



AGROINDUSTRIAL TECHNOLOGY JOURNAL

ISSN : 2599-0799 (print) ISSN : 2598-9480 (online)

Accredited SINTA 5 No.85/M/KPT/2020

**SIFAT FISIK DAN MEKANIK BIOPLASTIK DARI PATI KULIT PISANG AMBON
(*Musa paradisiacal*) DENGAN PLASTICIZER SORBITOL**

Physical And Mechanical Properties of Bioplastic From Ambon Banana Skin Starch with Sorbitol Plasticizer

Endo Pebri Dani Putra^{1}, Elfa Susanti Thamrin²*

¹Teknologi Industri Pertanian, Jurusan Teknologi Produksi dan Industri, Institut Teknologi Sumatera

*Email korespondensi: endo.putra@tip.itera.ac.id

Info Artikel : Diterima 14 April 2022, Diperbaiki 19 Juni 2022, Disetujui 23 Oktober 2022

ABSTRACT

Bioplastic is a solution to the large amount of plastic waste that causes problems for our environment today because it is difficult to degrade in nature. Bioplastic is a type of environmentally friendly plastic that can be decomposed naturally and made from renewable resources. The purpose of this study was to analyze the characteristics of the bioplastic film produced from Ambon banana peel starch and to obtain the best concentration of Ambon banana peel starch (*Musa paradisiacal*) to produce bioplastic films with sorbitol plasticizer. The method used in the manufacture of bioplastics is the solution casting method. The analysis carried out on the bioplastic film is physical properties in the form of measuring thickness, density, water absorption, and mechanical properties; tensile strength test, percent elongation, and Young's modulus. The results of the analysis of the data obtained indicate that the characteristics of the bioplastic films produced with different starch concentrations affect the thickness, density, water absorption, tensile strength, and Young's modulus. The best treatment based on the mechanical properties of the bioplastic film was the addition of 1 g of Ambon banana peel starch. The characteristics of Ambon banana starch bioplastic film with a thickness value of 0.31 mm, density 0.69 m/g³, 6.71% water absorption, 38.26 MPa tensile strength, 16.67% elongation percent, and 229.54 MPa young's modulus.

Keywords: *bioplastic, starch, ambon banana*

ABSTRAK

Bioplastik merupakan solusi dari banyaknya limbah plastik yang menjadi penyebab masalah bagi lingkungan kita saat ini, karena sulit terdegradasi di alam. Bioplastik adalah jenis plastik ramah lingkungan yang dapat terurai secara alami yang terbuat dari sumber daya terbarukan. Tujuan penelitian ini untuk menganalisis karakteristik film bioplastik yang dihasilkan dari pati kulit pisang ambon dan untuk mendapatkan konsentrasi pati kulit pisang

ambon (*Musa paradisiacal*) terbaik untuk menghasilkan film bioplastik dengan *plasticizer* sorbitol. Metode yang digunakan dalam pembuatan pembuatan bioplastik adalah metode *solution casting*. Analisis yang dilakukan pada film bioplastik adalah sifat fisik berupa pengukuran ketebalan, densitas, daya serap air dan sifat mekanik; pengujian kuat tarik, persen perpanjangan, modulus young. Hasil analisis data yang diperoleh menunjukkan bahwa karakteristik film bioplastik yang dihasilkan dengan perbedaan konsentrasi pati berpengaruh terhadap ketebalan, densitas, daya serap air, kekuatan tarik, dan *modulus young*. Perlakuan terbaik berdasarkan sifat mekanik film bioplastik adalah penambahan 1 g pati kulit pisang ambon. Karakteristik film bioplastik pati pisang ambon dengan nilai ketebalan 0.31 mm, densitas 0.69 m/g³, daya serap air 6.71%, kuat tarik 38.26 MPa, persen pemanjangan 16.67% dan modulus young 229.54 MPa.

