

Karakteristik Komposit Bioplastik Pati Ubi Talas-Karagenan pada Variasi Suhu dan Waktu Gelatinisasi

*The Characteristics of Bioplastic Composites Taro Tuber Starch-Carrageenan in the Variation
Temperature and Time Gelatinization*

Dewi Pujawati, Amna Hartiati*, Ni Putu Suwariani

PS Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Kampus Bukit
Jimbaran, Badung, Kode pos : 80361; Telp/Fax : (0361) 701801

Diterima 13 Agustus 2021 / Disetujui 30 Agustus 2021

ABSTRACT

This study aims to determine the effect of variations in temperature and time of gelatinization on the characteristics of the bioplastic composite of taro starch-carrageenan and to obtain the right gelatinization temperature and time to produce a bioplastic composite of taro starch and carrageenan with the best characteristics. This study used a randomized block design with two factors. Factor one is gelatinization temperature which consists of 3 levels, namely $75\pm 1^{\circ}\text{C}$; $80\pm 1^{\circ}\text{C}$; $85\pm 1^{\circ}\text{C}$. Factor two is the gelatinization time for 3, 4, and 5 minutes. The observed variables included tensile strength, elongation at break, young modulus, water swelling, water vapor transmission rate (wvtr), and biodegradation. The data obtained were analyzed for diversity and continued with the BNJ. The results showed that variations in temperature and time of gelatinization and their interactions had a very significant effect on tensile strength and elasticity. Meanwhile, gelatinization temperature and time had a significant effect but did not interact with elongation at break. Moreover no significant effect on swelling, water vapor transmission and biodegradation. The best characteristics of bioplastic composites were found at a temperature of $85\pm 1^{\circ}\text{C}$ and a gelatinization time of 5 minutes with a tensile strength value of 11,19 MPa, elongation at break 4,38%, modulus young 255,35 MPa, swelling 84,35%, water vapor transmission 0,55 g/h.m² and the degradation time 7 days.

Keywords : *composites bioplastic, carrageenan, taro tuber starch, temperature and time of gelatinization*

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu dan waktu gelatinisasi terhadap karakteristik komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan serta mendapatkan suhu dan waktu gelatinisasi yang tepat sehingga menghasilkan komposit bioplastik pati ubi talas dan karagenan dengan karakteristik yang terbaik. Penelitian ini menggunakan rancangan acak kelompok dengan 2 faktor. Faktor 1 suhu gelatinisasi yang terdiri dari 3 taraf yaitu $75\pm 1^{\circ}\text{C}$; $80\pm 1^{\circ}\text{C}$; $85\pm 1^{\circ}\text{C}$. Faktor 2 adalah waktu gelatinisasi yaitu 3, 4, dan 5 menit. Variabel yang diamati meliputi kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastisitas, pengembangan tebal (*swelling*), laju transmisi uap air dan biodegradasi. Data yang diperoleh dianalisis keragamannya dan dilanjutkan dengan uji BNJ (Beda Nyata Jujur). Hasil penelitian menunjukkan bahwa variasi suhu dan waktu gelatinisasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik dan elastisitas, sedangkan suhu dan waktu gelatinisasi berpengaruh sangat nyata namun tidak berinteraksi terhadap perpanjangan saat putus dan tidak berpengaruh nyata terhadap *swelling*, transmisi uap air dan biodegradasi. Karakteristik komposit bioplastik

*Korespondensi Penulis:
Email: amnahartiati@unud.ac.id

terbaik terdapat pada perlakuan suhu $85\pm 1^{\circ}\text{C}$ dan waktu gelatinisasi 5 menit dengan nilai kuat tarik sebesar 11,19 MPa, perpanjangan saat putus sebesar 4,38%, elastisitas 255,35 MPa, *swelling* 84,35%, transmisi uap air 0,55 g/jam.m² dan lama degradasi 7 hari.

Kata kunci : Komposit bioplastik, karagenan, pati ubi talas, suhu dan waktu gelatinisasi

PENDAHULUAN

Plastik merupakan polimer sintetik dari bahan baku minyak bumi yang keberadaannya semakin menipis. Plastik banyak digunakan sebagai kemasan dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari karena bersifat tahan terhadap air dan kuat (Aripin *et al.*, 2017). Namun kelemahan plastik yaitu tidak tahan terhadap panas dan menimbulkan masalah terhadap lingkungan karena sampah plastik tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba. Salah satu upaya untuk mengatasi masalah lingkungan ini dengan mengembangkan bahan plastik yang mudah terurai yaitu bioplastik (Darni dan Utami, 2010). Bioplastik merupakan kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat terdegradasi oleh mikroorganisme secara alami. Bahan yang digunakan dalam pembuatan bioplastik adalah senyawa polimer yang terdapat pada tanaman seperti pati (Averous, 2004).

