

Pemanfaatan Campuran Pati Singkong Dan Pati Ubi Jalar Sebagai Bahan Baku Pembuatan Plastik Biodegradasi

Mistiyawati Eka Agustina¹⁾, Lily Arlianti²⁾, Ismi Nurlatifah

^{1,2,3}Program Studi Teknik Kimia, Universitas Islam Syekh Yusuf, Indonesia

Email : ¹⁾ekamisti08@gmail.com, ²⁾larlianti@unis.ac.id, ³⁾isminurlatifah@unis.ac.id

Abstrak/ Abstract	Kata Kunci/KeyWords
<p>Limbah plastik sudah mencemari lingkungan baik daratan maupun lautan, karena konsumsi plastik masih terus meningkat. Plastik biodegradasi merupakan upaya untuk mengurangi pencemaran lingkungan, plastik biodegradasi merupakan plastik yang terbuat dari bahan alami biasanya plastik biodegradasi berbahan dasar pati alami. Pati singkong merupakan jenis pati yang paling banyak digunakan dan dikembangkan untuk pembuatan plastik biodegradasi, dan ubi jalar merupakan umbi yang kandungan patinya cukup banyak meskipun belum banyak dikembangkan menjadi bahan plastik. Penelitian ini bertujuan untuk menghasilkan plastik alami yang bisa menggantikan plastik konvensional dan mengurangi pencemaran lingkungan akibat limbah plastik. Penelitian ini dilakukan dengan variasi komposisi campuran pati (50:0 gr, 35:15 gr, 25:25 gr, 15:35 gr, 0:50 gr) dan variasi suhu pengeringan (40°C, 50°C, 60°C). Pada penelitian ini dilakukan uji organoleptik, uji nilai ketebalan, uji nilai daya serap air dan uji degradasi. Hasil penelitian ini menunjukkan plastik biodegradasi yang memiliki karakteristik paling baik adalah pada variasi komposisi campuran 50:0 gr pada suhu pengeringan 60°C, dengan nilai ketebalan 0.11 mm dan nilai daya serap air 36.5%, tetapi laju degradasi pada variasi ini sangat lambat.</p>	<p>Kata Kunci : <i>Pati Singkong, Pati Ubi Jalar, Plastik Biodegradasi</i></p>
<p><i>Plastic waste is already polluting the environment both land and oceans, as plastic consumption continues to increase. Biodegradable plastics are an effort to reduce environmental pollution, biodegradation plastics are plastics made from natural materials usually biodegradable plastics made from natural starch. Cassava starch is the most widely used type of starch and is developed for the manufacture of biodegradable plastics, and sweet potatoes are tubers whose starch content is quite numerous even though it has not been widely developed into plastic material. This research aims to produce natural plastics that can replace conventional plastics and reduce environmental pollution due to plastic waste. The study was conducted with variations in the composition of starch mixtures (50:0 gr, 35:15 gr, 25:25 gr, 15:35 gr, 0:50 gr) and variations in drying temperatures (40°C, 50°C, 60°C). In this study carried out organoleptic test, thickness value test, water absorption value test and degradation test. The results of this study showed biodegradable plastics that have the best characteristics are in the variation of the composition of the mixture 50:0 gr at a drying temperature of 60°C, with a thickness value of 0.11 mm and a water absorption value of 36.5%, but the rate of degradation in this variation is very slow</i></p>	<p>Keywords: <i>Cassava Starch, Sweet Potato Starch, Plastic Biodegradable</i></p>

1. PENDAHULUAN

Saat ini plastik merupakan bahan yang paling banyak digunakan dalam kehidupan sehari-hari. Plastik yang umumnya digunakan masyarakat merupakan plastik berbahan dasar polimer sintetik dari minyak bumi. Contoh penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari yaitu seperti kantong plastik, kemasan makanan dan minuman seperti gelas plastik, dan peralatan rumah tangga lainnya. Hal ini disebabkan karena plastik memiliki sifat kuat, tahan air, tidak mudah rusak, terjangkau dan elastis bisa dibentuk sesuai dengan kebutuhan, sehingga peranan plastik dalam kehidupan manusia sulit dilepaskan (Triono, Arie E.S, 2017).

Dibalik pentingnya peranan plastik dalam kehidupan sehari-hari, plastik menimbulkan banyak permasalahan bagi lingkungan. Seperti yang kita ketahui bahwa plastik yang banyak digunakan terbuat dari bahan baku minyak bumi yang tidak bisa diperbaharui, dan plastik membutuhkan waktu lama untuk terdegradasi, racun dari partikel plastik yang masuk ke tanah dapat menurunkan tingkat kesuburan tanah. Plastik juga memberikan masalah yang cukup serius untuk laut, banyaknya sampah plastik dilaut menyebabkan kerusakan ekosistem. Pada tahun 2019 Data Asosiasi Industri Plastik Indonesia (INAPLAS) dan Badan Pusat Statistik (BPS) menyatakan sampah plastik di Indonesia mencapai 64 juta ton pertahun. Sebanyak 3,2 juta ton di antaranya dibuang kelaut (INAPLAS & BPS, 2019).

