

The Effect of Glycerol and Chitosan Variation Composition on the Quality of Biodegradable Plastics from Sugar Palm Starch (*Arenga pinnata*)

Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol dan Kitosan terhadap Kualitas Plastik Biodegradable dari Pati Ampas Aren (Arenga pinnata)

Oninda Bella Shavira^{a,1,*}, Ahmad M Fuadi^{a,2}

^aProgram Studi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Surakarta

¹ d500160102@student.ums.ac.id *; ² ahmad.fuadi@ums.ac.id

* corresponding author

ARTICLE INFO

Article history

Received January 20, 2020

Revised February 04, 2021

Accepted May 22, 2021

Keywords

Bioplastics

Chitosan

Glycerol

Sugar Palm Starch

ABSTRACT

Bioplastics are plastics that are easily degraded in nature, which can minimize their potential as pollutants. It is mainly made from agro-polymers such as cellulose and starch. Starch from sugar palm (Arenga pinnata) has the gelatinization principle and requires bioplastic raw materials by adding glycerol and chitosan. This research aims to determine the effect of addition glycerol and chitosan composition variation on the bioplastic mechanical properties. The research method used a completely randomized design method factorial (RAL-factorial) with one treatment factor carried out in 2 stages. The first step was mixing 4 grams of sugar palm starch and chitosan with variations (5 grams, 6 grams, and 7 grams). The second step was mixing starch and chitosan with glycerol with variations (2 mL and 3 mL). Based on data provided by statistics and mechanical nature tests, it could be concluded that the more volume of glycerol and chitosan added, the value of tensile strength will increase; on the contrary, the elongation value at the break, air resistance, biodegradation increases. The value of air resistance is 109.37%, with the composition of glycerol 3 mL and chitosan 5 grams. The tensile strength value is 11 Mpa with the composition of glycerol 3 mL and chitosan 7 grams. The elongation value is 6.67%, with the composition of glycerol 3 mL and chitosan 5 grams. The biodegradation increase is 79% with the composition of glycerol 2 mL and chitosan 5 grams.

This is an open access article under the CC-BY-SA license.



1. Pendahuluan

Plastik adalah bahan yang terbentuk dari semi polimer sintetik. Memiliki polimer rantai panjang dari atom yang meningkat satu sama lain secara monomer atau membentuk rantai yang banyak secara berulang [1]. Penggunaan plastik sangat meluas tiap tahun sehingga kebutuhan meningkat secara drastis serta menyebabkan ketergantungan pemakaiannya terutama dalam kemasan makanan. Menurut BPS (Badan Pusat Statistika) dan Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) sampah plastik di indonesia mencapai 64 juta ton per ton [2].

Bahan baku utama pembuat plastik berasal dari minyak bumi, yang keberadaannya semakin menipis dan tidak dapat diperbaharui. Plastik tidak dapat dihancurkan dengan cepat dan alami oleh mikroba penghancur di dalam tanah. Banyaknya plastik yang kita gunakan mengakibatkan terjadinya penumpukan limbah dan menjadi penyebab pencemaran dan kerusakan lingkungan hidup.

Hal ini menyebabkan kemasan plastik tersebut tidak dapat dipertahankan penggunaannya secara meluas karena akan menambah persoalan lingkungan dan kesehatan di waktu mendatang [3].

Plastik konvensional memiliki bahan yang relatif *nondegradable* sehingga pemanfaatan plastik harus diperhatikan mengingat besarnya limbah yang dihasilkannya. Dampak dari penggunaan plastik dapat merusak lingkungan, ekosistem terganggu, lahan yang menyempit akibat pembuangan sampah plastik yang semakin meningkat, banjir, tanah tidak subur. Penggunaan plastik sebagai bahan pengemasan mengalami permasalahan yang cukup fatal bagi lingkungan karena plastik tidak dapat diuraikan secara alami oleh mikroba dan menyebabkan pencemaran serta kerusakan lingkungan. Pada umumnya plastik konvensional butuh 500-1000 tahun untuk terurai dalam tanah karena plastik tidak mudah diuraikan pada akhirnya terjadi pencemaran terhadap tanah, air, ekosistem makhluk hidup terganggu, menurunkan kesuburan tanah, dan mengakibatkan pendangkalan sungai yang dapat menyebabkan banjir [2].

