

KARAKTERISTIK FISIK BIOPLASTIK RUMPUT LAUT (*Eucheuma cottonii*) DENGAN PENAMBAHAN GETAH POHON KAYU JAWA (*Lannea coromandelica*)

Lis Fitramadan^{1*}, Yudin I.¹, Syaifuddin¹, Sarina C.L¹

¹Program Studi TPHL Politeknik Palu
Jl. Sinar Kemuning, Palu, Indonesia

ABSTRAK

Plastik adalah bahan yang sering digunakan didalam kehidupan sehari-hari. Salah satu penggunaan plastik ialah sebagai bahan pengemas. Penggunaan plastik semakin meningkat karena plastik memiliki keunggulan dibandingkan kemasan lainnya. Semakin banyak plastik yang digunakan maka akan semakin banyak pula sampah plastik yang dihasilkan, sehingga dilakukan penelitian pembuatan bioplastik. Bioplastik adalah plastik yang mudah terurai oleh mikroorganisme. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui karakteristik fisik bioplastik dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan penambahan getah pohon kayu jawa (*Lannea coromandelica*). Metode yang digunakan yaitu Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 5 kali perlakuan dan 4 kali ulangan untuk mengetahui nilai kuat tarik, elongasi, ketahanan air, dan ketebalan pada bioplastik. Hasil penelitian menunjukkan bahwa bioplastik dengan kuat tarik terbaik terdapat pada P5(40 gr) 7.87 MPa, persen elongasi P2(10 gr) 24.43%, ketahanan air P5(40 gr) 97.13%, dan nilai ketebalan P4(30 gr) 0.22 mm.

Kata kunci: Bioplastik, *Eucheuma cottonii*, Getah Kayu Jawa

ABSTRACT

Plastic is a material that is often used in everyday life. One of the uses of plastic is as a packaging material. The use of plastic is increasing because plastic has advantages over another packaging. The more plastic used, the more plastic waste will be produced, so research is carried out on making bioplastics. Bioplastics are plastic that are easily decomposed by microorganisms. This research was conducted to determine the physical characteristics of the bioplastic from seaweed (*Eucheuma cottonii*) with the addition of Javanese tree sap (*Lannea coromandelica*). The method used was Completely Randomized Design (CRD) with 5 treatments and 4 replications to determine the value of tensile strength, elongation, water resistance, and thickness in bioplastics. The results showed that the bioplastic with the best tensile strength was found at P5(40 g) 7.87 MPa, the percent elongation of P2(10 g) 24.43%, water resistance P5(40 g) 97.13%, and the thickness value of P4(30 g) 0.22 mm.

Keywords: Bioplastic, *Eucheuma cottonii*, Java wood latex

Pendahuluan

Bioplastik ialah plastik yang sifatnya sangat gampang diurai oleh mikroorganisme (*Biodegradable plastic*). penggunaan bioplastik ini juga sangat menawarkan manfaat positif bagi lingkungan melalui penggunaan bahan baku yang dapat didegradasi oleh lingkungan (Bahmid, dkk. 2014). Pembuatan bioplastik pada umumnya menggunakan bagian tanaman atau hewan yang mengandung karbohidrat (pati),

kitin/kitosan, lignin, dan selulosa (Yustina. Dkk,2019).

Rumput laut ialah salah satu sumber zat alami yang mengandung karbohidrat untuk bahan baku yang bisa dipakai pada proses pembuatan bioplastik. Salah satu rumput laut yang dapat digunakan untuk membuat bioplastik adalah *Eucheuma cottonii*. *Eucheuma cottonii* memiliki kandungan alginat yang cukup tinggi. Alginat adalah polisakarida alami yang bersifat pekat dan mudah menyatu dengan air, polisakarida pada *Eucheuma cottonii* juga bisa menaikkan viskositas. Selain itu *Eucheuma cottonii* juga rumput laut penghasil karaginan

^{*}) Penulis Korespondensi.

