

Pembuatan Plastik *Biodegradable* dari Pati Singkong (*Manihot esculenta*) dan Cangkang Telur dengan Penambahan Gliserol sebagai *Plasticizer*

Miftahul Rahma, Ratni Dewi*, Nanang Rahmat Wijaya, Ratna Sari

Program Studi Sarjana Terapan Teknologi Rekayasa Kimia Industri

Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe,

*E-mail: ratnidewi@gmail.com

Abstract

Article history:

Received: 17-10-2025

Accepted: 24-11-2025

Published: 29-12-2025

Keywords:

biodegradable;

eggshell;

gliserol;

manihot esculenta;

plasticizer.

*The problem of conventional plastic waste, which is difficult to decompose, poses a serious threat to the environment. As a solution, this study aims to produce biodegradable plastic made from cassava starch (*Manihot esculenta*) and eggshell powder, with glycerol as a plasticizer. The addition of eggshell powder is intended to improve the mechanical properties of the plastic. Samples were prepared using varying amounts of glycerol (2; 2.5; 3.5; 3; 3.5; 4 mL) and eggshell powder (0.3; 0.6; 0.9; 1.2; 1.5 grams). The plastic was tested for biodegradability, tensile strength, functional group analysis (FT-IR), and surface morphology (SEM). The result showed that the sample with 0.3 grams of eggshell powder and 4 mL of glycerol had the highest biodegradation rate (98.94% within two days). The highest tensile strength (22.99 MPa) was achieved with 1.5 grams of eggshell powder and 4 mL of glycerol. FT-IR analysis identified the presence of carbonate, hydroxyl, carbonyl, and ester groups, while SEM observations revealed a surface morphology that was not fully homogeneous due to uneven particle dispersion. Overall, the resulting plastic meets the Indonesian National Standard (SNI) 7818:2016, particularly in terms of biodegradability.*

1. Pendahuluan

Plastik merupakan material yang sangat penting dalam kehidupan manusia, plastik menjadi komponen yang tak terpisahkan dari berbagai aspek kehidupan, mulai dari kebutuhan rumah tangga, kemasan makanan, hingga peralatan industri. Permasalahan pencemaran lingkungan akibat penggunaan plastik konvensional yang sulit terurai terus meningkat, berdasarkan data dari Asosiasi Industri Olefin Aromatik dan Plastik Indonesia (INAPLAS) konsumsi plastik di Indonesia pada tahun 2019 tercatat sebesar 19,8 kg per kapita per tahun dengan populasi 269,6 juta jiwa, total konsumsi plastik mencapai 64 juta ton. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (2016) juga menyatakan bahwa Indonesia merupakan salah satu penyumbang sampah plastik terbesar ke laut.

Oleh karena itu diperlukan alternatif bahan pengganti plastik yang lebih ramah lingkungan dan dapat terurai secara alami, salah satu solusi yang banyak dikembangkan adalah plastik *biodegradable*, yang dapat diproduksi dari bahan yang melimpah di alam seperti pati, selulosa, atau protein[1]. Plastik *biodegradable* adalah plastik yang dapat terurai secara alami dalam waktu yang relative singkat, plastik *biodegradable* dapat didegradasi oleh mikroorganisme yang ada di lingkungan seperti

bakteri, jamur, atau alga. Secara umum bahan utama pembuatan plastik *biodegradable* adalah pati yang terdiri dari amilosa dan amilopektin. Singkong (*Manihot esculenta*) merupakan pati yang banyak terdapat di Indonesia, potensi singkong sebagai bahan baku plastik *biodegradable* cukup besar karena kandungan patinya yang cukup tinggi yaitu 80,16 – 83,55%[2].

