

Pengaruh Penambahan *Filler* Kitosan dan CaCO₃ Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida* Dennst)

Effect of Addition of Chitosan and CaCO₃ *Filler* on Bioplastic Characteristics of Gadung-Yam (*Dioscorea hispida* Dennst)

¹⁾Nur Indah Sari, ²⁾Muhammad Syahrir, ³⁾Diana Eka Pratiwi
^{1,2,3)}Jurusan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Makassar, Jl. Dg. Tata
Email: musdalifahakbar99@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan *filler* kitosan dan CaCO₃ terhadap karakteristik bioplastik dan untuk mengetahui konsentrasi *filler* kitosan dan CaCO₃ yang optimum dalam sintesis bioplastik dari umbi gadung dengan tahapan ekstraksi pati, sintesis bioplastik dengan penambahan *filler* kitosan dan CaCO₃, dan karakterisasi yang meliputi uji ketahanan air, kemampuan biodegradasi, sifat mekanik (kuat tarik, elongasi, dan *modulus young*), serta analisis gugus fungsi dengan menggunakan spektrofotometer FTIR. Sampel umbi gadung diperoleh dari Desa Bu'nea Kecamatan Minasatene Kabupaten Pangkep, Sulawesi Selatan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa konsentrasi *filler* kitosan maupun CaCO₃ sebanding dengan nilai ketahanan air dan berbanding terbalik dengan kemampuan degradasi bioplastik. Sifat mekanik terbaik sekaligus sebagai konsentrasi optimum diperoleh dari penambahan kitosan 6% dengan nilai kuat tarik sebesar 8,85 MPa, elongasi sebesar 11,83% dan nilai *modulus young* 0,7482 MPa. Adapun CaCO₃ 3% merupakan konsentrasi optimum yang memberikan sifat mekanik yang paling besar yaitu nilai kuat tarik 7,5522 MPa, elongasi 9,64% serta *modulus young* 0,7834 MPa. Hasil identifikasi gugus fungsi FTIR terdapat gugus O-H, C-H, N-H, dan C-O yang merupakan gugus fungsi dari bahan penyusun bioplastik yaitu pati, kitosan, dan gliserol..

Kata kunci: *Bioplastik, Dioscorea Hispida* Dennst, *kitosan, CaCO₃*

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of adding chitosan and CaCO₃ fillers to the characteristics of bioplastics and to determine the optimum concentration of chitosan and CaCO₃ fillers in the synthesis of bioplastics from gadung-yam. The research sample was gadung-yam which was obtained from Bu'nea Village, Minasate'ne District, Pangkep Regency, South Sulawesi. The research phase includes starch extraction, bioplastic synthesis with the addition of chitosan and filler CaCO₃, and characterization which includes testing of water resistance, biodegradability, mechanical properties (tensile strength, elongation, and Young's modulus), as well as analysis of functional groups using FTIR spectrophotometer. The results showed that the filler concentration of chitosan and CaCO₃ was proportional to the value of water resistance and inversely proportional to the ability of bioplastic degradation. The best mechanical properties were obtained from the addition of 6% chitosan with a tensile strength value of 8.85 MPa, elongation of 11.83% and Young's modulus value. 0.7482 MPa. The 3% CaCO₃ is the optimum concentration that gives the

greatest mechanical properties, namely the tensile strength value of 7.5522 MPa, elongation 9.64% and Young's modulus 0.7834 MPa. The result of the identification of the FTIR functional group, there are O-H, C-H, N-H, and C-O which are functional groups of the building blocks of bioplastics, namely starch, chitosan, and glycerol.

Keywords: Bioplastic, *Dioscorea Hispida* Dennst, chitosan, CaCO_3

PENDAHULUAN

Kebutuhan plastik meningkat dari tahun ke tahun. Di Indonesia sendiri, produksi plastik telah mencapai 2,3 juta ton (Musthofa, 2011). Limbah plastik sintetik dapat mencemari lingkungan karena tidak dapat didaur ulang dan diurai oleh mikroorganisme di dalam tanah. Beberapa usaha telah dilakukan untuk menangani masalah pencemaran yang diakibatkan oleh sampah plastik misalnya pembakaran, dan penimbunan, tetapi dinilai belum efektif karena masih menimbulkan dampak buruk. Seperti pembakaran sampah plastik dapat menghasilkan gas yang bersifat korosif dan beracun, seperti HCl, HCN, NH_3 , dan SO_2 (Darni, dkk, 2008). Sehingga, perlu dilakukan penelitian tentang pembuatan plastik yang mudah terurai secara biologis.

