



## Optimasi Sifat Mekanik Komposit Bioplastik dari Selulosa Ampas Sagu dan Kitosan Cangkang Kepiting

*(Optimization of Mechanical Properties of Bioplastic Composite from Sago Pulp Cellulose and Crab Shell Chitosan)*

Halimahtussaddiyah Ritonga\*, Mashuni Mashuni, Wa Hardima

<sup>a</sup>Program Studi Kimia, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Halu Oleo Kampus Hijau Bumi Tridharma Andounohu, Kambu Kota Kendari, Sulawesi Tenggara, 93232, Indonesia

\*Corresponding author: [halimah.ritonga@uho.ac.id](mailto:halimah.ritonga@uho.ac.id)

DOI: 10.20961/alchemy.20.2.85193.190-197

Received 5 March 2024, Revised 21 May 2024, Accepted 4 July 2024, Published 30 September 2024.

### Kata kunci:

bioplastik;  
biodegradabilitas;  
kitosan;  
selulosa.

**ABSTRAK.** Studi awal perlu dilakukan dalam mempelajari sifat mekanik komposit suatu bioplastik. Hal ini dilakukan agar diperoleh bioplastik yang dapat disesuaikan dengan pemanfaatannya secara tepat. Kemampuan terdegradasinya juga perlu dipelajari agar pemanfaatannya tidak merusak lingkungan. Penelitian untuk mengetahui pengaruh komposisi selulosa-kitosan terhadap sifat mekanik bioplastik, morfologi dan sifat biodegradabilitas. Pada penelitian ini bioplastik berbahan dasar limbah ampas sago. Kitosan diperoleh dari isolasi limbah cangkang kepiting menggunakan metode *microwave*. Pembuatan bioplastik menggunakan metode *blending* dengan variasi perbandingan selulosa-kitosan 3:1, 4:1, dan 5:1 (b/b). Analisis *Fourier Transform Infrared* (FTIR) menunjukkan adanya gugus OH, CH, dan NH pada film. Hasil *Scanning Electron Microscope* (SEM) menunjukkan permukaan yang tidak rata dan adanya aglomerasi. Uji ketahanan air yang diperoleh berturut turut 131; 110,5; dan 92,68%. Bioplastik dengan daya serap air paling rendah terdapat pada variasi 5:1 yaitu sebesar 92,68%. Uji sifat mekanik menunjukkan penambahan berat selulosa dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan *modulus young*, tetapi menurunkan nilai elongasi. Nilai kuat tarik terbaik terdapat pada perbandingan selulosa-kitosan 5:1 sebesar 1,48 MPa. Nilai elongasi terbaik terdapat pada komposisi 4:1 sebesar 13,36% dan nilai *modulus young* terbaik terdapat pada komposisi 5:1 sebesar 12,62 MPa. Uji biodegradabilitas menunjukkan persentase pengurangan bioplastik terbesar setelah 28 hari penguburan yaitu 85% (3:1).

### Keywords:

bioplastic;  
biodegradable;  
chitosan;  
cellulose.

**ABSTRACT.** Preliminary studies are necessary to study the mechanical properties of bioplastic to obtain bioplastics that can be adjusted to their proper use. The degradable ability also needs to be examined so that its utilization does not damage the environment. This study investigated how cellulose and chitosan composition affects these bioplastics' mechanical, morphological, and biodegradable properties. Cellulose-based bioplastics were isolated from sago pulp waste, while chitosan was extracted from crab shell waste using the microwave method. The bioplastics were produced through a blending process with different cellulose-chitosan ratios of 3:1, 4:1, and 5:1 (w/w). FTIR analysis revealed the presence of OH, CH, and NH groups in the bioplastic film. SEM results showed an uneven surface and agglomeration in the bioplastic. Water resistance tests yielded 131, 110.5, and 92.68% absorption capacities for the respective ratios, with the lowest absorption seen in the 5:1 variation. Mechanical tests demonstrated that increasing cellulose content improved tensile strength and Young's modulus but reduced elongation. The highest tensile strength (1.48 MPa) was achieved with a 5:1 cellulose-chitosan ratio. The best elongation (13.36%) was observed in the 4:1 composition, and the highest Young's modulus (12.62 MPa) was found in the 5:1 composition. The biodegradability test showed the most significant percentage of bioplastic reduction after 28 days of burial, which was 85% (3:1).

## PENDAHULUAN

Masalah sampah merupakan salah satu kasus yang masih sulit untuk ditangani oleh berbagai negara di dunia tidak terkecuali di Indonesia. Pertambahan jumlah penduduk yang terus meningkat juga mengiringi peningkatan produksi sampah yang ada. Komposisi sampah yang dihasilkan dari aktivitas manusia adalah 60% sampah organik, 14% sampah plastik, 9% sampah kertas, 4,3% logam, kaca, dan kayu, serta 12,7% sampah jenis lainnya. Sampah plastik menduduki posisi terbanyak kedua setelah sampah organik yaitu sebesar 14% (Haerani *et al.*, 2019).

