

## Bioplastic Prototype of Gayam Fruit and King Banana Skin with Glycerol Variation

Nur Alim Natsir<sup>1\*</sup> & Asyik Nur Allifah AF<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Department of Sciences Education State Islamic Institute of Ambon, Maluku, Indonesia;

### Article History

Received : September 02<sup>th</sup>, 2023

Revised : September 25<sup>th</sup>, 2023

Accepted : October 03<sup>th</sup>, 2023

\*Corresponding Author: **Nur Alim Natsir**, Department of Sciences Education State Islamic Institute of Ambon, Maluku, Indonesia;  
Email: [nuralimnatsir@gmail.com](mailto:nuralimnatsir@gmail.com)

**Abstract:** Plastic is a popular packaging material used worldwide. Plastic has advantages such as being strong, light and elastic, but due to its slow decomposition process, its existence has an impact on the accumulation of plastic waste and the environment. Bioplastics made from Gayam starch and plantain peels with variations of glycerol are the best solutions to overcome the plastic problem because they are made from easily decomposed raw materials. The purpose of this study was to determine the bioplastic prototype of gayam fruit and plantain peel with glycerol variations. This type of research is quantitative with a laboratory experiment approach. This research was conducted on 24 February 2022 to 06 January 2023 at the Ambon IAIN MIPA Laboratory. Gayam fruit starch and plantain peel starch flour were made in a ratio of 1: 3. Then precipitated for 24 hours and dried in an oven for 4 hours at 50°C. Bioplastics are made by adding variations of glycerol 5%, 10%, 15%, and 20%. Bioplastic prototypes in the form of physical appearance, biodegradable tests and water resistance were analyzed descriptively using the ANOVA test (Analysis of Variance) and continued with Duncan's test to determine the significance of glycerol variations on bioplastic prototypes. The results showed that Gayam starch and plantain peel with variations in glycerol had a significant effect ( $P < 0.05$ ) on the bioplastic prototype.

**Keywords:** Bioplastic, biodegradable, glycerol, prototype, starch.

### Pendahuluan

Tumpukan sampah plastik di lingkungan menunjukkan bahwa plastik masih mendominasi kelengkapan kebutuhan sehari-hari. Tampilan fisik yang kuat dan tahan air menjadi pilihan masyarakat dan sangat diminati karena mudah diperoleh. Jika tidak ada upaya untuk mengatasi, maka limbah plastik akan terus bertambah setiap harinya. Plastik adalah polimer sintetik yang memiliki sifat sulit terdegradasi (*non degradable*) sehingga menyumbang permasalahan lingkungan seperti banjir, meracuni organisme, penyakit dan menurunkan nilai estetika lingkungan.

Plastik terdiri dari beribu atom yang berlekatan dalam suatu rantai sehingga sulit terdegradasi (Yunika Sari *et al.*, 2021) dan membutuhkan waktu urai lama (50-200 tahun) (Borrelle *et al.*, 2020). Mengacu data Sistem

Informasi Pengelolaan Sampah Nasional Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan (KLHK), bahwa jumlah timbunan sampah mencapai 18,3 juta ton. Indonesia merupakan penyumbang limbah plastik terbanyak kedua setelah China sehingga masuk dalam kategori darurat limbah plastik (Rahmawati *et al.*, 2019). Upaya yang dilakukan adalah penggunaan bioplastik ramah lingkungan. Sifat terbarukan seperti pati, selulosa (Maneking *et al.*, 2020) dalam tanaman merupakan bahan yang baik dan mudah hancur oleh mikroorganisme. Selain itu, penguraian mikroorganisme dapat meningkatkan unsur hara dalam tanah (Hidayati, *et al.*, 2020.)

Kajian tentang bioplastik berbahan alami seperti pati telah banyak dilakukan, diantaranya (Titani, 2017) yaitu bioplastik dari pati tepung maizena dan pati tepung tapioca lebih mudah terdegradasi. (Melani *et al.*, 2018) melaporkan

bahwa bioplastik dari pati umbi talas memenuhi standard Nasional Indonesia (SNI), (Astuti *et al.*, 2019) melaporkan bahwa karakteristik plastik berbahan dasar ampas ubi kayu dan kulit udang memiliki nilai kuat tarik yang baik. (Natalia & Muryeti, 2020) bioplastik degradable dari pati singkong dan kitosan. (Pujawati *et al.*, 2021) dengan bioplastik pati ubi talas, (Masahid *et al.*, 2023) gliserol mempengaruhi karakteristik fisik, mekanik dan biodegradasi plastik.