Berdasarkan permasalahan tersebut, maka dilakukan beberapa solusi seperti daur ulang, teknologi pengolahan sampah plastik, dan pengembangan bahan plastik baru yang dapat hancur dan terurai di lingkungan yang biasa disebut dengan plastik biodegradasi (Biodegradable Plastic). Plastik biodegradasi yang terbakar tidak menghasilkan senyawa kimia yang berbahaya. Kualitas tanah akan meningkat dengan adanya plastik biodegradasi, karena hasil penguraian mikroorganisme meningkatkan unsur hara dalam tanah. Proyeksi kebutuhan plastik biodegradasi hingga tahun 2010 yang dikeluarkan oleh Japan Biodegradable Plastic Society (Japan Biodegradable Plastic Society, 2010).

Salah satu bahan alam yang dapat menjadi bahan dasar pembuatan plastik biodegradasi adalah bahan alam yang mengandung pati seperti singkong dan ubi jalar. Pati merupakan jenis polimer alami yang mudah ditemukan, dapat diperbaharui dan juga dapat terdegradasi dengan cepat di lingkungan. Semakin tinggi kandungan pati maka proses degradasi akan semakin cepat. Hal ini disebabkan karena pati merupakan sumber makanan bagi mikroorganisme yang berperan dalam proses degradasi. Namun penggunaan bahan tunggal pada plastik biodegradasi seperti pati masih memiliki beberapa kekurangan diantaranya adalah sifat rapuh, kaku dan sulit dibentuk (Ingaweni dan Suyatno, 2015).

Oleh karena itu perlu ditambahkan bahan tambahan yaitu pemlastis atau plasticizer. Pemlastis salah satu bahan tambahan dalam pembuatan plastik biodegradasi yang berfungsi untuk menambah sifat elastis sehingga plastik yang dihasilkan bisa dibentuk sesuai dengan kebutuhan. Salah satu jenis pemlastis yang banyak digunakan adalah gliserol. Pemlastis gliserol dapat meningkatkan fleksibilitas dan kelarutan terhadap terhadap plastik, sehingga dapat meningkatkan kecepatan pada degradasi plastik berbahan dasar pati (Coniwati P, 2014).

Plastik berbahan dasar pati atau amilum aman bagi lingkungan, sebagai perbandingan plastik yang umum digunakan membutuhkan waktu 50 tahun agar dapat terdegradasi secara alami, sementara plastik biodegradasi dapat terdegradasi 10 hingga 20 kali lebih cepat. Di tahun 1999, produksi plastik biodegradasi hanya sebesar 2500ton, yang merupakan 1/10.000 dari total produksi bahan plastik biodegradasi. Pada tahun 2010, produksi plastik biodegradasi mencapai 1.200.000ton atau menjadi 1/10 dari total produksi bahan plastik. Industri plastik biodegradasi akan berkembang menjadi industri besar di masa yang akan datang karena potensi alam Indonesia yang besar (Pranamuda, 2003).

Pada penelitian ini peneliti menggunakan campuran pati singkong dan ubi jalar sebagai bahan dasar pembuatan plastik biodegradasi dan Glycerol sebagai bahan pemlastis (plasticizer). Kadar amilosa pada pati singkong yang memberikan sifat keras sedangkan amilopektin menyebabkan sifat lengket. Amilosa berperan dalam pembentukan gel sedangkan amilopektin membentuk sifat viscoelastis. Kadar pati dalam singkong sebanyak 81,6 % per 100gr (Subagio, 2007). Pati yang diperoleh dari ekstraksi umbi singkong ini akan memberikan warna putih dan memiliki granula dengan ukuran 5-35 μm dengan rata-rata diatas 17 μm (Samsuri, 2008).

Pati Ubi Jalar belum banyak dimanfaatkan di Indonesia bila dibandingkan dengan pati singkong (tapioka), jagung (maizena), kacang ijo (Hunkoe). Di Korea, China dan Jepang pengolahan pati ubi jalar mampu mencapai 22-23% dari total produksi ubi jalar (Fuglu dan Oates, 2004). Ubi jalar mengandung sekitar 16-50 % bahan kering dan 70-90% dari bahan kering adalah karbohidrat yang terdiri dari pati, gula, selulosa, hemiselulosa, dan pektin (Meyer, 1982). Amilosa hasil ekstraksi ubi jalar dapat dimanfaatkan sebagai coating edible film pada produk bahan baku plastik biodegradasi (Ishiguro, 2000).

