

Karakteristik Bioplastik dari Pati Biji Durian dan Pati Singkong yang Menggunakan Bahan Pengisi MCC (*Microcrystalline cellulose*) dari Kulit Kakao

Rozi Atifah Nur, Novizar Nazir*, Gunarif Taib

Program Studi Agroteknologi, Fakultas Pertanian, Universitas Andalas, Padang, Indonesia

*Email: nazir_novizar@yahoo.com

Abstract

Starch-based bioplastics are safe for the environment. One source of starch that can be used is durian seed flour and cassava flour. Bioplastics made from starch have several disadvantages, so they need to be supported. One material that can be used for support is microcrystalline cellulose (MCC). This study aimed to determine the effect of mixing of durian seeds starch with cassava starch on the characteristic of bioplastic supported by MCC. This study used a Completely Randomize Design (CRD) with 5 treatments and 3 replications. Data were analyzed using analysis of variance (ANOVA) and continued with Duncan's New Multiple Range Test (DNMRT) at 5% level. The treatment in this study was the mixing durian seeds starch with cassava starch (0%:100%, 20%:80%, 30%:70%, 40:60%, 50%:50%). The results showed that mixing durian seed starch with cassava starch significantly affected thickness and elongation. Based on the analysis of bioplastic characteristics, the best bioplastics were found in treatment E (addition of durian seed starch 50%: cassava starch 50%) with a thickness of 0.27 mm, tensile strength value of 7.17%, elongation of 0.13% and water absorption 91.46%.

Keywords: bioplastic, cassava starch, characteristic, durian seeds starch

1. Pendahuluan

Plastik merupakan sebuah produk yang digunakan dalam kehidupan sehari-hari, hampir di seluruh dunia untuk berbagai keperluan. Produk plastik harganya murah dan banyak tersedia. Namun demikian, bahan baku utama dalam memproduksi plastik merupakan bahan yang berasal dari minyak bumi tidak dapat diperbaharui (*non-renewable*) Penggunaan plastic mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup. Adanya tantangan dari sisi lingkungan, ekonomi dan keselamatan menyebabkan banyak ilmuwan tertarik untuk mengganti bagian dari polimer berbasis petrokimia ini dengan jenis lain seperti seperti pati untuk menghasilkan bioplastik. Bioplastik adalah plastik yang mudah terdegradasi baik melalui serangan mikroorganisme maupun oleh cuaca (kelembaban dan radiasi sinar matahari) berasal dari tanaman seperti pati, selulosa, lignin dan hewan seperti kasein, protein dan lipid.

Plastik berbahan dasar pati aman bagi lingkungan. Sebagai perbandingan, plastik konvensional (*non biodegradable*) membutuhkan waktu sekitar 50 tahun agar dapat mengalami dekomposisi secara alamiah, sementara bioplastik yang bersifat *biodegradable* dapat mengalami dekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat (Huda dan Firdaus, 2007). Hasil degradasi bioplastik dapat digunakan sebagai makanan hewan ternak atau sebagai pupuk kompos. Plastik *biodegradable* yang terbakar relative tidak akan menghasilkan senyawa kimia berbahaya. Sementara itu, kualitas tanah pun akan

meningkat dengan adanya plastik *biodegradable*. Hal itu disebabkan oleh karena hasil penguraian mikroorganisme dapat meningkatkan unsur hara di dalam tanah.

Pati dikenal sebagai bahan kemasan paling efektif karena merupakan bahan alami yang murah dan dapat terdegradasi dengan sangat cepat (Park, 2003). Tujuan penambahan pati kedalam polimer sintesis adalah untuk dapat mendegradasi plastik secara alami. Bioplastik berbahan dasar pati dapat didegradasi oleh mikroorganisme dengan cara memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Butiran halus dari pati berbeda untuk masing-masing jenis tanaman tetapi tetap memiliki komposisi umum yaitu amilosa (fraksi terlarut) dan amilopektin (fraksi tidak terlarut).

Sumber utama penghasil pati adalah biji-bijian sereal (jagung, gandum, sorgum, beras, biji durian dan biji nangka), umbi (kentang), akar (singkong dan ubi jalar) dan bagian dalam dari batang tanaman (sagu). Biji durian dan singkong termasuk kedalam kategori pati yang biji-bijian sereal dan akar (Samsuri, 2008). Kandungan pati biji durian cukup tinggi sekitar 42,1% dibanding dengan pati singkong 34,7% (Afif, 2007). Potensi kandungan pati biji durian cukup tinggi perlu dimanfaatkan, salah satunya untuk menjadi bahan baku bioplastik.

Durian Terdapat di seluruh pelosok Jawa dan Sumatera. Biji durian berwarna putih kekuning-kuningan atau coklat muda, berbentuk bulat telur dan berkeping dua. Setiap 100 g biji durian mengandung 51 g air, 46,2 g karbohidrat, 2,5 g protein dan 0,2 g lemak (Djaeni dan Prasetyaningrum, 2010). Kandungan protein yang cukup tinggi pada biji durian menyebabkan terjadinya reaksi Maillard, sehingga menyebabkan bioplastik dari pati biji durian berwarna coklat muda (Tongdang, 2008).

