

PENGARUH RASIO JUMLAH PATI SAGU DENGAN CARBOXY METHYL CELLULOSE (CMC) DAN JENIS PLASTICIZER TERHADAP KARAKTERISTIK BIODEGRADABLE FILM

Friska Septia, Sari Purnavita*, Cyrilla Oktaviananda, Mumpuni Asih Pratiwi

Program Studi D3 Teknik Kimia, Politeknik Katolik Mangunwijaya

Jl. Sriwijaya No. 104, Semarang 50241.

*Email: saripurnavita.2018@gmail.com

Abstrak

Plastik yang mudah terurai atau sering disebut dengan biodegradable film merupakan plastik yang ramah lingkungan. Tujuan penelitian ini adalah mempelajari pengaruh komposisi pati sagu dengan CMC dan jenis plasticizer serta mendapatkan kondisi optimum biodegradable film berdasarkan karakteristik morfologi, ketebalan, ketahanan air, degradabilitas, tensile strength, dan elongation. Variabel bebas pada penelitian ini adalah komposisi jumlah pati sagu dengan CMC (75:25, 80:20, 85:15, 90:10, 95:5) (%) dan jenis plasticizer (gliserol dan sorbitol). Penelitian ini terdiri dari dua tahapan proses, yaitu: (1) Pembuatan CMC dari sabut kelapa, dan (2) Pembuatan biodegradable film. Pembuatan biodegradable film dilakukan selama kurang lebih 30 menit dengan perlakuan pemanasan dilanjutkan dengan pengeringan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa CMC yang dihasilkan memiliki sifat fisik berbentuk serabut pendek, berwarna kuning, larut dalam air, kental dan memiliki nilai derajat substitusi sebesar 0.033756. Hasil uji anova menunjukkan bahwa kombinasi pati sagu dan CMC dengan jenis plasticizer tidak berpengaruh terhadap karakteristik ketebalan, ketahanan air dan degradabilitas.. Pada komposisi pati sagu dan CMC rasio (95:5) menghasilkan morfologi, ketebalan, ketahanan air dan degradabilitas terbaik. Pada komposisi pati sagu dan CMC rasio (75:25) dengan plasticizer sorbitol menghasilkan nilai tensile strength tertinggi sedangkan pada komposisi jumlah pati sagu dan CMC rasio (85:15) plasticizer gliserol menghasilkan nilai elongasi tertinggi.

Kata kunci: biodegradable film, CMC, pati sagu

1. PENDAHULUAN

Plastik yang beredar dikalangan masyarakat mayoritas merupakan plastik sintetis, berasal dari turunan minyak bumi yang sulit terurai oleh mikroorganisme (*non-degradable plastic*), jika terurai membutuhkan waktu yang sangat lama hingga ribuan tahun. Permasalahan sampah di Indonesia telah menjadi masalah yang serius. Sampah plastik menyebabkan penumpukan sampah di mana-mana dan berdampak pada pencemaran lingkungan (Irhamni dkk., 2014). Menurut Gironi and Piemonte dalam Rohmah (2019), tumpukan sampah plastik dapat mengurangi kesuburan tanah dan apabila dibakar dapat menyebarkan gas dioksin yang berbahaya bagi kesehatan manusia.

Salah satu upaya yang dapat dilakukan untuk mengurangi penumpukan jumlah sampah plastik untuk menjaga kualitas lingkungan adalah dengan pengembangan plastik *biodegradable*. Plastik *biodegradable* merupakan plastik yang dapat terurai oleh aktivitas mikroorganisme pengurai. Plastik *biodegradable* juga biasa disebut dengan bioplastik, umumnya kemasan *biodegradable*

diartikan sebagai *film* kemasan yang dapat didaur ulang dan dapat dihancurkan secara alami seperti *Biodegradable film*. *Biodegradable film* merupakan *film* yang berbahan dasar dari alam, seperti pati dan selulosa. Menurut Darni dalam Rohmah (2019), pati memiliki kandungan amilosa dan amilopektin yang merupakan bahan utama untuk membuat *biodegradable film*. Penelitian *biodegradable film* berbahan pati yang pernah dilakukan yaitu pati aren, singkong, jagung, beras dan sagu.

