KINETIKA

Vol. 14, No. (3): 2025, pp. 1 – 7
E-ISSN : 2623-141
ISSN : 1693-9050

KARAKTERISASI SIFAT MEKANIK DAN BIODEGRADASI BIOPLASTIK BERBASIS PATI KULIT PISANG RAJA (*Musa paradisiaca*) DENGAN VARIASI GLISEROL–SORBITOL DAN KITOSAN

CHARACTERIZATION OF MECHANICAL PROPERTIES AND BIODEGRADABILITY OF BANANA PEEL STARCH-BASED BIOPLASTICS (Musa paradisiaca) WITH GLYCEROL–SORBITOL AND CHITOSAN VARIATIONS

Putri Febrianti[1)], Desti Lidya[2)], Metta Wijayanti[3*)]
[1,2,3)]Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya

Jl. Srijaya Negara, Palembang 30139
[*]*corresponding author*: metta.wijayanti@polsri.ac.id

INFORMASI ARTIKEL

Revised
28/08/2025

Accepted
20/10/2025

Online-Published
01/11/2025

ABSTRAK

Plastik biodegradable adalah plastik yang mudah terurai oleh mikroorganisme. Biodegrasi dari plastik dapat dicapai dengan mengaktifkan mikroorganisme di lingkungan untuk metabolisme struktur molekul film plastik. Manfaat dari penelitian ini adalah untuk mengatasi permasalahan limbah plastik yang ada dilingkungan sekitar menjadi plastik kemasan yang ramah lingkungan dengan cara pemanfaatan limbah pati kulit pisang. Penggunaan pati sebagai bahan utama pembuatan plastik memiliki potensi besar karena di Indonesia terdapat berbagai tanaman penghasil pati. Pada penelitian ini, pati kulit pisang digunakan sebagai bahan baku, sorbitol sebagai plasticizer, dan kitosan sebagai filler dalam produksi plastik biodegradable. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui sifat mekanik plastik biodegradable yang diperoleh, seperti kekuatan tarik, elongasi, ketahanan air, dan kemampuan biodegradabilitas. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini memiliki variasi komposisi yang berbeda-beda, yaitu pati kulit pisang sebanyak 5 gr menggunakan pelarut aquadest 50 ml, Asam Asetat (1%) 3 ml dan Plasticizer berupa Gliserol dan Sorbitol dengan variasi (20%:0%), (15%:5%), (10%:10%), (5%:15%), (0%:20%) dan variasi Kitosan 2% dan 4%. Hasil analisa terbaik bioplastik yang didapatkan yaitu dengan variasi gliserol, sorbitol 0:20, dan kitosan 2% didapatkan nilai kuat tarik 1,751Mpa, elongasi 43%, ketahanan air 82,50%, dan biodegradasi 79,76%. Sebagian sampel bioplastik telah memenuhi standar SNI 7188,7:2016.

Kata Kunci : Bioplastik, Kulit Pisang Raja, Gliserol, Sorbitol, Kitosan

ABSTRACT

Biodegradable plastic is plastic that is easily decomposed by microorganisms. Biodegradation of plastic can be achieved by activating microorganisms in the environment to metabolize the molecular structure of plastic films. The benefit of this research is to address the problem of plastic waste in the surrounding environment into environmentally friendly plastic packaging by utilizing banana peel starch waste. The use of starch as the main ingredient in plastic production has great potential because in Indonesia there are various starch-producing plants. In this study, banana peel starch was used as a raw material, sorbitol as a plasticizer, and chitosan as a filler in the production of biodegradable plastic. The purpose of this study was to determine the mechanical properties of the obtained biodegradable plastic, such as tensile strength,

KINETIKA

Vol. 14, No. (3): 2025, pp. 1 – 7
E-ISSN : 2623-141
ISSN : 1693-9050

elongation, water resistance, and biodegradability. The materials used in this study have different composition variations, namely 5 grams of banana peel starch using 50 ml of distilled water, 3 ml of Acetic Acid (1%) and Plasticizer in the form of Glycerol and Sorbitol with variations (20%:0%), (15%:5%), (10%:10%), (5%:15%), (0%:20%) and variations of Chitosan 2% and 4%. The best analysis results of bioplastics obtained were with variations of glycerol, sorbitol 0:20, and chitosan 2% obtained tensile strength values of 1.751Mpa, elongation 43%, water resistance 82.50%, and biodegradation 79.76%. Some bioplastic samples have met the SNI 7188.7:2016 standard.

