

Optimasi Plastik *Biodegradable* Berbahan Jelarut (*Marantha arundinacea L*) dengan Variasi LLDPE untuk Meningkatkan Karakteristik Mekanik

Hendri Setiawan*, Musthofa Lutfi, Masruroh

Jurusan Keteknikan Pertanian - Fakultas Teknologi Pertanian - Universitas Brawijaya
Jl. Veteran, Malang 65145

*Penulis Korespondensi, Email: hendrirosein@gmail.com

ABSTRAK

Pengemasan saat ini didominasi dengan bahan yang terbuat dari minyak bumi, di mana sulit untuk didegradasi secara alami dan membutuhkan waktu lama, maka dibuatlah terobosan plastik *biodegradable*. Indonesia memiliki potensi yang besar dengan keanekaragaman hayati berupa umbi-umbian yang memiliki kandungan yang dapat digunakan sebagai bahan pembuat plastik *biodegradable*. Ubi jelarut merupakan salah satu jenis umbi yang memiliki kadar amilosa tinggi sehingga dapat digunakan sebagai bahan dasar pembuatan plastik *biodegradable* dengan ditambahkan LLDPE sebagai penguat untuk mencapai standar yang telah ditetapkan. Tujuan penelitian ini adalah pengaruh penambahan LLDPE terhadap sifat mekanik yang meliputi kuat tarik, elongasi dan modulus pada plastik yang dihasilkan, morfologi dan gugus fungsi plastik berbahan dasar ubi jelarut dengan penambahan LLDPE. Pengujian dilakukan pada hasil sampel dengan perbandingan pati jelarut dan LLDPE dengan perbandingan komposisi 10 : 90, 20 : 80, 30 : 70, 60 : 40 dan 50 : 50. Hasil sampel diuji karakteristik mekanik dilakukan dengan menggunakan *universal testing machine* (UTM). Hasil uji kuat tarik didapatkan bahwa semakin tinggi komposisi LLDPE maka kuat tarik semakin tinggi, untuk uji perpanjangan semakin tinggi komposisi LLDPE sampel yang dihasilkan semakin elastis, sedangkan uji modulus semakin tinggi komposisi LLDPE tingkat kekakuan semakin menurun. Dari hasil uji mekanik yang dilakukan diperoleh bahwa plastik berbahan dasar ubi jelarut hampir menyerupai PBAT eastman (easter bio 14766) pada komposisi pati jelarut dan LLDPE 20 : 80 Uji morfologi diperoleh bahwa dengan LLDPE lebih tinggi hasil campuran semakin bertumpuk dan tidak merata sedangkan uji gugus fungsi diperoleh beberapa gugus fungsi yaitu OH, CO serta ester.

Kata kunci : *Biodegradable*, gugus fungsi, LLDPE, jelarut (*Marantha arundinacea L*)

Optimization of Biodegradable Plastics Made From Jelarut (*Marantha arundinacea L*) With Variation of LLDPE to Improve The Mechanical Characteristics

ABSTRACT

Packaging is currently dominated by a material made from petroleum, which is difficult to be degraded naturally and takes a long time, there was made a breakthrough biodegradable plastics. Indonesia has a great potential biodiversity in the form of tubers that contain can be used as material for biodegradable plastics. Jelarut is one type of bulbs has a high amylose content so it can be used as a base for the manufacture of biodegradable plastics with LLDPE added as reinforcement to achieve a predetermined standard. Purpose of this research is a effect the addition of LLDPE on mechanical properties including tensile strength, elongation and modulus the resulting plastic, morphology and functional groups based plastics jelarut with the addition of LLDPE. Testing of performed on samples with a ratio of starch results jelarut and LLDPE with composition ratio 10:90, 20:80, 30:70, 60:40 and 50:50. Mechanical characteristics of the tested sample results performed using a universal testing machine.

Tensile strength test results was found that the higher tensile strength of LLDPE composition of the higher, to test the extension of higher composition of LLDPE the resulting sample more elastic, while the higher modulus test LLDPE composition stiffness decreases. From the results of mechanical tests conducted found that plastic made from jalarut almost like PBAT eastman (easter bio 14766) on starch composition jalarut and LLDPE 20:80. Test morphology is obtained the higher LLDPE blend the results piled and uneven, while testing the functional group obtained several functional groups are OH, CO, and esters.