Salah satu bahan yang digunakan untuk pembuatan bioplastik adalah tanaman ubi talas. Ubi talas memiliki potensi untuk dijadikan sebagai bahan baku pembuatan bioplastik karena memiliki kandungan pati yang cukup tinggi, mudah diperoleh dan harganya relatif murah (Sinaga *et al.*, 2014). Menurut Rahmawati *et al.*, 2012 bahwa kandungan pati ubi talas yaitu 80%. Pati ubi talas Belitung mengandung kadar amilosa sebesar 22% dan amilopektin 78% (Cui, 2005). Polisakarida lainnya yang dapat dibuat bioplastik salah satunya yaitu karagenan. Karagenan merupakan sekelompok polisakarida galaktosa yang diekstraksi dari rumput laut merah, karagenan bersifat hidrofilik dapat dimanfaatkan sebagai pengental dan penstabil (Maryuni *et al.*, 2018). Bioplastik berbahan dasar pati memiliki sifat mekanik yang rendah. Salah satu cara untuk

memperbaiki sifat mekanik bioplastik yaitu penggabungan dari bahan pati dan karagenan sehingga akan menghasilkan ikatan silang. Bioplastik yang hanya terdiri dari komposit pati ubi talas dan karagenan bersifat hidrofilik dan memiliki sifat yang kurang elastis sehingga perlu ditambahkan bahan tambahan untuk meningkatkan karakteristik mekaniknya seperti pemlastis (Darni dan Utami, 2010). Pemlastis gliserol memiliki kemampuan dalam mengurangi ikatan hidrogen internal dan meningkatkan jarak antara molekul dari polimer (Lazuardi dan Cahyaningrum, 2013).

Pembuatan bioplastik pada dasarnya menggunakan prinsip gelatinisasi, suhu dan waktu gelatinisasi dapat mempengaruhi hasil pembentukan bioplastik ketika sejumlah air ditambahkan ke pati dan dipanaskan pada suhu tinggi maka partikel pati akan menyerap air dan membengkak, namun jumlah air yang terserap pada pati pembengkakannya terbatas. Suhu gelatinisasi pati dapat mempengaruhi perubahan viskositas larutan pati, dan kenaikan suhu pemanasan menyebabkan viskositas suspensi pati menurun (Ginting *et al.*, 2014). Pati ubi-ubian memiliki suhu gelatinisasi berkisar antara 70°C - 95°C , berbentuk gel dan bersifat elastis (Akbar *et al.*, 2013). Sedangkan pada penelitian (Saragih *et al.*, 2016) melakukan pengaturan suhu gelatinisasi pati dan kappa karagenan pada rentang suhu 70 - 85°C .

Penentuan suhu dan waktu gelatinisasi dilakukan pada penelitian sebelumnya (Indrawati *et al.*, 2019), tentang komposit bioplastik glukomanan dan maizena dengan memvariasikan suhu dan waktu gelatinisasi, didapat hasil terbaik pada perlakuan suhu $80\pm 1^{\circ}\text{C}$ lama gelatinisasi 4 menit yang menghasilkan nilai kuat tarik 3,390 MPa, perpanjangan saat putus 12,3%, elastisitas 35,811 MPa, *swelling* 68,13% dan waktu

degradasi 8 hari. Penelitian lainnya tentang karakteristik komposit bioplastik yang memvariasikan bahan pati ubi talas dan karagenan dengan suhu gelatinisasi $75 \pm 2^\circ\text{C}$, waktu 10 menit (Aritonang *et al.*, 2020), didapat hasil terbaik pada perlakuan rasio pati talas:karagenan (4,5:1,5) dengan nilai kuat tarik sebesar 3,210 MPa, perpanjangan saat putus 20,7%, elastisitas 15,912 MPa, penyerapan air 53,409% dan terdegradasi sempurna sekitar 6-7 hari. Berdasarkan penelitian yang dilakukan (Putra *et al.*, 2019) pada pembuatan bioplastik dari pati kulit singkong pada suhu 70°C dan 75°C menghasilkan nilai kuat tarik terbaik yaitu terdapat pada suhu 75°C menghasilkan kuat tarik sebesar 1,181 MPa, perpanjangan saat putus 13,591%, elastisitas 8,744 MPa dan degradasi sempurna sekitar 2-5 hari.

Berdasarkan hasil penelitian-penelitian tersebut maka akan dilakukan penelitian mengenai pembuatan komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan dengan variasi suhu dan waktu gelatinisasi yang diharapkan mampu menghasilkan komposit bioplastik karakteristik terbaik sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi suhu dan waktu gelatinisasi serta interaksi keduanya terhadap karakteristik komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan serta mendapatkan suhu dan waktu gelatinisasi yang tepat untuk menghasilkan komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan dengan karakteristik terbaik.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat analisa yang digunakan pada penelitian ini adalah alat uji mekanik plastik berdasarkan ASTM D638 (*Automatic System Tester Machine*). Alat bantu lainnya yaitu pisau, talenan, gunting, *cutter*, penggaris, sendok, kertas saring, baskom, cawan petri, blender (Miyako BL-151 GF), saringan/ayakan 80 mesh, nampan aluminium,

beaker glass 100 mL (IWAKI_{CTE33} PYREX), *beaker glass* 250 mL (IWAKI_{TG32} PYREX), *beaker glass* 500 mL (IWAKI_{TG32} PYREX), pipet tetes (plastik 3 ml), *thermometer* (batang skala -20 + 110), timbangan analitik (PIONEERTM), batang pengaduk, *hot plate* (JP. SELECTA), oven (ECOCELL MMM Medcenter Einrichtungen GmbH), cetakan teflon berdiameter 20 cm (IKEA Kavalkad 20 cm), tabung reaksi (IWAKI PYREX).

Bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu pati ubi talas jenis Belitung (*Xanthosoma Sagittifolium*) yang diperoleh dari pasar Badung, k-karagenan dari Planet Kimia Depok, aquades (adesta), asam asetat dan pemlastis gliserol (emsure) dari UD. Saba Kimia, Denpasar Utara.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan Pati Ubi Talas

Ubi talas belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) terlebih dahulu dikupas lalu dicuci bersih kemudian dipotong-potong untuk mengecilkan ukurannya dan ditimbang. Ubi talas dihaluskan menggunakan blender dengan perbandingan air dan bahan (4:1). Setelah itu, disaring untuk mendapatkan filtratnya, kemudian didiamkan selama 12 jam. Air dan endapan pati dipisahkan lalu pati basah yang sudah diperoleh dikeringkan menggunakan oven pada suhu $\pm 80^\circ\text{C}$ selama 4 jam. Selanjutnya pati dihaluskan menggunakan blender dan diayak dengan ayakan 80 mesh.

Pembuatan Komposit Bioplastik

Proses pembuatan komposit bioplastik dilakukan dalam beberapa tahapan. Tahap pertama mempersiapkan bahan baku. Selanjutnya dilakukan penimbangan masing-masing bahan komposit bioplastik dengan konsentrasi sesuai perlakuan dengan total komposit pati ubi talas dan karagenan sebanyak 6 g (4,5:1,5) (Aritonang *et al.*, 2020) dimasukkan kedalam *beaker glass*, kemudian ditambahkan asam asetat 1% (total larutan di kedua bahan yaitu sebesar 93%) dan dihomogenkan menggunakan batang

pengaduk selama 15 menit. Selanjutnya dilakukan proses pemanasan pada *hot plate* kemudian ditambahkan 1 g gliserol sehingga campuran menjadi 100% diaduk menggunakan batang pengaduk dengan suhu ($75\pm 1^\circ\text{C}$, $80\pm 1^\circ\text{C}$, $85\pm 1^\circ\text{C}$) dan waktu sesuai perlakuan yaitu (3, 4, dan 5 menit) sampai berbentuk gel komposit pati ubi talas-karagenan. Gabungan dari pati talas dan karagenan yang sudah ditambahkan gliserol kemudian dicetak di atas cetakan teflon diameter 20 cm. Selanjutnya dikeringkan pada oven dengan suhu 50°C selama 24 jam. Lapisan plastik yang terbentuk kemudian didinginkan pada suhu ruangan selama 24 jam hingga bioplastik dapat dilepas dari cetakan. Proses pembuatan komposit bioplastik pati ubi talas karagenan ini modifikasi dari penelitian (Indrawati *et al.*, 2017) dengan modifikasi pada bahan komposit bioplastik yang digunakan.

Variabel yang Diamati

Variabel yang diamati meliputi sifat mekanik yang terdiri dari kuat tarik (*tensile*

strength), perpanjangan saat putus (*elongation at break*), elastisitas (*modulus young*) dianalisis kesesuaiannya dengan SNI 7818: 2014, pengembangan tebal (*sweelling*) dianalisis kesesuaian Standar International (EN 317), *Water Vapour Transmission Rate* (WVTR) yang dianalisis kesesuaian JIS 2-1707 dan kemampuan biodegradasi plastik yang dianalisis kesesuaian dengan ASTM D638.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik (*tensile strength*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap kuat tarik komposit bioplastik dari pati ubi talas-karagenan. Nilai kuat tarik komposit bioplastik yang dihasilkan berkisar 8,04 – 11,19 MPa yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Nilai kuat tarik (MPa) bioplastik komposit pati ubi talas-karagenan.

Suhu gelatinisasi	Waktu gelatinisasi		
	W1 (3 menit)	W2 (4 menit)	W3 (5 menit)
S1 ($75\pm 1^\circ\text{C}$)	8,04 \pm 0,05 d	8,29 \pm 0,02 d	9,37 \pm 0,14 c
S2 ($80\pm 1^\circ\text{C}$)	8,18 \pm 0,07 d	9,41 \pm 0,10 c	10,32 \pm 0,02 b
S3 ($85\pm 1^\circ\text{C}$)	9,47 \pm 0,28 c	10,82 \pm 0,20 ab	11,19 \pm 0,26 a

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Kuat tarik merupakan parameter penting yang berpengaruh pada sifat mekanik bioplastik. Kuat tarik adalah tegangan regangan maksimum sampel sebelum putus, nilai kuat tarik tertinggi dapat menahan kerusakan fisik pada saat pengemasan bahan pangan (Supeni *et al.*, 2015). Tabel 1 menunjukkan bahwa nilai kuat tarik tinggi yaitu 11,19 \pm 0,26 MPa dari komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan yang dibuat dengan suhu gelatinisasi $85\pm 1^\circ\text{C}$ waktu gelatinisasi selama 5 menit yang tidak berbeda nyata dengan komposit bioplastik dengan suhu gelatinisasi $85\pm 1^\circ\text{C}$ waktu gelatinisasi selama

4 menit. Sedangkan nilai kuat tarik yang rendah terdapat pada komposit bioplastik dengan suhu gelatinisasi $75\pm 1^\circ\text{C}$ waktu gelatinisasi 3 menit dan 4 menit serta suhu gelatinisasi $80\pm 1^\circ\text{C}$ waktu gelatinisasi selama 3 menit.