Penggunaan pati umbi gadung menjadi salah satu alternatif sebagai bahan utama pembuatan bioplastik. Selain karena kandungan patinya yang tinggi yaitu berkisar 46,66-59,92% (Sasongko, 2009), juga karena umbi gadung masih kurang dimanfaatkan oleh masyarakat, karena pada umbi gadung terdapat kandungan asam sianida (HCN) yang mengakibatkan keracunan apabila dikonsumsi secara langsung. Tingginya asam sianida pada umbi

gadung menjadi faktor pembatas kelayakan untuk dikonsumsi. Namun, ada beberapa kekurangan yang terdapat pada plastik berbahan pati yaitu rendahnya kekuatan mekanik jika dibandingkan dengan plastik sintetik. Untuk meningkatkan kekuatan mekanik pada pati, maka dilakukan penambahan *filler* (zat pengisi) ke dalam bioplastik. Beberapa penelitian telah dilakukan untuk mencari penambahan *filler* yang menghasilkan karakteristik terbaik. Salah satunya telah dilakukan oleh Udjiana, dkk (2019) yang menggunakan kitosan dan CaSi , hasil percobaan menunjukkan bahwa kemampuan degradasi paling tinggi sebesar 42,86% untuk bioplastik dengan *filler* kalsium silikat 6%. Sedang hasil uji ketahanan air menunjukkan nilai 88,24% dengan *filler* kitosan 8%. Uji kuat tarik diperoleh nilai paling besar 9,56 MPa pada *filler* kalsium silikat 6%.

Dari latar belakang di atas, maka perlu dilakukan modifikasi bioplastik untuk mengontrol sifat mekanik maupun kemampuan biodegradabilitas sehingga penting dilakukan penelitian tentang pengaruh penambahan *filler* organik dan anorganik sebagai inovasi baru. Oleh karena itu, dalam penelitian ini akan digunakan *filler* kitosan dan CaCO_3 .

METODE PENELITIAN

A. Alat

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah seperangkat alat gelas, neraca analitik, corong Buchner, pompa vakum, saringan kain, baskom, blender miyako, *hot plate*, botol semprot, ayakan 200 mesh, spatula, oven, cetakan flexiglass, plat tetes, *magnetic stirrer*, alat uji mekanik *Universal Testing Machine (UTM)*, dan spektrofotometer Shimadzu type Prestige-21 FT-IR.

B. Bahan

Bahan pembuatan bioplastik yaitu, gliserol 98%, serbuk kitosan, padatan CaCO₃, larutan iod 0,1%, CH₃COOH 99,8%, larutan AgNO₃ 1%, larutan NaCl 10%, larutan FeCl₃ 1%, kertas saring biasa, kertas saring Whatman, dan aquades.

C. Prosedur Kerja

1. Ekstraksi Pati

Umbi gadung sebanyak 5 kg dikupas dan dicuci dengan air mengalir hingga bersih, selanjutnya umbi dikecilkan ukuranya (3x3cm), lalu direndam dengan 2,5 L larutan NaCl 10% selama 8 jam. Setelah itu, umbi dibilas dengan air yang mengalir hingga air bilasannya jernih yang menandakan bahwa umbi telah bebas sianida. Umbi gadung kemudian dihancurkan menggunakan blender hingga membentuk bubur (*pulp*) lalu disaring, sehingga diperoleh filtrat. Filtrat yang diperoleh didiamkan selama semalam

untuk mendapatkan endapan pati yang optimal, kemudian pisahkan air yang berada diatas dengan endapan pati, endapan pati yang diperoleh disaring menggunakan corong Buchner lalu dioven dengan menggunakan suhu 60°C selama 24 jam. Pati yang sudah kering ditimbang dan dihasilkan sebanyak 300 g tepung pati, lalu diayak menggunakan ayakan 200 mesh.

2. Uji Pati

Tepung pati yang telah diperoleh, selanjutnya dilakukan pengujian terhadap pati yang dihasilkan dengan cara uji iod. Pertama-tama, sampel pati ditimbang sebanyak 0,5 g dilarutkan dengan 10 mL aquades dan dimasukkan ke dalam plat tetes. Setelah itu, ditambahkan satu tetes larutan iod 0,1%. Kemudian diamati perubahan warna. Timbulnya warna biru menunjukkan adanya pati dalam sampel (Widyaningsih, 2012).

3. Uji Sianida

Sebanyak 0,5 g tepung pati ditimbang lalu dilarutkan dengan 10 mL aquades. Setelah larut, selanjutnya disaring menggunakan kertas saring biasa. Kemudian, sebanyak 1 mL filtrat masing-masing dimasukkan ke dalam tabung 1 dan tabung 2, setelah itu, ditambahkan 2 tetes larutan FeCl₃ 1% ke dalam tabung 1 dan 2 tetes AgNO₃ 1% ke tabung 2, adanya endapan orange pada tabung 1 dan endapan putih pada tabung 2 menandakan positif sianida (Ramdan, dkk, 2017).

