

Karakterisasi bioplastik tepung hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.) dengan variasi konsentrasi kitosan

Meilidya Falkhiya Azzahra^{1*}, Annisa Nur Ayuningtyas¹, Auxensius Rexer Fransenda¹, Wijanarka¹, Endang Kusdiyantini¹

¹Program Studi Bioteknologi

Fakultas Sains dan Matematika, Universitas Diponegoro
Jl. Prof. Soedarto, Semarang, Jawa Tengah, Indonesia. 50275

*E-mail: meilidya27@gmail.com

Abstrak: Bioplastik telah dikembangkan dalam upaya mengatasi dampak negatif dari pencemaran lingkungan yang diakibatkan oleh sampah plastik. Salah satu bahan pembuatan bioplastik yaitu dari tepung hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.). Tujuan penelitian ini adalah untuk menganalisis karakteristik bioplastik berbahan tepung hanjeli dengan penambahan variasi konsentrasi kitosan. Metode penelitian meliputi pembuatan bioplastik dengan variasi penambahan kitosan pada berbagai konsentrasi yaitu 2%, 3%, serta 4% dan dilanjutkan dengan uji karakterisasi bioplastik meliputi uji *biodegradable*, uji kuat tarik, uji ketahanan air, dan uji FT-IR. Hasil penelitian menunjukkan bahwa uji *biodegradable* sampel bioplastik tepung hanjeli dengan konsentrasi kitosan 2% yang dikubur pada tanah kompos selama 12 hari lebih cepat mengalami degradasi dibanding bioplastik dengan konsentrasi kitosan 3% dan 4%. Hasil nilai kuat tarik tertinggi diperoleh sampel bioplastik tepung hanjeli variasi kitosan 3% sebesar 2,84 MPa dan nilai kuat tarik terendah diperoleh sampel bioplastik tepung hanjeli variasi kitosan 2% sebesar 0,16 MPa. Nilai persen elongasi, yang mengukur elastisitas bioplastik, tertinggi pada bioplastik dengan konsentrasi kitosan 4%, sedangkan pada bioplastik dengan 3% kitosan terjadi penurunan elastisitas. Nilai presentase uji ketahanan air sampel bioplastik tepung hanjeli konsentrasi kitosan 2%, 3%, dan 4% berturut-turut, yaitu 176%, 73%, 281%. Gugus fungsi yang dihasilkan pada uji FT-IR sampel bioplastik tepung hanjeli konsentrasi kitosan 2%, 3%, dan 4% menunjukkan adanya gugus OH, gugus C-N dan gugus C=H.

Kata Kunci: *biodegradable*, bioplastik, hanjeli, kitosan, uji FT-IR

Abstract: Bioplastics have been developed in an effort to overcome the negative impacts of environmental pollution caused by plastic waste. One of the ingredients for making bioplastics is hanjeli flour (*Coix lacryma-jobi* L.). The aim of this research is to analyze the characteristics of bioplastics made from hanjeli flour with the addition of varying chitosan concentrations. The research method includes making bioplastics with variations in the addition of chitosan at various concentrations, namely 2%, 3% and 4% and continued with bioplastic characterization tests including biodegradable tests, tensile strength tests, water resistance tests and FT-IR tests. The research results show that the biodegradable test of hanjeli flour bioplastic samples with a chitosan concentration of 2% which were buried in compost soil for 12 days degraded more quickly than bioplastics with a chitosan concentration of 3% and 4%. The highest tensile strength value was obtained for the 3% chitosan variation of hanjeli flour bioplastic sample of 2.84 MPa and the lowest tensile strength value was obtained for the 2% chitosan variation of hanjeli flour bioplastic sample of 0.16 MPa. The percent elongation value, which measures the elasticity of bioplastics, was highest in bioplastics with a chitosan concentration of 4%, while in bioplastics with 3% chitosan there was a decrease in elasticity. The percentage values of the water resistance test for the hanjeli flour bioplastic samples with chitosan concentrations of 2%, 3%, and 4% respectively, namely 176%, 73%, 281%. The functional groups produced in the FT-IR test of hanjeli flour bioplastic samples with chitosan concentrations of 2%, 3% and 4% showed the presence of OH groups, C-N groups and C=H groups.