E-mail: liss.fitra05@gmail.com

yang memiliki kemampuan untuk membentuk gel dan kemampuan membentuk serat-serat serta membentuk bioplastik (Wandrey, 2004). Bahan dasar lainnya yang dapat dibuat menjadi bioplastik yaitu getah pohon kayu jawa (*Lannea coromandelica*).

Getah pohon kayu jawa (*Lannea coromandelica*) adalah salah satu bahan baku yang dapat digunakan dalam membuat bioplastik karena sifat getah kayu jawa yaitu mempunyai elastisitas, fleksibilitas, dan tidak mudah larut dalam air. Getah pohon kayu jawa juga mempunyai kandungan karbohidrat, protein, terpenoid, dan polifenol yang berperan penting sebagai perekat (Reddy, 2011). Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh dari penambahan getah pohon kayu jawa (*Lannea coromandelica*) terhadap karakteristik fisik bioplastik rumput laut (*Eucheuma cottonii*).

Metode Penelitian

Penelitian karakteristik fisik bioplastik rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan penambahan getah kayu jawa (*Lannea coromandelica*) menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL). Untuk analisis yaitu uji kuat tarik, uji elongasi, uji tahan air, dan uji ketebalan. Terdiri dari 5 perlakuan yaitu P1(0 gr), P2(10 gr), P3(20 gr), P4(30 gr), dan P5(40 gr) dan dilakukan pengulangan 4 kali, hingga didapat 20 sampel percobaan. Formula pembuatan bioplastik yakni bubur rumput laut (20 gr), Gliserol (2 ml), aquades (40 ml) dan bubur getah kayu jawa sebagai perlakuan (0 gr, 10 gr, 20 gr, 30 gr, 40 gr).

Prosedur kerja pembuatan bioplastik terbagi menjadi tiga tahap yakni penyiapan ekstrak bubur Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*), Penyiapan ekstrak bubur Getah pohon kayu jawa (*Lannea coromandelica*) dan pembuatan bioplastik.

Penyiapan Ekstrak Bubur Rumput Laut *Eucheuma Cottonii*

Rumput laut mentah dicuci sampai bersih, kemudian ditimbang sebanyak 1 kilogram. Setelah itu tambah aquadest sebanyak 2 liter. Selanjutnya pencampuran antara rumput laut dan aquades diblender sampai benar-benar halus kemudian panaskan campuran rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dan aquadest pada *hot plate* dengan suhu 60°C selama 1 jam. Selama pemasakan, dilakukan pengadukan juga. Setelah

sampai pada waktu yang ditentukan, dilakukan penyaringan dengan menggunakan ayakan 60 mesh sehingga mendapat bubur rumput laut (*Eucheuma Cottonii*).

Penyiapan Ekstrak Bubur Getah Kayu Jawa (*Lennea coromandelica*)

Getah kayu jawa pada penelitian ini ialah getah yang telah mengeras pada pohon kayu jawa tua yang diambil di Daerah Taipa dan Desa Sibado Kec. Sirenja, Kab.Donggala . Adapun penyiapan ekstrak bubur getah kayu jawa pada penelitian ini adalah sebagai berikut:

Timbang getah kayu jawa sebanyak 500 gr tambahkan aquadest 500 ml dimasak dengan *hot plate* menggunakan gelas beaker 1000 ml dengan suhu 80°C selama 1 jam, lalu aduk menggunakan magnetic stirrer. Kemudian, saring Getah kayu jawa. Hal ini dilakukan untuk menghilangkan kotoran pada getah kayu jawa tersebut.

