



Characterization of Sodium Alginate and Chitosan Bioplastic with the Addition of Glycerol and Glutaraldehyde

Khafid Kholiq[□] dan Samuel Budi Wardhana Kusuma

Jurusan Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Negeri Semarang
Gedung D6 Kampus Sekaran Gunungpati Telp. (024)8508112 Semarang 50229

Info Artikel

Diterima: 02-05-2024

Disetujui: 22-05-2024

Dipublikasikan: 27-05-2024

Keywords:

Bioplastik

Alginat

Kitosan

Gliserol

Glutaraldehyd

Abstrak

Berdasarkan data dari Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS), Indonesia menjadi penyumbang sampah plastik terbesar di dunia. Upaya penanggulangan sampah plastik bisa dilakukan dengan pembuatan bioplastik. Bioplastik adalah plastik berbahan dasar biopolimer yang dapat terdegradasi dan dapat diperbaharui. Pada penelitian ini bioplastik dibuat menggunakan metode pencampuran bahan lalu dituangkan dalam wadah loyang. Bahan yang digunakan yaitu natrium alginat dan kitosan sebagai komponen utama penyusun bioplastik serta penambahan *plasticizer* berupa gliserol dan glutaraldehid sebagai *crosslinking*. Variasi polimer natrium alginat dan kitosan yang digunakan yaitu A(1:2); B(1:1); C(2:1) (b/b). Karakterisasi bioplastik yang diuji meliputi ketebalan, uji sifat mekanik, uji daya serap air, uji gugus fungsi menggunakan FTIR, uji morfologi menggunakan SEM, dan uji degradasi. Hasil uji ketebalan secara berturut-turut yaitu: bioplastik A sebesar 0,140 mm, bioplastik B sebesar 0,098 mm, dan bioplastik C sebesar 0,146 mm. Hasil uji sifat mekanik menunjukkan nilai kuat tarik, elastisitas, dan pemanjangan putus terbaik sebesar 1,72 MPa, 2,73 MPa, dan 63,66 % pada bioplastik C. Bioplastik A memiliki nilai ketahanan air tertinggi dengan daya serap air terendah sebesar 37,6%. Hasil analisis FTIR bioplastik menunjukkan adanya gugus O-H, N-H, dan C-O-O. Hasil uji morfologi pada permukaan komposit memperlihatkan jaringan ikatan silang membentuk struktur jembatan asetal. Pada bioplastik B mengalami degradasi tertinggi dengan pengurangan berat sebesar 91,34 %. Konsentrasi natrium alginat dan kitosan berpengaruh terhadap sifat fisik (ketebalan, ketahanan air, dan degradasi) serta sifat mekanik (kuat tarik dan pemanjangan putus). Bioplastik natrium alginat dan kitosan memiliki presentase penurunan berat yang lebih tinggi dibandingkan bioplastik komersial dengan presentase penurunan berat sebesar 14,58%

Abstract

Based on data from the Indonesian Plastic Industry Association (INAPLAS) and the Central Statistics Agency (BPS), Indonesia is the largest contributor of plastic waste in the world. Efforts to overcome plastic waste can be done by making bioplastics. Bioplastics are plastics made from biopolymers which can be degraded and can be renewed. In this research, bioplastics were made using a method of mixing the ingredients and then poured into a baking dish. The materials used are sodium alginate and chitosan as the main components of bioplastics and the addition of plasticizers in the form of glycerol and glutaraldehyde as crosslinking. The variations of sodium alginate and chitosan polymers used are A(1:2); B(1:1); C(2:1) (w/w). The bioplastic characteristics tested include thickness, mechanical properties test, water absorption test, functional group test using FTIR, morphology test using SEM, and degradation test. The consecutive thickness test results are: bioplastic A of 0.140 mm, bioplastic B of 0.098 mm, and bioplastic C of 0.146 mm. The mechanical properties test results show the best tensile strength, elasticity and elongation at break values of 1.72 MPa, 2.73 MPa and 63.66% for bioplastic C. Bioplastic A has the highest water resistance value with the lowest water absorption capacity of 37.6%. The results of FTIR analysis of bioplastics show the presence of O-H, N-H, and C-O-O groups. Morphological test results on the composite surface show that the cross-link network forms an acetal bridge structure. Bioplastic B experienced the highest degradation with a weight reduction of 91.34%. The concentration of sodium alginate and chitosan affects the physical properties (thickness, water resistance and degradation) as well as the mechanical properties (tensile strength and elongation at break). Sodium alginate and chitosan bioplastics have a higher weight reduction percentage than commercial bioplastics with a weight reduction percentage of 14.58%.

Pendahuluan

Bioplastik adalah plastik berbahan dasar biopolimer yang dapat terdegradasi dan dapat diperbaharui (Lailatin; *et al.*, 2011). Bioplastik sendiri dapat dibuat menggunakan limbah bahan organik seperti limbah tumbuhan, bahan pangan, dan hewan. Dengan adanya bioplastik menggunakan bahan organik dapat menjadi solusi untuk dapat menggantikan penggunaan plastik sintetis dengan bahan petrokimia yang sudah mulai langka. Pembuatan bioplastik dapat dilakukan menggunakan beberapa polimer seperti pati, selulosa, kitin/kitosan, protein, dan alginat dari alga coklat (Rahman, 2019).

