

## **Sintesis Plastik *Biodegradable* Dari Pati Ganyong Dengan Modifikasi Kasein Susu Afkir Dan *Plasticizer* Sorbitol**

### ***Synthesis Of Biodegradable Plastic From Canna Starch With Modification Of Afkir Milk Casein And Sorbitol Plasticizer***

**Soraya Prastyawati<sup>1</sup>, Herman Yoseph Sriyana<sup>2\*</sup>**

<sup>1,2</sup>Program Studi Teknik Kimia, Politeknik Katolik Mangunwijaya Jl. Sriwijaya No. 104 Semarang – 50241

E-mail: <sup>1</sup>sorayaprazyawati@gmail.com, <sup>2</sup>herman.polteka@gmail.com

\*Penulis korespondensi: **herman.polteka@gmail.com**

Direview: 30 Juli 2024

Diterima: 15 Agustus 2024

#### ***Abstrak***

Pati ganyong potensial menjadi bahan baku plastik biodegradable karena mempunyai kadar total pati 93,30%, kadar amilosa 42,40% dan amilopektin 50,90%. Penelitian bertujuan mempelajari pengaruh rasio pati ganyong dan kasein susu afkir dengan modifikasi sorbitol terhadap karakteristik plastik biodegradable. Variabel penelitian ini adalah rasio pati ganyong dan kasein dari susu afkir (4:0; 3:1; 2:2) dengan pengadukan selama 30 menit pada suhu 75°C dan penambahan sorbitol (2%, 3%, 4%, 5%). Proses pembuatan plastik biodegradable dilakukan dengan menuang larutan plastik biodegradable sesuai variabel ke dalam cetakan, selanjutnya dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70°C selama 6 jam dan cetakan dikeluarkan untuk dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam. Plastik yang terbentuk dilakukan uji tensile strength, elongation, biodegradasi, morfologi. Hasil penelitian ini menunjukkan semakin tinggi pati ganyong yang ditambahkan dan semakin turun kasein yang ditambahkan maka mempengaruhi plastik biodegradable terhadap tensile strength semakin naik, elongation semakin naik, dan biodegradasi semakin naik. Semakin kecil rasio pati ganyong dan kasein susu (semakin besar jumlah kasein susu) maka akan meningkatkan nilai tensile strength, elongation, dan kemampuan biodegradasi dari bioplastik yang dihasilkan. Rasio kombinasi pati dan kasein yang terbaik diperoleh pada rasio 4:0 yang memberikan tensile strength tertinggi sebesar 5,48 MPa, elongation tertinggi sebesar 26,67, dan biodegradasi tertinggi sebesar 0,08. Semakin tinggi jumlah sorbitol yang ditambahkan meningkatkan nilai ketahanan air, elongation, biodegradasi. Penambahan sorbitol yang terbaik diperoleh pada konsentrasi 5% yang memberikan elongation 8,57, biodegradasi sebesar 0,11, sedangkan tensile strength yang terbaik diperoleh pada konsentrasi 1% sebesar 3,40 MPa.

***Kata Kunci:*** pati ganyong, plastik biodegradable, sorbitol, susu afkir.

#### ***Abstract***

*Canna starch has the potential to be a raw material for biodegradable plastic because it has a total starch content of 93.30%, amylose content of 42.40% and amylopectin 50.90%. The research aims to study the effect of the ratio of canna starch and casein rejected milk with sorbitol modification on the characteristics of biodegradable plastic. The variables of this research were the ratio of canna starch and casein from rejected milk (4:0; 3:1; 2:2) and stirring for 30 minutes at 75°C and the addition of sorbitol (2%, 3%, 4%, 5%). The process of making biodegradable plastic is carried out by pouring a biodegradable plastic solution according to variables into a mold, then drying it using an oven at 70°C for 6 hours and the mold is taken out to dry at room temperature for 24 hours. The plastic formed is tested for tensile strength, elongation, biodegradation, morphology. The results of this research show that the higher the canna starch added and the lower the casein added, the more water resistance, tensile strength, elongation increases, and biodegradation increases. The smaller the ratio of canna starch and milk casein (the greater the amount of milk casein), the higher the*

*water resistance, tensile strength, elongation and biodegradability of the resulting bioplastic. The best combination ratio of starch and casein was obtained at a ratio of 4:0 which provided the highest water resistance of 81.82%, the highest tensile strength of 5.48 MPa, the highest elongation of 26.67, and the highest biodegradation of 0.08. The higher the amount of sorbitol added increases the value of elongation, biodegradation. The best addition of sorbitol was obtained at a concentration of 5% which provided the highest elongation of 8.57, biodegradation of 0.11, while the best tensile strength was obtained at a concentration of 1% of 3.40 MPa.*