Untuk mengurangi pencemaran tersebut dibutuhkan penanganan khusus selain itu perlu adanya perubahan pola penggunaan plastik dengan menggantinya menjadi ramah lingkungan seperti yang telah berkembang saat ini yaitu bioplastik. Plastik *biodegradable* adalah plastik yang mudah terdegradasi atau terurai pada kondisi dan waktu tertentu yang dipengaruhi mikroorganisme. Hal ini berbeda dengan plastik konvensional yang tidak dapat diuraikan oleh mikroorganisme dan membutuhkan waktu yang sangat lama agar plastik dapat hancur karena plastik ini berasal dari pati, kolagen, selulosa, protein, dan lipid [4].

Pembuatan *biodegradable* plastik semakin ditingkatkan, masyarakat berinovasi dengan memanfaatkan bahan organik maupun limbah organik. Proses pembuatan *biodegradable* plastik berbahan dasar pati memiliki prinsip gelatinisasi, selain itu untuk pembentukan bioplastik dibutuhkan selulosa yang tinggi sehingga dapat menghasilkan polimerisasi yaitu sebagai karakteristik plastik. Pati yang digunakan dalam pembuatan *biodegradable* plastik salah satunya adalah dari limbah ampas pati aren karena mengandung selulosa (72,78%), hemiselulosa (9,25%), lignin (12,30%), gula reduksi (0,4123%), air (44,42%), dan lain-lain (0,8286%). Kandungan selulosa total (selulosa dan hemiselulosa) yang tinggi (82,03%) berpotensi untuk dimanfaatkan sebagai bahan dalam pembuatan *biodegradable* plastik yang ramah lingkungan.

Plastik *biodegradable* berbahan dasar tepung dapat didegradasi bakteri *Pseudomonas* dan *Bacillus* memutus rantai polimer menjadi monomer-monomernya. Senyawa-senyawa hasil degradasi polimer selain menghasilkan karbon dioksida dan air, juga menghasilkan senyawa organik lain yaitu asam organik dan aldehyd yang tidak berbahaya bagi lingkungan. Plastik berbahan dasar tepung aman bagi lingkungan, sebagai perbandingan, plastik tradisional membutuhkan waktu sekiranya 50 tahun agar dapat terdekomposisi alam, sementara plastik *biodegradable* dapat terdekomposisi 10 hingga 20 kali lebih cepat sehingga dapat meningkatkan nilai jual limbah ampas pati aren. Selain itu juga dapat memberikan keuntungan yang lebih untuk petani aren karena limbah pati aren sangat jarang dimanfaatkan oleh masyarakat setempat sehingga nilai jualnya sangat sedikit mayoritas hanya digunakan untuk pakan ternak yang nilai jualnya sangat rendah, dengan adanya inovasi pengolahan limbah pati ampas aren maka nilai jual dari ampas pati aren tersebut akan meningkat [5].

2. Metode Penelitian

Metode penelitian yang digunakan dalam penelitian ini menggunakan metode Rancangan Acak Lengkap yang disusun secara faktorial (RAL-faktorial) dengan satu faktor perlakuan yang dijalankan dengan 2 tahap. Tahap pertama dengan mencampurkan pati ampas aren sebanyak 4 gram dan kitosan dengan variasi (5, 6, dan 7) gram. Tahap kedua dengan mencampurkan campuran pati ampas aren dan kitosan dengan gliserol dengan variasi (2 mL dan 3 mL).

2.1. Alat dan Bahan

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah pati ampas aren, gliserol, kitosan, asam asetat, aquades. Alat yang digunakan dalam penelitian ini antara lain gelas beker, labu ukur, *hotplate*, termometer, pipet ukur, neraca analitik, pengaduk kaca.

2.2. Pembuatan Pati dari Ampas Tebu

Pertama, mengeringkan ampas aren menggunakan oven pada suhu 85 °C selama 1 jam, agar ampas aren mengering. Setelah kering, menghaluskan ampas aren dengan menggunakan grinder

hingga halus, sampai memiliki bentuk menyerupai tepung. Lalu mengayak hasil tumbukan dengan menggunakan ayakan hingga ukuran 100 mesh. Setelah itu pati sebanyak 500 gram direndam dengan air sebanyak 100 ml kemudian diperas lalu diambil intisarinnya dan didiamkan selama satu malam hingga terbentuk endapan. Setelah itu diambil endapannya sehingga diperoleh residu yaitu berupa pati. Kemudian residu tersebut dikeringkan dengan menggunakan oven. Setelah itu pati akan mengering dan berbentuk pati dan siap digunakan untuk pembuatan plastik *biodegradable*.