Keywords: *Bioplastic, Banana Peel, Glycerol, Sorbitol, Chitosan*

1 PENDAHULUAN

Plastik merupakan polimer sintetis bersifat rekalsitran yang sulit terdegradasi secara biologis, sehingga akumulasinya memicu degradasi kualitas lingkungan. Karakteristik fungsionalnya yang unggul—seperti densitas rendah (ringan), kekuatan mekanis yang baik, serta sifat hidrofobik menyebabkan eskalasi konsumsi plastik di sektor domestik maupun industri [1]. Di Indonesia, limbah plastik menempati urutan kedua dalam komposisi sampah nasional dengan laju timbulan mencapai 5,4 juta ton per tahun [2]. Tanpa adanya intervensi teknologi material yang berkelanjutan, volume sampah ini diprediksi akan terus meningkat linier dengan pertumbuhan populasi dan kebutuhan manusia.

Bioplastik diklasifikasikan berdasarkan fungsionalitasnya menjadi dua kategori utama, yaitu tipe *non-edible* dan *edible* (dapat dikonsumsi). Dalam aplikasinya, bioplastik *edible* dikembangkan menjadi dua bentuk sediaan: *edible coating* dan *edible film*. *Edible coating* diaplikasikan sebagai lapisan pelindung langsung pada permukaan produk seperti komoditas daging beku, bahan pangan dengan kadar air menengah (*intermediate moisture foods*), produk hortikultura, hingga sediaan farmasi seperti penyalut kapsul.
Sementara itu, *edible film* merupakan matriks polimer tipis yang berfungsi sebagai pengemas primer atau pembatas interkomponen dalam produk pangan kompleks [3]. Berbeda dengan *coating* yang dibentuk langsung pada produk, *edible film* dibentuk secara terpisah (melalui metode seperti *solvent casting* atau *extrusion*) sebelum digunakan untuk melindungi permukaan makanan dari degradasi lingkungan.

Matriks penyusun *edible film* secara termodinamika diklasifikasikan ke dalam tiga kategori utama: hidrokoloid, lipid, dan komposit (campuran keduanya). Kelompok hidrokoloid umumnya memanfaatkan biopolimer berbasis protein atau karbohidrat, sedangkan fasa lipid melibatkan penggunaan *wax*, asam lemak, serta agen pemlastis seperti gliserol untuk meningkatkan fleksibilitas film [4].

Dalam penelitian ini, pati yang diekstraksi dari limbah kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* var) digunakan sebagai prekursor utama. Kulit pisang raja merupakan sumber biomassa potensial karena memiliki kadar pati yang signifikan, yakni mencapai 59% (basis kering) [5]. Secara struktural, pati terdiri dari dua makromolekul glukosa, yaitu amilosa dan amilopektin, yang memberikan karakteristik termoplastik sehingga memungkinkan material diproses menjadi polimer *biodegradable* yang mampu terdegradasi secara alami [6].

Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan baku bioplastik memberikan keuntungan ganda: secara teknis menghasilkan material dengan laju biodegradasi yang lebih tinggi dibandingkan polimer konvensional [7], dan secara ekonomis meningkatkan nilai tambah (*added value*) limbah pertanian menjadi produk fungsional yang berkelanjutan.

Pemanfaatan limbah kulit pisang sebagai bahan baku plastik *biodegradable* diproyeksikan dapat meningkatkan nilai ekonomi sisa hasil pertanian sekaligus menjadi solusi substitusi polimer konvensional berbasis petroleum yang rekalsitran terhadap degradasi lingkungan. Penggunaan material ini krusial untuk mereduksi akumulasi limbah plastik sintetis yang memerlukan waktu ratusan tahun untuk terurai di alam.
Sebagai komoditas hortikultura utama, pisang (*Musa paradisiaca*) memiliki produktivitas tinggi dan ketersediaan yang kontinu sepanjang tahun tanpa dipengaruhi oleh faktor musiman. Namun, tingginya tingkat konsumsi buah pisang berbanding lurus dengan peningkatan volume residu berupa kulit pisang [6]. Secara teknis, kulit pisang tersebut merupakan sumber biomassa yang melimpah dan kaya akan nutrisi organik serta polimer alami. Melalui pendekatan teknologi material, konversi limbah ini menjadi bioplastik diharapkan mampu menciptakan siklus produksi yang berkelanjutan (*circular economy*) dan memperluas diversifikasi pemanfaatan limbah organik menjadi material fungsional.



Gambar 1. Kulit Pisang

KINETIKA

Vol. 14, No. (3): 2025, pp. 1 – 7
E-ISSN : 2623-141
ISSN : 1693-9050

Secara botani, tanaman pisang raja diklasifikasikan ke dalam divisi *Magnoliophyta*, famili *Musaceae*, dan spesies *Musa paradisiaca* L. Pemanfaatan residu kulit pisang saat ini masih terbatas pada penggunaan konvensional sebagai pakan ternak atau sekadar menjadi limbah organik yang berisiko mencemari lingkungan. Padahal, ditinjau dari aspek teknik proses, kulit pisang merupakan biomassa lignoselulosa yang potensial untuk dikonversi menjadi berbagai produk bernilai tambah melalui jalur biokimia maupun termokimia.

