

PENGARUH VARIASI KONSENTRASI KITOSAN SISIK IKAN TERHADAP SIFAT MEKANIK DAN STRUKTUR BIOPLASTIK

Umi Lailatul Jamilah¹⁾, Sujito¹⁾, Najwa Hidayatillah¹⁾

1) Program Studi Fisika Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Jember
E-mail: umilailatul@unej.ac.id

Abstrak

Bioplastik menjadi salah satu solusi alternatif dalam mengatasi permasalahan lingkungan terkait sampah plastik. Bioplastik adalah plastik biodegradable yang bisa dihasilkan dari pati, selulosa, lignin, dan kitosan. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan bioplastik dengan memanfaatkan kitosan dari sisik ikan. Metode yang digunakan adalah metode deproteinasi dan demineralisasi untuk menghasilkan kitin. Kemudian, kitin diberi perlakuan deasetilasi sehingga menghasilkan senyawa kitosan. Selanjutnya kitosan dilarutkan pada asam asetat 1% (w/v) dan ditambahkan dengan asam sitrat 5% (w/w), diaduk menggunakan magnetic stirrer pada suhu 50°C selama 5 jam dengan kecepatan 70 rpm. Bioplastik divariasi berdasarkan jumlah kitosan diantaranya 2 gram, 2.5 gram, 3 gram dan 3.5 gram untuk mengetahui pengaruh konsentrasi kitosan terhadap karakteristik Bioplastik. Bioplastik yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan uji tarik untuk mengetahui kuat tarik dan modulus elastisitas, serta uji morfologi untuk mengetahui struktur permukaan dari bioplastik. Hasil penelitian menunjukkan nilai kuat tarik dan modulus elastisitas bioplastik semakin meningkat seiring bertambahnya jumlah kitosan yang ditambahkan hingga 3 gram dengan struktur permukaan bioplastik yang lebih homogen. Dengan hal ini dapat diambil kesimpulan bahwa konsentrasi kitosan berpengaruh terhadap sifat mekanik dan struktur bioplastik, dengan nilai optimum yang diperoleh pada konsentrasi kitosan 3 gram yaitu sebesar 32,64 Mpa dan 105,41 Mpa untuk kuat tarik dan modulus elastisitasnya.

Kata kunci: Bioplastik, Kitosan, Kuat tarik, Modulus Elastisitas, dan Struktur Permukaan.

Pendahuluan

Sampah plastik adalah jenis sampah yang bersifat anorganik atau tidak dapat terurai secara alami yang dapat menyebabkan kerusakan lingkungan jika tidak dikelola dengan baik [1]. Salah satu cara yang bisa dilakukan untuk mengatasi permasalahan tersebut adalah dengan menggunakan alternatif bahan baku lain yang lebih ramah lingkungan diantaranya adalah bioplastik. Bioplastik umumnya terbuat dari pati yang terkandung dalam tumbuhan. Namun penggunaan pati sebagai bahan dasar pembuatan bioplastik memiliki kelemahan yaitu menghasilkan material yang tidak tahan air. Seperti penelitian yang dilakukan oleh Maneking et al. (2020) [2] dalam membuat bioplastik dari singkong dan gliserol, serta penelitian yang dilakukan oleh Setiawan et al. (2021) [3] dalam membuat bioplastik dari Jerami padi dengan variasi jumlah pati. Hasil kedua penelitian tersebut menunjukkan bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki kelemahan tidak tahan terhadap air karena terbuat dari pati. Oleh karena itu, agar bioplastik dapat tetap menjadi alternatif yang valid untuk plastik, maka cara yang bisa dilakukan untuk memperbaiki kelemahannya adalah dengan menambahkan bahan lain seperti kitosan [4].