Kata kunci: bioplastik; pati; pisang ambon

PENDAHULUAN

Plastik sebagai kemasan pada suatu produk banyak digunakan saat ini dan sudah dilakukan dalam waktu yang lama (Waryat *et al.*, 2013). Penggunaan plastik saat ini menghasilkan limbahnya yang berdampak dan mencemari lingkungan karena sulit terdegradasi di alam (Kamsiati *et al.*, 2017). Posisi Indonesia saat ini berada satu tingkat di bawah China sebagai Negara terbesar penghasil sampah plastik yang dibuang kelaut (Jambeck *et al.*, 2015). Menurut data Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan tahun 2020, jumlah sampah yang dihasilkan Indonesia mencapai 67 juta ton di tahun 2019, dimana sejumlah 17,14% atau 11,4 juta ton per tahun adalah sampah plastik. Jadi, saat ini dibutuhkan adalah alternatif pengganti plastik konvensional yang efisien dan ramah lingkungan seperti bioplastik.

Bioplastik adalah jenis plastik ramah lingkungan yang dapat terurai secara alami yang terbuat dari sumber daya terbarukan, sehingga membatasi penggunaan bahan

bakar fosil dan melindungi lingkungan. Beberapa bioplastik dapat terurai secara hayati atau bahkan dapat dibuat kompos dalam kondisi yang tepat (Ashter 2016a). Bioplastik dapat dihasilkan dari sumber daya alami seperti pati dan minyak nabati (Ashter 2016b). Sumber pati yang dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik yaitu kulit pisang. Kulit pisang banyak ditemukan di lingkungan sekitar dan belum dimanfaatkan. Oleh sebab itu, perlu dilakukan kajian pemanfaatan limbahnya. Kulit pisang dapat digunakan dalam pembuatan bioplastik karena terdapat kandungan pati (Widyaningsih *et al.*, 2012). Hasil penelitian Musita (2009), menjelaskan bahwa varietas buah pisang mempengaruhi kandungan pati kulit yang terkandung pada kulitnya, berikut beberapa kandungan pati kulit pisang; pisang kepok 27,70%, pisang ambon 29,37%, pisang tanduk 29,60%, dan pisang raja sebesar 30,66%. Penelitian ini memilih kulit pisang ambon karena salah satu yang tinggi kandungan pati.

Bioplastik yang dihasilkan dari pati memiliki kekurangan yaitu bersifat rapuh dan kaku (Vilpoux & Averous, 2004), sehingga perlu penambahan senyawa *plasticizer* yang bertujuan untuk memperbaiki kerapuhan dan elastisitas pada film bioplastik. Hidayati *et al.*, (2015) menjelaskan *plasticizer* dalam pembuatan film bioplastik akan memperbaiki fleksibilitas dan menurunkan kerapuhannya. Penambahan sorbitol pada film bioplastik dapat menambah elastisitasnya (Darni dan Utami, 2010). Penggunaan sorbitol sebagai *plasticizer* memiliki nilai kuat tarik dan elongasi yang lebih tinggi dibandingkan dengan penggunaan gliserol menurut hasil penelitian (Perdana 2016). Tujuan penelitian adalah; 1) untuk menganalisis karakteristik film bioplastik dari pati kulit pisang ambon (*Musa paradisiacal*) terhadap; 2) untuk mendapatkan konsentrasi pati kulit Pisang Ambon (*Musa paradisiacal*) terbaik untuk menghasilkan film bioplastik.

BAHAN DAN METODE

A. Bahan dan alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian adalah kulit pisang ambon, kitosan, PVA (*polyvinyl alcohol*), sorbitol, asam asetat, aquades. Peralatan yang digunakan adalah blender, pipet tetes, pisau, erlenmeyer *pyrex*, micrometer, jangka sorong, *cup*, pengaduk, timbangan, gelas ukur *pyrex*, gelas piala *pyrex*, *hotplate magnetic stirrer*, *thermometer*, oven, cetakan

kaca 20×20 cm, dan *Universal Testing Machine* (UTM).

B. Rancangan Penelitian

Penelitian ini menggunakan metode *Eksploratif*. Perlakuannya adalah variasi penggunaan pati pada film bioplastik dengan 5 variasi konsentrasi dengan 3 kali ulangan. Dasar variasi penggunaan pati pada pembuatan film bioplastik mengacu pada penelitian Munawaroh (2015), bahwa penggunaan pati dari kulit pisang pada film bioplastik sebanyak 1 sampai 3 g dan penelitian Putra dan Hendra (2020) tentang bioplastik dari pati pisang ambon penambahan pati terbaik sebanyak 1 g.