Keywords: biodegradable, bioplastic, hanjeli, chitosan, FT-IR test

PENDAHULUAN

Jumlah penduduk di dunia yang semakin meningkat tiap tahunnya, menyebabkan semakin meningkat pula penggunaan sumber daya alam dan energi secara besar-besaran. Akibatnya tercipta sampah yang menumpuk di lingkungan dalam jumlah besar. Peningkatan yang cepat dalam produksi dan konsumsi plastik telah menyebabkan masalah serius bagi lingkungan. Para ahli menyebutnya *white pollution*, yaitu pencemaran diakibatkan oleh polutan putih (asap) terutama dari kantong plastik, gelas plastik, dan bahan plastik lainnya (Avella, 2009). Dampak negatif dari pemakaian plastik sintesis tersebut telah mendorong para peneliti untuk membuat plastik yang dapat terurai secara alamiah yang disebut bioplastik (plastik *biodegradable*). Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioplastik biasanya menggunakan pati yang berasal dari tumbuh-tumbuhan. Salah satu bahan yang mengandung pati adalah tanaman hanjeli yang masih jarang dikembangkan dalam proses pembuatan bioplastik.

Tanaman hanjeli umumnya dimanfaatkan untuk dijadikan bahan pangan. Biji tanaman hanjeli dengan kulit biji berwarna putih memiliki sifat biji yang tidak terlalu keras, termasuk tipe pulut dan dapat dikonsumsi. Sedangkan, kulit biji dengan warna keabuan memiliki sifat kulit keras (tipe batu) yang tidak dapat dikonsumsi. Pada penelitian yang dilakukan Dewandari et al. (2020) menghasilkan bahwa biji hanjeli memiliki nilai kadar amilosa sekitar 11,87% dan kadar amilopektin 58,93%. Kadar amilosa dan amilopektin dari tepung hanjeli tersebut memiliki potensi dijadikan bioplastik. Bioplastik yang terbuat dari pati tanpa ditambahkan bahan lain memiliki kelemahan, yaitu kuat tarik rendah dan kurang tahan terhadap air. Oleh karena itu, diperlukan bahan tambahan untuk meningkatkan sifat fisik bioplastik yang lebih baik. Salah satu bahan yang dapat ditambahkan dalam pembuatan bioplastik adalah kitosan. Penelitian mengenai penambahan kitosan dalam pembuatan bioplastik yang dilakukan oleh Qadri et al. (2023) menghasilkan bahwa kitosan dapat memperbaiki sifat fisik dari bioplastik.

Kitosan memiliki kemampuan sebagai bahan pengental atau pembentuk gel yang baik, sebagai pengikat, penstabil, dan pembentuk tekstur. Selain itu, kitosan juga memiliki sifat antimikroba, karena dapat menghambat bakteri patogen dan mikroorganisme pembusuk, termasuk jamur dan bakteri. Penggunaan kitosan sebagai zat aditif dalam pembuatan bioplastik akan mengurangi kecepatan penyerapan air, meningkatkan sifat mekanik, dan mengurangi sifat kelembaban dari film tersebut. Kitosan dapat menjadi salah satu campuran dari bioplastik yang menyebabkan bioplastik tersebut memiliki ketahanan terhadap air. Hal ini karena kitosan sendiri adalah senyawa yang bersifat tidak larut dalam air sehingga diharapkan kitosan akan mampu mereduksi sifat dari pati yang pada dasarnya bersifat hidrofilik dengan persentase air terserapnya sekitar 100% (Harnist & Darni, 2011). Berdasarkan teori yang telah dijelaskan, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi konsentrasi kitosan yang diberikan terhadap sifat fisik dan karakteristik bioplastik tepung hanjeli. Hasil yang diperoleh dapat menjadi dasar untuk pengembangan bioplastik berbahan dasar tepung hanjeli dengan kualitas yang lebih optimal dan dapat digunakan untuk menggantikan penggunaan plastik sintesis di masyarakat. Sehingga dapat menekan jumlah pencemaran lingkungan yang berasal dari sampah plastik yang sulit terurai.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan jenis penelitian eksperimen untuk mengetahui konsentrasi kitosan terbaik sebagai bahan tambahan dalam pembuatan bioplastik berbahan dasar tepung hanjeli. Bahan yang digunakan pada penelitian ini meliputi tepung hanjeli, kitosan, gliserol, larutan asam asetat (CH_3COOH) 1%, aquades, tanah, dan pupuk kandang. Sedangkan alat yang digunakan yaitu alat FT-IR (*Fourier Transform-Infra Red*), mesin kuat tarik (*Tensile Strength-Testing Machine*), oven digital, neraca analitik, *magnetic stirrer hotplate*, loyang aluminium berukuran 25x10 cm, gelas ukur 100 mL, *beaker glass*, Erlenmeyer, pipet *filler*, corong kaca, kaca perata L, batang pengaduk, termometer 100°C, pipet skala 5 mL, sendok spatula, kertas timbang, pot tanaman, dan gunting.