Keyword : Biodegradable, functional groups, LLDPE and jalarut (Marantha arundinacea l)

PENDAHULUAN

Setiap tahun sekitar 100 juta ton plastik diproduksi 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 (Musthofa, 2011). Di sisi lain, minyak bumi sebagai bahan baku plastik konvensional yang sulit didegradasi juga merupakan sumber daya alam yang terbatas dan tidak dapat diperbaharui (*unrenewable*), sehingga diperlukan usaha pencarian alternatif penggantinya. Sulitnya proses penguraian plastik konvensional menyebabkan penumpukan sampah dalam jumlah yang terus meningkat dan semakin mengganggu lingkungan. Sehingga diperlukan solusi alternatif bahan plastik yang aman bagi lingkungan dan makhluk hidup. Hal tersebut, memberikan gambaran mengenai potensi pengembangan kemasan plastik *biodegradable* dengan kemampuan yang dapat diuraikan kembali oleh mikroorganisme sehingga mengurangi pencemaran lingkungan.

Selama ini sudah banyak plastik *biodegradable* yang diteliti oleh beberapa peneliti (Utomo (2012), Musthofa (2011)) dengan bahan yang berbeda. Oleh karena Indonesia kaya akan sumber daya alam, maka banyak bahan utama berupa pati-patian tropis dari umbi-umbian khas Indonesia yang dapat dimanfaatkan sebagai bahan plastik *biodegradable*. Salah satu umbi yang dapat dimanfaatkan adalah umbi dari tanaman jalarut (*Marantha arundinacea L*). Keunggulan ubi jalarut diantaranya adalah kandungan amilosa pada ubi jalarut mencapai 40%, sehingga lebih tinggi bila dibandingkan kandungan amilosa umbi yang lain. Amilosa adalah bahan utama dari pati yang dijadikan bahan dasar dari pembuatan plastik *biodegradable*. Produksi ubi jalarut di Indonesia cukup besar karena tersebar di seluruh wilayah Indonesia terutama di Sumatera, dan Jawa (Djaafar, *et al.*, 2002).

Pada penelitian ini, diteliti inovasi film plastik *biodegradable* yang berbahan dasar ubi Jalarut (*Marantha arundinacea L*) dengan variasi penambahan LLDPE untuk meningkatkan sifat mekanik terhadap campuran antara pati jalarut dengan bahan pemlastis yaitu gliserol. Penelitian ini menghasilkan plastik ramah lingkungan berbahan baku produk lokal di Indonesia dan secara tidak langsung inovasi ini dijadikan dasar pengembangan lebih lanjut untuk mengurangi masalah peningkatan limbah plastik.

METODE PENELITIAN

Alat dan Bahan

Alat yang digunakan adalah oven, timbangan, loyang, ayakan 100 mesh, *hot plate magnetic stirrer*, termometer, alat pencetak/kaca, gelas ukur, stopwatch, *reochord mixer (Rheomix)*, *hydraulic hot press*, penggaris. Sedangkan alat untuk pengujian adalah *universal testing machine*, *scanning electron microscopy*, *fourier transform infra red*. Bahan-bahan untuk pembuatan plastik *biodegradable* ini adalah pati jalarut, LLDPE, gliserol, maleat anhidrida, dikumil peroksida.

Metode Penelitian

Metode pendekatan penelitian dalam pembuatan plastik dengan bahan baku campuran pati jelarut termoplastis dan LLDPE adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) faktor tunggal dengan 5 taraf percobaan 2 kali pengulangan. Lima taraf tersebut yaitu:

α_1 = pati jelarut termoplastis:compt.-LLDPE = 10:90

α_2 = pati jelarut termoplastis:compt.-LLDPE = 20:80

α_3 = pati jelarut termoplastis:compt.-LLDPE = 30:70

α_4 = pati jelarut termoplastis:compt.-LLDPE = 40:60

α_5 = pati jelarut termoplastis:compt.-LLDPE = 50:50

Model umum rancangan percobaan sebagai berikut:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij}$$

Y_{ij} = Nilai pengamatan pada perlakuan perbandingan tepung jelarut termoplastis dan compt.-LLDPE taraf ke-i dan ulangan ke-j