**Cite this as:** Ritonga, H., Mashuni, M., and Hardima, W., 2024. Optimasi Sifat Mekanik Komposit Bioplastik dari Selulosa Ampas Sagu dan Kitosan Cangkang Kepiting. *ALCHEMY Jurnal Penelitian Kimia*, 20(2), 190–197. <https://dx.doi.org/10.20961/alchemy.20.2.85193.190-197>.

Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), pada tahun 2020 rata-rata masyarakat Indonesia menyumbang 2,1 kg sampah plastik per hari. Setidaknya, sebanyak 15% dari 800 g sampah yang dihasilkan setiap hari merupakan sampah plastik (Rahmawati, 2012). Sampah plastik merupakan salah satu jenis sampah yang sulit diurai oleh organisme pengurai (Saputro and Ovita, 2017). Hal ini disebabkan oleh bakteri dan mikroba yang tidak memproduksi enzim pendegradasi polimer berbahan dasar minyak bumi. Hal tersebut menyebabkan limbah plastik terus menumpuk hingga jumlahnya melebihi batas normal dan sulit untuk ditanggulangi. Limbah plastik yang terus menumpuk hingga ke skala yang besar dapat menimbulkan masalah pencemaran lingkungan yang serius karena plastik membutuhkan waktu yang sangat lama untuk dapat terurai. Partikel-partikel plastik yang terurai secara perlahan dapat mencemari tanah dan air tanah. Di sisi lain, asap yang dihasilkan dari pembakaran sampah plastik dapat bersifat toksik bagi lingkungan karena mengandung dioksin yang dapat memicu kanker dan gangguan saraf.

Berdasarkan hal tersebut, peneliti terus berupaya untuk menghasilkan suatu jenis plastik yang ramah bagi lingkungan salah satunya dengan mengembangkan bioplastik. Bioplastik merupakan salah satu jenis plastik ramah lingkungan berbahan dasar material alami yang bersifat *renewable* (dapat diperbarui), seperti minyak nabati, berbagai jenis tepung (tepung kentang, tepung jagung, tepung biji nangka, tepung beras, tepung tapioka dan gluten gandum), selulosa, maupun *polyhydroxy acid* (PHA) dan *polylactic acid* (PLA) (Maryuni and Septiani, 2019).

Ampas sagu merupakan masalah satu limbah bahan lignin selulosa yang sebagian besar tersusun atas selulosa, hemiselulosa, dan lignin (Polii, 2016). Selulosa tergolong ke dalam jenis biopolimer yang diperoleh dari hasil-hasil pertanian. Polimer hasil pertanian umumnya memiliki sifat termoplastik sehingga berpotensi untuk dibentuk atau dicetak menjadi film kemasan. Keunggulan dari biopolimer ini adalah sifatnya ketersediaannya yang melimpah dan *biodegradable* (mudah teredegradasi). Menurut Pratiwi *et al.* (2016), selulosa memiliki potensi yang baik sebagai bahan bioplastik. Namun, pembuatan bioplastik dengan karakteristik mekanik yang baik memerlukan pengisi atau *filler*, seperti kitosan. Kitosan memiliki berbagai keunggulan antara lain mudah dibentuk menjadi plastik dan sifat antimikroba yang dimilikinya. Selain itu, kitosan juga *biodegradable* serta mudah dikombinasikan dengan material lain (Nafiyanto, 2019). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh komposisi selulosa-kitosan terhadap sifat mekanik bioplastik, morfologi dan sifat biodegradabilitas.

## METODE PENELITIAN

Bahan yang digunakan berupa Limbah ampas sagu (*Metroxylon sagu*) Toronipa, Kab. Konawe, limbah cangkang kepiting (*Portonius pelagicus*) PT. Samudra Kendari, gliserol, akuades, NaOH 50%, (Merck), HCl 0,1 M (Merck), kertas saring Whatman. Sedangkan alat berupa *Magnetic stirrer*, ayakan, hotplate, neraca analitik (Explores Ehaus: max 210 g, min 0,1 mg), gelas ukur, gelas kimia, blender, microwave, mortal dan alu, FTIR (Shimadzu 6800AA), dan SEM (Trescan Bruker).

### Isolasi Selulosa dari Ampas Sagu

Isolasi selulosa dari limbah ampas sagu modifikasi metode Salbeti *et al.* (2018), dilakukan dengan cara sampel berupa ampas sagu dipotong kecil-kecil kemudian dicuci dan dibilas menggunakan akuades. Sampel yang sudah bersih selanjutnya dikeringkan dengan bantuan sinar matahari selama 12 jam dan kemudian dihaluskan. Sampel yang telah halus selanjutnya ditimbang sebanyak 12,5 g lalu dimasukkan ke dalam labu alas bulat berukuran 500 mL. Selanjutnya, ditambahkan 250 mL NaOH 15% (perbandingan 1:20) ke dalam labu alas bulat lalu diaduk dengan bantuan *magnetic stirrer* dan direfluks pada suhu 110 °C selama 4 jam. Larutan kemudian disaring dan residunya dicuci sampai pH netral, kemudian dikeringkan pada suhu 100 °C. Residu yang dihasilkan dihidrolisis menggunakan HCl 0,1 M sebanyak 250 mL dan dipanaskan pada suhu 100 °C selama satu jam (perbandingan 1:10) dan selanjutnya dicuci dengan menggunakan akuades hingga netral. Endapan dipanaskan pada suhu 100 °C. Selanjutnya selulosa dianalisis menggunakan FTIR.