Plastik *biodegradable* berbasis pati singkong telah banyak dikembangkan karena sifatnya yang mudah terurai dan ketersediaannya yang melimpah. Pati singkong memiliki kandungan amilopektin yang tinggi sehingga memberikan fleksibilitas namun memerlukan penambahan *plasticizer* untuk meningkatkan kelenturan *film* plastik. Kajian menunjukkan bahwa penambahan gliserol pada bioplastik pati dapat menurunkan modulus elastis namun meningkatkan elongation at break, sehingga plastik lebih fleksibel[3].

Selain pati, serbuk cangkang telur telah digunakan sebagai filler anorganik dalam pembuatan bioplastik karena kandungan kalsium karbonat (CaCO_3) yang tinggi. Kajian juga menunjukkan bahwa penambahan serbuk cangkang telur ke dalam matriks pati meningkatkan sifat mekanik, terutama kekuatan tarik dan ketahanan sobek, karena partikel CaCO_3 bertindak sebagai penguat[4].

Studi lain menemukan bahwa penambahan cangkang telur meningkatkan ketahanan termal dan mengurangi laju biodegradasi, sehingga bioplastik menjadi lebih stabil untuk penggunaan jangka pendek[5].

Plastik *biodegradable* dari pati singkong memiliki beberapa kelemahan diantaranya rendahnya resistensi terhadap air, sifat hidrofilik pati juga dapat mempengaruhi stabilitas dan mekaniknya yaitu rapuh dan mudah rusak, sehingga memperpendek umur simpan karena uap air dan mikroba dapat masuk dengan mudah kedalam struktur plastik *biodegradable*[6]. Oleh sebab itu dilakukan studi penambahan cangkang telur ayam yang kaya akan CaCO_3 untuk memperbaiki sifat mekanik plastik *biodegradable* melalui mekanisme pengikatan (*chelating*). Penambahan cangkang telur juga dapat membentuk pori-pori halus yang mempercepat proses biodegradasi plastik. Pemilihan cangkang telur ayam didasari karena ketersediannya yang melimpah karena dianggap sebagai salah satu limbah organik yang tidak bernilai[7]. Dalam pembuatan plastik *biodegradable* gliserol digunakan sebagai material plastisasi yang mengacu pada proses percetakan dan meningkatkan fleksibilitas produk, gliserol dapat meningkatkan elastisitas dengan mengurangi derajat ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antara molekul dari polimer. Gliserol dipilih karena dapat memberikan kelarutan yang lebih tinggi dibandingkan dengan sorbitol pada pembuatan plastik *biodegradable* yang berbahan dasar pati, selain itu gliserol juga dapat mempengaruhi tingkat biodegradasi plastik *biodegradable*[8].

Bedasarkan uraian yang telah dijelaskan penelitian ini bertujuan untuk mengkaji bagaimana pengaruh berat tepung cangkang telur terhadap karakteristik plastik *biodegradable* serta mengkaji bagaimana pengaruh volume gliserol terhadap biodegradasi plastik *biodegradable* yang dihasilkan.

2. Metode

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah aquadest 100 mL, asam asetat 5% 3 mL, pati ubi singkong 10 g, variasi volume gliserol dimulai dari 2; 2,5; 3; 3,5; dan 4 mL, dan variasi berat tepung cangkang telur yaitu 0,3; 0,6; 0,9; 1,2; dan 1,5 g.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah bejana, bejana tirsan, pisau, mesin parut, ayakan 100 mesh, *hot plate*, *beaker glass*,

spatula, timbangan analitik, batang pengaduk, oven, cetakan kaca ukuran 20x20 cm, gelas ukur, pipet ukur, *blender*, dan *ball* pipet.

2.1 Pembuatan Pati Ubi Singkong

Ubi singkong dikupas dan dibersihkan menggunakan air hingga benar-benar bersih dan ditiriskan, kemudian ubi singkong dihaluskan menggunakan mesin parut, kemudian hasil parutan disaring untuk memisahkan filtrat. Filtrat yang diperoleh didiamkan selama 24 jam hingga terbentuk endapan pati. Endapan pati tersebut kemudian dibersihkan kembali dengan air, dibiarkan selama 2 jam hingga terendap kembali, lalu setelah itu airnya dibuang, selanjutnya endapan pati dikeringkan. Dari proses ini diperoleh endapan pati singkong sebanyak 400 g.