μ = Rataan umum

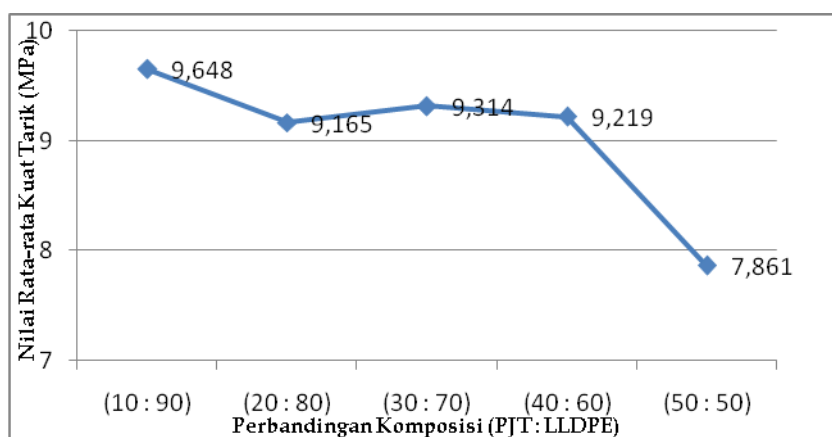
τ_i = Pengaruh perlakuan pada taraf ke-i

ε_{ij} = Pengaruh acak pada perlakuan ke-i ulangan ke-j

j = ulangan 1 dan ulangan 2

HASIL DAN PEMBAHASAN

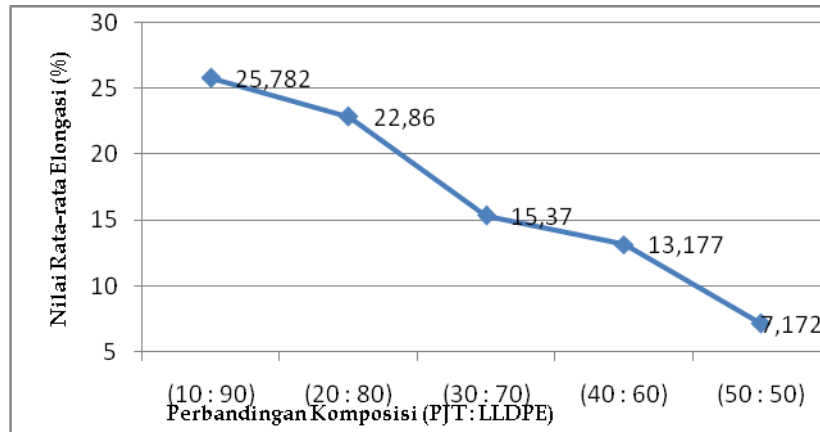
Dari penelitian yang dilakukan didapatkan 20 sampel bahan yang diuji dengan uji kuat tarik dan dibandingkan antara komposisi satu dengan yang lainnya terjadi kenaikan kuat tarik disetiap penambahan LLDPE. Hal ini dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Grafik Kuat Tarik Plastik pada berbagai Perbandingan Komposisi Bahan

Berdasarkan analisa sidik ragam dapat diketahui bahwa pengurangan kadar komposisi LLDPE pada pati jelarut termoplastis dari kadar 90 % hingga kadar 50% tidak berbeda nyata karena diperoleh nilai F_{hitung} (1,972) lebih kecil dari F_{tabel} (3,056). Penurunan kuat tarik yang tidak signifikan ini dipengaruhi oleh penambahan bahan aditif maleat anhidrida dengan konsentrasi 1% yang mampu menjaga tingkat kompatibilitas kedua bahan dengan baik yang dimulai dari perbandingan pati jelarut termoplastis dan LLDPE 10 : 90 hingga pada kadar perbandingan antara pati jelarut termoplastis dan LLDPE 50 : 50.

