

UJI KARAKTERISTIK DAN SIFAT MEKANIK PLASTIK BIODEGRADABLE DARI BATANG PISANG (*Musa paradisiaca*) DENGAN VARIASI KONSENTRASI SELULOSA

*Testing the Characteristics and Mechanical Properties of Biodegradable Plastic from Banana Stem (*Musa Paradisiaca*) With Variations of Cellulose Concentration*

A.Tenriugi Daeng Pine, Nurul Hidayah Base

Akademi Farmasi Yamas Makassar

*E-mail korespondensi : pinefarma@gmail.com

DOI: <https://doi.org/10.32382/mf.v17i2.2271>

Date submitted 2021-08-22, Accept Submission 2021-11-03

ABSTRACT

Biodegradable plastics are polymers that easily degraded by microorganisms. Plastics are obtained by mixing starch with cellulose derived from banana stems (*Musa paradisiaca*) and other biopolymers. This study aims to utilize kepok banana stems as raw material for the manufacture of biodegradable plastics with varying concentrations of cellulose. This experimental research was carried out by formulating the content of biodegradable plastic in three variations of cellulose concentration, F1 (100,000 ppm), F2 (150,000 ppm), and F3 (200,000 ppm) and then carried out characteristic tests including organoleptic tests, morphological tests, cluster tests function and mechanical properties of plastics which include tensile tests, swelling tests, and biodegradation tests using appropriate tools and methods. Results are processed based on qualitative and quantitative data with certain formulas. The result is that kepok banana stems can be made as raw material for making biodegradable plastic. biodegradable plastics from cellulose and starch of banana stems kepok have different organoleptic characteristics in terms of color, namely plastic F1 is whiter, smoother, and flexible than F2 and F3, morphological characteristics with SEM show that the density of cellulose in F1 is rare and doesnot accumulate compared F2 and F3 and the functional group test of the compounds looked the same results of the plastic mechanical test showed that all plastics not eligible the SNI requirements for the tensile test, 24.7-302 MPa, but F1 and F2 eligible for the elongation percentage, 21-220%, F2 and F3 plastics eligible swelling test requirements, maximum of 99%, and biodegradability test shows The three plastic formulas can decompose in a fast time, starting from the 5th day to the 32nd day. Biodegradable plastic formula from banana stems which has better properties in terms of organoleptic, tensile test and percent elongation, swelling test, and biodegradability test is with a cellulose concentration of 150,000 ppm.

Keywords: characteristics, mechanics, plastic, biodegradable, banana stem

ABSTRAK

Plastik *biodegradable* adalah polimer yang mudah terdegradasi oleh mikroorganisme. Plastik diperoleh dengan mencampurkan pati dengan selulosa yang berasal dari batang pisang (*Musa paradisiaca*) dan biopolimer lainnya. Penelitian ini bertujuan untuk memanfaatkan batang pisang kepok sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable* dengan variasi konsentrasi selulosa. Penelitian eksperimental ini dilakukan dengan cara memformulasikan kandungan plastik *biodegradable* dalam tiga variasi konsentrasi selulosa yaitu F1(100.000 ppm), F2 (150.000 ppm), dan F3 (200.000 ppm) dan selanjutnya dilakukan uji karakteristik meliputi uji organoleptik, uji morfologi, uji gugus fungsi dan sifat mekanik plastik yang meliputi uji daya tarik, uji ketahanan air, dan uji biodegradasi plastik dengan menggunakan alat dan metode yang sesuai. Hasil penelitian diolah berdasarkan data kualitatif dan kuantitatif dengan rumus tertentu. Diperoleh hasil yaitu batang pisang kepok dapat dibuat sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* dari selulosa dan pati batang pisang kepok memiliki perbedaan karakteristik organoleptik dari segi warna yaitu plastik F1 lebih putih, lebih halus, dan agak lentur dibandingkan F2 dan F3, ciri morfologi dengan SEM menunjukkan kerapatan selulosa pada F1 jarang dan tidak menumpuk dibandingkan F2 dan F3 dan uji gugus fungsi senyawa pada ketiga formula tampak sama. Hasil uji mekanik plastik menunjukkan semua plastik tidak memenuhi syarat SNI untuk uji tarik yaitu 24,7 – 302 MPa namun F1 dan F2 memenuhi syarat persentasi elongasi yaitu 21 – 220%, plastik F2 dan F3 memenuhi syarat uji ketahanan air yaitu maksimal 99%, dan uji biodegradabilitas menunjukkan ketiga formula plastik dapat terurai dalam waktu yang cepat yaitu mulai dari hari ke-5 hingga hari ke-32. Formula

plastik *biodegradable* dari batang pisang yang memiliki sifat lebih baik dari segi organoleptik, uji tarik dan persen elongasi, uji ketahanan air, dan uji biodegradabilitas adalah dengan konsentrasi selulosa sebesar 150.000 ppm.

Kata kunci: karakteristik, mekanik, plastik, *biodegradable*, batang pisang

PENDAHULUAN

Polimer adalah materi yang tersusun atas unit molekul yang disebut monomer. Polimer ada yang berupa homopolimer dan kopolimer. Homopolimer terdiri atas monomer yang sejenis, sedangkan kopolimer terdiri dari monomer yang berbeda. Plastik adalah polimer yang terdiri atas monomer-monomer yang saling terikat atau berhubungan antara satu dengan yang lainnya dan mempunyai sifat-sifat yang khas. (Dewi and Yesti, 2018). Dalam bidang kesehatan, utamanya dalam bidang farmasi, plastik digunakan sebagai bahan pengemas produk, baik berupa produk makanan, minuman, dan obat-obatan serta bahan pembuatan alat-alat kesehatan seperti alat suntik, alat infus, implant pada medis dan dental, serta alat-alat kesehatan lainnya. Plastik yang digunakan sebagian besar merupakan plastik sintetik yang sulit terdegradasi secara alami meskipun dalam masa yang sangat lama. Alternatif yang dapat dilakukan adalah dengan menggunakan plastik *biodegradable* yaitu plastik atau polimer yang mudah terdegradasi secara alamiah, baik melalui perubahan cuaca maupun penguraian oleh mikroorganisme. Plastik *biodegradable* dapat diperoleh dengan mencampurkan pati dengan selulosa, gelatin dan jenis biopolimer lainnya yang dapat memperbaiki kekurangan dari sifat plastik berbahan pati (Aripin, Saing and Kustiyah, 2017).