Beberapa studi menunjukkan diversifikasi pemanfaatan limbah ini, di antaranya sebagai substrat dalam produksi bioetanol serta melalui proses fermentasi menggunakan mikroorganisme seperti *Rhizopus oligosporus* untuk peningkatan kualitas pakan [8]. Dalam konteks teknologi material, kulit pisang memiliki potensi strategis sebagai bahan baku bioplastik. Meskipun kandungan pati secara kasar tercatat sekitar 0,98% pada kondisi tertentu, optimalisasi ekstraksi dari limbah industri pengolahan pisang (seperti industri keripik dan sale) dapat memberikan pasokan biopolimer yang berkelanjutan. Integrasi pengelolaan limbah ini diharapkan mampu meningkatkan nilai ekonomi residu industri pangan sekaligus mereduksi beban lingkungan secara signifikan.

Tabel 1. Kandungan Nilai Gizi Pisang Raja

Zat Gizi	Kandungan
Protein (%)	3,63
Lemak (%)	2,52
Karbohidrat (%)	59
Kalsium (%)	7,8
Fosfor (%)	2,06
Besi (%)	24,3
Vitamin A (Re)	0
Vitamin B (mg)	17,50
Vitamin C (mg)	0,12
Air (%)	12

2. METODOLOGI PENELITIAN

Pengamatan pada penelitian ini adalah pengamatan fisik dan analisa plastrik *Biodegradable* yang dihasilkan berdasarkan analisa kuat tarik, elongasi, dan *Biodegradasi*.

Variabel Penelitian

Adapun variabel yang digunakan adalah:

A. Variable tetap

Pati Kulit Pisang Raja 5gr, Aquadest 50 ml, Asam Asetat (1%) 3 ml, Suhu Oven 85 ºC

B. Variabel tidak tetap

Konsentrasi Kitosan 2% dan 4%, Konsentrasi *Gliserol* dan *Sorbitol* (20%:0%), (15%:5%), (10%:10%), (5%:15%), (0%:20%)

2.1. Pengujian Kualitas *Bioplastik*

Analisa mutu kualitas *Bioplastik* terdiri dari pengujian *Biodegradasi*, uji kuat tarik, elongasi, dan ketahanan air.

Uji *Biodegradasi*

Pengujian biodegradasi dilakukan dengan menanam sampel bioplastik berukuran 2 cm x 2 cm ke dalam tanah pada kedalaman 5 cm dari permukaan, kemudian dibiarkan selama 7 hari. Persen pengurangan berat berdasarkan persamaan berikut.

$Biodegradasi = W_1 - W_2 W_1$ x 100% (1)

Keterangan:

W_1 = berat awal sampel

W_2 = berat akhir sampel

Uji Kuat Tarik

Pengujian kekuatan tarik dilakukan berdasarkan DIN EN ISO 527-2. Kondisi spesimen yang diuji pada suhu 23 ºC dan 50% kelembaban relatif. Dimensi untuk ketebalan disarankan tidak lebih dari 1 mm dengan panjang 100 mm prosedur pengujian kuat tarik *Bioplastik* adalah sebagai berikut:

1. Lakukan pengujian kekuatan tarik pada bioplastik menggunakan alat yang disebut Universal Testing Machine.
2. Siapkan sampel bioplastik dengan ukuran 2 cm x 10 cm.
3. Nyalakan alat dengan menekan tombol ON.
4. Jepit salah satu sisi sampel pada penahan di bagian atas lalu sisi yang lain pada bagian bawah.
5. Tekan tombol up untuk menarik sampel dan mengukur pertambahan panjang setelah sampel putus untuk mengetahui nilai kuat tarik pemanjangan.

Kekuatan tarik diperoleh dengan membagi gaya maksimum (dalam satuan newton) terhadap luas penampang terkecil (dalam meter persegi), dan hasilnya dinyatakan dalam satuan pascal.

Kekuatan tarik = $gaya\ kuat\ tarik luas\ permukaan$ (2)

Uji Elongasi

Pemanjangan saat putus mengacu pada bertambahnya panjang suatu material ketika dikenai uji tarik, dan biasanya diukur dalam satuan panjang seperti milimeter atau inci. Persentase pemanjangan saat putus menunjukkan seberapa besar perubahan panjang tersebut dibandingkan dengan panjang awal spesimen uji. Pengukuran ini dilakukan menggunakan metode yang sama dengan uji kekuatan tarik, yakni mengacu pada standar DIN EN ISO 527-2.