### Isolasi Kitosan dari Cangkang Kepiting

Limbah cangkang kepiting dibersihkan dari sisa kotoran, dicuci menggunakan air bersih, lalu dikeringkan dengan bantuan sinar matahari hingga kering. Selanjutnya sampel dihaluskan sampai menjadi serbuk halus kemudian diayak menggunakan ayakan 70 mesh. Proses deproteinasi dilakukan dengan cara serbuk cangkang kepiting ditimbang kemudian ditambahkan larutan natrium hidroksida (NaOH) 3,5 % (v/v) dengan perbandingan 1 g : 10 mL (b/v), dimasukkan ke dalam microwave selama 15 menit dengan daya 100 watt. Selanjutnya proses demineralisasi, residu hasil deproteinasi kemudian ditambahkan larutan asam klorida (HCl) 0,1 N dengan

perbandingan 1 g : 15 mL (b/v) diaduk selama satu jam dalam suhu ruang. Setelah itu disaring dan residunya dicuci hingga pH netral lalu dikeringkan selama 24 jam pada suhu 50 °C. Proses selanjutnya yakni deasetilasi kitin menjadi kitosan. Kitin ditimbang kemudian ditambahkan larutan natrium hidroksida (NaOH) konsentrasi 50 % perbandingan (1:20 b/v). Campuran dimasukkan ke dalam *microwave* pada daya 450 Watt selama 15 menit. Kitosan dicuci hingga pH netral kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 50 °C selama 24 jam. Selanjutnya kitosan dianalisis menggunakan FTIR (Zaeni *et al.*, 2017).

### Prosedur Pembuatan *Biodegradable Film*

Pembuatan film diawali dengan melarutkan kitosan ke dalam 100 mL asam asetat 1% dengan bantuan *magnetic stirrer* selama 30 menit sampai terbentuk campuran yang homogen. Larutan selulosa dari ampas sagu dibuat dengan masing-masing perlakuan dan dilarutkan dalam akuades (100 mL) dan diaduk di atas *hotplate* menggunakan *magnetic stirrer* selama 25 menit pada suhu 70 °C. Kedua larutan dicampur sesuai dengan komposisi dengan ditambahkan gliserol dan dilakukan pengadukan selama satu jam sampai homogen. Larutan yang terbentuk kemudian dicetak pada cetakan kaca dengan ukuran 15 × 15 cm dan dikeringkan di dalam oven pada suhu 60 °C selama 2 × 24 jam. Selanjutnya didinginkan pada suhu ruang selama 6 jam dan kemudian dilepaskan dari plat kaca (Budiman *et al.*, 2018). Komposisi selulosa yang bervariasi yaitu 3, 4, dan 5 g.

### Uji Sifat Mekanik

Sifat mekanik bioplastik dihitung berdasarkan nilai persentase pemanjangan (*elongation at break*), nilai kekuatan tarik (*ultimate tensile strength*) dan juga nilai *modulus young*. Ketiga nilai tersebut dihitung menggunakan [Persamaan \(1, 2, dan 3\)](#).

$$\sigma = \frac{F_{\text{maks}}}{A} \quad (1)$$

$$\% \text{ elongasi } (\epsilon) = \frac{l_1 - l_0}{l_0} \times 100\% \quad (2)$$

$$E = \frac{\sigma}{\epsilon} \quad (3)$$

$\sigma$  Kekuatan tarik (MPa),  $F_{\text{maks}}$  = Gaya kuat tarik (N),  $A$  = Luas permukaan contoh (mm<sup>2</sup>),  $\epsilon$  = regangan/elongasi,  $l_0$  = panjang awal, dan  $l_1$  = panjang setelah putus.

### Uji Daya Serap

Uji ketahanan air diawali dengan memotong bioplastik menjadi 2 cm × 2 cm, kemudian ditimbang berat awalnya menggunakan neraca analitik. Angka yang tertera pada neraca dicatat sebagai berat awal ( $W_0$ ). Bioplastik yang telah ditimbang selanjutnya dimasukkan ke dalam *beaker glass* 100 mL berisi 20 mL akuades, lalu didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam. Bioplastik yang telah direndam selanjutnya ditimbang kembali massanya sebagai massa akhir ( $W$ ). Nilai daya serap air dari bioplastik selanjutnya dihitung menggunakan [Persamaan \(4\)](#),

$$\text{Daya Serap Air } (\%) = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\% \quad (4)$$

dengan  $W$  merupakan massa akhir (g) dan  $W_0$  merupakan massa awal (g).