Kitosan adalah biopolimer yang berasal dari kitin. Kitosan memiliki sifat hidrofobik, tidak beracun dan juga dapat terurai secara alami. Penambahan kitosan pada pembuatan bioplastik akan menghasilkan ikatan hidrogen yang lebih banyak sehingga akan membuat bioplastik memiliki sifat yang lebih kuat. Selain itu, penambahan kitosan juga akan membuat bioplastik memiliki sifat ketahanan terhadap air yang baik [5]. Kitosan umumnya diperoleh dari isolasi kitin yang berasal dari cangkang hewan crustacea seperti kepiting, udang dan kerang. Namun ternyata, kitosan juga dapat ditemukan pada sisik ikan [6]. Kitosan dari sisik ikan berpotensi sebagai bahan tambahan dalam pembuatan bioplastik yang dapat meningkatkan sifat ketahanan air dari bioplastik [4]. Penambahan kitosan akan memicu interaksi rantai polimer dan selulosa dalam bentuk ikatan hidrogen yang akan meningkatkan respon viskoelastis. Hal ini akan meningkatkan mobilitas molekul rantai polimer dan menyebabkan peningkatan kuat tarik [7].

Pada penelitian ini dilakukan pembuatan bioplastik dengan memanfaatkan kitosan dari limbah sisik ikan. Penelitian dilakukan dengan ekstraksi kitosan terlebih dahulu kemudian dilanjutkan dengan pembuatan bioplastik. Pembuatan bioplastik dilakukan dengan variasi jumlah kitosan untuk

mengetahui pengaruh kitosan terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan. Karakteristik yang dianalisis diantaranya adalah kuat tarik, modulus elastisitas, dan struktur permukaan bioplastik. Hasil yang diperoleh diharapkan dapat memenuhi standar SNI sebagai bahan kemasan pengganti plastik.

Studi Pustaka

Proses ekstraksi kitosan dari sisik ikan melalui tiga tahapan yaitu deproteinasi, demineralisasi dan deasetilasi [8]. Proses deproteinasi bertujuan untuk menghilangkan kandungan protein pada bahan baku yang digunakan. Proses ini menggunakan larutan basa, yang sering digunakan yaitu NaOH. Proses yang kedua yaitu proses demineralisasi. Proses ini bertujuan untuk menghilangkan kandungan mineral. Pada proses demineralisasi menggunakan larutan alkali, umumnya yang sering digunakan yaitu HCl. Dari proses demineralisasi diperoleh kitin, yang selanjutnya diproses kembali untuk mendapatkan kitosan melalui proses deasetilasi. Proses deasetilasi bertujuan untuk memutuskan ikatan asetil (-COCH₃) pada gugus asetamida menjadi gugus amina (-NH₂). Proses deasetilasi menggunakan larutan basa NaOH dengan konsentrasi yang tinggi [4].

Salah satu karakterisasi bioplastik yang sering dilakukan adalah pengujian tarik. Uji tarik adalah salah satu metode pengujian mekanik yang digunakan untuk mengukur ketahanan material terhadap gaya tarik hingga mencapai titik patah. Pengujian ini bertujuan untuk mengetahui sifat mekanik material, termasuk kuat tarik (*tensile strength*) dan modulus elastisitas. Pengujian tarik umumnya dilakukan dengan menarik sampel bioplastik secara aksial menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) hingga material mengalami deformasi dan akhirnya putus. Data yang diperoleh berupa kurva tegangan-regangan, yang menunjukkan hubungan antara gaya yang diberikan dan perubahan panjang material. Nilai tegangan (σ) yang merupakan hasil uji tarik dapat diperoleh dari persamaan

$$\sigma = \frac{F}{A} \quad (1)$$

Di mana F adalah beban yang diberikan dan A adalah luas penampang awal dari spesimen. Satuan tegangan adalah N/m² atau pascal (Pa), bisa juga dikonversi menjadi N/mm² atau mega pascal (MPa). Sementara nilai regangan (ε) diperoleh dari

$$\varepsilon = \frac{\Delta L}{L_0} \quad (2)$$

Dimana ΔL adalah perubahan panjang spesimen (mm) dan L_0 adalah Panjang awal spesimen (mm). Untuk regangan kecil, tegangan dan regangan berhubungan secara linier. Hubungan linier antara tegangan dan regangan ini dikenal sebagai hukum Hooke. Rasio tegangan terhadap regangan di daerah linier ini disebut modulus Young (E) atau modulus elastisitas yang menunjukkan kekakuan material [9].