Elongasi = Δlto x 100% (3)

Keterangan:

Δl = pertambahan panjang (cm)

Lo = panjang mula-mula sampel yang diukur

KINETIKA
Vol. 14, No. (3): 2025, pp. 1 – 7
E-ISSN : 2623-141
ISSN : 1693-9050

Uji Ketahanan Air

Pengujian ini bertujuan untuk mengidentifikasi terbentuknya ikatan dalam struktur polimer serta sejauh mana ikatan tersebut larut, yang dinilai berdasarkan persentase peningkatan berat polimer setelah proses penggembungan. Ketika molekul pelarut masuk ke dalam struktur polimer, akan terbentuk gel yang mengalami pembesaran volume. Daya tahan bioplastik terhadap air dapat dianalisis melalui uji swelling, yakni dengan mengukur persentase pembengkakan film akibat kontak dengan air. Menurut Ummah (2013), prosedur pengujian ketahanan air pada bioplastik dilakukan dengan langkah-langkah berikut.

6. Potong plastik dengan ukuran 2 cm x 2 cm.
7. Timbang sampel plastik yang telah dipotong
8. Selanjutnya sampel direndam di dalam aquadest selama 4 menit
9. Setelah itu timbang kembali sampel

Ketahanan plastik bio degradable terhadap air dapat dihitung dengan rumus:

Penyerapan air (%) = $W-W_oW_o$ x 100% (4)

Ketahanan air = 100% - % air diserap (5)

Keterangan:

W_o = berat sampel kering

W = berat sampel setelah direndam air

2.2. Alat dan Bahan

Pada penelitian ini, alat yang digunakan sebagai berikut, *Oven,* Gelas Ukur, Pengaduk Kaca, Spatula , *Magnetic Stirrer*, Gelas *Beaker* 250 ml, Kaca Arloji, *Neraca Analitik*, *Hot Plate, Erlenmeyer* 250 ml, Loyang, Kertas Saring , *Thermometer*, Stop Watch, Saringan Biasa, Ayakan. Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah sebagai berikut, Kulit Pisang Raja, *Sorbitol*, *Gliserol,* Aquadest, Tanah, Asam Asetat (1%), Kitosan.

2.3. Prosedur Percobaan

1. Proses Pembuatan Pati Kulit Pisang Raja

Kulit pisang raja dibersihkan terlebih dahulu dengan menggunakan air bersih. Setelah dicuci bersih, potong kecil-kecil kulit pisang raja yang telah dibersihkan. Potongan kecil kulit pisang raja dimasukkan ke dalam blender, lalu ditambahkan air dengan perbandingan 1:1 dan diblender hingga halus. Kulit pisang raja yang sudah dihaluskan disaring dengan bantuan kain saring. Larutan yang telah di saring selanjutnya larutan diendapkan selama 3 sampai 6 jam. Endapan yang didapatkan kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 24 jam, atau alternatifnya dapat dikeringkan dengan menjemurnya di bawah sinar matahari selama satu hari. Endapan yang kering kemudian ditumbuk agar lebih halus dari sebelumnya. Pati hasil tumbukan kemudian disaring menggunakan ayakan berukuran 100 mesh agar diperoleh butiran dengan ukuran yang sangat halus.

2. Proses Pembuatan Plastik *Biodegradable*.

Timbang 5 gr pati kulit pisang raja kemudian menambahkan aquadest sebanyak 50 ml, aduk larutan tersebut hingga homogen**,** Larutan yang telah homogen, tambahkan Asam Asetat (1%) 3 ml dan *Plasticizer* berupa *Gliserol* dan *Sorbitol* (20%:0%), (15%:5%), (10%:10%), (5%:15%), (0%:20%). Aduk kembali campuran hingga merata. Panaskan sambil terus diaduk selama 30 menit, kemudian tambahkan kitosan (dengan konsentrasi 2% dan 4%) dan aduk hingga tercampur secara merata. Lapisi permukaan cetakan kaca dengan sedikit minyak sayur agar plastik mudah dilepas setelah proses pencetakan. Biarkan larutan yang telah dibuat selama 1 jam, sambil terus diaduk selama 30 menit agar tetap homogen dan tidak terjadi penggumpalan. Setelah itu, larutan dapat dituangkan ke dalam cetakan dan dikeringkan pada suhu 70 hingga 80ºC. Keluarkan cetakan dari oven dan dinginkan pada suhu ruangan selama 24 jam. Plastik *biodegradable* siap dianalisa, yaitu analisa biodegradasi, kuat tarik, elongasi, dan ketahanan terhadap air.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