Salah satu tanaman yang memiliki kandungan selulosa dalam jumlah besar adalah tanaman pisang. Pisang merupakan tumbuhan terna dari suku *Musaceae* yang memiliki bentuk daun besar dan memanjang. Batang pisang merupakan salah satu komponen penting pada pohon pisang. Batang pisang sebenarnya bukan batang sejati melainkan batang semu yang terdiri dari pelepah yang berlapis-lapis dan meninggi serta kokoh sehingga dapat menopang daun dan buah pisang. Batang pisang mengandung lebih dari 80% air dan memiliki kandungan selulosa dan glukosa yang tinggi (Tuo, 2016). Batang Pisang (*Musa paradisiaca*) merupakan bagian tanaman pisang yang umumnya tidak digunakan lagi dan menjadi limbah yang dibiarkan begitu saja hingga mengalami pembusukan. Limbah batang pisang memiliki potensi untuk diolah menjadi material yang berguna untuk pembuatan plastik *biodegradable*. Pada penelitian sebelumnya, penggunaan batang pisang menghasilkan plastik *biodegradable* dengan

karakteristik terbaik pada plastik dengan variasi ukuran serat selulosa 150 mesh dan kadar selulosa 15% dimana diperoleh nilai kuat tarik 7,595 MPa, elongasi 11,379%, modulus young 66,465 MPa, water uptake 37,50% dan biodegradasi 36,11% (Panjaitan, Irdoni and Bahruddin, 2017).

Kandungan selulosa dalam plastik *biodegradable* sangat mempengaruhi konsistensi plastik. Pisang setelah dipanen akan meninggalkan batang sebagai limbah lignoselulosa. Kandungan selulosa dari limbah lignoselulosa dari batang pisang bisa diisolasi dan dimanfaatkan sebagai bahan baku pembuatan film plastik untuk mendapatkan konsistensi plastik *biodegradable* yang kuat. Konsentrasi selulosa yang tepat sangat menentukan kualitas dan kekuatan plastik sehingga dalam penelitian ini dibuat *biodegradable* dengan variasi konsentrasi selulosa yang berbeda untuk mengetahui konsentrasi selulosa yang tepat untuk mendapatkan plastik *biodegradable* yang baik dengan kombinasi bahan lain yaitu pati, kitosan, dan gliserin dengan konsentrasi yang sama.

METODE

Desain, tempat dan Waktu Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental laboratorium yang dilakukan dengan mengisolasi kandungan selulosa dan pati dari batang pisang kepok dan selanjutnya diformulasikan menjadi plastik *biodegradable* dengan variasi konsentrasi selulosa yang berbeda yaitu F1 (100.000 ppm), F2 (150.000 ppm), dan F3 (200.000 ppm) dengan konsentrasi pati, kitosan, dan gliserin yang sama dari ketiga formula. Plastik *biodegradable* yang diperoleh selanjutnya diuji karakteristik dan sifat mekaniknya dengan metode yang sesuai. Penelitian ini dilakukan di laboratorium Farmakognosi-Fitokimia Akfar Yamasi Makassar, Laboratorium Kimia Saintek UIN Alauddin Makassar, dan pada Laboratorium Teknik ITS. Penelitian dilakukan pada bulan Januari hingga Juli 2021.

Bahan dan Alat

Bahan-bahan yang digunakan adalah selulosa dan pati dari batang pisang, kitosan, gliserin, asam asetat 2%, NaOH 1M, NaOCl 5%, Natrium bisulfit, 0,5%, HCl 3%, dan aquades

(Panjaitan, Irdoni and Bahruddin, 2017)

Alat-alat yang digunakan adalah belender Merk Philips, oven Merk Memmert, cetakan lempeng kaca ukuran 20x20 cm, penangas Merk Memmert, pinset, timbangan analitik Merk Kernet, *magnetic stirrer* Merk Unesco, modifikasi alat mirip *Universal Tensile Strength*, *Scanning Electron Microscopy* Merk Coxem Tipe SPT-20, Spektrofotometer FT-IR Merk Thermo Scientific Tipe Nicolet iS10, termometer, dan alat gelas Merk Iwaki.

Langkah-Langkah Penelitian

Formula Plastik *Biodegradable* dari Batang Pisang

Plastik *Biodegradable* diformulasikan sebagai F1, F2 dan F3, dimana masing-masing formula tersusun atas Selulosa, Pati, Kitosan dan Gliserin yang diuraikan dalam tabel 1 berikut ini.

