

Pengaruh Temperatur Gelatinisasi dan Penguat Selulosa Batang Sorgum Terhadap karakteristik Fisik dan Mekanik Bioplastik

Yuli Darni^{1*}, Swarna Dharma utama¹, Muhammad Haviz¹, Lia Lismeri¹, Herti Utami¹

¹ Jurusan Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Lampung, Jl. S. Brodjonegoro No. 1, Gedong Meneng, Rajabasa, Bandar Lampung, 35145, Indonesia

Email korespondensi : yuli.darni@eng.unila.ac.id

Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh suhu gelatinisasi campuran pati sorgum dengan gliserol, kitosan, dan batang sorgum terhadap karakteristik bioplastik sehingga dihasilkan bioplastik yang memiliki sifat mekanik dan sifat fisik yang menyerupai plastic komersial LDPE. Pada penelitian ini bioplastik dibuat dengan mencampurkan pati sorgum yang ditepungkan, kitosan sebagai biopolimer dan penguat menggunakan batang sorgum dengan variasi konsentrasi *penguat* (0,4, 0,6, 0,8, dan 1 gram), ukuran pati dan kitosan lolos ayakan 200 mesh dan waktu pengadukan 30 menit. Pada penelitian ini juga dilakukan variasi temperatur gelatinisasi pada 80 °C, 85 °C, dan 90 °C, konsentrasi *plasticizer* gliserol yang digunakan 20% berat dari berat total. Hasil penelitian yang terbaik diperoleh yaitu kuat tarik 8,34 MPa, pemanjangan 25,87%, dan modulus young 32,22 MPa, Penyerapan air 47%, densitas 1,57 g/ml, spectrum FTIR terdapat gugus O-H, C-H, C≡C dan N-H.

Kata kunci: bioplastik, selulosa, pati sorgum, *penguat*, gliserol

1. Pendahuluan

Penggunaan plastik sebagai bahan kemasan maupun peralatan lainnya telah menimbulkan masalah lingkungan, sampah plastik semakin lama semakin menumpuk, karena sampah plastik tidak mudah hancur baik oleh cuaca hujan dan matahari ataupun mikroba yang hidup di tanah sehingga meningkatkan kerusakan lingkungan seperti pencemaran tanah (Hasan, 2006), plastik sulit terurai oleh mikroorganisme karena tidak mampu mengubah dan mensintesis enzim yang khusus untuk menguraikan polimer ini dan membutuhkan waktu 300-500 tahun agar dapat terurai seluruhnya (Pilla, 2011).

Saat ini telah dikembangkan bioplastik yaitu plastik yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme secara alami sehingga menjadi ramah lingkungan, bioplastik terbuat dari material yang dapat diperbaharui yaitu dari senyawa-senyawa yang terdapat dalam

tanaman salah satunya dari pati (Kamsiati, 2017).

Bioplastik berbasis pati salah satunya dapat dibuat dengan menggunakan pati sorgum, sorgum merupakan salah satu alternatif sumber pati yang ada di Indonesia dan cukup potensial untuk dijadikan bioplastik, kandungan pati dalam sorgum mencapai 80,42% (Suarni, 2004) dan tanaman sorgum sendiri memiliki ketahanan terhadap kekurangan maupun kelebihan air, serta relatif tahan terhadap serangan hama (Suarni, 2004). Dalam sintesis bioplastik berbasis pati sorgum, diperlukan bahan pengisi dan plasticiser yang akan meningkatkan fleksibilitas dan ketahanan bioplastik itu sendiri, untuk bahan pengisi yang digunakan adalah batang sorgum dan plasticiser berupa gliserol.

Sifat-sifat penting yang perlu diperhatikan dalam sintesis plastik berbasis pati adalah kekuatan, kelenturan, dan kestabilannya selama pemakaian maupun penyimpanan sehingga perlu dilakukan modifikasi terhadap pati dengan penambahan bahan pengisi yang bukan hanya dapat menekan biaya produksi, namun juga dapat memperkuat serta memperbaiki sifat mekanik dan fisik plastik itu sendiri (Wicaksono, 2013).

