

SIFAT DAN MORFOLOGI BIOPLASTIK BERBASIS PATI SAGU DENGAN PENAMBAHAN *FILLER CLAY* DAN *PLASTICIZER GLISEROL*

Anugerah Rifaldi¹, Irdoni Hs², Bahruddin²

1)Mahasiswa Jurusan Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

2)Dosen Jurusan Teknik Kimia S1, Fakultas Teknik, Universitas Riau

Kampus Bina Widya Km 12,5 Simpang Baru, Panam, Pekanbaru 28293

Email : anugerahrifaldi62@yahoo.com

Abstract

Bioplastic is one of alternative to replace commercial plastic that can be harmful to environment. Bioplastic is made to make degradation become easier. One of potential raw material is sago because it has a highest starch component. The aims of this research are the study of impact clay as filler and glycerol as plasticizer to mechanical properties (tensile strength, elongation, modulus young), hydrophobicity (water uptake), biodegradation and morphology. The synthesis method is solution intercalation of starch, water, filler and plasticizer with variation of filler are 3 (%w/w), 6 (%w/w), 9 (%w/w), 12 (%w/w) and glycerol are 10 (%w/w), 14 (%w/w), 18 (%w/w), 22 (%w/w). The analysis show that filler clay and glycerol give an impact to mechanical properties of bioplastic. the best mechanical properties is on bioplastic with composition 3 % filler and 14 % glycerol with tensile strength 2.891 Mpa, % elongation 30.99 %, modulus young 9.39 Mpa. The highest hydrophobicity of bioplastic is 85.71% and residual persentation is between 67.39 % to 81.25 % in 8 day. Micrograf analysis shows that filler distribution is not be spread evenly on sago starch matrices.

Keywords : *bioplastic, clay, filler, glycerol, plasticizer, sago starch*

1. Pendahuluan

Salah satu permasalahan lingkungan di dunia pada umumnya dan di Indonesia pada khususnya adalah limbah plastik. Kebutuhan plastik sebagai kantong plastik, kemasan pangan atau barang semakin lama semakin meningkat. Ini dikarenakan plastik mempunyai keunggulan dibandingkan dengan media lain seperti logam atau gelas, yaitu jauh lebih ringan, harga lebih murah, kemudahan dalam proses pembuatan dan aplikasinya, dan tidak mudah pecah. Bioplastik merupakan salah satu alternatif pengganti plastik konvensional yang membahayakan bagi lingkungan (Direktorat Jendral Perkebunan, 2014).

Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik diproduksi di dunia, dari jumlah tersebut maka dapat dilihat bahwa sampah plastik setiap tahun mengalami peningkatan. Begitu pula di Indonesia, kebutuhan plastik meningkat menjadi 2,3

juta ton Bioplastik dirancang untuk memudahkan proses degradasi terhadap reaksi enzimatik mikroorganisme seperti bakteri dan jamur. Pada tahun 2006, konsumsi bioplastik di dunia mencapai 85000 ton (6,9 %) dari 12,3 juta ton konsumsi plastik dunia dan meningkat 1,5 juta ton setiap tahunnya. Adapun permintaan bioplastik meningkat sebanyak 8 – 10 % pertahun dengan *market share* plastik sebesar 10 – 15 % dan akan meningkat menjadi 25 – 30 % pada tahun 2020 (Avella, 2009).

Adapun salah satu bahan yang mudah terurai oleh mikroorganisme adalah pati. Selain sifatnya yang mudah terurai, pati berasal dari sumber daya alam yang dapat diperbaharui, bersifat universal dan memiliki harga yang terjangkau, sehingga pati menjadi material yang menjanjikan untuk digabungkan dengan penguat dan

pengisi membentuk biokomposit *polymer* (Walle, 2009).