Singkong merupakan produk hasil pertanian pangan kedua terbesar setelah padi, sehingga ketersediaan singkong mempunyai potensi sebagai bahan baku yang penting dalam produk makanan. Singkong adalah bahan makanan yang bisa dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia. Umbi singkong memiliki kandungan energi per 100 g sebesar 154 kkal, protein 1 g, karbohidrat 36,8 g, lemak 0,3 g, kalsium 77 mg, fosfor 24 mg, dan zat besi 1,1 mg. Kandungan protein singkong lebih rendah daripada protein pati biji durian, sehingga dapat dicampurkan dengan pati biji durian dalam pembuatan bioplastik.

Salah satu kelemahan dari bioplastik adalah kurang tahannya produk ini terhadap air dan rendahnya sifat mekanik. Salah satu upaya untuk mengurangi sifat hidrofilik dari bioplastik ini adalah dengan mencampur pati dengan biopolimer lain yang bersifat hidrofobik, seperti selulosa mikrokristal (Taylor, 2006). Selulosa mikrokristal dibuat dengan cara memproses α -selulosa dengan asam mineral yaitu dengan penambahan asam klorida (Gunawan dan Mulyani, 2010). Serbuk yang dihasilkan berupa serbuk selulosa mikrokristal gunanya untuk dijadikan bahan pengisi.

Bahan pengisi atau bahan tambahan digunakan untuk memperkuat ketahanan terhadap air dan sifat mekanik pada bioplastik. Kulit buah kakao merupakan limbah lignoselulosa yang mengandung komponen utama berupa lignin, selulosa, dan hemiselulosa. Berdasarkan penelitian yang dilakukan Daud (2013), kulit buah kakao mengandung 35,4% selulosa, 37,0% hemiselulosa dan 14,7% lignin. Selain untuk mempertahankan sifat mekanik dan ketahanan terhadap air, maka perlu ditambahkan gliserol sebagai plasticizer untuk meningkatkan fleksibilitasnya (Myllarinen, 2002). Tujuan penelitian ini adalah untuk melihat pengaruh dari campuran pati biji durian dan pati singkong yang menggunakan bahan pengisi MCC (*Microcrystalline Cellulose*) dari kulit kakao terhadap karakteristik bioplastik.

2. Bahan dan Metoda

Penelitian ini dilaksanakan di Laboratorium Teknologi Rekayasa dan Proses Hasil Pertanian, Laboratorium Kimia, Biokimia Hasil Pertanian dan Gizi Pangan, Laboratorium Mikrobiologi dan Bioteknologi Hasil Pertanian, Laboratorium Instrumentasi Pusat Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, dan Laboratorium Metalurgi Fakultas Teknik Universitas Andalas. Penelitian ini dilakukan pada bulan Agustus sampai bulan November 2019.

Bahan baku utama yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati biji durian yang diperoleh dari daerah Tarandam Kota Padang, pati singkong yang diperoleh dari pasar Bandar Buat, kulit kakao yang diperoleh dari kebun didaerah Pariaman, aquades, gliserol, air kapur, Natrium Hidroksida (NaOH), *Natrium Hypochlorite* (NaOCl), Asam Klorida (HCl), Asam Nitrat (HNO₃), dan Natrium Sulfit (Na₂SO₃). Bahan-bahan kimia ini disesuaikan pemakaiannya dengan kebutuhan untuk analisis.

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah ayakan, saringan, oven, gelas ukur, pengaduk kaca, thermometer, magnetic stirrer, gelas beker, kaca arloji, neraca analitik, gelas kimia, hot plate, erlenmeyer, cetakan kaca, waterbath, dan spatula.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Analisis Bahan Baku Biji Durian

Analisis bahan baku pati biji durian dan pati singkong yang dilakukan meliputi kadar air, kadar abu, kadar amilosa, dan kadar amilopektin. Hasil analisis bahan baku pati biji durian dan pati singkong dapat dilihat pada Tabel 1 di bawah ini.

Tabel 1
Karakteristik bahan baku pati biji durian dan pati singkong

Karakteristik	Pati Biji Durian (Rata-rata ± Standar Deviasi)	Pati Singkong (Rata-rata ± Standar Deviasi)
Rendemen (%)	12,84	26
Kadar Air (%)	15,91 ± 1,62	16,63 ± 0,71
Kadar Abu (%)	0,13 ± 0,03	0,31 ± 0,14
Amilosa (%)	28,49 ± 1,46	15,54 ± 0,73
Amilopektin (%)	71,50 ± 1,46	84,46 ± 0,73

Berdasarkan Tabel 1 dapat dilihat hasil analisis rendemen pati biji durian 12,84% dan pati singkong 26%, kadar air pati biji durian 15,91% dan pati singkong 11,35%, kadar abu pati biji durian 0,13% dan pati singkong 0,31%, kadar amilosa pati biji durian 28,49% dan pati singkong 15,54%, kadar amilopektin pati biji durian 71,50% dan pati singkong 84,46%. Rendemen yang diperoleh dipengaruhi oleh cara ekstraksi. Proses yang optimal akan menghasilkan rendemen yang maksimal. Rendemen ditentukan berdasarkan persentase berat pati yang dihasilkan terhadap berat bahan baku.