### Uji Biodegradabilitas Bioplastik

Uji biodegradabilitas dilakukan untuk mengetahui daya degradasi suatu bahan di lingkungan. Uji ini diawali dengan memotong bioplastik menjadi 3 cm × 3 cm. Bioplastik yang telah dipotong selanjutnya dikubur ke dalam tanah yang ditempatkan dalam pot dengan mengasumsikan komposisi tanah antar pot sama. Selanjutnya, setiap 7 hari dilakukan pemeriksaan secara berkala selama 1 bulan untuk mengetahui tingkat degradasinya. Setelah itu dihitung persentase pengurangan berat bioplastik menggunakan [Persamaan \(5\)](#),

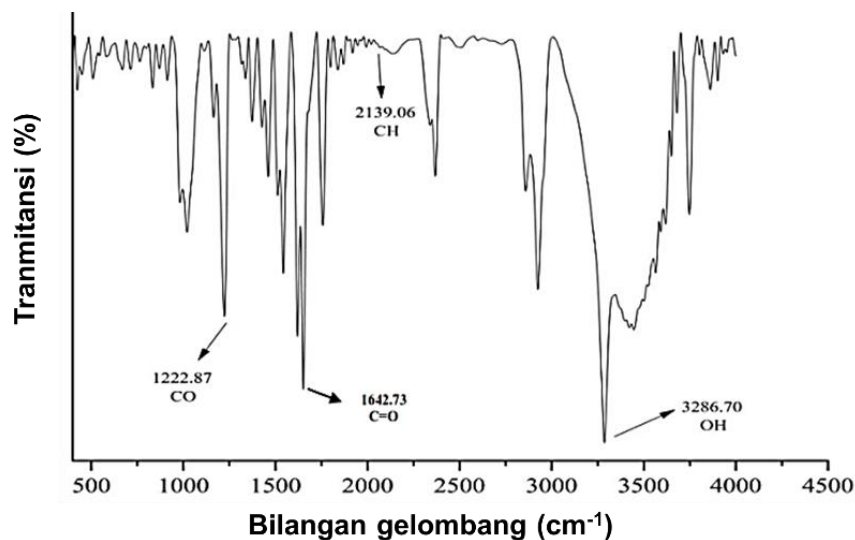
$$\% \text{ Kehilangan Berat} = \frac{W_0 - W_1}{W_0} \times 100\% \quad (5)$$

dengan  $W_0$  adalah massa sebelum dikubur (g), sedangkan  $W_1$  adalah massa setelah dikubur (g).

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Spektra FTIR Selulosa

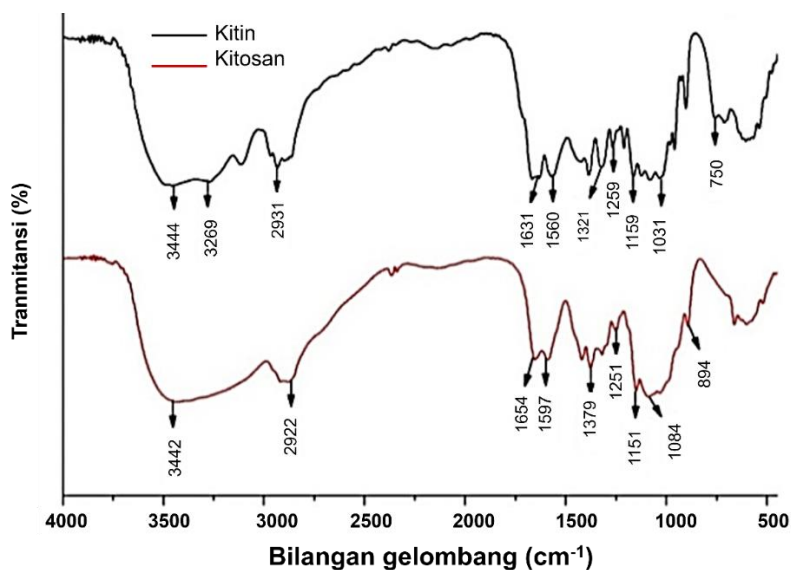
Gambar 1 menunjukkan beberapa gugus spesifik selulosa yaitu gugus OH, gugus CH, gugus C=O dan gugus CO. Gugus OH tampak pada bilangan gelombang 3286,70  $\text{cm}^{-1}$ , gugus CH tampak pada bilangan gelombang 2139,06  $\text{cm}^{-1}$  yang merupakan kerangka utama selulosa. Gugus C=O terdapat pada bilangan gelombang 1642,73  $\text{cm}^{-1}$ . Gugus CO yang merupakan penghubung rantai karbon dalam selulosa melalui ikatan glikosidik yang muncul pada bilangan gelombang 1222,87  $\text{cm}^{-1}$ .



Gambar 1. Spektra FTIR selulosa.

### Spektra FTIR Kitin dan Kitosan

Gambar 2 menunjukkan spektra FTIR kitin dan kitosan. Puncak daerah serapan kitin sekitar 3444,87  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus OH; 3269,34  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus N–H ( $\text{NHCOCH}_3$ ) *stretching* amida I; 2931,80  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus CH *bending*; 1631  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus C=O ( $\text{NHCOCH}_3$ ) *stretching*; 1560,41  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus NH ( $\text{NHCOCH}_3$ ) *bending* amida II; 1259,52  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus CN *stretching*; 1321,24  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus C–H *bending sym*; 1159,22  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus CO *asymmetric stretching*; dan 1031,92  $\text{cm}^{-1}$  menunjukkan gugus CO *stretching sym*; dan 750,31  $\text{cm}^{-1}$  mengindikasikan  $\beta$ -1,4-glikosidik.