2.3. Proses Pembuatan Plastik *Biodegradable*

Variasi kitosan dicampur dengan 100 ml asam asetat 1% hingga homogen. Kemudian pati ampas aren sebanyak 4 gram dimasukkan ke dalam gelas beker, selanjutnya ditambahkan aquades sebanyak 50 ml serta asam asetat sebanyak 3 ml dengan pemanasan 65 °C selama 15 menit. Setelah diperoleh larutan pati ampas aren dengan aquades serta asam asetat, langkah selanjutnya yaitu mencampurkan larutan kitosan dan asam asetat 1% serta menambahkan gliserol dengan variasi yang berbeda-beda yang berfungsi sebagai *plasticizer*. Lalu campuran dijalankan pada suhu 65 °C dan diaduk dengan *magnetic stirrer* selama 60 menit. Kemudian mencetak dalam cetakan untuk didapatkan lembaran plastik yang diinginkan kemudian mengeringkan selama 24 jam pada suhu ruangan. Selanjutnya menguji plastik tersebut.

2.4. Uji Ketahanan Air

Berat awal sampel yang akan diuji ditimbang (W_0). Lalu isi suatu wadah (botol/ gelas/ mangkok) dengan air aquades. Letakkan sampel plastik ke dalam wadah tersebut. Setelah 10 detik angkat dari dalam wadah berisi aquades, timbang berat sampel (W) yang telah direndam dalam wadah. Rendam kembali sampel ke dalam wadah tersebut, angkat tiap 10 detik, timbang berat sampel. Lakukan hal yang sama hingga diperoleh berat akhir sampel yang konstan. Air yang diserap oleh sampel dihitung melalui persamaan:

$$\%water\ uptake = \frac{berat\ sampel(W) - Berat\ awal(W_0)}{berat\ awal\ sampel\ (W_0)} \times 100\% \quad (1)$$

2.5. Uji Kuat Tarik

Komposisi optimum dari plastik *biodegradable* dapat ditentukan dari sifat mekanik bahan terutama pada kekuatan tariknya. Sifat mekanik tersebut dipengaruhi oleh sifat alami masing-masing komponen dan kemampuan ikatan dalam senyawa penyusunnya.

$$Tensile\ Strength\ (MPa) = \frac{load\ of\ break}{(original\ width)\ (original\ thickness)} \quad (2)$$

2.6. Uji Elongasi

Pengujian elongasi plastik dilakukan dengan membandingkan antara penambahan panjang yang terjadi dengan panjang bahan sebelum dilakukan uji tarik.

$$\%Elongasi = \frac{panjang\ putus - panjang\ awal}{panjang\ awal} \times 100\% \quad (3)$$

2.7. Uji Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut menyiapkan sampel dengan ukuran 2x6 cm, kemudian metimbang massanya. Sampel kemudian dikubur dalam tanah dan didiamkan selama satu minggu. Bioplastik dikeringkan didalam desikator dan ditimbang sehingga diperoleh berat konstan.

$$\%berat\ (W) = \frac{berat\ awal - Berat\ akhir}{berat\ awal} \times 100\% \quad (4)$$

3. Hasil dan Pembahasan

Bioplastik dengan bahan baku pati aren menghasilkan film bioplastik transparan yang berwarna coklat muda. Bentuk dari film bioplastik ini dapat dilihat pada Gambar 1.

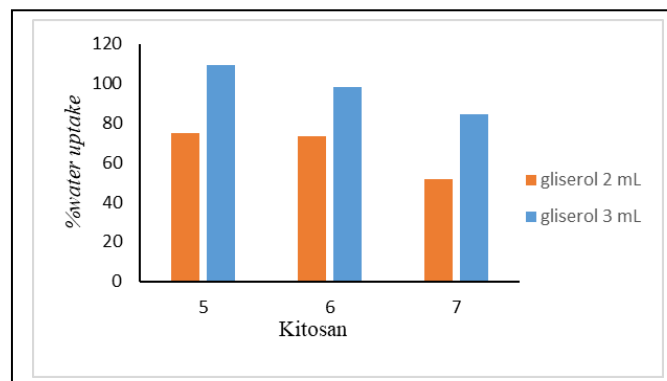


Gambar 1. Hasil Bioplastik

Dari penelitian ini diperoleh hasil bioplastik dengan warna yang berbeda-beda. Hal ini dipengaruhi oleh jumlah komposisi kitosan yang digunakan. Semakin banyak kitosan yang digunakan maka warna bioplastik yang dihasilkan semakin gelap, sedangkan semakin sedikit kitosan yang digunakan maka warna bioplastik semakin terang.

