
Pengaruh Variasi Rasio Pati Talas (*Colocasia Esculenta L.*) dengan Karagenan dan Konsentrasi Pemplastis Putih Telur terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik

Effect of Variation of Talas Starch Ratio (*Colocasia Esculenta L.*) With Carageenan and Egg White Plastic Concentration On Bioplastic Composite Characteristics

Diana Hilmalia Putri, Amna Hartiati*, Nyoman Semadi Antara

Program Studi Teknologi Industri Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana, Badung, Bali, Indonesia

Email: amnahartiati@unud.ac.id

Abstract

Bioplastics are made from natural materials that can be broken down by microorganisms, so they are considered more environmentally friendly than synthetic plastics. This research aims to determine the effect of variations in the taro starch-carrageenan ratio and egg white concentration on the characteristics of bioplastic composites, determine the treatment of variations in the taro starch-carrageenan ratio and egg white concentration which produces the best treated bioplastic composites and identify the functional groups of the best treated bioplastic composites. This research used a factorial randomized block design with two factors, that was variations in the ratio of taro tuber starch-carrageenan raw materials and egg white concentration. The variables observed were tensile strength, elongation at break, elasticity, thickness expansion, biodegradation, and identification of functional groups for the best treatment. The results of the research showed that treatment with variations in the ratio of taro tuber starch to carrageenan had an effect on elasticity, elongation at break, swelling, biodegradation, tensile strength, while egg white plasticizer had an effect on tensile strength, elasticity, thickness development and biodegradation, and had no effect on elongation at break. The best characteristics of the bioplastic composite were the taro starch: carrageenan ratio of 50:50 and egg white concentration of 30% (1.5 g) with a tensile strength value of 3.21 ± 0.66 MPa; elongation at break $4.74 \pm 0.78\%$; elasticity 119.35 ± 17.94 MPa; thick development $53.54 \pm 10.25\%$ and biodegradation 6 days. The identified functional groups of bioplastic constituent materials show that in the best treated bioplastic composites several groups were found missing, namely ketone, alkyne and carboxylic acid groups and no new functional groups were found in the best bioplastics.

Key words: *carrageenan, bioplastic composite, taro starch, egg white*

Abstrak

Bioplastik terbuat dari bahan alami yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme, sehingga dinilai lebih ramah lingkungan daripada plastik sintetis. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh variasi rasio pati talas-karagenan dan konsentrasi putih telur terhadap karakteristik komposit bioplastik, menentukan perlakuan variasi rasio pati talas-karagenan dan konsentrasi putih telur yang menghasilkan komposit bioplastik perlakuan terbaik serta mengidentifikasi gugus fungsi komposit bioplastik perlakuan terbaik. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola faktorial dengan dua faktor. yaitu variasi rasio bahan baku pati umbi talas-karagenan dan konsentrasi putih telur. Variabel yang diamati yaitu kuat tarik, perpanjangan saat putus, elastisitas, pengembangan tebal, biodegradasi, dan identifikasi gugus fungsi untuk perlakuan terbaik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan variasi rasio pati umbi talas-karagenan berpengaruh terhadap elastisitas, perpanjangan saat putus, *swelling*, biodegradasi, kuat tarik, sedangkan pemplastis putih telur berpengaruh terhadap kuat tarik, elastisitas, pengembangan tebal dan biodegradasi, tidak berpengaruh terhadap perpanjangan saat putus. Karakteristik komposit bioplastik terbaik ada pada rasio pati talas:karagenan 50:50 dan konsentrasi putih telur 30%(1,5 g) dengan nilai kuat tarik $3,21 \pm 0,66$ MPa; perpanjangan saat putus $4,74 \pm 0,78\%$; elastisitas $119,35 \pm 17,94$ MPa; pengembangan tebal $53,54 \pm 10,25\%$ dan biodegradasi 6 hari. Gugus fungsi bahan penyusun bioplastik yang teridentifikasi menunjukkan bahwa pada komposit bioplastik perlakuan terbaik ditemukan beberapa gugus yang hilang yaitu gugus keton, alkuna, asam karboksilat dan tidak ditemukan adanya gugus fungsi baru pada bioplastik terbaik.

Kata kunci : karagenan, komposit bioplastik, pati talas, putih telur

PENDAHULUAN

Plastik *biodegradable* sering juga disebut dengan bioplastik. Bioplastik memiliki kegunaan yang sama

dengan plastik pada umumnya. Bioplastik adalah jenis plastik yang dibuat dari bahan-bahan alami, bahan alami ini dapat diuraikan oleh mikroorganisme

di dalam tanah, sehingga membuat bioplastik dinilai lebih ramah lingkungan daripada plastik sintetis. Bahan-bahan yang dapat digunakan untuk membuat bioplastik yaitu polisakarida, kitosan, kasein, protein dan kitin (Aritonang et al., 2020)

Rendemen pati pada umbi talas sekitar 30%. Pati memiliki komponen penyusun yaitu amilosa dan amilopektin dengan kandungan amilosa sekitar 6% dan kadar amilopektin sebesar 75% (Ginting et al., 2014 dan Afdal et al., 2022). Amilosa adalah komponen pati yang memiliki rantai lurus dan larut di dalam air. Amilosa terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan $\alpha(1,4)$ -D- glukosa. Amilosa memberi sifat keras, dan memiliki berat molekul rata-rata 10.000 – 60.000. Sedangkan amilopektin adalah komponen pati yang memiliki rantai cabang, tidak larut dalam air dingin, menyebabkan sifat lengket, dan mempunyai berat molekul 60.000-100.000 (Zulfa, 2011). Amilopektin terdiri dari satuan glukosa yang bergabung melalui ikatan $\alpha(1,4)$ -D-glukosa dan $\alpha(1,6)$ -D-glukosa (Ben & Z., 2007). Amilopektin inilah yang paling banyak berperan sebagai bahan pembuatan bioplastik.