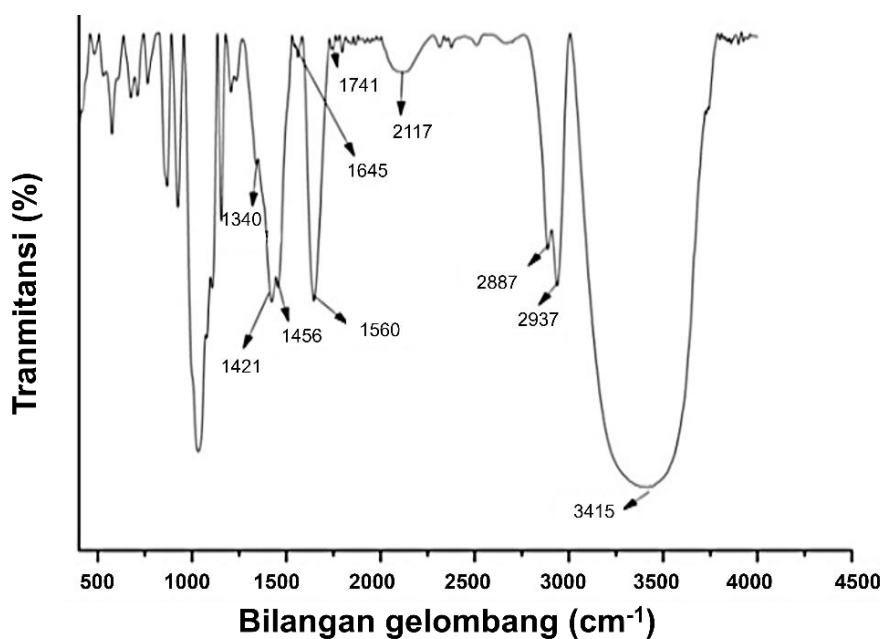
Gambar 2. Spektrum FTIR kitin dan kitosan.

Salah satu serapan khas daerah 1631,78  $\text{cm}^{-1}$  gugus C=O pada ikatan ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) dan gugus CN pada ikatan ( $-\text{NHCOCH}_3$ ) dibandingkan dengan FTIR kitosan pebaran pada bilangan gelombang 3442,60  $\text{cm}^{-1}$  akibat

spektra tindh dengan gugus OH, serapan gugus C=O kitin berkurang pada spektra FTIR kitosan ( $1654,92\text{ cm}^{-1}$ ) dan muncul puncak serapan pada daerah  $1597,06\text{ cm}^{-1}$  yang menunjukkan gugus NH *bending* ( $\text{NH}_2$ ). Hal tersebut menunjukkan adanya pengurangan gugus asetil menjadi gugus amina selama proses deasetilasi. Hal ini didukung oleh pergeseran bilangan gelombang serta penurunan intensitas serapan sekitar  $2931,80\text{ cm}^{-1}$  menjadi  $2922,80\text{ cm}^{-1}$   $\text{CH}_3(\text{CH}_3\text{CO})$  gugus asetil pada kitosan. Penurunan intensitas tersebut (tidak hilang) menunjukkan bahwa kitin tidak terdeasetilasi seluruhnya. Pita serapan pada  $1159\text{ cm}^{-1}$  dan  $1031\text{ cm}^{-1}$  masing-masing merupakan akibat vibrasi ulur asimetris dan vibrasi ulur simetris dari C–O (–C–O–C–) yang menunjukkan adanya cincin glukopiranososa.

### Spektra FTIR Bioplastik

FTIR merupakan sebuah instrumen analitik yang digunakan untuk mengidentifikasi gugus-gugus fungsi dalam suatu senyawa. Berdasarkan [Gambar 3](#), dapat dilihat bahwa pada bioplastik selulosa-kitosan terdapat beberapa puncak yang menunjukkan berbagai gugus fungsi yang mencirikan selulosa dan kitosan. Puncak serapan pada bilangan gelombang  $3415,93\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus O-H, dimana seiring penambahan gliserol puncaknya semakin melebar. Puncak serapan pada bilangan gelombang  $2937,59\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus C-H. Puncak serapan pada bilangan gelombang  $1645,93\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan adanya gugus N-H yang berasal senyawa kitosan. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh [Jannah \(2017\)](#), yang memperoleh puncak serapan pada pergeseran  $3450,64\text{ cm}^{-1}$  (gugus O-H) dan puncak serapan pada bilangan gelombang  $2919,24\text{ cm}^{-1}$  (gugus C-H) pada pembuatan bioplastik berbahan dasar sorgum.