Maka pada penelitian ini penggunaan pati pisang ambon sebanyak 1 g sampai 3 g. Masing-masing perlakuan; perlakuan 1 penggunaan pati 1 g, perlakuan 2 penggunaan pati 1,5 g, perlakuan 3 penggunaan pati 2 g, perlakuan 4 penggunaan pati 2,5 g dan perlakuan 5 penggunaan pati 3 g.

C. Pelaksanaan Penelitian

Tahapan penelitian pertama dilakukan ekstraksi pati dari kulit pisang ambon, selanjutnya pembuatan film bioplastik. Berikut langkah ekstraksi pati dari kulit pisang dan pembuatan film bioplastik.

D. Ekstraksi Pati Kulit Pisang Ambon

Pisang dikupas dari kulit buahnya, sampai diperoleh sebanyak 1 kg kulit pisang.

Dipotong kulit pisang kecil-kecil dengan pisau. Potongan kulit pisang ditambahkan dengan air 1000 mL kemudian dihancurkan dengan blender. Kulit pisang yang sudah hancur kemudian diperas, diambil filtratnya. Filtrat pati yang diperoleh kemudian didiamkan selama 12 jam untuk pengendapan. Dipisahkan endapan dengan air dan ambil endapan, endapan dikeringkan dengan sinar matahari sampai menjadi tepung yang membutuhkan waktu sekitar dua hari. Setelah pengeringan diperoleh pati pisang yang siap digunakan.

Pembuatan Film Bioplastik

Larutan asam asetat 1% dibuat dalam 100 mL larutan kemudian campurkan 50 mL larutan 3% PVA. Kitosan 2 g dimasukkan ke dalam campuran sambil diaduk dengan *hotplate magnetic stirrer* pada suhu 50°C sampai kitosan terlarut sempurna pada asam asetat. Pati ditimbang sesuai dengan masing-masing perlakuan dicampurkan ke dalam larutan kitosan, sambil diaduk perlahan hingga homogen dan campuran menjadi tergelatinisasi sempurna pada suhu 70 °C, selanjutnya masukkan 2 g sorbitol. Paduan yang terbentuk membentuk gel didiamkan sampai terbebas dari gelembung udara, selanjutnya dituangkan gel ke dalam pelat kaca. Dikeringkan selama 5-6 jam dalam oven pada suhu 70°C sampai gel mengering membentuk lembaran dan di letakkan di ruangan selama 24 jam sebelum dilepaskan

dari plat kaca. Kemudian film bioplastik dilepaskan dari pelat kaca.

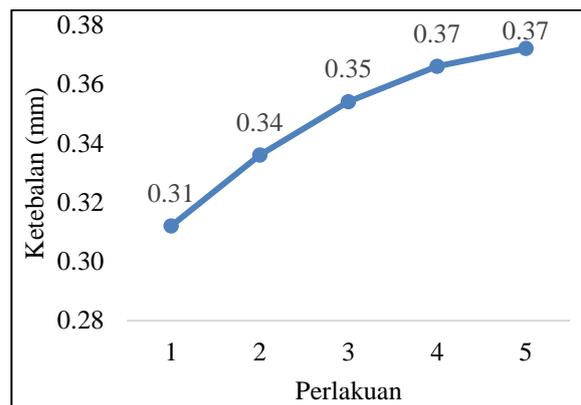
E. Pengujian Film Bioplastik

Pengujian pada film bioplastik ini adalah berupa pengukuran ketebalan, densitas, daya serap air, uji kuat tarik, persen pemanjangan dan *modulus young*. Data hasil pengamatan yang diperoleh dirata-ratakan data dari tiga ulangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Ketebalan

Ketebalan adalah parameter yang digunakan untuk mengetahui karakteristik film bioplastik yang dihasilkan. Ketebalan film bioplastik merupakan salah satu parameter penting yang mempengaruhi penggunaannya sebagai kemasan. Hasil pengukuran ketebalan film bioplastik dapat dilihat pada Gambar 1.