**Keywords :** *canna starch, biodegradable plastic, sorbitol, rejected milk*

## 1. PENDAHULUAN

Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang dapat digunakan layaknya plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi hasil akhir air dan gas karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan (Dermawan *et al.*, 2020). Pembuatan plastik *biodegradable* ini masyarakat berinovasi dengan memanfaatkan bahan organik maupun limbah organik, seperti pati ganyong. Pati ganyong dipilih menjadi bahan baku plastik *biodegradable* karena memiliki sumber karbohidrat yang cukup tinggi dengan kadar total pati 93,30%, kadar amilosa 42,40% dan amilopektin 50,90% (Rozzana *et al.*, 2022). Pati digunakan karena merupakan bahan yang mudah didegradasi oleh alam menjadi senyawa-senyawa yang ramah lingkungan (Afif *et al.*, 2018). Pati tersusun paling sedikit oleh tiga komponen utama yaitu amilosa, amilopektin dan material antara seperti: protein dan lemak. Kandungan pati ganyong mempunyai kadar total pati 93,30%, kadar amilosa 42,40% dan amilopektin 50,90% (Rozzana *et al.*, 2022). Pembuatan plastik *biodegradable* diperlukan *plasticizer*. *Plasticizer* dapat melenturkan dan mencegah kerapuhan plastik *biodegradable* (Nugrahanto *et al.*, 2021). Penambahan sorbitol sebagai *plasticizer*, molekul *plasticizer* di dalam larutan tersebut terletak di antara rantai ikatan antar ikatan biopolimer dan dapat berinteraksi dengan membentuk ikatan hidrogen dalam rantai ikatan antar polimer, sehingga menyebabkan interaksi antara molekul biopolimer menjadi semakin berkurang (Afif *et al.*, 2018). Poliol seperti sorbitol dan gliserol adalah *plasticizer* berfungsi mengurangi ikatan hidrogen internal sehingga akan meningkatkan jarak intermolekul. *Plasticizer* yang digunakan adalah sorbitol, penambahan sorbitol agar plastik yang dihasilkan bersifat elastis, fleksibel dan tahan terhadap air (Nafilah & Sedyadi, 2019). Kasein memberikan sumbangsih sekitar 80% dari total protein dalam susu. Protein kasein terbagi menjadi beberapa komponen. Komponen utama penyusun kasein adalah  $\alpha$ -kasein,  $\beta$ -kasein, dan  $\kappa$ -kasein. Kasein merupakan protein yang mengalami proses penggumpalan dari susu skim akibat proses enzimatik ataupun pengasaman hingga pH 4,6 - 4,7. Kasein merupakan protein susu yang digunakan sebagai bahan pengemulsi dalam pembuatan plastik *biodegradable*. Pembuatan plastik *biodegradable* dari bahan pati biasanya menggunakan proses gelatinasi. Gelatinisasi adalah perubahan yang terjadi pada granula pati pada waktu mengalami pembengkakan yang luar biasa dan tidak dapat kembali ke semula. Untuk mengetahui sifat-sifat dan karakteristik dari plastik *biodegradable* yang dihasilkan makadapat dilakukan beberapa uji, antara lain uji *tensile strength*, uji *elongation*, uji biodegradasi, uji morfologi. (Nugrahanto *et al.*, 2021).

## 2. METODE PENELITIAN

### 2.1. Alat dan bahan

Alat yang dipakai meliputi pisau, pemotong, beaker glass, erlenmeyer, kertas saring, oven, baskom, pH, pengaduk kayu, kain saring, nampan, glass arloji, timbangan analitik, glass ukur, termometer alkohol, *hotplate*, magnetik stirrer. Bahan yang digunakan meliputi pati ganyong di peroleh dari toko bahan roti Makmur Semarang, susu sapi diperoleh dari peternakan sapi Lumintu Gunung Pati Kota Semarang, asam cuka, boraks, sorbitol, Poli Vinil Alkohol (PVA), dan aquadest.

### 2.2. Variabel Penelitian

Penelitian berikut ini dilakukan menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 1 Faktor terdiri dari dua tahap. Tahap pertama dengan variabel bebas rasio pati ganyong dan kasein dari

susu afkir (4:0; 3:1; 2:2), dan tahap kedua dengan variabel bebas sorbitol (2,3,4,5% dari total campuran keseluruhan pati dan susu).

### 2.3. Prosedur percobaan

#### 2.3.1. Tahap Persiapan Bahan Baku

##### a. Pembuatan Pati Ganyong (Ardyansyah & Yuniwati, 2021)

Umbi ganyong dikupas lalu dipotong kecil-kecil. Setelah itu, dimasukkan ke dalam coper dengan ditambah sedikit air. Umbi ganyong dicoper hingga halus. Memasukkan kedalam beaker glass, diamkan sampai terbentuk endapan. Endapan yang terbentuk (pati umbi ganyong) dipisahkan dari airnya, diambil residunya. Residu dikeringkan dalam oven pada suhu 80°C selama 6 jam. Hasil pati ganyong diletakkan pada wadah tertutup.

##### b. Pembuatan Kasein dari Susu Apkir (KSA) (Purnavita *et al.*, 2023)

Bahan yang digunakan adalah susu rendah lemak yang sudah afkir. Isolasi kasein dari susu sapi afkir menggunakan metode pengendapan pada titik isoelektrik dilakukan dengan menambahkan asam cuka pada susu sapi. Susu sapi afkir dicek pH awal, selanjutnya dilakukan penambahan asam cuka hingga pH 4,6-5 sebagai pH titik isoelektrik untuk pengendapan kasein. Susu yang telah memiliki pH 4,6-5 didiamkan selama 24 jam hingga terjadi pengendapan kasein. Kasein dipisahkan dari protein *whey* dengan penyaringan. Kasein yang telah disaring dicuci dengan air bersih untuk menghilangkan sisa *whey* yang masih tertinggal, kemudian kasein dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C untuk mendapatkan kasein yang dengan kadar air rendah untuk memudahkan proses penyimpanan dan menghindari dari pertumbuhan jamur. Kasein yang sudah kering bentuknya gumpalan yang kasar, kemudian diubah menjadi serbuk halus dengan menggunakan chopper blender. Kasein yang diperoleh disimpan dalam wadah tertutup.