Bioplastik dibuat dengan tambahan dari pemlastis untuk memperlemah kekakuan dan meningkatkan elastisitasnya (Ward & Hadley, 1993). Penambahan pemlastis dapat ditentukan dari seberapa banyak protein yang terkandung pada bahan pemlastis. Putih telur dari ayam ras petelur memiliki kandungan protein yang lebih besar dibandingkan putih telur yang lainnya. Kandungan protein yang terdapat pada putih telur ayam ras petelur yaitu sebesar 11% setiap 100g (Fadillah & Fatkhuroji, 2013).

Berdasarkan penelitian Situmorang et al. (2019) yang membuat bioplastik dari bahan ubi talas dengan menggunakan 2 jenis pemlastis yaitu menggunakan gliserol dan sorbitol. Penelitian tersebut menghasilkan perlakuan terbaik pada konsentrasi pati 6% dengan pemlastis gliserol 1 gram dan dengan hasil nilai kuat tariknya sebesar $2,270 \pm 0,057$ MPa, perpanjangan saat putus $14,50 \pm 0,01\%$, elastisitas $15,683 \pm 1,155$ MPa, uji pengembangan tebal $29,89 \pm 1,02\%$. Penelitian lain yaitu Aritonang et al., (2020) yang membuat bioplastik dari bahan ubi talas menggunakan pemlastis gliserol. Penelitian tersebut menghasilkan nilai kuat tarik terbaik dari variasi rasio pati talas: karagenan 75:25 gram yaitu $3,210 \pm 0,125$ MPa, elongasi sebesar $20,7 \pm 0,038 \%$, nilai elastisitas sebesar $15,912 \pm 3,157$ MPa, nilai penyerapan air sebesar $43,695 \pm 1,151\%$. Penelitian lainnya yaitu Yanthi et al., 2022 yang membuat bioplastik dari pati umbi talas dan karagenan dan menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 17.60 MPa dengan rasio 25:75, perpanjangan saat putus tertinggi yaitu 14,91% dengan rasio 75:25, nilai elastisitas tertinggi yaitu 154,80 Mpa dengan variasi

rasio 25:75, dan pengembangan tebal tertinggi yaitu $(7,52 \pm 3,42 \%)$ dengan variasi rasio 75:25.

Penelitian Nuriyah et al. (2018) dengan bahan polimer pati umbi jalar Cilembu sebanyak 5 g yang menggunakan gliserol, sorbitol dan putih telur sebagai pemlastisnya. Hasil pengujian karakteristik kuat Tarik pada penelitian tersebut menunjukkan bahwa secara umum penambahan gliserol atau sorbitol memberikan penurunan nilai kuat tarik pada bioplastik. Sedangkan pada penambahan putih telur menghasilkan kenaikan kuat tarik pada bioplastik dengan perlakuan terbaiknya 1,5 g (1,5%) menghasilkan nilai kuat tarik dan elongasi tertinggi yaitu sebesar $(38,1 \pm 1,5)$ MPa dan $(4,5 \pm 0,1)$ MPa. Menurut Thu (2015) pati akan mengalami pembentukan ikatan silang dari dua molekul atau lebih dalam granula yang dihubungkan oleh gugus hidroksil (-OH). Oleh karena itu penting untuk mengidentifikasi perubahan gugus fungsi dari bahan baku yang digunakan dan bioplastik yang dihasilkan. Berdasarkan hasil dari penelitian penelitian tersebut, maka dilakukan penelitian mengenai karakteristik komposit bioplastik pati umbi talas dan karagenan pada variasi rasio 75:25, 50:50, 25: 75 dengan berat putih telur 20%(1 g), 30% (1,5g), 40% (2g). Tujuan penelitian ini adalah untuk 1) mengetahui pengaruh variasi rasio bahan baku dan konsentrasi bahan pemlastis putih telur terhadap karakteristik komposit bioplastik pati talas dan karagenan. 2)menentukan perlakuan variasi rasio bahan baku dan konsentrasi bahan pemlastis putih telur yang dapat menghasilkan komposit bioplastik pati talas dan karagenan dengan karakteristik terbaik. 3)mengidentifikasi gugus fungsional bioplastik dengan pada karakteristik terbaik beserta bahan-bahannya.

METODE

Tempat dan Waktu Penelitian

Proses pembuatan pati dan komposit bioplastik serta uji pengembangan tebal dilakukan di Laboratorium Biokimia dan Nutrisi Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Udayana. Uji biodegradasi dilakukan di Green House Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Udayana. Uji kuat tarik, perpanjangan saat putus dan elastisitas dilakukan di Fakultas Teknologi Pertanian, Universitas Brawijaya. Uji FTIR dilakukan di Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Udayana. Waktu pelaksanaan penelitian dilakukan pada bulan Mei – Juli 2023.

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu terdiri dari bahan baku dan bahan kimia. Bahan baku yang digunakan adalah umbi talas yang diperoleh

dari pasar Taman Griya, Jimbaran. Karagenan diperoleh dari Planet Kimia Depok. Putih telur diperoleh dari pasar Taman Griya, Jimbaran. Untuk bahan kimia yang digunakan adalah Polivinil alkohol (PVA), dan ZnO diperoleh dari Tokopedia. Asam asetat dan aquadest diperoleh dari UD Saba Kimia Denpasar.