Metodologi Penelitian

Bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah limbah sisik ikan, larutan NaOH 3.5%, NaOH 50%, HCl 1N, asam asetat 1%, asam sitrat, dan aquades. Sementara untuk alatnya menggunakan *magnetic stirrer*, gelas kimia, termometer, pengaduk kaca, kertas saring, pH meter, saringan 50 mesh, oven, *blender*, cetakan dan kertas aluminium.

Metode yang digunakan dalam ekstraksi kitosan dan pembuatan bioplastik pada penelitian ini hasil dari modifikasi beberapa penelitian terdahulu [10], [4], [8], sebagai berikut:

Persiapan Sampel

Sampel sisik ikan yang sudah bersih dan kering selanjutnya dihancurkan menggunakan *blender* atau *grinder*. Setelah itu disaring menggunakan saringan 50 *mesh* sehingga diperoleh serbuk sisik ikan yang memiliki ukuran ± 0.297 mm.

Pengisolasian Kitin

Isolasi kitin dari serbuk sisik ikan dilakukan melalui dua tahap yaitu deproteinasi dan demineralisasi. Tahap deproteinasi dilakukan dengan merendam serbuk sisik ikan pada larutan NaOH 3.5% dengan perbandingan sisik ikan dengan NaOH 1:10 (m/v) pada suhu 100°C selama 2 jam. Hasil yang didapatkan kemudian disaring dan dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Selanjutnya dilakukan tahap demineralisasi dengan melarutkan hasil deproteinasi pada larutan HCl 1 N dengan perbandingan 1:6 (m/v) pada suhu ruang selama 30 menit. Hasil yang didapat kemudian disaring dan dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 3 jam, sehingga diperoleh kitin dari sisik ikan.

Preparasi Kitosan

Preparasi kitosan dilakukan dengan melarutkan kitin dari sisik ikan pada larutan NaOH 50% selama 1 jam pada suhu 100°C dengan perbandingan 1:10 (m/v). Hasil yang didapat kemudian disaring dan dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Selanjutnya dikeringkan menggunakan oven pada suhu 50°C selama 3 jam, sehingga diperoleh kitosan sisik ikan.

Pembuatan Bioplastik

Bioplastik dibuat dengan melarutkan 2 gram kitosan pada 100 ml asam asetat 1% pada suhu 50°C selama 4 jam sambil diaduk secara terus menerus menggunakan *magnetic stirrer*. Larutan kemudian ditambahkan asam sitrat 5% (w/w) dan diaduk kembali pada suhu 50°C selama 1 jam. Selanjutnya, larutan dicetak pada cetakan plastik dan dioven pada suhu 50°C selama 5 jam atau hingga bioplastik kering. Tahap ini diulang dengan variasi jumlah kitosan yang berbeda yaitu 2.5 gram, 3 gram dan 3.5 gram.

Karakterisasi Bioplastik

Karakterisasi yang dilakukan pada penelitian ini adalah uji Tarik dan uji Morfologi permukaan bioplastik. Uji tarik dilakukan menggunakan alat *Universal Testing Machine* (UTM) Hung Ta tipe HT-2402-10kN. Hasil dari pengujian tarik berupa data tegangan (σ) dan regangan (ε), yang kemudian dikonversi ke dalam grafik tegangan-regangan untuk dianalisis sifat mekanik kuat tarik dan modulus elastisitasnya. Sementara Uji morfologi dilakukan menggunakan Metkon IMM 902 SEM (*Scanning Electron Microscope*), dengan memasukkan lembaran bioplastik pada alat uji SEM. Rekaman hasil *scanning* permukaan bioplastik direpresentasikan dalam bentuk gambar 2 dimensi, yang kemudian dianalisis untuk mengetahui struktur permukaannya.