Kadar air merupakan komponen penting dalam bahan yang dapat mempengaruhi kualitas bahan atau produk yang dihasilkan. Kadar air pati biji durian dan pati singkong ditentukan oleh proses pengolahan seperti waktu panen dan proses pengeringannya. Kadar air pati biji durian dan pati singkong sangat penting karena berhubungan dengan lama penyimpanan pati biji durian dan pati singkong. Semakin rendah kadar air maka semakin aman bahan tersebut dari kerusakan akibat serangan mikroorganisme (Krisna, 2011).

Hasil analisis kadar air pati biji durian yang didapatkan dalam penelitian ini sebesar 15,91%. Nilai kadar air yang didapatkan tidak berbeda jauh dari penelitian (Maria, 2015) yaitu sebesar 15,7

%. Sedangkan pada kadar air pati singkong didapatkan jumlah 11,35%. Menurut Subagio (2007) kadar air pati singkong yaitu 13%. Kadar air pati singkong yang didapatkan lebih rendah dikarenakan pati yang dihasilkan berasal dari singkong yang dipanen dilokasi yang berbeda. Selain itu, menurut Susilawati dan Putri (2008) perbedaan kadar air dapat dipengaruhi oleh lokasi tanaman dan umur panen yang berbeda. Semakin lama waktu panen maka semakin rendah kadar air yang diperoleh, hal ini dikarenakan granula pati semakin bertambah sehingga menyebabkan kadar air menurun.

Hasil analisis kadar abu pati biji durian yang didapatkan pada penelitian ini adalah 0,13 %. Nilai kadar abu yang didapatkan sesuai dengan penelitian (Maria 2015) yaitu 0,13%. Sedangkan nilai kadar abu pati singkong 0,31%. Menurut Subagio (2007) kadar abu pati singkong 0,2%, nilai kadar abu yang didapatkan lebih tinggi dikarenakan kondisi tanah, pupuk dan curah hujan pada tanaman singkong berbeda, sehingga kandungan mineral pada pati singkong juga berbeda. Kadar abu berhubungan dengan kandungan mineral (kalium, natrium, kalsium, magnesium dan besi) pada suatu bahan pangan. Semakin rendah kadar abu maka semakin rendah pula kadar mineral yang terdapat dalam bahan pangan tersebut.

Pati tersusun atas dua satuan polimer utama yaitu amilosa dan amilopektin. Tujuan analisa kadar amilosa dan amilopektin untuk mengetahui banyaknya fraksi terlarut dan tidak terlarut pada pati biji durian dan pati singkong. Hasil analisis kadar amilosa pati biji durian yang didapatkan dalam penelitian ini sebesar 28,49%. Sedangkan hasil analisis kadar amilosa pati singkong 15,54%. Nilai yang didapatkan lebih rendah daripada hasil penelitian Murtiningrum (2012) yaitu sebesar 27,38% dikarenakan singkong yang digunakan berukuran kecil atau masih dalam fase pertumbuhan. Siroth *et al.* (1999) menyatakan kadar amilosa pati singkong umumnya akan lebih rendah pada tanaman yang masih dalam fase pertumbuhan.

Hasil analisis kadar amilopektin pati biji durian yang didapatkan dalam penelitian ini 71,50%. Sedangkan hasil analisis pati singkong 84,46%. Kadar amilopektin ini dihitung berdasarkan selisih kadar pati total dan amilosa. Kadar amilopektin yang tinggi dapat mempermudah proses gelatinisasi pati dan mengakibatkan banyaknya ruang kosong yang nantinya akan diisi oleh biopolimer pencampur untuk berikatan (Setiani *et al.*, 2013).

3.2 Analisis Bioplastik

Ketebalan bioplastik diukur menggunakan micrometer sekrup. Ketebalan bioplastik dapat mempengaruhi karakteristik lainnya, seperti kuat tarik, perpanjangan putus dan daya serap air. Hasil pengukuran ketebalan terhadap bioplastik dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2
Rata-Rata nilai ketebalan bioplastik dari perlakuan yang berbeda

Perlakuan	Ketebalan (mm) (Rata-rata ± Standar Deviasi)
B (Pati Biji Durian 20% : Pati Singkong 80%)	0,15 ± 0,05 a
D (Pati Biji Durian 40% : Pati Singkong 60%)	0,17 ± 0,01 a
A (Pati Biji Durian 0% : Pati Singkong 100%)	0,23 ± 0,03 ab
C (Pati Biji Durian 30% : Pati Singkong 70%)	0,26 ± 0,02 b
E (Pati Biji Durian 50% : Pati Singkong 50%)	0,27 ± 0,05 b
KK=19,09 %	

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama berbeda nyata pada taraf 5% menurut DNMRT

Hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan pati biji durian dan pati singkong berbeda nyata pada taraf $\alpha=5\%$ terhadap ketebalan bioplastik (Tabel 2). Ketebalan bioplastik

tertinggi diperoleh pada perlakuan E (penambahan pati biji durian 50% : pati singkong 50%) sebesar 0,27 mm dan ketebalan yang terendah pada perlakuan B (penambahan pati biji durian 2% : pati singkong 8%) sebesar 0,15 mm.