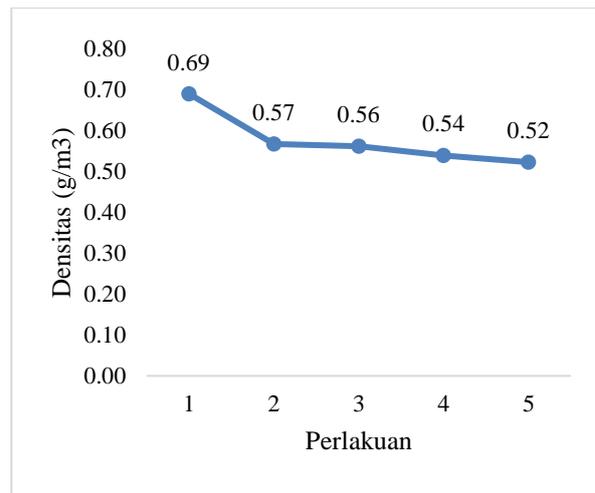
Gambar 1. Hasil analisis ketebalan bioplastik

Hasil pengukuran ketebalan pada film bioplastik dari pati kulit pisang ambon pada

Gambar 1, diperoleh rentang 0.31 mm - 0.37 mm. Sesuai data analisis pengukuran ketebalan film bioplastik variasi pati kulit pisang ambon berpengaruh terhadap ukuran ketebalan film bioplastik, bahwa semakin tinggi komposisi variasi pati, semakin meningkat ketebalan bioplastik yang diperoleh. Jumlah komposisi pati ganyong yang semakin tinggi, ketebalan dari bioplastik yang dihasilkan cenderung naik menurut hasil penelitian Saputro and Ovita, (2017). Menurut Fajriati *et al.*, (2017), jumlah total padatan terlarut di dalam film bioplastik akan meningkat setelah pengeringan dan persentase polimer-polimer yang menyusun film bioplastik menjadi semakin banyak dengan menguapnya air yang sebelumnya mengisi campuran. Ketebalan film bioplastik juga dipengaruhi oleh kandungan fraksi terlarut, luas cetakan, dan volume larutan di dalamnya (Katili *et al.*, 2013).

B. Densitas

Densitas merupakan salah satu karakteristik suatu polimer. Densitas suatu sampel akan berdampak terhadap sifat mekaniknya, kerapatan sampel yang tinggi akan meningkatkan sifat mekaniknya. Densitas atau kerapatan didefinisikan sebagai berat per satuan volume bahan/sampel (Darni dan Utami, 2010). Hasil pengukuran densitas film bioplastik disajikan pada Gambar 2.



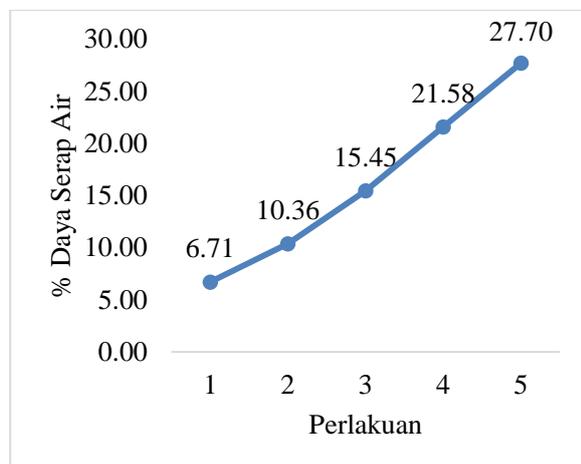
Gambar 2. Hasil analisis densitas bioplastik

Hasil pengukuran densitas film bioplastik dari pati kulit pisang ambon pada Gambar 2, rentang 0.69 mm - 0.52 mm. Sesuai data analisis pengukuran densitas film bioplastik variasi pati kulit pisang ambon berpengaruh terhadap densitasnya, dimana komposisi pati kulit pisang ambon yang semakin tinggi menghasilkan densitas film bioplastik yang semakin rendah. Nilai densitas yang dihasilkan penelitian ini sangat rendah. Hasil ini mengindikasikan adanya reaksi antar molekul yang menyebabkan keteraturan film bioplastik menurun (Arrieta *et al.* 2013). Nilai densitas yang rendah menandakan struktur *amorf* (tidak teratur) yang lebih dominan pada sampel sedangkan densitas yang lebih tinggi artinya sampel mempunyai struktur kristalin yang lebih besar. Data densitas yang dihasilkan menunjukkan kemampuan film bioplastik dalam melindungi produk yang dikemasnya dari udara bebas. Densitas film bioplastik

yang rendah menunjukkan struktur yang lebih terbuka sehingga lebih mudah ditembus oleh molekul ukuran kecil (Putra, 2020).