Glycerol merupakan bahan pemlastis yang efektif karena memiliki kemampuan untuk mengurangi ikatan hidrogen internal pada ikatan intramolekul, gliserol mampu berinteraksi dengan molekul amilopektin, namun mekanisme reaksi dan immobilisasi plasticizer belum bisa di jelaskan karena belum ada penelitian lebih lanjut. Ada kemungkinan bahwa plasticizer ikut andil dalam mekanisme substitusi, sehingga menurunkan mobilitas keseluruhannya (Kruiskamp, 2001). Gliserol berfungsi untuk meningkatkan elastisitas dan mengurangi derajat

ikatan hidrogen dan meningkatkan jarak antara molekul dari polimer. Semakin banyak penggunaan plasticizer maka akan meningkatkan kelarutan terutama yang bersifat hidrofilik akan meningkatkan kelarutan dalam air. Glycerol memberikan kelarutan yang tinggi dibandingkan sorbitol pada plastik berbahan pati (Bourtoom,2007).

Pada penelitian sebelumnya variasi perbandingan konsentrasi tepung tapioka dengan pati ubi kayu adalah 1:1, 1:1.5, 1:2, dan 1:2.5. Pembuatan film plastik dilakukan dengan melarutkan tepung tapioka dan pati ubi kayu kedalam 80 ml aquades, ditambahkan 3 ml asam asetat dan gliserol 3 ml. Dengan hasil kesimpulan karakteristik plastik biodegradasi substitusi pati ubi kayu dengan tepung tapioka dihasilkan ketebalan yaitu 0.272 – 0.51 mm, ketebalan terbesar pada perbandingan 1 : 3 sebesar 0,51 mm. Kuat tarik berkisar 0,22138 Mpa – 3,25933 Mpa dengan kuat tarik terbesar terdapat pada perbandingan 1 : 2,5 sebesar 3,25933 Mpa dan persen perpanjangan sebesar 20% - 55,6% dengan persen perpanjangan terbesar pada perbandingan 1:2 sebesar 55,6% (Abdul Karim dan Rustam musta 2019).

2. METODE

Bahan dan Peralatan Penelitian

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah grinder, spatula, kaca arloji, neraca massa, magnetic stirrer, hotplat, beaker glass, batang pengaduk, gelas ukur, plat kaca, oven, mikrometer. Bahan yang digunakan adalah pati singkong, pati ubi jalar, akuades, glycerol, dan asam asetat.

Pembuatan Pati Singkong dan Ubi Jalar

Pertama-tama Singkong dan ubi jalar dibersihkan dari kotoran yang melekat dengan cara dikupas kulit luarnya dan di cuci menggunakan air mengalir kemudian keringkan permukannya. Umbi singkong dan ubi jalar yang telah bersih selanjutnya dilakukan proses pamarutan. Setelah diparut proses selanjutnya adalah ekstraksi dengan cara penambahan air lalu diperas, hasilnya berupa cairan filtrat dan ampas. Cairan filtrat hasil ekstraksi diendapkan selama 12 jam, lalu padatan yang mengendap dipisahkan dari cairan. Selanjutnya padatan pati dijemur dibawah sinar matahari langsung selama 2 hari (Utomo dan Antarlina,1997).

Pembuatan Plastik Biodegradasi

Pada penelitian ini cara kerja yang dilakukan mengikuti yang dilakukan oleh krisna (2011) dengan variasi campuran pati 50:0 gr, 35:15 gr, 25:25 gr, 15:35 gr dan 0:50 gr yang dilarutkan dalam 250 ml akuades ditambahkan 15 ml glycerol dan 7,5 ml asam asetat. Setelah larutan tercampur, larutan dipanaskan di hotplate dengan suhu 60°C dan diaduk menggunakan bantuan magnetic stirer hingga terjadi proses gelatinisasi, pengadukan dilakukan selama 2 jam. Lalu dilakukan pencetakan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu 40°C, 50°C dan 60°C. Dilakukan uji terhadap hasil plastik biodegradasi.

Pengujian Hasil

1. Pengambilan Sampel

Dilakukan dengan cara memotong sampel dengan ukuran 5x2 cm, simpan ditempat yang tertutup dan beri label identifikasi.

2. Uji Organoleptik

Dilakukan dengan cara melakukan pengamatan mulai dari warna, aroma, dan tekstur dan ambil gambar untuk data.

3. Uji Ketebalan Plastik Biodegradasi

Alat di gunakan dalam uji ketebalan ini adalah Micrometer, cara kerja yang di lakukan pada uji ketebalan dengan melakukan pengukuran lalu dicatat setiap angka untuk mendapatkan data nilai ketebalan.