Nilai ketebalan film bioplastik yang didapatkan sesuai dengan penelitian Arifin *et al.* (2016) sebesar 0,27 mm. Ketebalan bioplastik dapat dipengaruhi oleh salah satunya yaitu fraksi terlarut, pati biji durian memiliki fraksi terlarut yang lebih tinggi daripada pati singkong, sehingga semakin banyak penambahan pati biji durian maka akan meningkatkan ketebalan bioplastik. Umumnya peningkatan ketebalan terjadi karena perbedaan konsentrasi bahan pembuat plastik. Menurut Fajriati *et al.* (2017), hal ini mengakibatkan total padatan di dalam komposit plastik setelah dilakukan pengeringan meningkat dan polimer-polimer yang menyusun komposit bioplastik semakin banyak.

Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan bioplastik dalam pembentukan produk yang dikemas. Sebagai kemasan, semakin tebal bioplastik yang dihasilkan maka kemampuan penahannya juga semakin besar sehingga umur simpan produk akan semakin panjang. Ketebalan bioplastik dipengaruhi oleh banyaknya fraksi terlarut, luas, dan volume larutan dalam cetakan (Katili *et al.* 2013). Semakin banyak total padatan yang terdapat dalam larutan maka semakin tebal pula bioplastik yang dihasilkan.

Ketebalan bioplastik merupakan aspek yang penting, dimana bioplastik yang lebih tebal akan memiliki kemampuan yang lebih baik terhadap permeabilitas O₂, CO₂ dan uap air sehingga produk yang dikemas memiliki umur simpan yang semakin panjang. Namun plastik yang terlalu tebal akan meningkatkan biaya produksi karena bahan polimer yang dibutuhkan akan semakin banyak dan plastik yang terlalu tebal juga akan mengurangi sifat transparansi dari plastik itu sendiri (Ulfimarjan, 2016). Oleh karena itu ketebalan bioplastik yang digunakan haruslah disesuaikan dengan produk yang akan dikemas sehingga penggunaannya lebih efisien.

3.3 Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Kuat tarik merupakan karakteristik mekanik yang penting diuji untuk menentukan kualitas bioplastik. Kuat tarik menunjukkan tegangan maksimum yang dapat ditahan oleh suatu bahan, sebelum bahan tersebut putus/patah. Pengujian dilakukan dengan menggunakan standar ASTM (*American Society for Testing and Material*) dengan ketebalan bioplastik $\pm 0,1$ mm. Hasil pengukuran kuat tarik terhadap bioplastik dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3
Nilai kuat tarik bioplastik

Perlakuan	Kuat Tarik (Rata-rata \pm Standar Deviasi)
B (Pati Biji Durian 20% : Pati Singkong 80%)	4,48 \pm 0,42
D (Pati Biji Durian 40% : Pati Singkong 60%)	6,13 \pm 0,52
A (Pati Biji Durian 0% : Pati Singkong 100%)	6,94 \pm 2,41
C (Pati Biji Durian 30% : Pati Singkong 70%)	7,14 \pm 0,73
E (Pati Biji Durian 50% : Pati Singkong 50%)	7,17 \pm 0,81
KK=19,15%	

Berdasarkan Tabel 3 hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan pati biji durian dan pati singkong berbeda nyata pada taraf $\alpha=5\%$ terhadap kuat tarik yang didapatkan. Nilai kuat tarik yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar 4,48-7,17 MPa. Nilai kuat tarik terendah terdapat pada perlakuan B (pati biji durian 20% : pati singkong 80%) dan kuat tarik tertinggi pada perlakuan E (pati biji durian 50% : pati singkong 50%).

Nilai yang didapatkan hampir mendekati dengan hasil penelitian (Sirait, 2015) yaitu berkisar antara 2,15-8,29 MPa. Kuat tarik berkaitan dengan ketebalan, semakin tebal bioplastik maka kuat tarik juga akan semakin tinggi. Menurut Ban *et al.*, (2006) menyatakan bahwa faktor penting yang berpengaruh terhadap sifat mekanik bioplastik adalah afinitas antara komponen penyusunnya. Afinitas adalah suatu fenomena dimana atom atau molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu dan berikatan. Meningkatnya afinitas, maka akan banyak terjadi ikatan antar molekul. Kekuatan suatu bahan dipengaruhi oleh ikatan kimia penyusunnya. Ikatan kimia yang kuat tergantung pada jumlah ikatan molekul dan jenis pengikatnya.