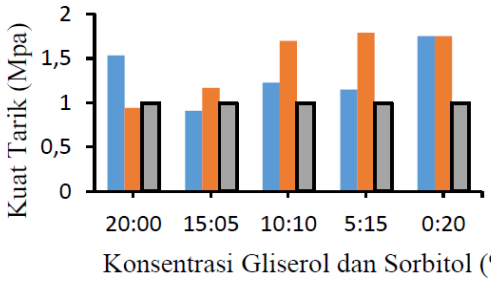
Tabel 2. Hasil uji bioplastik

Variasi Gliserol dan Sorbitol (%)	Kitosan (%)	Analisa Uji Bioplastik			
		Kuat Tarik (Mpa)	Elongasi (%)	Ketahanan Air (%)	Biodegradasi (%)
20:0		0,943	25	82,15	73,87
15:5		1,167	27	82,98	74,79
10:10	4	1,697	37	84,45	75,10
5:15		1,788	43	86,37	75,31
0:20		1,751	55	86,49	78,04
20:0		1,532	47	79,93	77,38
15:5		0,908	37	80,00	77,83
10:10	2	1,226	44	82,86	77,87
5:15		1,149	43	80,56	79,48
0:20		1,751	43	82,50	79,76
SNI 7188.7:2016 dan JIS K7162-2 (DIN EN ISO 527-2)(ISO 527-2)		1-10 Mpa	21-220%	99%	>60%

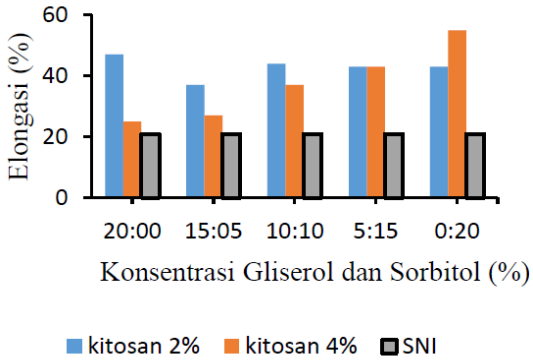
3.1. Pengaruh Variasi Konsentrasi gliserol, sorbitol dan kitosan Terhadap Nilai Kuat Tarik Plastik *Biodegradable*

Uji kuat tarik merupakan metode pengujian yang digunakan untuk mengukur gaya maksimum atau tegangan tertinggi yang dapat ditahan oleh film bioplastik selama pengujian berlangsung. Tujuan dari pengujian ini adalah untuk mengetahui sejauh mana bioplastik mampu menahan beban sebelum mengalami kerusakan atau putus. Hasil pengujian kuat tarik pada bioplastik berbahan pati kulit pisang raja ditampilkan pada Gambar 2.

KINETIKA
Vol. 14, No. (3): 2025, pp. 1 – 7
E-ISSN : 2623-141
ISSN : 1693-9050



Gambar 2. Grafik pengaruh konsentrasi kitosan dan gliserol, sorbitol terhadap nilai kuat tarik (Mpa) plastik *biodegradable*



Gambar 3. Grafik pengaruh konsentrasi kitosan dan gliserol, sorbitol terhadap nilai elongasi (%) plastik *biodegradable*

Analisis sifat mekanis menunjukkan bahwa nilai kuat tarik (*tensile strength*) tertinggi sebesar 1,788 MPa dicapai pada formulasi konsentrasi kitosan 2% dengan rasio pemlastis (*plasticizer*) gliserol:sorbitol (15:5). Sebaliknya, nilai kuat tarik terendah tercatat sebesar 0,908 MPa pada variasi perbandingan yang sama, namun dipengaruhi oleh faktor ketidakhomogenan selama proses fabrikasi. Penurunan stabilitas mekanis ini umumnya disebabkan oleh distribusi termal dan kecepatan pengadukan yang tidak merata, sehingga menghasilkan viskositas larutan yang tinggi dan menyulitkan proses pencetakan (*casting*) [10].

Variasi konsentrasi gliserol dan sorbitol memberikan pengaruh signifikan terhadap karakteristik fisikokimia bioplastik. Gliserol sebagai *plasticizer* bekerja dengan cara menyisip di antara rantai polimer, melemahkan ikatan hidrogen antarmolekul, dan meningkatkan volume bebas. Mekanisme ini meningkatkan elastisitas dan derajat kelarutan material, di mana gliserol memberikan efek kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan sorbitol pada matriks berbasis pati [11]. Sebaliknya, penambahan sorbitol yang berlebih cenderung menurunkan elastisitas material karena sifat alaminya yang lebih kaku dibandingkan gliserol [12].

Selain faktor pemlastis, kekuatan mekanis bioplastik berbanding lurus dengan konsentrasi kitosan yang ditambahkan. Peningkatan kadar kitosan memperkuat interaksi molekuler antara amilosa, amilopektin, dan kitosan melalui pembentukan ikatan hidrogen yang lebih rapat. Fenomena ini menciptakan struktur jaringan polimer yang lebih rigid, padat, dan stabil secara termal, sehingga meningkatkan ketahanan material terhadap gaya tarik eksternal [13].