Hasil dan Pembahasan

Bioplastik yang dihasilkan pada penelitian ini berupa lembaran tipis yang transparan seperti pada Gambar 1. Dari Gambar terlihat bahwa bioplastik yang dihasilkan memiliki visual yang sama dengan plastik sintetis pada umumnya. Namun dalam hal ini plastik yang dihasilkan memiliki sifat *biodegradable* yang bisa terurai secara alami karena terbuat dari bahan organik sehingga lebih ramah lingkungan. Sementara untuk sifat mekanik bioplastik ditunjukkan oleh Tabel 1.

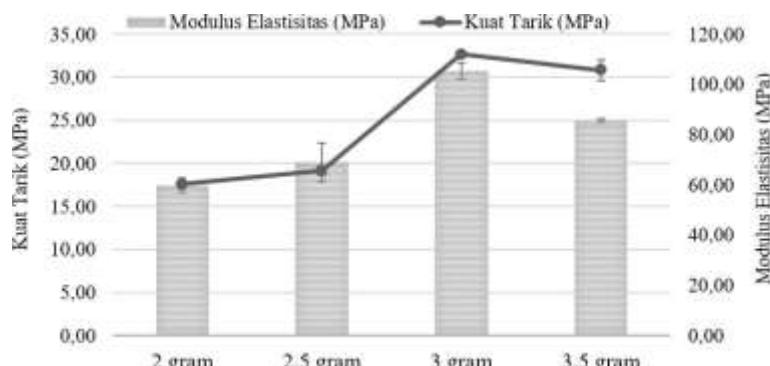


Gambar 1. Bioplastik berbasis kitosan ikan dengan konsentrasi 3 gram

Tabel 1. Nilai Kuat Tarik dan Modulus Elastisitas Bioplastik Berbasis Kitosan

Sampel	Kuat Tarik (Mpa)	Modulus Elastisitas (Mpa)
A1 (2 gram)	17.57	59.80
A2 (2.5 gram)	19.16	68.91
A3 (3 gram)	32.64	105.41
A4 (3.5 gram)	30.81	85.61

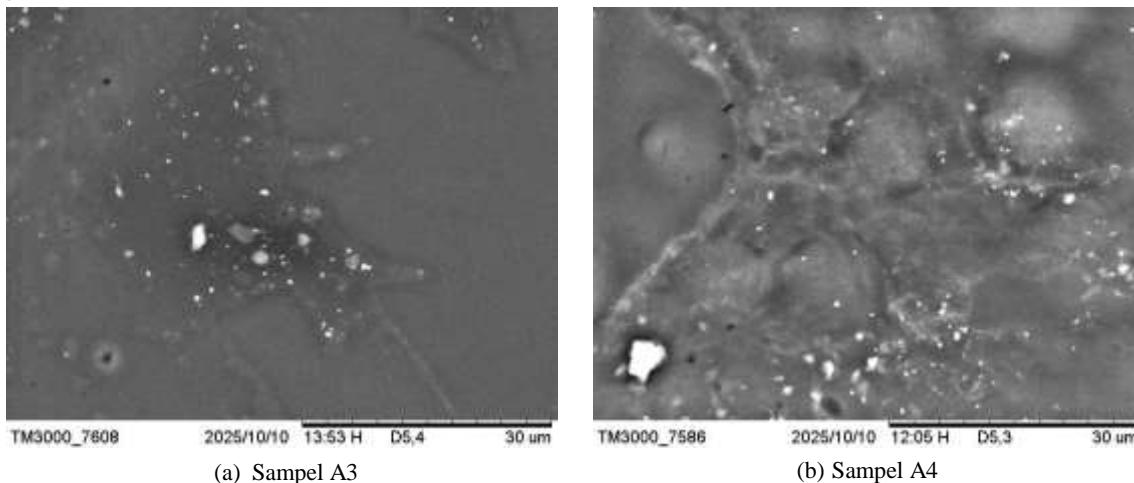
Berdasarkan Tabel 1, diketahui bahwa jumlah kitosan berpengaruh terhadap sifat mekanik bioplastik yang dihasilkan. Semakin banyak jumlah kitosan yang ditambahkan hingga 3 gram, kuat tarik dan modulus elastisitas yang diperoleh semakin meningkat. Namun sifat mekanik bioplastik mengalami penurunan setelah penambahan kitosan lebih dari 3 gram. Menurut Khodijah dan Tobing (2023) [7], kitosan dapat membentuk rantai polimer dengan ikatan yang kuat ketika konsentrasi kitosan yang digunakan sesuai. Dalam hal ini, jumlah kitosan yang lebih dari 3 gram untuk setiap 100 ml larutan asam asetat 1% menghasilkan ikatan rantai polimer yang kurang baik. Meskipun demikian, nilai kuat tarik dan modulus elastisitas yang dihasilkan dengan konsentrasi kitosan lebih dari 3 gram nilainya lebih besar jika dibandingkan dengan konsentrasi kitosan yang kurang dari 3 gram. Dengan demikian, dapat diambil kesimpulan bahwa nilai optimum hasil dari penelitian ini diperoleh ketika menggunakan konsentrasi kitosan sebanyak 3 gram. Secara langsung dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Pengaruh variasi konsentrasi kitosan terhadap sifat mekanik Bioplastik