2.2 Pembuatan Tepung Cangkang Telur

Pembuatan tepung cangkang telur diawali dengan mencuci proses pencucian dengan air, pengeringan dilakukan dengan menjemur cangkang telur selama 3 hari. Kemudian dihancurkan dan dihaluskan menggunakan *blender*. Serbuk hasil penghalusan disaring dengan ayakan 100 mesh hingga diperoleh tepung halus dan siap digunakan untuk proses pembuatan plastik *biodegradable*.

2.3 Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Pati singkong sebanyak 10 g dilarutkan dengan 100 mL aquadest, kemudian tepung cangkang telur dilarutkan dengan 3 mL asam asetat 5% didalam *beaker glass* yang terpisah. Setelah larut kemudian kedua larutan dicampurkan dan ditambahkan gliserol sebagai pemelastis. campuran dihomogenkan dengan menggunakan *magnetic stirrer* pada suhu 80°C selama 50 menit hingga terbentuk gel. Gel yang terbentuk dicetak pada cetakan kaca berukuran 20x20 cm, dikeringkan dalam oven pada suhu 40°C selama 2 jam, lalu didiamkan pada suhu ruang selama 24 jam. proses yang sama diterapkan untuk setiap variasi konsentrasi bahan.

2.4 Prosedur Pengujian Plastik *Biodegradable*

Beberapa prosedur pengujian plastik *biodegradable* adalah uji *biodegradable*, uji kuat tarik, uji *scanning electron microscope* (SEM) dan uji gugus fungsi dengan alat FT-IR.

2.4.1 Uji Biodegradable

Uji *biodegradable* bertujuan untuk menguji tingkat biodegradasi plastik *biodegradable* terhadap lingkungan. Pengujian dilakukan dengan mempersiapkan plastik *biodegradable* dengan ukuran 1 cm x 4 cm. Kemudian ditimbang berat plastik *biodegradable* tersebut, setelah itu bioplastik ditanam di dalam tanah selama satu minggu. Selanjutnya plastik *biodegradable* ditimbang kembali. Persentase kehilangan berat dapat dihitung menggunakan persamaan 1.

$$\% \text{Kehilangan berat} = \frac{w_1 - w_2}{w_1} \times 100 \dots \dots \dots (1)$$

Dimana W1 adalah berat sampel belum ditanam dan W2 adalah berat sampel setelah ditanam.

2.4.2 Uji Kuat Tarik

Prosedur pengujian kuat tarik dilakukan dengan mempersiapkan sampel yang dipotong menjadi potongan berukuran 2 x 8 cm, potongan sampel kemudian dipasang pada pegangan alat, dimana terdapat pegangan tetap dan bergerak. Pegangan digerakkan kebawah secara perlahan sampai sampel yang dipasang terputus. Kuat tarik dihitung dengan menggunakan persamaan 2.

$$t = \frac{F_{max}}{A} \dots \dots \dots (2)$$

Dengan t adalah kuat tarik (MPa), Fmax adalah tegangan maksimum (N), dan A adalah luas penampang.

2.4.3 Uji Scanning Electron Microscope (SEM).

Sampel plastik *biodegradable* terlebih dahulu dipotong menjadi ukuran kecil dan dikeringkan untuk menghilangkan kelembaban, selanjutnya permukaan sampel dilapisi dengan lapisan konduktif berupa emas atau karbon menggunakan *sputter coater*. Setelah itu, sampel ditetapkan pada *stage* didalam ruang vakum SEM, kemudian dipindai menggunakan sinar electron berenergi tinggi. Hasil pemindaian diperoleh dan ditampilkan di layer monitor.