Tabel 1. Formulasi Plastik *Biodegradable* dari Batang Pisang dengan Berbagai Variasi Konsentrasi Selulosa

Bahan	Konsentrasi (ppm)		
	F1	F2	F3
Selulosa	100.000	150.000	200.000
Pati	100.000	100.000	100.000
Kitosan	20.000	20.000	20.000
Gliserin	100.000	100.000	100.000

Pembuatan selulosa batang pisang

Batang pisang yang telah bersih kemudian dipotong menjadi ukuran ± 2 cm dan dikeringkan di dalam oven. Potongan yang telah kering dihaluskan sampai menjadi serbuk. Isolasi selulosa dilakukan melalui tiga tahap. Tahap pertama adalah perlakuan basa dengan menggunakan NaOH 1M dan suhu pemanasannya adalah 80°C selama 4 jam. Sampel kemudian dicuci sampai didapatkan pH netral. Tahap kedua adalah pemucatan yaitu serbuk batang pisang direndam dalam larutan NaOCl 5% selama 3 jam pada suhu 30°C. Tahap ketiga adalah perlakuan dengan asam menggunakan HCl 3% disertai pemanasan pada suhu 60°C selama 1 jam. Selulosa hasil isolasi dikeringkan dalam oven bersuhu 30-40°C. Selulosa diayak dengan pengayakan ukuran 150 mesh (Panjaitan, Irdoni and Bahruddin, 2017).

Pembuatan larutan pati

Batang pisang dipotong-potong kecil dan direndam ke dalam larutan Natrium bisulfat 0,5%*b/v* selama 10 menit untuk menghilangkan enzim *browning*. Proses penghancuran batang pisang dilakukan dengan blender. Bubur batang pisang yang diperoleh kemudian disaring dan didapatkan selama 60 menit. Hasil endapan dipisahkan dari bagian airnya, kemudian dikeringkan hingga menjadi serbuk pati batang pisang. Larutan Pati dibuat dengan cara sebanyak 5gram serbuk pati batang pisang dilarutkan ke dalam gelas kimia dengan menambahkan aquades sebanyak 50 ml dan menambahkan asam asetat sebanyak 1 ml, setelah itu aduk hingga homogen (Triono, 2017).

Pembuatan larutan kitosan

Sebanyak 2gram kitosan dilarutkan ke

dalam gelas kimia dengan menambahkan asam asetat 1% sebanyak 100 ml, setelah itu aduk menggunakan *magnetic stirrer* selama 30 menit (Triono, 2017)

Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Larutan kitosan, variasi selulosa (100.000 ppm, 150.000 ppm, 200.000 ppm), larutan pati, larutan kitosan, dicampur dan ditambahkan 100.000 ppm gliserin ke dalam gelas kimia 250 ml dan memanaskan dan mengaduk larutan tersebut menggunakan *magnetic stirrer* dengan suhu 80°C selama 1 jam. Proses pencetakan dilakukan dengan mendinginkan larutan kemudian mencetak dengan menggunakan spatula di atas cetakan lempeng kaca. Hasil cetakan plastik *biodegradable* dibiarkan selama 3-7 hari sampai mengering. Setelah kering, plastik dilepaskan dari cetakan secara perlahan (Triono, 2017).

Pengujian Organoleptik

Pengujian organoleptik dilakukan dengan mengamati ciri-ciri fisik sampel plastik meliputi warna dan tekstur permukaan bagian bawah dan bagian atas dari masing-masing sampel plastik. Pengujian yang sama dilakukan dengan menggunakan plastik *degradable* yang telah digunakan di pasaran sebagai pembanding.

Pengujian Morfologi Plastik

Bentuk morfologi permukaan dari bioplastik diamati dengan menggunakan *Scanning Electron Microscopy*. Sampel plastik diamati dengan pembesaran 200X (Harsojuwono, Arnata and Mulyani, 2016).

Pengujian Gugus Fungsi Plastik

Identifikasi gugus fungsi bioplastik diamati dengan menggunakan spektrofotometer FT-IR. Pengujian yang sama dilakukan dengan menggunakan plastik *degradable* yang telah

digunakan di pasaran sebagai pembanding ([Harsojuwono, Arnata and Mulyani, 2016](#)).

Uji Tarik

Sampel plastik dipotong dengan ukuran 8x2 cm. Potongan sampel dipasang pada alat yang dimodifikasi dengan prinsip kerja sesuai seperti alat *Universal Tensile Strength* dengan cara menjepit kedua ujung sampel dan mencatat panjang awal sampel (l_0). Alat uji tarik dinyalakan kemudian sampel diberi beban hingga sampel tertarik dan terputus. Panjang akhir sampel sesaat sebelum putus (l) dan nilai tegangan yang diberikan sampai sampel putus (F) dicatat. Pengujian dilakukan triplo. Pengujian yang sama dilakukan dengan menggunakan plastik *degradable* yang telah digunakan di pasaran sebagai pembanding ([Nur, 2017](#)).

Uji Swelling/Ketahanan Air

Sampel plastik dipotong dengan ukuran 2×2 cm kemudian ditimbang sebagai massa awal (m_0). Sampel direndam dalam aquades selama 20 detik kemudian ditimbang sebagai

massa akhir (m). Pengujian diulangi triplo. Pengujian yang sama dilakukan dengan menggunakan plastik *degradable* yang telah digunakan di pasaran sebagai pembanding ([Nur, 2017](#)).

Uji Sifat Biodegradabilitas

Sampel dipotong dengan ukuran 3x2 cm dan ditempatkan ke dalam pot yang berisi tanah lempung. Sampel dibiarkan berada pada udara terbuka selama satu minggu kemudian diamati dengan rentang waktu sekali dalam sehari. Perubahan kondisi sampel dicatat berdasarkan ada tidaknya perubahan warna dan ada tidaknya pertumbuhan jamur pada sampel. Pengujian yang sama dilakukan dengan menggunakan plastik *degradable* yang telah digunakan di pasaran sebagai pembanding ([Nur, 2017](#)).

Pengolahan dan analisis data

Data yang diperoleh dianalisis sesuai dengan metode dan rumus yang sesuai untuk masing-masing pengujian.