Peralatan yang digunakan pada penelitian ini adalah pisau, *cutter*, talenan, baskom, blender (Miyako BL-151 GF), kertas saring, kain saring, oven (ECOCELL), ayakan 80 *mesh*, pipet tetes, batang pengaduk, neraca analitik (PIONEER™), gelas beker 100 ml (IWAKI_{CTE33} PYREX), gelas beker 250 ml (IWAKI_{TG32} PYREX), gelas beker 500 ml (IWAKI_{TG32} PYREX), *hot plate* (JP. SELECTA), termometer, cetakan teflon (Maxim Valentino diameter 20 cm), alat uji mekanik plastik berdasarkan ASTM D638 (*Automatic System Tester Machine*) dan FTIR Spektrometer (Shimadzu).

Rancangan Percobaan

Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Kelompok pola faktorial dengan dua faktor yaitu variasi rasio bahan baku pati talas:karagenan dan konsentrasi pemlastis putih telur. Faktor pertama variasi rasio bahan baku terdiri dari 3 taraf, yaitu : T1 = 25:75 (1,25 g:3,75 g), T2 = 50:50 (2,5 g:2,5 g), T3 = 75:25 (3,75 g:1,25 g). Faktor kedua konsentrasi pemlastis putih telur terdiri dari 3 taraf, yaitu : P1 = 1 g (20%); P2 = 1,5 g (30%); P3 = 2 g (40%). Masing-masing perlakuan dikelompokkan menjadi 3 kelompok berdasarkan waktu penelitian, sehingga diperoleh 27 unit percobaan. Data yang diperoleh dianalisis keragamannya (ANOVA) dan jika perlakuan berpengaruh akan dilanjutkan dengan uji Beda Nyata Jujur (BNJ) menggunakan perangkat lunak Minitab17.

Pelaksanaan Penelitian

Pembuatan bioplastik diawali dengan penimbangan pati umbi talas dan karagenan dengan jumlah yang telah ditentukan (T1, T2, T3). Jumlah komposit pati umbi talas : karagenan pada setiap perlakuan sebanyak 5 g. Lalu penimbangan ZnO sebanyak 0,5 g, dan polivinil alkohol sebanyak 10 g. Setelah semua bahan tersebut ditimbang, dimasukkan ke dalam beaker glass dan dilarutkan dengan asam asetat 1% hingga mencapai total bahan 100 g. Pelarutan dengan asam asetat dilakukan pada setiap satu beaker glass yang berbeda sambil dipanaskan selama 15 menit dengan suhu 75°C hingga saling menyatu dan diaduk dengan batang pengaduk. Selanjutnya, bahan-bahan yang sudah terlarut akan dicampurkan ke dalam satu beaker glass dan digelatinisasi pada hot plate dengan suhu 75±2°C selama 10 menit dengan pengontrolan suhu menggunakan termometer hingga homogen.

Kemudian akan ditambahkan pemlastis (putih telur) sesuai variasi perlakuan yang sudah ditetapkan. Putih telur didapat dari telur ayam ras yang dipisahkan dari kuning telurnya, kemudian putih telur ditimbang sesuai perlakuan. Jika semua campuran pati umbi talas:karagenan yang ditambahkan pemlastis (putih telur), ZnO, dan polivinil alkohol sudah tergelatinisasi selama 10 menit, campuran tersebut akan dicetak pada teflon berukuran 20 cm dan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 50±1°C selama 12 jam. Lapisan plastik yang telah terbentuk kemudian didinginkan pada suhu ruang selama 24 jam hingga bioplastik dapat dilepas dari cetakan. Pembuatan komposit bioplastik ini hasil modifikasi dari penelitian Suparwan et al. (2021) dengan modifikasi pada bahan komposit bioplastik yang digunakan.

Variabel yang Diamati

Parameter yang diamati yaitu kekuatan tarik (*Tensile Strength*) (ASTM D638), perpanjangan saat putus (*Elongation at Break*) (ASTM D638), elastisitas (*Modulus Young*) (ASTM D638), pengembangan tebal (*Swelling*) (Jimmy, 2013), biodegradasi (Panjaitan et al., 2017) dan uji gugus fungsi (FTIR) (Rambe, 2017).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Kuat Tarik (*Tensile Strength*)

Hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa variasi rasio pati talas-karagenan berpengaruh nyata terhadap kuat tarik, konsentrasi putih telur berpengaruh sangat nyata terhadap kuat tarik, dan interaksi keduanya berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap kuat tarik komposit bioplastik. Nilai rata-rata kuat tarik komposit bioplastik dari pati talas-karagenan berkisar antara 3,21±0,66 – 8,76±1,07 MPa yang dapat dilihat pada Tabel 1.

Nilai kuat tarik yang tinggi mengindikasikan tingginya kemampuan plastik untuk menahan gaya yang telah diberikan. Semakin tinggi nilai kuat tarik maka semakin baik pula kemampuan plastik untuk melindungi produk dari faktor-faktor mekanis, seperti tekanan fisik, adanya getaran, serta benturan antar bahan (Yuliasih et al., 2014). Tabel 1 menunjukkan bahwa komposit bioplastik talas-karagenan dengan konsentrasi 20% (1 g) putih telur dengan variasi rasio pati talas-karagenan 75:25 menghasilkan nilai kuat tarik tertinggi sebesar 8,76±1,07 MPa. Jumlah konsentrasi putih telur yang digunakan sebagai pemlastis memberi pengaruh terhadap bioplastik yang dihasilkan. Sementara itu, komposit bioplastik talas-karagenan dengan konsentrasi putih telur 30% (1,5 g) pada variasi rasio pati talas-karagenan 50:50 menghasilkan nilai kuat

tarik yang rendah dengan nilai $3,21 \pm 0,66$ MPa yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya terkecuali untuk perlakuan pati talas: karagenan 75:25 pada konsentrasi 20%. Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2014 bahwa besarnya nilai kuat tarik untuk plastik adalah minimal 13,7 MPa. Nilai kuat tarik dari komposit bioplastik pati umbi talas-karagenan pada penelitian ini belum memenuhi standar nilai dari kuat tarik plastik pada Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2014

Perpanjangan Saat Putus (*Elongation at Break*)

Berdasarkan hasil analisis ragam menunjukkan bahwa variasi rasio pati talas-karagenan dan interaksinya tidak berpengaruh nyata, sedangkan konsentrasi pemlastis berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) terhadap perpanjangan saat putus komposit bioplastik yang dihasilkan. Nilai perpanjangan saat putus yang dihasilkan berkisar antara $3,32 \pm 0,84 - 8,54 \pm 1,48$ % dapat dilihat pada Tabel 2.

