Gliserol 40% CMC 10%

Berat sampel = 1,2137

Berat sampel yang mengembang = 1,3193

Penyelesaian:

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3193 - 1,2137}{1,2137} \times 100$$

$$= 17,75 \%$$

15. Bioplastik dengan Gliserol 40% CMC 15%

Berat sampel = 1,1395

Berat sampel yang mengembang = 1,3193

Penyelesaian:

$$\text{Daya Serap Air} = \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100$$

$$= \frac{1,3193 - 1,1395}{1,1395} \times 100$$

$$= 15,78 \%$$

16. Bioplastik dengan Gliserol 40% CMC 20%

Berat sampel = 1,2072

Berat sampel yang mengembang = 1,4059

Penyelesaian:

$$\begin{aligned} \text{Daya Serap Air} &= \frac{\text{Berat Akhir} - \text{Berat awal}}{\text{Berat awal}} \times 100 \\ &= \frac{1,4059 - 1,2072}{1,2072} \times 100 \\ &= 16,46 \% \end{aligned}$$

L.A 3 Menghitung Uji Mekanis

1. Perhitungan Kekuatan Tarik

Nilai perhitungan tegangan tarik dapat dilakukan dengan cara menggunakan persamaan berikut.

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

Keterangan :

σ = Tegangan tarik (MPa)

A = Luas penampang (mm^2)

F = Gaya (N)

$$1) \sigma = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{39,80}{25} = 1,59 \text{ MPa}$$

$$2) \sigma = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{89,17}{25} = 3,56 \text{ MPa}$$

$$3) \sigma = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{118,81}{25} = 4,75 \text{ MPa}$$

$$4) \sigma = \frac{\text{Gaya}}{\text{Luas Penampang}} = \frac{143,97}{25} = 5,75 \text{ MPa}$$

1. Perhitungan Regangan atau elongasi

Nilai perhitungan Regangan atau elongasi dapat dilakukan dengan

cara menggunakan persamaan berikut.

$$s = \frac{\Delta L}{L}$$

Keterangan :

s = Regangan (%)

ΔL = Pertambahan panjang (mm)

L = Panjang awal (mm)

$$1) \quad s = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} = \frac{0,99}{100} \times 100 = 0,99 \%$$

$$2) \quad s = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} = \frac{2,77}{100} \times 100 = 2,77 \%$$

$$3) \quad s = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} = \frac{1,97}{100} \times 100 = 1,97 \%$$

$$4) \quad s = \frac{\text{Pertambahan Panjang}}{\text{Panjang Awal}} = \frac{2,87}{100} \times 100 = 2,87 \%$$

2. Perhitungan *Modulus Young*

Nilai perhitungan *Modulus Young* dapat dilakukan dengan cara menggunakan persamaan berikut.

$$\gamma = \frac{\sigma}{s}$$

Keterangan :

γ = Modulus young (MPa)

s = Regangan (%)

σ = Tegangan tarik (MPa)

$$1) \quad \gamma = \frac{\text{Tegangan Tarik}}{\text{Regangan}} = \frac{1,59}{0,99\%} = 160,60 \text{ MPa}$$

$$2) \quad y = \frac{\text{Tegangan Tarik}}{\text{Regangan}} = \frac{3,56}{2,77\%} = 128,52 \text{ MPa}$$

