



Modifikasi Pati Secara Asetilasi dan Aplikasinya Sebagai Bahan Dasar Filamen Jaring Ikan Ramah Lingkungan

Warlinda Eka Triastuti^{1*}, Suprpto¹, Tisnuliah Muyassaroh¹, Suardhana Bawafi¹, Ade Citra Oktaviana Elok Sampurno¹, Muhammad Akha Meghotsah¹, Fitra Diannico Aditama¹, Krisna Setya Ardhana¹

¹Departemen Teknik Kimia Industri, Fakultas Vokasi Institut Teknologi Sepuluh Nopember, Jl. Ray ITS Sukolilo Surabaya 60111, Telp. (031) 5937968 Fax (031) 5965183

*Email : warlindaeka@chem-eng.its.ac.id

Abstrak

Fishing nets are generally made of synthetic polyamides such as nylon. The use of nylon nets has negative impacts, such as habitat destruction. So it is necessary to consider the use of biodegradable nets. One of the potential natural materials that can be used as eco-friendly fishing net filaments is starch. The research aims to modify cassava and corn starch by acetylation method to improve their characteristics. Starch modification was carried out by adding acetic acid with variable concentrations of 10%, 15%, 20%, 25%, and 30% into the starch. Modified starch was analysis for water content, swelling power, solubility, and FTIR. In the manufacture of filaments using modified corn 15% with a test result of 0.04; 0.13; 0.05. The results of the FTIR analysis showed a combined functional group between HDPE and starch at wave numbers 2922.2cm⁻¹ and 1371.7cm⁻¹. Starch content has an effect on reducing the weight of filament degradation. SEM analysis showed that the compatibility of the filament with the addition of MA increased but the internal structure of the filament gradually expanded with increasing starch content. The results of the analysis of tensile strength and elongation at break of the filament are 1.81 kgf and 119.77%.

Keywords :starch; asetilation; filament; fishing net; biodegradable

Pendahuluan

Upaya untuk pemenuhan kebutuhan sumber protein khususnya ikan dan meningkatkan kemampuan tangkap alat penangkapan ikan juga terus dilakukan. Sebagian besar alat penangkapan ikan terbuat dari plastik sintetis. Peralatan penangkapan ikan dan komersial yang terbengkalai atau hilang di laut tidak dapat terurai secara hayati. Dampak dari gillnet yang terlantar dilingkungan telah diperburuk oleh penggunaan bahan non-biodegradable, terutama nilon poliamida (PA), yang umumnya lebih persisten di lingkungan dari pada bahan alami. Salah satu solusi atas permasalahan yang ditimbulkan adalah dengan menemukan bahan yang memiliki sifat biodegradabilitas untuk pembuatan jaring sehingga dapat terurai secara sempurna dalam waktu yang singkat serta mempertahankan keseimbangan lingkungan. Pada tahun 2020 telah dilakukan penelitian pembuatan jaring ikan dari serat alami. Jaring ikan dari serat alami tidak membutuhkan waktu yang lama untuk terurai, namun terdapat kekurangan yaitu mudahnya menyerap air sehingga lebih cepat terjadi pembusukan sehingga kurang efektif (Tian, 2020). Oleh karena itu perlu dipertimbangkan penggunaan jaring menggunakan bahan yang biodegradable.

