



ANALISIS GC-MS SENYAWA BIOAKTIF PENCEGAH PENYAKIT
DEGENERATIF EKSTRAK ETANOL KULIT BUAH
JAMBLANG (*Syzygium cumini*)

EVALUASI PENERAPAN *SAFETY CLIMATE* MENGGUNAKAN
NOSAQ-50 DI PERUSAHAAN PERKEBUNAN PT XYZ)

APLIKASI PROGRAM *HEC-RAS 5.0.3* PADA STUDI PENANGANAN
BANJIR

RE-DESKRIPSI *LEUCOPITERMES LEUCOPS*; *SUBULITERMES-*
GROUP (ISOPTERA, TERMITIDAE, NASUTITERMITINAE) DI
STASIUN PENELITIAN SUAQ BALIMBING, ACEH SELATAN

POTENSI PEMANFAATAN LIMBAH MINYAK JELANTAH KOTA BANDA
ACEH SEBAGAI SUMBER ENERGI ALTERNATIF (BIODIESEL)

PEMBUATAAN PLASTIK BIODEGRADABLE DARI POLIMER ALAMI

CHEMICAL ANALYSIS OF ENVIRONMENTAL CONDITIONS OF
SEAWEED CULTURE IN PULO RAYA, KABUPATEN ACEH JAYA,
ACEH PROVINCE

VALORISASI PANKREAS IKAN TONGKOL (*Euthynnus affinis*) UNTUK
PRODUKSI ENZIM LIPASE



Elkawnie

Journal of Islamic Science and Technology

ISSN : 2460-8912

E-ISSN : 2460-8920

Volume 4, Nomor 2, Desember 2018

Terbit 2 kali setahun, Juni dan Desember. Elkawnie merupakan jurnal Integrasi keilmuan Sains dan Teknologi dengan Islam yang mencakup riset dan teknologi dalam bidang kajian Arsitektur, Biologi, Kimia, Teknik Lingkungan, Teknologi Informasi dan Komunikasi, Teknik Fisika serta bidang sains dan teknologi lainnya. Secara khusus jurnal Elkawnie membahas perkembangan riset dan teknologi dalam memberikan kontribusi pembangunan sebagai bagian dari sumbangsih pemikiran ilmuwan muslim dalam lingkup akademis.

Penanggung Jawab

Khairiah Syahabuddin, *Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh*

Editor in Chief

Hendri Ahmadian, *Fakultas Sains dan Teknologi UIN Ar-Raniry Banda Aceh*

Editors

Mustanir Yahya (*Universitas Syiah Kuala, Indonesia*)

Aster Rahayu (*Gifu University, Jepang*)

Rahman Jaya (*Kementerian Pertanian, Indonesia*)

Muhammad Asril (*ITERA, Indonesia*)

Zulfan Arico (*Universitas Samudra, Indonesia*)

Mulyadi Abdul Wahid (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

M. Ridwan Harahap (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Arif Sardi (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Riza Aulia Putra (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Ima Dwitawati (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Husnawati Yahya (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Ghufran Ibnu Yasa (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Sekretariat

T. Ade Vidyan M. (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Saiful Hadi (*UIN Ar-Raniry Banda Aceh, Indonesia*)

Diterbitkan oleh Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri (UIN) Ar-Raniry Banda Aceh