Tabel 1 menunjukkan bahwa semakin tinggi suhu dan waktu gelatinisasi maka kuat tarik yang dihasilkan semakin tinggi. Hal ini terjadi karena, semakin tinggi suhu dan lama waktu gelatinisasi semakin sempurna komposit bioplastik tergelatinisasi. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh (Handayani dan Yuniwati,

2018) menyatakan hal yang serupa bahwa semakin tinggi suhu dan lama waktu gelatinisasi maka semakin sempurna proses gelatinisasinya dan kuat tarik yang dihasilkan semakin tinggi. Perlakuan suhu dan lama waktu gelatinisasi yang tinggi menyebabkan ikatan molekul pembentuk pati saling berikatan karena adanya ikatan hidrogen dari penambahan air dan pemanasan. Kenaikan nilai kuat tarik dikarenakan berkurangnya kandungan air pada proses pemanasan komposit bioplastik, menyebabkan struktur molekul semakin rapat dan homogen sehingga komposit yang dihasilkan semakin kuat (Utami, 2019).

Menurut SNI 7818:2014 plastik memiliki nilai kuat tarik yaitu minimal 13,7 MPa. Berdasarkan nilai kuat tarik yang

dihasilkan komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan pada variasi suhu dan waktu gelatinisasi pada penelitian ini belum memenuhi standar SNI.

Perpanjangan Saat Putus (*elongation at break*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) sedangkan interaksinya tidak berpengaruh nyata terhadap perpanjangan saat putus (*elongation at break*) komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan. Nilai perpanjangan saat putus komposit bioplastik yang dihasilkan berkisar antara 5,34 – 7,73 % yang dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Nilai perpanjangan saat putus (%) komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan

Suhu gelatinisasi	Waktu gelatinisasi			Rata-rata
	W1 (3 menit)	W2 (4 menit)	W3 (5 menit)	
S1 (75±1°C)	8,85±0,20	7,22±0,04	6,44±0,04	7,50±1,10 a
S2 (80±1°C)	7,84±0,19	6,37±0,21	5,44±0,12	6,55±1,09 b
S3 (85±1°C)	6,50±0,03	5,15±0,14	4,38±0,04	5,34±0,96 c
Rata-rata	7,73±1,06 a	6,24±0,94 b	5,42±0,48 c	

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Tabel 2 menunjukkan bahwa rata-rata persen perpanjangan saat putus dari bioplastik komposit pati ubi talas-karagenan pada suhu 75±1°C menghasilkan nilai tertinggi sebesar 7,50±1,10% yang berbeda nyata dengan lainnya. Sedangkan nilai perpanjangan saat putus yang paling rendah yaitu sebesar 5,34±0,96% pada suhu gelatinisasi 85±1°C. Tabel 2 juga menunjukkan bahwa rata-rata nilai persen perpanjangan saat putus tertinggi 7,73±1,06% dimiliki bioplastik komposit pati ubi talas-karagenan menggunakan waktu gelatinisasi 3 menit yang berbeda dengan lainnya. Sementara nilai rata-rata persen perpanjangan saat putus yang rendah 5,42±0,48% dimiliki bioplastik komposit menggunakan waktu gelatinisasi 5 menit.

Pada tabel 2 menunjukkan bahwa

semakin tinggi suhu gelatinisasi maka nilai perpanjangan saat putus yang dihasilkan semakin rendah. (Indrawati *et al.*, 2019) menyatakan hal serupa bahwa pengaturan suhu gelatinisasi yang tinggi mengakibatkan ikatan molekul bahan campuran komposit bioplastik semakin rapat dan kompak menyebabkan bioplastik menjadi kuat. Semakin kuat bioplastik maka semakin sulit sifat mekanik bioplastik untuk merenggang dan memanjang sehingga nilai perpanjangan saat putus yang dihasilkan lebih lebih kecil dibandingkan yang lain (Dewi *et al.*, 2015). Sedangkan pada waktu gelatinisasi 3 menit menghasilkan nilai rata-rata perpanjangan saat putus terbesar dikarenakan gel komposit bioplastik yang dihasilkan memungkinkan belum homogen dan strukturnya kurang rapat sehingga hasil

perpanjangan saat putus yang dihasilkan paling tinggi dibanding perlakuan waktu yang lainnya. Perpanjangan saat putus merupakan persentase perubahan panjang bioplastik saat ditarik hingga putus. Semakin rendah nilai perpanjangan putus pada bioplastik maka karakteristik dari bioplastik akan semakin bagus (Maryuni *et al.*, 2018).