3.1. Pengaruh Variasi Gliserol dan Kitosan terhadap Ketahanan Air

Dari penelitian ini didapatkan hasil berat air yang diserap dari bioplastik disajikan pada Gambar 2.



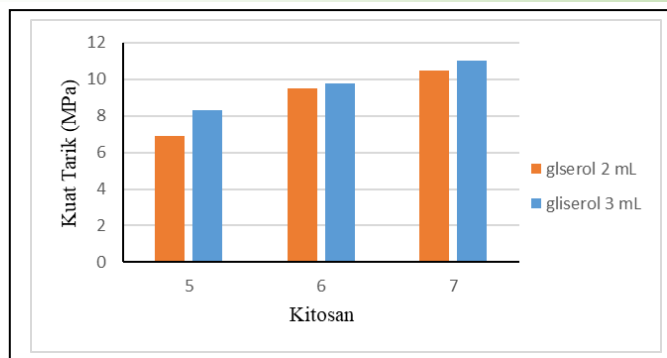
Gambar 2. Hubungan Pengaruh Variasi Gliserol dan Kitosan terhadap ketahanan air (hidrofobisitas)

Dari Gambar 2 didapatkan nilai hidrofobisitas terdapat pada bioplastik dengan komposisi gliserol 3 mL dan kitosan 5 gram yaitu sebesar 109,37%. Penambahan jumlah gliserol dan kitosan mempengaruhi % ketahanan air pada bioplastik yang dihasilkan. Semakin tinggi nilai gliserol dan semakin rendah kitosan kitosan maka % ketahanan air juga semakin tinggi.

Sifat ketahanan air suatu molekul berhubungan dengan sifat dasar molekulnya. Bahan pati yang digunakan dalam penelitian ini bersifat hidrofilik, yaitu menyukai air. Penambahan gliserol juga menambah sifat hidrofilik bioplastik yang dibuat. Peningkatan penyerapan air terkait dengan karakter hidrofilik pada gliserol sehingga terjadi peningkatan daya tarik-menarik gliserol dengan air [6].

3.2. Pengaruh Variasi Gliserol dan Kitosan terhadap Kuat Tarik (MPa)

Dari penelitian ini didapatkan hasil kuat tarik dari film bioplastik yang disajikan pada Gambar 3.



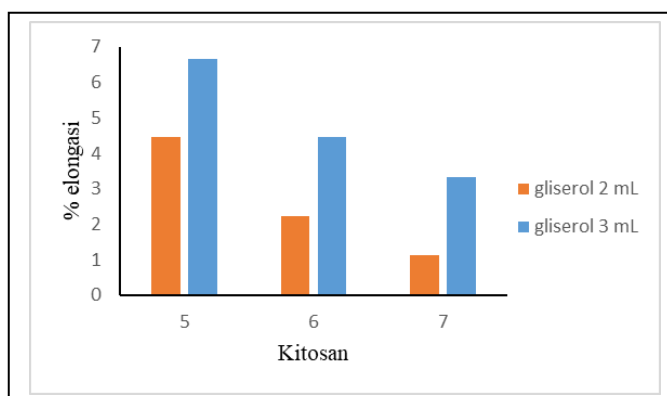
Gambar 3. Hubungan Pengaruh Variasi Gliserol dan Kitosan terhadap Kuat Tarik

Dari Gambar 3 dapat diketahui bahwa rata-rata nilai kuat tarik yang tertinggi terdapat pada komposisi yaitu 2 mL gliserol dengan kitosan sebanyak 7 gram mendapatkan nilai kuat tarik sebesar 11 MPa. Penambahan gliserol dan kitosan sangat berpengaruh terhadap nilai kuat tarik. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan maka kuat tarik akan semakin tinggi. Sedangkan semakin banyak gliserol maka nilai kuat tarik semakin rendah.

Kuat tarik tersebut dipengaruhi oleh besarnya konsentrasi kitosan dan gliserol. Semakin besar konsentrasi kitosan maka semakin banyak ikatan hidrogen yang terdapat dalam bioplastik sehingga ikatan kimianya akan semakin kuat dan sulit untuk diputus karena memerlukan energi yang besar untuk memutuskan ikatan tersebut sehingga nilai kuat tariknya semakin besar, sedangkan nilai kuat tarik berbanding terbalik dengan adanya penambahan komposisi gliserol, dimana nilai kuat tarik akan semakin menurun seiring bertambahnya konsentrasi gliserol [7].

