

# Pengaruh Filler Nano *Precipitated Calcium Carbonate* dan Gliserol Terhadap Bioplastik Pati Jagung

Resa Damayanti, Meldi Ramahdani Intan Pertiwi, Titi Susilowati,  
Caecilia Pujiastuti, Susilowati

Program Studi Teknik Kimia Universitas Pembangunan Nasional Veteran Jawa Timur, Surabaya Indonesia

\*Koresponden email: resadmynt@gmail.com

Diterima: 20 November 2024

Disetujui: 27 November 2024

## Abstract

Precipitated calcium carbonate (PCC) with a size of less than 100 nm has been shown to improve the hardness and strength of a material, making it suitable as a filler in the production of bioplastics. Biodegradable plastics are plastics that can be used like conventional plastics, but can be broken down by microorganisms after use, making them environmentally friendly. The aim of this study is to investigate the effect of adding nanoprecipitated calcium carbonate (PCC) filler and glycerol on the mechanical properties and biodegradation of corn starch-based bioplastics, and to produce biodegradable plastic that meets the Indonesian National Standard (SNI). The method used is melt intercalation to produce bioplastics from corn starch with the addition of nano-PCC and glycerol. The best results were obtained with 12% Nano-PCC and 20% glycerol, which gave a tensile strength of 3.54 MPa, 12% Nano-PCC and 50% glycerol, which gave an elongation percentage of 23.7%, and 4% Nano-PCC and 60% glycerol, which gave 100% biodegradation within 30 days. A higher concentration of Nano-PCC filler increases the tensile strength, improves the elongation percentage and reduces the degradation rate of the plastic. A higher concentration of glycerol decreases tensile strength, increases elongation and increases the degradation rate of the plastic.

**Keywords:** *bioplastics, glycerol, nano precipitated calcium carbonate, corn starch*

## Abstrak

PCC (*Precipitated Calcium Carbonate*) dengan ukuran kurang dari 100 nm terbukti dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan suatu bahan yang dapat diaplikasikan sebagai filler pada pembuatan bioplastik. Plastik biodegradable adalah plastik yang dapat digunakan seperti plastik biasa tetapi dapat terurai oleh mikroorganisme setelah digunakan dan ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari pengaruh penambahan filler Nano *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) dan gliserol terhadap sifat mekanik dan biodegradasi pada bioplastik pati jagung serta agar didapatkan plastik biodegradable yang sesuai SNI. Metode yang digunakan yaitu melt intercalation untuk membuat bioplastik dari pati jagung dengan penambahan Nano-PCC dan gliserol. Hasil terbaik didapatkan pada Nano-PCC 12% dan gliserol 20% dengan nilai kuat tarik 3,54 MPa, Nano-PCC 12% dan gliserol 50% dengan persen elongasi 23,7%, dan Nano-PCC 4% dan gliserol 60% dengan persen biodegradasi 100% dalam 30 hari. Konsentrasi filler Nano PCC yang lebih tinggi akan meningkatkan nilai kuat tarik, meningkatkan persen elongasi, dan menurunkan nilai degradasi plastik. Sebaliknya, konsentrasi gliserol yang lebih tinggi akan menurunkan nilai kuat tarik, meningkatkan persen elongasi, dan meningkatkan nilai degradasi plastik.

**Kata Kunci:** *bioplastik, gliserol, nano presipitasi kalsium karbonat, pati jagung*

## 1. Pendahuluan

Berdasarkan Sistem Informasi Pengelolaan Sampah Nasional (SIPSN) tahun 2023 capaian timbulan sampah plastik di Indonesia mencapai 38.117.919 ton/tahun dan sampah yang tidak dapat terurai mencapai 14.253.301 ton/tahun [1]. Berdasarkan data diatas maka dibutuhkan alternatif cara untuk mengurangi permasalahan sampah yang ada. Salah satunya adalah dengan membuat plastik yang ramah lingkungan atau disebut plastik biodegradable. Sebagai alternatif, plastik biodegradable diharapkan dapat terurai dengan cepat di lingkungan karena kelembapan dan mikroorganisme.

Partikel nano PCC berukuran kurang dari 100 nm memiliki karakteristik khusus dibandingkan dengan partikel PCC biasa yang berukuran 100 - 300 nm. Partikel kalsium karbonat apabila disintesis dalam skala nanometer, mereka menunjukkan karakteristik yang baru dan lebih baik jika dibandingkan dengan partikel berukuran biasa, di mana karakteristik ini sangat menguntungkan dalam pengaplikasian tertentu. Karakteristik ini diperoleh karena adanya sejumlah besar valensi yang tidak terpenuhi di permukaan yang

menghasilkan efek 'ukuran kecil' dan 'efek permukaan' yang tidak terdapat dalam kalsium karbonat biasa. Partikel nano menunjukkan energi bebas permukaan yang tinggi dan kecenderungan untuk menggabungkan satu sama lain [2]. Penggunaan PCC pada industri kimia banyak digunakan sebagai bahan pengisi atau filler [3]. Studi lain menjelaskan tentang efek pengisi kalsium karbonat yang diendapkan dalam sampel dan pengaruh penggunaan PCC sebagai filler dengan ukuran kurang dari 100 nm terbukti dapat meningkatkan kekerasan dan kekuatan suatu bahan [4].