Nilai kuat tarik yang tinggi menunjukkan tingginya kemampuan plastik menahan gaya yang diberikan. Semakin tinggi kuat tarik maka kemampuan plastik melindungi produk dari faktor-faktor mekanis, seperti tekanan fisik (jatuh dan gesekan), adanya getaran, serta benturan antar bahan akan lebih baik (Yuliasih dan Raynasari, 2014). Kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanik yang penting, karena terkait dengan kemampuannya melindungi produk. Kuat tarik bioplastik yang tinggi diperlukan pada penerapannya sebagai kemasan produk pangan yang bertujuan untuk melindungi bahan pangan selama penanganan, transportasi, dan pemasaran.

3.4 Perpanjangan putus (Elongasi)

Elongasi merupakan persentase perpanjangan bioplastik setelah plastik itu putus oleh pengaruh gaya yang diberikan. Nilai elongasi menggambarkan bagaimana fleksibilitas dan daya regang dari bioplastik. Pengujian elongasi ini sejalan dengan pengujian kuat tarik. Sampel yang telah dilakukan pengujian kuat tarik selanjutnya dihitung persentase pemanjangannya dengan melihat persentase panjang akhir dan panjang awal bioplastik. Berdasarkan hasil analisa nilai perpanjangan putus bioplastik dapat dilihat pada Table 4.

Tabel 4
Rata-rata Perpanjangan Putus Bioplastik dari Perlakuan yang Berbeda

Perlakuan	Elongasi (Rata-rata ± Standar Deviasi)
E (Pati Biji Durian 50% : Pati Singkong 50%)	0,13 ± 0,015 a
C (Pati Biji Durian 30% : Pati Singkong 70%)	0,14 ± 0,015 a
A (Pati Biji Durian 0% : Pati Singkong 100%)	0,15 ± 0,05 a
D (Pati Biji Durian 40% : Pati Singkong 60%)	0,19 ± 0,02 ab
B (Pati Biji Durian 20% : Pati Singkong 80%)	0,21 ± 0,02 b
KK= 18,96%	

Keterangan: Angka-angka pada lajur yang sama diikuti oleh huruf kecil yang tidak sama, berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf 5%

Berdasarkan Tabel 4 hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan pati biji durian dan pati singkong berbeda nyata pada taraf $\alpha=5\%$ terhadap perpanjangan putus bioplastik. Nilai perpanjangan putus tertinggi terdapat pada perlakuan B (pati biji durian 20% : pati singkong 80%) sebesar 0,21% dan nilai perpanjangan putus terendah terdapat pada perlakuan E (pati biji durian 50% : pati singkong 50%) sebesar 0,13%. Nilai perpanjangan putus ini cenderung berbanding terbalik dengan nilai kuat tarik. Apabila nilai kuat tarik meningkat, maka nilai perpanjangan putus bioplastik akan menurun dan begitu pula sebaliknya (Rusli *et al.*, 2017). Hal ini disebabkan karena adanya interaksi yang kuat antara molekul pati dan microcrystalline cellulose. Ikatan yang terjadi antara molekul pati dengan microcrystalline cellulose semakin rapat dan kompak yang menyebabkan film bioplastik mudah putus atau fleksibilitas dari bioplastik yang diperoleh akan menurun (Arifin *et al.*, 2016).

Plasticizer adalah sebagai bahan yang akan meningkatkan plastisitas bioplastik. Semakin tinggi *plasticizer* yang digunakan akan meningkatkan persen pemanjangan bioplastik. Namun demikian, jumlah *plasticizer* yang terlalu banyak ditambahkan akan membuat bioplastik menjadi lunak dan akan menurunkan sifat kuat tarik bioplastik yang dihasilkan (Bourtoom, 2008). Besarnya nilai elongasi akan berpengaruh terhadap kualitas bioplastik, plastik dengan elongasi yang tinggi menandakan plastik memiliki sifat mekanis yang bagus. Hal itu disebabkan oleh karena plastik mengalami perpanjangan sebelum plastik putus akibat faktor mekanis seperti tekanan dan tarikan dari alat dan wadah selama distribusi dan penyimpanannya. Dengan demikian, tingginya nilai elongasi bioplastik menandakan kemampuan plastik melindungi bahan yang dikemas semakin baik.

3.5 Daya serap air

Daya serap air merupakan parameter yang menunjukkan besarnya kemampuan bahan menarik air disekelilingnya untuk berikatan dengan partikel bahan. Pati yang tinggi akan meningkatkan jumlah polimer pembentuk bioplastik yang menyebabkan rongga dalam gel yang terbentuk semakin kecil sehingga matriks bioplastik akan semakin tebal dan rapat. Bioplastik yang tebal dan rapat akan mengurangi laju transmisi air (Mustapa *et al.*, 2017). Hasil daya serap air dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 5
Nilai daya serap air bioplastik dari perlakuan yang berbeda

Perlakuan	Daya Serap air (Rata-rata \pm Standar Deviasi)
E (Pati Biji Durian 50% : Pati Singkong 50%)	91,46 \pm 8,65
C (Pati Biji Durian 30% : Pati Singkong 70%)	99,12 \pm 3,76
A (Pati Biji Durian 0% : Pati Singkong 100%)	101,89 \pm 16,09
D (Pati Biji Durian 40% : Pati Singkong 60%)	106,06 \pm 17,66
B (Pati Biji Durian 20% : Pati Singkong 80%)	121,62 \pm 13,60
KK=12,49%	