Pada penelitian kali ini akan dilakukan pembuatan bioplastik dari pati biji sorgum, serbuk batang sorgum, kitosan, *plasticize* dan gliserol. Bioplastik dianalisis dengan uji mekanik, densitas, daya serap air, dan FTIR.

2. Metodologi

Bahan baku yang digunakan ialah pati sorgum yang berasal dari Bandung, batang sorgum yang berasal dari Lampung Selatan, kitosan yang berasal dari Lampung Selatan, aquades, gliserol 98%, CH_3COOH 99%, KOH 85%, H_2SO_4 98%, dan NaClO_2 25%. Variasi komposisi pada penelitian ini yaitu komposisi batang sorgum dan kitosan dengan rasio 6,5 : 3,5 dan massa gliserol 98% dari berat kering.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini adalah *hot plate*, *magnetic stirrer*, gelas ukur, spatula, termometer, pH meter, *stopwatch*, *digital balance*, desikator, cawan petri, pipet kaca, oven, ayakan 200 mesh, *zip bag lock*, *freeze dry*, *ultrafine friction grinding*.

2.1. Prosedur pembuatan pati

Untuk metode pembuatan pati sorgum pertama –tama biji sorgum direndam dalam aquades dengan perbandingan 1:2 untuk menghilangkan kandungan tannin dan agar lebih empuk, lalu ditiriskan. Setelah ditiriskan, kemudian biji sorgum digiling hingga halus. Setelah itu dioven selama 8 jam

dengan suhu 80°C sampai diperoleh kadar air <14%. Kemudian Pati sorgum disimpan di *zip bag lock* dan disimpan di dalam kulkas bersuhu 5°C selama 24 jam untuk menjaga kadar air pati sorgum.

2.2. Prosedur pembuatan selulosa

Batang sorgum dibersihkan dan dipotong. Kemudian batang sorgum dibersihkan dan disikat hingga bersih lalu dijemur di bawah sinar matahari untuk mengurangi kadar airnya. kemudian, batang sorgum dicacah lalu digiling. Setelah batang sorgum menjadi serbuk diayak menggunakan ayakan 200 mesh. Serbuk dikeringkan kembali menggunakan oven sampai beratnya konstan. Setelah itu, serbuk disimpan di dalam *zip bag lock*.

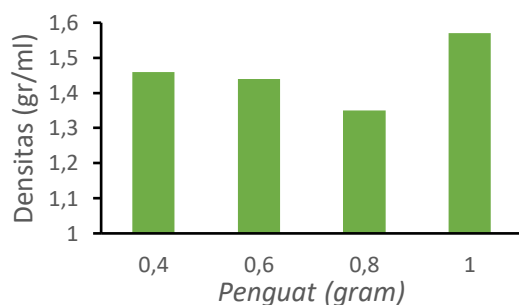
Untuk proses pembuatan serbuk batang sorgum menjadi selulosa, pertama-tama siapakan 50 gr batang sorgum kemudian dilarutkan dengan lautan KOH 4% dengan perbandingan 1:10 dan ekstraksi menggunakan *hotplate* pada temperatur 80°C selama 1 jam. Bahan kemudian disaring dengan kain saring lalu dicuci dengan aquadest hingga air cucianya mencapai pH 11, kemudian bahan dilakukan proses *bleaching* sebanyak 2 kali menggunakan NaClO_2 5% dengan perbandingan 1 :10 pada suhu 70°C selama 1 jam. Kemudian bahan disaring lalu dicuci dengan aquadest, kemudian dicampur kembali dengan lautan KOH 4% pada suhu 80°C selama 1 jam, kemudian disaring dan dicuci kembali setelah itu didispersikan larutan H_2SO_4 7% pada suhu 60°C selama 1 jam, kemudian dicuci dengan aquades sampai pHnya netral, pulpnya diultrasonikasi selama 60 menit pada suhu 60°C lalu disentrifugasi dengan kecepatan 6000 rpm selama 10 menit lalu di *freeze dry* selama 10 jam barulah sampel dilakukan proses *milling* menggunakan *Ultrafine Friction Grinder*, hasil *milling* di uji PSA dan siap digunakan sebagai *penguat* pada sintesis bioplastik.