HASIL

Pengujian Organoleptik

Tabel 2. Hasil Uji Organoleptik Plastik *biodegradable* dari batang pisang dengan berbagai variasi konsentrasi selulosa

Organoleptik Sampel	F1	F2	F3	Pembanding
Warna	Putih kotor (Transparan)	Putih Kekuningan (transparan)	putih kecoklatan (transparan)	Putih (Transparan)
Tekstur	Halus dan lentur	Agak kasar dan kurang lentur	Kasar dan kurang lentur	Halus dan lentur
Bau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau	Tidak berbau



F1



F2



F3



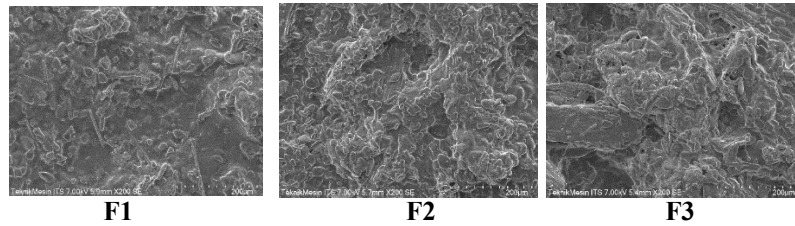
F4

Gambar 1. Sampel plastik *biodegradable* Formula F1, F2, F3 dan pembanding (F4)

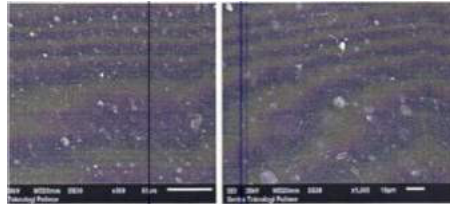
Keterangan:

- F1 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 100.000 ppm
- F2 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 150.000 ppm
- F3 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 200.000 ppm
- Pembanding : plastik *degradable* yang digunakan di pasaran dengan label EPI

Pengujian Morfologi Plastik



Gambar 2a. Morfologi Plastik biodegradable menggunakan SEM pada pembesaran 200 x



Gambar 2b. Morfologi Plastik biodegradable pembanding label EPI menggunakan SEM perbesaran 500x (kiri) dan 100x(kanan) ([Cornelia, 2013](#))

Keterangan:

F1 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 100.000 ppm

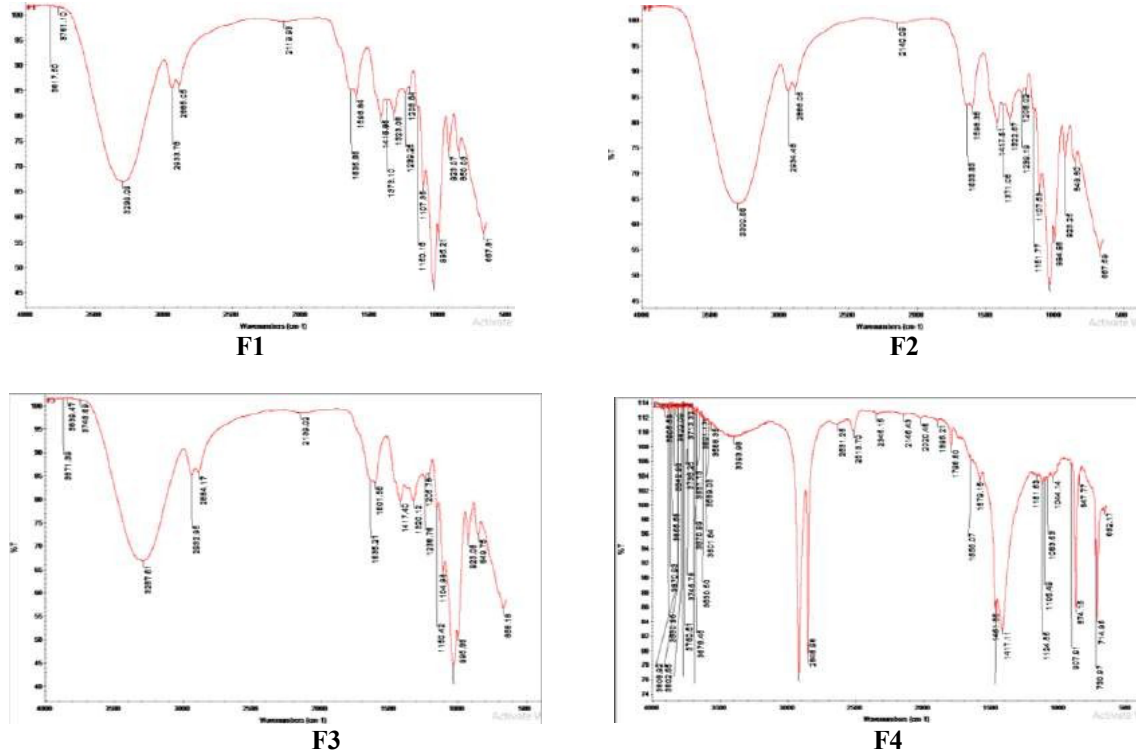
F2 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 150.000 ppm

F3 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 200.000 ppm

Pembanding : plastik *degradable* dengan label EPI perbesaran 500x (kiri) dan 100x(kanan)

([Cornelia, 2013](#))

Pengujian Gugus Fungsi Plastik



Gambar 3. Spektro IR dari Sampel plastik *biodegradable* Formula F1, F2, F3 dengan pembanding (F4)

Keterangan:

- F1 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 100.000 ppm
 F2 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 150.000 ppm
 F3 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 200.000 ppm
 Pemanding : plastik *degradable* yang digunakan di pasaran dengan label EPI