#### 2.3.2. Tahap Pembuatan Plastik *Biodegradable*

##### a. Tahap pertama pembuatan plastik *biodegradable* dengan variabel bebas perbandingan rasio pati ganyong dan kasein dari susu afkir

Kasein sesuai dengan variabel dicampur dengan boraks dan air, kemudian diaduk sambil dipanaskan pada suhu 25°C sampai campuran homogen. Menambahkan PVA 0,75gram dan pati ganyong sesuai variabel. Campuran kemudian dipanaskan dan diaduk selama 30 menit pada suhu 80-85°C. Menambahkan sorbitol 5% pada waktu 5 menit sebelum pemanasan berakhir, kemudian larutan dituang kedalam cetakan. Selanjutnya larutan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70°C selama 6 jam dan cetakan dikeluarkan untuk dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam. Plastik *biodegradable* yang terbentuk dilepas dari cetakan kemudian disimpan dalam wadah kedap udara. Melakukan uji kualitas bioplastic meliputi ketahanan air, biodegradasi, dan morfologi. Hasil uji kualitas bioplastic terbaik kemudian dilakukan uji *tensile strength* dan *elongation*. Rasio pati ganyong dan kasein yang terbaik dijadikan variabel tetap pada tahap kedua.

##### b. Tahap pembuatan plastik *biodegradable* dengan variabel bebas persen sorbitol Rasio pati ganyong dan kasein yang terbaik

Pada tahap pertama dijadikan variabel tetap pada pembuatan bioplastic tahap kedua. Rasio kasein terbaik dicampur dengan boraks dan air, kemudian diaduk sambil dipanaskan pada suhu 25°C sampai campuran homogen. Menambahkan PVA 0,75 gram dan rasio pati ganyong terbaik. Campuran kemudian dipanaskan dan diaduk selama 30 menit pada suhu 80-85°C. Menambahkan sorbitol (2%,3%,4%,5%) pada waktu 5 menit sebelum pemanasan berakhir, kemudian larutan dituang kedalam cetakan. Selanjutnya larutan dikeringkan menggunakan oven dengan suhu 70°C selama 6 jam dan cetakan dikeluarkan untuk dikeringkan pada suhu kamar selama 24 jam. Plastik *biodegradable* yang terbentuk dilepas dari cetakan kemudian disimpan dalam wadah kedap udara. Melakukan uji kualitas bioplastic meliputi biodegradasi, dan morfologi, *tensile strength* dan *elongation*.

## 2.4. Teknik Analisis Data

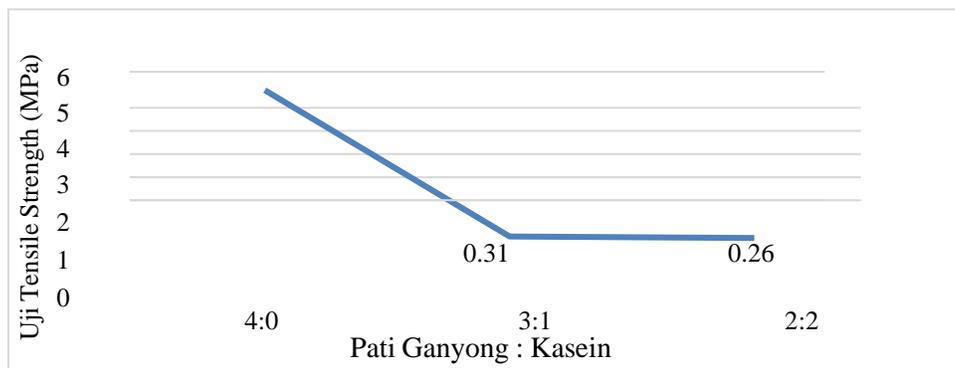
Teknik analisis data dengan uji Two Way Anova untuk mengetahui tiap faktor terhadap variabel terikat apabila ada pengaruh, dilanjutkan dengan uji BNT. Sedangkan data karakteristik plastik *biodegradable* mengacu pada SNI 7188.7:2016 meliputi biodegradasi, dan morfologi, tensile strength dan elongation.

## 3. Hasil dan Pembahasan

### 3.1. Pengaruh rasio pati ganyong : kasein terhadap karakteristik plastik *biodegradable* yang dihasilkan

#### a. Uji Tensile Strength

Uji *tensile strength* atau kekuatan Tarik adalah salah satu jenis uji kekuatan yang digunakan untuk menentukan kekuatan pada plastik *biodegradable*. Hubungan antara rasio pati ganyong : kasein terhadap *tensile strength* plastik *biodegradable* ditunjukkan pada gambar 2.