C. Daya serap air

Sifat menyerap air pada film bioplastik dipengaruhi oleh struktur morfologinya, sampel yang memiliki lebih banyak rongga akan menyebabkan lebih mudah menyerap air (Coniwanti *et al.*, 2014). Hasil pengukuran daya serap air film bioplastik dapat dilihat pada Gambar 3.



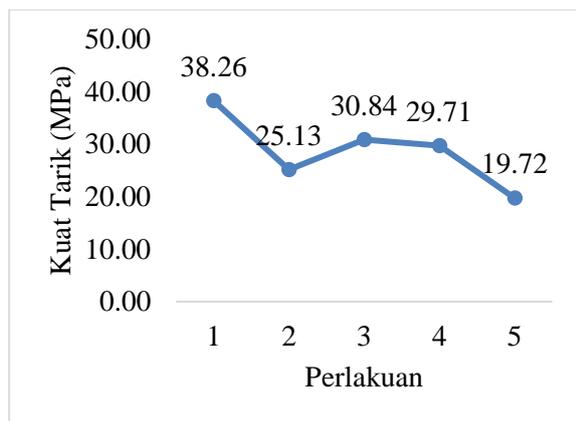
Gambar 3. Hasil analisis daya serap air bioplastik

Hasil analisis pengukuran daya serap air film bioplastik dari pati kulit pisang ambon pada Gambar 3, yaitu 6.71% sampai 27.70%. Data hasil pengukuran daya serap air film bioplastik menunjukkan variasi pati kulit pisang ambon berpengaruh pada daya serap air, bahwa semakin tinggi komposisi variasi pati kulit pisang ambon maka daya serap air bioplastik yang dihasilkan semakin tinggi. Daya serap air yang tinggi disebabkan pati yang terkandung dalam sampel bersifat

hidrofilik yang tinggi sehingga air lebih banyak terserap (Darni and Utami, 2010). Semakin tinggi komposisi pati di dalam sampel maka daya serap airnya semakin tinggi, hal ini diakibatkan oleh kecenderungan pati yang mempunyai lebih banyak gugus hidroksil (OH) sehingga menyebabkan menyerap air lebih banyak (Setiani *et al.*, 2013). Daya serap air dapat juga dipengaruhi oleh ketebalan, kerapatan, dan suhu film bioplastik (Nur *et al.*, 2020), sehingga hasil daya serap air berbanding lurus dengan ketebalan dan densitas bioplastik, dimana semakin tebal dan menurunnya densitas film bioplastik maka daya serap airnya semakin tinggi.

D. Kuat Tarik

Kuat tarik adalah salah satu parameter mekanik dari bioplastik. Bioplastik yang baik adalah yang memiliki nilai kuat tarik yang besar karena dapat menurunkan resiko kerusakan akibat aktivitas mekanik dan sebagai kemasan dapat melindungi produk yang dikemasnya dengan baik (Hasri *et al.*, 2021). Bioplastik saat ditambahkan pati akan mengalami penurunan sifat mekanik (Putra 2020). Hasil pengujian kuat tarik film bioplastik dapat dilihat pada Gambar 4.