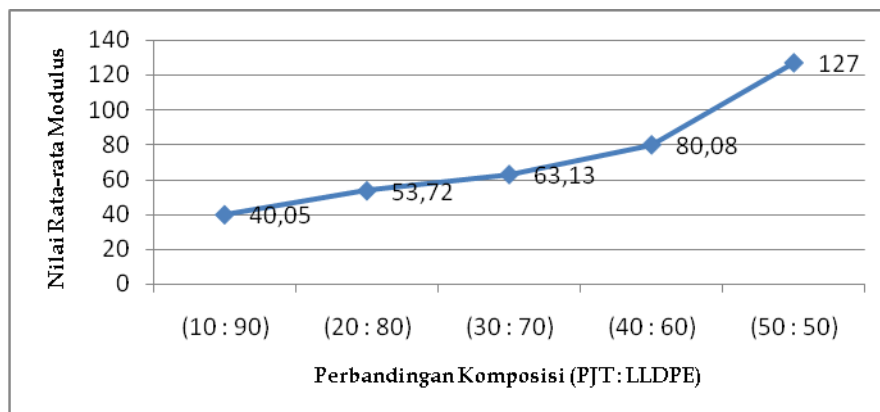
Pada pengujian pemanjangan dapat diketahui persentase setiap sampel bioplastik berkisar antara 4,43 % sampai dengan 38,99 %. Untuk keseluruhan komposisi dapat dikatakan bahwa semakin banyak kedua bahan dicampurkan dengan komposisi yang sama plastik yang dihasilkan semakin menurun tingkat elastisitasnya, hal ini dapat dilihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Grafik Elongasi Plastik Biodegradable diberbagai Komposisi Bahan

Dari perhitungan analisa sidik ragam menunjukkan adanya perbedaan nyata disetiap komposisi terhadap persentase pemanjangan bahan. Hal ini dibuktikan dengan perhitungan sidik ragam yang diperoleh nilai F_{hitung} (3,423) lebih besar daripada nilai F_{tabel} (3,056). Pengaruh perbedaan nyata pada setiap komposisi disebabkan oleh daya tahan masing-masing bahan yang menurun dan juga dapat disebabkan oleh bahan aditif yang kurang tinggi konsentrasinya sehingga kedua bahan masih kurang tercampur sempurna jika ditinjau dari pemanjangan bahan.

Pada pengujian modulus elastisitas, nilai modulus diketahui berkisar antara 26,0 MPa hingga 220,0 MPa. Dari hasil pengujian didapatkan bahwa semakin banyak campuran komposisi kedua bahan yaitu pati jelarut dan LLDPE maka dihasilkan plastik dengan tingkat modulus elastisitas yang tinggi. Hal ini berarti plastik tersebut semakin kaku jika kedua bahan pada komposisi yang sama. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3. Grafik Modulus Elastisitas diberbagai Komposisi Bahan

Dari perhitungan analisa sidik ragam menunjukkan adanya pengaruh sangat nyata konsentrasi terhadap modulus elastisitas. Hal tersebut dibuktikan dengan perhitungan sidik ragam yang diperoleh nilai F_{hitung} (3,310) lebih besar daripada nilai F_{tabel} (3,056). Adanya pengaruh tersebut disebabkan oleh komposisi bahan pada aditif yang konstan diberbagai komposisi peningkatan kadar pati jelarut termoplastis, pemlastis awal yaitu gliserol yang terkandung di dalam jelarut termoplastis tetap pada komposisinya dan tidak berubah seiring peningkatan persentase LLDPE. Perbedaan nilai modulus juga disebabkan masing-masing bahan memiliki sifat yang sangat berbeda dimana pati sendiri memiliki tingkat kekakuan yang tinggi dibandingkan dengan LLDPE. Akibatnya, ketika kedua bahan disatukan akan saling mempengaruhi sifat-sifat dari kedua bahan. Dari hasil uji mekanik yang dilakukan diperoleh

bahwa plastik berbahan dasar ubi jalarut hampir menyerupai PBAT eastman (easter bio 14766) pada komposisi pati jalarut dan LLDPE 20 : 80.

Analisis gugus fungsi menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR) bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat dalam suatu senyawa. Banyaknya frekuensi yang dilewatkan oleh bahan diukur sebagai persen *transmittance* (% T). Penggunaan cahaya infra merah pada FTIR yang paling banyak digunakan adalah pada daerah besaran gelombang 4000 sampai dengan 1200 cm^{-1} . Pada pengujian FTIR ini menguji dua buah sampel dengan komposisi perbandingan pati jalarut termoplastis dan LLDPE 20 : 80 dan 50 : 50, sehingga dari dua sampel ini dapat diketahui perbedaan gelombang yang terjadi dengan adanya komposisi yang berbeda. Berikut ini adalah hasil hasil uji gugus fungsi menggunakan FTIR pada dua sampel.