Perpanjangan saat putus (*elongation at break*) adalah persentase pertambahan panjang sampel bioplastik dari awal penarikan hingga putus. Tabel 5 menunjukkan bahwa komposit bioplastik talas-karagenan yang menghasilkan nilai perpanjangan saat putus tertinggi yaitu pada rasio perlakuan 25:75 dan konsentrasi putih telur 30% (1,5 g) sebesar $8,54 \pm 1,48$ %. Sedangkan komposit bioplastik talas-karagenan dengan rasio perlakuan 75:25 dan konsentrasi putih telur 40% (2 g) memiliki nilai pemanjangan saat putus yang rendah yaitu sebesar $3,32 \pm 0,84$ %. Hal tersebut dikarenakan zat pemlastis akan terletak diantara rantai polimer sehingga jarak antar rantai pati semakin renggang dan memudahkan pergerakan antar molekul yang mengakibatkan nilai persen perpanjangan saat putus meningkat pada bioplastik yang dihasilkan (Afif et al., 2018). Meningkatnya elongasi ini karena penambahan pemlastis dapat menurunkan kekuatan intermolekuler bioplastik diantara rantai polimer dan meningkatkan fleksibilitas bioplastik. Pemlastis berupa putih telur tidak memberikan pola yang eksak terhadap elongasi bioplastik. Secara umum, penambahan putih telur dapat menaikkan maupun menurunkan elongasi bioplastik (Nuriyah et al., 2018). Hal tersebut disebabkan, pemlastis akan dapat menurunkan percabangan ikatan polimer sehingga mengurai fleksibilitas pada polimer. Sementara itu, jika ikatan diantara rantai polimer menurun maka fleksibilitas polimer akan meningkat

Berdasarkan Standar Nasional Indonesia (SNI) plastik 7818:2016 bahwa besarnya nilai perpanjangan saat putus untuk plastik adalah 21-220%. Sedangkan nilai perpanjangan saat putus dari komposit bioplastik talas dan karagenan pada

penelitian ini belum memenuhi standar nilai dari perpanjangan saat putus plastik.

Elastisitas (*Modulus Young*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa variasi rasio pati talas-karagenan dan konsentrasi putih telur berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) sedangkan interaksi keduanya berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap elastisitas komposit bioplastik dari pati talas-karagenan. Nilai elastisitas komposit bioplastik dari pati talas-karagenan berkisar antara $68,85 \pm 15,46 - 215,95 \pm 15,80$ MPa dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 1. Nilai rata-rata kuat tarik (MPa) komposit bioplastik

Variasi rasio (g)	Konsentrasi Putih Telur (g)		
	P1 (20%)	P2 (30%)	P3 (40%)
T1 (25:75)	$3,75 \pm 0,4$ 9 b	$3,72 \pm 1,79$ b	$3,30 \pm 1,60$ b
T2 (50:50)	$3,63 \pm 0,73$ b	$3,21 \pm 0,66$ b	$3,78 \pm 0,71$ b
T3 (75:25)	$8,76 \pm 1,07$ a	$4,46 \pm 1,34$ b	$4,94 \pm 1,61$ b

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

Tabel 2. Nilai rata-rata perpanjangan saat putus (%) komposit bioplastik

Variasi rasio (g)	Konsentrasi Putih Telur (g)			rata-rata
	P1 (1)	P2 (1,5)	P3 (2)	
T1 (1:3)	$6,67 \pm 0,82$	$8,54 \pm 1,48$	$8,10 \pm 0,82$	$7,77 \pm 1,04$ a
T2 (1:1)	$4,05 \pm 0,041$	$4,74 \pm 0,78$	$5,24 \pm 0,82$	$4,67 \pm 0,67$ b
T3 (3:1)	$4,74 \pm 0,84$	$4,05 \pm 0,41$	$3,32 \pm 0,84$	$4,04 \pm 0,70$ b
rata-rata	$5,15 \pm 0,69$ a	$5,77 \pm 0,89$ a	$5,55 \pm 0,83$ a	

Tabel 3 menunjukkan bahwa nilai rata-rata elastisitas tertinggi ($215,95 \pm 15,80$ MPa) dari bioplastik talas-karagenan terdapat pada variasi rasio 25:75 dan konsentrasi putih telur 40% (2 g). Sementara pada variasi rasio 75:25 dan konsentrasi putih telur 20% (1 g) menghasilkan nilai rata-rata terendah ($68,85 \pm 15,46$ MPa) yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan lainnya kecuali pada perlakuan dengan variasi rasio 25:75 dan konsentrasi putih telur 30%

(1,5 g) dan variasi rasio 50:50 dan konsentrasi putih telur 40%. Hal ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi putih telur, maka nilai elastisitas yang dihasilkan semakin besar (Sarofa et al., 2019). Pernyataan tersebut sejalan dengan penelitian Evanuarini (2010), yang menyatakan bahwa semakin besar kadar protein akibat adanya penambahan putih telur yang semakin besar, maka semakin tinggi juga nilai elastisitas yang dihasilkan. Putih telur menghasilkan elastisitas yang tinggi karena putih telur mengandung protein utama yang biasa disebut dengan albumin. Albumin memiliki kemampuan untuk membentuk jaringan protein yang kuat dan elastis ketika dipanaskan atau dikocok. Ketika putih telur dipanaskan atau dikocok, protein albumin akan berinteraksi dan membentuk ikatan hydrogen, ikatan disulfida, dan ikatan non-kovalen lainnya. Berdasarkan SNI 7188.7.2016, nilai elastisitas pada bioplastik yaitu 117 – 137 MPa sehingga dapat dilihat pada tabel bahwa nilai elastisitas yang memenuhi standar bioplastik adalah perlakuan dengan variasi rasio pati talas-karagenan 50:50 dan konsentrasi putih telur 30% (1,5 g) dengan nilai elastisitas yaitu 119,35±17,94 Mpa.