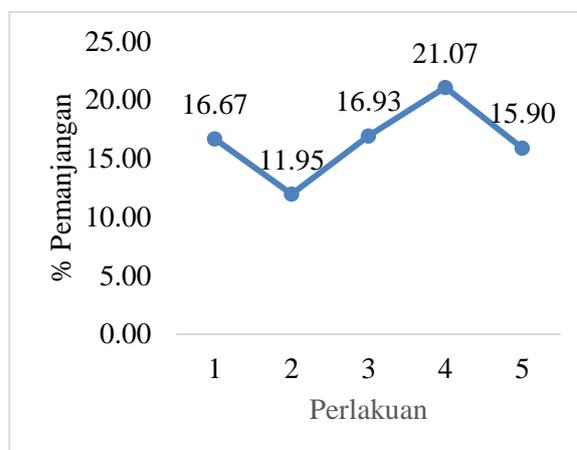
Gambar 4. Hasil analisis kuat tarik bioplastik

Hasil pengukuran kuat tarik film bioplastik pati kulit pisang ambon pada Gambar 4, berkisar antara 38.26 MPa sampai 19.72 MPa. Hasil analisis pengukuran kuat tarik film bioplastik pati kulit pisang ambon berpengaruh pada kuat tarik yang dihasilkan, yang mana komposisi penambahan pati kulit pisang ambon yang semakin tinggi, kuat tarik bioplastik yang dihasilkan semakin rendah. Sesuai pernyataan Darni dan Utami (2010) densitas suatu bahan berpengaruh terhadap sifat mekanik sampel tersebut, suatu bahan dengan kerapatan yang tinggi maka sifat mekaniknya akan meningkat. Merujuk pernyataan di atas, hasil pengukuran densitas film bioplastik adalah menghasilkan densitas yang semakin rendah maka kekuatan tarik pada hasil penelitian ini semakin rendah.

E. Persen Pemanjangan

Salah satu parameter mekanik pada bioplastik adalah persen pemanjangan (elongasi). Pemanjangan putus dari bioplastik biasanya berbanding terbalik

dengan hasil kuat tarik. Hasil pengukuran perpanjangan putus film bioplastik dapat dilihat pada Gambar 5.



Gambar 5. Hasil analisis persen pemanjangan bioplastik

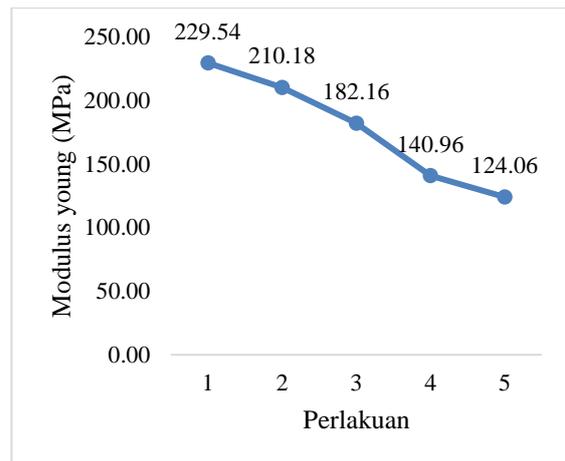
Hasil pengukuran persen pemanjangan bioplastik dari pati kulit pisang ambon pada Gambar 5, persentase pemanjangannya berkisar antara 15.90% sampai 21.07%, persentase pemanjangan film bioplastik yang tinggi 21.07% saat ditarik terdapat pada perlakuan 4 dengan komposisi pati 2,5 g. Dari data hasil pengukuran persentase pemanjangan, penambahan pati kulit pisang ambon tidak memberikan berpengaruh terhadap persentase pemanjangan film bioplastik, karena semakin tinggi komposisi penambahan pati kulit pisang ambon, persentase pemanjangan bioplastik yang dihasilkan tidak begitu berbeda di tiap perlakuan. Hal ini karena yang mempengaruhi elastisitas adalah *plasticizer* dimana penambahan *plasticizer* sama untuk tiap perlakuan. Gliserol yang berfungsi

sebagai plasticizer ini akan terletak di antara rantai biopolimer sehingga jarak antara kitosan dan pati akan meningkat. Hal ini membuat ikatan hidrogen antara kitosan-pati berkurang dan digantikan menjadi interaksi hidrogen antara kitosan-gliserol dan gliserol-pati (Agustin and Padmawijaya 2016).