Tabel 3. Gugus Fungsi Penyusun Plastik *Biodegradable* Dari Batang Pisang Dengan Berbagai Konsentrasi Selulosa

Bilangan gelombang F1 (cm-1)	Bilangan gelombang F2 (cm-1)	Bilangan gelombang F3 (cm-1)	Bilangan gelombang Pemanding (cm-1)	Bilangan gelombang (cm-1)	Gugus fungsi
3299,09	3300,66	3287,61	3393,98	3300	<i>O-H ulur</i> <i>N-H ulur</i>
2933,76-2885,05	2934,46-2886,06	2932,95-2884,17	2848,98	3200-2700	<i>C-H ulur</i>
1635,86-1596,84	1633,83 - 1598,36	1635,21-1601,56	1666,07-1579,15	1950-1550	<i>C=C, C=O/</i> <i>Ikatan ganda</i>
1635,86-1596,84	1633,83-1598,36	1635,21-1601,56	1579,15-1461,86	1600-1500	<i>N-H tekuk</i>
1416,85	1417,51	1417,40	1417,11	1400	<i>C-O-H tekuk</i> <i>/CH₂ tekuk</i>
1208,64-1107,35	1206,02-1107,53	1205,78-1104,94	1083,53-1044,14	1041	<i>Ikatan C-O-C</i>
850,03	849,80	849,75	874,15-847,77	900-800	<i>β-glikosida</i>

Keterangan:

- F1 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 100.000 ppm
 F2 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 150.000 ppm
 F3 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 200.000 ppm
 Pemanding : plastik *degradable* yang digunakan di pasaran dengan label EPI

Uji Tarik

Tabel 4. Hasil Uji Tarik Plastik *Biodegradable* Dari Batang Pisang Dengan Berbagai Konsentrasi Selulosa.

Sampel	L0	L	L-L0	Tebal	P	A0	Tegangan	Elongasi
F1	70	100	30	0,18	1,00	0,034	0,28	42,86
F2	70	110	40	0,26	1,10	0,034	0,21	57,14
F3	70	80	10	0,30	1,25	0,036	0,21	14,29
Pemanding	70	190	120	0,001	7,75	0,0030	38,75	171,43
SNI (Nur, 2017)							24-302	21-220

Keterangan:

- F1 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 100.000 ppm
 F2 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 150.000 ppm
 F3 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 200.000 ppm
 Pemanding : plastik *degradable* yang digunakan di pasaran dengan label EPI
 Lo : panjang mula-mula (mm)
 L : panjang akhir (mm)
 P : gaya Tarik (Newton)
 Ao : ketebalan sampel (mm)

Uji Swelling/Ketahanan Air

Tabel 4. Hasil Uji Ketahanan Air Plastik *Biodegradable* Dari Batang Pisang Dengan Berbagai Konsentrasi Selulosa

Sampel Plastik	Berat Awal (g)	Berat Akhir (g)	Hidrofobisitas (%)	Rata-Rata	Syarat SNI
F1	0,0667	0,162	142,8786	146,8137	Maks.99%
	0,0740	0,175	136,4865		
	0,0632	0,165	161,0759		
F2	0,0399	0,0746	86,9674	96,12071	
	0,0383	0,0619	61,6188		
	0,0357	0,0856	139,7759		
F3	0,1107	0,1330	20,1445	16,5934	
	0,1087	0,1302	19,7792		
	0,1045	0,1148	9,8565		
Pembanding	0,0062	0,0066	6,4516	7,163352	
	0,0067	0,0072	7,4627		
	0,0066	0,0071	7,5758		

Keterangan:

F1 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 100.000 ppm

F2 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 150.000 ppm

F3 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 200.000 ppm

Pembanding : plastik *degradable* yang digunakan di pasaran dengan label EPI

Uji Sifat Biodegradabilitas

Hari ke 1



F1

F2

F3

F4

Hari ke 5



F1

F2

F3

F4

Hari ke 9



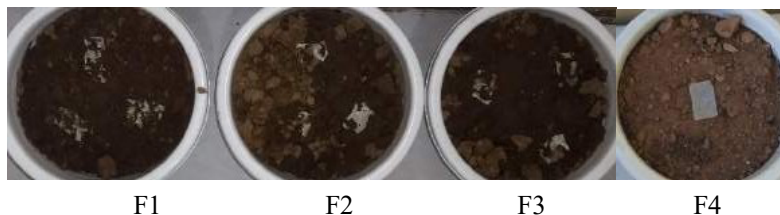
F1

F2

F3

F4

Hari ke 32



Gambar 4. Uji Sifat Biodegradabilitas Plastik *biodegradable* Formula F1, F2, F3 dengan pembandingan (F4)
Keterangan:

- F1 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 100.000 ppm
F2 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 150.000 ppm
F3 : plastik *biodegradable* konsentrasi selulosa 200.000 ppm
Pembandingan (F4) : plastik *degradable* yang digunakan di pasaran dengan label EPI

PEMBAHASAN

Tepung bonggol pisang kepok memiliki kadar air rendah dan kemampuan penyerapan air yang lebih tinggi dibandingkan varietas lainnya seperti varietas raja, mahuli, susu, dan pisang ambon (Nafiyanto, 2019). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Deepa dkk, batang pisang mengandung selulosa 64%, hemiselulosa 19%, lignin 5%, dan kadar air 11%. Selain itu, batang pisang merupakan bahan mudah ditemukan, mudah berdegradasi dan ekonomis (Noviratri, 2018).