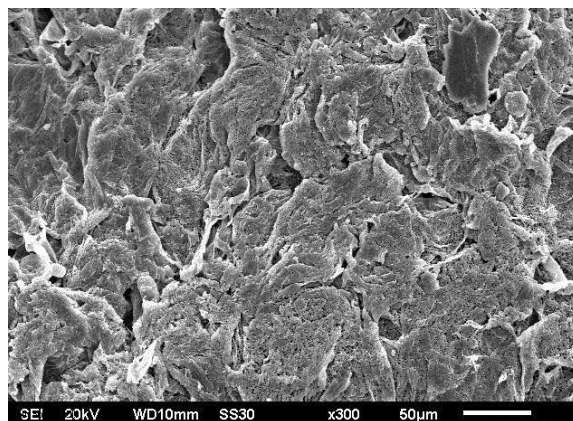


**Gambar 3.** Hasil FTIR bioplastik selulosa-kitosan.

### Morfologi Sampel

Pengujian SEM bertujuan untuk mengetahui morfologi permukaan sampel bioplastik. Analisis SEM juga bertujuan untuk menentukan homogenitas, retakan, dan kehalusan film ([Adam, 2017](#)). Hasil analisa SEM sampel bioplastik selulosa-kitosan dapat dilihat pada [Gambar 4](#). Morfologi bioplastik selulosa-kitosan memperlihatkan permukaan yang tidak merata dan adanya aglomerasi atau penumpukan pada beberapa titik. Permukaan bioplastik yang tidak rata menunjukkan bahan-bahan yang digunakan belum tercampur dengan sempurna. Salah satu faktor yang mempengaruhi tidak homogenya campuran adalah bahan selulosa yang bersifat tidak larut dalam air maupun pelarut organik sehingga ketika dilakukan pengadukan pada proses pembuatan larutan selulosa, terdapat selulosa yang tidak larut secara maksimal.





**Gambar 4.** SEM Bioplastik Selulosa-Kitosan dengan perbesaran 300 kali.

Berdasarkan hasil analisis SEM pada [Gambar 4](#), dapat dilihat bahwa permukaan bioplastik yang tidak rata dan terjadinya aglomerasi ini dapat menciptakan adanya *void* (ruang kosong) pada bioplastik. *Void* dapat berpengaruh pada penurunan nilai tarik bioplastik ketika dilakukan uji mekanik. Munculnya *void* pada komposit menunjukkan komposit tersebut lemah. Bila komposit tersebut menerima beban, maka daerah tegangan akan berpindah ke daerah *void* sehingga akan mengurangi kekuatan komposit tersebut.

### Sifat Mekanik Bioplastik

Karakteristik sifat mekanik bioplastik meliputi daya tarik atau *tensile strength*, elongasi, dan *modulus young*. Kuat tarik yang paling tinggi terdapat pada sampel bioplastik selulosa-kitosan dengan variasi 5:1 sebesar 1,48 Mpa sedangkan, nilai kuat tarik paling rendah yaitu pada variasi 3:1 sebesar 0,66 MPa. Pada [Tabel 1](#) dapat dilihat bahwa penambahan berat selulosa memberikan hasil yang berbeda pada tiap sampel bioplastik. Peningkatan sifat mekanik dari bioplastik disebabkan oleh peningkatan interaksi gaya tarik-menarik antar tiap material penyusunnya. Salah satu interaksinya adalah ikatan hidrogen yang terjadi antara gugus-gugus hidroksil baik intramolekul maupun antar molekul yang saling menguatkan ([Prasetya et al., 2016](#)).

**Tabel 1.** Hasil uji mekanik komposit bioplastik selulosa-kitosan.

Variasi selulosa: kitosan	Kuat tarik ( $\tau$ ) (MPa)	% Elongasi	Modulus Young (MPa)
3:1	0,66	7,64	8,71
4:1	1,00	13,36	7,50
5:1	1,48	11,74	12,62
SNI*	1-10	10-20	-

\*Sumber: [Rastini et al. \(2020\)](#)

Berdasarkan data persentase elongasi bioplastik selulosa-kitosan diperoleh nilai berturut turut yaitu 7,64; 13,36; dan 11,74%. Perbedaan perlakuan selulosa pada setiap variasi mempengaruhi nilai elongasi bioplastik selulosa-kitosan. Nilai elongasi tertinggi terdapat pada variasi 4:1 dengan persentase pemanjangan sebesar 13,36%. Namun, pada variasi 5:1 terjadi penurunan nilai elongasi menjadi 11,74%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan berat selulosa meningkatkan kekakuan pada komposit. Gugus fungsional rantai selulosa adalah gugus hidroksil yang dapat berinteraksi dengan gugus  $-O$ ,  $-N$ , dan  $-S$ , membentuk ikatan hidrogen dimana ikatan hidrogen lebih panjang dari ikatan kovalen tetapi ikatannya lebih lemah. Semakin banyak ikatan hidrogen yang terbentuk menyebabkan rantai semakin panjang. Oleh karena itu, terjadi peningkatan perpanjangan rantai saat penambahan selulosa. Namun, perpanjangan kembali menurun ketika penambahan selulosa 5 g. Hal ini menunjukkan terdapat titik jenuh pembentukan ikatan hidrogen sehingga selulosa sulit untuk menyebar (terdispersi).