Bioplastik sangat berperan dalam melindungi alam. Kekhasan bahan alami bioplastik menurut (Kharb & Saharan, 2022) bermanfaat untuk menciptakan keberlanjutan lingkungan baru dalam jangka panjang. Komposisi bahan alami bioplastik sangat menentukan produk plastik yang dihasilkan diantaranya adalah pati. Pati adalah materi alami yang tersedia melimpah di alam Maluku. Potensi sumber daya alam berbentuk polimer dari ekstraksi tanaman ini masih minim dalam pengolahannya menjadi suatu produk, sehingga memungkinkan pati dapat digunakan untuk menghasilkan material mudah urai dengan *eco-friendly*, biodegradabel, mudah diperoleh dan terjangkau (Melani *et al.*, 2018). Selain itu pati merupakan bahan polisakarida atau karbohidrat dalam jumlah banyak yang terkandung dalam tanaman.

Bahan alami bioplastik dalam penelitian ini menggunakan kombinasi pati buah gayam dan kulit pisang raja yang diharapkan mampu menjadikan bioplastik ramah lingkungan menggantikan plastik konvensional selain mempunyai nilai ekonomis tinggi serta ketersediaannya yang berkelanjutan. Disamping dapat menambah sifat bioplastik yang lebih kuat dan tahan air. Gayam mengandung karbohidrat sebesar 76,74-85,22%) dan protein (9,67-11,66%) (Putra Prakasa, 2022). Sedangkan kandungan pati pada kulit pisang raja tergolong tinggi yakni sebesar 50% (Robiah, 2020). Plastik dari bahan baku pati kulit pisang raja dilaporkan memenuhi Standar Nasional Indonesia (SNI) (Robiah, 2020).

Bioplastik memiliki sifat dasar mudah robek dan rapuh. Dari segi *tensile elongation*, bioplastik yang baik membutuhkan zat aditif *plasticizer* diantaranya adalah gliserol. Diketahui gliserol memiliki bobot molekul rendah, mampu menurunkan kekakuan karena

bersifat melembutkan bahan dari polimer dan menambah fleksibilitas serta ekstensibilitas polimer. Plastik degradable memerlukan *plasticizer* untuk mendapatkan sifat film yang khas (Afdal *et al.*, 2022). Variasi gliserol dalam penelitian ini ditambahkan untuk mengetahui prototipe bioplastik buah gayam dan kulit pisang raja.

## Bahan dan Metode

### Waktu dan lokasi

Penelitian dilakukan pada bulan Februari 2022 hingga April 2022 di Laboratorium MIPA dan *Green House* IAIN Ambon.

### Alat dan bahan

Peralatan dalam penelitian ini diantaranya adalah oven, timbangan analitik, magnetic stirrer, pisau, filter, aluminium foil, blender, mistar, gelas beker, kipas angin, gelas ukur, kertas gula, spatula, pipet dan gunting. Sedangkan bahan dalam penelitian ini adalah pati buah gayam (*Inocarpus fagiferus* Fosb.) dan kulit pisang raja (*Musa paradisiaca* L).

### Rancangan percobaan

Rancangan Acak Lengkap (RAL) digunakan dalam penelitian ini terdiri dari 5 perlakuan dengan variasi gliserol. Perlakuan yaitu P0 : buah gayam dan kulit pisang raja tanpa gliserol, P1: buah gayam dan kulit pisang raja dengan gliserol 5%, P2: buah gayam dan kulit pisang raja dengan gliserol 10%, buah gayam dan kulit pisang raja dengan gliserol 15% dan P4: buah gayam dan kulit pisang raja dengan gliserol 20%.