2.3. Prosedur pembuatan bioplastik

Pada pembuatan bioplastik siapakan larutan pati yang terdiri dari pati dan aquades, larutan kitosan yang terdiri dari kitosan yang dilarutkan dengan asam asetat 2%, gliserol 20% dan selulosa dengan konsentrasi sebanyak 0,4, 0,6, 0,8, dan 1 gram kemudian larutan pati, larutan kitosan dan gliserol dicampurkan dan dipanaskan di hot plate pada temperature 80°C, 85°C, dan 90°C dan diaduk selama 35 menit kemudian ditambahkan selulosa sebanyak 0,4, 0,6, 0,8, dan 1 gram ke dalam larutan yang berisi pati, kitosan dan gliserol dan diaduk di *hot plate* selama 10 menit, kemudian campuran bioplastik dituang ke dalam cetakan dan di oven dengan suhu 60°C selama 10 jam lalu bioplastik dilepaskan dari cetakan dan disimpan di zip bag lock dan siap dianalisis.

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

3.1. Uji Densitas

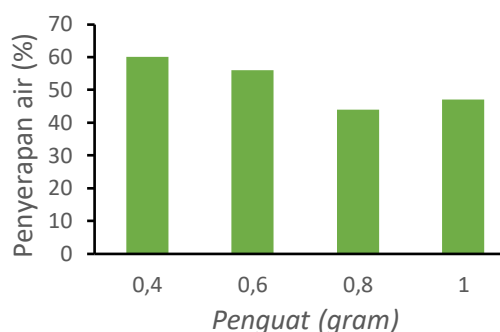


Gambar 1. Pengaruh penambahan *penguat* terhadap densitas.

Rentang densitas untuk plastik konvensional LDPE adalah 0,91 gr/ml – 0,94 gr/ml (Rosato, 2004). Berdasarkan Gambar 1 terlihat bahwa pada konsentrasi *plasticizer* 20% berat dengan penambahan *penguat* 1 gram dengan temperature gelatinisasi 85°C sebagai run terbaik yang memiliki densitas 1,57 gr/ml, dan nilai densitas terendah pada penambahan *penguat* 0,4 gram dengan densitas 1,46 gr/ml. Karena adanya penambahan *penguat* batang

sorgum pada bioplastik yang dapat mengisi rongga pada bioplastik sehingga sedikit molekul air yang akan masuk ke dalam bioplastik.

3.2. Uji Daya Serap Air



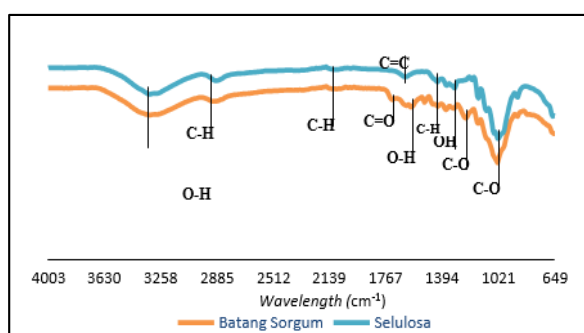
Gambar 2. Pengaruh penambahan *penguat* terhadap daya serap air.

Pada Gambar 2 dapat dilihat bahwa penyerapan air terburuk terdapat pada konsentrasi *plasticizer* 20% berat dengan penambahan *penguat* 0,4 gram dengan temperature gelatinisasi 85°C yaitu sebesar 60%. Sedangkan penyerapan air terbaik terdapat pada konsentrasi *plasticizer* 20% berat dengan penambahan *penguat* 0,8 gram dengan temperature gelatinisasi 85°C yaitu sebesar 44%. namun nilai penyerapan air pada bioplastik ini masih tinggi hal ini disebabkan karena pati sorgum bersifat hidrofilik. Tujuan kitosan untuk mereduksi sifat hidrofilik dari pati. Bahwa adanya gugus hidroksida (OH) pada kitosan dan *plasticizer* yang terkandung di dalam bioplastik dapat mempengaruhi sifat bioplastik ini menjadi hidrofilik yang mampu melonggarkan struktur bioplastik, maka semakin baik juga penyerapan air sampel bioplastik tersebut terhadap air.