Tabel 1. Hasil Uji Gugus Fungsi menggunakan FTIR Komposisi Pati Jalarut Termoplastis dengan LLDPE 50 : 50

Bilangan gelombang (cm^{-1})	Gugus fungsi	Ikatan	Energi Ikatan
3374,23	OH Karboksilat	O – H	464
2919,06	Alkil sp^3CH_3	C - H	414
1638,42	Amida C = O	C = O	799
1460,98	Benzena C = C	C = C	611

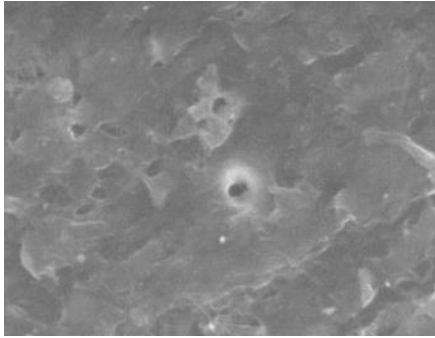
Tabel 2. Hasil Uji Gugus Fungsi Menggunakan FTIR Komposisi Perbandingan Pati Jalarut Termoplastis dengan LLDPE 20 : 80

Bilangan gelombang (cm^{-1})	Gugus fungsi	Ikatan	Energi Ikatan
3415,70	OH Karboksilat	O – H	464
2849,63	Alkil sp^3CH_3	C - H	414
1734,85	Ester C = O	C = O	799
1650,96	Amida C = O	C = O	799
1465	Benzena C = C	C = C	611

Hasil uji FTIR yang berupa gugus fungsi juga dapat dijadikan salah satu indikator bahwa plastik yang dihasilkan masih dapat didegradasi. Hal ini sesuai dengan pendapat Darni (2009), bahwa dimana selain gugus hidroksida (OH) gugus fungsi lainnya yang terdapat pada film plastik *biodegradable* adalah gugus fungsi karbonil (CO) dan ester, sehingga dengan dimilikinya gugus fungsi tersebut maka film plastik dapat didegradasi. Pada hasil uji FTIR yang dilakukan pada penelitian ini didapatkan gugus fungsi OH, CO serta ester maka film plastik yang dihasilkan dikategorikan dapat didegradasi.

Pada penelitian ini pengujian *Scanning Electrone Microscopy* (SEM) dilakukan untuk mengetahui bentuk permukaan bioplastik, besar pori yang terbentuk pada lembaran bioplastik. Pengujian dilakukan dengan melakukan pemotongan sampel dengan ukuran 5 mm x 5 mm, kemudian diletakkan di kaca preparasi, selanjutnya di letakkan di bawah lensa pengamatan yang ada di dalam alat uji SEM.

Dua sampel yang dinilai mewakili beberapa komposisi tersebut dilakukan perbandingan antara permukaan plastik dengan perbesaran 3000x antara kedua komposisi. Dimana dari hasil pengamatan pada komposisi 20 : 80 struktur permukaan bertumpuk dengan pori yang dihasilkan lebih kecil dan merata. Jika dibandingkan dengan komposisi 50 : 50 sangat tampak perbedaannya, dimana pada komposisi ini terlihat permukaan yang bercampur rata tetapi memiliki pori yang lebih besar.