Sumber pati diperoleh dari bahan buah gayam dan kulit pisang raja di Provinsi Maluku. Bahan aditif menggunakan *Plasticizer* gliserol, aquades, kitosan dan tanah sebagai media tanam bioplastik. Sampel dikeringkan menggunakan oven dan ditimbang dengan timbangan analitik. Sampel diaduk menggunakan magnetic stirrer. Perlakuan buah gayam dan kulit pisang raja menggunakan perbandingan 6:2. Pengulangan sebanyak 3 kali dalam perlakuan ini diperoleh 15 unit uji. Data dianalisis memakai uji ANOVA dan uji lanjut Duncan dengan aplikasi SPSS.

### Pembuatan tepung pati buah gayam

Pemotongan buah gayam dilakukan untuk kemudian cincang dan haluskan menggunakan blender. Perbandingan aquades yang ditambahkan ke dalam larutan adalah 1:3, dan diendapkan selama 24 jam. Hasil endapan berupa pati dikeringkan dalam oven bersuhu 50°C selama 4 jam.

### Pembuatan tepung pati kulit pisang raja

Kulit pisang raja dipotong dan dicacah halus kemudian diblender halus dan ditambahkan aquades dengan perbandingan 1:3. Larutan produk diendapkan selama 24 jam. Pati yang mengendap di dasar larutan kemudian diambil dan dilakukan pengeringan dalam waktu 4 jam dalam oven dengan suhu 50°C.

### Pembuatan bioplastik degradable

Kombinasi pati buah gayam dan kulit pisang raja perlakuan adalah sebanyak 8 gram dengan perbandingan buah gayam 6 gram dan kulit pisang raja 2 gram, kemudian dilarutkan dalam beaker glass berisi aquades 40ml. Pati hasil kombinasi bahan tersebut dipanaskan pada hotplate yang dilengkapi *magnet stirrer* dengan suhu 60°C selama 8 menit dengan kecepatan pengadukan 4000 rpm. Selanjutnya gliserol ditambahkan masing-masing sesuai perlakuan yakni P0 (5%), P2 (10%), P3 (15%) dan P4 (20%). Larutan hasil dimasukkan dalam cetakan dan dikeringkan selama 24 jam dalam oven bersuhu 50°C. Sesudah kering dan menjadi plastik kemudian cetakan dikeluarkan dari oven dan didinginkan selama 24 jam agar plastik lepas dari cetakan.

### Uji biodegradabilitas

Metode *sorial burial test* dilakukan untuk menguji biodegradabilitas bioplastik dengan menanam plastik langsung dalam tanah selama 7 hari (Alam *et al.*, 2018). Bioplastik yang dihasilkan, ditimbang menggunakan neraca analitik. Massa sampel sebelum inkubasi ( $W_i$ ) ditimbang dan ditanam dalam tanah selama 7 hari (Hutabalian, *et al.*, 2020). Setelah itu sampel kemudian diambil, dibersihkan dan ditimbang kembali ( $W_f$ ). Mekanisme biodegradasi plastik, dianalisis melalui uji standar yakni uji dan laju kehilangan massa selama kurun waktu tertentu.

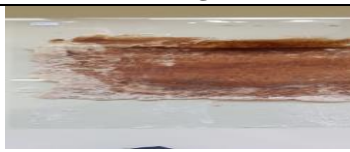




$$\text{Kehilangan massa (\%)} = \frac{(W_i) - (W_f)}{W_i} \times 100$$

### Hasil dan Pembahasan

#### Tampilan fisik bioplastik biodegradabel

Produk bioplastik berbahan dasar pati buah gayam dan kulit pisang raja dengan konsentrasi gliserol berbeda menunjukkan karakteristik yang bervariasi. Penambahan bahan aditif gliserol pada percobaan ini bertujuan untuk mendapatkan bioplastik yang bersifat fleksibel dan menghindarkan dari retakan. Selain itu gliserol digunakan untuk mengurangi sifat hidrofilik bioplastik menjadi hidrofobik dan tahan terhadap air. Variasi gliserol sebagai *plasticizer* akan memperbaiki sifat karakteristik edible film yang diproduksi. Tampilan fisik bioplastik ditunjukkan dalam Tabel 1.