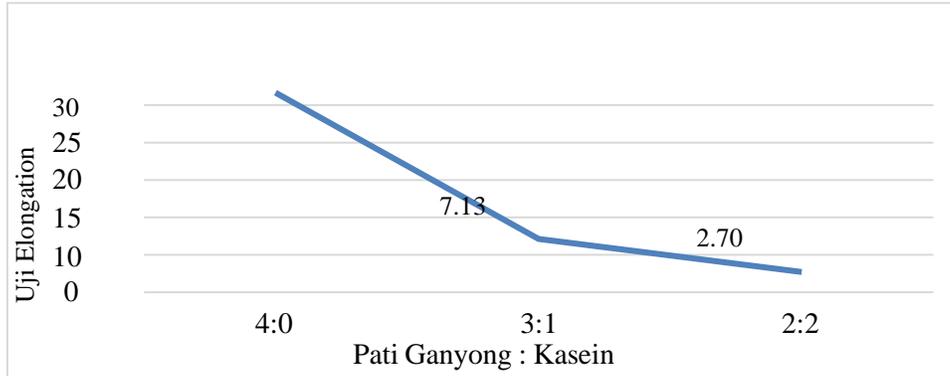


**Gambar-2.** Grafik rasio pati ganyong:kasein terhadap hasil uji *tensile strength*

Pada Gambar 2 *tensile strength* plastik *biodegradable* semakin menurun seiring dengan penambahan kasein, dan pada penambahan 2 gram kasein *tensile strength* plastik *biodegradable* menurun menjadi 0,26 MPa. Hal ini terjadi karena protein dan polisakarida yang memiliki matrik polimer diduga dapat menghasilkan kekuatan tarik intermolekul menjadi semakin kuat sehingga kemampuan meregang dari plastik *biodegradable* juga meningkat dan *tensile strength* akan menurun disebabkan oleh reduksi interaksi intermolekuler rantai protein sehingga matriks plastik *biodegradable* yang terbentuk akan semakin sedikit salah satu penyebabnya adalah penambahan *plasticizer*. Penelitian ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Ningsih *et al*, (2019) yang mengatakan protein dan polisakarida yang memiliki matrik polimer diduga dapat menghasilkan kekuatan tarik intermolekul menjadi semakin kuat sehingga kemampuan meregang dari plastik *biodegradable* juga meningkat dan *tensile strength* akan menurun. Menurut standart SNI 7818:2014 *tensile strength* untuk plastik adalah 24,7 – 302 MPa. Dengan demikian, apabila dilihat dari nilai *tensile strength* bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 5,48 masih belum memenuhi standar SNI.

#### b. Uji Elongation

Pemanjangan plastik *biodegradable* terhadap *elongation* menunjukkan tingkat pemanjangan plastik *biodegradable* pada saat ditarik sampai putus. Semakin besar nilai pemanjangan semakin baik plastik *biodegradable* karena lebih elastis dan tidak mudah sobek. Hubungan antara rasio pati ganyong : kasein terhadap *elongation* plastik *biodegradable* ditunjukkan pada Gambar 3.

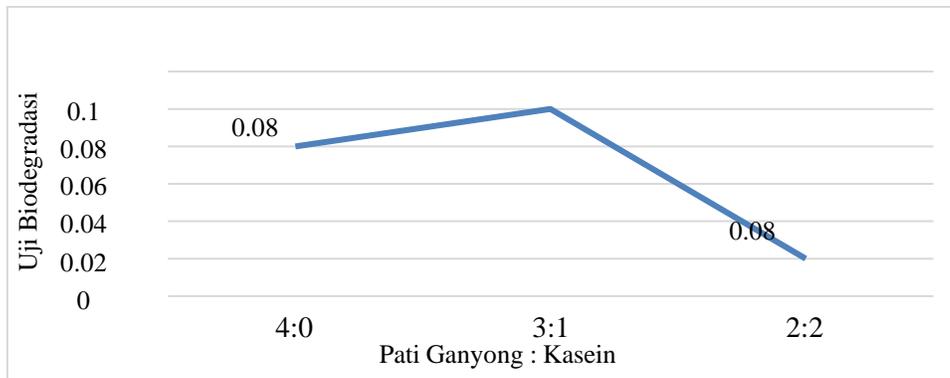


**Gambar-3.** Grafik rasio pati ganyong:kasein terhadap hasil uji *elongation*

Pada Gambar 3 menunjukkan sifat *elongation* bioplastik yang semakin menurun. Hal ini disebabkan karena penambahan kasein dapat mereduksi intermolekuler sehingga gaya kohesi struktur bioplastik semakin menurun. Semakin kecil berat pati ganyong yang ditambahkan, menunjukkan sifat *elongation* bioplastik yang semakin kecil, hal ini disebabkan oleh adanya gugus – OH yang menyebabkan jaringan polimer dalam bioplastik semakin padat. Hal ini selaras dengan penelitian yang dilakukan oleh Haryanto *et al*, (2016) yang mengatakan semakin banyak kandungan tepung tapioka dalam campuran maka tingkat kelenturan ataupun persen perpanjangan dari bioplastik yang terbentuk juga semakin besar, karena adanya penambahan amylose dari tepung beras ketan dan menyebabkan jaringan polimer dalam bioplastik semakin padat. Menurut standart SNI 7818:2014 *elongation* untuk plastik adalah 400 – 1120%. Dengan demikian, apabila dilihat dari nilai *elongation* bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 26,67 masih belum memenuhi standar SNI.

**c. Uji Biodegradasi**

Biodegradasi adalah terjadinya perubahan senyawa kimia menjadi komponen yang lebih sederhana melalui bantuan mikroorganisme. Uji biodegradasi dilakukan dengan plastik direndam larutan EM4 selama 5 hari. Plastik Biodegradasi yang baik memiliki nilai laju degradasi yang tinggi. Dalam SNI 7818:2014, kantong plastik mudah terurai harus memiliki kemuluran (tensile elongation) sebesar <5%.