Provinsi Riau merupakan daerah rawa bergambut yang memiliki potensi tanaman sagu yang tinggi. Berdasarkan data dari badan pusat statistik tahun 2014, luas areal tanaman sagu di provinsi Riau terus mengalami peningkatan dari tahun ke tahun yaitu pada tahun 2010 luas areal tanaman sagu di provinsi Riau sebesar 81.841 Ha dan mengalami peningkatan hingga tahun 2014 mencapai 83.513 Ha dengan produksi tepung sagu mencapai 9,89 ton/Ha Tanaman sagu (BPMPD, 2010).

Sagu memiliki kandungan yaitu karbohidrat sebesar 84,7 gr per 100 gr sagu Adapun produktivitas pati sagu kering mencapai 25 ton/Ha/tahun tanaman sagu, lebih banyak dibanding ubi kayu yang hanya 1,5 ton/Ha/tahun, kentang sebesar 2,5 ton/ha/tahun maupun jagung sebesar 5,5 ton/Ha/tahun (Haryadi, 1992).

Teixeira *et al* (2009) melakukan penelitian bioplastik berbasis pati ubi singkong dengan menggunakan selulosa ampas tebu serta *plasticizer* gliserol. Adityo (2012) telah melakukan penelitian bioplastik berbasis pati ubi jalar dengan menggunakan penguat ZnO dan *clay* dengan variasi *filler* ZnO dan *clay*. Yuniarti *et al* (2014) telah melakukan sintesis bioplastik berbasis pati sagu dengan melakukan variasi penambahan *plasticizer* gliserol.]

Penelitian yang telah dilakukan secara umum melakukan pengembangan terhadap sifat mekanik, morfologi dan biodegradabilitas bioplastik sebagai kantong pengemasan menggantikan plastik konvensional dengan melakukan variasi komposisi terhadap bahan baku, *plasticizer* serta *filler* yang digunakan. Namun sifat mekanik, morfologi dan biodegradabilitas yang dihasilkan tidak konsisten serta belum mencapai standar seiring dengan perbedaan jenis serta komposisi *plasticizer*, *filler* dan bahan baku yang digunakan sehingga ketiga variabel ini menjadi perhatian utama peneliti dalam

menutupi kekurangan dari bioplastik yang telah dihasilkan. Maka dari itu, peneliti melakukan inovasi dengan variasi komposisi *filler* yang digunakan yaitu *filler clay* dan *plasticizer* gliserol terhadap bahan baku pati sagu dengan harapan dapat menutupi kelemahan terhadap bioplastik yang dihasilkan dari penelitian sebelumnya.

Adapun *clay* dan gliserol berpotensi untuk dijadikan sumber *filler* dan *plasticizer*. *Clay* memiliki sifat kuat, kaku, melimpah di alam, murah serta kemampuannya yang tinggi dalam menginterkalasikan partikel ke dalam strukturnya. Gliserol dapat mengurangi kekuatan gaya antar molekul sehingga mobilitas antar rantai molekul meningkat dan matriks menjadi lebih elastis (Tudorachi *et al*, 2000).

2. Metode Penelitian

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu pati sagu, *clay* jenis *bentonite*, *aquadest* dan *plasticizer* gliserol.

Alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu neraca analitik, gelas piala, gelas ukur, pengaduk, oven, saringan, cetakan kaca, kaca arloji, pipet tetes, pemotong dan peralatan plastik (gelas, wadah, dan pengaduk plastik). Peralatan atau instrumen untuk karakterisasi antara lain penguji kuat tekan *Universal Testing Machine* (NTU), dan *Scanning Electron Microscopy* (SEM).

Prosedur Penelitian

Penelitian ini melalui beberapa tahapan dalam pengerjaannya, yaitu:

1. Pembuatan Pati

Batang sagu yang didapat dibuang dari kulit kayu dan pengotor luar terlebih dahulu. Kemudian (sagu basah) dipotong potong dan dihaluskan sehingga mempermudah dalam mendapatkan pati. sagu basah yang telah dipotong potong ditimbang sebanyak 1 kg yang kemudian direndam dalam air bersih sebanyak 2 liter dan dilakukan pencucian dan penyaringan sehingga didapatkan larutan pati. Larutan

pati kemudian didiamkan selama 2 hari untuk mendapatkan endapan pati.