Plastik biodegradable adalah plastik yang dapat digunakan seperti plastik biasa tetapi akan hancur oleh mikroorganisme setelah digunakan dan dibuang ke lingkungan karena sifatnya yang dapat kembali ke alam. Ini adalah bahan plastik yang ramah lingkungan. Menurut SNI 7818:2016, kantong plastik mudah terurai harus memenuhi kriteria ramah lingkungan, termasuk kategori produk tas belanja dan bioplastik mudah terurai yang dibuat dengan atau tanpa campuran termoplastik; kuat tarik minimum untuk kemasan kantong plastik mudah terurai adalah 0,39 MPa, dan persen kemuluran (elongasi) adalah sebesar 5 – 50 %, dan kantong plastik mudah terurai 100% dalam 60 hari (Badan Standardisasi Nasional, 2016). Penambahan plasticizer dalam pembuatan plastik biodegradable, plasticizer ditambahkan untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanik plastik, membuatnya lebih lentur atau elastis, fleksibel, dan tahan air, dan untuk melindunginya dari mikroorganisme yang dapat merusaknya [11].

**Tabel 1.** Standar Bioplastik (SNI No. 7818:2016)

Kuat Tarik (MPa)	Elongasi (%)	Biodegradasi (%)
>0,39	5-50	100% (60 hari)

Sumber : SNI No. 7818:2016

Menurut Fatimah, 2022,  $\text{CaCO}_3$  merupakan bahan alami yang berfungsi sebagai penguat.  $\text{CaCO}_3$  meningkatkan kekuatan bioplastik dan memperbaiki sifat lentur plastik biodegradable [5]. Selain itu penambahan filler  $\text{CaCO}_3$  bertujuan untuk meningkatkan sifat higroskopisitas, ketahanan sobek, perpanjangan putus [6]. Partikel nano Saat ini sedang dikembangkan sebagai material maju, PCC, yang merupakan partikel dengan ukuran kurang dari 100 nm, banyak digunakan sebagai filler untuk industri plastik. Ini terbukti dapat meningkatkan kekerasan, kerapatan, kuat tarik, dan ketahanan terhadap panas dari bahan tersebut [4]. Tujuan penelitian ini adalah untuk mencari pengaruh penambahan filler Nano *Precipitated Calcium Carbonate* (PCC) dan gliserol terhadap sifat mekanik dan biodegradasi pada bioplastik pati jagung serta agar didapatkan plastik *biodegradable* yang sesuai SNI. Pati merupakan polisakarida yang dihasilkan oleh sebagian besar tanaman yang memiliki ukuran lebih tinggi. Bahan baku sebagian besar pati berasal dari biji-bijian dan juga berasal dari umbi-umbian [13]. Butiran pati merupakan bahan heterogen, secara kimiawi mengandung struktur linier (amilosa), dan bercabang (amilopektin). Pati jagung memiliki kadar air maksimal 10% [7], sesuai dengan yang ditetapkan oleh SNI 01-3727. Pati sebagian besar larut dalam air, sulit diproses, dan rapuh saat digunakan tanpa penambahan plasticizer. Sifat mekanik pati sangat sensitif terhadap kadar air [15].

**Tabel 2.** Kandungan Pati Jagung

Jenis Pati	Ukuran Granola	Amilosa (%)	Amilopektin (%)	Suhu Gelatinasi
Jagung	2-30	28	72	75-80

Sumber : Yu Long, 2009

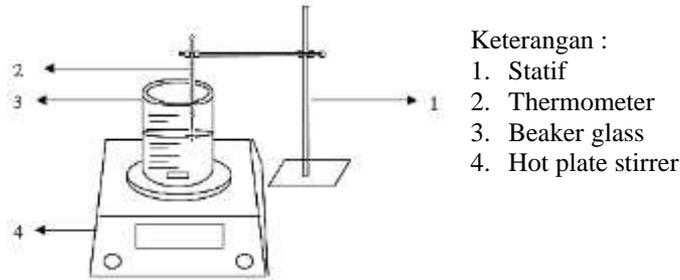
## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Bahan yang digunakan

Bahan-bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu cangkang telur ayam ras dengan kandungan CaO sebesar 99,27%, dengan bahan pembantu yang digunakan antara lain: Asam Klorida (HCl), Natrium Karbonat ( $\text{Na}_2\text{CO}_3$ ), Etilen Glycol, Natrium Hidroksida (NaOH), Aquadest, Gliserol, Pati jagung.