Bioplastik diperoleh dengan mencampurkan selulosa dan pati, biopolimer lainnya dengan gelatin sehingga mampu meminimalkan kelemahan dari plastik berbasis pati (Aripin, Saing and Kustiyah, 2017). Film plastik yang dibuat dari campuran pati dan selulosa dapat cepat terurai karena secara fisik mudah rapuh sehingga aman bagi lingkungan. Oleh karena itu diperlukan penambahan bahan pemlastis seperti gliserol untuk meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitas polimer. Salah satu pemlastis yang banyak digunakan adalah gliserol. Gliserol mempunyai sifat yang sukar menguap pada proses pemanasan. Ini disebabkan oleh titik didihnya yang tinggi mencapai 204°C. Selain itu, gliserol juga efektif mengurangi ikatan hidrogen internal. Ikatan hidrogen internal yang berkurang akan meningkatkan jarak intermolekuler. Gliserol (C₃H₈O₃) adalah senyawa alkohol polihidrat dengan 3 buah gugus hidroksil dalam satu molekul atau disebut alkohol trivalen (Febriyani, 2014).

Pati (amilum) dengan rumus molekul (C₆H₁₀O₅)_n, banyak terdapat pada bagian tumbuhan berupa akar, umbi, jaringan batang tanaman, dan biji. Pati tersusun atas amilosa dan amilopektin. Amilosa merupakan komponen pati yang mempunyai rantai lurus dan larut dalam air. Amilosa memberi sifat keras, dan memiliki berat

molekul rata-rata 10.000 – 60.000. Amilopektin merupakan komponen pati dengan rantai cabang, amilopektin memberi sifat lengket, tidak larut dalam air dingin, dan mempunyai berat molekul 60.000-100.000 (Aripin, Saing and Kustiyah, 2017). Penambahan gliserol juga berguna untuk memperbaiki sifat mekanik, sifat fisika, dan melindungi plastik dari mikroorganisme, serta memberikan kemampuan kepada plastik untuk lebih tahan terhadap air (Nafiyanto, 2019). Selain gliserol, bahan lain yaitu kitosan juga dapat meningkatkan sifat mekanik bioplastik yang dihasilkan (Kamsiati, Herawati and Purwani, 2017).

Pada pengujian organoleptik, warna sampel plastik yang dihasilkan yaitu berwarna putih buram dan agak transparan, tekstur untuk F1 lebih lentur dibandingkan dengan tekstur F2 dan F3 (semakin tinggi konsentrasi selulosa semakin kasar tekstur permukaan plastik yang dihasilkan begitu pula dengan warnanya). Jika dibandingkan dengan plastik *biodegradable* yang telah digunakan di pasaran, terlihat bahwa warna plastik lebih putih dan bersih serta lebih lentur dibandingkan dengan formulasi plastik F1, F2, dan F3.

Pada pengujian morfologi plastik, digunakan SEM dengan perbesaran 200x untuk melihat morfologi permukaan plastik yang terbentuk. SEM merupakan metode untuk membentuk bayangan permukaan sampel secara mikroskopis. Aglomerasi (penumpukan) selulosa pada titik tertentu dapat mengakibatkan interaksi antara pengisi dan matriks melemah sehingga nilai kuat tarik suatu plastik juga akan mengalami penurunan. Penurunan kuat tarik suatu sampel juga dipengaruhi oleh kemampuan pengisi (selulosa) untuk mendukung transfer tegangan dari matriks (Panjaitan, Irdoni and Bahruddin, 2017).

Jika dilihat pada plastik F1, terlihat

bahwa penumpukan selulosa pada titik tertentu tidak banyak terbentuk dibandingkan dengan plastik F2 dan F3, namun kerapatan selulosa pada plastik F1 terlihat lebih jarang dibandingkan dengan plastik F2 dan F3 sehingga sifat lentur dari plastik F1 jauh lebih besar dibandingkan dengan plastik F2 dan F3. Semakin besar konsentrasi selulosa yang digunakan dalam pembuatan plastik menyebabkan sifat lentur lebih berkurang dan morfologi permukaan pada plastik menjadi lebih rapat. Hal ini akan memberi pengaruh pada sifat ketahanan air dan daya tarik plastik yang terbentuk.

Hasil pengujian gugus fungsi penyusun plastik *bioderadable* menunjukkan bahwa plastik F1, F2, dan F3 memiliki gugus fungsi yang menunjukkan adanya komposisi pati, selulosa, dan kitosan. Hal ini terlihat pada tabel 3. Adanya O-H ulur, C-H ulur, ikatan C-O-C, dan β -glikosida menandakan adanya selulosa (Febriyani, 2014). Adanya O-H ulur, N-H ulur, C-H ulur, ikatan ganda dua (C=C, C=O) menandakan adanya pati (Sinaga *et al.*, 2014). Adanya O-H ulur, N-H ulur, C-H ulur, N-H tekuk menandakan adanya kitosan (Setha, Rumata and Br., 2019). Begitu pula pada plastik pembanding.

Plastik pembanding yang digunakan merupakan plastik *degradable* yang umum digunakan dalam kehidupan sehari-hari sebagai kantong belanja. Plastik ini tergolong ke dalam plastik dengan label EPI (05. PPLES. 12.14 *Degradable*). EPI adalah perusahaan pelopor untuk plastik dengan teknologi *oxo-biodegradable*. Plastik yang dihasilkan merupakan plastik yang lebih mudah terurai dalam waktu tertentu. Penguraian plastik produk EPI diakibatkan oleh paparan sinar matahari dan mikroorganisme tanah. Plastik buatan atau lisensi EPI akan terurai menjadi karbondioksida, air, dan biomassa yang disebut sebagai oksobiodegradasi. Polimer untuk plastik *biodegradable* harus memiliki beberapa sifat yaitu memiliki berat molekul rendah, mempunyai jenis ikatan asetal, ester, atau amida, sifat kritanilitasnya rendah, dan sifat hidrofilitas yang tinggi (Cornelia, 2013). Sifat-sifat ini tidak begitu menguntungkan untuk plastik yang dibutuhkan di pasaran. Oleh karena itu sifat plastik *biodegradable* biasanya dari segi ketahanan jauh lebih rendah dibandingkan dengan plastik pada umumnya yang ada di pasaran.