Plasticizer digunakan sebagai bahan perekat yang dapat mempengaruhi kuat tarik (*tensile strenght*) bioplastik. Gliserol merupakan salah satu plasticizer yang dapat dipakai dalam pembuatan bioplastik. Gliserol berfungsi untuk meningkatkan kuat tarik (*tensile strenght*) yaitu dengan meningkatkan jarak antar molekul polimer serta dapat mengurangi derajat ikatan hidrogen. Menurut Saputra *et al* (2015) penggunaan gliserol yang semakin tinggi dapat menurunkan nilai kuat tarik (*tensile strenght*) sehingga membuat plastik lebih lentur dan elastis tetapi menjadikan bioplastik lebih mudah sobek. Penggunaan plasticizer dengan kadar yang tepat akan menghasilkan bioplastik yang lebih optimal baik dalam nilai *tensile elongation*, *tensile strength*, dan ketahanan air

Alginat merupakan polisakarida yang diekstraksi dari mikroorganisme seperti *azotobacter* dan *pseudomonas* atau dinding sel alga coklat (*phaeophyceae*), seperti *ascophyllum odosum*, *macrocytis pyrifera*, dan *ecklonia cava* (Parreidt *et al.*, 2018), atau rumput laut seperti *Sargassum sp.* dan *Turbinaria sp.* Polimer ini memiliki minat komersial yang besar karena potensinya untuk memproduksi film dan pelapis dengan fleksibilitas yang baik, kecerahan, kelarutan dalam air, kapasitas emulsifikasi, dan permeabilitas yang rendah terhadap minyak dan oksigen (Santos *et al.*, 2021). Natrium alginat juga memiliki potensi yang baik untuk digunakan sebagai bahan utama dari pembuatan bioplastik. Natrium alginat memiliki ikatan yang lemah antar molekulnya karena tersusun dari gugus hidroksil yang bermuatan negatif dan tersusun dari gugus hidroksil di sepanjang rantai polimernya. Bioplastik yang terbuat dari hidrokoloid natrium alginat memiliki jumlah gugus hidroksil (-OH) yang banyak dalam molekulnya, sehingga memiliki titik lemah dalam bioplastik yang dihasilkan yaitu ketahanan terhadap air yang buruk (Khotimah *et al.*, 2022).

Bioplastik dengan polimer alami memiliki sifat hidrofilik yang mana tidak memiliki ketahanan terhadap air. Penambahan bahan hidrofobik seperti selulosa, kitosan, dan protein berfungsi untuk mengatasi kelemahan bioplastik akan ketahanan air (Kamsiati *et al.*, 2017). Penambahan kitosan dalam bioplastik dapat meningkatkan sifat mekanik yang dimiliki (Nofiandi *et al.*, 2016). Keunggulan menggunakan kitosan yaitu mempunyai ketahanan yang tinggi terhadap enzim, *hydrophilicity*, *biocompatibility*, *degradability*. dan *antibacterial* (Pandu Lazuardi & Cahyaningrum, 2013) Kitosan merupakan varian protein kitin yang terdapat pada cangkang lobster, kepiting, udang, dan serangga. Kitosan mempunyai sifat yang baik dalam pembuatan plastik dan mempunyai sifat antibakteri. Kitosan juga mudah terurai secara hayati dan mudah dipadukan dengan bahan lain

Gliserol (C₃H₈O₃) atau gliserin merupakan senyawa alkohol polihidrat dengan tiga gugus hidroksil yang bersifat polar, manis, kental, tidak berbau dan tidak berwarna, mudah larut dalam air, mengurangi aktivitas air, dan meningkatkan kekentalan larutan (Prasetyo *el al.*, 2012; Wahyuni *et al.*, 2016). Gliserol mempunyai kemampuan untuk berikatan dengan uap air di udara sehingga plastik lebih mudah terurai.

Glutaraldehida adalah suatu senyawa organik dengan rumus molekul C₅H₈O₂/CH₂(CH₂CHO)₂ Purwatingingsih (2007) menemukan bahwa penambahan glutaraldehid menyebabkan terjadinya ikatan silang dan membuat matriks menjadi lebih padat. Asto (2015) menjelaskan bahwa penambahan NaOH (deasetilasi) dan glutaraldehid pada kitin mengakibatkan terjadinya ikatan silang antara gugus amina (NH₂) dengan glutaraldehid. Ikatan silang terjadi antara gugus aldehida glutaraldehid dan gugus amino bebas kitosan. Karena gugus aldehida sangat reaktif terhadap gugus amina kitosan, selama reaksi gugus aldehida berikatan kovalen dengan gugus amina dan mengikat polimer kitosan.

Metode

Alat Penelitian

Alat penelitian yang digunakan dalam penelitian ini adalah gelas ukur 25 mL, gelas ukur 50 mL, gelas ukur 100 mL, gelas ukur 250 mL, erlenmeyer 250 mL, erlenmeyer 100 mL, erlenmeyer 500 mL, teflon 18 cm, oven, ayakan 100 mesh, beaker glass 500 mL, beaker glass 250 mL, magnetic stirrer, neraca analitik, mikrometer skrup, dan spatula.