3.3. Pengaruh Variasi Gliserol dan Kitosan terhadap % Elongasi

Dari penelitian ini didapatkan hasil dari uji elongasi film bioplastik disajikan pada Gambar 4.



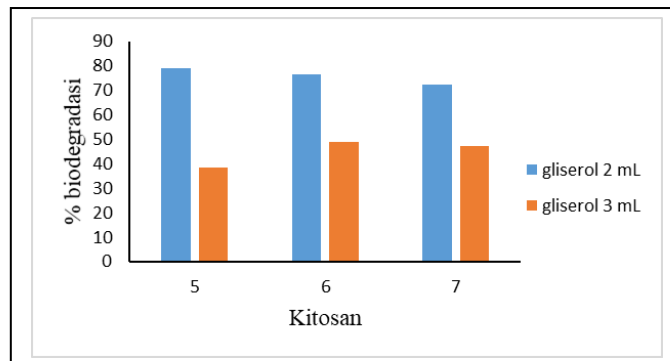
Gambar 4. Hubungan Pengaruh Variasi Gliserol dan Kitosan terhadap % Elongasi

Dari diagram di atas, dapat diketahui bahwa rata-rata nilai elongasi tertinggi terdapat pada komposisi yaitu gliserol sebesar 3 mL dengan jumlah kitosan sebanyak 5 gram mendapatkan nilai elongasi sebesar 6,67%. Penambahan gliserol sangat berpengaruh terhadap nilai elongasi yang didapatkan yaitu semakin banyak gliserol yang ditambahkan maka nilai elongasinya akan semakin tinggi, begitupun sebaliknya apabila gliserol yang ditambahkan sedikit maka nilai elongasinya akan rendah. Penambahan kitosan pada bioplastik menyebabkan penurunan persen elongasi bioplastik. Semakin banyak kitosan yang ditambahkan, persen elongasi bioplastik semakin menurun. Hal ini disebabkan karena semakin rapatnya film atau paduan sehingga elastisitasnya menurun.

Peningkatan jumlah gliserol akan menghasilkan bioplastik dengan persentase pemanjangan yang lebih tinggi. Hal ini disebabkan karena dengan adanya peningkatan jumlah gliserol maka akan menurunkan kekuatan gaya antar molekul sehingga mobilitas antar rantai molekul meningkat dan persentase pemanjangan bioplastik pun semakin meningkat. Gliserol dalam fungsinya sebagai *plasticizer* dapat menurunkan ikatan kohesi mekanik antara polimer dan dapat merubah sifat rigiditasnya sehingga bioplastik yang terbentuk lebih elastis. Penambahan gliserol akan mengurangi gaya *intermolekuler* sehingga mobilitas antar rantai molekul polimer meningkat [8].

3.4. Pengaruh Variasi Gliserol dan Kitosan terhadap % Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan tujuan untuk mengetahui suatu bahan dapat terdegradasi dengan baik atau tidak saat di lingkungan. Pada penelitian ini uji biodegradasi dilakukan dengan metode penanaman sampel di dalam tanah dengan jangka waktu tertentu. Gambar 5 adalah hasil uji biodegradabilitas bioplastik dari pati ampas aren.



Gambar 5. Hubungan Pengaruh Variasi Komposisi Gliserol dan Kitosan terhadap nilai biodegradasi

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa nilai biodegradabilitas tertinggi yaitu pada komposisi kitosan 2 gram dan gliserol 5 ml dengan biodegradabilitas sebesar 79%. Semakin tinggi kadar kitosan maka semakin lambat degradasinya, hal ini disebabkan karena penyerapan air yang lambat akibat kadar kitosan yang tinggi. Kecepatan degradasi tersebut juga dipengaruhi oleh gliserol karena gliserol bersifat hidrofilik [9].

Berdasarkan hasil yang diperoleh kualitas bioplastik dari pati ampas aren lebih baik dibandingkan dengan bioplastik dari pati sagu. Nilai kuat tarik tertinggi bioplastik dari bahan pati ampas aren sebesar 11 MPa, nilai elongasi 6,67%, nilai biodegradasi 79% dan nilai ketahanan air 109,37%. Sedangkan nilai kuat tarik tertinggi bioplastik dari pati sagu sebesar 2,891 MPa, nilai elongasi 30,99%, nilai biodegradasi antara 67,39% sampai 81,25% dan nilai ketahanan air 85,71% [10].