**Gambar-4.** Grafik rasio pati ganyong:kasein terhadap hasil uji biodegradasi

Pada Gambar 4 terlihat bahwa masing-masing perlakuan memiliki nilai biodegradasi plastik *biodegradable* yang berbeda-beda. Berdasarkan penambahan sorbitol, nilai biodegradasi terendah terdapat pada penambahan kasein 2 gram. Sedangkan nilai biodegradasi tertinggi terdapat pada penambahan kasein 1 gram dan tanpa penambahan kasein. Uji biodegradasi (kemampuan plastik *biodegradable* dapat terurai) dalam tanah dilakukan dengan merendam sampel plastik *biodegradable*

dalam *Effective Microorganism 4* (EM4). Berdasarkan hasil uji biodegradasi diperoleh dari hasil pengamatan sampai seluruh bagian plastik *biodegradable* terurai selama 5 hari. Menurut standart SNI biodegradasi untuk plastik adalah <5%. Dengan demikian, apabila dilihat dari nilai biodegradasi bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 0,10 masih belum memenuhi standar SNI.9666

**Tabel-4.** Tabel ansira uji F rasio pati : kasein terhadap biodegradasi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Nama perlakuan (T)	2	0,00523	0,00262	6,03846	5,79	13,27
Galat	3	0,0013	0,00043		3,182	5,841
Total	5	0,00653	0,00305			

**Tabel-5.** Tabel uji BNT rasio pati : kasein terhadap biodegradasi

Uji BNT					
2 KTG	0,00087	t 0,05	3,182	BNT 0,05	0,06624
Sd	0,02082	t 0,01	5,841	BNT 0,01	0,12159
kk = 0,12245					

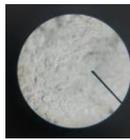
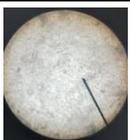
**Tabel-6.** Tabel kondisi optimum rasio pati : kasein terhadap biodegradasi

Pati Ganyong : Kasein	%	Rerata Jumlah	H0	H1	H2
4:0	H0	0,08	-		
3:1	H1	0,075	0,005	-	
2:2	H2	0,015	0,065	0,06	-

Data diuji analisis anova RAL 1 Faktor. Berdasarkan tabel 6 penambahan jumlah rasio pati ganyong : kasein berpengaruh terhadap biodegradasi bioplastik yang dihasilkan. Hal ini terlihat dari hasil uji analisis anova berpengaruh sangat nyata terhadap biodegradasi bioplastik yang dihasilkan F-hitung rasio pati ganyong : kasein lebih besar dari F-tabel 1%. Berpengaruh nyata terhadap biodegradasi bioplastik yang dihasilkan F-hitung penambahan jumlah rasio pati ganyong : kasein lebih besar dari F-tabel 5%.

**d. Uji Morfologi**

**Tabel-7.** Morfologi plastik *biodegradable* dengan rasio pati dan kasein

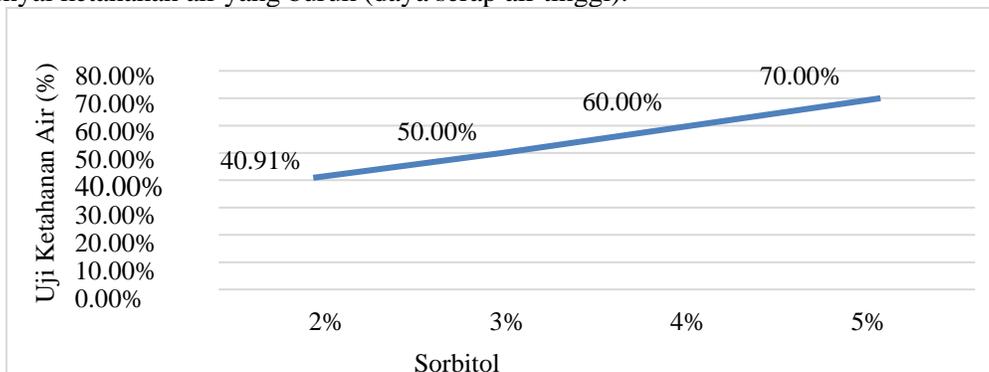
Pati : Kasein	Morfologi	
	Ulangan1	Ulangan 2
4 : 0		
3 : 1		
2 : 2		

Pada tabel 7 dapat dilihat bahwa jumlah kasein relative masih terdapat partikel kaesinyang belum larut secara sempurna sehingga menghasilkan permukaan yang kurang rata dan halus. Hasil uji morfologi terbaik adalah pada plastik *biodegradable* rasio 3:1 ulangan1 karena memiliki struktur permukaan yang rapat dibandingkan dengan rasio lainnya.

### 3.2. Pengaruh Sorbitol terhadap karakteristik plastik *biodegradable* yang dihasilkan

#### a. Uji Ketahanan Air

Ketahanan air merupakan uji yang dilakukan untuk mengetahui seberapa besar plastik *biodegradable* dapat menahan maupun menyerap air. Plastik *biodegradable* yang mudah berikatan dengan senyawa air mempunyai ketahanan air yang buruk (daya serap air tinggi).



**Gambar-5.** Grafik sorbitol terhadap hasil uji ketahanan air

Pada Gambar 5 terlihat bahwa menunjukkan naiknya persentase ketahanan air. Semakin banyak sorbitol yang ditambahkan, semakin kecil persentase daya serap air sehingga semakin besar ketahanan air nya. Ketahanan terhadap air pada penggunaan sorbitol 2% mengalami penurunan dan mengalami kenaikan ketahanan terhadap air pada sorbitol 5%. Hal tersebut dikarenakan penambahan *plasticizer* sorbitol dapat meningkatkan matriks *film* sehingga *film* semakin kuat dan tidak mudah hancur karena air. Penambahan *plasticizer* sorbitol yang semakin tinggi akan meningkatkan sifat *adhesive* antar molekul sehingga jumlah air yang terikat dengan senyawa polisakarida akan mengalami penurunan yang menyebabkan kadar airnya semakin rendah. Menurut standart SNI 7818:2014 ketahanan air untuk plastik adalah 99%. Dengan demikian, apabila dilihat dari nilai ketahanan air bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 70,00% masih belum memenuhi standar SNI.