Instrument yang digunakan adalah alat uji kuat tarik yaitu Multimeter Brookfield CT3, uji spektrofotometer FTIR (Fourier Transform Infrared) Merk Perkin Elmer UATR Spectrum Two, dan uji SEM (Scanning Electron Microscopy) Merk JEOL tipe JSM-6010LA.

Bahan Penelitian

Bahan yang akan digunakan dalam penelitian ini adalah natrium alginat diperoleh dari Kimia Jaya Labora, Cilacap; gliserol diperoleh dari Multi Kimia Jaya, Semarang; kitosan diperoleh dari Phy Edumedia, Malang; glutaraldehid diperoleh dari Nitra Kimia, Bantul; aquades, asam asetat, gula merah, dan bakteri

EM4. Film alginat dibuat menggunakan teknik pencampuran (Oliveira Filho et al., 2019). Natrium alginat sebanyak 1 g dilarutkan dalam 100 mL aquadest dengan kecepatan pengadukan 1000 rpm menggunakan magnetit stirrer selama 1 jam pada suhu 65°C. Larutkan 1 g kitosan dalam 100 mL asam asetat 2 mL, aduk hingga homogen dalam suhu 65°C, larutan ditambahkan kitosan. Kemudian ditambahkan 2 mL gliserol dan glutaraldehid sebanyak 1,5 mL dengan ditambahkan tetes demi tetes, lakukan pengadukan hingga homogen. Wadah loyang ($\varnothing = 18$ cm) diisi dengan larutan dan dikeringkan dalam oven pada suhu 65°C selama 18 jam. Prosedur pembuatan bioplastik 1:1 (A) diulangi dengan rasio alginat dan kitosan 1:2 (B) dan 2:1 (C).

Tabel 1. Komposisi Bahan Bioplastik

Sampel	Rasio Perbandingan		Gliserol (mL)	Glutaradehida (mL)	Aquadest (mL)
	Alginat (g)	Kitosan (g)			
A	1	1	2	1,5	100
B	2	1	2	1,5	100
C	1	2	2	1,5	100

Hasil dan Pembahasan

Analisis Sifat Kuat Tarik (*Tensile-Strength*)

Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat dicapai lembaran bioplastik hingga terputus (Adil et al. 2020). Pengujian kekuatan tarik melibatkan penarikan suatu material untuk melihat bagaimana responsnya terhadap gaya tarikan dan mengetahui seberapa jauh material tersebut dapat meregang, untuk mengetahui kekuatan bioplastik harus dilakukan uji kekuatan tarik. Pengukuran nilai kuat tarik dilakukan dengan metode triplo di mana tiap sampel bioplastik diukur sebanyak tiga kali. Hasil kuat tarik dari bioplastik natrium alginat dan kitosan dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Hasil Uji Mekanik Bioplastik

No	Sampel	Kuat Tarik	Rata-rata
		(MPa)	
1	A	1,31	1,225
		1,14	
2	B	0,36	0,385
		0,41	
3	C	1,70	1,835
		1,97	

Perlakuan sampel B dengan nilai rata-rata 0,385 MPa menunjukkan nilai kuat tarik paling rendah di antara semua rasio, hal ini dikarenakan sedikitnya ikatan hidrogen yang terbentuk di dalamnya. Pada perlakuan sampel C dengan nilai rata-rata 1,835 MPa menunjukkan nilai kuat tarik paling tinggi. Semakin tinggi konsentrasi alginat yang digunakan maka semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk pada alginat sehingga dapat meningkatkan kekuatan tarik bioplastik. Hal ini menjadikan ikatan kimia menjadi lebih kuat dan membutuhkan lebih banyak energi untuk meregangkan film (Langit et al., 2019). Nilai kuat tarik pada penelitian ini lebih tinggi dibanding bioplastik yang dibuat dengan alginat dan gliserol dengan kuat tarik sebesar 0,84 MPa (Langit et al., 2019). Adapun penelitian oleh Widyanugraha (2016) dengan menggunakan bioplastik alginat dan gliserol menghasilkan kuat tarik sebesar 1,29 MPa.

Analisis Pemanjangan Putus (*Elongation Tester*)

Pemanjangan (*Elongation*) merupakan perubahan panjang maksimum pada saat terjadi peregangan hingga sampel film terputus. Semakin besar nilai pemanjangan putus semakin baik bioplastik yang dihasilkan karena lebih elastis dan tidak mudah putus (Nisah, 2018). Pengaruh variasi natrium alginat dan kitosan terhadap pemanjangan putus ditunjukkan pada Tabel 3.