3.2. Pengaruh Variasi Konsentrasi gliserol, sorbitol dan kitosan Terhadap Nilai Elongasi Plastik *Biodegradable*

Elongasi merupakan salah satu parameter dalam uji kuat tarik yang bertujuan untuk mengukur sejauh mana bioplastik dapat mengalami peregangan akibat gaya tarik, baik sebelum maupun saat terjadinya putus pada material tersebut. Pengaruh variasi konsentrasi kitosan serta kombinasi gliserol dan sorbitol terhadap sifat elongasi saat putus pada bioplastik ditampilkan pada Gambar 3.

Berdasarkan data pada Gambar 3, nilai elongasi tertinggi sebesar 55% dicapai oleh bioplastik dengan kandungan kitosan 4% dan penggunaan *plasticizer* sorbitol murni (rasio gliserol:sorbitol 0:20). Sebaliknya, nilai elongasi terendah (25%) tercatat pada formulasi dengan konsentrasi kitosan yang sama namun menggunakan gliserol murni (rasio 20:0). Secara teknis, persentase elongasi yang tinggi merepresentasikan fleksibilitas material yang lebih baik, di mana polimer mampu mengalami deformasi plastis yang lebih besar sebelum mencapai titik putus (*fracture point*) [14].

Peran agen pemlastis (*plasticizer*) sangat krusial dalam memodifikasi mobilitas rantai polimer. Gliserol berfungsi meningkatkan elastisitas dengan cara menyisip di antara rantai utama, sehingga mereduksi interaksi ikatan hidrogen antarmolekul dan memperluas volume bebas. Namun, peningkatan konsentrasi gliserol juga meningkatkan afinitas material terhadap air karena sifatnya yang hidrofilik [15]. Di sisi lain, sorbitol juga berperan sebagai agen hidrofilik yang signifikan dalam memengaruhi kapasitas adsorpsi air pada matriks bioplastik melalui pembentukan ikatan dengan molekul air [16].

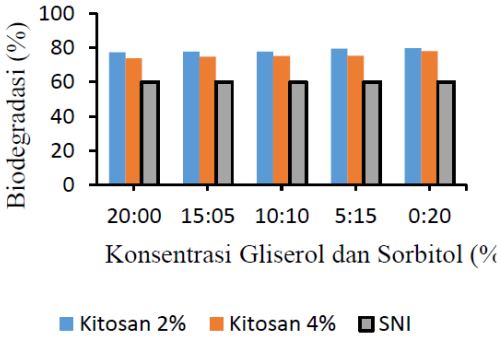
Selain faktor pemlastis, konsentrasi kitosan (2% hingga 4%) bertindak sebagai penguat (*reinforcement agent*) yang memengaruhi keseimbangan sifat mekanis. Peningkatan densitas kitosan dalam matriks bioplastik secara linier akan meningkatkan kuat tarik (*tensile strength*), namun fenomena ini diikuti dengan penurunan fleksibilitas atau nilai elongasi. Hal ini disebabkan oleh terbentuknya jaringan molekuler yang lebih kaku dan rigid akibat interaksi antar rantai polimer yang semakin kuat [17].

3.3. Pengaruh Variasi Konsentrasi gliserol, sorbitol dan kitosan Terhadap Nilai Biodegradasi Plastik *Biodegradable*

Uji biodegradasi adalah metode pengujian yang bertujuan untuk mengetahui sejauh mana suatu bahan dapat terurai di lingkungan. Pada penelitian ini, uji biodegradasi dilakukan menggunakan metode *soil burial*, yaitu dengan mengubur sampel bioplastik di

KINETIKA
Vol. 14, No. (3): 2025, pp. 1 – 7
E-ISSN : 2623-141
ISSN : 1693-9050

dalam tanah pada kedalaman tertentu. Pengujian berlangsung selama 7 hari, setelah itu dilakukan perbandingan antara berat awal dan berat akhir sampel. Penurunan berat menunjukkan terjadinya proses degradasi material di dalam tanah (Sherlyana, 2024). Pengurangan bobot bioplastik dari pati kulit pisang raja dapat dilihat pada gambar 4 berikut.



Gambar 4. Grafik pengaruh konsentrasi kitosan dan gliserol, sorbitol terhadap nilai biodegradasi (%) plastik *biodegradable*

Berdasarkan data pada Gambar 4, laju biodegradasi tertinggi mencapai 80,83% pada formulasi dengan konsentrasi kitosan 4% dan rasio pemlastis gliserol:sorbitol sebesar 15%:5%. Sebaliknya, nilai degradasi terendah tercatat sebesar 73,03% pada variasi kitosan 2% dengan rasio pemlastis 10%:10%. Secara keseluruhan, bioplastik berbasis pati kulit pisang raja ini menunjukkan efisiensi degradasi yang signifikan, yakni melampaui 79% dalam durasi 7 hari, yang mengindikasikan kemampuan material untuk terurai secara alami dengan cepat dibandingkan polimer sintetik [18].