4. Uji Daya Serap Air (Water uptake) (Ban et al., 2005)

Alat dan bahan yang di gunakan dalam uji daya serap air antara lain sebagai berikut petridish, timbangan analitik dan akuades. Cara kerja yang di lakukan pada uji adalah dengan cara menimbang berat sampel awal kering, lalu dimasukan kedalam akuades 30 ml tunggu selama 10 detik, lalu ditimbang beras sampel akhir basah. Setelah itu dilakukan perhitungan dengan rumus sebagai berikut:

$$\text{air (\%)} = (W - W_0) / W \times 100\%$$

Keterangan :

W = Massa Sampel Akhir (gr)

W₀ = Massa sampel Awal (gr)

5. Uji Degradasi

Cara kerja yang di lakukan pada uji ketebalan dengan cara menimbun sampel kedalam tanah yang dicampur dengan EM4 selama 10 hari dan dilakukan pengamatan setiap 2 hari sekali.

6. Metode Pengumpulan Data

Untuk menyusun penelitian ini penulis metode yang digunakan dalam pengumpulan data adalah sebagai berikut : Kajian pustaka yaitu dengan membaca buku, jurnal dan karya ilmiah yang berkaitan dengan penelitian. Metode eksperimen secara langsung.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

Telah dilakukan penelitian pembuatan plastik biodegradasi dengan bahan dasar dari campuran pati singkong dan ubi jalar. Dengan memanaskan pati yang dilarutkan dalam akuades dan kemudia ditambahkan glycerol dan asam asetat pada suhu 60°C. Kemudian dimasukan kedalam plat kaca yang pinggirannya dilapisi dengan solasi. Lalu dikeringkan menggunakan oven selama 2 jam. Untuk membantu glycerol agar cepat larut dalam larutan pati maka digunakan asam asetat, karena asam asetat merupakan pelarut yang pas untuk glycerol, dan fungsi dari glycerol adalah sebagai bahan pemlastis agar plastik yang dihasilkan fleksibel/tidak kaku. Pada penelitian ini membuat 15 sampel dengan 2 variabel bebas, yang pertama variasi komposisi campuran pati dengan variasi 50:0 gr, 35:15 gr, 25:25 gr, 15:35 gr, 0:50 gr, yang kedua variasi suhu pengeringan dengan variasi 40°C, 50°C, 60°C.

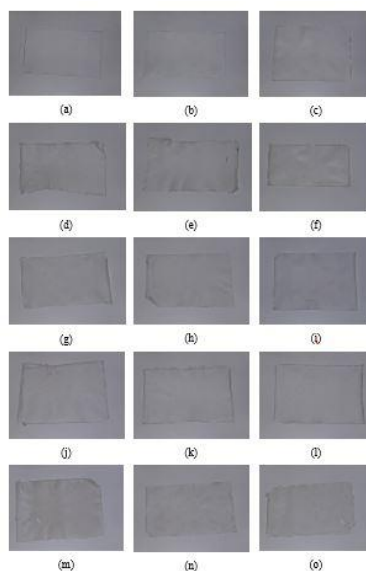
Pengamatan Fisik Hasil Pati Singkong dan Pati Ubi Jalar

Tabel 3. Hasil Pengamatan Fisik Pati

Jenis Pati	Warna	Tekstur	Pengurangan Kadar Air (%)	Rendemen (%)
Singkong	Putih	Halus	61	31
Ubi Jalar	Putih Kekuningan	Halus	65	11.2

Hasil pengamatan ini menunjukkan bahwa umbi singkong dan ubi jalar mempengaruhi warna dari pati yang dihasilkan. Dimana pati umbi singkong berwarna putih karena warna daging umbi singkong putih, dan warna pati dari ubi jalar berwarna kekuningan yang disebabkan oleh pigemen warna *beta-caroten* yang terdapat pada daging umbi ubi jalar. Dan rendemen pati yang dihasilkan terlihat jelas lebih banyak rendemen yang dihasilkan oleh umbi singkong yaitu sebesar 31%, dan umbi ubi jalar menghasilkan rendemen pati sebanyak 11.2%.

Uji Organoleptik pada Plastik Biodegradasi



Gambar 3. Hasil Plastik Biodegradasi

Dalam hasil pegamatan plastik biodegradasi yang dihasilkan menunjukkan semakin besar komposisi pati singkong maka akan mempengaruhi warna dari plastik yang dihasilkan, semakin besar kandungan pati singkong maka plastik yang dihasilkan akan berwarna putih taransparan, begitupun sebaliknya semakin besar kandungan pati ubi jalar maka warna plastik yang dihasilkan akan berwarna kekuningan. Hal ini dikarenakan pada ubi jalar mengandung pigmen warna *beta carotene*. *Beta Carotene* dalam ubi jalar didapat dari proses ekstraksi menggunakan pelarut tertentu, *carotenoid* merupakan suatu zat alami yang mempunyai sifat larut dalam lemak

atau pelarut organik tetapi tidak larut dalam air yang merupakan suatu kelompok pigmen warna berwarna oranye, merah atau kuning (Ani Purwanti et al., 2019).