3.3. Uji FTIR

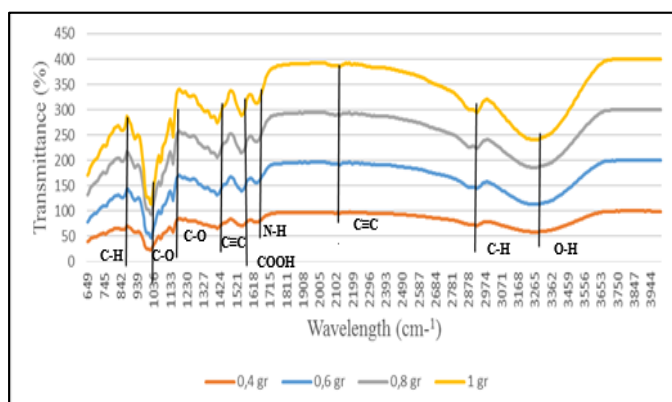
Analisis FTIR dilakukan dengan metode elusidasi struktur untuk mengetahui gugus fungsi apa saja yang terdapat pada suatu sampel, hasilnya didapat berupa difaktogram hubungan antara bilangan gelombang dengan intensitas.

Pada Gambar 3 menunjukkan hasil uji FTIR pada batang sorgum dan selulosa, pada selulosa yang merupakan senyawa karbohidrat, spektrum inframerah yang dihasilkan diasosiasikan dengan gugus-gugus hidroksil (O-H) dan gugus karbonil (C-H)



Gambar 3. Hasil uji FTIR pada batang sorgum dan selulosa

Berdasarkan hasil uji FTIR pada Gambar 3 menunjukkan adanya gugus fungsi C-H yang melonggar mengidentifikasi pengurangan kandungan hemiselulosa, adanya gugus fungsi C=C yang merupakan senyawa aromatic lignin, serta melemahnya gugus fungsi C-O mengidentifikasi penurunan sisa hemiselulosa dan lignin pada kandungan selulosa (Li *et al*, 2014).

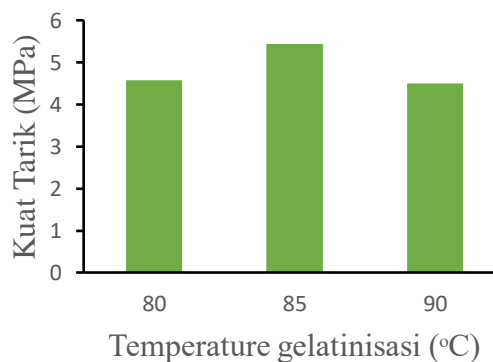


Gambar 4. Hasil uji FTIR dengan penambahan *penguat* .

Dari Gambar 4 merupakan grafik hasil analisis bioplastik pada konsentrasi *plasticizer* 20% berat terhadap penambahan konsentrasi *Penguat* 0,4, 0,6, 0,8 dan 1 gram terlihat bahwa bioplastik memiliki puncak serapan pada rentang gelombang 3200-3570 cm-1 yang menunjukkan gugus OH dengan ikatan hidrogen (Coates, 2006; Stuart, 2012), puncak pada rentang 3000-2800 yang menunjukkan gugus C-H *stretching*, puncak pada rentang gelombang 1700-1600 yang menunjukkan gugus C=O *stretching* dan puncak pada gelombang 1400-800 yang menunjukkan gugus C-O dan C-C *stretching* dan *bending* (Stuart, 2012).