Pembuatan bioplastik merujuk pada penelitian Coniwanti (2014) dengan modifikasi yaitu untuk variasi 2% kitosan dilakukan dengan menimbang 2 gram kitosan dan dimasukkan ke dalam *beaker glass* 500 mL dan dilarutkan ke dalam asam asetat 1% sampai volume 100 mL, kemudian diaduk menggunakan *hot plate magnetic stirrer* selama 20 menit pada suhu 80°C hingga campuran homogen dan mengental. Tepung hanjeli ditambahkan sebanyak 5 gram ke dalam campuran, lalu ditambahkan aquades hingga volume 200 mL, kemudian diaduk menggunakan *hot plate magnetic stirrer* selama 20 menit pada suhu 80°C hingga campuran homogen dan mengental. Tahap terakhir, sebanyak 5 mL gliserol ditambahkan kemudian diaduk menggunakan *hot plate magnetic stirrer* selama 20 menit pada suhu 80°C hingga campuran homogen dan mengental. Campuran film bioplastik yang sudah terbentuk dituang ke dalam cetakan atau loyang aluminium berukuran 25 x 10 cm, kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 100°C selama 3 jam hingga bioplastik mengering. Plastik yang sudah terbentuk kemudian dikelupas dan dipotong sesuai dengan ukuran sampel untuk uji. Proses yang sama dilakukan untuk pembuatan bioplastik dengan variasi kitosan 3% dan 4%.

Uji *biodegradable* dilakukan dengan modifikasi metode Nurazizah et al. (2019) yaitu dengan cara memotong bioplastik tepung hanjeli menjadi ukuran 3x3 cm, kemudian sampel ditanam dalam tanah yang sudah dicampur dengan pupuk kandang. Bioplastik dibiarkan terkena udara terbuka selama 12 hari dan diamati setiap 3 hari sekali. Diamati lama waktu yang dibutuhkan untuk mendegradasi bioplastik hingga mengurai sempurna di dalam tanah kompos.

Uji kuat tarik dilakukan dengan modifikasi metode penelitian Lusiana et al. (2021) yaitu dengan memotong bioplastik tepung hanjeli menjadi ukuran 10x2 cm kemudian dilakukan uji kuat tarik dengan menggunakan alat instrumen (*tensile strength*). Kedua ujung bioplastik dijepit pada genggaman mesin uji, kemudian alat akan menarik sampel sampai putus. Parameter yang diperoleh dari uji kuat tarik adalah kekuatan tarik (*ultimate tensile strength*) dan persen perpanjangan (*elongation at break*).

Uji ketahanan air dilakukan modifikasi penelitian Darni et al. (2018) yaitu dengan memotong bioplastik tepung hanjeli menjadi ukuran 2x2 cm, kemudian ditimbang berat awalnya (W_0). Sampel dimasukkan ke dalam cawan petri dan ditambahkan 25 mL aquadest, kemudian sampel dibiarkan selama 1 jam. Setelah 1 jam, sampel diambil, air yang terdapat di permukaan sampel dihilangkan dengan tisu. Sampel ditimbang kembali dan didapatkan berat akhir (W_1). Persentase ketahanan bioplastik terhadap air dihitung dengan persamaan berikut:

$$\text{Penyerapan air (\%)} = \frac{W_1 - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W1 = berat sampel awal (gram)