Uji Ketebalan

Tabel 4. Hasil Uji Ketebalan

Variabel		Uji Ketebalan (mm)	Japanese Industrial Standard
Komposisi Bahan Baku (gr) (PS:PI)	Suhu Pengeringan (°C)		
50:0	40	0,175	<0,25 mm
	50	0,16	
	60	0,11	
35:15	40	0,215	
	50	0,21	
	60	0,20	
25:25	40	0,23	
	50	0,22	
	60	0,205	
15:35	40	0,265	
	50	0,235	
	60	0,225	
0:50	40	0,255	
	50	0,22	
	60	0,20	

Berdasarkan uji ketebalan yang saya lakukan sendiri dengan menggunakan alat *micrometer*, maka hasilnya dapat dilihat pada tabel 4.2 yang menunjukkan bahwa nilai ketebalan yang paling baik adalah pada komposisi campuran pati 50:0 gr pada suhu pengeringan 60°C dengan nilai ketebalan 0.11 mm. Nilai ketebalan paling besar adalah pada variasi komposisi campuran pati 15:35gr pada suhu pengeringan 40°C dengan nilai 0,265 mm. Berdasarkan *Japanese Industrial Standard* pada tahun 2016 ketebalan plastik biodegradasi yang sesuai standar adalah <0,250 mm, maka pada komposisi 15:35gr dengan suhu pengeringan 40°C dan komposisi 0:50gr pada suhu 40°C tidak memenuhi standar ketebalan dan yang lainnya memenuhi standar ketebalan.

Uji Daya Serap Air

Berdasarkan hasil uji daya serap air yang saya lakukan dengan prosedur yang sesuai dari rujukan penelitian sebelumnya, pada tabel 4.3 menunjukkan kesimpulan yaitu: Nilai daya serap yang paling rendah adalah pada komposisi variasi (50:0 gr) dengan suhu pengeringan 60°C memiliki nilai daya serap air 36.5 %, dan nilai daya serap air yang paling tinggi adalah pada komposisi 25:25 gr dengan suhu pengeringan 40°C memiliki nilai daya serap air sebesar 57%. Pada grafik 4.2 pada semua variasi komposisi campuran pati mengalami penurunan nilai daya serap pada suhu pengeringan 60°C, maka dapat dinyatakan bahwa suhu pengeringan berpengaruh terhadap nilai daya serap air.

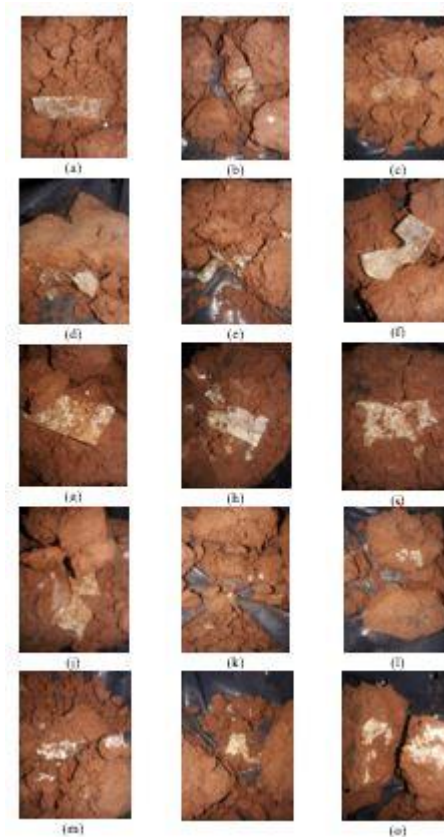
Tabel 5. Hasil Uji Daya Serap Air

Variabel		Uji Daya Serap Air (%)
Komposisi Bahan Baku (gr) (PS:PI)	Suhu Pengeringan (°C)	
50:0	40	49.5
	50	47.5
	60	36.5
35:15	40	49
	50	47.5
	60	46
25:25	40	57
	50	47
	60	46
15:35	40	49.5
	50	46
	60	45
0:50	40	50
	50	52
	60	46.5

Uji Degradasi

Hasil degradasi 10 hari menunjukkan banyak sampel yang mulai mengalami perubahan bentuk, yang paling terlihat signifikan pada variasi komposisi campuran pati 15:35 dengan variasi suhu pengeringan 50°C dan 60°C, 0:50 gr dengan suhu pengeringan 40°C menunjukkan plastik yang didegradasi sudah menyatu dengan tanah. Laju degradasi setiap variasi komposisi dan lama waktu degradasi berbeda-beda, karena pati dalam pembuatan plastik

selain meningkatkan degradabilitas bahan, juga berdampak pada menurunnya kekuatan mekanis bahan (Widyaningsih, dkk., 2012).