4. Pembuatan Bioplastik

Pati umbi gadung dilarutkan

dengan aquades dengan perbandingan 1:20 (1 g pati umbi gadung dalam 20 mL aquades), lalu ditambahkan dengan 3 mL gliserol 15% dan kitosan dengan variasi konsentrasi 3%, 6%, dan 9%. Kemudian dipanaskan pada *hot-plate* dengan suhu 80°C sambil diaduk dengan *magnetic stirrer*. Setelah itu, dituangkan ke dalam wadah kaca dan diratakan. Kemudian dimasukkan ke dalam oven pada suhu 60°C selama 4-5 jam. Setelah itu dilepaskan dari cetakan. Dilakukan prosedur yang sama untuk pembuatan bioplastik dengan kombinasi penambahan kitosan:CaCO₃ 3%, 6%, 9% dan 12%.

5. Karakterisasi Bioplastik

a. Uji Ketahanan Air

Uji ini dilakukan untuk mengetahui sifat ketahanan bioplastik terhadap air yang ditentukan dengan uji *swelling* yaitu persentase pengembangan plastik oleh air. Pertama, bioplastik kering ditimbang sebagai berat awal (W_0), setelah itu, bioplastik dimasukkan ke dalam wadah berisi aquades. Setiap satu menit, plastik diambil, air dipermukaan plastik dilap dengan tisu, kemudian ditimbang. Langkah ini dilakukan berulang-ulang sampai diperoleh berat konstan. Lalu, ditimbang kembali sebagai berat setelah direndam (W). Penyerapan air dihitung dengan rumus:

$$\% \text{ penyerapan air} = \frac{W - W_0}{W_0} \times 100\%$$

Keterangan:

W_0 = berat bioplastik kering

W = berat bioplastik setelah dikondisikan dengan aquades

a. Uji Biodegradabilitas

Uji kemampuan degradasi dilakukan dengan metode *soil burial test* yaitu metode penguburan dalam tanah. Adapun langkah pengujian ini yaitu dengan memotong sampel dengan ukuran 3x3cm yang beratnya telah diketahui (W_1). Selanjutnya ditempatkan dan ditanam dalam wadah yang berisi tanah. Sampel dibiarkan dalam rentang waktu 3 hari sehingga mengalami degradasi kemudian ukur beratnya sebagai berat biodegradasi (W_2). Kehilangan massa dapat diukur dengan persamaan berikut.

$$\% \text{ kehilangan massa} = \frac{W_1 - W_2}{W_2} \times 100\%$$

Keterangan:

W_1 = massa sampel sebelum biodegradasi

W_2 = massa sampel setelah biodegradasi

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ekstraksi Pati dari Umbi Gadung

Bagian umbi gadung yang digunakan adalah daging, sehingga perlu dipisahkan antara kulit dan bagian dagingnya dengan cara pengupasan. Daging umbi gadung kemudian dikecilkan ukurannya agar lebih mudah dan efektif untuk menghilangkan sianidanya, lalu direndam dengan larutan NaCl selama 8 jam. Perendaman dengan NaCl bertujuan untuk mempercepat proses penghilangan kandungan sianida dari umbi gadung dibandingkan jika hanya dilbilas dengan air mengalir. Setelah itu, umbi dibilas dengan air yang mengalir secara berulang-ulang untuk menghilangkan sisa-sisa sianida yang masih terkandung pada umbi. Hal ini ditandai dengan air bilasan yang terlihat jernih.

Umbi gadung kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga membentuk bubur (pulp) lalu disaring, sehingga diperoleh filtrat. Filtrat yang diperoleh didiamkan selama 24 jam untuk mendapatkan endapan pati yang optimal. Selanjutnya, dilakukan proses dekantasi yaitu proses pemisahan antara supernatant yang berada di bagian atas dan endapan pati yang berada pada bagian bawah. Endapan pati yang diperoleh kemudian disaring menggunakan corong Buchner untuk menghilangkan sisa-sisa air agar lebih mudah dikeringkan di dalam oven. Setelah kering, pati kemudian diayak dengan ukuran 200 mesh dan diperoleh tepung pati sebanyak 300 g seperti pada Gambar 1.



Gambar 1. Tepung Pati

1. Uji Pati

Hasil ekstraksi diuji untuk mengidentifikasi adanya kandungan pati pada sampel dengan menggunakan uji iodium. Pati yang telah dilarutkan dengan aquades, dimasukkan ke dalam plat tetes. Setelah itu, ditambahkan 2 tetes reagen I₂. Penambahan I₂, menyebabkan terjadinya perubahan warna. Pada awalnya, larutan pati yang berwarna putih keruh

ditambahkan dengan larutan I₂ yang berwarna kuning kecoklatan menghasilkan campuran berwarna biru tua yang mengindikasikan adanya amilum.