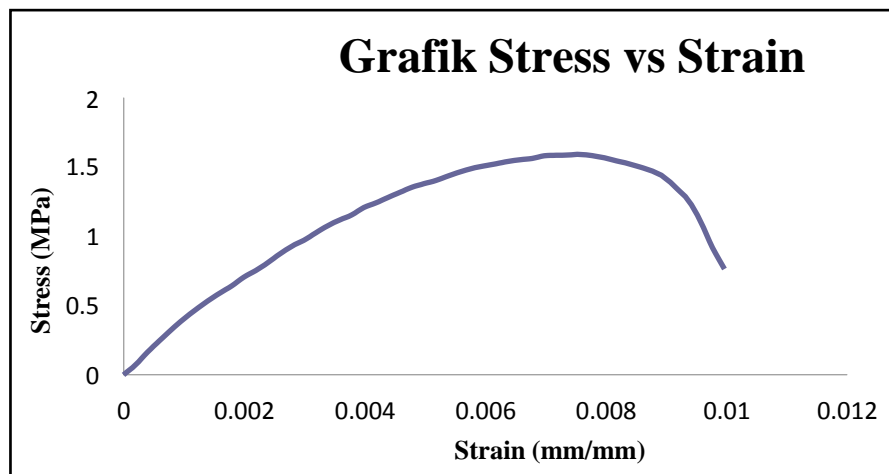
$$3) \quad y = \frac{\text{Tegangan Tarik}}{\text{Regangan}} = \frac{4,75}{1,97\%} = 241,11 \text{ MPa}$$

$$4) \quad y = \frac{\text{Tegangan Tarik}}{\text{Regangan}} = \frac{5,75}{2,87\%} = 200,34 \text{ MPa}$$

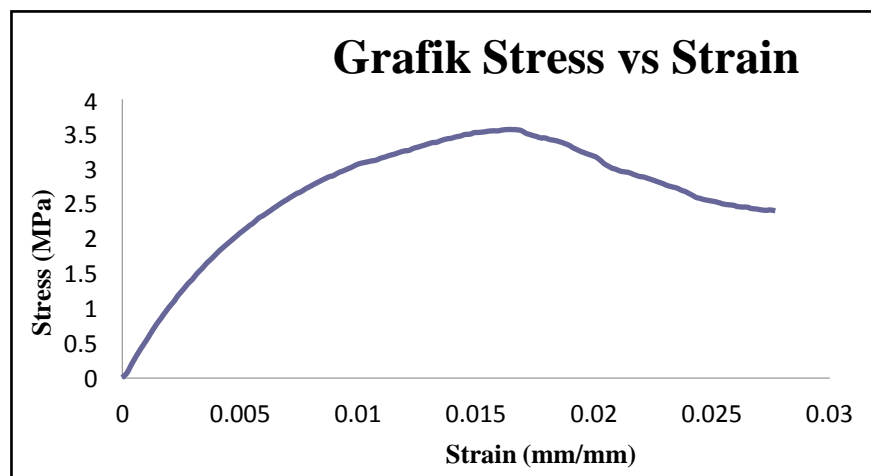
LAMPIRAN B DATA PENGAMATAN

L.B. 1 Tabel Data Uji Kuat Tarik

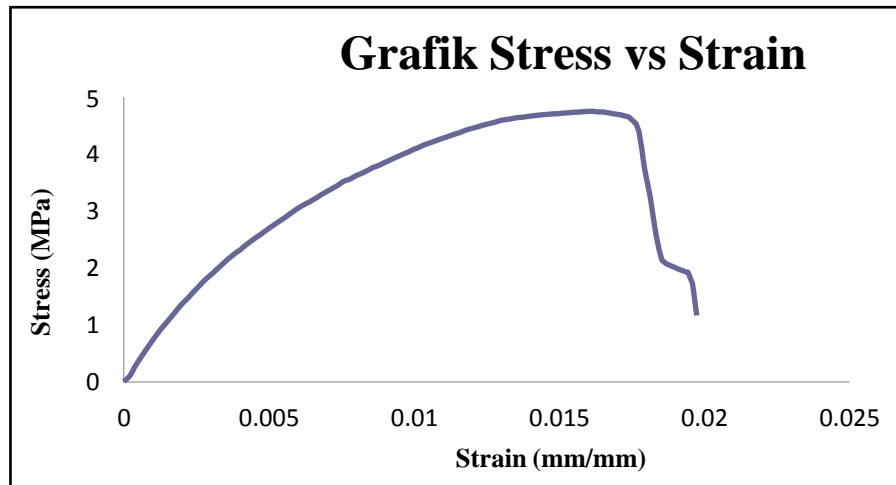
Konsentrasi Gliserol (%)	Konsentrasi CMC (%)	Uji Kuat Tarik (MPa)	Elongation (%)	Modulus Young (MPa)
20	5	1,59	0,99	160,60
	10	3,56	2,77	128,51
	15	4,75	1,97	241,11
	20	5,75	2,87	200,34