Japanese Industrial Standard menetapkan persentase pemanjangan kurang dari 10% dikategorikan buruk dan apabila lebih dari 50% dikategorikan sangat baik (Ariska Suyatno, 2015). Berdasarkan nilai pemanjangan, maka film bioplastik yang dihasilkan pada penelitian ini dapat dikategorikan baik karena memiliki persentase pemanjangan diatas 10% dan dapat diaplikasikan sebagai kemasan primer produk pangan.

F. *Modulus young*

Modulus young dapat merupakan hubungan antara besaran tegangan tarik dan regangan tarik dari sampel. Lebih rincinya yaitu perbandingan antara tegangan tarik (*stress*) dan regangan (*strain*) yang diperoleh ketika sampel diuji. Nilai *Modulus young* pada sebuah sampel sangat menentukan nilai keelastisannya. Hasil pengukuran *modulus young* bioplastik dari pati kulit pisang ambon dapat dilihat pada Gambar 6.



Gambar 6. Hasil modulus young bioplastik

Hasil pengukuran *modulus young* film bioplastik dari pati kulit pisang ambon pada Gambar 6, memiliki *modulus young* berkisar antara 229.54 MPa sampai 124.06 MPa. Dari hasil analisis *modulus young*, penambahan pati kulit pisang ambon berpengaruh terhadap *modulus young* bioplastik, bahwa semakin tinggi komposisi pati kulit pisang ambon dalam film bioplastik maka semakin rendah *modulus young* bioplastik yang dihasilkan. Hasil penelitian ini sesuai dengan hasil penelitian (Shafqat *et al.*, 2021), untuk bioplastik berbasis pati beras, kekuatan tarik dan *modulus young* menurun.

Nilai kuat tarik dan elongasi dapat mempengaruhi nilai *modulus young*. Nilai *modulus young* akan berbanding lurus dengan nilai kuat tarik dan berbanding terbalik dengan nilai elongasi (Putra *et al.*, 2019).

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

1. Komposisi pati kulit pisang ambon yang
2. berbeda di tiap perlakuan berpengaruh terhadap karakteristik fisik dan mekanik bioplastik yang dihasilkan.
3. Berdasarkan sifat mekanik film bioplastik dari pati limbah kulit pisang ambon perlakuan terbaik adalah perlakuan 1 (penambahan pati 1 g). Karakteristik film bioplastik pati pisang ambon dengan nilai ketebalan 0.31 mm, densitas 0.69 m/g³, daya serap air 6.71%, kuat tarik 38.26 MPa, persen pemanjangan 16.67% dan modulus young 229.54 MPa.

Saran

Penelitian lanjutan dengan pengujian sifat termal, degradasi dan mencampurkan pati dengan *filler* (penguat) yang dapat meningkatkan kekuatan mekanik dari bioplastik yang dihasilkan.

TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terimakasih kepada LPPM ITERA yang telah memberikan dukungan dana.

DAFTAR PUSTAKA

Ariska, R. E. & Suyatno. 2015. Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film dari Pati Bonggol Pisang dan Karagenan Dengan

Plasticizer Gliserol. Prosiding Seminar Nasional Kimia, p.C35-C40

Arrieta MP, Jopez Z, Ferandiz S, Peltzer M. 2013. Characterization of PLA-Limonene Blends for Food Packaging Applications. Elsevier Polym Test. 32: 760–768.

Ashter, S. A. 2016a. Introduction. Introduction to Bioplastics Engineering:1–17.

Ashter, S. A. 2016b. New Developments. Introduction to Bioplastics Engineering:251–274.

Coniwanti, Pamilia., Linda Laila., dan Mardiyah Rizka Alfira. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegredebel dari Pati Jagung dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. Jurnal Teknik Kimia. 20(4). 23.

Darni, Y., dan H. Utami. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan 7(4): 88–93.

Fajriati, I., E. Sedyadi., and Sudarlin. 2017. Sintesis Komposit Film Kitosan - TIO₂ Menggunakan Sorbitol Sebagai Plasticizer. Jurnal Penelitian Kimia 13:75–94.