### 2.2 Alat yang digunakan

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini, antara lain: thermometer, beaker glass, hotplate stirrer, statif, corong kaca, erlenmeyer, pipet tetes, kertas pH, timbangan analitik, furnace, oven, ayakan 100 mesh, kertas saring, gelas ukur, pengaduk, PSA (*Particle Size Analyzer*), dan SEM-EDX (*Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray*), XRF (*X-Ray Fluorescence*), dan Autograph.



- Keterangan :
1. Statif
  2. Thermometer
  3. Beaker glass
  4. Hot plate stirrer

**Gambar 1.** Alat Sintesis Nano-PCC

### 2.3 Persiapan Bahan Baku

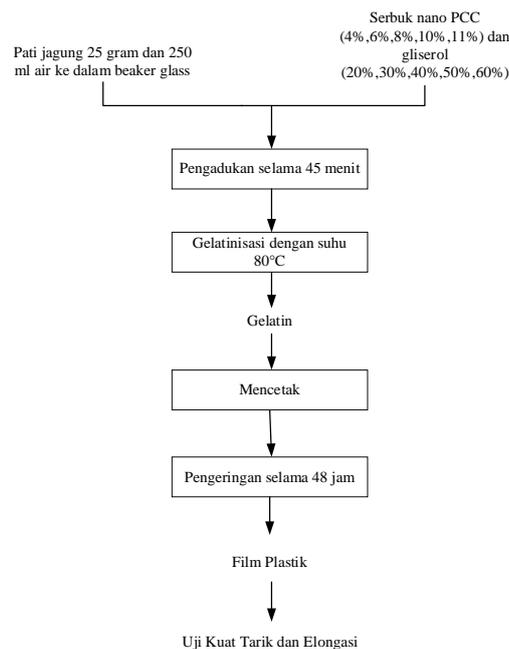
Sebelum proses dilakukan sampel cangkang telur akan dihaluskan kemudian diayak ukuran 100 mesh untuk menyamakan ukuran partikel.

### 2.4 Sintesis Nano PCC (Precipitated Calcium Carbonate)

**Gambar 2** menunjukkan proses pembuatan nano PCC. Pertama, sampel cangkang telur ditimbang dengan berat 30 gram. Menggabungkan larutan HCl 2M dalam 300 ml dan mengaduknya dengan *hot plate stirrer* dengan kecepatan 350 rpm selama 30 menit. Setelah itu, disaring untuk diambil filtratnya. Menggabungkan larutan polimer etilen glikol sesuai dengan kondisi perbandingan mol  $\text{CaCl}_2$  : etilen glycol (1 : 4). Pengadukan harus dilakukan dengan kecepatan 950 rpm selama delapan jam dan suhu  $70^\circ\text{C}$ . Dengan menambahkan NaOH 2M, atur pH hingga 7,5. Pengendapan dengan menambah  $\text{Na}_2\text{CO}_3$  1,5M dalam 200ml, aduk selama 60 menit dengan kecepatan pengadukan 950 rpm hingga terjadi endapan kalsium karbonat atau endapan putih susu. Endapan diendapkan semalaman. Memasukkan endapan ke dalam oven dengan suhu  $200^\circ\text{C}$  untuk mengeringkan. Hasil akhir ditimbang dan analisis ukuran partikel dilakukan dengan instrument PSA (Particle Size Analyzer) dan pengujian morfologi Nano PCC dengan (SEM-EDX).

### 2.5 Plastik Biodegradable

Pembuatan plastik biodegradable seperti pada **Gambar 2**. Pertama pati jagung sebanyak 25gram dilarutkan kedalam air 250 ml. Menambahkan filler nano PCC sesuai kondisi variable yang dijalankan (4%, 6%, 8%, 10%, 12%) dari berat pati, dan menambahkan gliserol sesuai kondisi variable yang dijalankan (20%, 30%, 40%, 50%, 60%). Kemudian diaduk dan dipanaskan dengan suhu  $80^\circ\text{C}$  selama 45 menit hingga homogen dan terbentuk gelatin. Setelah itu dicetak kemudian dikeringkan selama 48 jam pada suhu ruang. Sifat mekanik diuji dengan alat autograph dan uji biodegradasi.