**Tabel 1.** Tampilan Fisik Plastik Biodegradable

No	Perlakuan	Plastik Biodegradabel
1	P0	
2	P1	
3	P2	
4	P3	
5	P4	

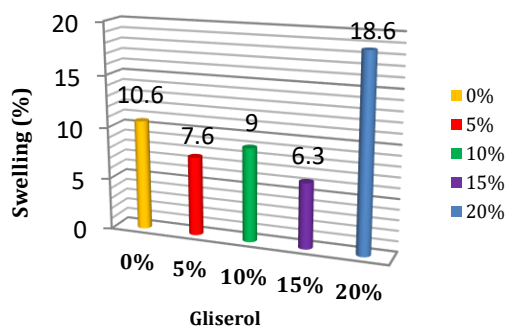
Sifat fisik antar sampel ditampilkan pada Tabel 2.

**Tabel 2.** Sifat Plastik Biodegradabel

No	Sampel	Karakteristik
1	P0	Tekstur elastis dan tidak terpecah
2	P1	Tekstur rapuh dan terpecah
3	P2	Tekstur elastis dan tidak terpecah
4	P3	Tekstur elastis dan tidak terpecah
5	P4	Tekstur elastis dan tidak terpecah

### Uji ketahanan bioplastik terhadap air (*uji swelling*)

Signifikansi variasi gliserol ( $p < 0,05$ ) terhadap ketahanan air bioplastik basis pati buah gayam dan kulit pisang raja, dihasilkan berdasarkan analisis ragam. Kesanggupan bioplastik menahan serapan air yang masuk dilakukan dengan melakukan uji ketahanan air. Ketahanan bioplastik terhadap air ini mendukung sifat komersil plastik yang kuat dan elastis.



**Gambar 1.** Diagram Ketahanan Air

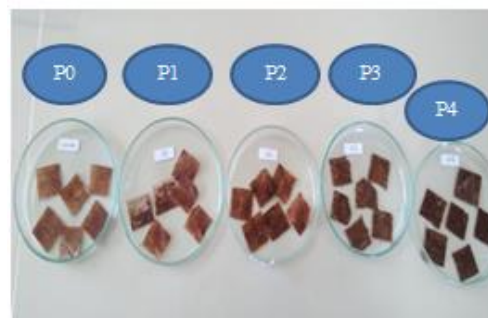
Gambar 1 menunjukkan bioplastik yang memiliki daya serap air terendah adalah perlakuan P2 (10%) dengan nilai sebesar 9% dan tertinggi P4 (20%) dengan nilai 18,6%. Tanpa penambahan gliserol (P0) terlihat bioplastik lebih tahan terhadap air dibandingkan dengan sampel yang ditambahkan gliserol. Kondisi ini menggambarkan bahwa kandungan pati buah gayam mampu mengadakan ikatan silang dengan amilopektin, sehingga ketahanan air menjadi lebih tinggi. Bioplastik basis buah gayam dan kulit pisang raja dengan variasi gliserol menunjukkan fluktuasi presentase ketahanan air. Menurut teori, seharusnya penambahan gliserol berakibat pada penurunan

ketahanan air. Hal ini menunjukkan bahwa bioplastik dari pati buah gayam dan kulit pisang raja dengan penambahan gliserol belum mampu menahan resapan air yang masuk.

Penyerapan air yang rendah akan meningkatkan ketahanan bioplastik, menunda kerusakan dan tahan lama (Permana *et al.*, 2021). Perlu penelitian lanjutan dengan menambahkan zat aditif lain seperti penggunaan variasi kitosan yang dapat meningkatkan kekuatan bioplastik. Gliserol yang digunakan dalam penelitian ini untuk mendapatkan produk bioplastik yang fleksibel dan mudah larut air sehingga mudah terurai. Selain itu dapat menambah sifat hidrofilik bioplastik. Namun demikian, peningkatan penyerapan air tergantung pada karakter hidrofilik yang terdapat pada gliserol karena akan menyebabkan terjadinya daya tarik menarik gliserol dengan air.

### Uji biodegradasi

Uji ini dilakukan dengan memanfaatkan media tanah selama 7 hari. Metode ini dapat memberi informasi tentang ketahanan plastik *biodegradable* yang ditanam dalam tanah. Pada penelitian ini, sampel bioplastik menunjukkan hasil uji yang terurai sempurna. Dalam waktu tujuh hari penimbunan, massa sampel mengalami pengurangan. Massa sebelum dan sesudah proses biodegradasi diukur pada tahap akhir uji. Semakin menurun massa sampel menandakan bahwa sampel akan terdegradasi lebih cepat. Keterlibatan mikroorganisme dan kandungan pati buah gayam adalah faktor yang menyebabkan penurunan massa sampel. Fraksi sampel tidak ditemukan dalam waktu timbun 7 hari. Tampilan fisik bioplastik sebelum proses degradasi disajikan pada Gambar 2.