Pada [Tabel 1](#) terlihat bahwa *modulus young* pada variasi ke 2 mengalami penurunan dari 8,71 Mpa menjadi 7,50 Mpa. Nilai *modulus young* terbaik berada pada bioplastik dengan kandungan selulosa 5 g yaitu sebesar 12,62 MPa. Data hasil uji *modulus young* menunjukkan bahwa penambahan berat selulosa menurunkan nilai *elongasi* tetapi meningkatkan nilai *modulus young*. Hal ini didukung oleh [Rifaldi et al. \(2017\)](#), yang menyatakan bahwa

semakin tinggi nilai *modulus young* maka nilai kuat tarik akan meningkat dan nilai elongasi akan semakin berkurang.

### Daya Serap Air

Daya serap merupakan parameter penting terhadap sifat dari bioplastik. Suatu film bioplastik yang memiliki daya serap yang tinggi memiliki tingkat ketahanan yang rendah terhadap air sehingga tingkat kerusakan semakin besar dan kelarutan dalam air semakin besar pula. Hal ini mempercepat film rusak (Permana *et al.*, 2021).

**Tabel 2.** Hasil uji daya serap air film bioplastik selulosa-kitosan.

Variasi selulosa:kitosan	Daya serap (%)
3:1	131,0
4:1	110,5
5:1	92,68

Berdasarkan Tabel 2, dapat diketahui bahwa nilai daya serap air terhadap bioplastik yang diperoleh berbeda-beda. Persentase penyerapan air pada bioplastik selulosa-kitosan berturut turut adalah 131%; 110,5%; dan 92,68%. Data ini menunjukkan bahwa persentase penyerapan air mengalami penurunan seiring dengan penambahan berat selulosa. Setiap penambahan selulosa dalam campuran bioplastik, akan meningkatkan ketahanan air bioplastik selulosa-kitosan.

### Biodegradabilitas Bioplastik

Biodegradabilitas merupakan salah satu parameter pengamatan yang dapat menunjukkan bahwa bioplastik ramah lingkungan atau tidak. Metode yang digunakan dalam mengamati karakteristik biodegradabilitas adalah metode *soil burial test* yaitu dengan metode penguburan sampel dalam tanah. Proses degradasi bioplastik dalam tanah diamati secara visual berdasarkan persentase perubahan bobot sampel (Dewi *et al.*, 2020). Berdasarkan Tabel 3 menunjukkan bahwa penambahan variasi selulosa menghasilkan nilai persentase kehilangan berat yang berbeda-beda. Bioplastik dengan nilai persentase kehilangan berat tertinggi setelah penguburan 28 hari (minggu ke-4) yaitu 85,65% dengan variasi selulosa kitosan 3:1. Sedangkan nilai persentase kehilangan berat terendah yaitu 61,85% dengan variasi selulosa:kitosan sebesar 5:1.

**Tabel 3.** Persentase pengurangan berat bioplastik.

Variasi selulosa: kitosan	% Kehilangan berat			
	M1	M2	M3	M4
3:1	59,70	65,30	75,08	85,65
4:1	35,04	55,68	72,32	82,24
5:1	13,03	32,46	53,55	61,85

Keterangan: M1= minggu pertama, M2= Minggu kedua, M3= Minggu ketiga dan M4= Minggu keempat.

## KESIMPULAN

Penambahan berat selulosa yang berbeda-beda pada setiap variasi mempengaruhi sifat mekanik dari komposit bioplastik selulosa-kitosan. Nilai kuat tarik dan nilai elongasi dari bioplastik meningkat seiring dengan penambahan berat selulosa. Sebaliknya, elongasi menurun seiring dengan penambahan berat selulosa. Bioplastik dengan komposisi terbaik terdapat pada variasi selulosa-kitosan 5:1 dengan nilai kuat tarik sebesar 1,48 MPa, nilai elongasi sebesar 11,74%, dan nilai *modulus young* sebesar 12,62 MPa. Bioplastik dengan variasi 5:1 telah memenuhi standar mutu bioplastik sesuai SNI. Hasil analisis SEM bioplastik selulosa-kitosan yang diperoleh memiliki permukaan yang tidak merata dan adanya aglomerasi atau penumpukkan campuran komposit. Uji biodegradabilitas bioplastik menunjukkan persentase pengurangan sampel setelah 28 hari berturut-turut yaitu 85,65%; 82,24%; dan 61,85%. Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik selulosa-kitosan bersifat *biodegradable*. Bioplastik dengan persentase penurunan berat terbaik terdapat pada variasi selulosa-kitosan 3:1 yaitu sebesar 85,65%.

## KONFLIK KEPENTINGAN

Tidak ada konflik kepentingan dalam artikel ini.

**KONTRIBUSI PENULIS**

HR dan MM: Konseptualisasi, Metodologi, Analisis Data, Penulisan Draf Manuskrip; WH: Analisis Data, Telaah dan Penyuntingan Manuskrip.