Jl. Lingkar Kampus Kopelma Darussalam

Banda Aceh, Telp. 0651-7552922, Email: elkawnie@ar-raniry.ac.id

Website: <http://jurnal.ar-raniry.ac.id/index.php/elkawnie>

DAFTAR ISI

1. Analisis GC-MS Senyawa Bioaktif Pencegah Penyakit Degeneratif Ekstrak Etanol Kulit Buah Jamblang (*Syzygium cumini*)
 - Ayu Nirmala Sari, Kusdianti & Diky Setya Diningrat ~ 1
2. Evaluasi Penerapan *Safety Climate* Menggunakan NOSAQ-50 di Perusahaan Perkebunan PT XYZ
 - Chalis Fajri Hasibuan & Nurhamidah Rizki Lubis ~ 15
3. Aplikasi Program *HEC-RAS* 5.0.3 pada Studi Penanganan Banjir
 - Ichsan Syahputra & Cut Rahmawati ~ 27
4. Re-Deskripsi *Leucopitermes leucops*; *Subulitermes*-Group (Isoptera, Termitidae, Nasutitermitinae) di Stasiun Penelitian SUAQ Balimbing, Aceh Selatan
 - Ernilasari, Syaukani & Jauharlina ~ 41
5. Potensi Pemanfaatan Limbah Minyak Jelantah Kota Banda Aceh Sebagai Sumber Energi Alternatif (Biodiesel)
 - Juliansyah Harahap & Yullia ~ 51
6. Pembuatan Plastik Biodegradable dari Polimer Alami
 - Khairun Nisah ~ 65
7. Chemical Analysis of Environmental Conditions of Seaweed Culture in Pulo Raya, Kabupaten Aceh Jaya, Aceh Province
 - Muhammad Ridwan Harahap ~ 77
8. Valorisasi Pankreas Ikan Tongkol (*Euthynnus affinis*) Untuk Produksi Enzim Lipase
 - Vivi Mardina, Fitriani, Tisna Harmawan & Goldha Maulla Hildayani ~ 89

PEMBUATAN PLASTIK BIODEGRADABLE DARI POLIMER ALAM

Khairun Nisah
Prodi Kimia, UIN Ar-Raniry, Banda Aceh, Indonesia
Email : khairun.nisah@ar-raniry.ac.id

Abstrak: Penelitian ini merupakan kajian pustaka, berkaitan dengan bahan pembuatan plastik. Kajian bertujuan untuk memberikan informasi sumber-sumber bahan polimer alami, sebagai pembuatan plastik *biodegradable*. Plastik telah menjadi bagian tak terpisahkan dari kehidupan saat ini. Pada berbagai bidang. Dari alat rumah tangga sebagai kebutuhan hidup sehari-hari. Keadaan ini menimbulkan masalah bagi lingkungan, karena menghasilkan limbah. Limbah plastik dari minyak bumi merupakan limbah paling banyak dihasilkan, karena masa degradasinya sangat panjang. Untuk mengurangi limbah plastik yang sulit terdegradasi dengan menggunakan bahan biodegradable polimer alami sebagai bahan dasar pembuatan plastik Polimer alami digunakan dalam pembuatan plastik juga bisa digunakan sebagai alternative pengganti polimer dari minyak bumi yang keberadaannya sangat terbatas, dan dapat bisa mengurangi limbah dari bahan polimer *nonbiodegradable*. Dari kajian ini diperoleh dua dasar sumber polimer alami sebagai bahan dasar pembuatan bahan plastik yaitu sumber nabati dan sumber hewani. Adapun sumber nabati yaitu kayu dan tanaman tahunan dan sumber Hewani yaitu kitin dan kitosan serta protein.

Kata Kunci : Plastik, Polimer alam, *biodegradable*, nabati, hewani.

1. Pendahuluan

Perkembangan teknologi dan perubahan pola hidup manusia telah mengakibatkan peningkatan drastis dalam limbah plastik di seluruh dunia. Pembuangan limbah plastik membahayakan lingkungan dan mengancam kesehatan manusia, dikarenakan sulitnya terdegradasi. Untuk mengurangi limbah plastik, bahan dasar pembuatan sangat penting karena plastik dapat mempengaruhi sifat plastik tersebut salah satunya dari segi degradasinya. Studi ini mencari informasi pembuatan plastik dari bahan polimer alami. Oleh karena itu, polimer alami yang ada di sekitar kita salah satu kuncinya. (Koushal et al. 2014)

Polimer alami merupakan sumber daya terbarukan memainkan peran yang semakin penting, karena berperan sebagai bahan untuk kemanusiaan yaitu penjaga bumi akibat kegiatan eksploitasi manusia. Proses-proses eksploitasi teknologi yang

semakin membaik, salah satu contohnya yang terkait dengan pembuatan plastik (Koushal et al. 2014).