Endapan pati yang didapat kemudian dijemur hingga pati kering (Yuniarti *et al*, 2014). Pati kering dipanaskan menggunakan oven pada temperatur 80 °C selama 15 menit untuk menghilangkan air yang masih tersisa. Pati kering kemudian dihaluskan dan dilakukan pengayakan 100 *mesh* (Eldo, 2008).

2. Pembuatan Bioplastik

Proses pembuatan bioplastik dilakukan dengan teknik interkalasi larutan. 10 gram pati sagu dilarutkan ke dalam aquades 100 ml (Yuniarti *et al*, 2014), kemudian larutan ditambahkan pemplastis gliserol dengan variasi 10, 14, 18, 22 %wt dan diaduk hingga *homogen* (Yuniarti *et al*, 2014). Setelah itu ditambahkan *filler* dengan variasi 3, 6, 9, 12 %wt lalu diaduk kembali sampai *homogen* sambil dilakukan pemanasan hingga suhu larutan mencapai 72 °C. Larutan *homogen* kemudian dituang pada plat kaca ukuran 22 cm x 22 cm x 2 mm dan dikeringkan selama 1 hari dalam suhu ruang. Kemudian plastik dipisahkan dari cetakan dan dilakukan pengujian karakterisasi bioplastik (Adityo, 2012).

3. Uji Kekuatan Tarik (Tensile Strength) dan Pemanjangan Saat Putus (Elongation at Break) ASTM D882

Sampel yang akan diuji terlebih dahulu dikondisikan dalam ruang dengan suhu kelembaban relative standar (23 ± 2°C) selama 24 jam. Sampel akan diuji dipotong sesuai standar. Pengujian dilakukan dengan cara kedua ujung dijepit pada mesin penguji tensile. Selanjutnya dicatat panjang awal dan ujung tinta pencatat diletakkan pada posisi 0 pada grafik. Knob start dinyalakan dan alat akan menarik sampel yang putus dan dicatat gaya kuattarik (F) dan panjang setelah putus. Selanjutnya dilakukan pengujian lembar berikutnya. Uji kekuatan tarik di hitung dengan cara sebagai berikut:

$$\text{Tensile Strength(MPa)} = \frac{\text{Load of break}}{(\text{Original width})(\text{original thickness})}$$

Pengukuran dilakukan dengan cara yang sama dengan uji kekuatan tarik. Elongasi dinyatakan dalam persentase melalui perhitungan berikut:

$$\% \text{ Elongation} = \frac{\text{Panjang Putus} - \text{Panjang Awal}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\%$$

4. Prosedur Uji Modulus Young ASTM D882

Uji *Modulus Young* didasarkan pada hasil uji kekuatan tarik dan uji perpanjangan pada saat putus.

1. Diperoleh data nilai kekuatan tarik dari hasil pengujian.
2. Diperoleh data nilai perpanjangan pada saat putus dari hasil pengujian.
3. Ditentukan nilai *Modulus Young* berdasarkan nilai kekuatan tarik dan perpanjangan pada saat putus dari data yang diperoleh.

Perhitungan :

$$\text{Modulus Young (MPa)} = \frac{\text{Kekuatan Tarik}}{\text{Pemanjangan Saat Putus}/100}$$

5. Pengujian Air Yang Diserap (Water Uptake) (Darni *et al*, 2009)

Berat awal sampel yang akan diuji ditimbang (W₀). Lalu isi suatu wadah (botol/ gelas/ mangkok) dengan air aquades. Letakkan sampel plastic kedalam wadah tersebut. Setelah 10 detik angkat dari dalam wadah berisi aquades, timbang berat sampel (W) yang telah direndam dalam wadah. Rendam kembali sampel kedalam wadah tersebut, angkat tiap 10 detik, timbang berat sampel. Lakukan hal yang sama hingga diperoleh berat akhir sampel yang konstan. Air yang diserap oleh sampel dihitung melalui persamaan:

$$\% \text{ water uptake} = \frac{\text{Berat Sampel (W)} - \text{Berat Sampel Awal}(W_0)}{\text{Berat Sampel Awal}(W_0)} \times 100\%$$