Penggunaan plastik biodegradable mempertahankan sifat serupa dengan plastik konvensional selama penggunaan dan dapat sepenuhnya terdegradasi oleh mikroorganisme alami. Pengembangan dan aplikasi bahan berbasis pati biodegradable semakin menarik perhatian karena dinilai dapat mengurangi beban lingkungan karena ekstensif penggunaan polimer. Pati merupakan salah satu polimer alam yang berpotensi dimanfaatkan sebagai bahan untuk pembuatan bahan biodegradable karena sifatnya yang mudah terurai, keberadaannya melimpah dan dapat diperbarui. Pati alami mempunyai beberapa permasalahan yang berhubungan dengan retrogradasi, stabilitas rendah, dan ketahanan pasta yang rendah maka untuk memperbaiki keterbatasan tersebut dilakukan modifikasi pati baik secara fisika maupun secara kimia. Modifikasi pati pada umumnya dilakukan untuk memperbaiki atau menambahkan sifat-sifat fungsional tertentu yang tidak terdapat pada pati asli, sehingga menjadi lebih luas aplikasinya. Salah satu metode modifikasi kimia pati yang umum digunakan adalah metode asetilasi yang menghasilkan pati asetat. Pati asetat merupakan hasil asetilasi pati dimana granula pati diesterkan dengan grup asetat dengan mensubstitusi gugus hidroksil pati. Untuk memproduksi pati termodifikasi secara asetilasi. Pati termodifikasi secara asetilasi adalah salah satu modifikasi kimia dengan menyisipkan gugus asetil pada gugus OH pada pati melalui reaksi asetilasi (Nurhayatu, 2019).



Pada penelitian ini akan dilakukan Untuk mengetahui proses modifikasi pati dengan metode asetilasi yang diaplikasikan dalam pembuatan filamen jaring ikan biodegradable ramah lingkungan.

Metodelogi Penelitian

Dalam peneitian alat yang digunakan antara lain : *Beaker glass, exstruder, gelas ukur, hot plat stirrer, oven, pH meter, pompa vacuum*. Dan untuk bahan dalam penelitian yaitu pati singkong, pati jagung, asam asetat *anhidrat Emsure analisis, aquadest, HCl merck 96%, NaOH merck, Low density polyethylene (LDPE) komersil, gliserol, High density polyethylene (HDPE) komersil, maleat anhidrida merck*.

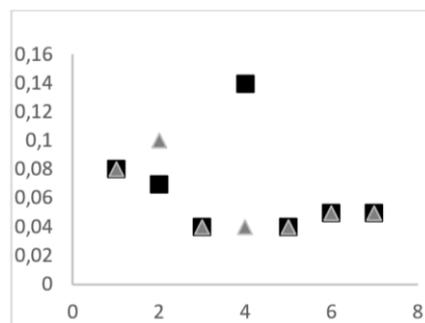
Dengan variabel percobaan modifikasi pati dengan konsentrasi asam asetat anhidrat 10%, 15%, 20%, 25% dan 30%. Pada blanding TPS-LDPE perbandingan 3:7. Dan untuk filamen jaring ikan dengan perbandingan TPS-LDPE, HDPE dan MA berturut turut 14,4 gram; 1,6 gram ;1,28 gram.

Pada modifikasi pati diawali dengan merendam pati dalam aquades bertujuan untuk memudahkan proses pencampuran pati dengan reagen asam asetat. Kemudian ditambahkan larutan asam asetat dan larutan NaOH secara bertahap. Selama reaksi pH dijaga di pH 8-8,4. Setelah dua jam, ditambahkan larutan HCl hingga pH 6. Slurry pati lalu difiltrasi dan endapannya dicuci menggunakan aquades hingga pH netral. Endapan pati kemudian dikeringkan di suhu 50°C. Analisa uji yang dilakukan pada modifikasi yaitu kadar air dengan pengeringan menggunakan oven pada suhu tertentu. *Solubility* ditentukan sebagai persentase padatan kering massa berdasarkan massa sampel kering. *Swelling power* ditentukan oleh rasio antara massa sedimen basah dan massa sampel kering awal. Analisis Fourier Transform Infra-Red (FTI-R) untuk memperoleh spektrum inframerah dari penyerapan atau emisi zat padat, cair, atau gas yang bertujuan untuk mengidentifikasi senyawa, mendeteksi gugus fungsi, dan menganalisis campuran dan sampel yang dianalisis.

Tahap pembuatan *thermo plastic starch (TPS)* yaitu dengan mencampurkan starch dengan komposisi *corn starch* sesuai dengan variabel dengan aquades. Kemudian ditambahkan gliserol. Larutan tersebut diaduk dan dipanaskan dengan menggunakan hot plate stirrer pada suhu 60°C dengan kecepatan 50 rpm hingga homogen. Kemudian larutan pada kaca datar dioven dengan suhu 50°C hingga bioplastik memadat dan TPS yang telah padat diperkecil ukurannya menggunakan gunting agar memudahkan proses blanding di ekstruder.