Kemajuan kimia terkait dengan revolusi industri menjadikan polimer alami sumber daya yang menciptakan ruang lingkup baru untuk berbagai aplikasi seperti pelapis dalam pembuatan plastik. Dari penelitian awal polimer alami, yang muncul bahan termoplastik komersial pertama, seperti selulosa asetat dan nitrat dan elastomer pertama, melalui vulkanisasi karet alam (Krochta, M.; Johnston 1997). Nantinya, proses ini dilengkapi dengan pendekatan berdasarkan polimerisasi terkontrol dari berbagai monomer alami dan oligomer, termasuk terpen, polifenol dan rosin. Ini merupakan pengembangan lebih lanjut terhadap teknologi kimia yang mengubah sumber daya terbarukan untuk menghasilkan spesies monomer baru seperti alkohol furfural.

2. Plastik

Penemuan dan pembuatan plastik, pertama kali dilaporkan oleh Dr. Montgomerie pada tahun 1843, yaitu oleh penduduk Malaya dengan cara memanaskan getah karet kemudian dibentuk dengan tangan dan dijadikan sebagai gagang pisau. Pada tahun 1845 J. Pelouze berhasil mensintesa selulosa nitrat. Cetakan bahan plastik yang pertama, dipatenkan oleh J.L. Baldwin pada tanggal 11 Februari 1862 yang disebut dengan *molds for making daguerreotype cases*. Cetakan ini kemudian digunakan secara luas untuk membentuk bahan-bahan plastik yang terdiri dari campuran getah karet dengan berbagai bahan pengisi, humektan dan pemplastik.

Penemuan selulosa nitrat atau seluloid pertama kali dilakukan oleh Dr. John Wesley Hyatt dari New York yaitu untuk menggantikan bola bilyard yang sebelumnya terbuat dari gading. Seluloid digunakan juga untuk mainan anak-anak, pakaian, cat dan vernis, serta film untuk foto. Tahun 1920 Dr. Leo Hendrik Baekeland (Belgia) menemukan reaksi antara fenol dan formaldehida yang menghasilkan bakelite, dan penemuan ini dianggap sebagai awal industri plastik. Berbagai jenis bahan kemasan plastik baru bermunculan sesudah perang dunia kedua usai. Penemuan jenis-jenis plastik diantaranya adalah :

- Polystirene (mudah remuk) tahun 1830
- Vinil Chlorida tahun 1835
- Polyvinil chlorida tahun 1872
- Karet sintesis (metil butadiena) tahun 1915
- Neoprene tahun 1931
- Polyethylene tahun 1933
- Butadiena-styrene tahun 1933
- Karet-hidroklorida tahun 1934
- Polystirene yang ditambah dengan karet sehingga lebih kuat pada tahun 1950
- Polypropylene tahun 1954

Bahan pembuat plastik pada mulanya adalah minyak dan gas sebagai sumber alami, tetapi di dalam perkembangannya bahan-bahan ini digantikan dengan bahan sintesis sehingga dapat diperoleh sifat-sifat plastik yang diinginkan dengan cara kopolimerisasi, laminasi dan ekstruksi. Komponen utama plastik sebelum membentuk polimer adalah monomer yang merupakan bagian atau rantai paling pendek. Misalnya plastik polivinil klorida mempunyai monomer vinil klorida.

Di samping bahan dasar berupa monomer plastik, maka terdapat bahan-bahan tambahan non plastik atau bahan aditif yang diperlukan untuk memperbaiki sifat-sifat plastik. Bahan-bahan aditif dalam pembuatan plastik ini merupakan bahan dengan berat molekul rendah, yaitu berupa pemlastis, antioksidan, antiblok, antistatis, pelumas, penyerap sinar ultraviolet, bahan pengisi dan penguat. (Fellows 2009)

Polimer banyak diaplikasikan dalam kehidupan sehari-hari, salah satu contohnya adalah polimer dalam bentuk plastik. Plastik merupakan material polimer yang banyak digunakan sebagai bahan kemasan atau kantong pembungkus. Polimer yang umumnya digunakan sebagai plastik didapat dari turunan minyak bumi. Namun plastik yang berasal dari turunan senyawa dalam minyak bumi memiliki kelemahan, yaitu berasal dari *non renewable source*, yang berarti bahan pembuat plastik berasal dari sumber yang terbatas yang sewaktu-waktu dapat habis, dan pencemaran limbah plastik (Dani and Johar 2012). Sehingga penggunaan plastik organik mudah diurai (*biodegradable*) menjadi solusi dalam mengatasi masalah ini.