2. Uji Sianida

Uji ini merupakan uji kualitatif untuk identifikasi adanya kandungan sianida pada sampel pati. Pengujian ini digunakan pereaksi FeCl₃ dan AgNO₃ yang berfungsi sebagai reagen untuk identifikasi adanya sianida dalam sampel yang ditandai dengan adanya endapan putih pada penambahan AgNO₃ dan endapan coklat kemerahan pada penambahan reagen FeCl₃ (Ramdan, dkk, 2017). Hasil penelitian menunjukkan tidak terdapat endapan pada penambahan kedua reagen. Hal ini menandakan bahwa sampel tidak mengandung sianida.

B. Pembuatan Bioplastik

Pembuatan bioplastik dari pati umbi gadung dilakukan dengan dengan mencampurkan *plasticizer* gliserol dan *filler* kitosan serta CaCO₃ yang ditambahkan dalam jumlah yang berbeda-beda sesuai variabel berubah.

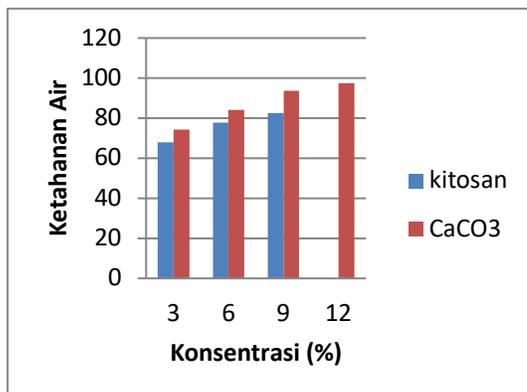
Bioplastik dengan penambahan *filler* kitosan 3% menghasilkan bioplastik yang berwarna putih dengan struktur yang rapuh. Adapun *filler* kitosan konsentrasi 6% secara fisik lebih transparan dibandingkan dengan kitosan 9% yang terlihat lebih kaku dan berwarna kekuningan. Hal ini disebabkan karena serbuk kitosan udang yang digunakan berwarna kuning kecoklatan. Sehingga semakin banyak penambahan kitosan menyebabkan warna bioplastik menjadi lebih

kekuningan. Sedangkan sebagai variabel kontrol, dibuat bioplastik tanpa penambahan kitosan tetapi tidak terbentuk plastik. Kitosan mengandung gugus amino yang berikatan dengan gugus -OH yang terdapat pada pati. Ikatan ini dikenal sebagai ikatan hidrogen intermolekul (Udjiana, dkk, 2019).

Selanjutnya adalah pembuatan bioplastik dengan penambahan filler CaCO₃. Metode ini bertujuan untuk melihat pengaruh CaCO₃ pada pembuatan bioplastik, sehingga yang divariasikan adalah konsentrasi CaCO₃ sedangkan konsentrasi kitosan yang digunakan adalah tetap yaitu kitosan 6% karena secara fisik lebih baik dibandingkan dengan 3% dan 9%. Adapun plastik yang dihasilkan berwarna kuning seiring dengan bertambahnya konsentrasi CaCO₃. Penambahan CaCO₃ 6% dan 9% terlihat pada permukaan plastik yang tidak merata. Hal ini dikarenakan komponen-komponen bioplastik tidak homogen.

C. Karakterisasi Bioplastik

1. Uji Ketahanan Air



Gambar 2. Uji Ketahanan Air

Bioplastik

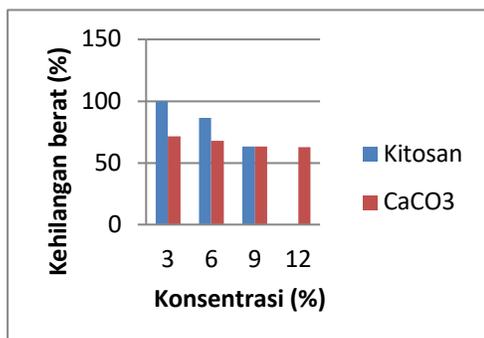
Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa ketahanan air bioplastik meningkat seiring dengan meningkatnya konsentrasi *filler* kitosan dan CaCO₃. Hal ini dikarenakan penambahan kitosan menyebabkan semakin banyak interaksi hidrogen antar molekul kitosan, gliserol dan pati sehingga interaksi hidrogen antar molekul air akan berkurang yang menyebabkan ketahanan air meningkat. Hal inilah yang menyebabkan bioplastik akan semakin tahan terhadap air, mengingat fungsi plastik selain sebagai wadah, diharapkan dapat melindungi dari air. Ketahanan air bioplastik dengan penambahan *filler* kitosan berkisar antara 67% – 82%. Adapun hasil penelitian sebelumnya yang dilakukan oleh (Nahir, 2017) ketahanan air bioplastik dari biji asam yang dihasilkan dengan variasi konsentrasi kitosan 0%, 3%, 4% dan 5% yaitu 65% - 74%.