Berdasarkan kriteria nilai perpanjangan saat putus menurut SNI 7818:2014 plastik yaitu 21-220%. Sedangkan nilai perpanjangan putus pada penelitian ini adalah 4,380-8,845%. Dengan demikian, nilai perpanjangan saat

putus komposit bioplastik pati ubi talas dengan perlakuan suhu dan waktu gelatinisasi belum memenuhi standar SNI.

Elastisitas (*modulus young*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap elastisitas komposit bioplastik dari pati ubi talas-karagenan. Nilai elastisitas komposit bioplastik yang dihasilkan berkisar 90,92 – 255,35 MPa yang dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Nilai elastisitas (MPa) komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan

Suhu gelatinisasi	Waktu gelatinisasi		
	W1 (3 menit)	W2 (4 menit)	W3 (5 menit)
S1 (75±1°C)	90,92±1,46 f	114,75±0,96 e	145,51±3,15 d
S2 (80±1°C)	104,38±3,53 ef	147,70±3,25 d	189,83±3,80 c
S3 (85±1°C)	145,82±5,14 d	210,35±10,05 b	255,35±3,50 a

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Elastisitas (*modulus young*) yaitu ukuran kekakuan suatu bahan, semakin tinggi elastisitas maka bahan tersebut bersifat kaku (Setiani *et al.*, 2013). Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai elastisitas tertinggi 255,35±3,50 MPa dimiliki komposit bioplastik dengan suhu gelatinisasi 85±1°C dengan waktu 5 menit, sedangkan nilai elastisitas yang rendah 90,92±1,46 MPa terdapat pada komposit bioplastik dengan suhu 75±1°C waktu gelatinisasi selama 3 menit yang tidak berbeda nyata dengan nilai elastisitas komposit bioplastik perlakuan suhu gelatinisasi 80±1°C lama waktu gelatinisasi selama 3 menit.

Tabel 3 menunjukkan terjadinya peningkatan nilai elastisitas seiring dengan penambahan suhu dan waktu gelatinisasi. Nilai elastisitas berbanding lurus dengan nilai kuat tarik sedangkan berbanding terbalik dengan nilai perpanjangan saat putus (Darni *et al.*, 2010). Hal ini dapat dilihat pada suhu gelatinisasi 85±1°C waktu 5 menit memiliki nilai kuat tarik dan elastisitas tertinggi namun memiliki nilai perpanjangan saat putus

terendah. Semakin tinggi suhu dan waktu gelatinisasi mengakibatkan ikatan molekul pembentuk pati akan saling berikatan akibat adanya ikatan hidrogen yang terjadi pada penambahan sejumlah air pada saat pemanasan, kenaikan nilai elastisitas disebabkan berkurangnya kandungan air pada proses pemanasan bioplastik menyebabkan struktur molekul semakin rapat dan homogen sehingga komposit yang dihasilkan semakin kuat dan kaku (Wahyu, 2008).

Berdasarkan SNI 7818:2014 nilai elastisitas minimal 40-1120 MPa. Nilai elastisitas yang dihasilkan pada penelitian ini adalah 90,92 - 255,35 MPa bioplastik komposit pati ubi talas-karagenan sudah memenuhi standar nilai dari SNI.

Pengembangan Tebal (*Swelling*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi serta interaksinya tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai pengembangan tebal komposit bioplastik dari pati ubi talas-karagenan. Nilai

pengembangan tebal komposit bioplastik yang dihasilkan berkisar 75,14 - 105,26% yang

dapat dilihat pada Tabel 4.

Tabel 4. Nilai persentase pengembangan tebal (%) bioplastik pati ubi talas-karagenan

gelatinisasi	Waktu gelatinisasi			Rata-rata	
	Suhu	W1 (3 menit)	W2 (4 menit)		W3 (5 menit)
S1 (75±1°C)		82,31±15,38	78,57±17,83	79,30±21,63	80,06±14,41 a
S2 (80±1°C)		75,14±6,88	75,82±2,06	105,26±25,56	85,40±19,43 a
S3 (85±1°C)		81,77±14,62	98,59±15,68	84,35±1,43	88,23±12,56 a
Rata-rata		79,74±10,59 a	84,32±15,40 a	89,63±19,39 a	

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Pengembangan tebal (*swelling*) merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar daya serap bioplastik terhadap air (Coniwanti *et al.*, 2014). Tabel 4 menunjukkan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi tidak berbeda nyata dengan lainnya. Penelitian ini didukung Dewi *et al.*, 2017 menyatakan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur polimer dari senyawa yang terkandung dalam bahan bioplastik. Menurut Setiani *et al.*, 2013 bioplastik berbahan pati memiliki kelemahan yaitu bersifat hidrofilik, semakin besar konsentrasi pati maka nilai pengembangan tebal bioplastik semakin tinggi. Hal ini disebabkan pati memiliki lebih banyak gugus hidroksil memungkinkan dapat menyerap air lebih besar.

Menurut penelitian Siswanti, 2008 menyatakan bahwa peningkatan jumlah komponen yang bersifat hidrofilik menyebabkan peningkatan persentase pengembangan tebal bioplastik. Pada penelitian ini digunakan komposisi komposit bioplastik dari pati ubi talas-karagenan dan gliserol, ketiga bahan tersebut bersifat hidrofilik sehingga mampu mengikat air dan membentuk ikatan hidrogen. Kandungan pati yang sama pada semua perlakuan suhu dan waktu gelatinisasi memungkinkan dapat menyerap air lebih besar sehingga hasil pengembangan tebal tidak berbeda dengan lainnya.