**Gambar 2.** Diagram Alir Plastik Biodegradable

### 3. Hasil dan Pembahasan

#### 3.1 Hasil Analisa Bahan Baku

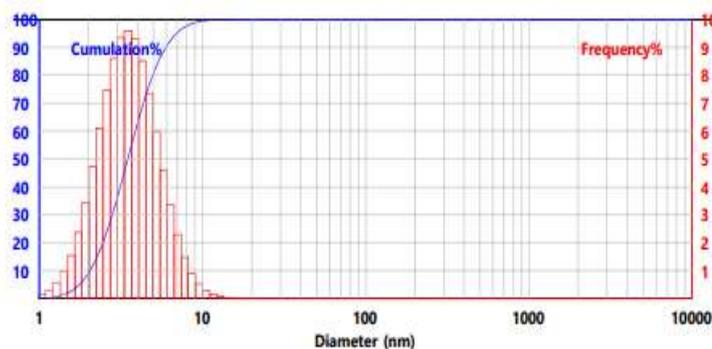
Pengujian X-Ray Fluorescence, yang biasanya digunakan untuk menganalisis unsur dalam mineral atau batuan, dapat digunakan untuk mengetahui kandungan CaO pada bahan baku limbah cangkang telur [13]. Hasil analisis menunjukkan kandungan kalsium yang tinggi sebesar 99,27%. Ini menunjukkan bahwa limbah cangkang telur ayam dapat digunakan sebagai bahan baku untuk membuat Nano-PCC, atau precipitated calcium carbonate.

**Tabel 3.** Hasil analisa limbah cangkang telur ayam

Senyawa	Kadar (%)
CaO	99,27
Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	0,069
Co <sub>3</sub> O <sub>4</sub>	0,080

#### 3.2 Hasil Analisa PSA (Particle Size Analyzer) Nano PCC

Tujuan pengujian (*Particle Size Analyzer*) adalah untuk mengetahui ukuran dan distribusi partikel PCC hingga nano. Hasil dari analisis yang dilakukan oleh penelitian ini dengan menggunakan limbah cangkang telur ayam dengan variabel rasio mol CaCl<sub>2</sub> : Etilen Glikol 1:4 dan suhu 70°C, didapatkan hasil berat akhir 24,165 gram dan hasil analisa ukuran partikel PSA sebesar 4,75 nm, yang berarti sudah sesuai dengan ukuran nano PCC yang diharapkan untuk dijadikan sebagai filler pada pembuatan bioplastik dari pati jagung dan yield yang dihasilkan sebesar 80,55%. **Gambar 3** merupakan hasil PSA.

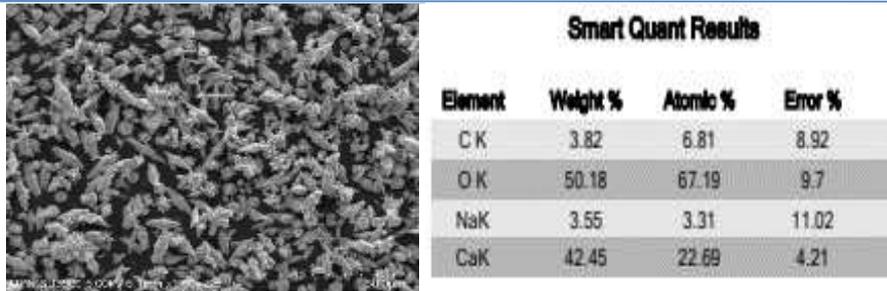


**Gambar 3.** Hasil Analisa PSA Nano-PCC

Hasil dari analisis PSA *Particle Size Analyzer* Nano-PCC, Faktor yang mempengaruhi pembentukan nano PCC adalah bahwa semakin rendah konsentrasi etilen glikol, maka semakin kecil ukuran partikel PCC, dan semakin tinggi temperatur, maka semakin kecil ukuran partikel PCC. Selain itu, karena suhu mempercepat reaksi, ukuran partikel biasanya lebih kecil ketika suhu meningkat [8].

#### 3.3 Hasil Analisa SEM-EDX (Scanning Electron Microscope-Energy Dispersive X-Ray)

Hasil analisis yang ditunjukkan pada Gambar 4, menunjukkan bahwa kristal yang terbentuk terdiri dari kalsit, vaterit, dan aragonit. Kristal kalsit yang terdapat pada hasil penelitian ini cenderung berbentuk seperti kubus, kristal aragonit berbentuk seperti jarum, serta kristal vaterit memiliki sistem kristal hexagonal dimana kristal ini cenderung berbentuk seperti bola. Menurut Han, 2005 pH, temperatur, dan konsentrasi reaktan adalah beberapa faktor yang mempengaruhi pembentukan fase vaterit. Salah satu polimorf kalsium karbonat yang paling larut adalah kristal vaterit [10]. Selain itu, hasil analisis menunjukkan bahwa kandungan CaCO<sub>3</sub> sebesar 96,43% dari hasil penelitian memenuhi syarat mutu PCC berdasarkan ISO 3262-2:1998, serta menunjukkan bahwa Nano PCC pada fase vaterit dapat diaplikasikan sebagai filler pada pembuatan plastik. Hasil ini tidak sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Lailiyah, dkk., 2012, yang menyebutkan bahwa pada temperature 70°C hanya didapatkan kristal dengan fase aragonit dan kalsit [6], namun pada penelitian yang telah disusun lakukan bahwa pada suhu 70°C terdapat 3 fase yang terbentuk, yaitu fase aragonite, kalsit, dan vaterit.