3. Material Polimer Alami

a. Sumber Nabati

1. Kayu

Kayu adalah representasi paling melimpah dari sumber nabati dan merupakan paradigma material komposit. (Tabarsa, Khanjanzadeh, and Pirayesh 2018). Ini membuktikan, di satu sisi, komposisi kualitatif umum dalam hal utamanya (selulosa, lignin, hemiselulosa dan polifenol) dan, di sisi lain, merupakan komponen yang dapat bersifat polimer, seperti poli-isoprena (karet alam) dan suberin, atau molekul kecil, seperti terpen, steroid, dll. (Miki et al. 2014)

Penggunaan kayu sebagai polimer alami dalam pembuatan plastik, telah banyak diteliti. Kayu digunakan sebagai pengisi dari bahan plastik yang diproduksi (Turku and Timo 2018). Komponen dasar kayu sebagai pengisi (lignin), elemen penguat (selulosa) dan compatibilizer antarmuka (hemiselulosa). Bagian dasar, lamella (0,5-2 μm) terdiri dari lignin (70 persen), merupakan komposisi kecil hemiselulosa, pektin dan selulosa. Dinding utama, seringkali sulit dibedakan dari lamella tengah, karena sangat tipis (30-100 nm) dan terdiri dari lignin (50 persen), pektin dan hemiselulosa. Dinding sekunder adalah bagian utama nabati. Komponen utama kayu adalah selulosa dan mengandung tiga lapisan, yaitu. eksternal, (100-200 nm), pusat (lapisan paling tebal 0,5-8 μm) dan lapisan internal atau tersier, (70-100 nm) yang terletak di dekat lumen. (M. N. Belgacem and Gandini n.d.)

Selulosa

Selulosa berupa serat semi-kristal yang morfologinya dan rasio aspek sangat bervariasi dari spesies ke spesies. Selulosa merupakan polimer alami yang terbentuk dari sub unit-sub unit. Contoh selulosa yang sering digunakan dalam pembuatan plastik adalah biji-bijian. Biji merupakan *microfibril* yang terdiri dari untaian makromolekul yang sangat teratur yang mengandung selobiose unit monomer (Hidayani et al. 2017).

Lignin

Lignin, matriks amorf kayu, ditandai oleh struktur yang sangat tidak beraturan dibandingkan dengan selulosa, dan lebih dikenal dengan sangat bervariasi sebagai fungsi keluarga kayu (family) dan proses isolasi, yang selalu melibatkan mekanisme depolimerisasi. Teknologi pulping yang menggunakan kultur delignifikasi yang didasarkan pada penggunaan sulphites, menghasilkan fragmen lignin yang mengandung bagian sulphonate (yaitu polyelectrolytes). Sifat *hidrofilik* yang dimiliki oleh lignin memberikan karakteristik yang baik dalam pembuatan bioplastic (Arizal et al. 2017)

Hemiselulosa

Hemiselulosa kayu adalah polisakarida yang ditandai dengan ketidakteraturan makromolekul relatif, dibandingkan dengan struktur selulosa, memiliki lebih dari satu unit monomer dan kemungkinan rantai bercabang. Plastik dengan bahan polisakarida telah banyak dilaporkan (Riansya and Yordan 2008)

Suberin

Macromolekul lain yang ditemukan hanya pada spesies kayu tertentu adalah suberin. Poliester non linier ini mengandung banyak bagian alifatik panjang yang memberikan karakteristik fitur hidrofobik pada bahan alami yang mengandungnya. Sejauh ini spesies yang paling representatif mengandung polimer di kulitnya yang sangat tebal (gabus yang terkenal) adalah *Quercus suber*, yang tumbuh di daerah Mediterania. Poliester banyak digunakan sebagai pengisi dalam pembuatan plastik (Lumintang, Soenoko, and Wahyudi 2011)

2. Tanaman tahunan

Istilah tanaman tahunan digunakan di sini untuk menentukan tanaman dengan panen tahunan yang khas, namun termasuk juga spesies dengan siklus yang lebih pendek atau lebih lama.