Dari hasil yang diperoleh bioplastik dari pati ampas aren sudah memenuhi kriteria SNI bioplastik pada nilai ketahanan air yaitu sebesar 109,37% dengan nilai SNI 99% dan nilai biodegradasi sebesar 79% dengan nilai SNI 60%. Akan tetapi pada nilai kuat tarik dan nilai elongasi sebesar 11 MPa dan 6,67% masih belum memenuhi SNI yaitu 24,7 MPa dan 21% [11].

4. Kesimpulan

Dari penelitian yang telah dilakukan diperoleh sifat mekanik bioplastik pada nilai persen ketahanan air tertinggi sebesar 109,37% pada komposisi 3 ml gliserol dan 5 gram kitosan. Nilai kuat tarik tertinggi sebesar 11 MPa pada komposisi 3 ml gliserol dan 7 gram gliserol. Nilai elongasi tertinggi sebesar 6,67% pada komposisi 3 ml gliserol dan 5 gram. Sedangkan nilai biodegradasi tertinggi sebesar 79% pada komposisi 2 ml gliserol dan 5 gram kitosan. Berdasarkan data yang diperoleh dari uji statistik dan uji sifat mekanik dapat disimpulkan bahwa semakin banyak volume gliserol dan kitosan maka kuat tarik akan semakin meningkat, sebaliknya nilai pemanjangan saat putus, ketahanan air, biodegradasi semakin menurun.

Ucapan Terima Kasih

Ucapan terima kasih kepada Ir. Ahmad M Fuadi selaku pembimbing penelitian dan Yolanda Lessa yang telah membantu dalam penelitian bioplastik serta semua pihak yang telah berperan dalam penelitian bioplastik sehingga penelitian ini dapat dituangkan dalam bentuk tulisan dan diinformasikan kepada khalayak umum.

Daftar Pustaka

- [1] Y. E. Agustin and K. S. Padmawijaya, "synthesis of chitosan-pati bioplastics Kepok Banana," vol. 10, no. 2, pp. 40–48, 2016.

- [2] B. P. S. Indonesia, "Statistik Lingkungan Hidup Indonesia (Environment Statistic of Indonesia) 2017," *Badan Pus. Stat. Indones.*, vol. 02, no. 2016, 2017.
- [3] F. Firdaus, S. Mulyaningsih, and H. Anshory, "Green Packaging Berbasis Biomaterial : Karakteristik Mekanik Dan Ketahanan Terhadap Mikroba Pengurai Film Kemasan Dari Komposit Pati Tropis-Plakhitosan," *Pros. Semin. Nas. Teknoin 2008 Bid. Tek. Kim. dan Tekst.*, no. November, pp. 27–32, 2010.
- [4] S. Purnavita, H. Y. Sriyani, and H. Sri, "Rekayasa Proses Produksi Asam Laktat dari Limbah Ampas Apans Pati Aren Sebagai Bahan Baku Poli Asam Laktat," *Momentum*, vol. 10, no. April, pp. 14–18, 2014.
- [5] A. Asngad, R. Amelia, and N. Aeni, "Pemanfaatan Kombinasi Kulit Kacang Dengan Bonggol Pisang Dan Biji Nangka Untuk Pembuatan Plastik Biodegradable Dengan Penambahan Gliserol," *Bioeksperimen J. Penelit. Biol.*, vol. 4, no. 1, p. 11, 2018.
- [6] Y. Darni and H. Utami, "Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum," vol. 7, no. 4, pp. 88–93, 2010.
- [7] I. G. Sajaya and P. Tyas, "Pada Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Pati Limbah Kulit Singkong," no. 2305100060, 2008.
- [8] S. Katili, B. T. Harsunu, and S. Irawan, "Pengaruh Konsentrasi Plasticizer Gliserol dan Komposisi Khitosan dalam Zat Pelarut terhadap Sifat Fisik Edible Film dari Khitosan." Fakultas Teknik Universitas Indonesia, Depok, pp. 29–38, 2013.
- [9] T. Bourtoom, "Edible films and coatings : characteristics and properties," *Int. Food Res. J.*, vol. 15, no. 3, pp. 237–248, 2008.
- [10] B. Anugerah Rifaldi, Irdoni Hs, "Sifat dan morfologi bioplastik berbasis pati sagu dengan penambahan filler clay dan plasticizer gliserol," pp. 1–7, 2020.
- [11] A. Purwanti, "Analisis Kuat Tarik dan Elongasi Plastik Kitosan Terplastisasi Sorbitol," *Teknologi*, vol. 3, no. 2, pp. 99–106, 2010.