Gambar 4. Hasil Analisa SEM-EDX Nano-PCC

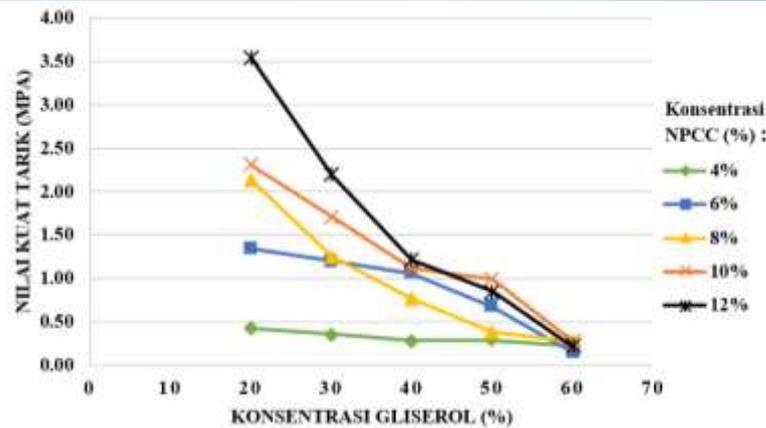
### 3.4 Hasil Sifat Mekanik Bioplastik

#### 3.4.1 Uji Kuat Tarik Bioplastik Pati Jagung

Tabel 4. Hasil pengaruh konsentrasi Nano PCC dan Gliserol terhadap kuat tarik

Nano PCC (%)	Gliserol (%)	Kuat Tarik (MPa)
4%	20	0,43
	30	0,36
	40	0,28
	50	0,29
	60	0,15
6%	20	1,35
	30	1,20
	40	1,06
	50	0,68
8%	60	0,23
	20	2,13
	30	1,26
	40	0,77
10%	50	0,38
	60	0,28
	20	2,31
	30	1,72
12%	40	1,12
	50	0,99
	60	0,27
	20	3,54
12%	30	2,20
	40	1,21
	50	0,85
	60	0,22

Uji tarik tegangan, atau regangan jangka pendek, adalah mekanis yang paling sering digunakan. Regangan putus menunjukkan titik patah dan kekuatan akhir polimer, sedangkan kekuatan tarik menunjukkan kekuatan tarik maksimum polimer [14]. Pada **Tabel 4**, konsentrasi Nano PCC 4% -12%, dengan variasi konsentrasi gliserol dari 20% - 60%. Terlihat bahwa nilai kuat tarik meningkat dengan penambahan konsentrasi Nano PCC, sementara nilai kuat tarik menurun dengan seiring penambahan gliserol. Untuk memberikan gambaran yang lebih jelas tentang sifat mekanis film plastik yang berkaitan dengan kekuatannya, data yang dikumpulkan digunakan untuk membuat grafik yang membandingkan konsentrasi gliserol dan nano PCC terhadap kekuatan tarik film biodegradable, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 5**.



**Gambar 5.** Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Kuat Tarik pada Berbagai Konsentrasi Nano PCC

Hasil uji kuat tarik pada **Gambar 6**, terlihat bahwa pengaruh konsentrasi Nano PCC dan konsentrasi gliserol terhadap kuat tarik. Nilai kuat tarik tertinggi didapatkan pada bioplastik dengan konsentrasi Nano PCC 12% dengan konsentrasi gliserol 20% sebesar 3,54 MPa yang mana telah memenuhi SNI 7818:2016 tentang kantong plastik mudah terurai tanpa campuran termoplastik, dengan syarat minimum kuat tarik adalah 0,39 MPa, serta nilai kuat tarik paling rendah didapatkan pada bioplastik dengan konsentrasi Nano PCC 4% dengan konsentrasi gliserol 60% sebesar 0,15 MPa.

Hubungan antara filler Nano PCC dan gliserol terhadap bioplastik yaitu semakin tinggi konsentrasi Nano PCC, maka semakin tinggi nilai kuat tarik bioplastik. Semakin tinggi konsentrasi gliserol, nilai kuat tarik bioplastik menurun. Menambah filler Nano PCC yang tinggi, ikatan amilosa akan lebih dekat karena ikatan hidrogen yang lebih kuat, padat, dan kaku, Karena jarak antar molekul yang semakin rapat, nilai keelastisan plastik akan menurun seiringnya dengan bertambahnya Nano-PCC yang diberikan. Sebagai plasticizer, gliserol berfungsi untuk mengubah sifat rapuh bioplastik, membuatnya lebih fleksibel dan tidak mudah rapuh dibandingkan dengan plastik tanpa plasticizer [12], Namun, jika konsentrasi gliserol yang ditambahkan terlalu rendah, bioplastik yang dihasilkan akan mudah pecah atau putus karena kehilangan nilai elastisitas atau kelenturan.