Berdasarkan Standar Internasional EN 317 standar pengembangan tebal untuk plastik sebesar 1,44%. Nilai pengembangan tebal yang dihasilkan pada penelitian ini belum memenuhi standar EN 317.

Water Vapour Transmission Rate (WVTR)

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi serta interaksinya tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap nilai WVTR komposit bioplastik dari pati ubi talas-karagenan. Nilai laju transmisi uap air komposit bioplastik yang dihasilkan berkisar 0,26 - 0,96 g/jam.m² yang dapat dilihat pada Tabel 5.

Laju transmisi uap air adalah jumlah air yang dapat terlewat melalui permukaan bioplastik (Agustin *et al.*, 2016). Tabel 5 menunjukkan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi tidak berbeda nyata dengan lainnya. Penelitian ini didukung oleh penelitian Dewi *et al.*, 2017 menyatakan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi tidak menyebabkan terjadinya perubahan struktur polimer dari senyawa yang terkandung dalam bahan bioplastik. Hal ini dikarenakan laju transmisi uap air suatu bahan dipengaruhi oleh konsentrasi *plasticizer*, kondisi lingkungan dan sifat bahan kimia yang bersifat hidrofilik dan hidrofobik (Maryuni *et al.*, 2018). Menurut Agustin dan Padmawijaya, 2016 semakin banyak jumlah pati maka akan semakin banyak pori di permukaan bioplastik,

sehingga semakin banyak uap air yang terlewat memungkinkan dapat menyerap uap air.

Tabel 5. Nilai laju transmisi uap air (g/jam.m^2) komposit pati ubi talas-karagenan

Suhu gelatinisasi	Waktu gelatinisasi			Rata-rata
	W1 (3 menit)	W2 (4 menit)	W3 (5 menit)	
S1 ($75\pm 1^\circ\text{C}$)	$0,94\pm 0,03$	$0,65\pm 0,51$	$0,74\pm 0,35$	$0,77\pm 0,30$ a
S2 ($80\pm 1^\circ\text{C}$)	$0,94\pm 0,03$	$0,94\pm 0,00$	$0,26\pm 0,03$	$0,71\pm 0,35$ a
S3 ($85\pm 1^\circ\text{C}$)	$0,66\pm 0,31$	$0,96\pm 0,00$	$0,55\pm 0,25$	$0,72\pm 0,26$ a
Rata-rata	$0,84\pm 0,20$ a	$0,85\pm 0,27$ a	$0,51\pm 0,29$ a	

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Kemudian didukung dengan penambahan karagenan pada penelitian ini cenderung meningkatkan daya serap air karena karagenan salah satu bahan yang tergolong hidrokoloid yang buruk daya tahannya terhadap uap air. Sifat karagenan yang hidrofilik menyebabkan bioplastik yang dihasilkan mudah menyerap air (Boutoom, 2008). Semakin tebal bioplastik yang dihasilkan maka kemampuan dalam menahan uap air akan semakin baik (Jacob *et al.*, 2014). Dikarenakan jumlah pati ubi talas-karagenan dan konsentrasi gliserol disetiap perlakuan sama sehingga menyebabkan suhu dan waktu gelatinisasi tidak berpengaruh nyata dalam uji laju transmisi uap air.

Berdasarkan *Japan International Standard (JIS) 2-1707* nilai transmisi uap air sebesar $0,0292$ (g/jam.m^2). Nilai transmisi uap air yang dihasilkan pada penelitian ini belum memenuhi standar JIS 2-1707.

Biodegradasi

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa suhu dan waktu gelatinisasi serta interaksinya tidak berpengaruh nyata ($p > 0,05$) terhadap lama biodegradasi komposit bioplastik dari pati ubi talas-karagenan. Nilai hasil uji biodegradasi komposit bioplastik yang dihasilkan berkisar antara 6,5 – 7,0 hari dapat dilihat pada Tabel 6.

Tabel 6. Nilai uji biodegradasi (hari) bioplastik pati ubi talas-karagenan

Suhu gelatinisasi	Waktu gelatinisasi		
	W1 (3 menit)	W2 (4 menit)	W3 (5 menit)
S1 ($75\pm 1^\circ\text{C}$)	$6,5\pm 0,70$ a	$7,0\pm 0,00$ a	$6,5\pm 0,70$ a
S2 ($80\pm 1^\circ\text{C}$)	$6,5\pm 0,70$ a	$6,5\pm 0,70$ a	$6,5\pm 0,70$ a
S3 ($85\pm 1^\circ\text{C}$)	$6,5\pm 0,70$ a	$6,5\pm 0,70$ a	$7,0\pm 0,00$ a

Keterangan: huruf yang berbeda di belakang nilai rata-rata menunjukkan perbedaan yang nyata pada taraf kesalahan 5% ($p < 0,05$)