Tabel 3. Hasil Uji Pemanjangan Putus

No	Sampel	Pemanjangan Putus (%)	Rata-rata (%)
1	A	58	66,6
		75,2	
2	B	29,6	30,0
		30,4	
3	C	60,8	58,0
		55,2	

Presentase pemanjangan berbanding terbalik dengan kuat tarik. Semakin banyak rasio kitosan yang ditambahkan, maka pemanjangan akan menurun dan kuat tarik akan meningkat (Coniwanti *et al.*, 2014). Berdasarkan hasil uji pemanjangan pada Tabel 3 perlakuan sampel C mengalami penurunan presentase pemanjangan apabila dibandingkan dengan perlakuan sampel A yang memiliki nilai rata-rata sebesar 66,6%, tapi lebih tinggi dibandingkan perlakuan sampel B dengan presentase pemanjangan paling rendah yaitu 30,0%. Semakin tinggi rasio polimer yang dipakai maka semakin tinggi kuat tarik yang dihasilkan dan semakin tinggi nilai kuat tarik film maka nilai pemanjangannya akan semakin rendah (Fadilah *et al.*, 2020). Pada perlakuan sampel A dan C dengan penambahan jumlah polimer yang dipakai mengalami peningkatan kuat tarik dan pemanjangan.

Menurut Japanese Industrial Standard (1975) presentase pemanjangan putus di bawah 10% merupakan hasil yang buruk, sedangkan presentase di atas 50% merupakan hasil yang baik (Unsa & Paramastri, 2018). Hasil pemanjangan putus bioplastik natrium alginat dan kitosan memenuhi standar dengan hasil pemanjangan putus terbaik terdapat pada sampel A dengan hasil pemanjangan putus sebesar 66,6%. Hasil dari pemanjangan putus ini bisa didapatkan dikarenakan pada tiap rasio telah diberikan gliserol yang dapat meningkatkan keelastisan bioplastik.

Analisis Sifat Elastisitas (*Modulus Young*)

Uji elastisitas dilakukan untuk mengetahui kekakuan bioplastik. Elastisitas didapatkan dari perbandingan kuat tarik terhadap pemanjangan putus (Unsa & Paramastri, 2018). Uji elastisitas dihitung dengan membagi hasil kuat tarik dengan hasil pemanjangan putus. Pengaruh variasi natrium alginat dan kitosan terhadap hasil elastisitas ditunjukkan pada Tabel 4.

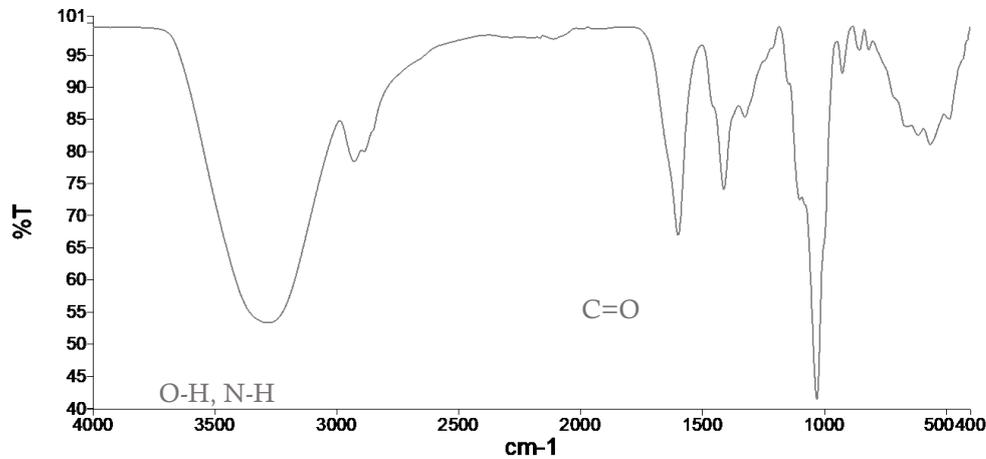
Tabel 4. Hasil Uji Elastisitas.

No	Sampel	Kuat Tarik	Pemanjangan putus	Elastisitas (MPa)
1	A	1,225	66,6	1,84
2	B	0,385	30,0	1,28
3	C	1,835	58,0	3,16

Berdasarkan Tabel 4 menunjukkan hasil uji elastisitas tertinggi pada sampel C dengan nilai elastisitas sebesar 3,16 MPa, sedangkan nilai elastisitas terendah di tunjukan pada sampel B dengan nilai elastisitas sebesar 1,28 MPa. Hasil tersebut dapat terlihat dari nilai *modulus young* yang dipengaruhi oleh nilai kuat tarik, dan semakin besar nilai kuat tarik maka semakin besar pula nilai *modulus young* (Hayati & Lazulva, 2018). Nilai elastisitas bioplastik juga dipengaruhi oleh jenis bahan baku yang digunakan. Nilai elastisitas pada penelitian ini lebih tinggi dibanding bioplastik yang dibuat dari kombinasi pati sukun dan kitosan dengan elastisitas 2,73 MPa (Setiani *et al.*, 2013), bioplastik dengan bahan baku pati sorgum dan selulosa memiliki nilai elastisitas lebih kecil lagi yaitu 0,047 MPa (Darni *et al.*, 2014).