Pembuatan Bioplastik

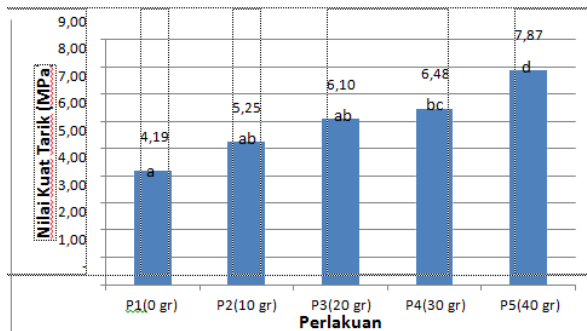
Timbang getah pohon kayu jawa dengan formulasi 0 gr, 10 gr, 20 gr, 30 gr, dan 40 gr. Lalu timbang bubur rumput laut (*Eucheuma cottonii*) sebanyak 20 gr, gliserol 2 ml, dan aquadest sebanyak 40 ml. Lalu campurkan semua bahan menjadi satu kedalam gelas beaker 300 ml, kemudian panaskan larutan pada gelas beaker diatas *hot plate* dengan suhu 50°C selama 45 menit, lalu aduk menggunakan *stirrer magnetic* hingga homogen. setelah itu, larutan dicetak menggunakan nampan plastik. Selanjutnya dinginkan bioplastik pada suhu ruang selama 4 menit. setelah didinginkan, masukkan kedalam oven menggunakan suhu 70°C selama 4 jam. setelah kering, plastik dilepas dari cetakan dan diuji kuat tarik, elongasi, ketahanan air dan ketebalan.

Hasil dan Pembahasan

Uji Kuat Tarik/Tensiil Streingth (Mpa)

Kuat tarik adalah salah satu sifat fisik bioplastik yang harus diketahui, karena bioplastik yang nilai kuat tarik tertinggi bisa melindungi produk yang dikemasnya menjadi lebih aman (Wahyuni, 2001). Pada penelitian ini, hasil analisis uji kuat tarik menunjukkan bahwa kenaikan penambahan getah pohon kayu jawa (*Lannea corromandelica*) menyebabkan nilai

kuat tarik tarik dari bioplastik yang dihasilkan meningkat.

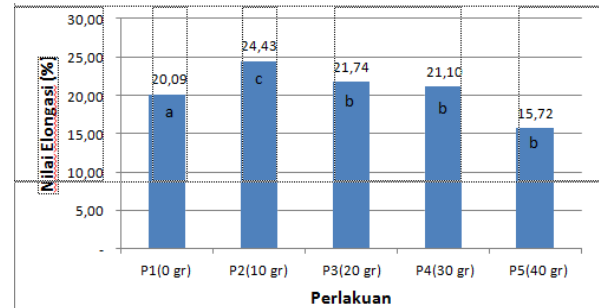


Gambar 1. Histogram Nilai Kuat Tarik (Mpa) Pada Bioplastik Rumput Laut (*Eucheuma cottonii*) Dengan Penambahan Getah Kayu Jawa

Dari gambar 1 menunjukkan bioplastik dengan kuat tarik tertinggi terdapat pada P5 (40 gr) yaitu 7,87 MPa sedangkan bioplastik dengan nilai kuat tarik terkecil adalah P1 (0 gr) yaitu 4,19 MPa. Tingginya kuat tarik pada P5 kemungkinan disebabkan bertambahnya konsentrasi getah pohon kayu jawa pada P5, sehingga hal itu dapat mempengaruhi kuat tarik bioplastik tersebut, karena getah pohon kayu jawa (*Lannea coromandelica*) merupakan polimer alami yang mengandung senyawa karbohidrat (Reddy, 2011). Pati merupakan karbohidrat cadangan yang terdapat dalam batang dan biji suatu tanaman (Otman, Dkk.2011). Hal ini sesuai dengan pendapat (Hasana. 2012) yang menyatakan bahwa hal ini disebabkan campuran bioplastik meningkatkan kekuatan tarik yang memungkinkan molekul pada bioplastik membentuk ikatan rantai cabang maupun crosslink (anyaman) sehingga bioplastik semakin homogen dan strukturnya rapat yang menyebabkan kuat tarik semakin meningkat. Hal ini didukung juga dengan pendapat (Ban, Dkk. 2006) mengatakan bahwa faktor penting yang mempengaruhi sifat mekanik bioplastik yakni afinitas antar komponen. Afinitas adalah suatu fenomena dimana atom atau molekul tertentu memiliki kecenderungan untuk bersatu dan berikatan. Hasil kekuatan tarik pada penelitian ini belum memenuhi standar SNI yang nilai kuat tariknya sebesar 24,7-302 MPa.