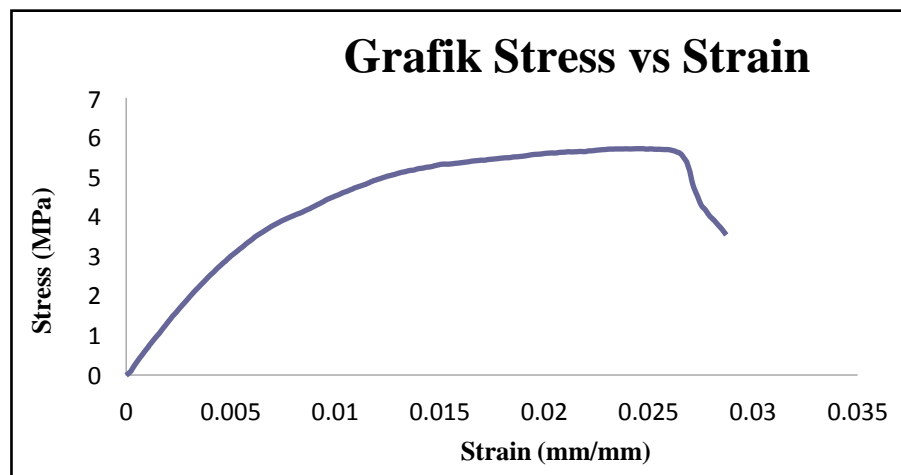
Grafik Uji Tarik Glierol 20% : CMC 5%



Grafik Uji Tarik Glierol 20% : CMC 10%



Grafik Uji Tarik Glierol 20% : CMC 15%



Grafik Uji Tarik Glierol 20% : CMC 20%

L.B. 2 Laju Pengamatan Uji Daya Serap Air

No	Konsentrasi Gliserol (%)	Konsentrasi CMC (%)	Masa Sebelum Perendaman (gr)	Masa Sesudah Perendaman (gr)	Daya Serap Air (%)
1	10	5	0,9824	1,1395	15,99
2		10	1,0367	1,1769	13,52
3		15	1,1089	1,2465	12,40
4		20	1,1696	1,2951	10,73
5	20	5	1,1251	1,3091	16,72
6		10	1,1862	1,3359	12,62
7		15	1,1198	1,2791	14,23
8		20	1,0565	1,1798	11,67
9	30	5	1,1081	1,2912	16,52
10		10	1,1516	1,3195	14,57
11		15	1,2179	1,3717	12,62
12		20	1,0239	1,1659	13,86
13	40	5	1,1471	1,3792	20,23
14		10	1,2137	1,4292	17,75
15		15	1,1395	1,3193	15,77
16		20	1,2071	1,4059	16,46

L.B. 3 Data Pengamatan Uji Biodegradabilitas

No	Konsentrasi Gliserol(%)	Konsentrasi CMC (%)	Analisis				
			Hari ke – (%)				
			3	6	9	12	16
1	10	5	12,11	15,30	19,44	24,13	28,09
2		10	12,18	19,13	23,95	27,96	19,16
3		15	12,69	19,20	26,34	28,27	32,68
4		20	14,32	19,95	26,53	33,62	39,24
5	20	5	11,74	17,73	19,57	22,03	26,90
6		10	11,00	18,21	20,09	25,68	27,18
7		15	11,27	18,85	23,29	26,56	31,41
8		20	12,09	19,23	23,38	27,01	30,21
9	30	5	10,28	15,07	17,15	21,22	24,31
10		10	10,80	16,34	21,17	25,56	28,51
11		14	11,68	17,81	22,95	27,45	29,23
12		20	12,02	17,83	23,41	27,65	31,51
13	40	5	9,38	13,04	17,60	22,85	24,29
14		10	9,64	15,56	19,08	24,92	27,78
15		15	10,84	15,63	20,64	24,62	28,27
16		20	11,34	15,71	24,75	27,75	30,17