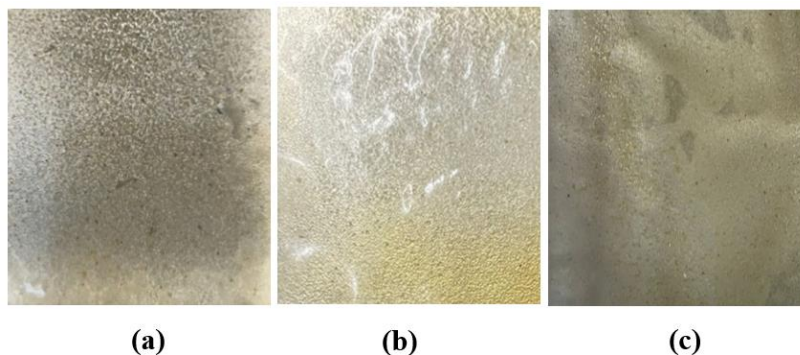
W0 = berat sampel setelah perendaman (gram)

Uji FT-IR (*Fourier Transform–Infra Red*) dilakukan dengan memotong bioplastik tepung hanjeli menjadi ukuran 3x3 cm, kemudian diletakkan pada wadah sampel uji. Spektrum gugus fungsi diukur pada *range* panjang gelombang 4000 cm^{-1} - 400 cm^{-1} . Spektrum gugus fungsi akan tercatat pada layar monitor dan pada panjang gelombang tertentu. Panjang gelombang yang tercatat dapat diidentifikasi senyawa-senyawa organik yang terkandung pada bioplastik (Rifsidian et al., 2014).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Bioplastik yang dibuat menggunakan tepung hanjeli menghasilkan film yang transparan dan berwarna putih keruh hingga kekuningan seperti yang ditunjukkan pada Gambar 1. Bentuk film bioplastik memiliki tekstur plastik yang sedikit kasar akibat pengaruh dari tepung hanjeli yang digunakan, sedikit elastis, dan cukup kuat. Bau yang dihasilkan berbau tajam dari kandungan asam asetat yang ditambahkan. Tepung hanjeli berperan sebagai bahan utama dalam pembuatan bioplastik dengan penambahan kitosan dan gliserol.

Pada penelitian yang dilakukan Dewandari et al. (2020) menjelaskan bahwa biji hanjeli memiliki nilai kadar amilosa sekitar 11,87% dan kadar amilopektin sekitar 58,93%. Kadar amilosa dan amilopektin dari tepung hanjeli tersebut memiliki potensi untuk dijadikan bioplastik. Gliserol digunakan sebagai *plasticizer* untuk meningkatkan kelenturan dan kelembutan dari bahan polimer. Akan tetapi, gliserol memiliki sifat hidrofilik sehingga perlu ditambahkan kitosan sebagai penguat dan memberikan ketahanan terhadap air. Kitosan dilarutkan dengan asam asetat karena kitosan sukar larut dalam air dan dapat larut dengan baik dengan menggunakan pelarut asam asetat. Menurut Pratiwi et al. (2016), penambahan kitosan menyebabkan terbentuknya interaksi dengan rantai polimer selulosa dalam bentuk ikatan hidrogen. Interaksi rantai polimer ini terbentuk untuk meningkatkan kecepatan respon viskoelastis pada polimer sehingga dapat meningkatkan mobilitas rantai polimer.



Gambar 1. Bentuk bioplastik tepung hanjeli dengan berbagai variasi kitosan yaitu (a) 2%, (b) 3%, dan (c) 4%

Hasil uji *biodegradable* menunjukkan bahwa sampel bioplastik dengan konsentrasi kitosan 2% yang dikubur pada tanah kompos lebih cepat mengalami degradasi. Pada Gambar 2(b) dapat terlihat di hari ke-12, bioplastik dengan konsentrasi kitosan 2% sudah terdegradasi dengan sempurna. Sedangkan, pada sampel bioplastik dengan konsentrasi

kitosan 3% dan 4% terlihat hingga hari ke-12 masih ada film plastik yang belum terdegradasi. Hal itu terjadi karena semakin banyak kandungan penguat alami di dalam campuran bioplastik maka bioplastik termodifikasi akan lebih sulit untuk di degradasi. Sesuai dengan penjelasan Muhammad et al. (2020), penambahan kitosan juga memiliki sifat tahan terhadap serangan mikroorganisme pengurai yang terkandung di dalam tanah sehingga sampel bioplastik lama terurai. Pada penelitian yang dilakukan oleh Alam et al. (2018), dijelaskan bahwa penambahan konsentrasi kitosan yang lebih tinggi menyebabkan waktu degradasi bioplastik semakin lama akibat sifat hidrofobik dari kitosan yang memengaruhi kelembaban sebagai syarat pertumbuhan mikroorganisme pendegradasi bioplastik.