Analisis Perpanjangan/Elongasi (%)

Persen perpanjangan elongasi merupakan salah satu sifat mekanik yang akan berubah setelah mengalami peregangan atau mengalami perubahan ukuran panjang dari yang sebenarnya.

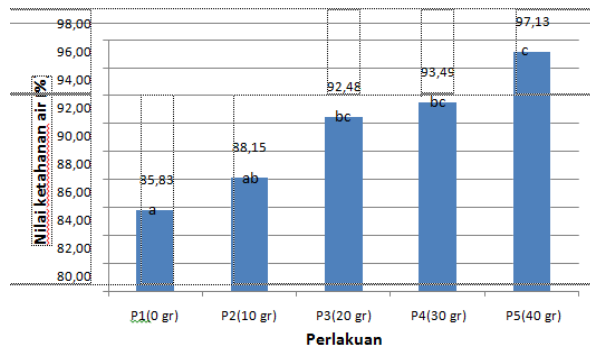


Gambar 2. Histogram nilai persen perpanjangan (Elongasi) pada bioplastik rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan penambahan getah kayu jawa (*Lannea coromandelica*).

Gambar 2 di atas menunjukkan nilai elongasi tertinggi terdapat pada P2 yaitu (10 gr) yaitu 24,43% sedangkan nilai elongasi terendah terdapat pada P5 (40 gr) yaitu 15,72%. Tingginya nilai elongasi pada P2 disebabkan karena ketebalan yang rendah dan kuat tarik dari P2 lebih kecil maka nilai elongasinya semakin meningkat. Hal ini seperti pendapat (Darawati dan Pranoto. 2010) yang mengatakan bahwa jika adanya penurunan nilai kuat tarik bioplastik maka nilai persen perpanjangan akan semakin meningkat. Bioplastik P5 (40gr) memiliki nilai perpanjangan paling kecil yakni 15,72% Penyebabnya diduga terjadi karena konsentrasi getah pohon kayu jawa yang ditambahkan terlalu banyak sehingga mengakibatkan perpanjangan bioplastik menjadi kaku. Menurut (Theresia. 2003) sangat penting untuk diketahui bahwa laju elongasi membantu menentukan derajat plastisitas bioplastik. Nilai persentase elongasi yang lebih tinggi akan lebih plastis, tetapi sebaliknya, nilai yang lebih rendah lebih rapuh. Hasil penelitian ini lebih tinggi dibandingkan bioplastik yang diperoleh dari biji nangka yaitu 5,66% - 7,547% Handayani ndan (Hesmita, 2015), didukung juga oleh (Anggraini, 2013) dengan nilai elongasinya yaitu 13,1% - 22,5 %. Nilai yang diperoleh dalam penelitian tersebut sesuai dengan standar SNI persen perpanjangan/elongasi bioplastik yaitu sebesar 21-220%.

Uji Ketahanan Air

Uji tahanan air menunjukkan tingkat ketahanan bioplastik pada air terhadap bioplastik rumput laut dengan penambahan getah pohon kayu jawa.