Gambar 2, tidak hanya menunjukkan hubungan antara variasi konsentrasi kitosan dengan kuat tarik bioplastik tetapi juga modulus elastisitas yang merupakan sifat kekakuan dari material. Berdasarkan gambar tersebut keduanya memiliki tren grafik yang sama, karena umumnya kuat tarik sebanding dengan kekakuan material [11]. Dengan kata lain semakin baik ikatan polimernya maka material yang dihasilkan akan semakin kaku sehingga nilai kuat tariknya juga semakin besar. Menurut Purwati et al. [12], kitosan dapat meningkatkan sifat kekakuan dari material karena semakin

besar konsentrasinya menyebabkan semakin kuat interaksi ikatan polimer yang terbentuk. Namun meskipun demikian penting untuk diketahui konsentrasi optimum dari kitosan dalam pembuatan bioplastik agar material yang dihasilkan memiliki nilai kuat tarik dan modulus elastisitas yang besar. Sebab, sifat mekanik juga dipengaruhi oleh struktur material yang dihasilkan. Struktur material dapat diamati menggunakan *scanning electron microscope* (SEM), seperti yang ditunjukkan oleh Gambar 3.



Gambar 3. Morfologi permukaan bioplastik (a) dengan konsentrasi kitosan 3 gram dan (b) konsentrasi kitosan 3.5 gram dengan perbesaran $2500 \times$

Berdasar pada Gambar 3, diketahui bahwa konsentrasi kitosan berpengaruh terhadap struktur permukaan material bioplastik yang dihasilkan. Terlihat bahwa sampel yang menggunakan kitosan 3 gram memiliki permukaan yang lebih rata jika dibandingkan dengan bioplastik dengan konsentrasi kitosan 3.5 gram. Hal ini menunjukkan bahwa pada konsentrasi kitosan 3.5 gram rantai polimer yang terbentuk tidak homogen sehingga terlihat bioplastik yang dihasilkan memiliki struktur yang kurang baik. Hal ini mendukung hasil dari pengujian tarik, yang mana bioplastik dengan konsentrasi kitosan 3 gram memiliki sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan bioplastik dengan konsentrasi kitosan 3.5 gram. Sebab homogenitas struktur permukaan bioplastik dipengaruhi juga oleh ikatan rantai polimer yang terbentuk. Semakin homogen struktur permukaan bioplastik maka semakin baik ikatan yang terbentuk antar rantai polimer sehingga transfer energi saat pengujian tarik dapat diterima secara merata di setiap bagian bioplastik [13].

Kesimpulan

Kesimpulan yang diperoleh dari penelitian ini adalah konsentrasi kitosan berpengaruh terhadap sifat mekanik dan struktur bioplastik yang dihasilkan dan nilai optimum diperoleh ketika menggunakan konsentrasi kitosan 3 gram dengan kuat tarik sebesar 32,64 Mpa dan modulus elastisitas sebesar 105.41 Mpa dengan struktur permukaan yang homogen.