Gambar 4. Hasil Degradasi Hari Ke-10

4. SIMPULAN

1. Berdasarkan uji organoleptik plastik biodegradasi yang paling baik terdapat pada komposisi campuran 50:0 gr dengan suhu pengeringan 60°C karena memiliki warna yang sangat mirip dengan plastik konvensional.
2. Nilai ketebalan yang paling baik/paling tipis pada komposisi 50:0 gr dengan suhu pengeringan 60°C yaitu dengan nilai ketebalan 0,11 mm.
3. Nilai daya serap yang paling rendah adalah pada komponen variasi 50:0 gr dengan suhu pengeringan 60°C memiliki nilai daya serap air 36.5 %, dan nilai daya serap air yang paling tinggi adalah pada komposisi 25:25 gr dengan suhu pengeringan 40°C memiliki nilai daya serap air sebesar 57%.
4. Hasil uji degradasi menunjukkan tingkat degradasi paling tinggi pada variasi campuran pati 15:35 dan variasi campuran 0:50 gr, dan plastik dengan tingkat degradasi rendah adalah pada variasi campuran 50:0 gr dan 35:15 gr

5. DAFTAR PUSTAKA

- Alam, M. N., Halid, T., & Illing, I. (2018). *Efek Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Fisika Kimia Bioplastik Pati Batang Kelapa Sawit Indonesian Journal Of Fundamental Sciences (Ijfs)*. Indonesian Journal Of Fundamental Sciences, 4(1), 39–44.
- Arini, D., Ulum, M. S., & Kasman, K. (2017). *Pembuatan Dan Pengujian Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbasis Tepung Biji Durian*. Natural Science: Journal Of Science And Technology, 6(3), 276–283.
- Aripin, S., Saing, B., Kustiyah, E., Bhayangkara, U., & Raya, J. (2017). *Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable*. Jurnal Teknik Mesin, 06(2), 79–84.
- Aripin, S., Saing, B., Kustiyah, E., Bhayangkara, U., & Raya, J. (2017). *Studi Pembuatan Bahan Alternatif Plastik Biodegradable*. Jurnal Teknik Mesin, 06(2), 79–84.

- Asni, N., Saleh, D., & Rahmawati, N. (2015). *Plastik Biodegradable Berbahan Ampas Singkong Dan Polivinil Asetat*. Prosiding Seminar Nasional Fisika (E-Journal) Snf2015, Iv, 57–62.
- Bekti K Dan Haryati S. (2014). *Sifat Fisik, Kadar Air, Tanin, Pati Dan Rendemen Tepung Kentang Kleci (Solenostenon Rotundifolius) Pada Berbagai Teknik Pengolahan (Physical)*. Teknologi Pangan Dan Hasil Pertanian, 12(1), 13–21.
- Billmeyer, F. W. 1971. *Textbook of Polymer Science*. John Wiley & Sons, NewYork.
- Coniwanti, P., Laila, L., & Alfira, M. R. (2014). *Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan Dan Pemplastis Gliserol*. Jurnal Teknik Kimia, 20(4), 22–30.
- Dwi Hartatik, Y., & Nuriyah, L. (N.D.). *Pengaruh Komposisi Kitosan Terhadap Sifat Mekanik Dan Biodegradable Bioplastik*. 3–6.
- Eka Saputri, A. (2016). *Pengembangan Bioplastik Dari Tepung Tapioka Dan Tepung Beras Ketan Putih*. Techno, 17(2), 104–110.
- Epriyanti, N. M. H., Harsojuwono, B. A., & Arnata, I. W. (2016). *Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Komposit Plastik Biodegradable Dari Pati Kulit Singkong Dan Kitosan*. Jurnal Rekayasa Dan Managemen Agroindustri, 4(1), 21–30.
- Ezeoha, S. L. (2013). *Production Of Biodegradable Plastic Packaging Film From Cassava Starch*. Iosr Journal Of Engineering, 3(10), 14–20.
- Fauzi Akbar, Zulisma Anita, & Hamidah Harahap. (2013). *Pengaruh Waktu Simpan Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong Terhadap Sifat Mekanikalnya*. Jurnal Teknik Kimia Usu, 2(2), 11–15.
- Fibriyani, D. (2017). *Pengolahan Onggok Singkong Sebagai Plastik Biodegradable Menggunakan Plasticizer Gliserin Dari Minyak Jelantah*. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, 6(2), 74–77.
- Firdaus, F., & Anwar, C. (2004). *Potensi Limbah Padat-Cair Industri Tepung Tapioka Sebagai Bahan Baku Film Plastik Biodegradabel*. Logika, 1(2), 38–44.
- Ginting, E., Widodo, Y., Rahayuningsih, S. A., & Jusuf, M. (2005). *Characteristics Of Straches From Selected Sweetpotato Varieties*. In Penelitian Pertanian Tanaman Pangan (Vol. 24, Issue 1, Pp. 8–18).
- Hardjono, H., Suharti, P. H., Permatasari, D. A., & Sari, V. A. (2016). *Pengaruh Penambahan Asam Sitrat Terhadap Karakteristik Film Plastik Biodegradable Dari Pati Kulit Pisang Kepok (Musa Acuminata Balbisiana Colla)*. Jurnal Bahan Alam Terbarukan, 5(1), 22–28.
- Haryanti, P., Setyawati, R., & Wicaksono, R. (2014). *Pengaruh Suhu Dan Lama Pemanasan Suspensi Pati Serta Effect Of Temperature And Time Of Heating Of Starch And Butanol Concentration On The Physicochemical*. Agritech, 34(3), 308–315.
- Haryanto, & Titani, F. R. (2017). *Bioplastic From Tapioca And Maizena Starch*. Techno, 18(1), 1–6.
- Hayati, K., Setyaningrum, C. C., & Fatimah, S. (2020). *Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable Dari Limbah Nata De Coco Dengan Metode Inversi Fasa*. 9–14.
- Hidayat, M. K., Mantini, S., & Sedyawati, R. (2013). *Penggunaan Carboxy Methyl Cellulose Dan Gliserol Pada Pembuatan Plastik Biodegradable Pati Gembili*. Ijcs - Indonesia Journal Of Chemical Science, 2(3).
- Hidayat, R., Mulyadi, S., & Handani, S. (2015). *Pengaruh Penambahan Pati Talas Terhadap Sifat Mekanik Dan Sifat Biodegradabel Plastik Campuran Polipropilena Dan Gula Jagung*. Jurnal Fisika Unand, 4(3), 267–271.
- Indriyanto, I., & Wahyuni, S. (2014). *Pengaruh Penambahan Kitosan Terhadap Karakteristik Plastik Biodegradable Pektin Lidah Buaya*. Ijcs - Indonesia Journal Of Chemical Science, 3(2).
- Ismaya, F. C., Hendrawati, T. Y., Kosasih, M., Kimia, J. T., Teknik, F., & Muhammadiyah, U. (2019). *Pemilihan Prioritas Bahan Baku Plastik Biodegradable Dengan Metode Analytical Hierarkhi Process (Ahp)*. 1–5.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). *Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubikayu Di Indonesia / The Development Potential Of Sago And Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic In Indonesia*. Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Pertanian, 36(2), 67.
- Kimia, I. T., Aren, P., & Biodegradable, P. (2018). *Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Pati Aren Dengan Penambahan Aloe Vera Sari Purnavita*, Wahyu Tri Utami Teknik Kimia, Politeknik Katolik Mangunwijaya. 3(2), 31–35.
- Koswara, (2006). *Teknologi Modifikasi Pati*. Ebook Pangan.