Tabel 6 menunjukkan bahwa lama degradasi komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan rata-rata 6 sampai 7 hari. Tidak berbeda dengan penelitian yang dilakukan Harsojuwono *et al.*, 2018 pada pembuatan bioplastik berbahan pati singkong termodifikasi dengan suhu gelatinisasi menghasilkan lama degradasi 6,33 sampai 7,33 hari. Hal ini dikarenakan pada suhu dan waktu

gelatinisasi mengakibatkan lama degradasi yang cepat karena campuran bahan bioplastik pada saat gelatinisasi belum terlalu homogen dan pati kemungkinan belum terikat dengan ikatan hidrogen sehingga bioplastik mudah terurai (Utami, 2019). Kemampuan degradasi suatu plastik berkaitan dengan kemampuan menyerap air, dimana semakin banyak kandungan air suatu bahan maka semakin

mudah terdegradasi oleh mikroba. Sehingga kandungan air mengakibatkan bioplastik menjadi lebih cepat terdegradasi (Septiosari *et al.*, 2014). Biodegradasi dilakukan dengan cara penguburan yang bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan bioplastik komposit yang dihasilkan agar dapat terurai di lingkungan (Widyaningsih *et al.*, 2012).

Berdasarkan standar ASTM D638 lama degradasi plastik maksimal 60 hari untuk dapat terurai didalam tanah. Lama kemampuan yang dihasilkan dari komposit pati ubi talas dan karagenan pada variasi suhu dan waktu gelatinisasi adalah sekitar 6 sampai 7 hari. Lama degradasi tersebut sudah memenuhi standar ASTM D638.

KESIMPULAN DAN SARAN

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa:

- 1) Suhu dan waktu gelatinisasi serta interaksinya berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik dan elastisitas. Suhu dan waktu gelatinisasi berpengaruh sangat nyata namun tidak berinteraksi terhadap nilai pemanjangan saat putus. Serta tidak berpengaruh nyata terhadap pengembangan tebal, laju transmisi uap air dan lama biodegradasi komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan pada variasi suhu dan waktu gelatinisasi.
- 2) Karakteristik komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan terbaik didapatkan pada perlakuan suhu gelatinisasi $85 \pm 1^\circ\text{C}$ dan waktu selama 5 menit dengan nilai kuat tarik 11,19 MPa, perpanjangan saat putus 4,38%, elastisitas 255,35 MPa, pengembangan tebal 84,35%, laju transmisi uap air $0,55 \text{ g/jam.m}^2$ dan menghasilkan lama degradasi 7 hari. Komposit bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini telah memenuhi standar SNI 7818:2014 pada variabel

elastisitas dan standar ASTM D638 pada variabel lama degradasi. Komposit bioplastik yang dihasilkan belum memenuhi SNI pada variabel uji kuat tarik dan perpanjangan saat putus, belum memenuhi Standar International plastik pada variabel uji pengembangan tebal dan belum memenuhi standar dari JIS 2-1707 pada variabel uji WVTR..

Saran

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai penambahan penguat (*filler*) pada komposit bioplastik pati ubi talas-karagenan yang dihasilkan untuk meningkatkan nilai kuat tarik komposit bioplastik agar dapat memenuhi standar bioplastik.

DAFTAR PUSTAKA

- Agustin, Y. E dan K. S. Padmawijaya. 2016. Sintesis bioplastik dari kitosan-pati kulit pisang kapok dengan penambahan zat aditif. *Jurnal Teknik Kimia*. 10(2): 40-48.
- Akbar, F., Z. Anita dan H. Harahap. 2013. Pengaruh waktu simpan *film* plastik biodegradasi dari pati kulit singkong terhadap sifat mekanikalnya. *Jurnal Teknik Kimia*. 2(2): 11-15.
- Aripin, S., B. Saing dan E. Kustiyah. 2017. Studi pembuatan bahan alternatif bioplastik dari pati ubi jalar dengan *plasticizer* gliserol dengan metode melt intercalation. *Jurnal Teknik Mesin*. 6(2): 79-84.
- Aritonang, D. H., A. Hartiati dan B. A Harsojuwono. 2020. Karakteristik komposit bioplastik pada variasi rasio pati ubi talas belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) dan karagenan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 8(3): 348-359.
- Averous, L. 2004. *Biodegradable multiphase systems based on plasticizer starch*. J