L.B. 4 Laju Ekstrapolasi

Hari	Konsentrasi (%)															
	Gliserol 10%				Gliserol 20%				Gliserol 30%				Gliserol 40%			
	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%
3	12,11	12,18	12,69	14,32	11,74	11,00	11,27	12,09	10,28	10,80	11,68	12,02	9,38	9,64	10,84	11,34
6	15,30	19,13	19,20	19,95	17,73	18,21	18,85	19,23	15,07	16,34	17,81	17,83	12,48	15,57	15,63	15,71
9	19,44	23,95	26,34	26,53	19,57	20,09	23,29	23,38	17,15	21,17	22,95	23,41	16,46	19,08	20,64	24,75
12	24,13	27,96	28,72	33,62	22,03	25,68	26,56	27,01	21,22	25,56	27,45	27,65	19,03	24,92	24,62	27,75
15	28,09	30,16	32,68	39,24	26,93	27,18	31,41	30,21	24,31	28,51	29,23	31,51	22,39	27,78	28,27	30,17
18	32,05	36,11	38,55	45,78	30,04	32,33	36,67	35,49	27,86	33,86	35,13	37,06	25,72	37,65	33,15	36,85
21	36,13	40,59	43,45	52,13	33,56	36,37	41,47	39,83	31,29	38,33	39,58	41,94	28,97	42,21	37,54	41,82
24	40,20	45,07	48,36	58,48	37,08	40,42	46,27	44,16	34,71	42,79	44,04	46,82	32,23	46,77	41,92	46,79
27	44,28	49,55	53,26	64,83	40,60	44,47	51,07	48,50	38,13	47,26	48,49	51,70	35,49	51,33	46,31	51,76
30	48,36	54,02	58,17	71,18	44,12	48,51	55,86	52,84	41,55	51,72	52,94	56,58	38,74	55,90	50,69	56,70
33	52,44	58,50	63,07	77,54	47,65	52,56	60,66	57,18	44,97	56,18	57,39	61,46	42,00	60,46	55,08	66,67
36	56,52	62,98	67,98	83,89	51,17	56,61	65,46	61,52	48,39	60,65	61,84	66,34	45,26	65,02	59,46	71,64
39	60,60	67,46	72,88	90,24	54,69	60,65	70,26	65,86	51,81	65,11	66,30	71,22	48,51	69,59	63,85	76,61
42	64,68	71,94	77,79	96,59	58,21	64,70	75,06	70,23	55,23	69,58	70,75	76,10	51,77	74,15	68,23	81,58

Hari	Konsentrasi (%)															
	Gliserol 10%				Gliserol 20%				Gliserol 30%				Gliserol 40%			
	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%	CMC 5%	CMC 10%	CMC 15%	CMC 20%
45	68,76	76,42	82,69	100	61,73	68,75	79,86	74,54	58,65	74,04	75,20	80,98	55,03	78,71	72,62	86,55
48	72,84	80,90	87,60		65,26	72,79	84,66	78,88	62,07	78,50	79,65	85,86	58,28	83,28	77,01	91,52
51	76,92	85,38	92,50		68,78	76,84	89,46	83,22	65,50	82,97	84,10	90,74	61,54	87,84	81,39	96,49
54	80,99	89,86	97,41		72,30	80,89	94,26	87,55	68,92	87,43	88,56	95,62	64,80	92,40	85,77	100
57	85,07	94,34	100		75,82	84,94	100	91,89	72,34	91,90	93,01	100	68,06	96,96	90,16	
60	89,15	98,81			79,34	88,98		96,23	75,76	96,36	97,46		71,31	100	94,54	
63	93,23	100			82,87	93,03		100	79,18	100	100		74,57		98,93	
66	97,31				86,39	97,08			82,60				77,83		100	
69	100				89,91	100			86,02				81,08			
72					93,43				89,44				84,34			
75					96,95				92,86				87,60			
78					100				92,28				90,85			
81									100				94,11			
84													97,37			
87													100			