Berdasarkan Tabel 5 hasil analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan pati biji durian dan pati singkong berbeda nyata pada taraf $\alpha=5\%$ terhadap daya serap air bioplastik. Nilai rata-rata daya serap air yang diperoleh dalam penelitian ini berkisar 91,46-121,62 %. Nilai daya serap air terendah pada perlakuan E (pati biji durian 50% : pati singkong 50%) dan nilai daya serap air tertinggi pada perlakuan B (Pati biji durian 20% : pati singkong 80%) yaitu 121,62

Nilai daya serap air bioplastik dapat dipengaruhi oleh kerapatan bioplastik, ketebalan, dan suhu. Bioplastik yang tebal maka perpindahan air akan semakin rendah. Oleh karena itu pada perlakuan E (pati biji durian 50% : pati singkong 50%) menghasilkan daya serap air yang rendah. Hal ini dikarenakan bioplastik yang semakin tebal bioplastik maka molekul penyusunnya akan semakin kompleks, menyebabkan pori-pori bioplastik akan semakin kecil (Mustapa *et al.*, 2017). Selain pati, daya serap air juga dipengaruhi kandungan bahan yang terdapat dalam formula pembuatan bioplastik seperti *plasticizer* dan *microcrystalline cellulose* sebagai bahan pengisi. Sorbitol sebagai *plasticizer* dan pati bersifat hidrofilik sehingga mempunyai kemampuan mengikat air dan mempengaruhi daya serap air bioplastik tersebut.

Jika dibandingkan dengan plastik berbahan polimer sintesis yang umum digunakan maka bioplastik yang diperoleh dari polimer alami masih memiliki penyerapan air yang sangat tinggi. Menurut Billmeyer (1984) plastik sintesis seperti polietilen dan polipropilen memiliki penyerapan air berkisar 0,01-0,1 %. Hal ini menunjukkan plastik yang dibuat dari polimer alami masih memiliki kemampuan daya serap air yang tinggi dikarenakan sifat hidrofilik polimer pati. Oleh karena itu disarankan bioplastik yang terbuat dari pati dan *microcrystalline cellulose* pada penelitian ini aplikasinya terbatas hanya untuk produk kering saja.

3.6 Biodegradasi

Salah satu sifat bioplastik yang paling penting adalah kemampuannya untuk diuraikan secara alamiah di lingkungan sehingga kerusakan yang diakibatkan oleh penggunaan plastik sintetis tidak terjadi. Biodegradasi merupakan salah satu parameter pengamatan yang dapat menunjukkan bahwa bioplastik ramah lingkungan atau tidak. Biodegradasi bioplastik dapat diketahui dengan cara melakukan soil burial test yang bertujuan untuk mengetahui laju degradasi sampel dengan berbagai variasi, sehingga akan bisa dilihat lama sampel tersebut akan terurai oleh mikroorganisme dalam tanah (Ardiansyah, 2011). Pengurangan massa sampel dilihat setiap lima hari sekali selama 20 hari. Hasil nilai biodegradasi dapat dilihat pada Tabel 6.

Laju biodegradasi tercepat pada hari ke 20 yaitu perlakuan B (pati biji durian 20% : pati singkong 80%) yaitu 78,09%, sedangkan yang paling lambat pada perlakuan pada perlakuan D (pati biji durian 40% : pati singkong 60%) yaitu 69,15% (Tabel 7). Dewi *et al.* (2016) menyatakan bahwa laju biodegradasi bioplastik disebabkan karena kemampuan bioplastik menyerap air. Penyerapan air merupakan tahap awal sebelum proses biodegradasi terjadi. Pada tahap ini, berat bioplastik naik dan bioplastik akan mengembang. Jadi, semakin tinggi nilai daya serap air pada bioplastik maka nilai kecepatan biodegradasinya akan semakin tinggi. Nilai daya serap air paling tinggi pada perlakuan B sehingga laju biodegradasinya juga akan cepat.

Semakin lama waktu penguburan maka bioplastik yang dihasilkan akan terurai dengan baik, sehingga bioplastik yang tersisa semakin sedikit. Hal ini sesuai dengan pernyataan Firdaus dan Anwar (2004), yang menyatakan bahwa bioplastik adalah plastik yang memiliki bahan dasar alam yang dalam keadaan dan waktu tertentu akan mengalami perubahan pada struktur kimianya dipengaruhi oleh mikroorganisme (bakteri, jamur, alga). Bioplastik didegradasi oleh bakteri dengan memotong rantai polimer menjadi monomer-monomer. Hasil biodegradasi polimer tersebut menghasilkan senyawa-senyawa organik yang relative tidak berbahaya bagi lingkungan (Huda dan Firdaus, 2007).