Tahap selanjutnya yaitu blanding LDPE dan TPS yaitu TPS yang telah dicetak dan telah memadat selanjutnya diperkecil ukurannya untuk kemudian dilakukan proses blanding dengan LDPE. Kemudian *Low-density polyethylene (LDPE)* ditambahkan dengan perbandingan sesuai dengan variabel terhadap berat starch kedalam ekstruder dengan suhu 130°C. Langkah akhir adalah membuat filamen jaring ikan dengan mencampurkan TPS dengan *High-density polyethylene (HDPE)* dan *maleat anhidrida (MA)* dalam hopper ekstruder. Kemudian dilakukan ekstruksi dengan suhu barrel antara 130-140°C dengan kecepatan rotor 75 rpm.

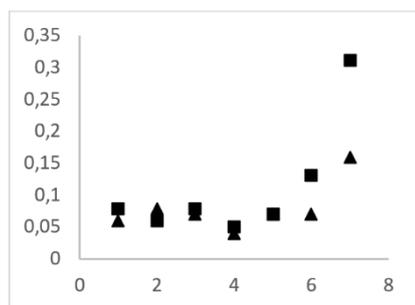
Hasil dan Pembahasan



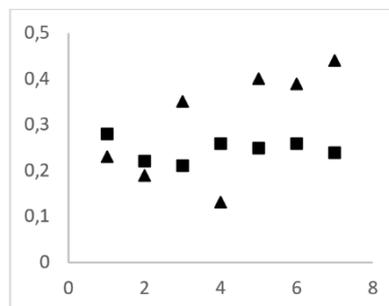
Gambar 1. Hasil Analisa uji kadar air

Hasil analisa menunjukkan bahwa perlakuan pati modifikasi berpengaruh terhadap kadar air. Pati termodifikasi memiliki kadar air yang lebih rendah disebabkan terjadinya ikat silang dalam molekul pati sehingga air sulit berdifusi ke dalam molekul pati. Kadar air pati alami lebih besar dibandingkan dengan pati modifikasi. Rendahnya kadar air pati setelah mengalami modifikasi diduga sebab modifikasi bisa menyebabkan pengembangan granula pati yang berarti kemampuan untuk merangkap air pula semakin akbar, di waktu proses pengeringan semakin banyak air yang menguap. Kadar air yang rendah dibutuhkan untuk meningkatkan reaktifitas pati, karena gugus OH dalam air lebih reaktif daripada gugus OH dalam pati (S. Purnavita and N. K. Rastono,2021).

Pada modifikasi pati uji *solubility* dengan uji swelling kecepatan reaksi akan semakin tinggi seiring meningkatnya konsentrasi reaktan. Hal ini menggambarkan bahwa meningkat konsentrasi asam asetat anhidrat, tetapi hal tersebut hanya hingga batas tertentu yaitu di waktu gugus hidroksil sudah jenuh tersubstitusi. Menurunnya efisiensi reaksi yang terjadi akibat banyaknya konsentrasi asetat anhidra yang ditambahkan. Maka efisiensi reaksi akan menurun karena terjadinya proses hidrolisis pati (C.Erika,2010).