Hasri, M. Syahrir, and D. Eka. 2021. Synthesis and Characterization Of Bioplastics Made from Chitosan Combined Using Glycerol Plasticizer. Indonesian Journal Of Fundamental

- Sciences 7:110–119.
- Hidayati, S., A.S., Zuidar, A. Ardiani., 2015. Aplikasi Sorbitol Pada Produksi Biodegradable Film dari Nata De Cassava. *Reaktor* 15 (3): 196–204.
- Jambeck, J., R. Geyer, C. Wilcox, T. R. Siegler, M. Perryman, A. Andrady, R. Narayan, and K. L. Law. 2015. Plastic Waste Inputs From Land Into the Ocean. *Marine Pollution* 347:768-.
- Kamsiati, E., H. Herawati, and E. Y. Purwani. 2017. Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable. *Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian* 36:67.
- Katili, S., Harsunu B T, & Irawan S. (2013). Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol dan Komposisi KITOSAN dalam Zat Pelarut Terhadap Sifat Fisik Edible Film dari KITOSAN. *Jurnal Teknologi*, 6 (1): 29–38.
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, R. I. 2020. *Statistik Lingkungan Hidup Indonesia*:1–253.
- Munawaroh, Amin. 2015. Pemanfaatan Tepung Kulit Pisang (*Musa paradisiaca*) dengan Variasi Penambahan Gliserol Sebagai Bahan Alternatif Pembuatan Bioplastik Ramah Lingkungan. Skripsi thesis, Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Musita, Nanti. 2009. Kajian Kandungan dan Karakteristik Pati Resisten dari Beberapa Varietas Pisang. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*. Bandar Lampung: Balai Riset dan Standadisasi Industri. Volume 14, No. 1.
- Nur, R. A., N. Nazir, and G. Taib. 2020. Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Durian dan Pati Singkong yang Menggunakan Bahan Pengisi MCC (Microcrystalline cellulose) dari Kulit Kakao. *Jurnal Gema Agro* 25:1–10.
- Perdana, Y.A. 2016. Perbandingan Penambahan Plasticizer Gliserol, Sorbitol terhadap Biodegradasi dan Karakteristik Pektin Kulit Jeruk Bali (*Citrus maxima*) - Pati Onggok Singkong. Skripsi. Program Studi Kimia. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga. Yogyakarta.
- Putra, A. D., I. Amri, and Irdoni. 2019. Sintesis Bioplastik Berbahan Dasar Pati Jagung dengan Penambahan Filler Selulosa Serat Daun Nanas (*Ananas cosmosus*). *Jom Fteknik* 6:1–8.
- Putra, E. P. D. dan H. S. 2020. Karakterisasi Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Pisang Muli Dengan Plasticizer Sorbitol. *Jurnal Teknologi Pertanian Andalas* 24 (1):29–36.
- Saputro, A. N. C., and A. L. Ovita. 2017. Synthesis and Characterization of Bioplastic from Chitosan-Ganyong Starch (*Canna edulis*). *JKPK (Jurnal Kimia dan Pendidikan Kimia)* 2:13.
- Shafqat, A., A. Tahir, W. U. Khan, A. Mahmood, and G. H. Abbasi. 2021.

Production and characterization of rice starch and corn starch based biodegradable bioplastic using various plasticizers and natural reinforcing fillers. *Cellulose Chemistry and Technology* 55:867–881.

Setiani, Wini., Tety Sudiarti dan Lena Rahmidar. 2013. Preparasi dan Karakterisasi Edible Film dari Poliblend Pati Sukun Kitosan. *Jurnal Valensi*. 3(2). 101.

Vilpoux, O. & Averous, L. 2004. Starch-based plastics. Dalam: M. P. Cereda & O. Vilpoux (Ed.). *Collection Latin American Starchy Tubers* (h. 521-553). Sao Paolo: Raizes and Cargill Foundation.

Waryat., M. Romli, A. Suryani, I. Yuliasih, and S. Johan. 2013. Karakteristik Morfologi, Termal, Fisik-Mekanik, dan Barrier Plastik Biodegradable Berbahan Baku Komposit Pati Termoplastik-LLDPE/HDPE. *Agritech* 33:197–207.

Widyaningsih, Senny, Kartika, Dwi dan Tri, Yuni Nurhayati. 2012. Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradasi Film Dari Pati Kulit Pisang. Purwokerto: Fakultas Sains dan Teknik.