**Gambar 2.** Tampilan Bioplastik sebelum inkubasi



Fahnur (2017) menyatakan bahwa bahan aditif merupakan bagian yang mempengaruhi tingkat biodegradabilitas pengemas setelah kontak dengan mikroorganisme. Karbon yang terkandung dalam plastik atau polimer dijadikan sumber energi mikroorganisme dalam proses metabolisme dalam menghasilkan produk metabolit berupa CO<sub>2</sub>, H<sub>2</sub>O dan CH<sub>4</sub>. Selain itu gugus hidroksil pada molekul pati terdapat ikatan hydrogen inter dan antar molekul sehingga pati buah gayam bersifat hidrofilik dan mudah terurai. Sedangkan gliserol merupakan bahan tambahan pada pembuatan bioplastik yang berperan dalam menambah fleksibilitas dan menjauhkan terjadinya retakan polimer.

Bioplastik berbasis pati buah gayam dan kulit pisang raja dalam penelitian ini, menunjukkan massa sampel akhir telah menyatu dengan tanah sehingga massa akhir dianggap 100% terurai sempurna. Semakin sedikit gliserol ditambahkan maka akan menurunkan mutu morfologi bioplastik seperti massa dan kelenturan bioplastik seperti massa, ketebalan maupun kelenturan bioplastik (Iqlima *et al.*, 2015). Pemakaian kitosan yang ditambahkan dalam pembuatan bioplastik diduga juga kurang sesuai dengan perbandingan pati buah gayam, kulit pisang raja menggunakan gliserol yakni dalam konsentrasi yang sama untuk semua perlakuan. Hal ini menyebabkan produk bioplastik menjadi rapuh dan kurang kuat (Paradika, 2017). Semakin sedikit pemberian kitosan maka plastik akan mudah rapuh dan terurai (Ratnawati *et al.*, 2023). Ikatan hydrogen yang terdapat dalam produk bioplastik berkurang, tidak kuat dan mudah putus.

Reaksi hidrolisis umum terjadi selama proses degradasi plastik atau polimer. Reaksi ini terjadi ketika ikatan random gugus fungsional dan laju difusi air yang melewati polimer mengakibatkan penyusutan bobot molekul. Komposisi kimia polimer dan faktor lingkungan seperti suhu, kelembaban, oksigen dan pH memiliki peran juga dalam proses urai plastik (Purbasari *et al.*, 2020). Dalam penelitian ini, melalui uji biodegradabilitas diketahui bahwa bioplastik produk basis buah gayam dan kulit pisang raja menggunakan variasi gliserol, lebih mudah mengabsorpsi air dan cepat terdegradasi sehingga tidak memerlukan waktu urai lama (7 hari). Sejalan dengan penelitian (Yunika Sari *et al.*, 2021) bahwa plastik biodegradable terurai

sempurna dalam waktu 6 sampai 10 hari. Gliserol merupakan bahan aditif yang mempengaruhi penyerapan air (Wahyuningtyas & Suryanto, 2017), meningkatkan kekuatan mekanis bioplastik (Aripin *et al.*, 2017), pemlastis yang baik untuk memperoleh sifat mekanis film plastik yang lembut, kuat dan tahan namun ramah lingkungan (Bani, 2019) dan memperbaiki karakteristik bioplastik (Purnavita *et al.*, 2020).

## Kesimpulan

Tampilan fisik bioplastik menunjukkan variasi tergantung pada bahan aditif gliserol perlakuan. Signifikan perlakuan terhadap ketahanan air ( $p < 0,05$ ) dan bioplastik terdegradasi sempurna dalam waktu timbun selama 7 hari.

## Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Kepala Laboratorium MIPA IAIN Ambon beserta staf atas pelayanan selama penelitian dan semua pihak yang memberikan sumbangan pemikiran dan dana.