Tabel 6
Rata-rata biodegradasi bioplastik dari perlakuan yang berbeda

Perlakuan	Rata-rata Biodegradasi (%) ± SD			
	Hari ke-5	Hari ke-10	Hari ke-15	Hari ke-20
A (Pati Biji Durian 0% : Pati Singkong 100%)	13,22 ± 4,59 ^a	39,62 ± 5,70 ^{cd}	64,90 ± 12,91	70,01 ± 9,41
B (Pati Biji Durian 20% : Pati Singkong 80%)	25,96 ± 0,91 ^c	16,91 ± 6,38 ^a	61,19 ± 17,16	78,09 ± 5,94
C (Pati Biji Durian 30% : Pati Singkong 70%)	15,28 ± 0,86 ^{ab}	49,90 ± 6,39 ^d	67,29 ± 5,13	75,33 ± 5,21
D (Pati Biji Durian 40% : Pati Singkong 60%)	20,19 ± 6,01 ^{bc}	34,73 ± 5,53 ^{bc}	74,83 ± 4,69	69,15 ± 11,82
E (Pati Biji Durian 50% : Pati Singkong 50%)	10,80 ± 1,49 ^a	27,56 ± 7,30 ^{ab}	66,68 ± 1,45	69,77 ± 5,39
KK	20,45%	18,65%	15,10%	11,04%

Proses biodegradasi bermula dari gugus hidroksil O-H dalam matriks pati menginisiasi reaksi hidrolisis setelah mengabsorpsi air dari tanah. Akibat reaksi hidrolisis ini, matriks polimer terdekomposisi ke dalam potongan-potongan kecil dan secepatnya menghilang dalam tanah tersebut. Reaksi ini tidak membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga tidak akan menimbulkan pencemaran lingkungan (Ardiansyah, 2011). Pati merupakan biopolimer alam yang dapat mengalami biodegradasi secara total di alam, sedangkan *microcrystalline cellulose* mempunyai laju biodegradasi yang relatif lebih lambat dibandingkan dengan pati. Oleh karena itu, tingkat biodegradasi campuran kedua biopolimer ini sangat ditentukan oleh tinggi rendahnya kandungan pati dan karakteristik *microcrystalline cellulose* yang dicampurkan. Widyaningsih *et al.* (2012) mengatakan bahwa faktor yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas plastik adalah hidrofobisitas, bahan aditif, proses produksi, struktur polimer, morfologi dan berat molekul bahan plastik.

4. Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa tingkat pencampuran pati biji durian dan pati singkong terhadap karakteristik bioplastik yang dihasilkan berbeda nyata pada ketebalan dan perpanjangan putus, tetapi tidak berbeda nyata pada kuat tarik dan daya serap air. Selanjutnya berdasarkan analisis karakteristik bioplastik yang dilakukan, bioplastik terbaik terdapat pada perlakuan E (penambahan pati biji durian 50% : pati singkong 50%) dengan ketebalan 0,27 mm, nilai kuat tarik 7,17%, perpanjangan putus 0,13% dan daya serap air 91,46%.

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan, penulis menyarankan untuk melakukan pengujian lebih lanjut terhadap karakteristik bioplastik yang lebih lengkap, sehingga bioplastik bisa diaplikasikan pada suatu produk dengan karakteristik yang sesuai.