Ucapan Terima kasih

Penelitian ini didanai oleh Hibah Dosen Pemula, Lembaga Penelitian dan Pengabdian Kepada Masyarakat, Universitas Jember pada Tahun 2025.

Daftar Pustaka

- [1] P. Rafi and M. Nafa Perkasa, “Volume 2 Nomor 7 Juli 2023”, [Online]. Available: <https://jmi.rivierapublishing.id/index.php/rp>
- [2] E. Maneking, H. F. Sangian, and S. H. J. Tongkukut, “Pembuatan dan Karakterisasi

- [3] A. Setiawan, F. D. M. Anggraini, T. A. Ramadani, L. Cahyono, and M. C. Rizal, "Pemanfaatan Jerami Padi Sebagai Bioplastik Dengan Menggunakan Metode Perlakuan Pelarut Organik," *METANA*, vol. 17, no. 2, pp. 69–80, Dec. 2021, doi: 10.14710/metana.v17i2.42254.
- [4] A. A. Ramadhani and N. F. Firdhausi, "Potensi Limbah Sisik Ikan Sebagai Kitosan dalam Pembuatan Bioplastik," *JURNAL AL-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, vol. 6, no. 2, p. 90, Sep. 2021, doi: 10.36722/sst.v6i2.782.
- Junianto, H. M. Shabastiano, L. N. Aulia, F. Hadiana, and A. Rahmani, "Utilization of Fish Scales for Non-Food Products : A Review," *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, pp. 45–50, Dec. 2022, doi: 10.9734/ajfar/2022/v20i5508.
- [5] W. Elvina, R. Tri Utami, and D. Pardiansyah, "POTENSI LIMBAH SISIK IKAN LAUT SEBAGAI BAHAN KITOSAN DALAM PEMBUATAN BIOPLASTIK (Potential Of Marine Fish Scales Waste As A Chitosan Material In The Production Of Bioplastic)", doi: 10.32663/ja.v%vi.i.3040.
- [6] S. Khodijah and J. M. L. Tobing, "Tinjauan Plastik Biodegradable dari Limbah Tanaman Pangan sebagai Kantong Plastik Mudah Terurai," *TEKNOTAN*, vol. 17, no. 1, p. 21, Apr. 2023, doi: 10.24198/jt.vol17n1.3.
- [7] R. T. Utami, W. Elvina, D. Pardiansyah, and Y. Yulfiperius, "Pemanfaatan Limbah Sisik Ikan Nila dan Ikan Kakap Merah sebagai Kitosan," *Jurnal Akuakultur Sungai dan Danau*, vol. 8, no. 2, p. 142, Oct. 2023, doi: 10.33087/akuakultur.v8i2.176.
- [8] W. D. Callister and D. G. Rethwisch, *Materials Science and Engineering: An Introduction*, Tenth edition. Wiley, Hoboken, NJ, 2020.
- [9] R. M. Nur and A. Asy'ari, "The Utilization of Fish Scale Waste as A Chitosan," *Agrikan: Jurnal Agribisnis Perikanan*, vol. 13, no. 2, pp. 269–273, Dec. 2020, doi: 10.29239/j.agrikan.13.2.269-273.
- [10] U. L. Jamilah and Sujito, "THE IMPROVEMENT OF RAMIE FIBER PROPERTIES AS COMPOSITE MATERIALS USING ALKALIZATION TREATMENT: NaOH CONCENTRATION," *Jurnal Sains Materi Indonesia*, vol. 22, no. 2, pp. 62–70, 2021.
- [11] A. Purwanti, E. Sulistyaningsih, W. Prayogo, and M. Yusuf, "Optimization of the Mechanical Properties of Bio-degradable Plastics from Chitosan with Acetic Acid Solvent."
- [12] U. L. Jamilah, E. Hidayah, and Sujito, "Modification of Sugarcane Bagasse Fiber into Microfibrils as Composite Materials Reinforcement," *Computational And Experimental Research In Materials And Renewable Energy*, vol. 8, no. 1, pp. 64–75, May 2025, doi: 10.19184/cerimre.v8i1.53448.