Pengembangan Tebal (*Swelling*)

Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa variasi rasio pati talas-karagenan dan konsentrasi pemlastis putih telur berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$), sedangkan interaksi keduanya berpengaruh nyata ($p < 0,05$) terhadap pengembangan tebal komposit bioplastik dari pati talas-karagenan. Nilai pengembangan tebal komposit bioplastik dari pati talas-karagenan berkisar antara 35,51±1,92 - 63,85±5,17% yang dapat dilihat pada Tabel 4. Nilai presentase pengembangan tebal jika semakin kecil maka bioplastik yang dihasilkan akan semakin baik sejalan dengan pernyataan Sulistyio et al., (2012) yang menyatakan bahwa semakin kecil presentase pengembangan maka bioplastik akan semakin baik. Tabel 4 menunjukkan interaksi antar perlakuan komposit bioplastik variasi rasio talas:karagenan 25:75 dengan konsentrasi putih telur 20% (1 g) menghasilkan persentase penyerapan air tertinggi dengan nilai 63,85±5,17%, yang tidak berbeda nyata

dengan perlakuan lainnya, terkecuali perlakuan variasi rasio 25:75 dan konsentrasi putih telur 30% (1,5 g) dan 40%.(2 g).

Sementara itu presentase penyerapan air terendah ada pada perlakuan variasi rasio 25:75 dan konsentrasi putih telur 40% (2 g) sebesar 35,51±1,92% yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan variasi rasio 25:75 dan konsentrasi putih telur 30% (1,5 g). Tabel 4 juga menunjukkan bahwa semakin banyak konsentrasi putih telur yang ditambahkan menyebabkan nilai pengembangan tebal semakin rendah.

Hal ini dikarenakan putih telur mengandung protein yang memiliki sifat hidrofilik. Saat menambahkan konsentrasi putih telur dalam bioplastik, maka akan menghasilkan lebih banyak protein hidrofilik dalam campuran yang dapat menyebabkan bioplastik lebih efektif dalam menahan air. Karena ketika protein hidrofilik ini berinteraksi dengan air, maka dapat membentuk ikatan hydrogen dengan molekul air dan mengurangi adanya ruang yang tersedia bagi air untuk menyerap dalam bioplastik. Oleh karena itu, semakin banyak konsentrasi putih telur yang ditambahkan pada bioplastik, semakin sedikit air yang mungkin dapat menembus bioplastik.

Berdasarkan hasil penelitian ini nilai penyerapan air komposit bioplastik belum memenuhi standar SNI 7188.7: 2016 (BSN) yang mana nilai persentase *swelling* bioplastik adalah 99%.

Biodegradasi

Pengukuran bioedegradasi bertujuan untuk mengetahui lama waktu yang dibutuhkan komposit bioplastik agar dapat terurai di lingkungan. Berdasarkan hasil analisis keragaman menunjukkan bahwa perlakuan variasi rasio pati talas-karagenan berpengaruh sangat nyata ($p < 0,01$) sedangkan konsentrasi putih telur berpengaruh nyata ($p < 0,05$) dan interaksi keduanya tidak berpengaruh nyata terhadap komposit bioplastik yang dihasilkan. Nilai biodegradasi komposit bioplastik talas dan karagenan berkisar antara 4-7 hari. Nilai biodegradasi komposit bioplastik talas dan karagenan dapat dilihat pada Tabel 5.

Tabel 3. Nilai rata-rata elastisitas (MPa) komposit bioplastik

	Konsentrasi Putih Telur (g)		
	P1 (20%)	P2 (30%)	P3 (40%)
T1 (25:75)	115,87±3,80 bcd	152,52 ± 31,33 b	215,95 ± 15,80 a
T2 (50:50)	79,32 ± 10,05 d	119,35 ± 17,94 bcd	141,23 ± 19,40 bc
T3 (75:25)	68,85 ± 15,46 d	84,86 ± 8,28 d	93,72 ± 16,04 cd

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

Tabel 4. Nilai rata-rata pengembangan tebal (swelling) (%) komposit bioplastik

Variasi rasio (g)	Konsentrasi Putih Telur (g)		
	P1 (20%)	P2 (30%)	P3 (40%)
T1 (25:75)	63,85±5,17 a	43,43 ± 4,73 bc	35,51 ± 1,92 c
T2 (50:50)	61,52 ± 2,68 ab	53,54 ± 10,25 abc	58,73 ± 5,01 ab
T3 (75:25)	54,54 ± 11,23 abc	48,93 ± 7,62 abc	44,10 ± 8,80 abc