6. Prosedur Analisa Biodegradasi

Uji biodegradasi dilakukan dengan menggunakan metode sebagai berikut

1. Siapkan sampel dengan ukuran 2×6 cm.
2. Kemudian ditimbang massanya
3. Sampel kemudian dikubur dalam tanah dan didiamkan selama satu minggu.
4. Bioplastik dikeringkan didalam desikator dan ditimbang sehingga diperoleh berat konstan.

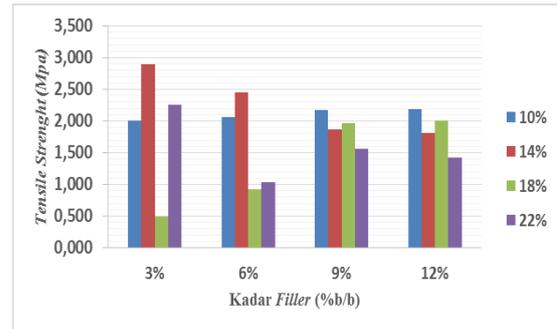
$$\% \text{ Berat (W)} = \frac{\text{Berat Awal} - \text{Berat Akhir}}{\text{Berat Awal}} \times 100\%$$

3. Hasil dan Pembahasan

Kadar pati yang didapatkan hasil ekstraksi adalah sebesar 73,81 % dengan kandungan amilosa dan amilopektin berturut turut yaitu 25,27 % dan 48,54 %. Pati yang memiliki kandungan amilosa yang tinggi sangat sukar menggelatinisasi karena molekul amilosa cenderung berada dalam posisi sejajar, sehingga gugus-gugus hidroksilnya dapat berikatan dengan bebas dan pati akan membentuk kristal agregat yang kuat. Sebaliknya, pati yang memiliki komponen amilopektin tinggi sangat sukar untuk berikatan sesamanya karena rantainya bercabang, sehingga pati yang amilopektinnya tinggi sangat mudah mengalami gelatinisasi tetapi viskositasnya tidak stabil (Texeira *et al*, 2009).

Pengaruh Komposisi *Filler Clay* dan *Plasticizer Gliserol* Terhadap Sifat Kuat Tarik (*Tensile Strenght*)

Sifat mekanik dipengaruhi oleh besarnya jumlah kandungan komponen komponen penyusun bioplastik (pati, gliserol dan *clay*). Tujuan dari pengujian sifat mekanik adalah untuk mengetahui karakteristik sifat mekanik terbaik dari bioplastik dengan variasi konsentrasi *clay* 3, 6, 9, dan 12 % wt dan gliserol 10, 14, 18, 22 % wt

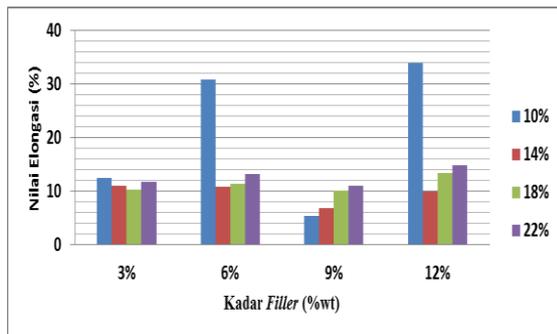


Gambar 1 Pengaruh Komposisi *Filler Clay* dan *Plasticizer Gliserol* Terhadap Kuat Tarik (*Tensile Strenght*)