Referensi

- Afif, M. (2007). *Pembuatan Jenang dengan Tepung Biji Durian*. Semarang: Jurusan Teknologi Jasa dan Produksi Fakultas Teknik Universitas Negeri Semarang
- Arifin, B., Sugita, P., & Masyudi, D. E. (2016). Chitosan and Lauric Acid Addition to Corn Starch-Film Based Effect : Physical Properties and Antimicrobial Activity Study. *Journal Chem. Sci*, 14(2): 529-544.
- Ardiansyah, R. (2011). Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Plastik Biodegradable. [Skripsi]. Depok: Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Hal: 77-80.
- Ban, W., Song, J., Argyopoulos, D. S., & Lucia, L. A. (2006). Influence of Natural Biomaterials on the Elastic Properties of Starch-Derived Films: An Optimization Study. *Journal of Applied Polymer Science* 15 : 30-38
- Billmeyer, F.W. Jr. (1984). *Text Book of Polymer Science, 3rd edition*. John Wiley and Sons: USA. p 458-462
- Bourtoom, T. (2008). Plasticizer Effect on The Properties of Biodegradable Blend Film From Rice Starch-Chitosan. *Songklanakarinn Journal Science and Technology*, 30 (1) : 149-165
- Daud, Z., Kassim, A. S. M., Aripin, A. M., Awang, H., & Hatta, M. Z. M. (2013). Chemical Composition and Morphological of Cocoa Pod Husk and Cassava Peels for Pulp and Paper Production. *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, 7(9): 408.
- Dewi, T. K., R. F. Riza, & A. D. Oktari. (2016). Pembuatan Film Plastik Biodegradable dari Pati Umbi Keladi Liar. [Skripsi]. Palembang: Fakultas Teknik. Universitas Sriwijaya. Hal: 33-40.
- Djaeni, M dan Prasetyaningrum, A. (2010). Kelayakan Biji Durian sebagai Bahan Pangan Alternatif. *RIPTEK*, 4 : 37-45
- Fajriati, I., Sedyadi, E., & Sudarlin. (2017). Sintesis Komposit Film Kitosan- TiO₂ Menggunakan Sorbitol sebagai Plasticizer. *Jurnal Penelitian Kimia*, 13 (1) : 77, 87
- Firdaus, F. & C. Anwar. (2004). Potensi Limbah Padat-cair Industri Tepung Tapioka Sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradable. *LOGIKA*, 1 (2): 38-44.
- Gunawan, D & Mulyani, S. (2010). Ilmu Obat Alam (Farmakognosi). Jilid 1. Jakarta: Penebar Swadaya.
- Huda, T & Firdaus, F. (2007). Karakteristik Fisikokimiawi Film Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Singkong-Ubi Jalar. *LOGIKA*, 4 : 5 – 7
- Katili, S., Harsunu B T, & Irawan S. (2013). Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol dan Komposisi Khitosan dalam Zat Pelarut Terhadap Sifat Fisik Edible Film dari Khitosan. *Jurnal Teknologi*, 6 (1): 29-38.
- Krisna, D. D. A. (2011). Pengaruh Regelatinisasi dan Modifikasi Hidrotermal Terhadap Sifat Fisik Pada Pembuatan Edible Film Dari Pati Kacang Merah [Tesis]. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang
- Mustapa, R., Fajar, R., & Raswen, E. (2017). Pemanfaatan Kitosan sebagai Bahan Dasar pembuatan Edible Film dari Pati Ubi. Jalar Kuning. *Artikel Faperta*, 4 (2) : 5-6
- Murtiningrum. (2012). Karakterisasi Umbi dan Pati Lima Kultivar Ubi Kayu (Manihot esculenta), 3(1).
- Myllarinen. (2002). Effect of Glycerol on Behaviour of Amylose and Amylopectin Films. *Carbohydrate Polymers*, Vol.50, pp. 355-361.
- Park, H.M., Lee, W. K., Park, C. Y., Cho, W. J., & Ha, C. S. (2003). Environmentally Friendly Polymer Hybrids Part I Mechanical, Thermal, and Barrier Properties of Thermoplastic Starch/Clay Nanocomposites. *Journal of Material Science*, 38 : 909-915

- Rusli, A., Metusalach, Salengke, & M. M. Tahir. (2017). Karakterisasi Edible Film Karagenan dengan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 20 (2): 219–229.
- Samsuri, B. (2008). Penggunaan Pragelatinisasi Pati Singkong Suksinat Sebagai Matriks dalam Sediaan Tablet Mengapung Verapamil HCl. *Skripsi Universitas Negeri Semarang*.
- Setiani, W., Sudiarti, T., & Rahmidar, L. (2013). Preparasi dan Karakteristik Edible Film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Valensi*, 3(2): 100-109
- Sirait, T. P. (2015). Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik dari Pati Talas dengan Menggunakan Plasticizer Gliserol. [*Skripsi*]. Sumatera Utara : Fakultas Teknik. Universitas Sumatera Utara.
- Subagio, A. (2007). *Industrialisasi Modified Cassava Flour (MOCAF)* sebagai Bahan Baku Industri Pangan untuk Menunjang Diversifikasi Pangan Pokok Nasional. Universitas Jember. *Jurnal Teknologi Pangan: Jember*
- Susilawati, N.S. & Putri, S. (2008). Karakteristik Sifat Fisik dan Kimia Ubi Kayu (Manihot esculenta) Berdasarkan Lokasi Penanaman dan Umur Panen Berbeda. *Jurnal Teknologi Industri dan Hasil Pertanian*, 13(2).
- Sriroth, K., Santisopari, V., Petchalanuwat, C., Kurotjanawong, K., Piyachomkwan, K. & Oates, C.G. (1999). Cassava Starch Granule Structure Function Properties: Influences of Time and Conditions at Harvest on Cultivars of Cassava Starch. *Carbohydrates Polymer* 38: 161-170.
- Taylor, J. R. N. (2006). Novel Food and Nonfood Uses for Sorghum and Millets, *Journal of Cereal Science*, 44, 252-271.
- Tongdang, T. (2008). Some properties of starch extracted from three thai aromatic fruit seeds. *Journal of Starch*, 60(3-4): 199207.
- Ulfimarjan. (2016). Pengaruh Konsentrasi Kitosan Terhadap Karakteristik Bioplastik Pati Sagu. [*Skripsi*]. Padang: Fakultas Teknologi Pertanian. Universitas Andalas. Hal: 10–26.
- Widyaningsih, S., D. Kartika, & Y. T. Nurhayati. (2012). Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Kalsium Karbonat Terhadap Karakteristik dan Sifat Biodegradable Film dari Pati Kulit Pisang. *Jurnal Molekul*, 7 (1): 69–81.
- Yuliasih, I & Raynasari, B. (2014). Pengaruh Suhu Penyimpanan terhadap sifat fisik mekanik kemasan plastik ritel. *Seminar Nasional Kulit dan Plastik ke-3*. Balai Besar Kulit, Karet, dan Plastik. Yogyakarta. 368-379.