Analisis Spektrofotometer FTIR (*Fourier Transform Infra Red*)

Uji gugus fungsi digunakan untuk mengidentifikasi gugus fungsi bahan penyusun yang terkandung dalam bioplastik dan sampel bioplastik. Bioplastik yang di uji gugus fungsinya yaitu sampel C. Karakterisasi FTIR dari bahan penyusun bioplastik dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1 Hasil Uji FT-IR Bioplastik C

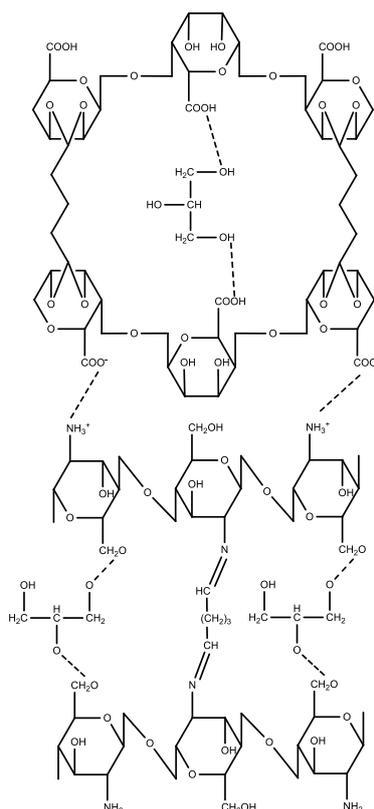
Adapun daerah absorbansi gugus fungsi bahan penyusun bioplastik dan hasil jadi bioplastik ditunjukkan pada Tabel 5.

Tabel 5. Daerah Absorbansi Gugus Fungsi Bahan Penyusun Bioplastik C.

Jenis Ikatan	Bioplastik C
O-H stretch	3726
N-H stretch	3300-3400
C=O stretch (Karboksil)	1599
C=O stretch (Amida)	-
C-H bending	1324
C=N stretch	-

Merujuk pada penelitian yang dilakukan oleh Milla & Indrani (2016) pada Tabel 5 merupakan daerah absorbansi hasil FTIR alginat dan kitosan didapatkan beberapa bilangan gelombang. Bilangan gelombang 3547 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus hidroksil (O-H), selanjutnya bilangan gelombang 1616 cm^{-1} merujuk pada gugus karbonil (C=O). Bilangan gelombang pada puncak 1411 cm^{-1} menunjukkan adanya gugus karboksil (COOH). Kitosan menghasilkan spektrum FTIR dengan beberapa bilangan gelombang yang dapat dilihat pada Tabel 5 daerah absorbansi kitosan yang dapat diketahui dengan adanya bilangan gelombang pada daerah $3000\text{-}3500\text{ cm}^{-1}$ yang dapat terjadi akibat adanya gugus -NH₂. Bilangan gelombang pada puncak 3356 cm^{-1} merupakan gugus hidroksil (O-H), selanjutnya bilangan gelombang pada puncak 1665 cm^{-1} merupakan gugus amida I (C=O). Bilangan gelombang 1588 cm^{-1} merujuk pada amida II (C=N). Bilangan gelombang 1376 cm^{-1} menunjukkan gugus CH₂ dan pada bilangan gelombang 1020 cm^{-1} merujuk pada gugus C-O-C. Spektrum FT-IR (Gbr 1) merupakan spektrum campuran yang dapat diketahui dengan adanya pita pada daerah $3300\text{-}3400\text{ cm}^{-1}$ yang menunjukkan adanya sedikit variasi getaran N-H dan O-H yang mungkin disebabkan pencampuran kitosan dengan polimer alginat. Puncak pita serapan pada daerah 1599 cm^{-1} akibat adanya vibrasi regangan gugus COO- yang menunjukkan terbentuknya komposit kitosan-alginat (Badita et al., 2020).

Adapun perkiraan reaksi bioplastik antara natrium alginat, kitosan, gliserol, dan glutaraldehid pada Gambar 4.2.

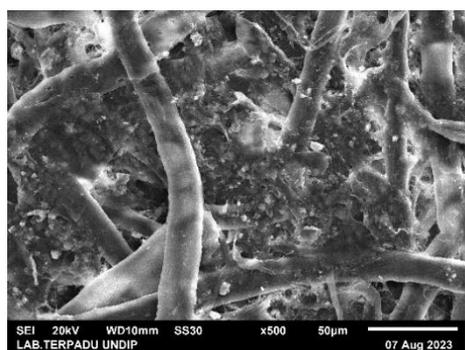


Gambar 2. Perkiraan Interaksi Struktur Natrium Alginat, Kitosan, Gliserol, dan Glutaraldehid (Sumber Gambar: Hamedi et al., 2019; Gonçalves et al., 2005)

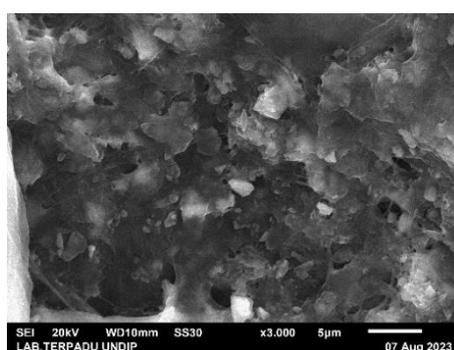
Hasil perkiraan interaksi antara alginat, kitosan, gliserol, dan glutaraldehid dapat terjadi karena reaksi peptida antara asam karboksilat yang dimiliki oleh alginat dan amina yang dimiliki oleh kitosan. Ikatan peptida dibentuk dari gabungan antara gugus amino dari satu asam amino dengan gugus karboksil, reaksinya terjadi melalui pembentukan ikatan amida dan pelepasan air (Susanti & Fibriana, 2017).