Gambar 1 menunjukkan pengaruh kadar *filler* terhadap sifat kuat tarik yang di hasilkan. Pada grafik, sifat mekanik kuat tarik yang dihasilkan mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya komposisi *filler* pada komposisi gliserol tetap. Hal ini dapat dilihat pada komposisi gliserol 10 % dengan nilai kuat tarik yang dihasilkan yaitu sebesar 2,009 Mpa, kemudian mengalami peningkatan berturut turut yaitu 2,058, 2,177, 2,19 Mpa dan pada komposisi gliserol 18 % dengan nilai kuat tarik 0,49, 0,931, 1,96, 2,006 Mpa. Bioplastik dengan Kuat tarik terbaik diperoleh pada komposisi *filler* 3% dan *plasticizer* 14% dengan nilai 2,891 Mpa. Peningkatan kekuatan tarik akibat bertambahnya penambahan *filler* disebabkan oleh peningkatan interaksi gaya tarik-menarik antar molekul penyusun lapisan tipis (Indriyanti *et al*, 2006).

Pengaruh Komposisi *Filler Clay* dan *Plasticizer Gliserol* Terhadap Sifat Elongasi

Gambar 2 merupakan pengaruh variasi kadar gliserol yaitu sebesar 10, 14, 18, 22 % wt terhadap bioplastik yang dihasilkan. Bioplastik dengan Kuat tarik terbaik diperoleh pada komposisi *filler* 3% wt dan *plasticizer* 22% wt dengan nilai 33,96%.

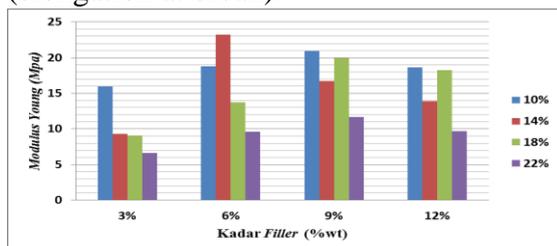


Gambar 2 Pengaruh Komposisi *Filler Clay* dan *Plasticizer* Gliserol Terhadap Nilai Elongasi

Menurut Bourtoom (2008) menyatakan bahwa kenaikan penambahan konsentrasi gliserol sebagai *plasticizer* menyebabkan nilai kuat tarik semakin berkurang seiring dengan berkurangnya interaksi intermolekul. Interaksi berkurang karena adanya gliserol yang menyisip dan menghilangkan ikatan hidrogen di antara polisakarida. Menurut Gennadios dan weller (1990), penambahan gliserol mengakibatkan pengurangan kekuatan gaya antar molekul sehingga mobilitas antar rantai molekul meningkat. Namun pada penelitian ini data yang didapatkan tidak konsisten. Hal diduga terjadi karena gliserol tidak larut secara sempurna didalam air sehingga kurang maksimalnya peningkatan mobilitas molekuler rantai polimer monosakarida yang berpengaruh pada nilai elongasi yang dihasilkan.

Pengaruh Komposisi *Filler Clay* dan *Plasticizer* Gliserol Terhadap Sifat Elongasi

Modulus young diperoleh dari perbandingan antara kekuatan tarik (tensile strength) terhadap persen perpanjangan (elongation at break).

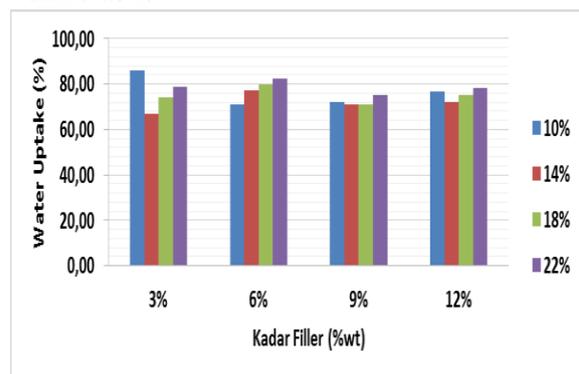


Gambar 3 Pengaruh Komposisi *Filler Clay* dan *Plasticizer* Gliserol terhadap *Modulus Young*