Adapun pada penambahan *filler* CaCO₃ menyebabkan ketahanan bioplastik terhadap air meningkat. Hal ini diduga karena penambahan CaCO₃ ke dalam larutan pati akan membentuk suatu jaringan, yaitu dengan cara ion kalsium (Ca²⁺) berikatan dengan gugus hidroksil (OH) pada pati sehingga jumlah air yang dapat masuk atau diserap ke dalam bioplastik akan berkurang yang menyebabkan ketahanan air meningkat. Nilai ketahanan air cukup tinggi berkisar antara 74% - 97%. Nilai ini hampir memenuhi SNI dengan nilai ketahanan air 99%.

2. Uji Biodegradabilitas

Uji biodegradabilitas bioplastik berbahan dasar pati umbi gadung

dilakukan untuk melihat laju penguraian bioplastik oleh bakteri pengurai dalam tanah, sehingga dapat dihitung berapa lama waktu yang dibutuhkan oleh plastik tersebut hingga habis terurai dalam tanah. Metode yang digunakan adalah metode *soil burial test* yaitu sampel bioplastik ditanam dalam wadah yang berisi tanah selama 12 hari dan dilakukan pemeriksaan berat bioplastik setiap 3 hari dengan cara menghitung selisih antara berat bioplastik sebelum dan setelah ditanam. Kemampuan degradasi pada bioplastik dapat dilihat pada Gambar 3.

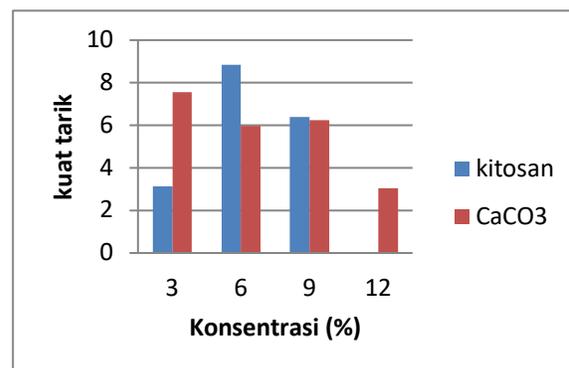


Gambar 3. Uji biodegradasi bioplastik

menunjukkan kehilangan massa bioplastik menurun dengan meningkatnya konsentrasi *filler* kitosan maupun CaCO₃. Penurunan laju degradasi bioplastik dikarenakan kitosan merupakan biopolimer sehingga penambahan kitosan menyebabkan bioplastik lebih sulit diurai menjadi monomer - monomernya. Bertambahnya konsentrasi CaCO₃ menyebabkan bioplastik lebih sulit didegradasi. Hasil ini sejalan dengan (Abidin, dkk,

2021) di mana penambahan CaCO₃ menurunkan laju degradasi bioplastik. Hal ini berarti bahwa penambahan CaCO₃ menyebabkan bioplastik akan lebih sulit diurai oleh mikroorganisme pengurai di dalam tanah.

3. Uji sifat Mekanik Kuat Tarik



Gambar 4. Uji Kuat Tarik Bioplastik

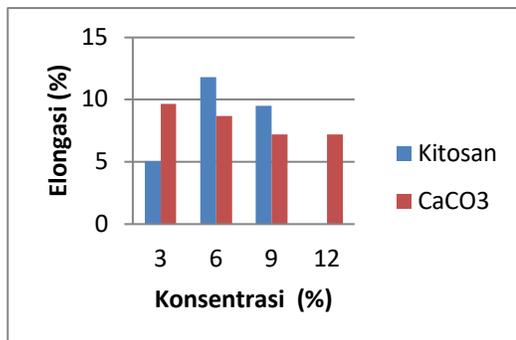
Semakin besar konsentrasi kitosan maka akan semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat di dalam bioplastik sehingga ikatan kimia dari plastik semakin kuat dan sulit untuk diputus, sehingga diperlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut. Hal itu menunjukkan bahwa molekul penyusun bioplastik semakin homogen dan strukturnya rapat, dengan karakteristik tersebut tentunya kuat tarik semakin besar (Coniwanti, dkk, 2014).

Nilai kuat tarik mengalami penurunan pada penambahan kitosan 9%. Hal ini menunjukkan bahwa penambahan *filler* yang terlalu banyak menghasilkan nilai yang berbeda dengan tren sebelumnya. Konsentrasi kitosan yang terlalu tinggi akan menurunkan nilai kuat tarik karena kitosan memiliki struktur rantai polimer linier. Di mana struktur rantai linier cenderung

membentuk fasa kristalin karena mampu menyusun molekul polimer yang teratur. Fasa kristalin memberikan kekuatan, kekakuan dan kekerasan sehingga dapat menyebabkan film plastik menjadi lebih mudah putus (Agustin dan Karsono, 2016).