**DAFTAR PUSTAKA**

- Adam, C.U., 2017. Karakteristik Film Bioplastik Selulosa Dari Ampas Tebu Dan Sekam Padi. Skripsi. Universitas Sriwijaya. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/id/eprint/5930>.
- Budiman, J., Nopianti, R., and Lestari, S. D., 2018. Karakteristik Bioplastik dari Pati Buah Lindur (*Bruguiera gymnorrhiza*). *Fishtech Jurnal Teknologi Hasil Perikanan*, 7(1), 49–59. <https://doi.org/10.36706/fishtech.v7i1.5980>.
- Dewi, S. R., Chairunisa, N. N., Nugrahani, R. A., Ningsih, T. D., Fithriyah, N. H., and Kosasih, M., 2020. Pembuatan dan Karakterisasi Kelarutan dalam Air dan Biodegradabilitas Bioplastik dari Campuran Dedak Padi-Jagung. *Seminar Nasional Penelitian LPPM UMJ*, 1–7. <http://jurnal.umj.ac.id/index.php/semnaslit>.
- Haerani, D. and Sasongko, S., 2019. Pengelolaan Sampah Di Kota Tasikmalaya. *Proceeding Biology Education Conference*, 16(1), 266–274. <https://jurnal.uns.ac.id/prosbi/article/view/38368>.
- Jannah, M., 2017. Penentuan Konsentrasi Optimum Selulosa Sekam Padi dalam Pembuatan Film Bioplastik. Skripsi. Univeristas Alauddin, 149–200. <http://repositori.uin-alauddin.ac.id/id/eprint/4585>.
- Maryuni, A. E. and Septiani, M., 2019. Biodegradability of Bioplastic Base of Caragenaan Extracted from Red Seaweed from Biak Island. *AVOGADRO Jurnal Kimia*, 3(1), 1–46. <https://doi.org/10.31957/v3i1.917>.
- Nafiyanto, I., 2019. Pembuatan Plastik Biodegradable dari Limbah Bonggol Pisang Kepok dengan Plasticizer Gliserol dari Minyak Jelantah dan Komposit Kitosan dari Limbah Cangkang Bekicot (*Achatina fullica*). *Integrated Lab Journal*, 7(1), 75–89. <https://doi.org/10.5281/zenodo.2656812>.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., and Barliana, M. I., 2016. Pemanfaatan Selulosa Dari Limbah Jerami Padi (*Oryza sativa*) Sebagai Bahan Bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9406>.
- Permana, E., Gusti, D. R., Tarigan, I. L., Andika, Y., and Nirwana, A. C., 2021. Sifat Fisik Bioplastik dari Pati Umbi Gadung dan Pelepah Sawit. *SCIENCE TECH: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi*, 7(1), 45–54. <https://doi.org/10.30738/jst.v7i1.9253>.
- Polii, F.F., 2016. Penelitian Pembuatan Etanol dari Serat/Ampas Sagu. *Jurnal Penelitian Teknologi Industri*, 8(1), 11–22. <https://doi.org/10.33749/jpti.v8i1.1302>.
- Prasetya, I., Istiqomah, S. H., and Yamtana, Y., 2016. Pembuatan Bioplastik Berbahan Bonggol Pisang dengan Penambahan Gliserol. *Sanitasi: Jurnal Kesehatan Lingkungan*, 8(2), 73–80. <https://doi.org/10.29238/sanitasi.v8i2.4>.
- Rahmawati, Norma. 2012. Mengurangi sampah bagian dari investasi. Artikel. <http://green.kompasiana.com/polusi/2012/03/21/mengurangi-sampah-bagian-dari-investasi-448768.html>. Diakses tanggal 3 Januari 2023.
- Rastini, E. K., Astuti, S., Handoko, F., and Vitasari, P., 2020. Pelatihan Pembuatan Bioplastik untuk Peningkatan Kreativitas Siswa di SMA Nasional Malang. *Jurnal Aplikasi Sains Teknologi Nasional*, 1(1), 7–13. <https://doi.org/10.36040/jasten.v1i1.3086>.
- Rifaldi, A., Hs, I., and Bahrudin, B., 2017. Sifat dan Morfologi Bioplastik Berbasis Pati Sagu dengan Penambahan Filler Clay dan Plasticizer Gliserol. *Jurnal Online Mahasiswa (JOM) Fakultas Teknik*, 4(1), 1–7. <https://jom.unri.ac.id/index.php/JOMFTEKNIK/article/view/14727>.
- Salbeti, D., Harlia, H., and Syahbanu, I., 2018. Sintesis dan Karakterisasi Termal Plastik Ramah Lingkungan Polyblend Selulosa Ampas Tebu dan Limbah Botol Plastik Polietilen Tereftalat. *Jurnal Kimia Khatulistiwa*, 7(2), 54–60. <https://jurnal.untan.ac.id/index.php/jkkmipa/article/view/25169/75676576392>.
- Saputro, A. N. C. and Ovita, A. L., 2017. Synthesis and Characterization of Bioplastic from Chitosan-Ganyong Starch (*Canna edulis*). *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 2(1), 13–21. <https://doi.org/10.20961/jkpk.v2i1.8526>.
- Zaeni, A., Fuadah, B., and Sudiana, I. N., 2017. Efek Microwave pada Proses Deasetilasi Kitin dari Limbah Cangkang Udang. *Jurnal Aplikasi Fisika*, 13(2), 48–53. <https://ojs.uho.ac.id/index.php/JAF>.