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

Pada Tabel 5 menunjukkan bahwa waktu biodegradasi yang tinggi dimiliki oleh komposit bioplastik dengan perlakuan rasio talas:karagenan 25:75 dan konsentrasi putih telur 20% (1 g) yang terdegradasi pada hari ke-7 yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan 50:50 dengan konsentrasi putih telur 20% dan 30% dan perlakuan 75:25 dengan konsentrasi putih telur 20%. Sedangkan waktu biodegradasi terendah terdapat pada komposit bioplastik talas-karagenan dengan perlakuan variasi rasio talas:karagenan 25:75 dan 75:25 dengan konsentrasi putih telur 40% (2 g) dengan waktu biodegradasi selama 4 hari yang tidak berbeda nyata dengan perlakuan variasi rasio 50:50 dengan konsentrasi putih telur 40% (2 g) dengan waktu selama 4 hari. Komposit bioplastik mudah terdegradasi karena tersusun oleh komponen bahan alam yaitu talas dan karagenan. Selain itu, bioplastik juga terdegradasi karena adanya proses pemecahan rantai polimer pada variasi rasio bahan baku yaitu pati yang mengandung gugus fungsi hidroksil (O-H), karbonil (C=O) dan ester (C-O) menjadi monomer dan juga adanya bantuan mikroorganisme yang ada di dalam tanah (Wahyuningtyas (2017). 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. Reaksi ini tidak membutuhkan waktu yang cukup lama, sehingga tidak akan menimbulkan pencemaran lingkungan (Ardiansyah, 2011).

Berdasarkan SNI 7188.7:2016, lama waktu biodegradasi pada bioplastik maksimal selama 60 hari untuk dapat terurai di dalam tanah dan beratnya sudah berkurang lebih dari 60%, sedangkan menurut Standar Internasional ASTM (*American Society for Testing and Material*) D638 lama waktu biodegradasi bioplastik maksimal adalah 90 hari. Kemampuan biodegradasi pada komposit bioplastik dengan perlakuan variasi rasio pati umbi talas:karagenan dan konsentrasi pemlastis putih telur adalah 4 - 7 hari. Lama waktu biodegradasi tersebut sudah memenuhi

Standar SNI 7188.7:2016 dan Standar Internasional ASTM D638.

Perlakuan Terbaik

Penentuan perlakuan terbaik dari komposit bioplastik pati talas-karagenan ditentukan berdasarkan banyaknya standar yang digunakan telah memenuhi syarat bioplastik pada setiap variabel yang diamati. Perlakuan terbaik pada penelitian ini adalah variasi rasio pati talas:karagenan 50:50 dengan menggunakan konsentrasi pemlastis putih telur 30% (1,5 g) dengan nilai kuat tarik $3,21 \pm 0,66$ MPa ; perpanjangan saat putus yaitu $4,74 \pm 0,78\%$; elastisitas $119,35 \pm 17,94$ MPa ; pengembangan tebal yaitu $53,54 \pm 10,25\%$ dan lama waktu biodegradasi yaitu pada hari ke-6 menghasilkan nilai elastisitas dan lama waktu biodegradasi yang telah memenuhi standar SNI 7188.7:2016 dan standar Internasional ASTM D638 untuk lama waktu biodegradasi.

Analisis Gugus Fungsi dengan *Fourier Transform InfraRed Spectroscopy* (FTIR)

Gugus fungsi pada bioplastik diidentifikasi berdasarkan data serapan infra merah yang dihasilkan dengan menggunakan FTIR (Munir, 2017). Bioplastik yang diuji menggunakan FTIR adalah bioplastik dengan perlakuan terbaik yaitu pada perlakuan dengan variasi rasio pati ubi talas: karagenan (50:50 dari total bahan 5 g), dan konsentrasi bahan pemlastis putih telur sebesar 30% (1,5 g), dan polivinil alkohol. Hasil pengujian FTIR *spectroscopy* pada penelitian ini dapat dilihat pada gambar berikut.

Gambar 1 menunjukkan grafik hasil gugus fungsi dari komposit bioplastik terbaik dan bahan baku yaitu pati talas, karagenan, polivinil alkohol, dan putih telur. Adanya perbedaan dari grafik hasil uji gugus fungsi pada komposit bioplastik terbaik dengan bahan penyusunnya menandakan bahwa komposit bioplastik terbaik sudah bersifat kompatibel yakni gugus fungsi dari setiap bahan yang digunakan dapat saling berikatan dan membentuk komposit bioplastik yang baik. Persamaan dan perbedaan gugus fungsi yang dihasilkan pada komposit bioplastik terbaik

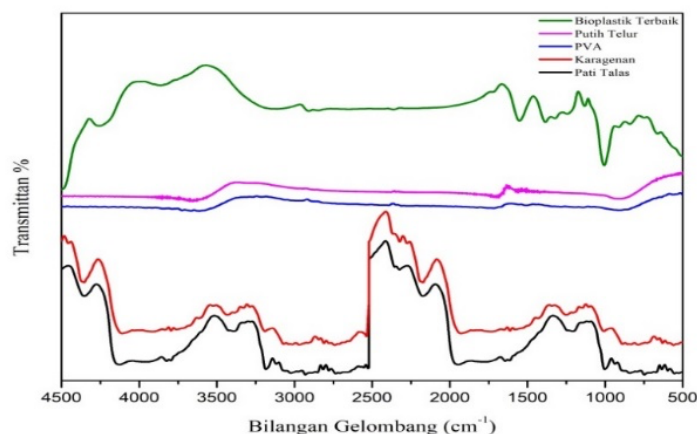
dengan bahan yang digunakan dapat dilihat pada Lampiran.

Dalam Lampiran menjelaskan bahwa bahan baku talas mengandung gugus fungsi Alkena (C-H) pada bilangan gelombang 854,47 dan 929,69, gugus fungsi Alkohol (C-O) pada bilangan gelombang 1155,36, gugus fungsi Alkena (C=C) pada bilangan gelombang 1666,5, gugus fungsi alkena (C=H) pada bilangan gelombang 1666,5, gugus fungsi Alkana (C-H) pada bilangan gelombang 2945,3, dan gugus fungsi Hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3550,95. Sementara itu bahan baku karagenan mengandung gugus fungsi Alkena (C-H) pada bilangan gelombang 918,12-985,62, gugus fungsi Alkana (C-H) pada pada bilangan gelombang 1436,97, gugus fungsi alkena (C=C) pada bilangan gelombang 1676,14, gugus fungsi alkuna (C≡C) pada bilangan gelombang 2162,2, gugus fungsi alkana (C-H) pada bilangan gelombang 2885,51 dan gugus fungsi hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3518,16.