(a) Perbandingan 20 : 80 3000x



(b) Perbandingan 50 : 50 3000x

Gambar 4. Foto Permukaan Bioplastik Pada Dua Komposisi Dengan Perbesaran 3000x

Pada Gambar 4 besarnya pori yang dihasilkan berbeda, dimana pada campuran 20 : 80 pori masih berbentuk seragam, walaupun untuk ukuran masih belum merata sedangkan untuk komposisi 50 : 50 pori sangat tidak beraturan sehingga menghasilkan pori yang cukup besar. Dari hasil uji SEM pada campuran 20 : 80 besar diameter pori yang terbentuk berkisar antara 1,27 μm sampai dengan 2,33 μm . Untuk diameter pori pada campuran 50 : 50 diameter pori yang didapatkan adalah berkisar antara 1,76 μm sampai dengan 2,49 μm . Dari pengamatan foto SEM pada kedua sampel dapat dikatakan bahwa pada pencampuran bahan kurang sempurna, karena hasil kedua komposisi menunjukkan lebih baik dari masing-masing sisi, dimana pada komposisi 20 : 80 susunan bahan terdapat tumpukan-tumpukan sedangkan untuk komposisi 50 : 50 lebih merata, tetapi jika dilihat dari ukuran pori lebih baik pada campuran 20 : 80.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang dilakukan dapat disimpulkan bahwa : Pengaruh penambahan LLDPE yang semakin tinggi terhadap sifat mekanik yaitu meningkatkan kuat tarik, meningkatkan elongasi/perpanjangan dan menurunkan modulus elastisitas. Pengaruh LLDPE pada gugus fungsi menunjukkan bahwa plastik yang dihasilkan memiliki kekuatan ikatan yang lebih besar pada komposisi pati jelarut termoplastis dengan LLDPE 20 : 80 dari pada perbandingan komposisi 50 : 50. Hal ini sesuai dengan kekuatan mekanik yang dihasilkan dimana semakin tinggi jumlah komposisi kedua bahan kekuatan mekanik semakin menurun. Pada penelitian ini secara teoritis memenuhi persyaratan untuk plastik yang dapat terdegradasi karena didapatkan gugus fungsi OH, CO serta ester sehingga dikategorikan dapat didegradasi. Persentase komposisi bahan mempengaruhi morfologi sampel plastik dimana pada komposisi 20 : 80 memiliki hasil permukaan bertumpuk kurang tercampur dengan pori yang beraturan. Sedangkan pada komposisi 50 : 50 menghasilkan pori yang lebih besar dengan susunan bahan yang lebih merata.

DAFTAR PUSTAKA

- Christianty, Maria U. 2009. *Produksi Biodegradable Plastic Melalui Pencampuran Pati Sagu Termoplastis dan Compatibilized Linear Low Density Polyethylene*. Sekolah Pascasarjana Institut Pertanian Bogor
- Darni, Yuli. 2009. *Peningkatan Hidrofobisitas dan Sifat Fisik Plastik Biodegradabel Pati Tapioka dengan Penambahan Selulosa Residu Rumpuk Laut Eucheima Spinossum*. Seminar hasil penelitian dan pengabdian kepada masyarakat. Fakultas Teknik Unila : Bandar Lampung

- Musthofa, Muhammad Hasan. 2011. *Uji Coba Bahan Kantong Bioplastik Pati dan Onggok Tapioka dengan Gliserol sebagai Plasticizer*. Laporan Skripsi Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya : Malang
- Pranamuda H. 2001. *Pengembangan Bahan Plastik biodegradable Berbahan Baku Pati Tropis. Disampaikan pada Seminar On-Air Bioteknologi untuk Indonesia Abad 21, 1-14 Februari 2001*. Jepang: Sinergy Forum-PPI Tokyo Institute of Technology
- Silverstein, R. M. 1986. *Penyidikan Spektrometrik Senyawa Organik*. Edisi ke-4. Terjemahan A. J. Hartomo dan Anny Victor Purba. Erlangga : Jakarta
- Skoog, Douglas A., F. James Holler, and Timothy A. Nieman. 1998. *Principles of Instrumental Analysis*. Saunders College Pub : Philadelphia
- Sudiarto dan D.S. Effendi. 1998. *Potensi dan Peluang Budi Daya Tanaman Garut di Perkebunan Kelapa. Prosiding Kongres Nasional Kelapa IV di Bandar Lampung*. Pusat Penelitian dan Pengembangan Tanaman Industri, Bogor. 6 hlm
- Utomo, Arief Wahyu. 2012. *Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimawi Plastik Biodegradable dari Komposit Pati Lidah Buaya (Aloe vera)-Kitosan*. Laporan Skripsi Jurusan Keteknikan Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Brawijaya : Malang
- Wirjosentono, B, Abdi Negara S, Sumarno, Tirena A.S dan Samsul Bahri L. 1995, *Analisa dan Karakterisasi Polimer*, USU Press, Medan