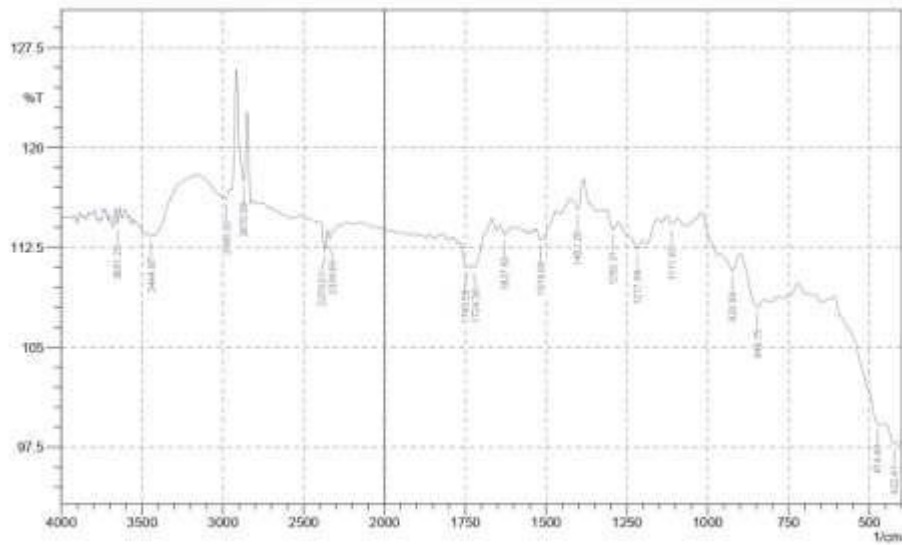
L.B. 5 Gambar tabel Data FTIR

	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	422.41	97.755	0.58	445.56	410.84	0.281	0.053
2	474.49	99.28	0.29	609.51	470.63	-2.585	-0.24
3	646.75	108.004	1.546	900.76	825.53	-2.958	0.242
4	923.9	110.747	1.276	960.55	900.76	-2.811	0.138
5	1111	114.21	0.58	1126.43	1093.64	-1.927	0.034
6	1217.08	112.378	0.97	1276.88	1199.72	-4.173	0.135
7	1292.31	113.829	0.949	1315.45	1276.88	-2.255	0.067
8	1402.25	115.327	1.713	1427.32	1384.89	-2.745	0.134
9	1516.05	113.067	0.193	1531.48	1512.19	-1.05	0.009
10	1627.02	113.453	0.677	1643.35	1606.7	-2.055	0.046
11	1724.36	110.994	0.491	1730.15	1688.43	-3.102	0.06
12	1745.58	110.944	0.912	1768.72	1730.15	-1.835	0.067
13	2339.65	113.132	0.691	2351.23	2281.79	-3.878	0.066
14	2370.51	112.282	1.732	2397.52	2351.23	-2.516	0.13
15	2870.08	117.479	0.183	2916.37	2848.86	-5.368	0.098
16	2980.02	116.129	0.855	3161.33	2956.87	-13.947	0.309
17	3444.87	113.328	0.425	3458.37	3180.62	-17.714	-0.125
18	3651.25	114.269	1.19	3664.75	3639.68	-1.508	0.057

LAMPIRAN C

GAMBAR DAN DOKUMENTASI

L.C 1 Analisa Gugus Fungsi (FTIR)