- Maryati, M., Iryani, I., & Amelia, F. (2016). *Karakterisasi Plastik Biodegradable Nata De Soya Menggunakan Plasticizer Asam Oleat*. Sainstek: Jurnal Sains Dan Teknologi, 6(1), 65–70.
- Melani, A., Herawati, N., & Kurniawan, A. F. (2017). *Bioplastik Pati Umbi Talas Melalui Proses Melt Intercalation (Kajian Pengaruh Jenis Filler, Konsentrasi Filler Dan Jenis Plasticizer)*. Distilasi, 2(2), 53–67.
- Mery Apriyani Dan Endaruji Sedyadi. (2015). *Sintesis Dan Karakterisasi Plastik Biodegradable Dari Pati Onggok Singkong Dan Ekstrak Lidah Buaya (Aloe Vera) Dengan Plasticizer Gliserol Synthesis And Characterization Of Biodegradable Plastic From Casava Starch And Aloe Vera Extract With Glycerol Plas*. Sain Dasar, 4(2), 145–152.
- Nafiyanto, I. (2019). *Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Limbah Bonggol Pisang Kepok Dengan Plasticizer Gliserol Dari Minyak Jelantah Dan Komposit Kitosan Dari Limbah Cangkang Bekicot (Achatina Fullica)*. Inegrated Lab Journal, 7(1), 75–89.
- Niken, A. H., & Adepristian, D. Y. (2013). *Isolasi Amilosa Dan Amilopektin Dari Pati Kentang*. Teknologi Kimia Dan Industri, 2(3), 57–62.
- Nurfauzi, S., Sutan, S. M., Argo, B. D., Djoyowasito, G., Korespondensi, P., Tarik, K., & Pengeringan, S. (2018). *Sifat Degradasi Pada Plastik Biodegradable Cmc Concentration And Drying Temperature Effect On Mechanical Properties And Degradation Properties Of Biodegradable Plastics Based On Cornstarch*. Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem, 6(1), 90–99.
- Odigboh, 1983 Dalam Chan 1983. (2009). *Pemanfaatan Pati Singkong Sebagai Bahan Baku Edible Film*. 6, 1–21.
- Oetary, D., Syaubari, S., & Riza, M. (2019). *Pengujian Mekanik Dan Biodegradabilitas Plastik Biodegradable Berbahan Baku Pati Bonggol Pisang Dengan Penambahan Kitosan, Sorbitol, Dan Minyak Kayu Manis*. Jurnal Serambi Engineering, 4(2), 565–572.
- Pulungan, M. H., Hidayat, N., Wafa, A., & Wardina, K. (2018). *Pendayagunaan Pati Singkong Dan Tepung Kulit Singkong Sebagai Bahan Pembuatan Plastik Biodegradable (Kajian Rasio Pati Singkong Dan Tepung Kulit Singkong) Empowerment Of Cassava Starch And Cassava Skin Flour As Material Manufacture Biodegradable Plastic*. 41–54.
- Purwanti, A., Egenia, M., & Alviyati, N. (2019). *Optimasi Ekstraksi B-Karoten Ubi Jalar Kuning (Ipomoea Batatas .L) Sebagai Sumber Potensial Pigmen Alami*. Prosiding Nasional Rekayasa Teknologi Industri Dan Informasi Xiv Tahun 2019, 2019(November), 414–419.
- Rahim, A., & Musta, R. (2019). *Pengaruh Penambahan Tepung Tapioka Pada Pati Ubi Kayu (Manihot Esculenta) Terhadap Pembuatan Plastik Biodegradable Dan Karakterisasinya*. Ijca (Indonesian Journal Of Chemical Analysis), 2(2), 66–73.
- Rahmadani, S. (2019). *Pemanfaatan Pati Batang Ubi Kayu Dan Pati Ubi Kayu Untuk Bahan Baku Alternatif Pembuatan Plastik Biodegradable*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 8(1), 26.
- Saputra, A., & Dkk. (2015). *Studi Pembuatan Dan Karakteristik Sifat Mekanik Plastik Biodegradable Berbahan Dasar Ubi Suweg (Amorphophallus Campanulatus)*. Jurnal Keteknikan Pertanian Tropis Dan Biosistem, 3(1), 1–6.
- Saputro, A. N. C., & Ovita, A. L. (2017). *Sintesis Dan Karakterisasi Bioplastik Dari Kitosan-Pati Ganyong (Canna Edulis)*. Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimia, 2(1), 13–21.
- Suryanto, H., Wahyuningtyas, Nanang Eko Wanjaya, R., Puspitasari, P., & Sukarni, S. (2016). *Struktur Dan Kekerasan Bioplastik Dari Pati Singkong*. Sentertek (Seminar Nasional Terapan Teknologi) 2016 Politeknik Negeri Malang, November, 91.
- Suryati, S., Meriatna, M., & Marlina, M. (2017). *Optimasi Proses Pembuatan Bioplastik Dari Pati Limbah Kulit Singkong*. Jurnal Teknologi Kimia Unimal, 5(1), 78.
- Taggart, P. 2004. *Starch as an ingredients : manufacture and applications*. Di dalam: Ann Charlotte Eliasson (ed). *Starch in Food: Structure, Function, and Application*. CRC Press, Baco Raton, Florida.
- Teknologi, J., Pertanian, H., Pertanian, F., & Kuala, U. S. (2012). *Pengaruh Suhu Dan Lama Pengeringan Terhadap Kuantitas Dan Kualitas Pati Kentang Varietas Granola*. Jurnal Teknologi Dan Industri Pertanian Indonesia, 4(3), 26–30.
- Utami, M. R., & Widiarti, N. (2014). *Sintesis Plastik Biodegradable Dari Kulit Pisang Dengan Penambahan Kitosan Dan Plasticizer Gliserol*. Ijcs - Indonesia Journal Of Chemical Science, 3(2).