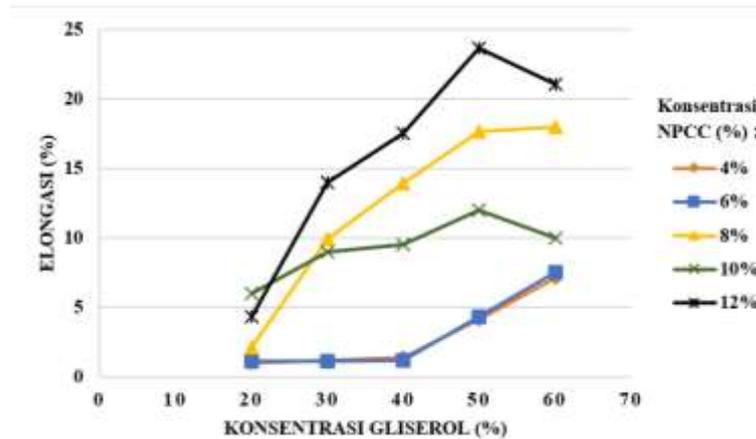
### 3.4.2 Uji Elongasi Bioplastik Pati Jagung

Pada **Tabel 5**, konsentrasi Nano PCC 4% - 12%, dengan variasi konsentrasi gliserol dari 20% – 60%. Terlihat bahwa seiring penambahan gliserol, elongasi semakin besar. Oleh karena itu, data yang telah dikumpulkan digunakan untuk membuat grafik yang membandingkan konsentrasi gliserol dan konsentrasi Nano PCC terhadap elongasi film plastik biodegradable, seperti yang ditunjukkan pada **Gambar 6**.

**Tabel 5.** Hasil pengaruh konsentrasi Nano PCC dan Gliserol terhadap elongasi bioplastik

Nano PCC (%)	Gliserol (%)	Elongasi (%)
4%	20	1
	30	1,2
	40	1,4
	50	4,2
	60	7,1
6%	20	1,1
	30	1,15
	40	1,2
	50	4,3
	60	7,5
8%	20	2,1
	30	9,9
	40	14,0
	50	17,7
	60	18
10%	20	6
	30	9
	40	9,5
	50	12,0

Nano PCC (%)	Gliserol (%)	Elongasi (%)
12%	60	10
	20	4,3
	30	14
	40	17,6
	50	23,7
	60	21,1



**Gambar 6.** Pengaruh Konsentrasi Gliserol terhadap Elongasi pada Berbagai Konsentrasi Nano PCC

Hasil uji elongasi pada **Gambar 7**, terlihat bahwa terdapat pengaruh dari konsentrasi Nano PCC dan konsentrasi gliserol terhadap elongasi. Hasil tertinggi persen elongasi didapatkan pada konsentrasi Nano PCC 12% dengan konsentrasi gliserol 50% sebesar 23,7%, dari hasil tersebut terlihat bahwa elongasi bioplastik telah memenuhi SNI 7818:2016 dengan persen minimum 5-50%. Hasil terendah persen elongasi didapatkan pada konsentrasi Nano PCC 4% dengan konsentrasi gliserol 20% sebesar 1%.

Semakin tinggi konsentrasi gliserol akan menyebabkan bioplastik semakin lentur dan elastis sehingga persen elongasi yang didapatkan semakin tinggi. Penambahan gliserol sebagai plastisizer bertujuan agar film plastik yang terbentuk tidak terlalu kaku, lebih kuat namun fleksible, semakin banyak konsentrasi gliserol yang ditambahkan maka semakin tinggi elongasi yang dicapai. Gliserol meningkatkan peregangan ruang intermolekul matriks pada plastik biodegradable sehingga menjadi lebih lentur dan elastis. Sebuah penelitian yang dilakukan oleh Fatimah pada tahun 2022 [5], mengatakan bahwa konsentrasi filler  $\text{CaCO}_3$  yang lebih tinggi akan meningkatkan nilai kuat tarik, menurunkan persen elongasi, dan menurunkan nilai degradasi plastik. Namun, temuan penyusun berbeda karena konsentrasi filler nano PCC yang lebih tinggi akan meningkatkan nilai kuat tarik, meningkatkan persen elongasi, dan menurunkan nilai degradasi plastik.

Faktor lain yang menyebabkan ketidaksesuaian persen elongasi yang penyusun dapatkan terhadap peneliti sebelumnya salah satunya faktor ketebalan pada bioplastik. Bioplastik yang dibuat memiliki ketebalan yang berbeda-beda, sehingga mempengaruhi uji nilai elongasi. Bioplastik yang semakin tebal akan menurunkan persen elongasi, karena struktur plastik yang padat sehingga menurunkan kemuluran pada bioplastik.