Bioplastik dengan *modulus young* tertinggi terdapat pada kadar *filler clay* 6% berat dan *plasticizer* gliserol 14% yaitu sebesar 23,26 MPa. *Modulus young* berbanding lurus dengan nilai kuat tarik dan berbanding terbalik dengan nilai elongasi. Penambahan *filler* akan berpengaruh dengan nilai kuat tarik yang dihasilkan sedangkan penambahan gliserol akan menurunkan nilai kuat tarik dan meningkatkan elastisitas.

Ketahanan Bioplastik terhadap Air (Hidrofobisitas)

Uji ketahanan bioplastik terhadap air (Hidrofobisitas) bertujuan untuk mengetahui seberapa besar ketahanan bioplastik terhadap air. Hal ini berguna untuk menunjang sifat plastik komersil yaitu tahan terhadap air kuat dan elastis.



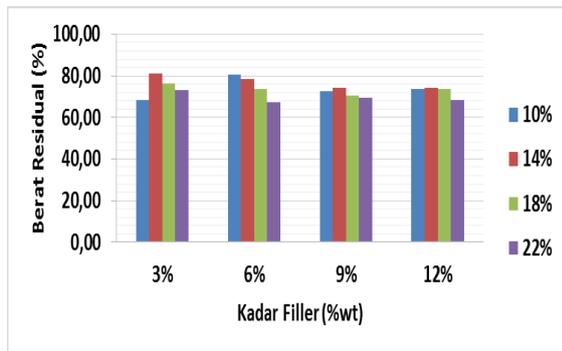
Gambar 4 Diagram Ketahanan Bioplastik terhadap Air (Hidrofobisitas)

Pada Gambar 4 dilihat bahwa hidrofobisitas tertinggi terdapat pada bioplastik dengan komposisi *filler* 3% wt dan gliserol 10% dengan nilai hidrofobisitas sebesar 85,71%. Darni dan H Utami, (2010) menyatakan bahwa sifat ketahanan air suatu molekul berhubungan dengan sifat dasar molekulnya. Bahan pati yang digunakan dalam penelitian ini bersifat hidrofilik, yaitu menyukai air. Penambahan gliserol juga menambah sifat hidrofilik bioplastik yang dibuat. Peningkatan penyerapan air terkait dengan karakter hidrofilik pada gliserol sehingga

terjadi peningkatan daya tarik-menarik gliserol dengan air.

Biodegradasi

Pengujian biodegradabilitas bioplastik dilakukan dengan metode *sorial burial test* untuk mengetahui laju degradasi sampel. Pada metode ini hanya dilakukan dengan mengubur sampel di dalam tanah yang telah yag diketahui kadar air dan PH nya kemudian menghitung fraksi berat residual dari sampel dalam tiap satuan waktu (gram/day).

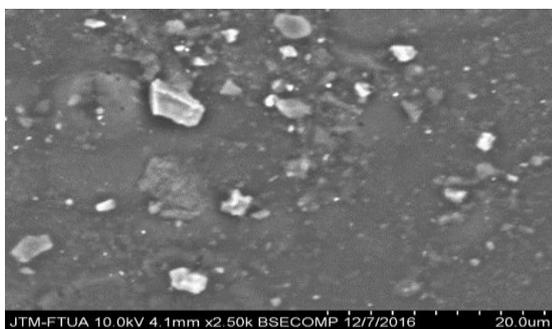


Gambar 5 Diagram Batang % Berat Residual Bioplastik

Secara keseluruhan, sampel bioplastik mengalami %residual 20 – 30 % selama 8 hari. Menurut Wypich (2003), pada uji biodegradabilitas air dapat menetrasi struktur material dan membantu aktivasi biologi (mikroba) pada material tersebut

Morfologi

Uji morfologi bertujuan untuk mengetahui persebaran *filler clay* pada matriks bioplastik.