Macromol Sci. 12(2):123-130

- Chua, H., H.F. Peter, Yu, and K.M. Chee. 1999. Accumulation of biopolymers in activated sludge biomass : Applied Biochemistry and Biotechnology. Humana Press Inc. 78:389–399.
- Coniwanti, P., L. Laila dan M.R. Alfira. 2014. Pembuatan *film* plastik *biodegradable* dari pati jagung dengan penambahan kitosan dan pemlastis gliserol. Jurnal Teknik Kimia. 20(4):22-30.
- Darni, Y. dan H. Utami. 2010. Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofobisitas bioplastik dari pati sorgum. Rekayasa Kimia dan Lingkungan. 7(4): 88-93.
- Dewi, G. A. A. M. P., B. A. Harsojuwono dan I.W. Arnata. 2015. Pengaruh campuran bahan komposit dan konsentrasi gliserol terhadap karakteristik bioplastik dari pati kulit singkong dan kitosan. Jurnal rekayasa dan manajemen agroindustry. 3(3): 41-50.
- Dewi, N. L. G. S., B. A. Harsojuwono dan A. Hartiati. 2017. Karakteristik bioplastik alginat dari rumput laut *ulva lactuca* (tinjauan suhu dan lama gelatinisasi). Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 5(3): 66-73.
- Ginting, M. H. S., R. Hasibuan, R. F. Sinaga, dan G. Ginting. 2014. Pengaruh variasi temperatur gelatinisasi pati terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan pada saat putus bioplastik pati umbi talas. Jurnal Teknik Kimia. 2 : 1-3.
- Handayani, R dan M. Yuniwati. 2018. Pengaruh suhu dan waktu terhadap kuat tarik proses pembuatan plastik dari ganas (gadung dan serat daun nanas). Jurnal Inovasi Proses. Vol 3(1): 16-21.
- Harsojuwono, B. A., I. W. Arnata dan S. Mulyani. 2017. *Biodegradable plastic characteristics of cassava starch modified in variations temperature and drying time*. Chemical and Process Engineering Research 49 (1): 1–5.
- Harsojuwono, B. A., I. W. Arnata dan S. Mulyani. 2018. *Bio-plastic characteristics of cassava starch modified in variations the temperature and Ph of gelatinization*. Journal of Pharmaceutical, Biological and Chemical Sciences. 9 (2): 1-7.
- Indrawati, C., B. A. Harsojuwono dan A. Hartiati. 2019. Karakteristik komposit bioplastik glukomanan dan maizena dalam pengaruh variasi suhu dan waktu gelatinisasi. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 7(3): 468-477.
- Jacob, A. M., R. Nugraha dan S. P. S. D. Utari. 2014. Pembuatan *edible film* dari pati buah lindur dengan penambahan gliserol dan karaginan. Jurnal Hasil Perairan. 17(1): 14-21.
- Lazuardi, G. P dan S. E. Cahyaningrum. 2013. Pembuatan dan karakterisasi bioplastik berbahan dasar kitosan dan pati singkong dengan *plasticizer* gliserol. UNESA Journal of Chemistry. 2 (3) : 161-166.
- Maryuni, A. E., S. Mangiwa dan W. K. Dewi. 2018. Karakterisasi bioplastik dari karaginan dari rumput laut merah asal Kabupaten Biak yang dibuat dengan metode blending menggunakan pemlastis sarbitol. Jurnal Kimia. 2(2): 1-9.
- Putra, D. M. D. P., B. A. Harsojuwono dan A. Hartiati. 2019. Studi suhu dan pH gelatinisasi pada pembuatan bioplastik dari pati kulit singkong. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri. 7(3): 441-449.
- Rahmawati, W., Y.A. Kusumastuti dan N.Aryanti. 2012. Karakteristik pati talas (*Colocasia esculenta* (L) Schott) sebagai alternatif sumber pati industri di

- Indonesia. Jurnal Teknologi Kimia dan Industri. 1(1): 347-351.
- Saragih, I. A., F. Restuhadi dan E. Rossi. 2016. Kappa karaginan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film* dengan penambahan pati jagung (maizena). Jom Faperta. 3(1): 1-12.
- Setiani, W., T. Sudiarti dan L. Rahmidar. 2013. Prepsi dan karakteristik *edible film* dari poliblend pati sukun-kitosan. Jurnal Kimia Sains dan Teknologi. 3(2): 100-109.
- Septiosari, A., Latifah dan E.Kusumastuti. 2014. Pembuatan dan karakterisasi bioplastik limbah biji manga dengan penambahan selulosa dan gliserol. Jurnal Chemical Science. 3 (2): 158-162.
- Sinaga, R. F., M. H. S. Ginting dan R. Hasibuan. 2014. Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat dan perpanjangan saat putus bioplastik dari pati umbi talas. Jurnal Teknik Kimia USU. 3(2): 19-24.
- Siswanti. 2008. Karakteristik edible film komposit dari glukomanan umbi iles-iles (*Amorphopallus muelleri*) dan maizena. Skripsi. Fakultas Pertanian UNS. Surakarta.
- Supeni, G., A. A. Cahyaningtyas dan A. Fitriana. 2015. Karakterisasi sifat fisik dan mekanik penambahan kitosan pada *edible film* karagenan dan tapioka termodifikasi. Jurnal Kimia Kemasan. 37(2): 103-110.
- Utami, S. R. 2019. Pengaruh konsentrasi kitosan dan waktu pengadukan terhadap karakteristik bioplastik pati onggok aren (*Arenga pinnata*) dengan plasticizer gliserol dan sorbitol. Skripsi tesis. Universitas Muhammadiyah Surakarta.
- Wahyu, M. K. 2008. Pemanfaatan singkong sebagai bahan baku *edible film*. Beswan Djarum. Bandung.
- Widyaningsih, S., D. Kartika dan Y. T. Nurhati. 2012. Pengaruh penambahan sorbitol dan kalsium karbonat terhadap karakteristik dan sifat biodegradasi film dari pati kulit pisang. Molekul, 7(1): 69-81.