Penambahan CaCO₃ cenderung berbanding terbalik terhadap nilai kuat tarik. Dimana semakin besar persentase CaCO₃, maka nilai kuat tarik cenderung akan semakin kecil. Hal ini berarti bahwa penambahan CaCO₃ menyebabkan struktur molekul bioplastik diduga adalah amorf. Pada struktur molekul amorf, rantai-rantai bercabang namun tidak tersusun secara rapat sehingga jarak antar molekul menjadi lebih jauh dan kekuatan ikatan molekul menjadi melemah. Lemahnya kekuatan ikatan molekul dalam bioplastik menyebabkan semakin rendahnya gaya yang dibutuhkan untuk memutuskan bioplastik tersebut (Darni, dkk, 2008).

4. Elongasi

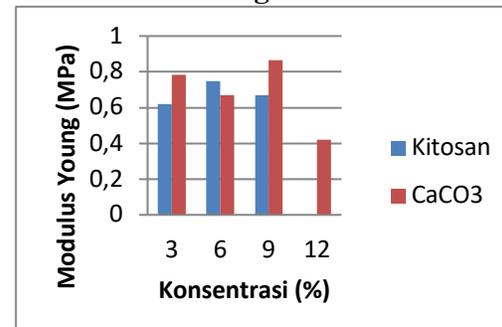


Gambar 5. Uji Elongasi Bioplastik

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai elongasi paling besar pada penambahan kitosan 6% yaitu 11,83% dan nilai elongasi mengalami penurunan saat penambahan kitosan 9%. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan ke dalam film plastik, maka elongasi akan menurun. Penurunan elastisitas ini disebabkan oleh semakin menurunnya jarak ikatan antarmolekulnya (Coniwanti, dkk, 2014)

Adapun penambahan CaCO₃ dapat menurunkan nilai elongasi, walaupun penurunannya tidak begitu signifikan bahkan pada konsentrasi 9 % dan 12 % menunjukkan nilai elongasi yang sama. Semakin banyak CaCO₃ yang ditambahkan, nilai elongasinya juga semakin menurun. Hal ini dikarenakan penambahan CaCO₃ yang semakin banyak dapat menyebabkan semakin menurunnya jarak ikatan intermolekulnya (Hasanah & Haryanto, 2017). Standar pemanjangan (elongasi) bioplastik yaitu 21 % - 220 % berdasarkan Standar Nasional Indonesia (Nahir, 2017). Dari hasil penelitian, nilai elongasi berkisar antara 5,04 – 11,83 % dan belum memenuhi SNI.

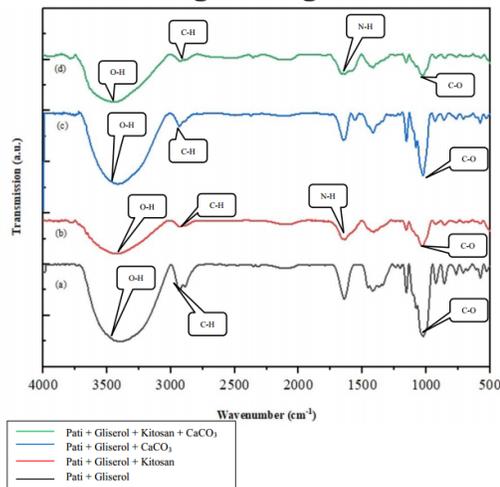
5. Modulus Young



Gambar 6. Perhitungan Modulus Young

Modulus young merupakan ukuran kekakuan suatu bahan. Nilai *modulus young* dipengaruhi oleh besarnya nilai kuat tarik dan elongasi. *Modulus young* berbanding lurus dengan nilai kuat tarik dan berbanding terbalik dengan nilai elongasi. Bioplastik dengan *modulus young* tertinggi pada penambahan kitosan adalah pada konsentrasi 6% yaitu sebesar 0,74 MPa. Sedangkan untuk kombinasi *filler* kitosan: CaCO₃ diperoleh dari konsentrasi 9% yaitu 0,86 MPa. Nilai kuat tarik yang semakin besar dan elongasi yang semakin kecil akan diperoleh nilai *modulus young* yang tinggi.