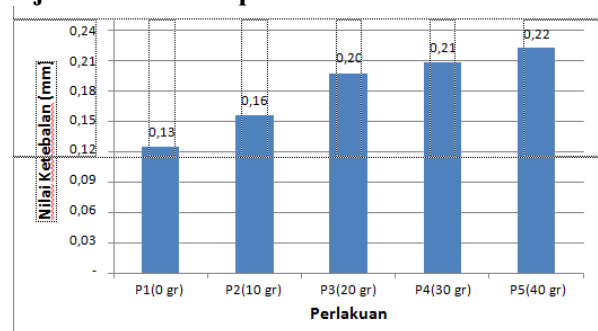


Gambar 3. Histogram analisis nilai ketahanan air pada bioplastik rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan penambahan getah kayu jawa (*Lannea coromandelica*)

Gambar 3 diatas menunjukkan bahwa ketahanan air pada bioplastik rumput laut dengan penambahan getah pohon kayu jawa yaitu pada P5(40 gr) yaitu dengan nilai 97,13% sedangkan bioplastik dengan nilai ketahanan air terkecil pada P1(0 gr) dengan nilai 85,83%. Ketahanan air pada P5(40 gr) dikarenakan kurangnya kandungan dari rumput laut (*Eucheuma cottonii*) sehingga kandungan getah pohon kayu jawa lebih mendominasi akibatnya P5 lebih tinggi ketahanan airnya daripada perlakuan lain. Hal ini sesuai dengan pernyataan Coniwanti. Dkk,(2014) yang menyatakan bahwa semakin rendah nilai penyerapan air maka sifat ketahanan plastik akan semakin baik, sedangkan semakin tinggi penyerapan air maka sifat ketahanan plastik akan mudah rusak. Getah pohon kayu jawa (*Lannea coromandelica*) memiliki sifat fisik tidak mudah larut dalam air namun tingkat penyerapan air sangat tinggi. Hal ini didukung oleh pernyataan Darni dan Utami, (2009) semakin tinggi kandungan pati, semakin tinggi pula laju penyerapan airnya. Hasil yang didapatkan pada penelitian ini masih belum memenuhi standar SNI untuk ketahanan air/ hidrofobisitas plastik yaitu 99%.

Gambar 4 menunjukkan bahwa bioplastik rumput laut dengan penambahan pohon kayu jawa diperoleh nilai ketebalan tertinggi bioplastik adalah P5 (40gr) sebesar 0,22 mm dan nilai terendah pada P1 (0 gr) dengan nilai 0,13 mm. Hal ini sesuai dengan pernyataan (Darni dan Utami, 2009) bahwa semakin tinggi kandungan pati maka meningkat total padatan larutan. Sifat fisik bioplastik dipengaruhi oleh sejumlah besar komponen, akan meningkatkan ketebalan bioplastik.

Uji Ketebalan Bioplastik



Gambar 4. Histogram nilai ketebalan pada bioplastik rumput laut (*Eucheuma cottonii*) dengan penambahan getah kayu jawa (*Lannea coromandelica*)

Ketidaksamaan ketebalan mungkin terjadi juga karena pada saat pencetakan bioplastik tidak merata yang disebabkan oleh kekentalan, sehingga ketika bioplastik kering disebagian sisi ukurannya tidak sama. Walaupun volume penuangan larutan dan ukuran cetakan yang digunakan pada saat pembuatan bioplastik sama. P5 dapat dikategorikan sebagai bioplastik dengan ketebalan yang lebih baik daripada semua perlakuan karena ketebalan bioplastik dapat mempengaruhi sifat mekanik bioplastik. Bioplastik yang dihasilkan bisa dikatakan memenuhi standar JIS (Japanese Industrial Standard 2-1707) yakni 0,25mm.

Kesimpulan

Berdasarkan hasil penelitian dapat disimpulkan bahwa nilai kuat tarik pada bioplastik (P1 0 gr) dengan nilai 4,19 MPa menjadi (P5 40 gr) 7,87 MPa. Nilai persen perpanjangan dari (P2 10 gr) dengan nilai tertinggi 24,43% sampai dengan nilai terendah (P5 40 gr) 15,72 %. Nilai ketahanan air dengan nilai terendah (P1 0 gr) 85.83 % sampai dengan nilai tertinggi (P5 40 gr) 97.13 %. Dan nilai ketebalan pada (P1 0 gr) dengan nilai terendah 0.13 mm sampai dengan nilai tertinggi (P5 40 gr) 0.22 mm. Sehingga data hasil penelitian ini dapat dinyatakan bahwa getah pohon kayu jawa mampu meningkatkan kuat tarik, elongasi, ketahanan air dan ketebalan bioplastik.