2.4.4 Uji Gugus Fungsi

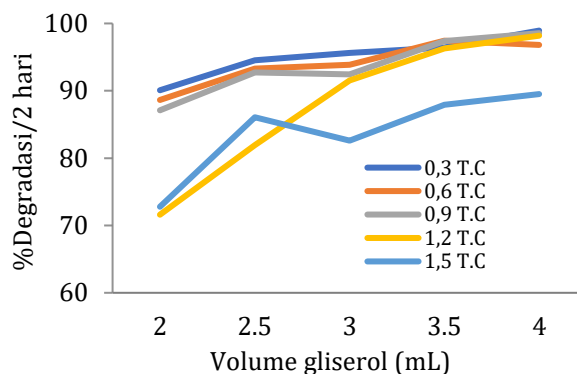
Analisis gugus fungsi dilakukan dengan menggunakan peralatan *Fourier Transform Infrared (FT-IR)* yang diawali dengan penginisialisasian instrument IR Prestige-21 melalui perangkat lunak *IRsolution*. Setelah itu dilakukan pembuatan *background* dengan memastikan ruang sampel kosong dan mengatur

parameter analisis pada *instrument setting*. Spektrum sampel padatan diperoleh dengan menggunakan aksesori DRS-8000, serbuk KBr dicampur dengan sampel KBr (5-10%) kemudian ditempatkan pada *sample pan* untuk kemudian dipindai. Data hasil pengukuran ditampilkan dalam bentuk spektrum dan tabel bilangan gelombang, lalu dicetak menggunakan *template spektrum dan peak table_p*.

3. Hasil dan Pembahasan

3.1 Hasil Pengujian Biodegradable

Hasil pengujian sampel plastik *biodegradable* diperlihatkan pada Gambar 1.

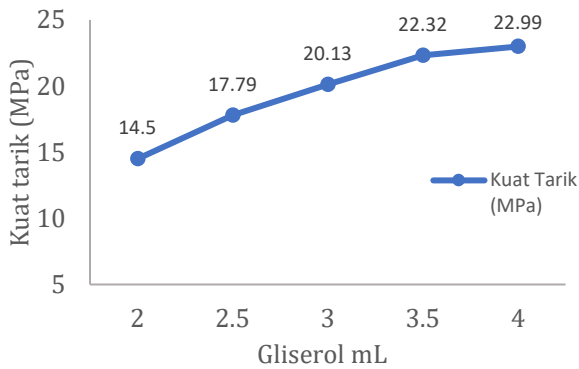


Gambar 1. Pengaruh variasi tepung cangkang telur dan volume gliserol terhadap % biodegradasi

Dari Gambar 1 terlihat bahwa persentase degradasi berada pada kisaran 71-98% dengan hasil ini maka plastik *biodegradable* telah memenuhi standar SNI 7818:2016. Kombinasi terbaik diperoleh pada 0,3 g tepung cangkang telur dan 4 mL gliserol dengan hasil % biodegradasi tertinggi. Hal ini sejalan dengan penelitian yang menyatakan bahwa peningkatan volume gliserol meningkatkan laju degradasi[9]. Penambahan cangkang telur dengan jumlah lebih besar menurunkan laju biodegradasi karena struktur plastik menjadi kaku, hal ini sesuai dengan penelitian yang menyatakan bahwa cangkang telur dapat memperlambat degradasi. namun sifat higroskopis gliserol mampu meningkatkan kelembapan dan mendukung proses degradasi[10].

3.2 Hasil Pengujian Kuat Tarik

Hasil pengujian kuat tarik akibat pengaruh penambahan gliserol diperlihatkan pada Gambar 2.