**Tabel-8.** Tabel ansira uji F jumlah sorbitol terhadap ketahanan air

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Nama perlakuan (T)	3	0,08483	0,02828	10,4251	4,35	8,45
Galat	4	0,01085	0,00271		2,776	4,604
Total	7	0,09568	0,03099			

**Tabel-9.** Tabel uji BNT jumlah sorbitol terhadap ketahanan air

Uji BNT					
2 KTG	0,00542	t 0,05	2,776	BNT 0,05	0,14457
Sd	0,05208	t 0,01	4,604	BNT 0,01	0,23978
kk = 0,02511					

**Tabel-10.** Tabel kondisi optimum jumlah sorbitol terhadap ketahanan air

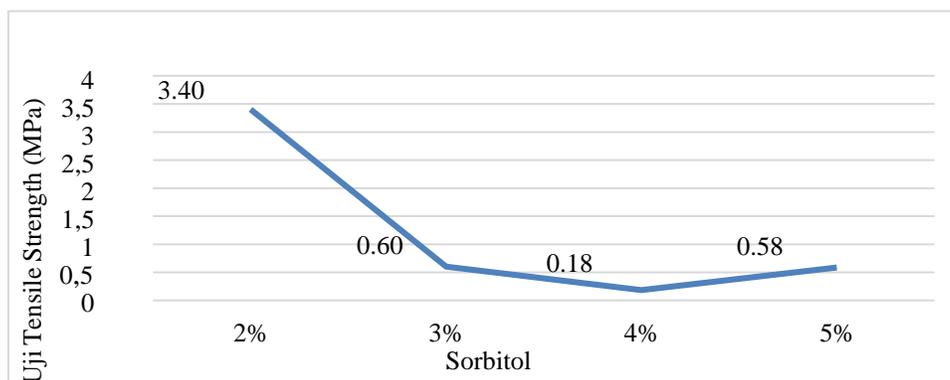
Sorbitol	%	Rerata Jumlah	H0	H1	H2	H3
2%	H0	0,3712	-			
3%	H1	0,48075	0,10955	-		

4%	H2	0,5778	0,2066	0,09705	-
5%	H3	0,6441	0,2729	0,16335	0,0663

Data diuji analisis anova RAL 1 Faktor. Berdasarkan tabel 9 penambahan jumlah sorbitol berpengaruh terhadap ketahanan air bioplastik yang dihasilkan. Hal ini terlihat dari hasil uji analisis anova berpengaruh sangat nyata terhadap ketahanan air bioplastik yang dihasilkan F-hitung sorbitol lebih besar dari F-tabel 1%. Berpengaruh nyata terhadap ketahanan air bioplastik yang dihasilkan F-hitung penambahan jumlah sorbitol lebih besar dari F-tabel 5%.

**b. Uji Tensile Strength**

Pengujian *tensile strength* yang dilakukan bertujuan untuk mengetahui seberapa besar kemampuan suatu struktur dalam menahan beban tanpa mengalami kerusakan.

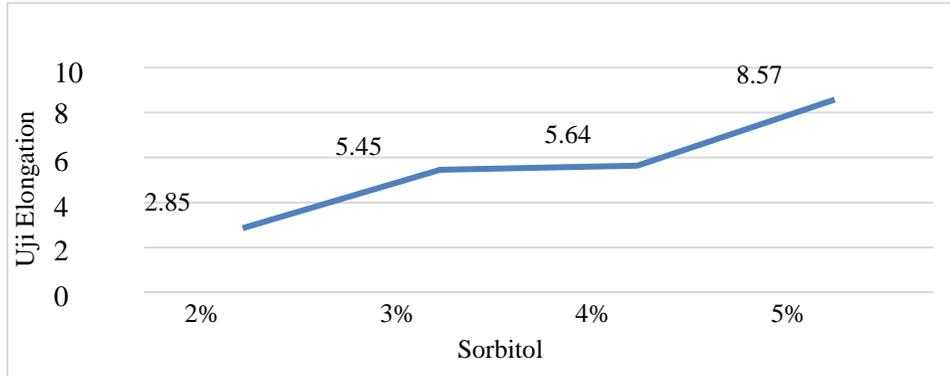


**Gambar-6.** Grafik sorbitol terhadap hasil uji *tensile strength*

Pada gambar 6 menunjukkan bahwa tambahan campuran *plasticizer* sorbitol akan menghasilkan *tensile strength* yang beragam. *Plasticizer* sorbitol 2% menghasilkan *tensile strength* sebesar 3,40 Pa kemudian menurun pada sorbitol 3% menjadi 0,60 MPa, selanjutnya menurun menjadi 0,18 MPa pada sorbitol 4% karena akibat dari terlalu lama suhu oven pemanasan. Pada *plasticizer* sorbitol 5% menghasilkan *tensile strength* sebesar 0,58. Diketahui bahwa secara umum seiring dengan ditambahkan konsentrasi campuran *plasticizer tensile strength* semakin menurun. Hal ini menunjukkan bahwa seiring dengan peningkatan konsentrasi sorbitol juga menyebabkan peningkatan *elongation* dan penurunan *tensile strength*. *Plasticizer* dapat mengurangi ikatan hidrogen internal molekul dan menyebabkan melemahnya gaya tarik intermolekul rantai polimer yang berdekatan sehingga mengurangi daya regang putus. Hal ini menyebabkan molekul-molekul *plasticizer* dapat mengurangi energi yang dibutuhkan molekul untuk melakukan suatu pergerakan sehingga kekakuannya menurun yang menyebabkan menurunnya *tensile strength*. Menurut standart SNI 7818:2014 *tensile strength* untuk plastik adalah 24,7 – 302 MPa. Dengan demikian, apabila dilihat dari nilai *tensile strength* bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 3,40 masih belum memenuhi standar SNI.