	Peak	Intensity	Corr. Intensity	Base (H)	Base (L)	Area	Corr. Area
1	422.41	97.755	0.56	445.96	410.84	0.281	0.053
2	474.49	99.28	0.29	609.51	470.63	-2.585	-0.24
3	846.75	108.004	1.546	900.76	825.53	-2.958	0.242
4	923.9	110.747	1.279	960.55	900.76	-2.811	0.138
5	1111	114.21	0.56	1126.43	1093.04	-1.927	0.034
6	1217.08	112.378	0.97	1276.88	1199.72	-4.173	0.135
7	1292.31	113.829	0.949	1315.45	1276.88	-2.255	0.067
8	1402.25	115.327	1.713	1427.32	1384.89	-2.745	0.134
9	1516.05	113.067	0.193	1531.48	1512.19	-1.05	0.009
10	1627.92	113.453	0.677	1643.35	1606.7	-2.055	0.046
11	1724.36	110.994	0.491	1730.15	1658.43	-3.192	0.06
12	1745.58	110.944	0.912	1788.72	1730.15	-1.835	0.067
13	2339.65	113.132	0.691	2351.23	2281.79	-3.878	0.066
14	2370.51	112.282	1.732	2397.52	2351.23	-2.516	0.13
15	2870.08	117.479	6.183	2916.37	2848.86	-5.368	0.968
16	2980.02	116.129	0.855	3161.33	2956.87	-13.947	0.309
17	3444.67	113.328	0.425	3458.37	3180.62	-17.714	-0.125
18	3651.25	114.269	1.19	3694.75	3639.08	-1.568	0.057

Comment:

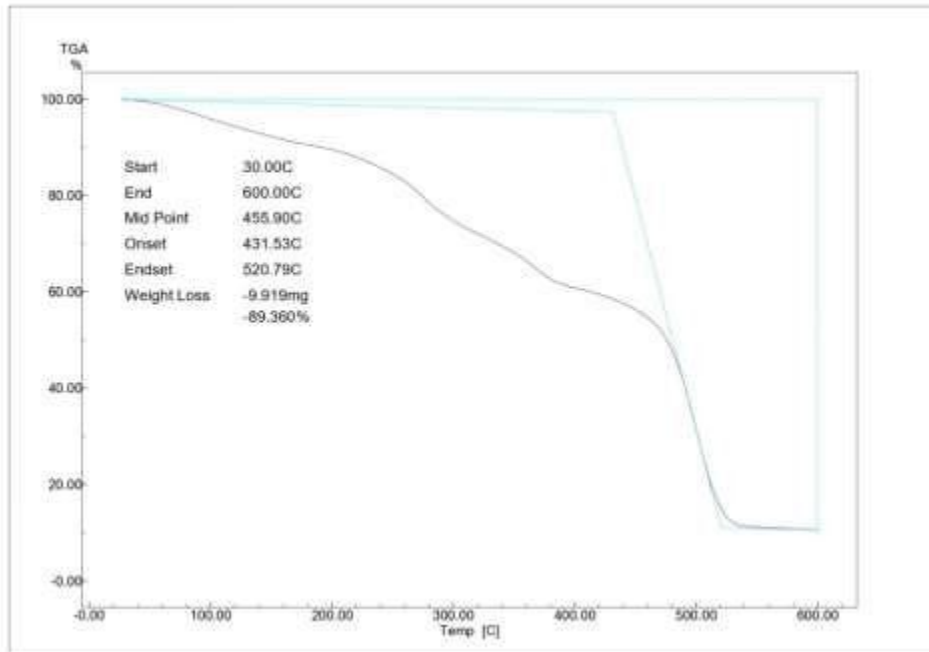
Date/Time: 9/7/2023 3:48:44 PM

No. of Scans;

Resolution;

















































Apodization;

L.C 2 Analisa TGA



L.C 3 Analisa Biodegradasi

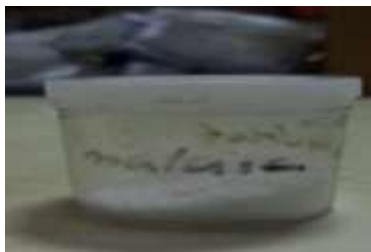
Hari Ke	3	6	9	12	16
No Sampel	Sampel Uji Biodegradasi				
A1					
A2					
A3					
A4					
B1					