Gambar 2. Hasil uji *biodegradable* bioplastik hari ke-1 (a) dan hari ke-12 (b)

Hasil nilai kuat tarik dapat dilihat pada Tabel 1 yaitu nilai tertinggi diperoleh sampel bioplastik tepung hanjeli variasi kitosan 3% sebesar 2,84 MPa dan nilai kuat tarik terendah diperoleh sampel bioplastik tepung hanjeli variasi kitosan 2% sebesar 0,16 MPa. Penambahan konsentrasi kitosan ini menunjukkan adanya peningkatan nilai kuat tarik, tetapi pada bioplastik tepung hanjeli kitosan 4% terlihat adanya penurunan nilai kuat tarik. Qadri et al. (2023) menjelaskan bahwa penambahan konsentrasi kitosan menyebabkan ikatan hidrogen yang terdapat pada bioplastik menjadi semakin tinggi, sehingga ikatan kimianya menjadi lebih kuat dan strukturnya menjadi lebih rapat. Ikatan kimia yang kuat dan rapat ini menjadikan bioplastik membutuhkan gaya tarik lebih tinggi untuk memutus ikatan tersebut. Hal berbeda dijelaskan Agustin & Padmawijaya (2016), bahwa struktur rantai kitosan yang linear (kristalin) memang menciptakan kekuatan, tetapi jika jumlahnya terlalu banyak dapat menyebabkan bioplastik mudah putus atau patah. Dari hasil sampel yang ada, kemampuan kuat tarik sampel cukup rendah dan belum memenuhi SNI. Hasil uji yang kurang sesuai ini dapat disebabkan karena permukaan bioplastik cukup kasar akibat dari tekstur tepung hanjeli yang kasar, sehingga bioplastik cepat putus saat uji.

Tabel 1. Hasil uji kuat tarik bioplastik tepung hanjeli dengan berbagai variasi konsentrasi kitosan

Variasi Kitosan Pada Bioplastik	Nilai Kuat Tarik (MPa)
Kitosan 2%	0,16
Kitosan 3%	2,84
Kitosan 4%	0,43

Nilai persen elongasi sampel bioplastik dapat dilihat pada Tabel 2, dengan nilai tertinggi didapatkan sampel bioplastik tepung hanjeli variasi kitosan 4%. Akan tetapi,

pada sampel bioplastik tepung hanjeli variasi kitosan 3% mengalami penurunan nilai persen elongasi. Menurut Coniwanti et al. (2014), kitosan juga berfungsi sebagai bahan penguat dalam pembuatan bioplastik, sehingga dapat memengaruhi nilai elongasinya. Qadri et al. (2023) menjelaskan bahwa penurunan nilai elongasi disebabkan karena konsentrasi kitosan yang semakin tinggi menyebabkan ikatan hidrogen yang terbentuk di dalam bioplastik semakin tinggi sehingga jarak antar molekul bioplastik semakin rapat. Nilai persen elongasi yang dihasilkan bioplastik tepung hanjeli variasi kitosan 2% dan 4% masih belum memenuhi SNI, tetapi telah memenuhi *standart moderate properties* untuk bioplastik kemasan yaitu >21-220%.