Analisis Morfologi Menggunakan SEM

SEM (*Scanning Electron Microscopy*) digunakan untuk mengetahui gambaran morfologi permukaan sampel bioplastik. Bioplastik yang di uji yaitu sampel C. Karakterisasi SEM dari bahan penyusun bioplastik dapat dilihat pada Gambar 3.



(a) 500x



(b) 1000x

Gambar 3. Hasil Uji SEM Bioplastik C (a) perbesaran 500x, (b) perbesaran 1000x

Pemindaian mikroskop elektron mengungkapkan morfologi permukaan material bioplastik natrium alginat dan kitosan dengan pembesaran 500x dan 3000x. Berdasarkan mikrograf terlihat bahwa bioplastik hasil sintesis menunjukkan permukaan yang kaku dan kasar. Pada bioplastik alginat dan kitosan tampak adanya butiran-butiran alginat atau kitosan yang belum larut sempurna (Khotimah et al., 2022).

Analisis Ketebalan Bioplastik

Nilai ketebalan film pada berbagai komposisi bahan penyusun bioplastik masih tergolong baik karena di bawah standar maksimal ketebalan film. Menurut *Japanese Industrial Standard* (1975) maksimal ketebalan film yaitu 0,25 (Ariska & Suyatno, 2015). Ketebalan film yang berbeda dapat disebabkan oleh beberapa faktor, yaitu perbedaan volume dan massa bahan penyusun film yang dituangkan, serta suhu pengeringan. Sifat dari kuat tarik (*Tensile strength*) dan pemanjangan putus (*Elongation at break*) dapat dipengaruhi oleh ketebalan suatu film (Nisah, 2018). Hasil uji ketebalan menunjukkan bahwa penambahan rasio membuat ketebalan bioplastik semakin bertambah. Penambahan konsentrasi rasio menambah jumlah padatan terlarut dalam bioplastik sehingga terjadi peningkatan volume pada bioplastik. Peningkatan jumlah massa terlarut pada bioplastik akan menyebabkan bertambahnya ketebalan bioplastik (Wahyuningtyas et al., 2019). Nilai ketebalan bioplastik yang dihasilkan yaitu sekitar 0,098mm sampai 0,146 mm. Nilai ketebalan bioplastik tersebut tidak terlalu tinggi dan tidak terlalu rendah sehingga efektif digunakan untuk menghambat laju uap air.

Analisis Daya Serap Air

Uji ketahanan air merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bioplastik terhadap air. Film yang telah dibuat diharapkan dapat menyerap sedikit air atau daya serap bioplastik tersebut rendah. Bahan penyusun bioplastik dapat mempengaruhi sifat ini (Natalia dan Muryeti, 2020). Pengaruh variasi natrium alginat dan kitosan terhadap hasil uji daya serap air ditunjukkan pada Tabel 6.

Tabel 6. Hasil Uji Daya Serap Air

No	Sampel	Wo	W1	Penyerapan Air (%)
1	A	0,0959	0,1538	37,6%
2	B	0,0991	0,2019	50,9%
3	C	0,0925	0,1971	53,1%

Berdasarkan Tabel 6 hasil pengujian daya serap air pada perlakuan sampel A didapatkan nilai sebesar 37,6%. Pada perlakuan sampel B dan C berturut-turut sebesar 50,9% dan 53,1%, hal ini menunjukkan terjadi kenaikan daya serap air. Jumlah air yang diserap semakin meningkat seiring bertambahnya polimer alginat yang ditambahkan menunjukkan sifat bioplastik adalah hidrofilik. Nilai optimal dalam daya serap air adalah sampel A dengan nilai sebesar 37,6%.

Penambahan jumlah kitosan pada bioplastik menyebabkan daya serap air bioplastik semakin mengecil dikarenakan sifat kitosan yang hidrofobik. Semakin besar jumlah konsentrasi kitosan yang ditambahkan maka nilai presentase ketahanan airnya semakin kecil yang berarti sifat fisik bioplastik akan semakin membaik (Kamsiati et al., 2017). Bioplastik yang dibuat dengan komposisi plasticizer gliserol yang lebih banyak memiliki ketahanan air yang lebih kecil. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Purnavita et al (2020), bioplastik tanpa penambahan gliserol memiliki ketahanan air yang paling tinggi dan penambahan gliserol sebesar 10 mL memiliki ketahanan air paling rendah. Penurunan ini disebabkan karena semakin banyak gliserol yang ditambahkan ke dalam campuran plastik maka semakin banyak pula gliserol yang berikatan silang dengan gugus O-H yang terdapat pada plastik kitosan-glutaraldehid (Rudyardjo, 2014).