Pada tabel 4 di atas, semua sampel plastik dari F1, F2, dan F3 seluruhnya tidak memenuhi syarat mekanik plastik yang dipersyaratkan SNI yaitu kuat Tarik 24,7 – 302 Mpa dan hanya plastik dari F1, F2 yang memenuhi persen elongasi 21 – 220 % (Nur, 2017). Jika dibandingkan dengan plastik

pembanding yang telah digunakan di pasaran, nilai kuat Tarik dan persen elongasi dari setiap sampel masih jauh berbeda. Hal ini dapat terjadi karena komposisi penyusun plastik dari formulasi dengan plastik pembanding memiliki perbedaan. Hal ini dapat dilihat pada data gugus fungsi hasil pemeriksaan spektrofotometer IR. Selain itu, selulosa memiliki struktur yang mengakibatkan gaya tarik intermolekuler dan kristalinitas yang lebih tinggi dibandingkan dengan amilosa. Gaya intermolekuler dalam selulosa tergolong kuat sehingga menyebabkan sulit berinteraksi dengan komponen lain. Selain itu penggabungan selulosa dengan pati terbatas karena selulosa sulit terdispersi (Darni, Sitorus and Hanif, 2014). Nilai kuat tarik terbesar pada plastik F1 yang memiliki komposisi selulosa paling sedikit jika dibandingkan dengan plastik F2 dan F3 tetapi nilai elongasi yang tertinggi adalah pada plastik F2.

Gugus fungsional rantai selulosa adalah gugus hidroksil yang dapat berinteraksi dengan gugus – O, –N, dan –S, membentuk ikatan hidrogen. Ikatan hidrogen pada selulosa lebih panjang daripada ikatan kovalen tetapi jauh lebih lemah. Semakin panjang ikatan hidrogen menyebabkan rantai semakin panjang. Oleh karena itu, terjadi peningkatan perpanjangan saat penambahan selulosa (Darni, Sitorus and Hanif, 2014). Namun perpanjangan kembali menurun ketika penambahan selulosa dengan konsentrasi 200.000 ppm. Ini kemungkinan disebabkan karena terdapat kejenuhan sehingga pada penambahan selulosa konsentrasi 200.000 ppm menyebabkan penggabungan selulosa dan pati menjadi lebih sulit sehingga penyebarannya juga menjadi lebih tidak merata (kurang terdispersi dengan baik). Oleh karena itu, walaupun daya kuat tarik dan persen elongasi dari semua formula plastik telah memenuhi standar SNI tetapi masih jauh berbeda dengan plastik pembanding.

Pada uji ketahanan air, maka plastik *biodegradable* F2, dan F3 memenuhi kriteria SNI yakni tidak melebihi dari 99%. Namun jika dibandingkan dengan plastik pembanding maka F3 mempunyai daya ketahanan air yang lebih mendekati dengan daya ketahanan air plastik pembanding. Ini artinya bahwa plastik F3 memiliki ketahanan air yang jauh lebih baik dibanding dengan plastik F1 dan F2 sehingga daya serap airnya jauh lebih kecil. Hal ini dinungkinkan karena kandungan selulosa dalam plastik F3 yang lebih besar sehingga kerapatan susunannya menjadi lebih kompak dan lebih sulit untuk menyerap air. Selulosa juga merupakan bahan yang tidak terlarut dalam air. Pada plastik F1 jumlah selulosa yang lebih sedikit

dibandingkan formula lain sehingga gliserol sebagai pemlastis dapat meningkatkan jarak antara molekul dan polimer akibat berkurangnya derajat ikatan hidrogen. Semakin banyak penggunaan pemlastis maka semakin tinggi kelarutan dalam air, terutama yang bersifat hidrofilik. Gliserol lebih meningkatkan nilai kelarutan dibandingkan sorbitol pada bioplastik berbasis pati. Interaksi antara polimer dengan pemlastis dipengaruhi oleh sifat afinitas kedua komponen, apabila afinitas polimer pemlastis tidak kuat maka akan terjadi plastisasi antara struktur (molekul pemlastis hanya terdistribusi diantara struktur). Plastisasi ini hanya mempengaruhi gerakan dan mobilitas struktur. Jika terjadi interaksi polimer– polimer cukup kuat, maka molekul pemlastis akan terdifusi kedalam rantai polimer (Aripin, Saing and Kustiyah, 2017).

Pada pengujian ini, diperoleh hasil di mana plastik *biodegradable* dari batang pisang memiliki daya urai yang lebih cepat jika dibandingkan dengan plastik *degradable* pembanding yang telah digunakan di pasaran. Pada plastik F1, F2, dan F3 waktu urai yang terlama adalah pada plastik F3 dengan konsentrasi selulosa sebesar 200.000 ppm (sekitar 32 hari), sedangkan untuk plastik F1 dan F2 telah mulai mengalami penguraian pada hari ke-5 di mana pada plastik telah mulai ditumbuhi oleh mikroorganisme (berupa jamur) di permukaan dan di sekeliling plastik. Pada plastik F3 proses pertumbuhan mikroorganisme baru mulai terjadi pada hari ke-9. Hal ini kemungkinan disebabkan oleh kandungan bahan plastik berasal dari bahan- bahan organik yang lebih mudah diuraikan oleh mikroorganisme. Plastik *biodegradable* yang telah digunakan di pasaran mengalami proses penguraian plastik yang sangat lambat karena masih belum mengalami proses pertumbuhan mikroorganisme/jamur hingga hari ke-32 sehingga plastik masih utuh (tidak mengalami perubahan ukuran dan bentuk). Ini dimungkinkan karena komposisi plastik pembanding memiliki beberapa perbedaan dengan komposisi plastik F1, F2, dan F3. Hal ini dapat dilihat pada data spektrofotometer IR.