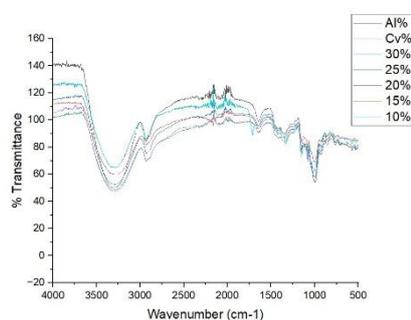
Gambar 2. Hasil Analisa Uji Swelling



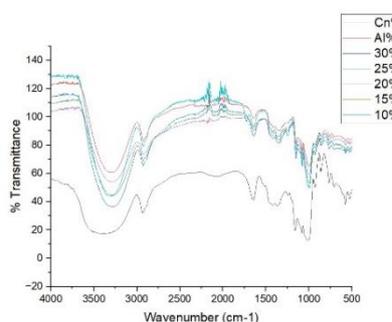
Gambar 3. Hasil Analisa Uji Solubility

Nilai *swelling power* yang meningkat, mengindikasikan semakin banyak air yang terserap masuk ke dalam molekul pati sehingga ketahanan pati terhadap air rendah, sebaliknya semakin kecil nilai *swelling power* maka semakin tinggi nilai ketahanan air bioplastik (U. Ulyarti,2021). Kadar amilosa yang terkandung dalam pati sangat berpengaruh terhadap nilai *swelling power* karena semakin tinggi kadar amilosa maka nilai volume pengembangan juga mengalami peningkatan (B. Santoso,2015).

Pati alami memiliki kelarutan yang lebih rendah dari pati termodifikasi. Reaksi asetilasi menyebabkan terjadinya reorganisasi struktur pati yang menimbulkan gaya tolak menolak molekul pati.. (A. Wibisana,2022). Hal tersebut menyebabkan meningkatkan amilosa terlepas dari granula pati dan nilai kelarutan pati lebih tinggi. Dari penelitian yang sudah dilakukan didapatkan nilai kelarutan pati termodifikasi 1,1%-1,6% pada suhu 55°C.



(a)



(b)

Gambar 4. Hasil Perbandingan Analisa FTIR (a),Cassava starch (b), Corn starch.

Analisa FTIR digunakan untuk mengetahui pembentukan pati yang sudah termodifikasi. Meningkatnya molekul pati diperkirakan pada gugus OH, C2, C3 atau C6. Ketika gugus-gugus tersebut berinteraksi dengan gugus ester menyebabkan perubahan pada pita serapan yang dihasilkan. Nilai dari karakteristik pati antara 3200-3900 cm^{-1} merupakan nilai OH- dan 2850-2970 cm^{-1} merupakan nilai C-H. Starch *cassava* awal yang belum dimodifikasi memiliki nilai gelombang OH- 3278,2 cm^{-1} dan C-H 2931,6 cm^{-1} . Dan starch *corn* awal yang belum dimodifikasi memiliki nilai gelombang OH- 3278,2 cm^{-1} dan C-H 2931,6 cm^{-1} .

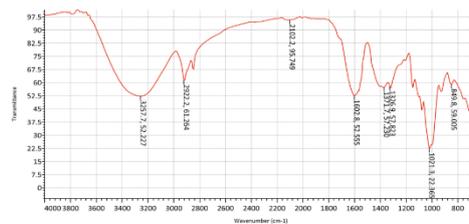
Dari penelitian yang sudah dilakukan terdapat pola spectra FTIR pada beberapa sampel didapatkan hasil pada variabel *cassava* 10%, *cassava* 15%, *cassava* 20%, *cassava* 25%, *cassava* 30% menunjukkan puncak karakteristik pada kelompok hidroksil (-OH) berturut-turut adalah 3281,40 cm^{-1} ; 3259,22 cm^{-1} ; 3288,9 cm^{-1} ; 3281,91 cm^{-1} ; 3293,19 cm^{-1} . Dan untuk puncak karakteristik nilai gugus C-H berturut - turut adalah 2930,54 cm^{-1} ; 2930,32 cm^{-1} ; 2928,01 cm^{-1} ; 2928,31 cm^{-1} ; 2929,90 cm^{-1} . Puncak baru yang muncul pada pati terasetilasi adalah gugus karbonil. Gugus C=O karbonil memiliki bilangan gelombang 1600 -1820 cm^{-1} . Pada pati terasetilasi memiliki bilangan gelombang 1650 cm^{-1} . Serapan pada 1650 cm^{-1} mengindikasikan tersubstitusinya gugus asetil pada granula pati. Sedangkan nilai pada variabel *corn* 10%, *corn* 15%, *corn* 20%, *corn* 25%, *corn* 30% menunjukkan puncak karakteristik pada kelompok hidroksil (-OH) berturut-turut adalah 3340,82 cm^{-1} ; 3300,4 cm^{-1} ; 3281,96 cm^{-1} ; 3285,71 cm^{-1} ; 3290,31 cm^{-1} . Dan

untuk puncak karakteristik nilai gugus C-H berturut - turut adalah $2931,9\text{ cm}^{-1}$; $2927,00\text{ cm}^{-1}$; $2929,76\text{ cm}^{-1}$; $2928,46\text{ cm}^{-1}$; $2927,00\text{ cm}^{-1}$.