## Referensi

- Afdal, K., Herawati, N., & Hasri, H. (2022). Pengaruh Konsentrasi Sorbitol sebagai Plasticizer pada Pembuatan Plastik Biodegradable dari Tongkol Jagung. *Chemica: Jurnal Ilmiah Kimia Dan Pendidikan Kimia*, 23(1), 67. <https://doi.org/10.35580/chemica.v23i1.33918>
- Alam, M. N., Kumalasari, N., Nurmalasari, & Illing, I. (2018). Pengaruh Komposisi Kitosan terhadap Sifat Biodegradasi dan Water Uptake Bioplastik dari Serbuk Tongkol Jagung. *Al Kimia*, 6(1), 24–33. <https://doi.org/10.24252/al-kimia.v1i1>
- Aripin, S., Saing, B., Kustiyah, E., Bhayangkara, U., & Raya, J. (2017). 1185-2651-1-Rv. *Jurnal Teknik Mesin*, 06(2), 79–84. <http://dx.doi.org/10.22441/jtm.v6i2.1185>
- Astuti, A. W., Kusuma, H. H., & Kumila, B. N. (2019). Pembuatan dan Karakterisasi Plastik Biodegradable Berbahan Dasar

- Ampas Ubi Kayu dan Kulit Udang. *Al-Fiziya: Journal of Materials Science, Geophysics, Instrumentation and Theoretical Physics*, 2(2), 119–128. <https://doi.org/10.15408/fiziya.v2i2.12407>
- Bani, M. D. S. (2019). Variasi Volume Gliserol terhadap Sifat Fisis Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Pati Ubi Kayu ( Manihot Esculenta Cranz ). *Al Khawarizmi Volume 7(1)*, 61–78. <https://doi.org/10.24256/jpmipa.v7i1.678>
- Borrelle, S. B., Ringma, J., Lavender Law, K., Monnahan, C. C., Lebreton, L., McGivern, A., Murphy, E., Jambeck, J., Leonard, G. H., Hilleary, M. A., Eriksen, M., Possingham, H. P., De Frond, H., Gerber, L. R., Polidoro, B., Tahir, A., Bernard, M., Mallos, N., Barnes, M., & Rochman, C. M. (2020). Predicted growth in plastic waste exceeds efforts to mitigate plastic pollution. *Science*, 369(6509), 1515–1518. <https://doi.org/10.1126/SCIENCE.ABA3656>
- Hidayati, N., Studi, P., Kimia, T., Teknik, F., & Surakarta, U. M. (n.d.). ( Arenga pinnata ) dengan Penambahan Serbuk Kunyit. *EQUILIBRIUM Volume 4 No.2 December 2020 Volume 4(2)*. 10.20961/equilibrium.v7i1.67919
- Hutabalian, P., Harsujowono, B. A., & Hartati, A. (2020). Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Filler terhadap Karakteristik Bioplastik dari Tepung Maizena. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 8(4), 580. <https://doi.org/10.24843/jrma.2020.v08.i04.p11>
- Iqlima, L. S., Rahma, A. A., Riyanto, A., & Ratnani, R. D. (2015). Pengaruh Penambahan Gliserol terhadap Kualitas Bioplastik dari Air Cucian Beras. *Prosiding Seminar Nasional Sains Dan Teknologi Ke-6*, 72–76. <http://dx.doi.org/10.36499/psnst.v12i1>
- Kharb, J., & Saharan, R. (2022). Sustainable Biodegradable Plastics and their Applications: A Mini Review. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 1248(1), 012008. <https://doi.org/10.1088/1757-899x/1248/1/012008>
- Maneking, E., Sangian, H. F., & Tongkukut, S. H. J. (2020). Pembuatan dan Karakterisasi Bioplastik Berbahan Dasar Biomassa dengan Plasticizer Gliserol. *Jurnal MIPA*, 9(1), 23. <https://doi.org/10.35799/jmuo.9.1.2020.27420>
- Masahid, A. D., Aprillia, N. A., Witono, Y., & Azkiyah, L. (2023). Karakteristik Fisik Dan Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Pati Singkong Dengan Penambahan Whey Keju Dan Plastisier Gliserol Physical and Mechanical Characteristics of Biodegradable Plastic Based on Cassava Starch with Addition of Whey Cheese and Gly. *Jurnal Teknologi Pertanian Vol.*, 24(1). <https://doi.org/10.21776/ub.jtp.2023.024.01.3>
- Melani, A., Herawati, N., & Kurniawan, A. F. (2018). Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses Melt Intercalation. *Jurnal Distilasi*, 2(2), 53. <https://doi.org/10.32502/jd.v2i2.1204>
- Natalia, E. V., & Muryeti. (2020). Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Singkong Dan Kitosan. *Journal Printing and Packaging Technology*, 1(1), 57–68. <https://doi.org/10.32722/printpack.v2i1>
- Paradika, Y. P. M. (2017). Effect of Plasticizer and Chitosan Composition on the Plastic Biodegradable Quality from Starch Cassava Rubber (Manihot Glaziovii) as Alternative Plastic. *Aasic.Org*, 83–88. <http://aasic.org/proc/aasic/article/view/276>
- Permana, E., D.R.Gusti, I.L.Tarigan, Y. Andika, A.C Nirwana. 2021. Sifat Fisik Bioplastik dari Pati Umbi Gadung dan Pelepah Sawit. *SCIENCE tech: Jurnal Ilmu Pengetahuan dan Teknologi Volume 7(1)*, 45-54. 10.30738/st.vol9.no2.a14744
- Pujawati, D., Hartiati, A., & Suwariani, N. P. (2021). Karakteristik Komposit Bioplastik Pati Ubi Talas-Karagenan pada Variasi Suhu dan Waktu Gelatinisasi. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(3), 277. <https://doi.org/10.24843/jrma.2021.v09.i0>