### 3.5 Hasil Biodegradasi Bioplastik Pati Jagung

Berdasarkan **Tabel 6**, terlihat bahwa sampel bioplastik mengalami penurunan biodegradasinya. Pengujian sampel dilakukan selama 28 hari dengan penimbangan berat awal hingga berat akhir bioplastik terurai. Hasil uji biodegradasi tertinggi yaitu pada 28 hari yakni pada variabel konsentrasi Nano PCC 4% dan konsentrasi gliserol 60% bioplastik terurai 96% yang hampir sempurna terdegradasi dan 100% terdegradasi pada waktu 30 hari. Hasil uji biodegradasi terendah yaitu pada konsentrasi Nano PCC 12% dan konsentrasi gliserol 20% bioplastik masih terurai 59% pada 28 hari dan 100% terdegradasi pada waktu 66 hari. Hasil terlihat bahwa bioplastik yang terdegradasi sudah sesuai dengan tetapan SNI 7188.7 : 2016 yang minimum degradasi sebesar 100% dalam kurun waktu 60 hari. Semakin tinggi konsentrasi gliserol dan sedikitnya filler Nano PCC yang ditambahkan, maka akan mengalami proses degradasi yang cepat. Hal ini disebabkan oleh sifat hidrofilik gliserol yang mempercepat penyerapan air, yang memungkinkan mikroorganisme untuk menghancurkan sampel bioplastik dengan lebih cepat.

**Tabel 6.** Hasil pengaruh konsentrasi Nano PCC dan Gliserol terhadap biodegradasi bioplastik

Nano PCC (%)	Gliserol (%)	Ketebalan	Berat awal (gr)	Berat akhir (gr)	Biodegradasi (%)	Waktu Biodegradasi 100% (hari)
4%	20	0,22	1,20	0,20	83	39
	30	0,20	3,50	0,60	83	39
	40	0,20	3,95	0,55	86	36
	50	0,55	5,25	0,44	92	30
	60	0,35	5,50	0,20	96	30
6%	20	0,22	3,40	0,96	72	51
	30	0,28	3,64	0,6	84	30
	40	0,42	4,85	1,48	69	57
	50	0,38	3,54	0,87	75	45
	60	0,38	3,50	0,67	81	41
8%	20	0,28	3,85	1,12	71	54
	30	0,21	3,22	1,06	67	60
	40	0,42	2,95	0,9	69	57
	50	0,22	2,80	0,76	73	48
	60	0,25	2,90	0,6	79	42
10%	20	0,59	7,66	2,54	67	60
	30	0,59	6,85	2,4	65	60
	40	0,54	5,70	2,1	63	60
	50	0,53	5,89	1,98	66	60
	60	0,47	6,22	2,05	67	60
12%	20	0,22	4,24	1,70	59	66
	30	0,24	4,55	0,9	80	41
	40	0,38	5,70	2,22	61	63
	50	0,38	5,60	1,56	72	51
	60	0,42	5,86	1,2	80	41

Plastik biodegradable membutuhkan 60 hari untuk terurai sepenuhnya atau 100%, menurut standar internasional (ASTM 5336). Penambahan filler nano PCC berpengaruh terhadap degradasi bioplastik, akan menurunkan nilai degradasi plastik [11]. Polimer terdegradasi, karena putusnya ikatan rantai pada polimer, polimer rusak atau kehilangan kualitasnya [9]. Nano PCC menguatkan bioplastik lebih lama daripada pati dan gliserol. Penambahan Nano-PCC diperlukan karena jika bioplastik mudah terurai, maka masa simpan dari bioplastik akan menjadi lebih cepat dan menimbulkan dampak kerugian, Oleh karena itu, nano PCC harus ditambahkan dengan komposisi yang tepat untuk mengurangi efek ini, agar bioplastik masih dapat terurai oleh mikroorganisme di tanah. Ketebalan pada bioplastik akan mempengaruhi uji degradasi plastik, ketebalan penyusun dapatkan berbeda-beda pada saat proses pencetakan, jika Semakin tebal bioplastik yang dibuat maka kemampuan penahannya juga semakin besar sehingga semakin tahan lama. Akibatnya, produk akan terurai lebih lama.