Daftar Pustaka

- Agustin Y.E., dan Padmawijaya, S. K. (2016). Sintesis Bioplastik Dari Kitosan- Pati Kulit Pisang Kepok Dengan Penambahan Zat Aditif. Jurnal Teknik Kimia, 10(2):40-48.

- Anggadiredja JT. (2011). Laporan Forum Rumput Laut. Pusat Riset Pengolahan Produk dan Sosial Ekonomi Kelautan dan Perikanan. Jakarta
- Anggraini, F. (2013). Aplikasi *Plastisizer* Gliserol Pada Pembuatan Plastik Biodegradable Dari Biji Nangka. MIPA UNES
- [ASTM] *Annual Standard And Technical Measurement D-882. (1983). Standard Test Methods For Tensile prooperties Of Thin Plastic Sheeting West Conshohocken. Unites Ttated.*
- Bahmid, N. A., syamsu, K., dan Maddu, A. (2014). *Production of Cellulose Acetate from Oil Palm Empty Fruit Bunches Cellulose. J Chem Process Eng. (17) :12-20*
- Ban, W., Song, J., Argypoulus, D.S., Dan Lucia, L.A. (2006). *Influence Of Natural Biomaterials On The Elastic Properties Of Starch-Derived Films: An Optimization Study. Journal Of Applied Polymer Science* 15:30-38
- BPPT. (2011). Manfaat dan Pengolahan Rumput Laut. Jurnal Pangan dan AgroIndustri. 2(3): 1-7
- Coniwanti P, Liala L, dan Alfira MR. (2014). Pembuatan Film Plastik *Biodegradable* Dari Pati Jagung Dengan Pmlastis Gliserol. Jurnal Teknik Kimia. Vol. 20. No 4.
- Darawati, M dan Pranoto, Y. (2010). Penyalutan Kacang Rendah Lemak Menggunakan Selulosa Dengan Pencelupan Untuk Megurangi Penyerapan Minyak Selama Penggorengan dan Meningkatkan Stabilitas Oksidatif Selama Penyimpanan, Jurnal Teknologi dan Industri Pangan. Vol 21(2):108-116
- Darni, Y. Dan Utami H. (2009). Studi pembuatan dan karakteristik sifat mekanik dan hidrofisitas bioplastik dari pati sorgum. Jurnal rekayasa kimia dan lingkungan, 7(4)
- Handayani, Astuti, P., Dan Hesmita. (2015). Pembuatan Film Plastik Biodegradable Dari Limbah Biji Durian (*Durio Zibethinus Murr*). Jurnal Alam Terbarukan. 4(1). 21-26
- Hasanah, N. (2012). Pembuatan Dan Pencitraan Plastik Pati Tapioka Dengan Pmlastis Gliserol. Skripsi. Departemen Kimia, Fakultas Matematika Dan Ilmu Pengetahuan Alam, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Huri, D., dan Choirunisa, F. (2014). Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film. Jurnal pangan dan agroindustri 2 No.4
- Imam, M. Z., dan Moniruzzaman, M. (2014). *Antinociceptive Effect Of Ethanol Extract Of Leaves Of Lannea coromandelica. Journal Of Ethnopharmacol, 1(154), 10-15*
- Jabbar dan Fatima, U. (2017). Pengaruh penambahan kitosan terhadap karakteristik bioplastik dari pati kulit kentang (*solanum tuberosum.L*). fakultas sains dan teknologi UIN Alauddin makasar. Diakses, 29 april 2021.
- Junianto, Haetami. K dan Maulina. I. (2013). Karakteristik Cangkang Kapsul Yang Terbuat Dari Gelatin Tulang Ikan. Universitas Padjajaran. Bandung
- Kristiani, M. (2015). Pengaruh penambahan kitosan dan plasticizer sorbitol terhadap sifat fisiko-kimia bioplastik dari pati biji durian (*durio Zibethinus*). Skripsi. Diakses 29 april 2021.
- Lazuardi, G. P. dan Cahyaningrum S.E. (2013). Pembuatan Dan Karakteristik Bioplastik Berbahan dasar Kitosan dan Pati Dengan Plasticizer Gliserol. Universitas Negeri Surabaya. Vol 2 No. 3
- Mahalik, N.P. (2009). *Processing And Packaging Automation Sistem: A Review Jurnal Sains & Instrumental, 3:12-25*
- Masriana, Napitupulu M, Gonggo T.S. (2017). Pengaruh Konsentrasi Getah Pohon Kayu Jawa (*Lannea coromandelica*) Terhadap Konduktivitas Membran Blend Kitosan-Polivinil Alkohol-Litium Sebagai Membran Elektrolit. Jurnal Akademika Kimia. Universitas Tadulako. Palu
- Ningsih, dan Hastuti, S. (2015). Pengaruh *plasticizer* gliserol terhadap karakteristik edible film campuran whey dan agar. Skripsi
- Otman N, Azahari NA, Ismail H. (2011). *Thermal Properties Of Polyfinyl Alcohol (PVOH) Corn Starch Blend Film. Malaysian polymer Journal. 6(6): 145-147*
- Paramawati. (2001). Kajian Fisik dan mekanik terhadap Karakteristik Film kemasan Organik dari a-Zein Jagung. Tesis. Bandung: IPB
- Petrucchi, R. H. (2008). Kimia dasar prinsip-prinsip dan aplikasi modern. Jakarta:

- Erlangga: Philadelphina, PA: *american society for testing and material*
- Piluharto. (2012). Pengembangan Biopolimer Sebagai Material Kemasan Kopi (*Coffe Packaging*). Surabaya. Universitas Jember
- Prawirodiharjo. E. (2014). Uji Aktivitas Antioksidan dan Uji Toksisitas
- Ramadhani, A. A. (2021). Karakteristik Bioplastik Umbi Porang (*Amorphophallus Muelleri*) Dengan Penambahan Kitosan Sisik Bandeng. Skripsi. UIN Sunan Ampel Surabaya
- Reddy, A. K. (2011). *Lannea Coromandelica : The Researcher's Tree, Journal Of Pharmacy Research* 4(3), 577-579.
- Saehana, S., Muslimin dan Abdullah, M. (2014). *Electrochemical Impedance Spectroscopy Study Of TiO₂ Based Solar Cells. Journal Of Renewable And Sustainable Energy*, 6(2014), 1-6
- Theresia, V. (2003). Aplikasi dan Karakteristik Sifat Fisik-Mekanik Plastik Biodegradable dari campuran LLDP dan Tapioka. Tesis. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Utomo, A.W., Bambang, D. A., Mochamad B. H. (2013). Pengaruh Suhu dan Lama Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimiawi Plastik Biodegradable dan Komposit Pati Lidah Buaya (Aloe Vera) dan Kitosan. *Jurnal Bioproses Komoditas Tropis*, 1(1).
- Wahyuni, S. (2001). Mempelajari Karakteristik Fisik dan Kimia Edible Film Dari Gelatin Tulang Domba Dengan Plasticizer Gliserol. Skripsi. Jurusan Ilmu Produksi Ternak, IPB. Hal (78)
- Young Su.,H.D dan Freedman, R.A., dan Zuidam, R.A.V. (2007). *University Physich 12th Edition Pearson Addison Wesley. New York*
- Yustina, S. N., Ummul H. H.,Syamsudin, AB. Pengaruh Penambahan Kitosan Dalam Pembuatan Plastik Biodegradable dari Rumput Laut *Gracilaria* sp dengan Pemplastik sorbitol. (2019). *Jurnal Teknik Kimia*, Universitas Muhammadiyah Jakarta.