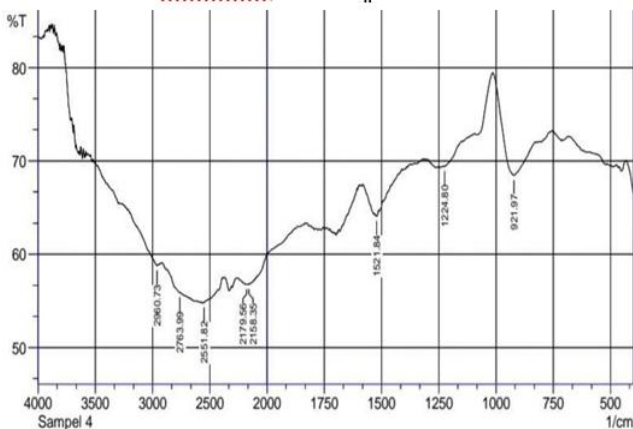


Gambar 2. Pengaruh penambahan gliserol sebagai *plasticizer* terhadap kuat tarik.

Nilai kuat tarik berkisar 14,50 -22,99 MPa dengan kecenderungan meingkat seiring bertambahnya gliserol. Namun pada kosentrasi 3,5 mL kenaikan kuat tarik tidak lagi signifikan. Temuan ini berbeda dengan hasil penelitian Nuriyah sebelumnya yang menyatakan bahwa penambahan gliserol justru menurunkan kuat tarik plastik *biodegradable*[11] Perbedaan ini diduga karena variasi jenis pati dan distribusi *plasticizer* dalam matriks polimer.

3.3 Hasil Analisis FT-IR

Hasil analisa FT-IR sampel plastik *biodegradable* diperlihatkan pada Gambar 3.



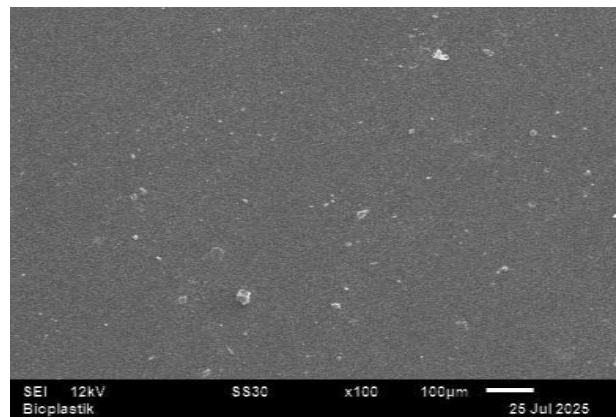
Gambar 3. Hasil analisa FT-IR sampel plastik *biodegradable*

Spektrum FT-IR menunjukkan adanya gugus hidroksil (-OH), karbonil (C=O) dari pati dan gliserol, serta karbonat (CO_3^{2-}) dari cangkang telur. Hal ini menunjukkan bahwa seluruh bahan penyusun berkontribusi dalam membentuk struktur film plastik *biodegradable*. Hasil ini sejalan dengan penelitian yang juga menemukan puncak karbonat dari cangkang

telur dalam plastik *biodegradable* berbasis pati[12].

3.4 Morfologi SEM

Hasil pengujian SEM diperlihatkan pada Gambar 4. Hasil SEM (*Scanning Electron Mikroskop*) menunjukkan permukaan film belum homogen sempurna, dengan partikel cangkang telur yang tidak terdispersi merata dan adanya pori mikro. Kondisi ini berpotensi menurunkan sifat mekanik dan ketahanan biodegradasi. Hal serupa juga ditemukan pada penelitian plastik *biodegradable* berbasis pati oleh Nurhidayah, yang menekankan pentingnya proses pencampuran untuk menghasilkan distribusi *filler* yang lebih merata[13].



Gambar 4. Hasil pengujian SEM (*Scanning Electron Mikroskop*)

4. Kesimpulan

Bedasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat ditarik kesimpulan bahwa penambahan tepung cangkang telur yang berperan sebagai *filler* dapat memperkuat matriks polimer, ditunjukkan dengan nilai kuat tarik tertinggi yaitu 22,99 MPa pada 1,5 g tepung cangkang telur. Namun peningkatan jumlah cangkang telur juga menurunkan biodegradasi karena struktur film plastik menjadi lebih kaku, yang dikonfirmasi dengan hasil morfologi yang kurang homogen dan adanya gugus karbonat pada hasil FT-IR, dan variasi volume gliserol mempengaruhi laju biodegradasi, dengan persentase meningkat seiring penambahan gliserol hingga mencapai 98,94% pada 4 mL gliserol, sehingga telah memenuhi standar SNI 7818:2016.