Pati sagu merupakan golongan pati yang memiliki kandungan 28,84% amilosa dan 71,16% amilopektin, serta mempunyai kemampuan membentuk *film* yang baik untuk pembuatan *biodegradable film*. *Biodegradable film* yang berbahan dasar pati masih memiliki kekurangan, umumnya bersifat kaku, mudah sobek, dan tidak tahan air (Septiawan dkk., 2019), sehingga dibutuhkan bahan lain untuk memperbaiki sifatnya. Bahan yang dapat digunakan untuk memperbaiki sifat *biodegradable film* tersebut adalah selulosa.

Selulosa banyak ditemukan di alam, salah satunya limbah hasil pertanian sabut kelapa muda. Sabut kelapa muda sangat banyak diperoleh dan tidak memiliki nilai jual. Sabut kelapa muda mempunyai selulosa sekitar 43,4% (Sukardati dkk., 2010). Selulosa alami terdapat lignin yang bersifat amorf sehingga perlu dihilangkan dengan cara delignifikasi, penghilangan lignin bertujuan untuk mendapatkan selulosa yang lebih murni (Nasruddin, 2012). Selulosa dapat disintesis menjadi *Carboxy Methyl Cellulose* (*CMC*). *CMC* dapat digunakan sebagai bahan pengikat, pembentuk gel dan *stabilizer* pada pembuatan *biodegradable film*. Penambahan *Carboxy Methyl Cellulose* pada pembuatan *biodegradable film* berbasis pati sagu akan meningkatkan sifat kekuatan *film* yang dihasilkan, sedangkan untuk meningkatkan fleksibilitas *film* diperlukan penambahan bahan aditif seperti *plasticizer* dengan jenis yang tepat. Jenis-jenis *plasticizer* yang sering digunakan pada pembuatan *biodegradable film* adalah sorbitol dan gliserol. Menurut Rohmah (2019) sorbitol merupakan *plasticizer* yang dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan elongasi bioplastik. Menurut Rohmah (2019) gliserol digunakan sebagai *plasticizer* karena memiliki nilai daya serap air rendah dan lebih mudah terdegradasi. Oleh sebab itu diperlukan penelitian untuk mempelajari rasio jumlah pati sagu dengan *CMC* dan jenis *plasticizer* yang optimal untuk menghasilkan *biodegradable film* dengan karakteristik yang baik dan dapat terurai oleh lingkungan.

2. METODOLOGI

2.1 Alat

Peralatan yang digunakan pada pembuatan *CMC* adalah *chopper*, *beaker glass*, pisau, saringan, *size reduction*, nampan, *screening*, labu leher tiga, kondensor, *mantel heater*, timbangan, *oven*, *stopwatch*. Alat yang digunakan pada pembuatan *biodegradable film* adalah gelas ukur, pengaduk kaca, termometer, *beaker glass*, timbangan, *hot plate*, *magnetic stirrer*, dan nampan untuk cetakan.

2.2 Bahan

Bahan yang digunakan dalam pembuatan *CMC* adalah sabut kelapa muda yang diperoleh dari pedagang es kelapa muda di jalan Kawi Kota Semarang, iso propil alkohol, etanol, *aquadest*, natrium hidroksida 30%, dan natrium

monokloroasetat P.A. Bahan yang digunakan dalam pembuatan *biodegradable film* adalah pati sagu, *CMC* (*Carboxy Methyl Cellulose*), *plasticizer* berupa sorbitol dan gliserol, *aquadest*.

2.3 Prosedur Penelitian

2.3.1 Pembuatan CMC dari sabut kelapa

Delignifikasi dan *bleaching*

Sabut buah kelapa muda bagian bawah lapisan luarnya (*epicarp*) diambil dan dipotong persegi dengan ukuran $\pm 1\text{cm}$. Sejumlah 50 g diambil dan dicuci bersih, lalu ditambahkan 100 ml *aquadest*, dan dihaluskan dengan blender selama 3 menit hingga terbentuk bubur. Bubur sabut buah kelapa selanjutnya dicuci dan disaring untuk memisahkan air dan selulosa hingga diperoleh selulosa serta dikeringkan. Serbuk kering dikecilkan lagi ukurannya dengan menggunakan alat *size reduction* sampai didapatkan serbuk yang halus.