Uji Biodegradasi Bioplastik

Uji Biodegradabilitas dilakukan untuk memperkirakan waktu terurainya bioplastik di lingkungan. Pengujian bioplastik dilakukan dengan merendam sampel bioplastik dalam *Effective Microorganism 4* (EM4). Pengujian biodegradabilitas dilakukan dengan menghitung laju penurunan berat bioplastik. Penurunan berat bioplastik merupakan ukuran degradasi yang sedang berlangsung. Biodegradasi bioplastik ditandai dengan meningkatnya penurunan berat bioplastik. Presentase penurunan berat bioplastik natrium alginat dan kitosan dapat dilihat pada Tabel 7.

Tabel 7. Hasil Uji Biodegradasi Bioplastik

No	Rasio Sampel	Kehilangan Massa (%)
1	A	58,08
2	B	91,34
3	C	32,84

Berdasarkan hasil perhitungan presentase penurunan berat bioplastik natrium alginat dan kitosan menunjukkan bahwa terdapat perbedaan presentase penurunan berat pada tiap rasio natrium alginat dan kitosan. Bioplastik sampel B memiliki penurunan berat tertinggi dengan presentase penurunan sebesar 91,34% dan memiliki perubahan fisik di mana bioplastik terlihat seperti larut dan hampir habis. Pada sampel A memiliki penurunan berat dengan presentase sebesar 58,08% dan memiliki perubahan fisik berupa penyusutan ukuran menjadi lebih kecil dan bioplastik cenderung lembek. Bioplastik sampel C pada awalnya mengalami peningkatan berat sebanyak 20,3% yang disebabkan oleh larutan EM4 yang terserap oleh bioplastik sehingga bioplastik tidak mengalami penurunan berat, perubahan fisik yang terjadi bioplastik menjadi menggelembung dan sangat kenyal, bioplastik terasa lembek dan mudah hancur. Setelah menunggu beberapa hari sampel B mulai menyusut dan didapatkan pengurangan berat dengan presentase sebesar 32,84%. Sampel C memiliki jumlah natrium alginat yang lebih banyak, alginat merupakan polimer alami yang bersifat hidrofilik sehingga mudah menyerap air sehingga mudah terdegradasi. Penelitian dengan bioplastik alginat memiliki presentase penurunan berat yang lebih besar dibandingkan dengan bioplastik komersial. Biodegradasi juga dilakukan untuk sampel komersial menggunakan bungkus sosis dengan nilai degradasi sebesar 14,58% (Farah, 2021). Bioplastik yang mudah berinteraksi dengan air dan mikroorganisme merupakan bioplastik yang mudah untuk terurai (Hidayati *et al.*, 2015). Penelitian yang dilakukan oleh Langit *et al.*, (2019) dengan bioplastik alginat dan pemlastis gliserol mendapatkan hasil degradasi berkisar antara 40,21 – 75,27%.

Simpulan

1. Bioplastik C mempunyai karakteristik yang cukup baik. Konsentrasi alginat dan kitosan berpengaruh terhadap sifat fisik (ketebalan, ketahanan air, dan degradasi) serta sifat mekanik (kuat tarik dan pemanjangan putus). Rasio natrium alginat dan kitosan menunjukkan karakteristik fisik dan mekanik bioplastik terbaik adalah 2:1 yang memiliki kuat tarik sebesar 1,72 MPa, elastisitas sebesar 2,73 MPa, dan pemanjangan putus sebesar 63,66%.
2. Bioplastik A terdegradasi paling tinggi dengan nilai sebesar 91,34%. Bioplastik natrium alginat dan kitosan memiliki presentase penurunan berat yang lebih tinggi dibandingkan bioplastik komersial dengan presentase penurunan berat sebesar 14,58%.

Daftar Pustaka

- Ariska, R. E., & Suyatno. (2015). Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film Dari Pati Bonggol Pisang dan Karagenan Dengan Plasticizer Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, 34–40.
- Badita, C. R., Aranghel, D., Burducea, C., & Mereuta, P. (2020). Characterization of sodium alginate based films. *Romanian Journal of Physics*, 65(1–2), 1–8.
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemlastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 20(4), 22–30.
- Darni, Y., Sitorus, T. M., & Hanif, M. (2014). *Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik Thermoplastic Processing of Sorghum and Cellulose to Produce Bioplastics*. 10(2), 55–62.
- Fadilah, R., Sari, R., & Sukainah, A. (2020). *Jurnal Pendidikan Teknologi Pertanian. Pendidikan Teknologi Pertanian*, 6(1), 75–88.
- Farah, S. (2021). *Karakteristik Bioplastik Dari Alginat Padina sp. Dengan Pemlastis Gliserol*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah.
- Gonçalves, V. L., Laranjeira, M. C. M., & Fávere, V. T. (2005). Effect of Crosslinking Agents on Chitosan Microspheres in Controlled Release of Diclofenac Sodium. *Polímeros: Ciência e Tecnologia*, 15, 6–12.
- Hamedi, H., Moradi, S., Tonelli, A. E., & Hudson, S. M. (2019). Preparation and Characterization of Chitosan – Alginate Polyelectrolyte Complexes Loaded with Antibacterial Thyme Oil Nanoemulsions. *Applied Sciences*, 9. <https://doi.org/10.3390/app9183933>