- Wijaya, R. S., Rosariawari, F., & Mulyadi, E. (2018). *Plastik Biodegradable Dari Limbah Kerak Nira*. *Jurnal Envirotek*, 10(1), 20–27.
- Wulan, S. N., Widyaningsih, T. D., & Ekasari, D. (2007). *Modifikasi Pati Alami Dan Pati Hasil Pemutusan Rantai Cabang Dengan Perlakuan Fisik / Kimia Untuk Meningkatkan Kadar Pati Resisten Pada Pati Beras Native And Debranched Starch Modification Using Physico-Chemical Treatment To Increase Resistant Starch Cont.* *Jurnal Teknologi Pertanian*, 8(2), 80–87.
- Zibethinus, D. (2015). *Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Limbah Biji Durian (Durio Zibethinus Murr.)*. *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, 4(1), 27–34.
- Zuhra, Hasan, M., & Nasir, M. (2017). *Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Kitosan, Pati Bonggol Pisang (Musa Paradisiaca,L), Dan Minyak Jarak (Castor Oil)*. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pendidikan Kimia*, 2(3), 173–182.
- Zulisma Anita, Fauzi Akbar, & Hamidah Harahap. (2013). *Pengaruh Penambahan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Film Plastik Biodegradasi Dari Pati Kulit Singkong*. *Jurnal Teknik Kimia Usu*, 2(2), 37–41.