Proses delignifikasi pada penelitian ini mengacu penelitian Triasswari dkk. (2022) dengan modifikasi. Sabut kelapa muda yang telah *discreening*, lalu dihilangkan ligninnya dengan menggunakan larutan Natrium Hidroksida kadar 10% dan rasio antara bahan dengan pelarut (1:10), selanjutnya dipanaskan dan diaduk pada suhu 95-100°C selama 1 jam. Kemudian, sabut kelapa muda yang sudah terdelignifikasi *dibleaching* dengan larutan Hidrogen Peroksida kadar 30% (v/v) serta perbandingan antara bahan dan pelarut (1:10) dan dipanaskan pada suhu 90-95°C selama 1 jam. Proses berikutnya adalah neutralisasi menggunakan *aquadest* hingga diperoleh pH netral, lalu dikeringkan menggunakan *oven* pada suhu 50°C selama 12 jam hingga diperoleh selulosa kering berkadar air <8%.

Alkalisisasi dan Karboksimetilasi

Sepuluh gram serbuk sabut kelapa muda kering dimasukkan kedalam *three neck flash*, kemudian ditambah 200 ml iso propil alkohol, 25 ml etanol, diaduk dan dipanaskan menggunakan *heating mantle* selama 10 menit. Selanjutnya ditambahkan larutan Natrium Hidroksida kadar 30% sebanyak 11 g dengan penambahan tetes demi tetes. Proses alkalisisasi ini berlangsung pada suhu 24 °C selama 1 jam. Proses karboksimetilasi dilakukan dengan menambahkan *sodium monochloracetate* sebanyak 10 g dengan cara penambahan sedikit demi sedikit pada suhu 55 °C selama 3,5 jam serta diikuti pengadukan terus menerus.

Selanjutnya dilakukan pendinginan dan kemudian disaring hingga didapatkan endapan kristal putih. Kristal yang didapat dinetralkan dengan asam asetat hingga netral serta dicuci dengan etanol. Selanjutnya dikeringkan dan dilakukan uji kelarutan dalam air dan uji derajat substitusi untuk memastikan bahwa kristal tersebut adalah CMC.

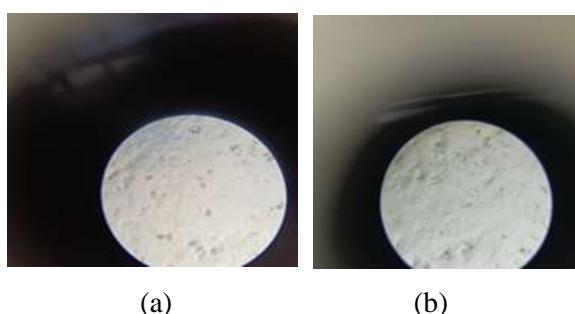
2.3.1 Pembuatan *biodegradable film*

Larutan pati sagu dan larutan CMC dituang ke dalam *beaker glass* ukuran 500 ml. Campuran diaduk dan dipanaskan pada suhu 70°C dengan menggunakan *hotplate stirrer*, setelah pengadukan berlangsung 5 menit dilanjutkan dengan penambahan *plasticizer* dan pengadukan serta pemanasan dilanjutkan hingga 30 menit sampai terjadi gelatinasi. Campuran yang telah homogen dan telah mengalami gelatinisasi didiamkan selama ±2 menit. Setelah itu campuran dituangkan ke dalam cetakan secara merata. Selanjutnya dikeringkan dengan menggunakan oven pada suhu 60°C selama 24 jam sampai terbentuk bioplastik (Humairi dkk., 2023). *Biodegradable film* yang terbentuk dilakukan uji kualitas meliputi morfologi, ketebalan, ketahanan air, degradabilitas, *tensile strength*, dan *elongation*.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Morfologi

Hasil uji morfologi yang dilakukan dengan pengamatan sampel *biodegradable film* dibawah mikroskop seperti ditunjukkan pada Gambar 1.