Tabel 2. Nilai persen elongasi bioplastik tepung hanjeli dengan berbagai variasi konsentrasi kitosan

Variasi Kitosan Pada Bioplastik	Persen Elongasi (%)
Kitosan 2%	24,6
Kitosan 3%	10,2
Kitosan 4%	38,4

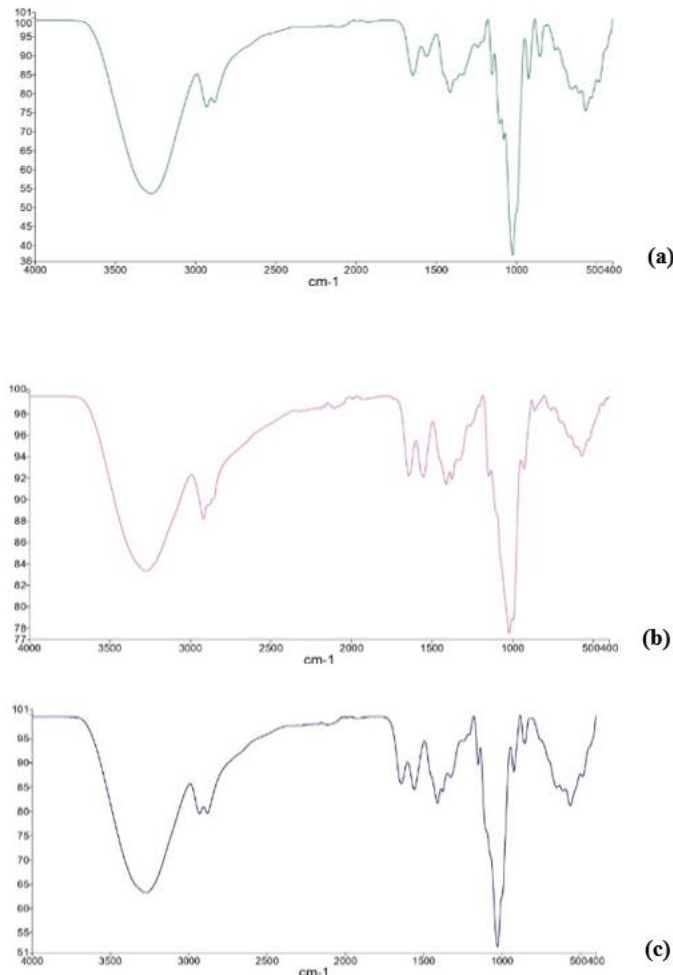
Nilai presentasi penyerapan air dapat dilihat pada Tabel 3 dengan nilai pada sampel bioplastik yang diperoleh berbeda-beda. Pada sampel bioplastik dengan konsentrasi kitosan 2% memiliki nilai persentase sebesar 176%, pada konsentrasi kitosan 3% memiliki nilai persentase 73%, dan pada konsentrasi kitosan 4% memiliki nilai persentase 281%. Nilai persentase penyerapan air tertinggi diperoleh pada sampel bioplastik dengan konsentrasi kitosan 4% dan persentase penyerapan air terendah diperoleh pada sampel bioplastik dengan konsentrasi kitosan 3%. Konsentrasi kitosan yang tinggi seharusnya menyebabkan bioplastik tidak mudah larut dalam air karena sifat kitosan yang sukar larut dalam air (hidrofobik). Hasil yang diperoleh kurang sejalan dengan penjelasan Saputro (2017) yaitu semakin banyaknya komposisi kitosan, maka semakin rendah persentase kelarutan dari bioplastik karena sifat kitosan yang tidak dapat larut dalam air. Marlina & Achmad (2021) juga menjelaskan bahwa sifat kitosan yang hidrofobik dapat meningkatkan ketahanan terhadap air dan menurunkan kelembaban bioplastik. Bioplastik yang memiliki nilai ketahanan air yang tinggi merupakan hasil yang diharapkan, karena dengan semakin sedikit air yang mampu diserap bioplastik, maka sampel yang dihasilkan semakin baik pula.