- Hayati, N., & Lazulva. (2018). Preparing of Cornstarch (*Zea mays*) Bioplastic Using ZnO Metal. *Indonesian Journal of Chemical Science and Technology Received*, 01(1), 23–30.
- Hidayati, S., Zuidar, A. S., & Ardiani, A. (2015). Potensi Hidroaplikasi Sorbitol Pada Produksi Biodegradable Film Dari Nata De Cassava. *Reaktor*, 15(3), 196–204.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian*, 36(2), 67–76. <https://doi.org/10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76>
- Khotimah, K., Ridlo, A., & Suryono, C. A. (2022). Sifat Fisik dan Mekanik Bioplastik Komposit dari Alginat dan Karagenan. *Journal of Marine Research*, 11(3), 409–419. <https://doi.org/10.14710/jmr.v11i3.33865>
- Lailatin, W., Jazimah Iswarin, S., & Nuriyah, W. (2011). Karakteristik Sifat Mekanik Bioplastik dari Pati Ubi Kayu Dengan Pemlastis Gliserol dan Sorbitol. *Natural B*, 1(Vol 1, No 1 (2011)), 21–26.
- Langit, N. T. P., Ridlo, A., & Subagiyo, S. (2019). Pengaruh Konsentrasi Alginat Dengan Gliserol Sebagai Plasticizer Terhadap Sifat Fisik Dan Mekanik Bioplastik. *Journal of Marine Research*, 8(3), 314–321. <https://doi.org/10.14710/jmr.v8i3.25256>
- Milla, L. El, & Indrani, D. J. (2016). Hidroksiapatit , alginat dan kitosan sebagai bahan scaffold tulang : studi spektroskopi. *Dentika Dental Journal*, 19(2), 93–97.
- Natalia, E. V., & Muryeti. (2020). Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Biji Nangka. *Jurnal Printing and Packaging Technology*, 1(1), 57–68. <https://doi.org/10.34128/jtai.v6i1.83>
- Nisah, K. (2018). Study Pengaruh Kandungan Amilosa Dan Amilopektin Umbi-Umbian Terhadap Karakteristik Fisik Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Gliserol. *BIOTIK: Jurnal Ilmiah Biologi Teknologi Dan Kependidikan*, 5(2), 106–113. <https://doi.org/10.22373/biotik.v5i2.3018>
- Nofiandi, D., Ningsih, W., & Putri, A. S. L. (2016). Pembuatan dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Polivinil Alkohol dengan Propilenglikol sebagai Plasticizer. *Jurnal Katalisator*, 1(2), 1–12. <https://doi.org/10.22216/jk.v1i2.1113>
- Pandu Lazuardi, G., & Cahyaningrum, S. E. (2013). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Kitosan dan Pati Singkong Dengan Plasticizer Gliserol. *UNESA Journal of Chemistry*, 2(3), 161–166.
- Parreidt, T. S., Müller, K., & Schmid, M. (2018). Alginate-based edible films and coatings for food packaging applications. *Foods*, 7(10), 1–38. <https://doi.org/10.3390/foods7100170>
- Rahman, R. (2019). Bioplastics for Food Packaging: A Review. *International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences*, 8(03), 2311–2321. <https://doi.org/10.20546/ijcmas.2019.803.274>
- Santos, L. G., Silva, G. F. A., Gomes, B. M., & Martins, V. G. (2021). A novel sodium alginate active films functionalized with purple onion peel extract (*Allium cepa*). *Biocatalysis and Agricultural Biotechnology*, 35(April). <https://doi.org/10.1016/j.bcab.2021.102096>
- Saputra, A., Lutfi, M., & Masruroh, . (2015). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Ubi Suweg (*Amorphophallus campanulatus*). *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis Dan Biosistem*, 3(1), 1–6. <https://jkptb.ub.ac.id/index.php/jkptb/article/view/240>
- Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). Preparasi Dan Karakterisasi Edible Film Dari Poliblend Pati. *Valensi*, 3(2), 100–109.
- Susanti, R., & Fibriana, F. (2017). Teknologi Enzim. In *Andi Offset* (Vol. 2).
- Unsa, L. K., & Paramastri, G. A. (2018). *Kajian jenis plasticizer campuran gliserol dan sorbitol terhadap sintesis dan karakterisasi edible film pati bonggol pisang sebagai pengemas buah apel*. 10(1), 35–47.
- Wahyuningtyas, D., Sukawati, P. D., & Al Fitria, N. M. (2019). Optimasi Pembuatan Plastik Biodegradable dari Pati Kulit Singkong dengan Penambahan Asam Sitrat Sebagai Crosslinking Agent. *Seminar Nasional Teknik Kimia Kejuangan*, 0(0), 6. <http://jurnal.upnyk.ac.id/index.php/kejuangan/article/view/2864>
- Widyanugraha, A. D. (2016). *Pembuatan Dan Karakterisasi Bioplastik Alginat Dari Rumpun Laut Sargassum Sp.*