Daftar Pustaka

- [1] Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y., 2017. *Potensi pengembangan plastik*

- biodegradable berbasis pati sagu dan ubikayu di Indonesia*. Jurnal Litbang Pertanian, Vol. 36, No. 2, pp. 67-76.
- [2] Mies, N. N. & Mulyati, A., 2025. *Pemanfaatan limbah kulit singkong sebagai plastik ramah lingkungan untuk mengatasi pencemaran akibat plastik polimer*. Student Research Journal, Vol. 3, No. 1, pp. 26-36.
- [3] Inayati, Pamungkas, D. J., & Matovanni, M. P. N., 2019. *Effect of glycerol concentration on mechanical characteristics of biodegradable plastic from rice straw cellulose*. in *AIP Conference Proceedings*, Vol. 2097, No. 1: AIP Publishing LLC.
- [4] Homavand, A., Cree, D. E., & Wilson, L. D., Year. *Polylactic acid composites reinforced with eggshell/CaCO₃ filler particles: A review*. in *Waste*, Vol. 2, No. 2: MDPI.
- [5] Sharif, N., Mohanta, M., & Thirugnanam, A., 2023. *Eggshell reinforced yam starch-based bioplastic for packaging applications*. Journal of Packaging Technology and Research, Vol. 7, No. 2, pp. 75-86.
- [6] Safiah, S., 2023. *Plastik biodegradable bahan dasar pati singkong (manihot esculenta) dengan campuran selulosa*. Jurnal Ilmiah Teknik Unida, Vol. 4, No. 1, pp. 113-118.
- [7] Nurfatihayati, N., Alfarisi, C. D., Drastinawati, D., & Mahendra, A. S., 2023. *Pengaruh gliserin dan asam asetat pada pembuatan bioplastik dari tepung tapioka dan maizena*. Journal of Bioprocess, Chemical and Environmental Engineering Science, Vol. 4, No. 1, pp. 1-6.
- [8] Aripin, S., Saing, B., & Kustiyah, E., 2017. *Studi pembuatan bahan alternatif plastik biodegradable dari pati ubi jalar dengan plasticizer gliserol dengan metode melt intercalation*. Jurnal Teknik Mesin (JTM), Vol. 6, No. 2, pp. 79-84.
- [9] Nafilah, I. & Sedyadi, E., 2019. *Pengaruh penambahan sorbitol dan gliserol terhadap degradasi bioplastik pati singkong dalam media tanah dan kompos*. Jurnal Kridatama Sains dan Teknologi, Vol. 1, No. 01, pp. 38-47.
- [10] Qomariah, S., Syahbanu, I., & Ardiningsih, P., 2022. *Bioplastic based on taro starch modified polyvinyl alcohol and eggshell (starch-pva-ct) with degradability study*. Jurnal Kimia dan Pendidikan) e-ISSN, Vol. 2502, p. 4787.
- [11] 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, Vol. 4, No. 4, pp. 177-182.
- [12] Damayanti, R., Pertiwi, M. R. I., Susilowati, T., & Pujiastuti, C., 2025. *Pengaruh filler nano precipitated calcium carbonate dan gliserol terhadap bioplastik pati jagung*. Jurnal Serambi Engineering, Vol. 10, No. 1.
- [13] Nurhidayah, P., Fajarwati, Y. E., & Fitri, A. C. K., 2023. *Analisa uji biodegradasi bioplastik dari pati kulit singkong dengan variasi volume gliserol, selulosa jerami padi dan kitosan*. in *Prosiding SENTIKUIN (Seminar Nasional Teknologi Industri, Lingkungan dan Infrastruktur)*, Vol. 6.