#### 4. Kesimpulan

Hasil sifat mekanik dan biodegradasi bioplastik dipengaruhi oleh konsentrasi filler Nano PCC dan gliserol. Konsentrasi filler Nano PCC yang lebih tinggi akan meningkatkan nilai kuat tarik, meningkatkan persen elongasi, dan menurunkan nilai degradasi plastik. Sebaliknya, konsentrasi gliserol yang lebih tinggi akan menurunkan nilai kuat tarik, meningkatkan persen elongasi, dan meningkatkan nilai degradasi plastik. Hasil uji kuat tarik bioplastik dari pati jagung terbaik terdapat pada konsentrasi Nano PCC 12% dan konsentrasi gliserol 20% sebesar 3,54 Mpa. Hasil uji elongasi terbaik terdapat pada konsentrasi Nano PCC 12% dan konsentrasi gliserol 50% yaitu sebesar 23,7%. Sampel dapat terdegradasi 96% yang hampir sempurna terdegradasi pada waktu 28 hari dan 100% terdegradasi pada waktu 30 hari terdapat pada konsentrasi Nano PCC 4% dan konsentrasi gliserol 60%. Hasil uji bioplastik yang telah dilakukan terlihat bahwa hasil tersebut sesuai dengan SNI.

#### 5. Saran

Dapat dilakukan penelitian lebih lanjut untuk meningkatkan nilai kuat tarik dengan menggunakan bahan lain apabila tujuan penelitian digunakan sebagai kantong belanja, guna meningkatkan kualitas dan meningkatkan beban berat. Disarankan untuk memperhatikan ketebalan plastik yang akan dihasilkan,

dipastikan ketebalan plastik memiliki ketebalan yang sama karena akan mempengaruhi pada uji kuat tarik, elongasi serta degradasi plastik.

## 6. Daftar Pustaka

- [1] R. Adolph, "Capaian Kinerja Pengelolaan Sampah," hal. 1–23, 2016.
- [2] M. R. Abeywardena *et al.*, "Surfactant assisted synthesis of precipitated calcium carbonate nanoparticles using dolomite: Effect of pH on morphology and particle size," *Adv. Powder Technol.*, vol. 31, no. 1, hal. 269–278, 2020.
- [3] A. P. Laksono, Y. Lutfia, dan N. D. Siswati, "Precipitated Calcium Carbonate (PCC) dari Cangkang Kerang Darah Dengan Metode Double Decomposition," *Semin. Nas. Tek. Kim.*, no. September, hal. 1–7, 2020.
- [4] R. Gupta, "Synthesis of Precipitated Calcium Carbonate Nanoparticles Using Modified Emulsion Membranes," *CWL Publ. Enterp. Inc., Madison*, vol. 2004, no. May, hal. 352, 2004.
- [5] Fatimah Siti, "Pemanfaatan Limbah Biji Durian Sebagai Plastik Biodegradable Dengan Variasi Suhu Gelatin Dan Penambahan CaCO<sub>3</sub>," *J. Atmos.*, vol. 1, no. 1, hal. 1–7, 2020.
- [6] S. S. Udjiana, S. Hadianoro, dan N. I. Azkiya, "Perbandingan Karakteristik Plastik Biodegradable dari Biji Durian menggunakan Filler Kalsium Silikat dan Kalsium Karbonat," *J. Tek. Kim. dan Lingkungan.*, vol. 5, no. 1, hal. 22–30, 2021.
- [7] N. Aini, G. Wijonarko, dan B. Sustriawan, "Sifat Fisik, Kimia Dan Fungsional Tepung Jagung yang Diproses Melalui Fermentasi (Physical, Chemical, and Functional Properties of Corn Flour Processed by Fermentation)," *J. Agritech*, vol. 36, no. 02, hal. 160, 2016.
- [8] M. Rosilina, M. T. Maulana, S. Chempro, dan D. H. Astuti, "Sintesis dan Modifikasi Ukuran Partikel Nano-PCC dengan Penambahan Etilen Glikol," *Chempro*, vol. 3, no. 1, hal. 45–50, 2023.
- [9] Wiradipta, "Pembuatan Plastik Biodegradable," *J. Am. Chem. Soc.*, vol. 123, no. 10, hal. 2176–2181, 2001.
- [10] Han Y.S, Gunawan Hadiko, Mayoshi Fuji dan Minoru Takashi, "Effect Of Flow Rate and CO<sub>2</sub> Content On The Phase and Morphology Of CaCO<sub>3</sub> Prepared by Bubling Method", *Journal of Crystal Growth* Vol. 276 hal 541-548, 2005.
- [11] Chanda, Manas and Salil K.Roy, "Plastics Fundamental, Properties, and Testing", Broken Sound Parkway NW, Suite, Taylor and Francis Group, 2009.
- [12] Griffin, G. J. L, "Chemistry And Technology Of BioDegradable Polymers", Blackie Academic and Professional, UK, 1994.
- [13] Hunt, B. J, "Polymer Characterisation", Chapman & Hall, New York, 1993.
- [14] Naranjo, Alberto, "Plastics Testing and Characterization", Carl Hanser Verlag, Munich, 2008.
- [15] Yu, long, "Biodegradable Polymer Blends and Composites From Renewable Resources", John Wilet & Sons, Inc., Hoboken, Canada, 2009.