KESIMPULAN

Batang pisang kepok dapat dibuat sebagai bahan baku pembuatan plastik *biodegradable*. Formula plastik *biodegradable* dari batang pisang yang memiliki sifat lebih baik dari segi organoleptik, uji tarik dan persen elongasi, uji ketahanan air, dan uji biodegradabilitas adalah plastik dengan konsentrasi selulosa sebesar 150.000 ppm.

SARAN

Sebaiknya formulasi plastik dari bahan selulosa batang pisang dengan konsentrasi 150.000 ppm diformulasi dengan bahan penambah lainnya sehingga daya kuat tarik, elastisitas menjadi lebih baik dan mendekati nilai yang dipersyaratkan SNI.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada pihak terkait yang telah ikut terlibat sehingga kegiatan penelitian ini dapat terlaksana dengan lancar dan diselesaikan tepat waktu. Penulis mengucapkan terima kasih kepada Direktur Akfar Yamasi Makassar beserta staf atas dukungan morilnya serta kepada Kemenristekdikti atas Bantuan dana program hibah penelitian dosen pemula tahun 2021 yang telah mendanai seluruh biaya penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- Aripin, S., Saing, B. and Kustiyah, E. 2017 *Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable Dari Pati Ubi Jalar Dengan Plasticizer Gliserol Dengan Metode Melt Intercalation*, Jurnal Teknik Mesin, 62), pp. 79–84. doi: 10.22441/jtm.v6i2.1185.
- Cornelia, M. 2013 *Model Kantong Plastik Belanja Ramah Lingkungan di Indonesia (Studi Kasus: Kantong Plastik Biodegradable)*, p. Disertasi, Sekolah Pascasarjana IPB Bogor
- Darni, Y., Sitorus, T. M. and Hanif, M. 2014 *Produksi Bioplastik dari Sorgum dan Selulosa Secara Termoplastik*, Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan, 10(2), pp. 55–62. doi: 10.23955/rkl.v10i2.2420.
- Dewi, A. P. and Yesti, Y. 2018 *Pengujian Biodegradasi Film Plastik Campuran Polimer Sintetis (Polistiren) Dan Biopolimer*, in Prosiding Seminar Nasional Fisika Universitas Riau ke-3 2018. Pekanbaru, pp. 76–82.
- Febriyani, E. P. 2014 *Selulosa Mikrofibril Dari Batang Pisang Sebagai Bahan Baku Film Plastik*. Institut Pertanian Bogor.
- Harsojuwono, B. A., Arnata, I. W. and Mulyani, S. 2016 *Profil Permukaan dan Gugus Fungsi Bioplastik Pati Singkong Termodifikasi*, Media Ilmiah Teknologi Pangan, 3(2), pp. 97–103.
- Kamsiati, E., Herawati, H. and Purwani, E. Y. 2017 *Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia*, Jurnal Penelitian dan Pengembangan Pertanian, 36(2), p.

67. doi: 10.21082/jp3.v36n2.2017.p67-76.
- Nafiyanto, I. 2019 *Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Limbah Bonggol Pisang Kepok Dengan Plasticizer Gliserol Dari Minyak Jelantah Dan Komposit Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot (Achatina fullica)*, Integrated Lab Journal, 7(1), pp. 75–89.
- Noviratri, D. 2018 *Pemanfaatan Serbuk Selulosa Batang Semu Pisang Kepok (Musa paradisiaca formatypica) Sebagai adsorben Kromium (VI) (Studi Pada Limbah Cair Industri Elektroplating Di Kabupaten Jember)*. Universitas Jember.
- Nur, Mu. B. J. 2017 *Pemanfaatan Bonggol Pisang Dan Dedak Padi Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable Dengan Plasticizer Gliserin Dari Minyak Jelantah*. Skripsi, UIN Alauddin Makassar.
- Panjaitan, R. M., Irdoni and Bahruddin 2017 *Pengaruh Kadar dan Ukuran Selulosa Berbasis Batang Pisang terhadap Sifat dan Morfologi Bioplastik Berbahan Pati Umbi Talas*, Jom FTEKNIK, 4(1), pp. 1–7.
- Setha, B., Rumata, F. and Br., S. B. 2019 *Karakteristik Kitosan Dari Kulit Udang Vaname Dengan Menggunakan Suhu dan Waktu Yang Berbeda dalam Proses Deasetilasi*, Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia, 22(3), pp. 498–507.
- Sinaga, R. F. et al. 2014 *Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Sifat Kekuatan Tarik Dan Pemanjangan Saat Putus Bioplastik Dari Pati Umbi Talas*, Jurnal Teknik Kimia USU, 3(2), pp. 19–24. doi: 10.32734/jtk.v3i2.1608.
- Triono, A. E. S. 2017 *Optimalisasi Pembuatan Plastik Biodegradable dari Bonggol Pisang Kepok Kuning dengan Variasi Komposisi Pati dan Plasticizer Gliserol*, pp. 1–23, Skripsi, Program Studi Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Muhammadiyah Surakarta
- Tuo, M. 2016 *Kandungan Hemiselulosa, Selulosa dan Lignin Silase Pakan Lengkap Berbahan Utama Batang Pisang*. Skripsi Universitas Hasanuddin.