Bahan baku putih telur mengandung gugus fungsi alkena (C-H) pada bilangan gelombang 912,37, dan gugus fungsi keton (C=O) pada bilangan gelombang 17,03,22 . PVA mengandung gugus fungsi alkena (C-H) pada bilangan gelombang 905,62, gugus fungsi alcohol (C-O) pada bilangan gelombang 1141,91-1283,68, gugus fungsi keton (C=O) pada bilangan gelombang 1717,68, gugus fungsi asam karboksilat (O-H) pada bilangan gelombang 2535,54, dan gugus fungsi hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3613,79. Komposit bioplastik pati talas dan karagenan mengandung gugus fungsi alkena (C-H) pada bilangan gelombang 784,1-871,86, gugus fungsi alkana (C-H) pada bilangan gelombang 1463,07, gugus fungsi alcohol (C-O) pada bilangan gelombang 1172 dan 1272,77, gugus fungsi alkena (C=C) pada bilangan gelombang 1664,64, gugus fungsi alkana (C-H) pada bilangan gelombang 2965,68, dan gugus fungsi hidroksil (O-H) pada bilangan gelombang 3576,18.

Tabel 5. Nilai rata-rata Biodegradasi (hari) komposit bioplastik

Variasi rasio (g)	Konsentrasi Putih Telur (g)			rata-rata
	P1 (1)	P2 (1,5)	P3 (2)	
T1 (1:3)	6,33 ± 0,58	5,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	5,11 ± 0,19 a
T2 (1:1)	6,00 ± 1,00	6,00 ± 0,00	4,67 ± 0,58	5,56 ± 0,53 a
T3 (3:1)	6,00 ± 0,00	5,00 ± 0,00	4,00 ± 0,00	5 ± 0,00 a
rata-rata	6,11 ± 0,53 a	5,33 ± 0,00 a	4,22 ± 0,19 b	



Gambar 1. Hasil identifikasi gugus fungsi pada bahan penyusun serta komposit bioplastik dengan nilai terbaik

KESIMPULAN DAN SARAN

KESIMPULAN

Perlakuan variasi rasio pati umbi talas-karagenan berpengaruh terhadap elastisitas, perpanjangan saat

putus, *swelling*, biodegradasi, kuat tarik, sedangkan pemlastis putih telur berpengaruh terhadap kuat tarik, elastisitas, pengembangan tebal dan biodegradasi, tidak berpengaruh terhadap perpanjangan saat putus. Bioplastik dengan perlakuan terbaik adalah komposit bioplastik menggunakan variasi rasio pati

talas:karagenan 50:50 dan konsentrasi pemlastis putih telur 30% (1,5 g) dengan nilai kuat tarik $3,21 \pm 0,66$ MPa; perpanjangan saat putus yaitu $4,74 \pm 0,78\%$; elastisitas $119,35 \pm 17,94$ MPa; pengembangan tebal yaitu $53,54 \pm 10,25\%$ dan lama waktu biodegradasi pada hari ke-6. Hasil analisis FTIR menunjukkan komposit bioplastik pati talas dan karagenan mengandung gugus fungsi alkana (C-H), alkena (C-H), alkohol (C-O), alkena (C = C) dan hidroksil (O-H).

SARAN

Masih terdapat beberapa variabel yang belum memenuhi syarat SNI yaitu kuat tarik dan perpanjangan saat putus, maka disarankan perlu dilakukan penelitian lagi menggunakan bahan-bahan yang dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan perpanjangan saat putus.

Lampiran. Daerah serapan dan gugus fungsi komposit bioplastik

Pati umbi talas	Bilangan gelombang			Komposit bioplastik terbaik	Daerah serapan (cm^{-1})	Gugus fungsi	Tipe senyawa
	Karagenan	Putih telur	PVA				
854,47;929,69	918,12-985,62	912,37	905,62	784,1-871,86	675-995	C - H	Alkana
-	1436,97	-	-	1463,07	1340-1470	C - H	Alkana
1155,36	-	-	1141,91; 1283,68	1172,77-1272,77	1050-1300	C - O	Alkohol
1666,5	1676,14	-	-	1664,64	1610-1680	C = C	Alkena
-	-	1703,2	1717,68	-	1690-1760	C = O	Keton
-	2162,2	-	-	-	2100-2260	C \equiv C	Alkana
-	-	-	2535,54	-	2500-2700	O - H	asam karboksilat
2945,3	2885,51	-	-	2965,68	2850-2970	C - H	Alkana
3550,95	3518,16	-	3613,79	3576,18	3500-3650	O - H	Hidroksil

DAFTAR PUSTAKA

- Afdal, K., Herawati, N., & Hasri, H. (2022). Pengaruh konsentrasi sorbitol sebagai plasticizer pada pembuatan plastik biodegradable dari tongkol jagung. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 23(1), Afif, M.N. W. dan S. Mursiti. (2018). Pembuatan bioplastik dari pati biji alpukat-kitosan dengan plasticizer sorbitol. *Indonesian Journal of Chemical Science*. 7(2):102-109.
- Aritonang, D. H., Hartiati, A., & Harsojuwono, B. A. (2020). Karakteristik komposit bioplastik pada variasi rasio pati ubi talas belitung (*Xanthosoma sagittifolium*) dan karagenan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 8(3), 348-359.
- <https://doi.org/10.24843/JRMA.2020.v08.i03.p04>
- American Society for Testing and Method. E3-95. (2016). ASTM standards pertaining to the biodegradability and compostibility of plastic. *ASTM International*, 82(C), 1-15. <https://doi.org/10.1520/D0638-14.1>
- Ardiansyah, R. (2011). Pemanfaatan Pati Umbi Garut untuk Pembuatan Plastik [Skripsi]. Depok: Fakultas Teknik. Universitas Indonesia. Biodegradable. Hal: 77-80.
- Badan Standarisasi Nasional. (2016). Kategori produk tas belanja plastik dan bioplastik mudah terurai. <https://www.bsn.go.id/> (Diakses pada 20 Maret 2023)
- Ben, E., & Z., H. A. (2007). Studi Awal Pemisahan Amilosa dan Amilopektin Pati Singkong Dengan