Adanya gugus karboksilat pada bioplastik kemungkinan berasal dari pelarut berupa asam asetat (CH₃COOH) yang digunakan untuk melarutkan kitosan pada proses pembuatan bioplastik sedangkan gugus N-H merupakan gugus yang terdapat pada kitosan, sehingga dapat disimpulkan bahwa tidak terbentuk gugus baru dalam pembuatan bioplastik ini.

3.4. Temperatur Gelatinisasi

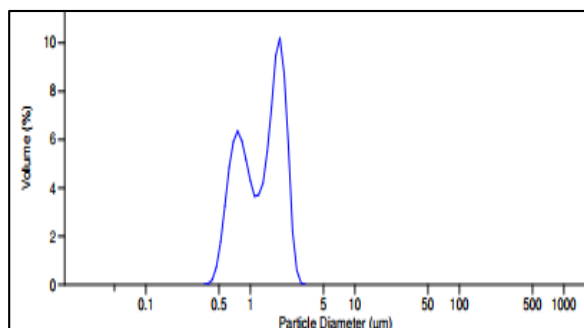


Gambar 5. Pengaruh kuat tarik pada bioplastik.

Pengaruh variasi temperatur gelatinisasi pati terhadap sifat kuat tarik bioplastik dari pati sorgum terlihat pada Gambar 5 terlihat bahwa sifat kuat tarik bioplastik mengalami kenaikan dari temperatur 80°C ke 85°C dan mengalami penurunan pada temperatur 90°C. Sifat kuat tarik terbaik pada temperatur 85°C yaitu sebesar 5,44 MPa. Sifat kuat tarik meningkat dari temperatur 80°C ke 85°C disebabkan pada temperatur 85°C ialah temperatur terbaik untuk gelatinisasi pati yang menyebabkan ikatan amilosa akan cenderung berdekatan karena adanya ikatan hydrogen, sedangkan pada 90°C mengalami penurunan sifat kuat tarik yang menyebabkan pati mengalami pengembangan butiran sehingga butiran pati akan rusak dan kekentalan larutan akan menurun, sehingga pati mengalami proses retrogradasi (Hendra 2014).

3.5. Uji PSA

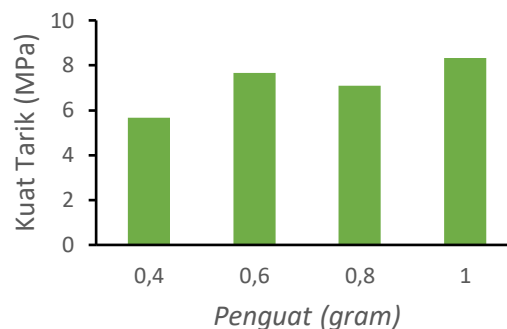
Dari pengujian PSA (*Particle Size Analyzer*) untuk mengetahui ukuran yang dicapai pada benda yang diuji dengan menggunakan alat Beckman Coulter LS 13 320 dengan teknologi PIDS (*Polarization Intensity Differential Scattering*) maka diperoleh hasil grafik berikut ini.



Gambar 6. Hasil Uji PSA pada selulosa

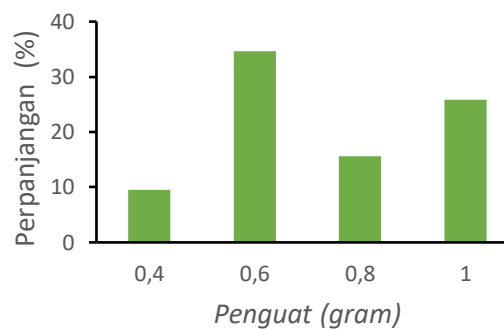
Dari Gambar 5 didapatkan bahwa ukuran terkecil 0.646 µm, ukuran rata-rata 1.380 µm dan ukuran terbesar yaitu 2.176 µm.