B2					
B3					
B4					
C1					
C2					
C3					
C4					
D1					
D2					
D3					
D4					

L.C 4 Analisa Uji Daya Serap Air



L.C 5 Bahan-Bahan Penelitian



C.4.1 MAH



C.4.2 Xylen



C.4.3 Aquadest



C.4.4 BPO



C.4.5 Penimbangan Sampel



C.4.6 Penanaman Sampel *Biodegradable*



C.4.5 Proses Delignifikasi



C.4.6 Pengepresan Sampel



C.4.7 NaOH



C.4.8 NaOCl 3,5%



C.4.9 Proses Grafting



C.4.10 Hasil Uji Tanam



C.4.11 *Polypropylene*



C.4.12 Gliserol



C.4.13 *Carboxymethyl Cellulose (CMC)*



Gambar C.4.14 Hasil penelitian bioplastik



Gambar C.4.15 Proses gelatinasi



Gambar C.4.16 Hasil uji tanam bioplastik



Gambar C.4.17 Uji Daya Serap Air



Gambar C.4.18 Uji tanam bioplastik



Gambar C.4.19 Pengepressan sampel



Gambar C.4.20 Penimbangan sampel



Gambar C.4.21 Selulosa Tongkol jagung



Gambar C.4.22 NaOH



Gambar C.4.23 NaOCl 3,5 %



Gambar C.4.24 Proses Grafting

LAMPIRAN D
DOKUMENTASI ADMINISTRASI

L.D. 1 Surat Laboratorium

	<p>KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN RISET, DAN TEKNOLOGI UNIVERSITAS MALIKUSSALEH FAKULTAS TEKNIK Jalan Balam, Blang Pulo, Muara Satu – Lhokseumawe – Aceh (24352) Telepon. (0645) 41373-40915 Faks. 0645-44450 Laman: http://teknik.unimal.ac.id Email: ft@unimal.ac.id</p>
<p><u>SURAT KETERANGAN BEBAS LABORATORIUM</u> Nomor : 146/UN45.1.1/PT/2024</p>	
<p>Kepala Laboratorium Dasar Eksakta dan Laboratorium Proses dan Produksi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Malikussaleh menyatakan bahwa :</p>	
Nama	: Fitri Emilda Nasution
Nim	: 190190020
Jurusan	: Teknik Material
<p>Benar yang tersebut diatas telah menyelesaikan seluruh kegiatan yang berkaitan dengan laboratorium dan tidak mempunyai tanggungan pinjaman alat-alat dan bahan pada laboratorium tersebut, dan yang bersangkutan dinyatakan Bebas Laboratorium.</p>	
<p>Demikian surat ini diperbuat agar dapat dipergunakan seperlunya</p>	
<p>Lab. Proses dan Produksi Kepala,  Dr. Ishak, M.T. NIP 196201082001121001</p>	<p>Bukit Indah, 1 Februari 2024 Laboratorium Dasar Eksakta Kepala,  Novi Sylvia, S.T., M.T. NIP 197811252006042008</p>
<p>Mengetahui Ketua Jurusan Teknik Kimia  Lukman Hakim, ST., M.Eng. NIP 897005082005011001</p>	
<p>Tembusan : Arsip</p>	

L.D. 2 Surat Persetujuan Sidang



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
FAKULTAS TEKNIK
Jalan Batam, Blang Palo, Muara Satu - Lhokseumawe - Aceh (24352)
Telepon (0645) 41373-40915 Faks: 0645-44450
Laman: <http://teknik.unimal.ac.id> Email: ft@unimal.ac.id


SURAT PERSETUJUAN SIDANG

Nama : Fitri Emilda Nasution
Nim : 190190020
Hari/Tanggal : Kamis, 25 Januari 2019
Pukul : 11.00 WIB
Seminar/Sidang :
- Seminar Proposal Tugas Akhir*)
- Seminar Hasil Tugas Akhir*)
- Sidang Tugas Akhir*)
Program Studi : Teknik Material
Judul : Pembuatan Plastik *Biodegradable* Menggunakan Selulosa Jerami Padi dengan Penambahan Gliserol dan *Carboxy Methyl Cellulose* (CMC)


Dengan ini menyatakan *) menyetujui/tidak menyetujui mahasiswa tersebut diatas untuk mengikuti seminar/sidang