- Fraksinasi Butanol-Air. *Jurnal Sains dan Teknologi Farmasi*, 12, 1-11.
- Evanuarini, H. 2010. Kualitas chicken nuggets dengan penambahan putih telur. *Jurnal. Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*, Agustus 2010, Hal 17-22
- Fadillah, R. dan Fatkhuroji. 2013. Memaksimalkan Produksi Ayam Ras Petelur. Agromedia Pustaka. Jakarta
- Ginting, M. H. S., & Sinaga, R. F. (2014). Pengaruh variasi temperatur gelatinisasi pati terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan pada saat putus bioplastik pati umbi talas. *Prosiding Semnastek*, 1(1).
- Jimmy., Bulan, R., & Zaidar, E. (2013). Karakterisasi edible film dari campuran tepung tapioka, kitosan, gliserin, dan ekstrak mangga (*Mangifera indica L.*). *Jurnal Departemen Kimia*.
- Karuniastuti, N. (2013). Bahaya plastik terhadap kesehatan dan lingkungan. *Swara Patra: Majalah Ilmiah PPSDM Migas*, 3(1).
- Ningsih, E. S., Mulyadi, S., & Yetri, Y. (2012). Modifikasi polipropilena sebagai polimer komposit biodegradabel dengan bahan pengisi pati pisang dan sorbitol sebagai platisizer. *Jurnal Fisika Unand*, 1(1).
- Nuriyah, L., Saroja, G., Ghufron, M., Razanata, A., & Rosid, N. F. (2018). Karakteristik kuat tarik dan elongasi bioplastik berbahan pati ubi jalar cilembu dengan variasi jenis pemlastis. *Natural B*, 4(4), 177-182.
- Munir, M. I. D.G. 2017. Penentuan Konsentrasi Optimum Selulosa Ampas Tebu (Baggase) Dalam Pembuatan Film Bioplastik. Skripsi. Tidak Dipublikasikan. Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Panjaitan, R. M., Irdoni & Bahruddin. (2017). Pengaruh kadar dan ukuran selulosa berbasis batang pisang terhadap sifat dan morfologi bioplastik berbahan pati umbi talas. *Jurnal Online Mahasiswa Fakultas Teknik Universitas Riau*, 4(1), 1-7
- Rambe, M. A., Awan, M., & Sembiring, A. D. (2018). Pembuatan dan karakterisasi plastik edible film dengan pemanfaatan pati kulit ubi kayu (*Manihot utilissima pohl.*). *Journal of Islamic Science and Technology*, 3(1), 12-17.
- Reksamunandar, R. P., Edikresnha, D., Munir, M. M., & Damayanti, S. (2017). Encapsulation of β -carotene in poly (vinylpyrrolidone)(PVP) by electrospinning Technique. *Procedia engineering*, 170, 19-23.
- Sarofa, U., & Dewi Wulandari, L. P. (2019). Karakteristik marshmallow dari kulit pisang raja (*musa textilia*): kajian konsentrasi gelatin dan putih telur. *Jurnal Teknologi Pangan*, 13(1), 20-27.
- Sinaga, R. F., Ginting, G. M., Ginting, M. H. S., & Hasibuan, R. (2014). Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus bioplastik dari pati umbi talas. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(2), 19-24.
- Situmorang, F.U., A.Hartiati dan B.A. Harsojuwono. (2019). Pengaruh konsentrasi pati ubi talas (*colocasia esculenta*) dan jenis plastizier terhadap karakteristik bioplastik. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*. 7(3):457- 467
- Sulistyo, H.W, & Ismiyati. (2012). Pengaruh Formulasi Pati Singkong-Selulosa Terhadap Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas pada Pembuatan Bioplastik. *Konversi*. Vol.1
- Suparwan, K. G. I., Hartiati, A., & Suhendra, L. (2021). Pengaruh jenis dan konsentrasi bahan pengisi terhadap karakteristik komposit bioplastik pati umbi gadung-karagenan. *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri*, 9 (3), 312-322. <https://doi.org/10.24843/JRMA.2021.v09.i03.p05>
- Thu, S. L. (2015). Modification of cassava starch for biodegradable plastic preparation. *Department of Industrial Chemistry. University of Yangon. Myanmar.* [http://www.academia.edu/16835196/Modification of Cassava Starch For Biodegradable Plastic Preparation](http://www.academia.edu/16835196/Modification_of_Cassava_Starch_For_Biodegradable_Plastic_Preparation). (Diakses pada 15 Oktober 2022).
- Wahyuningtiyas, N. E., & Suryanto, H. (2017). Analysis of biodegradation of bioplastic made of cassava starch. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 1(1), 41-54.
- Yanthi, N K. V. P., Hartiati, A. dan Wiranata, A. A. P. A. S. (2022). Karakteristik komposit bioplastik pati umbi talas (*Colocasia esculenta*) dan karagenan pada variasi rasio bahan baku dan konsentrasi bahan penguat. 7(2): 128-137.
- Zulfa, Z. (2011). *Pemanfaatan Pati Ubi Jalar untuk Pembuatan Biokomposit Semikonduktor*. Depok: Universitas Indonesia.