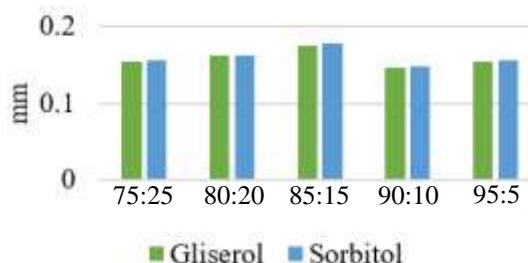
Gambar 1 Hasil uji Morfologi (a) rasio 95:5 *plasticizer* gliserol, (b) rasio 95:5 *plasticizer* sorbitol

Pada Gambar 1 komposisi rasio jumlah pati sagu dan CMC sabut kelapa muda sebesar 95:5 (%) dengan *plasticizer* gliserol maupun sorbitol menghasilkan *biodegradable film* dengan permukaan yang lebih halus dibanding dengan rasio lainnya. Hal ini disebabkan

semakin banyak jumlah pati maka akan menghasilkan permukaan yang halus. Hasil tersebut sesuai dengan penelitian Ozdamar dan Ates (2018) bahwa pati mempengaruhi permukaan bioplastik agar semakin halus, serta didukung karakteristik *plasticizer* (gliserol dan sorbitol) yang mampu membuat bioplastik semakin fleksibel karena terjadi regangan ikatan antar molekul dari komponen-komponen penyusun bioplastik sehingga menghasilkan permukaan yang tingkat kehalusannya meningkat (Kamsiaty dkk., 2017).

3.2. Ketebalan

Pada penelitian ini pengukuran ketebalan *biodegradable film* dilakukan dengan menggunakan mikrometer sekrup. Hasil pengukuran ketebalan seperti ditunjukkan pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik uji ketebalan

Gambar 2 menampilkan hasil penelitian komposisi rasio jumlah pati sagu dan CMC sabut kelapa muda dengan jenis *plasticizer* yang berbeda terhadap ketebalan *biodegradable film*. Gambar 2 menunjukkan nilai ketebalan *biodegradable film* pada berbagai jenis *plasticizer* telah memenuhi standar yang ditetapkan oleh *Japanese Industrial Standard (JIS)*, yaitu sebesar $\leq 0,25$ mm. Komposisi pati sagu dan CMC yang memenuhi standar (JIS) adalah rasio (75:25; 80:20; 85:15; 90:10; 95:5) (%) dengan *plasticizer* gliserol maupun sorbitol. Pada komposisi pati sagu dan CMC rasio 95:5 (%) dengan *plasticizer* sorbitol memberikan hasil terbaik. Konsentrasi pati yang digunakan mempengaruhi ketebalan *biodegradable film*, semakin tinggi konsentrasi pati maka ketebalan meningkat.

Pada penelitian (Warkoyo dkk., 2014) juga menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi pati akan meningkatkan jumlah bahan padat terlarut sehingga ketebalan bioplastik meningkat.

3.3. Ketahanan Air

Pengujian ketahanan air perlu dilakukan untuk mengukur daya serap air pada permukaan *biodegradable film*.

Tabel 1. Hasil uji ketahanan air

Rasio pati sagu : CMC (%)	Daya serap air (%)	
	Gliserol	Sorbitol
75:25	5.58	7.66
80:20	5.2	6.5
85:15	3.57	5.2
90:10	2.25	9.2
95:5	6.7	3.86

Tabel 1 menampilkan hasil penelitian komposisi rasio jumlah pati sagu dan CMC sabut kelapa muda dengan jenis *plasticizer* terhadap ketahanan air *biodegradable film*. Pada Tabel 1 untuk komposisi jumlah pati sagu dan CMC rasio 95:5 (%) untuk *plasticizer* sorbitol mempunyai nilai daya serap air rendah dibandingkan dengan rasio 90:10 (%). Semakin banyak CMC yang ditambahkan maka daya serap air pada *biodegradable film* akan meningkat, sebaliknya semakin sedikit jumlah CMC yang ditambahkan maka penyerapan air pada *biodegradable film* akan menurun. Hasil penelitian ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan Septiosari dkk. (2010), semakin banyak jumlah CMC dapat menjadikan *biodegradable film* lebih bersifat hidrofilik.

3.4. Degradabilitas

Uji degradabilitas dilakukan untuk menilai kemudahan suatu bahan dapat terurai oleh bakteri. Hasil uji degradabilitas pada penelitian ini seperti ditunjukkan pada Tabel 2.