6. Analisis Gugus Fungsi



Gambar 7. Spektrum Analisis FTIR Bioplastik

Dapat dilihat bahwa semua sampel bioplastik mengandung gugus hidroksil (O-H) yang berada pada rentang bilangan gelombang 3500 cm⁻¹ - 3200 cm⁻¹ (Sastrohamidjojo, 2013). Adanya gugus hidroksil (OH) pada bioplastik menunjukkan

terbentuknya ikatan hidrogen karena adanya interaksi antara atom hidrogen dengan atom elektronegatif yaitu oksigen. Atom hidrogen memiliki muatan positif sedangkan atom oksigen memiliki muatan negatif yang menyebabkan adanya gaya tarik menarik satu sama lain membentuk ikatan hidrogen (Abidin, dkk, 2021). Interaksi hidrogen inilah yang menyebabkan bioplastik semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi untuk memutus ikatannya (Darni dan Utami, 2010) Pada bilangan gelombang 2927,94 cm⁻¹, 2931,80 cm⁻¹, 2927,94 cm⁻¹, dan 2931,8 cm⁻¹ dengan intensitas lemah menunjukkan adanya rantai hidrokarbon alifatik jenuh (C-H) dengan rentang frekuensi 3000 – 2850 cm⁻¹.

Gugus amina (N-H) dengan rentang bilangan gelombang 1640 cm⁻¹ – 1550 cm⁻¹ hanya terdapat pada bilangan gelombang 1639,49 cm⁻¹, dan 1637,56 cm⁻¹ dan tidak ditemukan pada bioplastik tanpa penambahan kitosan. Pada bilangan gelombang 1028,06 cm⁻¹, 1024,20 cm⁻¹, 1028,06 cm⁻¹, dan 1417,68 cm⁻¹ menunjukkan daerah khas gugus C-O dengan frekuensi bilangan gelombang 1000 cm⁻¹- 1450 cm⁻¹. Menurut Darni dan Utami (2010) adanya gugus C-O ester (COOH) pada bahan bioplastik yang di uji dengan spektrofotometer FTIR, menunjukkan bahwa bahan bioplastik ini dapat terdegradasi. Hasil identifikasi gugus fungsi berdasarkan Gambar 7 menunjukkan bahwa semua gugus fungsi O-H, N-H, C-H, dan C-O berasal dari bahan yang digunakan yaitu dari pati, kitosan dan gliserol.

KESIMPULAN DAN SARAN

A. Kesimpulan

Penambahan *filler* kitosan maupun CaCO₃ berpengaruh terhadap karakteristik bioplastik dari pati umbi gadung. Konsentrasi kitosan maupun CaCO₃ berbanding lurus dengan nilai ketahanan air dan berbanding terbalik dengan kemampuan degradasi bioplastik. Konsentrasi optimum kitosan dalam pembuatan bioplastik dari umbi gadung adalah 6% dengan nilai kuat tarik diperoleh sebesar 8,85 MPa, elongasi sebesar 11,83% dan nilai modulus young 0,7482 MPa. CaCO₃ 3% merupakan konsentrasi optimum yang memberikan sifat mekanik yang paling besar yaitu nilai kuat tarik 7,5522 MPa, elongasi 9,64% serta modulus young 0,7834 MPa.

B. Saran

Untuk penelitian selanjutnya disarankan untuk menambahkan *filler* dengan variasi konsentrasi yang lebih banyak sehingga didapatkan kecenderungan pengaruhnya setiap karakterisasi yang dilakukan serta berat sampel bioplastik diseragamkan sebelum dilakukan karakterisasi.

DAFTAR PUSTAKA

- Abidin, Nur Diyana Zainol, Nur Syahirah Azhar, Muhammad Naiman Sarip, Huzairah A. Hamid and Nor Atikah Husna Ahmad Nasir. 2021. Production of Bioplastic from Cassava Peel with Different Concentrations of Glycerol and CaCO₃ as Filler. *AIP Conference Proceedings* 2332, 020004.
- Agustina, Serly Putri. 2014. "Pembuatan Plastik *Biodegradable* Menggunakan Pati Dari Umbi Gadung". *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Sriwijaya, Palembang.
- Agustin, Yuana Elly dan Karsomo Samuel Padmawijaya. 2016. Sintesis Bioplastik Dari Kitosan-Pati Kulit Pisang Kapok Dengan Penambahan Zat Aditif. *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 10 No. 2.
- Ardiansyah, Ryan. 2011. "Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Plastik *Biodegradable*". *Skripsi*. Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Depok.
- Avella, M. 2005. Eco-challenge of Bio-based Polymer Composites. *Materials*, 2 911-925.
- Coniwanti, Pamilia, Linda Laila, dan Mardiyah Rizka Alfira. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia No. 4, Vol. 20*.
- Darni, Yuli, Chici A, Sri Ismiyati D. 2008. Sintesa Bioplastik dari Pati Pisang dan Pati Pisang dan Gelatin Plasticizer Plasticizer Gliserol. *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi, Universitas Lampung*.
- Darni Y. dan Herti Utami. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan*, Vol 7. No. 4. Hal: 88-93.
- Hasanah, Yeti Rusmiati. 2017. Pengaruh