Menyetujui,


Pembimbing Utama


Dr. Ir. Rozanna Dewi, S.T., M.Sc, I.P.M
NIP. 197603252003122003

Pembimbing Pendamping


Rizka Nurfailla, S.Si., M.Si
NIP. 201701198206222001

Penguji Utama



Dr. Zulnazri, S.Si., M.T
NIP. 197512312006041002

Penguji Pendamping


Agung Muang, S.Si., M.Si
NIP. 199107132020121007

Mengetahui,

Prodi Teknik Material


Dr. Zulnazri, S.Si., M.T
NIP. 197512312006041002

L.D. 3 Surat Undangan Sidang



KEMENTERIAN PENDIDIKAN, KEBUDAYAAN
RISET, DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS MALIKUSSALEH
FAKULTAS TEKNIK

Jalan Batam, Blang Pulo, Muara Satu – Lhokseumawe – Aceh (24352)
Telepon: (0645) 41373-40915 Faks: 0645-44450
Laman: <http://teknik.unimal.ac.id> Email: ft@unimal.ac.id

Nomor : 21 /UN45.9/KM/2024 18 Januari 2024
Lampiran : -
Perihal : Undangan Sidang Kolokium

Yth,

1. Pembimbing Utama (Dr. Ir., Rozanna Dewi., ST., M.Sc)
2. Pembimbing Pendamping (Rizka Nurlaila, S.Si., M.Si.)
3. Penguji Utama (Dr. Zulnazri, S.Si., M.T.)
4. Penguji Pendamping (Agam Muarif, S.Si., M.Si.)

di -
Tempat

Dengan hormat,
Sehubungan dengan diadakannya Sidang Kolokium

Mahasiswa pada Program Studi Teknik Material Jurusan Teknik Kimia Fakultas Teknik
Universitas Malikussaleh yang akan dilaksanakan pada :

Hari/Tanggal : Kamis / 25 Januari 2024
Pukul : 11.00 Wib s/d Selesai
Tempat : Ruang Sidang Teknik Material

Atas nama mahasiswa :

Nama : Fitri Emilda Nasution
NIM : 190190020
Program Studi : Teknik Material
Judul Penelitian : Pembuatan Plastik Biodegradasi Menggunakan Selulosa Jerami Padi
dengan Penambahan Gliserol dan Carboxy Methyl Cellulose (CMC)

Demikian kami sampaikan atas bantuan dan kehadiran bapak/ibu kami ucapkan terima kasih.

Prodi Teknik Material
Ketua

Dr. Zulnazri, S.Si., M.T.
Nip. 197512312006041002

L.D. 4 Biodata

BIODATA

1. Personal

Nama : Fitri Emilda Nasution
Nim : 190190020
Bidang : Teknik Material
Alamat : Jln. Cemara, Padang Matinggi, Kec. Rantau Utara
Kab. Labuhan Btu, Provinsi Sumatera Utara
No HP/Telpon : 081396416608

Pas
berwarna

2. Orang Tua

Nama Ayah : Alm. Khairul Bakti Nasution
Pekerjaan : -
Umur : -
Alamat : -
Nama Ibu : Almh. Habibah
Pekerjaan : -
Umur : -
Alamat : -

3. Pendidikan Formal

Asal SLTA (Tahun) : SMA Negeri 2 Rantau Utara (2019)
Asal SLTP (Tahun) : SMP Negeri 1 Rantau utara (2016)
Asal SD (Tahun) : SD Negeri 112143

4. Pendidikan Non Formal

Kursus/Pelatihan : -
Institusi Pelaksana : -
Tanggal Pelaksanaan : -

5. Software Komputer Yang Di Kuasai

Jenis Software : Microsoft Office
Tingkat Penguasaan : Intermediate

Jenis Software : Ds. Biovia Materiall
Tingkat Penguasaan : Basic
Jenis Software : Microsoft Excel
Tingkat Penguasaan : Basic

6. Prestasi

Tingkat Nasional : 1. -
: 2. -
: 3. -
: 4. -

Tingkat Provinsi : 1. -
: 2. -
: 3. -
: 4. -

Tingkat Kabupaten/kota : 1. -
: 2. -
: 3. -
: 4. -

Bukit Indah, 6 Februari
Mahasiswa yang bersangkutan

Fitri Emilda Nasution