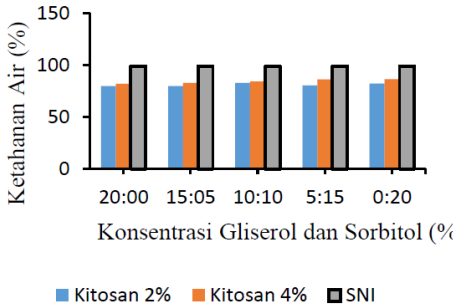
Mekanisme degradasi polimer ini dipengaruhi oleh sinergi faktor abiotik dan biotik. Faktor abiotik mencakup parameter lingkungan seperti fluktuasi suhu, intensitas radiasi aktinik (cahaya), derajat keasaman (pH), serta ketersediaan oksigen dan kelembaban. Sementara itu, faktor biotik melibatkan aktivitas enzimatik dari mikroorganisme seperti bakteri dan fungi yang memecah rantai polimer menjadi senyawa yang lebih sederhana [19].

Peningkatan konsentrasi kitosan dan komposisi pemlastis hidrofilik berkontribusi pada peningkatan persentase kehilangan massa (*weight loss*). Sifat kitosan yang biokompatibel dan mudah terasimilasi oleh mikroorganisme lingkungan menjadikan material ini lebih ramah lingkungan dibandingkan plastik konvensional berbahan dasar petroleum [17]. Integrasi antara struktur pati yang amorf dan kitosan mempercepat penetrasi air dan kolonisasi mikroba, sehingga mempercepat proses dekomposisi di dalam tanah [20].

3.4. Pengaruh Variasi Konsentrasi gliserol, sorbitol dan kitosan Terhadap Nilai Ketahanan Air Plastik *Biodegradable*

Pengujian daya serap air dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui tingkat kemampuan material dalam menyerap air, yang merupakan aspek penting dalam pembuatan bioplastik sebagai alternatif kemasan ramah lingkungan. Pada penelitian ini, uji ketahanan bioplastik terhadap air dilakukan menggunakan metode *swelling*, yaitu dengan mengukur jumlah air yang diserap oleh sampel. Lembaran bioplastik dipotong berukuran 2 x 2 cm, ditimbang untuk memperoleh berat awal, lalu direndam dalam air aquadest selama 4 menit.

Hasil pengujian ketahanan air menunjukkan bahwa setiap film bioplastik memiliki perbedaan antara berat awal dan berat akhirnya. Perbedaan ini disebabkan oleh variasi penggunaan bahan tambahan seperti kitosan, gliserol, dan sorbitol dengan konsentrasi yang berbeda-beda. Hasil uji ketahanan air film bioplastik dapat dilihat pada gambar 5.



Gambar 5. Grafik pengaruh konsentrasi kitosan dan gliserol, sorbitol terhadap nilai ketahanan air (%) plastik *biodegradable*

Berdasarkan visualisasi pada Gambar 5, nilai ketahanan air menunjukkan korelasi positif dengan peningkatan konsentrasi sorbitol pada matriks yang mengandung kitosan 2%. Kapasitas ketahanan air tertinggi tercatat sebesar 86,49% pada formulasi kitosan 4% dengan rasio *plasticizer* gliserol:sorbitol (0:20). Sebaliknya, nilai terendah sebesar 79,93% diperoleh pada variasi kitosan 2% dengan rasio (20:0). Fenomena ini mengindikasikan bahwa komposisi bahan penguat dan jenis agen pemlastis sangat memengaruhi sifat higroskopis material.

Sorbitol merupakan agen pemlastis yang memiliki gugus hidroksil (-OH) melimpah, sehingga bersifat sangat hidrofilik. Keberadaan gugus fungsi ini memfasilitasi pembentukan ikatan hidrogen dengan molekul air, yang secara makroskopis meningkatkan afinitas bioplastik terhadap kelembaban [15]. peningkatan fraksi volume sorbitol dalam matriks polimer akan meningkatkan kapasitas adsorpsi air karena sifat higroskopisitasnya yang tinggi sebagai *plasticizer* [21].

Di sisi lain, peningkatan konsentrasi kitosan justru memberikan efek hidrofobisitas pada bioplastik. Penurunan permeabilitas atau daya serap air ini disebabkan oleh karakteristik struktural kitosan yang memiliki derajat kristalinitas tinggi akibat ikatan hidrogen intra- dan antarmolekul yang kuat. Semakin tinggi kadar kitosan, maka struktur jaringan polimer

Vol. 14, No. (3): 2025, pp. 1 – 7
E-ISSN : 2623-141
ISSN : 1693-9050

menjadi lebih rapat, sehingga membatasi difusi molekul air ke dalam matriks bioplastik [22].