3.6. Uji Mekanik



Gambar 7. Pengaruh Kuat tarik bioplastik dengan penambahan penguat

Berdasarkan Gambar 7 pada penambahan penguat kuat tarik dengan nilai tertinggi yaitu sebanyak 1 gram dengan kuat tarik 8,34 Mpa Gambar 7 menunjukkan bahwa semakin banyak *Penguat* yang ditambahkan maka semakin tinggi kuat tariknya. Hal ini dikarenakan semakin banyak *penguat* yang ditambahkan pada bioplastik maka semakin meningkat juga nilai kuat tarik dari bioplastik tersebut, hal ini dikarenakan *penguat* dapat mengisi setiap rongga pada bioplastik sehingga bioplastik memiliki ikatan antar molekul yang kuat.

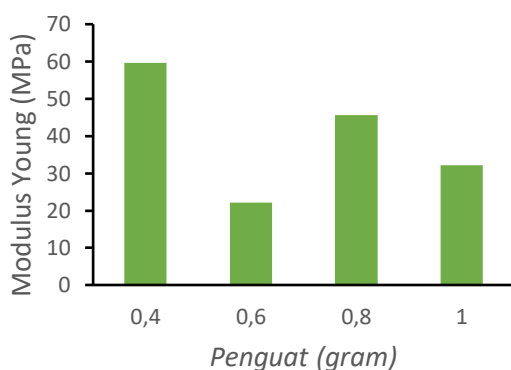


Gambar 8. Pengaruh perpanjangan bioplastik dengan penambahan penguat

Persen Perpanjangan (*Elongation at break*) menunjukkan keuletan suatu bahan bioplastik. Berdasarkan Gambar 8 pada suhu 85°C dan *penguat* 0,6 gram dengan konsentrasi *plasticizer* 20% berat didapatkan nilai persen perpanjangan tertinggi dengan nilai

perpanjangan yaitu sebesar 34,64%. Rentang perpanjangan plastik konvensional LDPE adalah 150-600% (Rosato, 2004).

Nilai persen perpanjangan ini dapat dipengaruhi oleh plasticizer yang dapat mempengaruhi gaya intermolekular rantai polimer sehingga lebih elastis (Yang,1997), penambahan *penguat* pada penelitian ini, membuat bioplastik yang dihasilkan memiliki ikatan antar molekul yang baik karena *penguat* dapat mengisi setiap rongga pada bioplastik. Akibatnya, semakin kuat nya bioplastik bisa menurunkan nilai persen pemanjangan.



Gambar 9. Pengaruh perpanjangan bioplastik dengan penambahan *penguat*

Berdasarkan Gambar 9 pada suhu 85⁰ C dan penguat 0,4 gram terlihat bahwa nilai *modulus young* memiliki nilai tertinggi dikarenakan penambahan *penguat* membuat kuat tarik menjadi besar dan Plasticizer yang menyabakan ikatan antar molekul menjadi lemah hal ini menyebabkan nilai *modulus young* cenderung naik karena nilai modulus young sebanding dengan kuat tarik (Septiosari, et al. 2014). Pada konsentrasi *plasticizer* 20% berat dan penambahan *penguat* 0,4 gram, nilai *modulus young*nya mencapai nilai tertinggi yaitu 59,56 Mpa. Nilai tersebut masih belum mendekati standar *modulus young* LDPE yaitu 100-250 Mpa.

4. KESIMPULAN

Temperatur gelatinisasi terbaik yaitu 85°C dengan kuat tarik 5,44 Mpa. Penambahan *penguat* pada bioplastik terbaik yaitu 1 gram dengan kuat tarik yaitu 8,34 MPa, Perpanjangan 25,87%, Modulus Young 32,22 MPa, Penyerapan air 47%, dan Densitas 1,57 gr/ml.

UCAPAN TERIMAKASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Staff Laboratorium Kimia Terapan Jurusan Teknik Kimia, Universitas Lampung. Staff Laboratorium UPT LTSIT Universitas Lampung. Staff Laboratorium Terpadu Universitas Diponegoro, Staff Laboratorium Sentral Universitas Padjadjaran dan Staff Pusat Penelitian LIPI Cibinong.