- 3.p02
- Purbasari, A., Wulandari, A. A., & Marasabessy, F. M. (2020). Sifat Mekanis Dan Fisis Bioplastik Dari Limbah Kulit Pisang: Pengaruh Jenis Dan Konsentrasi Pemplastis. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 42(2), 66. <https://doi.org/10.24817/jkk.v42i2.5872>
- Purnavita, S., Subandriyo, D. Y., & Anggraeni, A. (2020). Penambahan Gliserol terhadap Karakteristik Bioplastik dari Komposit Pati Aren dan Glukomanan. *Metana*, 16(1), 19–25. <https://doi.org/10.14710/metana.v16i1.29977>
- Putra Prakasa, F. B. (2022). Pengembangan Potensi Desa Mulyodadi Melalui Produk Olahan Keripik Buah Gayam. *Jurnal Atma Inovasia*, 2(6), 591–596. <https://doi.org/10.24002/jai.v2i6.5222>
- Rahmawati, M., Anindita, & Kurnia, A. (2019). Indonesia Darurat Limbah Plastik : Merubah Limbah Botol Plastik Menjadi Kursi. *Prosiding Seminar Nasional Pengabdian Masyarakat LPPM UMJ, September 2019*, 1–4.
- Ratnawati, R., Widyastuti, S., Utomo, Y., & Evawati, D. (2023). Addition of Anadara Granosa Shell Chitosan in Production Bioplastics. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 13(2), 175–185. <https://doi.org/10.29244/jpsl.13.2.175-185>
- Robiah, R.-. (2020). Bioplastik Dari Pati Kulit Pisang Raja Dengan Berbagai Bahan Perekat. *Jurnal Distilasi*, 4(2), 1. <https://doi.org/10.32502/jd.v4i2.2208>
- Titani, F. R. (2017). *Bioplastic from Tapioca and Maizena Starch Haryanto , Fena Retyo Titani*. 18(1), 1–6. 10.30595/Techno
- Wahyuningtyas, N., & Suryanto, H. (2017). Analysis of Biodegradation of Bioplastics Made of Cassava Starch. *Journal of Mechanical Engineering Science and Technology*, 1(1), 24–31. <https://doi.org/10.17977/um016v1i12017p024>
- Yunika Sari, D., Fitriyanti, R., Wahyudi, A., & Yunita Sari, D. (2021). Pemanfaatan Limbah Biji Durian (Durio Zibethinus Murr) SEbagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradable. *Jurnal Redoks*, 6(2), 157–165. <https://jurnal.univpgri-palembang.ac.id/index.php/redoks/article/view/5974>