Gambar 6 Mikrograf Bioplastik Perbesaran 2500x

Dalam hal ini, dipilih bioplastik dengan komposisi *filler* 3%wt dan gliserol 14% untuk dilakukan uji morfologi dengan menggunakan alat spektroskopi elektron mikroskopi (SEM). Pada gambar 6 dapat dilihat bahwa masih terjadi aglomerasi atau persebaran *filler* masih belum merata pada permukaan matriks. Kemudian interaksi antara *filler* dan matriks masih belum baik. Hal ini dapat dilihat pada gambar bahwa masih terjadi penolakan antara matriks dan *filler* yang diduga terjadi karena ukuran *filler* yang masih terlalu besar sehingga tidak masuk dalam rongga matriks dan membuatnya saling tolak menolak satu sama lain.

4. Kesimpulan

Bioplastik dengan karakteristik terbaik diperoleh pada bioplastik dengan kadar *filler clay* 3% dan komposisi gliserol 14% dimana diperoleh nilai kuat tarik 2,891 MPa, 30,98% Hidrofobisitas tertinggi terdapat pada bioplastik dengan komposisi *filler* 3%wt dan gliserol 10% dengan nilai 85,71% residual bioplastik yaitu 60% sampai 80% per 8 hari

Daftar Pustaka

- Adityo, S. (2009). Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar dengan penguat alami ZnO dan Clay. Skripsi. Jurusan Teknik Kimia Universitas Indonesia, Jakarta
- Avella, M.E. (2009). Eco-challenges of Bio Based Polymer Composite Material. (2), 911-925
- Bourtoom, T. (2008). Edible Film and Coatings ; Charateristics and Properties, *int. Food Res. J.*, 15(3), 1-12.
- BPMPD. (2010). Potensi Perkebunan Sagu di Kepulauan Meranti, Provinsi Riau.<http://bpmpd.riau.go.id/web/statis/kabupaten-kepulauan-meranti>. Diakses pada 3 Agustus 2016
- Darni, Y. dan H. Utami. (2010). Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal*

- Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 7 (4): 88-93
- Direktorat Jenderal Perkebunan. (2014). Statistik Perkebunan Indonesia Tahun 2011-2013. Direktorat Jenderal Perkebunan, Kementerian Pertanian. Jakarta.
- Eldo. (2012). *Sintesis Bioplastik dari Pati Ubi Jalar dengan penguat alami Zno dan selulosa*. Skripsi Sarjana, Fakultas Teknik : Universitas Indonesia
- Haryadi. (1992). Laporan Penelitian Mie Kering dari Berbagai Pati, *TP – UGM*. Yogyakarta.
- Indriyati., L. Indrarti dan E. Rahimi. (2006). Pengaruh *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) dan Gliserol Terhadap Sifat Mekanik Lapisan Tipis Komposit Bakterial Selulosa. *Jurnal Sains Materi Indonesia*. 8 (1):4044
- Teixeira, EM., Daniel, P., Antônio, A.S., Curvelo., dan Elisângela, C. (2009). Cassava bagasse cellulose nano fibrils reinforced thermoplastic cassava starch. *Carbohydrate Polymers*,(78):422-431.
- Tudorachi, N., Cascaval, C.N., Rusu, M., dan Pruteanu, M. (2000). *Testing of Polyvinyl Alcohol and Starch Mixture as Biodegradable Polymeric Materials*. Elsevier Science. (19) : 785-799
- Walle, A. (2009). Fundamentals of zinc oxide as a semiconductor. Santa Barbara: Univerisity of California.
- Wypch, F. (2004). *Clay Surfaces Fundamentals and Aplication*. Elsevier Academic Press. Amsterdam.
- Yuniarti., Gatot., dan Abdul. (2014). Sintesis dan Karakterisasi Bioplastik Berbasis Pati Sagu. e-*J.Agrotekbis* 2 (1) : 38-46