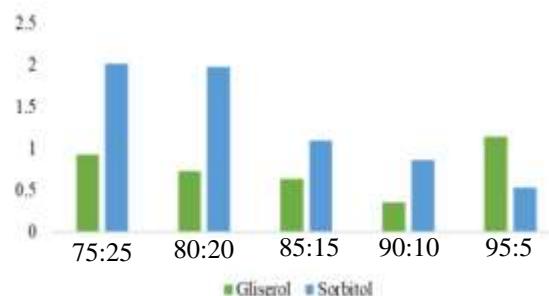
Tabel 2. Hasil uji degradabilitas

Rasio pati sagu : CMC (%)	Daya serap air (%)	
	Gliserol	Sorbitol
75:25	0.551	0.640
80:20	0.686	0.717
85:15	0.671	0.581
90:10	0.306	0.371
95:5	0.549	0.424

Tabel 2 menampilkan hasil penelitian komposisi rasio jumlah pati sagu dan CMC sabut kelapa muda dengan jenis *plasticizer* terhadap biodegradasi *biodegradable film*. Pada tabel tersebut *biodegradable film* dapat terdegradasi selama 1 hari (24 jam). Pada

komposisi jumlah pati sagu dan CMC rasio 95:5 (%) dengan *plasticizer* gliserol memberikan hasil terbaik.

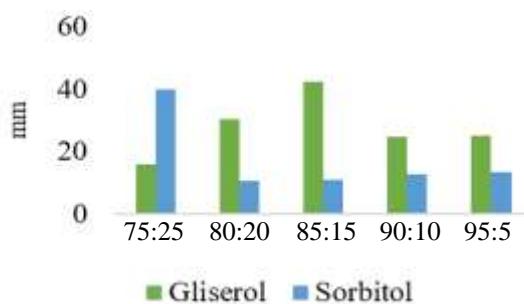
3.5. Tensile Strength



Gambar 3. Grafik uji tensile strength

Pada Gambar 3 dapat diketahui nilai kuat tarik terendah dan nilai kuat tarik tertinggi. Bioplastik yang memiliki kuat tarik terendah sebesar 0,351 (N/mm²) pada komposisi jumlah pati sagu dan CMC rasio 90:10 (%) untuk *plasticizer* jenis gliserol dan *tensile strength* tertinggi yaitu 2,021 (N/mm²) pada komposisi jumlah pati sagu dan CMC rasio 75:25 (%) dengan *plasticizer* sorbitol. *Plasticizer* sorbitol menghasilkan *biodegradable film* dengan *tensile strength* lebih tinggi dibandingkan *plasticizer* gliserol. Hal ini dikarenakan semakin banyak jumlah CMC yang digunakan mampu meningkatkan *tensile strength* *biodegradable film* yang dihasilkan. Nilai *tensile strength* yang diperoleh pada penelitian ini masih lebih rendah dibanding nilai kuat tarik pada penelitian Septiawan dkk., (2019) yaitu 6,776 Mpa. Hal ini dikarenakan pada penelitian Septiawan dkk., (2019) konsentrasi CMC yang digunakan lebih banyak yaitu sebesar 35-45%. Hasil yang diperoleh pada penelitian ini sesuai dengan penelitian Hapsari (2021) bahwa kuat tarik bioplastik yang dihasilkan mengalami peningkatan seiring dengan penambahan konsentrasi CMC.

3.6. Elongation



Gambar 4. Grafik uji elongation

Pada Gambar 4 diketahui bahwa nilai elongasi tertinggi dihasilkan pada rasio jumlah pati sagu dan *CMC* 85:15 (%) dengan *plasticizer* gliserol yaitu sebesar 42,55 mm dan nilai elongasi terendah dihasilkan pada komposisi jumlah pati sagu dan *CMC* rasio 80:20 (%) dengan *plasticizer* sorbitol sebesar 10,66 mm. Hal ini dapat dilihat dari karakteristik *biodegradable film* yang dihasilkan, *biodegradable film* yang menggunakan *plasticizer* gliserol lebih fleksibel atau lebih lentur dibandingkan dengan *biodegradable film* yang menggunakan *plasticizer* sorbitol. Sifat gliserol sebagai *plasticizer* dapat meningkatkan fleksibilitas bioplastik, namun juga dapat mengurangi *tensile strength* bioplastik yang dihasilkan. Hasil yang didapat sesuai dengan penelitian Aprilian dkk., (2020) bahwa nilai elongasi *plasticizer* gliserol lebih besar dibandingkan dengan *plasticizer* sorbitol.

4. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa *CMC* yang terbuat dari sabut kelapa muda memiliki sifat fisik berbentuk serabut-serabut yang pendek, berwarna kuning, larut dalam air, kental dan memiliki nilai derajat substitusi sebesar 0,033756. Pada komposisi jumlah pati sagu dengan *CMC* rasio 95:5 (%) dan *plasticizer* sorbitol menghasilkan morfologi, ketebalan, ketahanan air dan degradabilitas terbaik. Pada komposisi pati sagu dengan *CMC* rasio 75:25 (%) dan *plasticizer* sorbitol menghasilkan nilai *tensile strength* tertinggi sedangkan pada komposisi jumlah pati sagu dan *CMC* rasio 85:15 (%) *plasticizer* gliserol menghasilkan nilai elongasi tertinggi.

DAFTAR PUSTAKA

- Apriliana, P., & Wulandari, A.A. Marasabessy, F. M. (2020). Sifat Mekanis dan Fisis Bioplastik dari Limbah Kulit Pisang: Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Pemlastis. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, 42(2), 66–73.
- Hapsari, R. . (2021). Optimasi Carboxy Methyl Cellulose (CMC) Pada Bioplastik dari Alginat *Sargassum sp.* dengan Pemlastis Sorbitol. UIN Syarif Hidayatullah.
- Humairi, A. ., Aji, H. A. ., Suharti, P. ., & Pratiwi, M. . (2023). Peningkatan Sifat Fisik Biodegradable Film dari Kulit Pisang Kepok (*Musa Acuminata*) dengan Variasi Penambahan Filler dari Bahan Alam. *Jurnal Teknologi Separasi*, 9(1), 20–28.
- Irhamni, Rambe, M. S., Zulfalina, & Rahmi. (2014). Analisa Pengaruh Pati Biji Durian Durian (*Durio Zibethinus*) Sebagai Bahan Pengisi Terhadap Sifat Mekanik Dan Biodegradasi Komposit Matrik Polipropilena (PP). *Jurnal Teori Dan Aplikasi Fisika*, 2(2), 139–145.
- Kamsiati, E., Herawati, H., & Purwani, E. Y. (2017). Potensi Pengembangan Plastik Biodegradable Berbasis Pati Sagu Dan Ubi Kayu di Indonesia. *Jurnal Litbang Pertanian*, 36(2), 67–76.
- Nasruddin. (2012). Delignifikasi Tandan Kosong Kelapa Sawit Dilanjutkan Dengan Hidrolisis Bertahap Untuk Menghasilkan Glukosa. *Jurnal Dinamika Penelitian Industri*, 23(1), 1–11.
- Ozdamar, E. G., & Ates, M. (2018). A Research on Starch Based Bioplastic. *Journal of Sustainable Construction Materials and Technologies*, 3(3), 249–260.
- Rohmah, A. (2019). Perbandingan Plasticizer Gliserol dan Sorbitol Pada Bioplastik Pati Sagu (*Metroxylon Sp.*) Dengan Penambahan Minyak Kulit Jeruk Manis (*Citrus Sinensis L.*) Sebagai Antioksidan. UIN Sunan Ampel.
- Septiawan, F., Amraini, S. ., & Bahruddin. (2019). Pembuatan Bioplastik Berbasis Komposit Pati Sagu-Carboxy Methyl Cellulose (CMC) dengan Plasticizer Sorbitol. *Jurnal Teknik Kimia*, 6(1), 1–7.
- Septiosari, A., Latifah, L., & Kusumastuti, E. (2010). Pembuatan Dan Karakterisasi Limbah Biji Mangga dengan Penambahan Selulosa dan Gliserol. *Indonesian Journal of Chemical Science*, 3(2), 158–162.

- Sukardati, S., Kholisoh, S. D., & Prasetyo, H. (2010). Produksi Gula Reduksi dari Sabut Kelapa Menggunakan Jamur Trichoderma reesie. *Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan."*
- Triasswari, N. P. M., Arnata, I. ., & Sedana Yoga, I. W. . (2022). Karakteristik Karboksimetil Selulosa Dari Onggok Singkong Pada Variasi Konsentrasi Natrium Hidroksida dan Asam Trikloroasetat. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 10(3), 302–311.
- Warkoyo, Rahardjo, B., Marseno, D. W., & Karyadi, J. N. W. (2014). Sifat Fisik Mekanik dan Barrier Edible Film Berbasis Pati Umbi Kimpul (*Xanthosoma sagittifolium*) yang Diinkorporasi dengan Kalium Sorbat. *Jurnal Universitas Gadjah Mada*, 34(1), 72–81.