Tabel 3. Hasil uji ketahanan air bioplastik tepung hanjeli dengan berbagai variasi konsentrasi kitosan

No.	Komposisi Sampel	Berat Awal (gram)	Berat Akhir (gram)	Penyerapan Air (%)
1	Kitosan 2%	0.189	0.522	176%
2	Kitosan 3%	0.095	0.165	73%
3	Kitosan 4%	0.175	0.667	281%

Hasil analisis FT-IR pada bioplastik tepung hanjeli dapat terlihat dari Gambar 3. Adanya beberapa puncak yang menunjukkan gugus-gugus fungsi yang menyatakan kandungan pati, kitosan, dan glutaraldehid. Gugus fungsi yang terbentuk pada bioplastik variasi kitosan 2%, yaitu gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang 3274.78 cm^{-1} , gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang 2932.94 cm^{-1} , gugus fungsi C=N pada bilangan gelombang 1645.97 cm^{-1} , dan gugus fungsi C-N pada bilangan gelombang 1240.41 cm^{-1} . Pada bioplastik dengan variasi kitosan 3% gugus fungsi yang terbentuk, yaitu gugus fungsi O-H pada bilangan gelombang 3274.78 cm^{-1} , gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang 2920.63 cm^{-1} , gugus fungsi C=N pada bilangan gelombang 1643.55 cm^{-1} , dan gugus fungsi C-N pada bilangan gelombang 1147.98 cm^{-1} . Sementara gugus fungsi yang terbentuk pada bioplastik dengan variasi kitosan 4%, yaitu gugus fungsi O-

H pada bilangan gelombang 3273.56 cm^{-1} , gugus fungsi C-H pada bilangan gelombang 2932.52 cm^{-1} , gugus fungsi C=N pada bilangan gelombang 1643.94 cm^{-1} , dan gugus fungsi C-N pada bilangan gelombang 1151.96 cm^{-1} .



Gambar 3. Spektrum FT-IR sampel bioplastik tepung hanjeli dengan berbagai konsentrasi kitosan yaitu (a) 2%, (b) 3%, dan (c) 4%

Adanya gugus O-H menunjukkan kandungan dari senyawa pati, gugus C-N menandakan kandungan dari senyawa kitosan. Adanya gugus C=N yang menandakan gugus-gugus tersebut merupakan kandungan dari senyawa glutaraldehid yang terikat silang dengan kitosan. Pada penelitian yang dilakukan Darni et al. (2018), adanya gugus fungsi O-H, C=NH₃, C=N, dan lainnya yang menandakan bahwa film bioplastik dapat terdegradasi baik di tanah dan bersifat hidrofilik. Darni & Herti (2010) menjelaskan, gugus fungsi C=N pada plastik yang disintesis mengindikasikan plastik tersebut memiliki kemampuan biodegradabilitas. Hal ini disebabkan karena baik C=N merupakan gugus-gugus yang bersifat hidrofobik.

KESIMPULAN

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa variasi konsentrasi kitosan yang ditambahkan pada pembuatan bioplastik berbahan dasar tepung hanjeli berpengaruh terhadap semua parameter karakteristik bioplastik yang dihasilkan. Sampel bioplastik tepung hanjeli dengan konsentrasi kitosan 2% yang dikubur pada tanah

kompos selama 12 hari lebih cepat mengalami degradasi dibanding bioplastik dengan konsentrasi kitosan 3% dan 4%. Sampel bioplastik tepung hanjeli yang diuji kuat tarik dengan penambahan 3% kitosan memiliki nilai kuat tarik tertinggi (2,84 MPa), sedangkan bioplastik dengan 2% kitosan memiliki kekuatan terendah (0,16 MPa). Nilai persen elongasi, yang mengukur elastisitas bioplastik, tertinggi pada bioplastik dengan konsentrasi kitosan 4%, sedangkan pada bioplastik dengan 3% kitosan terjadi penurunan elastisitas. Sampel bioplastik tepung hanjeli dengan konsentrasi kitosan 2% memiliki nilai presentase penyerapan air sebesar 176%, pada konsentrasi kitosan 3% memiliki nilai presentase 73%, dan pada konsentrasi kitosan 4% memiliki nilai presentase 281%. Gugus fungsi yang dihasilkan spektrum FT-IR menunjukkan pada sampel bioplastik tepung hanjeli konsentrasi kitosan 2%, 3%, dan 4% mengandung gugus fungsi yang sama, tetapi panjang gelombang yang dihasilkan berbeda. Gugus fungsi yang dihasilkan, yaitu gugus OH, gugus C-N dan gugus C=H.