4. KESIMPULAN

Dari penelitian mengenai produksi bioplastik *biodegradable* berbahan dasar pati kulit pisang raja, dapat ditarik kesimpulan bahwa:

1. Komposisi kitosan optimal dalam menghasilkan kualitas bioplastik terbaik terdapat pada konsentrasi 4%, dengan nilai kuat tarik sebesar 1,788 MPa. Hal ini disebabkan oleh peningkatan jumlah kitosan yang cenderung meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik.
2. Hasil terbaik pada variasi gliserol, sorbitol sebagai *plasticizer* terdapat pada konsentrasi 0:20 dengan %elongasi sebesar 55%.
3. Plastik *Biodegradable* dengan hasil terbaik dan sesuai dengan SNI ISO 6588-1:2010. Adalah pada konsentrasi kitosan 2% dan variasi gliserol, sorbitol 0:20, nilai kuat tarik yang di dapat adalah 1,751 Mpa, nilai elongasinya sebesar 43%,

.

DAFTAR PUSTAKA

[1] U. B. Surono, "Berbagai Metode Konversi Sampah Plastik Menjadi Bahan Bakar Minyak," *Jurnal Teknik*, vol. 3, no. 1, 2013.

[2] Indonesia *Solid Waste Association* (InSWA), "Data Produksi Sampah Plastik Indonesia," diakses dari berbagai laporan publikasi lingkungan, 2018.

[3] S. R. Dwiari, dkk., *Teknologi Pangan*, Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan Sekolah Menengah Kejuruan, 2008.

[4] S. R. Dwiari, dkk., *Teknologi Pangan*, Jilid 2. Jakarta: Direktorat Pembinaan SMK, 2008.

[5] A. Basith, "Aplikasi Pati Kulit Pisang sebagai Bahan Baku Pembuatan Bioplastik," *Skripsi*, Universitas Islam Negeri, 2011.

[6] M. P. Stevens, *Kimia Polimer (Terjemahan)*. Jakarta: Pradnya Paramita, 2007. (Atau sumber spesifik lain jika merujuk pada penelitian lokal: Y. Darni, "Sintesis Bioplastik dari Pati Pisang dan Gelatin," *Jurnal Teknik Kimia*, 2008).

[7] R. Rukmana, *Usaha Tani Pisang*. Yogyakarta: Kanisius, 1999.

[8] Koni, T. N. I., Purbowati, E., & Sutrisno, C. I. (2013). Nutritive Value of Fermented Banana Peels (Musa paradisiaca) by Rhizopus oligosporus. *Journal of Livestock Science and Technology*, 3(1), 1-7.

[9] Supraptiah, E., Nyanyu, Z., Amin, J. M., & Idha, I. (2019). Analisa Vaccum Forming Cetakan Dari Bioplastik Pektin Kulit Pisang Kepok (Musa Paradisiaca Formatypica). *Indonesian Journal of Industrial Research*, *2*(2), 181-189.

[10] Arifin, S. (2017). Studi Pembuatan dan Karakteristik Bioplastik dari Pati Kulit Pisang Raja dengan Campuran Kitosan dan *Plasticizer*.

[11] Bourtoom, T. (2008). *Edible films and coatings: characteristics and properties*. International Food Research Journal.

[12] Afif, M., & Wijamukti, S. (2018). *Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Gliserol terhadap Sifat Mekanik Bioplastik Pati Ganyong*. .

[13] Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). *Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Pati Kulit Pisang Raja (Musa paradisiaca L. cv Raja) dengan Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol*. Jurnal Kimia Valensi.

[14] R. D. A. Putri, dkk.,. 2022. "Pengaruh Penambahan Kitosan terhadap Karakteristik Bioplastik Pati Umbi Garut," *Jurnal Teknologi Pangan dan Hasil Pertanian*.

[15] T. Bourtoom, "Plasticizer effect on the properties of *biodegradable* blend film from rice starch-chitosan," *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, vol. 30, no. 1, pp. 149-155, 2008. .

[16] W. Setiani, T. Sudiarti, dan L. Rahmidar, "Preparation and Characterization of Chitosan-Starch Based Edible Film," *Journal of Physics: Conference Series*, 2018.

[17] S. Aripin, dkk., "Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Biji Mangga dengan Penambahan Kitosan dan Epoxidized Waste Cooking Oil," *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2017.

[18] Darni, Y., & Utami, H. (2010), "Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik serta Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Pisang," *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*.

[19] Chandra, R., & Rustgi, R. (1998): "*Biodegradable* Polymers," *Progress in Polymer Science*.

[20] Tharanathan, R. N. (2003): "*Biodegradable* films and composite coatings: past, present and future," *Trends in Food Science & Technology*.

[21] Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013): "Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Pati Kulit Pisang Raja dengan Penambahan Kitosan dan Plasticizer Gliserol," *Jurnal Kimia Valensi*.

[22] Sugesti, R. U. (2019): "Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Bonggol Pisang dengan Filamen Kitosan," *Skripsi/Laporan Penelitian*.