Dari hasil penelitian yang sudah dilakukan menunjukkan pada variabel *cassava* 10%, *cassava* 20%, *cassava* 25%, *cassava* 30 % dan semua variabel *corn* memiliki spektrum FTIR meningkat. Pati asetat terjadi reaksi asetilasi di gugus hidroksil unit unhidro-glukosa pada molekul pati oleh gugus asetil yang berasal dari asetat anhidrida. Reaksi asetilasi pati diindikasikan masuknya gugus fungsi asetil ke pada senyawa pati dan mengakibatkan perubahan struktur kimia. Masuknya kelompok asetil di dalam granula pati ditandai meningkatnya intensitas puncak gelombang 1750 cm^{-1} dan menurunnya intensitas puncak gelombang $3000\text{-}3600\text{ cm}^{-1}$ atau C=O (kelompok asetil) meningkat, sedangkan gugus -OH (gugus asetil) menurun.

Dari hasil yang didapatkan maka yang akan dilanjutkan proses pembuatan filamen adalah *corn* 15% dengan hasil uji kadar air, *swelling power*, *Solubility* berturut-turut $0,04$; $0,13$; $0,05$. Hasil analisa FTIR karakteristik nilai pada kelompok hidroksil (-OH) $3300,4\text{ cm}^{-1}$; dan karakteristik nilai gugus C-H $2927,00\text{ cm}^{-1}$.

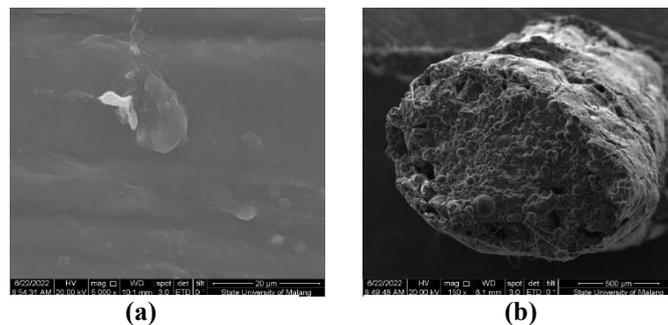
Pada pembuatan filamen jarring ikan dengan komposisi blending TPS-LDPE sebanyak 12,8 gram, didapatkan hasil uji degradasi dengan penurunan berat sampel sebesar 45% dengan waktu perendaman selama 30 menit. Hal tersebut menunjukkan bahwa kandungan pati pada filamen mempengaruhi penurunan berat degradasi filamen jarring ikan. Hal ini sesuai dengan literatur yang menyatakan bahwa, tingkat penurunan berat filamen jarring ikan berbasis pati meningkat secara signifikan dengan meningkatnya kandungan pati (Yu dkk., 2020). Degradasi senyawa hidrokarbon dapat dilakukan secara fisika, kimia, dan biologi. Degradasi pada serat komposit menggunakan metode bioremediasi dengan bantuan mikroorganisme pada air laut. Mikroorganisme yang umum digunakan dalam proses bioremediasi adalah mikroorganisme hidrokarbonoklastik (Fadhila Prakasita dan Wulansarie, 2018).



Gambar 5. Hasil Analisa FTI-R Filamen Jaring Ikan

Pada sampel filamen jarring ikan, hasil spektrum FTIR yang diperoleh digunakan untuk mengonfirmasi reaksi pencangkakan dalam filamen dengan menggunakan maleat anhidrida. Masing-masing dari bilangan gelombang tersebut dihasilkan dari vibrasi regang dan vibrasi lentur gugus C-H alkil (Furukawa, 2013). Hal tersebut mendukung adanya gugus C-H alkil yang membuktikan adanya stuktur polimer plastik yaitu HDPE. Ditunjukkan pada bilangan gelombang 2922.2 cm^{-1} dan 1371.7 cm^{-1} .