DAFTAR PUSTAKA

- Bambang Admadi Harsojuwono, I Wayan Arnata., 2015. Karakteristik fisik dan mekanik bioplastik (studi konsentrasi tapioca dan perbandingan campuran pemlatis).
- Bertolini, Andréa C. 2010. Starch Characterization, Properties, and Applications. New York. Taylor and Francis Group, LLC.
- Darni Yuli, Lia Lismeri, Muhammad Hanif, Niko Putra., 2018. Pengaruh Bilangan Reynold pada Sintesis Bioplastik Berbasis Pati Sorgum dan Gelatin, Prosiding Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik ke-7 ISSN : 2477-3298.
- Dewa Made Dwi Pradana Putra, Bambang Admadi Harsojuwono , Amna Hartiati PS., 2019. Studi suhu dan pH gelatinisasi pada pembuatan bioplastik dari pati kulit singkong. Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri ISSN : 2503-488X Vol. 7, No. 3, 441-449.

- Parngoluan Hutabalian, Bambang Admadi Harsujowono, Amna Hartati PS., 2020. Pengaruh Jenis dan Konsentrasi Penguat terhadap Karakteristik Bioplastik dari Tepung Maizena, *Jurnal Rekayasa dan Manajemen Agroindustri* ISSN : 2503-488X Vol. 8, No. 4, 580-586.
- Haryani Kristinah, Hadiyanto, Mochamad Alpin, Riang Anggraini, Suryanto., 2015. Modifikasi pati sorgum (*Sorgum Bicolor L. Moench*) dengan metode HEAT – MOISTURE TREATMENT sebagai bahan baku pembuatan bihun. *PROSIDING SENTRINOV* Vol. 001, Tahun 2015 | ISSN: 2477 – 2097.
- Muhammad Hendra S.G, Rosdanelli Hasibuan, Rinaldi Febrianto Sinaga, Gita Ginting ., 2014. Pengaruh variasi temperature gelatinisasi pati terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan pada saat putus bioplastik pati umbi talas. .,TK-002 ISSN : 2407 – 1846
- Nur, Kholilatul L., 2014. Potensi membrane berbasis kitosan dengan variasi komposisi plasticizer sebagai material biosensor rasa asin.
- Nathiqoh, Al Ummah., 2013. Uji ketahanan biodegradable plastic berbasis tepung biji durian (*Durio Zibethinus Murr*) terhadap air dan pengukuran densitasnya.
- Rinaldi Febrianto Sinaga, Gita Minawarisa Ginting, M. Hendra S Ginting, Rosdanelli Hasibuan., 2014. Pengaruh penambahan gliserol terhadap sifat kekuatan tarik dan pemanjangan saat putus bioplastik dari pati umbi talas., Vol. 3, No. 2
- Silalahi, Ricki, H., 2011. Penentuan kondisi terbaik konsentrasi plasticizer gliserol pada pembuatan bioplastik berbahan dasar pati sorgum
- Sri, Hastutu N., 2015. Pengaruh plasticizer gliserol terhadap karakteristik edible film campuran whey dan agar
- Sri Devi P., 2019. Sintesa dan karakterisasi nanokristal selulosa serat *Eucalyptus pelita* yang terhornifikasi.
- Suarni, I.U. Firmansyah., 2007. Struktur Komposisi Nutrisi dan Teknologi Pengolahan Sorgum. Balai Penelitian Tanaman Serealia.
- Wicaksono, Rumpoko, Khaswar Syamsu , Indah Yuliasih , Muhamad Nasir ., 2013. Karakteristik nanoserat selulosa dari ampas tapika dan aplikasinya sebagai penguat film tapioka, 23 (1):38-45
- Widya fatriasari, Nanang masruchin, Euis hermiati., 2019. Selulosa karakteristik dan pemanfaatannya. LIPI Press Pusat penelitian Biomaterial.
- Yesi, Afriani, Ahmad Fadli, Subkhan Maulana, Ika Karina ., 2016. Sintesis, Kinetika Reaksi dan Aplikasi Kitin dari Cangkang Udang, Seminar Nasional Teknik Kimia – Teknologi Oleo Petro Kimia Indonesia Pekanbaru, Indonesia. PLL 07.