**c. Uji Elongation**

*Elongation* adalah pertambahan panjang maksimal film akibat perubahan daya tarik yang diukur dari panjang awal hingga putus. Kualitas plastik akan semakin baik jika persen kemulurannya semakin besar. Dalam SNI 7818:2014, persen kemuluran (*elongation*) untuk kantong plastik mudah terurai adalah sebesar 400 – 1120 % (Badan Standardisasi Nasional, 2014).

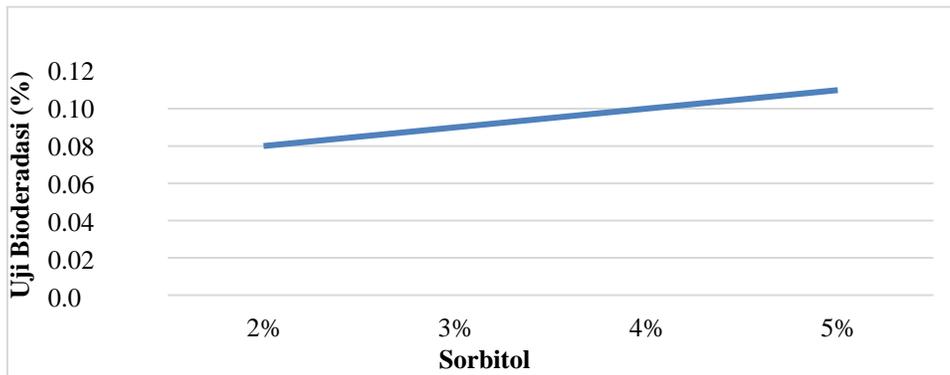


**Gambar-7.** Grafik sorbitol terhadap hasil uji *elongation*

Pada gambar 7 nilai *elongation* semakin meningkat dengan semakin banyaknya sorbitol yang ditambahkan, dimana pada penambahan 5% sorbitol dan *elongation* menurun terdapat pada penambahan sorbitol 2%. Hal ini terjadi karena protein dan polisakarida yang memiliki matrik polimer diduga dapat menghasilkan *elongation* intermolekul sehingga kemampuan kemuluran dari plastik *biodegradable* juga meningkat dan *elongation* akan meningkat disebabkan oleh reduksi interaksi intermolekuler rantai protein sehingga matriks plastik *biodegradable* yang terbentuk akan semakin meningkat salah satu penyebabnya adalah penambahan *plasticizer*. Menurut standart SNI 7818:2014 *elongation* untuk plastik adalah 400 – 1120%. Dengan demikian, apabila dilihat dari nilai *elongation* bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 8,57 masih belum memenuhi standar SNI.

#### d. Uji Biodegradasi

Biodegradasi adalah terjadinya perubahan senyawa kimia menjadi komponen yang lebih sederhana melalui bantuan mikroorganisme. Uji biodegradasi dilakukan dengan plastik direndam larutan EM4 selama 5 hari. Plastik Biodegradasi yang baik memiliki nilai laju degradasi yang tinggi. Dalam SNI 7818:2014, kantong plastik mudah terurai harus memiliki kemuluran (tensile elongation) sebesar <5%.



**Gambar-8.** Grafik sorbitol terhadap hasil uji biodegradasi

Pada Gambar 8 terlihat bahwa masing-masing perlakuan memiliki nilai biodegradasi plastik *biodegradable* yang berbeda-beda. Berdasarkan penambahan sorbitol, nilai biodegradasi terendah terdapat pada penambahan sorbitol 2%. Sedangkan nilai biodegradasi tertinggi terdapat pada penambahan sorbitol 5%. Uji biodegradasi (kemampuan plastik *biodegradable* dapat terurai) dalam tanah dilakukan dengan merendam sampel plastik *biodegradable* dalam *Effective Microorganism 4* (EM4). Berdasarkan hasil uji biodegradasi diperoleh dari hasil pengamatan sampai seluruh bagian plastik *biodegradable* terurai selama 5 hari. Hal ini dikarenakan EM4 mengandung bakteri yang digunakan untuk fermentasi dari genus *Lactobacillus*, jamur fermentasi, *actinomyces* bakteri

fotosintetik, bakteri pelarut fosfat, dan ragi. Proses biodegradasi ini melalui proses secara anaerobik dan aerobik (Nugrahanto *et al.*, 2021). Menurut standart SNI biodegradasi untuk plastik adalah <5%. Dengan demikian, apabila dilihat dari nilai biodegradasi bioplastik yang dihasilkan dalam penelitian ini sebesar 0,11 masih belum memenuhi standar SNI.9666.