Pati adalah homopolimer glukosa dengan ikatan α -glikosidik dari stuktur molukulnya yang tersusun dari gugus fungsi O-H; C-H alkil; C=O; dan C-O eter (Widyasari, 2010). Hasil analisa spektrum FTIR pada sampel filamen jarring ikan disajikan dalam gambar diatas. Ditunjukkan oleh gugus fungsi spesifik terdapat pada bilangan gelombang 3257.7 cm^{-1} ; 1326.9 cm^{-1} ; 1602.8 cm^{-1} dan 1021.3 cm^{-1} yang mana masing-masing gelombang menunjukkan fungsi O-H, C-H alkil, C=O dan C-O eter secara berturut-turut. Selain terkandung dalam plastik biodegradable yang berasal dari pati gugus O-H juga membuktikan adanya gliserol dan juga gugus C=O yang terdapat pada stuktur maleat anhidrida(MA) (Harnike Putri Wardani dan Sutoyo, 2018). Hal tersebut membuktikan dan menunjukkan bahwa pros-



Gambar 6. Hasil Analisa SEM (a) Perbesar 150X; (b) Perbesar 500X

-es grafting telah terjadi. Gambar 6. merupakan gambar morfologi permukaan filamen jaring ikan, terlihat terbentuknya granula-granula pada permukaan filamen jaring. Hal ini menunjukkan bahwa kompatibilitas filamen jaring dengan penambahan MA meningkat. Namun, struktur internal serat komposit berangsur-angsur menjadi mengembang seiring dengan meningkatnya kandungan pati. Ketika kandungan pati sampel meningkat, butiran pati berkumpul selama ekstrusi plastisasi menjadi aglomerat. Kehadiran granula pati dikaitkan dengan interaksi ikatan hidrogen antar molekul (Yu dkk., 2020).

Hasil analisa kuat tarik pada filamen jaring ikan adalah 1,81 kgf. Penambahan konsentrasi TPS cenderung menurunkan nilai rata-rata kekuatan tarik pada filamen jaring. Hal ini dikarenakan oleh semakin tinggi jumlah TPS yang ditambahkan maka kekuatan tarik pada filamen jaring cenderung menurun dan hal tersebut sesuai dengan penelitian terdahulu yang telah dilakukan oleh Yu dkk. (2020), yang menyatakan bahwa semakin meningkat kandungan pati pada filamen jaring maka semakin banyak granula pati yang terbentuk sehingga permukaan jaring ikan menjadi halus, hal ini yang menyebabkan terjadinya penurunan sifat mekanik.

Nilai perpanjangan putus pada filamen jaring ikan sebesar 119,77 %. Nilai perpanjangan putus dipengaruhi oleh konsentrasi compatibilizer, semakin tinggi konsentrasi compatibilizer akan meningkatkan nilai perpanjangan putus (elongasi). Semakin banyak starch yang terkandung dalam filamen jaring maka semakin tinggi nilai elongasi karena ada penurunan kekakuan filamen jaring yang disebabkan oleh campuran polimer (Yu dkk., 2020).

Kesimpulan

Pati yang termodifikasi ditunjukkan pada variabel *corn* 15% dengan waktu reaksi 2 jam. Dengan hasil uji kadar air, *swelling power*, *Solubility* berturut-turut 0,04; 0,13; 0,05. Semakin besar kandungan pati pada filamen maka penurunan berat degradasi filamen akan semakin besar. Data FT-IR mendukung fakta bahwa MA telah berhasil dicangkokkan sebagai *compatibilizer* potensial untuk sistem STR/HDPE. Hal tersebut dapat dibuktikan dengan filamen jaring yang memiliki gugus fungsi gabungan antara HDPE dan pati ditunjukkan pada bilangan gelombang 2922.2 cm^{-1} dan 1371.7 cm^{-1} serta terkandungnya gugus O-H yang berasal dari pati dan gliserol dan gugus fungsi C=O yang berasal dari struktur maleat anhidrida (MA) dengan nilai fungsi O-H, C-H alkil, C=O dan C-O eter secara berturut-turut 3257.7 cm^{-1} ; 1326.9 cm^{-1} ; 1602.8 cm^{-1} dan 1021.3 cm^{-1} . Kompatibilitas filamen jaring dengan penambahan MA meningkat tetapi struktur internal serat komposit berangsur-angsur menjadi mengembang seiring dengan meningkatnya kandungan pati. Hasil analisa kuat tarik pada filamen jaring ikan adalah 1,81 kgf dan nilai perpanjangan putus filamen jaring ikan sebesar 119,77 %.