UCAPAN TERIMAKASIH

Ucapan terima kasih kepada Universitas Diponegoro yang telah mendanai penelitian ini melalui dana penelitian mahasiswa selain dana APBN Fakultas Sains dan Matematika Universitas Diponegoro Tahun Anggaran 2023 No. 40.K4/UN7.F8/PP/II/2023.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Y. E., & Padmawijaya, K. S. (2016). Sintesis bioplastik dari kitosan-pati kulit pisang kepok dengan penambahan zat aditif. *Jurnal Teknik Kimia*, 10(2), 2-16.
- Alam, M. N., Halid, T., & Illing, I. (2018). Efek penambahan kitosan terhadap karakteristik fisika kimia bioplastik pati batang kelapa sawit. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 4(1), 39-44. <https://doi.org/10.26858/ijfs.v4i1.6013>.
- Avella, M., Buzarovska, A., Errico, M. E., Gentile, G., & Grozdanov, A. (2009). Eco-challenges of bio based polymer composites. *Materials*, 2, 911-925. <http://dx.doi.org/10.3390/ma2030911>.
- Coniwanti, P., Linda, L., & Alfira, M. R. (2014). Pembuatan film plastik biodegradable dari pati jagung dengan penambahan kitosan dan pemlastis gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*, 4(20), 22-30.
- Darni, Y., & Utami, H. (2010). Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofibisitas bioplastik dari pati sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 7(4), 88-93.
- Darni, Y., Lestari, H., Lismeri, L., Utami, H., & Azwar, E. (2018). Aplikasi mikrofibril selulosa dari batang sorgum sebagai bahan pengisi pada sintesis film bioplastik. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, 13(1), 15-23. <https://doi.org/10.23955/rkl.v13i1.8647>.
- Dewardaria, K. T., Munarsoa, J., & Rahmawati, R. (2020). Sifat fisikokimia berondong hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L.). *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 17(3), 154-164.
- Harnist, R., & Darni, Y. (2011). Penentuan kondisi optimum konsentrasi plasticizer pada sintesis plastik biodegradable berbahan dasar pati sorgum. *Seminar Nasional Sains dan Teknologi-II*. UNILA. Lampung
- Lusiana, R. A., Suseno, A., Haris, A., & Sari, N. I. (2021). Karakterisasi fisikokimia bioplastik berbahan dasar kitosan tertaut silang asam suksinat/pati/poly vinyl alcohol. *Analytical and Environmental Chemistry*, 6(2), 145-155. <http://dx.doi.org/10.23960%2Fae.v6i2.2021.p145-155>.
- Marlina, L., & Achmad, N. T. F. (2021). Pengaruh variasi penambahan kitosan dan gliserol terhadap karakteristik plastik biodegradable dari pati ubi jalar. *Technical Education Development Center Journal*, 15(2), 125-133.
- Muhammad, M., Ridara, R., & Masrullita, M. (2020). Sintesis bioplastik dari pati biji alpukat dengan bahan pengisi kitosan. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal*, 9(2), 1-11. <https://doi.org/10.29103/jtku.v9i2.3340>.
- Nurazizah, N., Amraini, S. J., & Bahrudin, B. (2019). Pengaruh sorbitol terhadap karakteristik bioplastik berbasis pati sagu-polivinil alkohol (PVA) dengan penambahan kitosan sebagai filler dan sorbitol sebagai plastisizer. *JOM FTEKNIK*, 6(1), 1-8.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan selulosa dari limbah jerami padi (*Oryza sativa*) sebagai bahan bioplastik. *IJPST*, 3(3), 83-91. <https://doi.org/10.15416/ijpst.v3i3.9406>.

- Qadri, Q., Hamzah, H., & Ayu, A. (2023). Variasi konsentrasi kitosan dalam pembuatan bioplastik berbahan baku jerami nangka. *Jurnal Agrotek*, 17(1), 106-113. <https://doi.org/10.21107/agrotek.v17i1.14376>.
- Rifsidian, M., Lesbani, A., & Eliza, E. (2014). Sintesis satu langkah arilasi n-butyl silika dengan aril iodida. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(1), 1-6. <https://doi.org/10.15294/ijcs.v3i1.2871>.
- Saputro, A. N. C., & Ovita, A. L. (2017). Sintesis dan karakterisasi bioplastik dari kitosan pati ganyong (*Canna edulis*). *Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia*, 2(1), 13-21.