- Penambahan *Filler* Kalsium Karbonat (CaCO₃) dan Clay Terhadap Sifat Mekanik dan *Biodegradable* Plastik dari Limbah Tapioka. *Techno*, ISSN 1410 - 8607 Volume 18 No. 2.
- Hardjono, Profiyanti Hermien Suharti, Dita Ayu Permatasari, dan Vivi Alvionita Sari. 2016. Pengaruh Penambahan Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Film Plastik *Biodegradable* dari Pati Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata Balbisiana Colla*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan* DOI 10.15294/jbat.v4i2.5965.
- Hidayanti, S, A.S. Zuidar dan A. Ardiani. 2015. Aplikasi sorbitol pada produksi biodegradable film dari nata de cassava. *Reaktor*. 15(3):196-204.
- <https://www.google.com/amp/s/indopos.co.id/read/2019/07/07/180601/wow-indonesia-produksi-64-juta-ton-sampah-per-tahun/amp/>
- Inggaweni, Luy & Suyatno. 2015. Karakterisasi Sifat Mekanik Plastik Biodegradable dari Komposit High Density Polyethylene (Hdpe) Dan Pati Kulit Singkong. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*, ISBN: 978-602-0951-05-8.
- Musthofa, M. H. 2011. Uji Coba Bahan Kantong Bioplastik Pati dan Onggok Tapioka Dengan Gliserol Sebagai Plastizer. *Skripsi*. Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya. Malang.
- Ningsih, Sri Widia. 2010. Optimasi Pembuatan Bioplastik Polihidroksi alkanoat Menggunakan Bakteri Mesofilik Dan Media Limbah Cair Pabrik Kelapa Sawit. *Tesis Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Sumatera Utara Medan*.
- Nuriyah, Lailatin, Gancang Saroja, dan Junaydi Rohmad. 2019. The Effect of Calcium Carbonate Addition to Mechanical Properties of Bioplastik Made from Cassava Starch with Glycerol as Plasticizer. *9th Annual Basic Science International Conference*.
- Purnavita, Sari dan Wahyu Tri Utami. 2018. Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Pati Aren Dengan Penambahan Aloe Vera. *Inovasi Teknik Kimia*, Vol. 3, No. 2.
- Putra, Arie Judesta, Yessy Rosalina, dan Syafnil. 2016. Studi Pembuatan Plastik *Biodegradable* Berbahan Dasar Tepung Pisang Merah (*Musa Acuminata Red Decca*) Dengan Variasi Penambahan CaCO₃. *Jurnal Teknologi Pertanian, Fakultas Pertanian, Universitas Bengkulu*.
- Rochaeni, Umyy Aisyah, Irdoni HS, dan Bahruddin. 2017. Pengaruh Kadar *Filler* Kitosan dan Plasticizer Gliserol Terhadap Sifat dan Morfologi Bioplastik Berbasis Pati Sagu. *Jom FTEKNIK Volume 4 No. 2*.
- Ramdan, Umyy Mardiana, Dian Oktaviani dan Hesty Nita Hasanah. 2017. Identifikasi Kadar Sianida Pada Biji Melinjo (*Gnetum Gnemon L*). *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada Volume 17 Nomor 2*.
- Saputra, Wijaya, Amna Hartiati, dan Bambang Admadi Harsojuwono. 2019. Pengaruh Konsentrasi Seng

- Oksida (ZnO) dan Penambahan Gliserol Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida* Deenst). *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* Vol. 7, No. 3
- Sastrohamidjojo, H. 2013. *Dasar-Dasar Spektroskopi*. Yogyakarta: Gajah Mada.
- Svehla. 1985. *Buku Teks Analisis Anorganik Kualitatif Makro dan Semimakro Edisi Kelima*. Jakarta: PT Kalman Media Pusaka.
- Udjiana, S.Sigit, Sigit Hadianoro, Muchamad Syarwani, Profiyanti Hermien Suharti. 2019. Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Umbi Talas (*Xanthosoma sagittifolium*) dengan Penambahan Filler Kitosan dan Kalsium Silikat. *Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan*, Vol. 3, No. 1.
- No. 4.
- Sasongko, Pramono. 2009. Detoksifikasi Umbi Gadung (*Dioscorea Hispida* Dennst) Melalui Proses Fermentasi Menggunakan Kapang *Mucor Sp.* *Jurnal Teknologi Pertanian* Vol. 10
- Wahyuningtyas, Meliana. 2015. Pembuatan dan Karakterisasi Film Pati Kulit Ari Singkong/Kitosan dengan Plasticizer Asam Oleat. *Skripsi*. Institut Teknologi Sepuluh Nopember Surabaya.
- Widyaningsih, Senny, Dwi Kartika, dan Yuni Tri Nurhayati. 2012. Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradasi Film dari Pati Kulit Pisang. *Molekul*, Vol. 7, No. 1.
- Winarti, Christina., Miskiyah dan Widaningrum. 2012. Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemas Edible Antimikroba Berbasis Pati. *Jurnal Litbang*. 31(3). 85-86.