Ucapan Terima Kasih

Penulis mengucapkan terima kasih pada Direktorat Riset dan Pengabdian kepada Masyarakat yang telah mendanai penelitian ini melalui Hibah Penelitian Keilmuan Dana Lokal ITS 2022.

Daftar Pustaka

- Wibisana, D. N. Aulia, S. Nurhidayah, D. H. Anggaraeni, F. C. D. A, and N. Vol, "Jurnal Ilm iah Teknik K im Karakteristik Pati Talas Banten Yang Dimodifikasi Menggunakan Asetat Anhidrida Characteristics of Taro Beneng Starch Modified using Acetic Anhydride Jurnal Ilm iah Teknik K im ia Jurnal Ilm iah Teknik K im PENDAHULUAN Talas Bant," vol. 6, no. Januari, pp. 33–38, 2022.
- Santoso, F. Pratama, B. Hamzah, and R. Pambayun, "Karakteristik fisik dan kimia pati ganyong dan gadung termodifikasi metode ikatan silang," *Agritech*, vol. 35, no. 3, pp. 273–279, 2015.
- Erika, "Produksi Pati Termodifikasi dari Beberapa Jenis Pati," *Jurnal Rekayasa Kimia & Lingkungan*, vol. 7, no. 3, pp. 130–137, 2010.
- Fadhila Prakasita, I.G. dan Wulansarie, R. (2018), "Review Analisis Teknologi Degradasi Limbah Minyak Bumi untuk Mengurangi Pencemaran Air Laut di Indonesia", dan Teknik Kimia, tersedia pada:<https://doi.org/10.33366/rekabuana.v3i2.965>.
- Furukawa, Y. (2013), "Polymer chemistry", Science in the Twentieth Century, tersedia pada:<https://doi.org/10.4324/9781315079097-35>
- Harnike Putri Wardani, Y. dan Sutoyo, S. (2018), "Mechanical Properties Characterization of The Biodegradable Plastic Made from Composite of HDPE (High Density Polyethylene) and Gembolo (Dioscorea bulbifera L.) Starch", tersedia pada:<https://doi.org/10.2991/snk-18.2018.24>.
- S. Purnavita and N. K. Rastono, "Modifikasi Pati Aren dengan Crosslinking Agent STPP (Sodium Tri Poly Phospate) dan Penambahan Poli Vinil Alkohol terhadap Karakteristik Bioplastik," *Seminar Nasional Teknik dan Manajemen Industri*, vol. 1, no. 1, pp. 256–261, 2021, doi: 10.28932/sentekmi2021.v1i1.73.



- Tian, M. (2020). pollution. K. Tian, 313–330
- U. Ulyarti, R. Amnesta, R. Suseno, and N. Nazarudin, "Modifikasi Pati Ubi Kelapa Kuning Metode Presipitasi Menggunakan Beberapa Tingkat Suhu Serta Aplikasinya Untuk Edible Film," *agriTECH*, vol. 41, no. 4, p. 376, 2021, doi: 10.22146/agritech.54150.
- Widyasari, R. (2010), Kajian Penambahan Onggok Termoplastis Terhadap Karakteristik Plastik Komposit Polietilen, Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor.
- Yu, W., Yang, F., Wang, L., Liu, Y. dan Shi, J. (2020), "Starch-Based Fishing Composite Fiber and Its Degradation Behavior", *International Journal of Polymer Science*, tersedia pada:<https://doi.org/10.1155/2020/9209108>.