**Tabel-11.** Tabel ansira uji F jumlah sorbitol terhadap biodegradasi

Sumber Keragaman	Db	JK	KT	F-hitung	F-tabel	
					5%	1%
Nama perlakuan (T)	3	0,0010	0,00033	6,66667	4,35	8,45
Galat	4	0,0002	0,00005		2,776	4,604
Total	7	0,0012	0,00038			

**Tabel-12.** Tabel uji BNT jumlah sorbitol terhadap biodegradasi

Uji BNT					
2 KTG	0,0001	t 0,05	2,776	BNT 0,05	0,01963
Sd	0,00707	t 0,01	4,604	BNT 0,01	0,03256
kk = 0,01768					

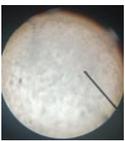
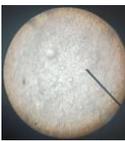
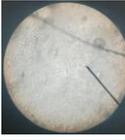
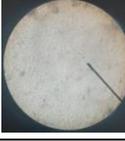
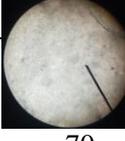
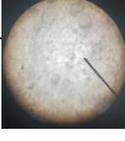
**Tabel-13.** Tabel kondisi optimum jumlah sorbitol terhadap biodegradasi

Sorbitol	%	Rerata Jumlah	H0	H1	H2	H3
2%	H0	0,085	-			
3%	H1	0,095	0,01	-		
4%	H2	0,105	0,02	0,01	-	
5%	H3	0,115	0,03	0,02	0,01	-

Data diuji analisis anova RAL 1 Faktor. Berdasarkan tabel 14 penambahan jumlah sorbitol berpengaruh terhadap biodegradasi bioplastic yang dihasilkan. Hal ini terlihat dari hasil uji analisis anova berpengaruh nyata terhadap biodegradasi bioplastik yang dihasilkan F-hitung sorbitol lebih besar dari F-tabel 1%. Berpengaruh nyata terhadap biodegradasi bioplastik yang dihasilkan F-hitung penambahan jumlah sorbitol lebih besardari F-tabel 5%.

**e. Uji Morfologi**

**Tabel-14.** Morfologi plastik *biodegradable* dengan jumlah sorbitol

Pati : Kasein	Morfologi	
	Ulangan1	Ulangan 2
2%		
3%		
4%		
5%		

---

Pada tabel 14 dapat dilihat bahwa jumlah kasein relative masih terdapat partikel kasein yang belum larut secara sempurna sehingga menghasilkan permukaan yang kurang ratadan halus. Pada penambahan sorbitol 4% dan 5% ulangan 1 permukaan halus dan rapat.

#### 4. Kesimpulan

1. Semakin kecil rasio pati ganyong dan kasein susu (semakin besar jumlah kasein susu) maka akan meningkatkan *tensile strength*, *elongation*, dan kemampuan biodegradasi dari bioplastik yang dihasilkan.
2. Rasio kombinasi pati dan kasein yang terbaik diperoleh pada rasio 4:0 yang memberikan ketahanan air tertinggi sebesar 81,82%, *tensile strength* tertinggi sebesar 5,48 MPa, *elongation* tertinggi sebesar 26,67, dan biodegradasi tertinggi sebesar 0,08.
3. Semakin tinggi jumlah sorbitol yang ditambahkan maka akan meningkatkan *elongation*, biodegradasi dan menurun nilai *tensile strength*.
4. Penambahan sorbitol yang terbaik diperoleh pada 5% yang memberikan *elongation* tertinggi sebesar 8,57, biodegradasi tertinggi sebesar 0,11, sedangkan *tensile strength* yang terbaik diperoleh 1% tertinggi sebesar 3,40 MPa.

#### 5. Daftar Pustaka

- Afif, M., Wijayati, N. & Mursiti, S. (2018). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik dari Pati Biji Alpukat-Kitosan dengan Plasticizeafif Sorbitol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 7(2), 103–109.
- Ardyansyah, F. & Yuniwati, M. (2021). Pembuatan Plastik Biodegradable Dari PatiUmbi Ganyong Menggunakan *Plasticiezer* Gliserin Dan Karagenan. Jurusan Teknik Kimia, Institut Sains & Teknologi AKPRIND Yogyakarta. 6(1), 20–28.
- Dermawan, K., Sigit Lestari, R. A., & Kasmiyatun, M. (2020). Pembuatan Plastik Biodegradable dari Pati Biji Nangka dengan Penambahan Polyvinyl Alcohol (PVA) dan Sorbitol. *CHEMTAG Journal of Chemical Engineering*, 1(1), 18. <https://doi.org/10.56444/cjce.v1i1.1388>
- Nafilah, I. & Sedyadi, E. (2019). Pengaruh Penambahan Sorbitol dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik Pati Singkong dalam Media Tanah dan Kompos. Pengaruh Penambahan Sorbitol Dan Gliserol Terhadap Degradasi Bioplastik, 1(1), 38–46.
- Ningsih, A, S., Dewi, E., Kalsum, L., & Margaretty, E. (2019). Karakteristik Bioplastik Dari Pektin Kulit Pisang Kepok (*Musa paradisiaca formatypica*) Dengan Penambahan Kasein. Politeknik Negeri Manganwijaya: Teknik Kimia.
- Nugrahanto, A. D., Kurniawati, A., & Erwanto, Y. (2021). Karakteristik fisisbioplastik yang dibuat dari kombinasi pati tapioka dan kasein susu apkir. *Majalah Kulit, Karet, Dan Plastik*, 37(2), 103. <https://doi.org/10.20543/mkcp.v37i2.7422>
- Rozzana, Nurhaliza, Ramli, S., Syahiddin, & Abrar, M. (2022). Pengaruh Massa Pati Terhadap *Tensil Strength*, Elongasi dan Daya Serap Terhadap Air pada Pembuatan Bioplastik dari Pati Sagu dan Gliserol. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan (JIRL)*, 3(1), 17–21.
- Purnavita, S., Oktaviananda, C., Rinihapsari, E., Wibowo, P., & Primahendra, Y. B. S. (2023). Pengaruh Jumlah Pengemulsi pada Pembuatan Cat Emulsi Berbasis Bahan Alami Kasein dari Susu Sapi. *Metana*, 19(1), 13–20. <https://doi.org/10.14710/metana.v19i1.52473>