Pati

Pati adalah polisakarida edible yang sangat melimpah yang hadir dalam berbagai macam umbi dan biji sereal. Di sebagian besar dari manifestasinya, terdiri dari dua

makromolekul yang memiliki unit struktural yang sama, 1,4-D-glucopiranososa, dalam arsitektur linier, hadir dalam perbedaan proporsi menurut spesies yang memproduksinya. Pemanfaatan pati atau turunannya untuk produksi dari plastik, termasuk pati plastikized, campuran dan komposit, baru-baru ini ditambahkan. (Daza et al. 2018)

Minyak Nabati

Trigliserida nabati merupakan salah satu sumber terbarukan pertama yang dieksploitasi oleh manusia terutama pada aplikasi plastik biodegradable, karena varietas tak jenuh mereka dipolimerisasi sebagai serat tipis dengan adanya oksigen di atmosfer. Minyak ini diekstraksi dari biji atau buah dari berbagai tanaman tahunan, kebanyakan untuk konsumsi manusia. Dalam struktur umum mereka, terdiri dari gliserol yang diesterifikasi oleh tiga rantai panjang. Sifat dari gliserol ini dapat memberikan keelaktisan pada plastik. Gliserol mampu mengurangi ikatan hydrogen internal pada susunan intermolekul. Gliserol dapat bereaksi dengan molekul amilopektin (Anggarini and Sundari 2013).

Asam alifatik mengandung sejumlah variabel atom karbon, perbedaan yang paling relevan tidak diragukan lagi jumlah insufisiensi C yang ditanggung oleh rantai, namun fitur lain yang lebih berbeda juga ditemukan (mis. bagian hidroksil). Teknologi tradisional ini saat ini sedang diperbaharui melalui penelitian yang ditujukan untuk memodifikasi struktur murni minyak untuk meningkatkan reaktivitasnya, terutama di bidang pengisi plastik, dan dengan demikian membuat mereka kompetitif berkenaan dengan rekan berbasis minyak bumi. (Wolf, Crank, and Patel 2005)

Hemiselulosa

Tanaman tahunan menghasilkan banyak pilihan hemiselulosa, dengan struktur yang sangat berbeda dibandingkan dengan tanaman ditemukan di hutan, walaupun tentu saja fitur kimia dasar selalu merupakan polisakarida. Kehadiran unit monomer bermuatan adalah salah satu karakteristik yang paling dieksploitasi, karena sensitivitas rheologi selanjutnya untuk parameter fisik sifat dan aplikasi tanaman dan hemiselulosa rumput laut (Lee and Mooney

2012). Dalam hemiselulosa C5 dan xylans xigans yang lebih spesifik, adalah bahan baku yang sangat baik untuk produksi. Teknologi sederhana ini, yang dikembangkan lebih dari seabad yang lalu, telah diterapkan seluruh tanaman residu tanaman tahunan, setelah ekstraksi, mulai dari tongkol jagung, aula beras dan ampas ampas tebu serta kulit zaitun. Oleh karena itu produksi industri furfural plastik dimungkinkan di negara manapun dan memang diimplementasikan di banyak dari mereka, karena berbagai macam biomassa mengandung prekursor dan wujudnya contoh bagus dari eksploitasi sumber daya terbarukan dengan menggunakan proses yang mudah dilaksanakan dan murah.(Horrocks and Anand 2016)

Mono dan disakarida

Minat menggunakan keluarga senyawa ini, diproduksi berbeda tanaman tahunan, sebagai prekursor untuk bahan baru, telah meningkat pesat dalam beberapa tahun terakhir, kebanyakan tiga berbeda arah, yaitu (i) konversi fruktosa menjadi hidrosimetil furfural, (ii) sintesis polikondensasi bahan yang menggunakan gula sebagai komonomer dan (iii) pembuatan surfaktan berdasarkan sumber daya terbarukan. Hydroxymethyl furfural adalah turunan furan generasi pertama yang mudah diperoleh dari heksosa (sakarida C6)

Golongan sakarida ini bisa digunakan sebagai pembuatan plastik biodegradable karena memiliki sifat mudah terdegradasi di alam(Sagu, Ubikayu, and Indonesia 2017).

Alga

Biomassa laut juga merupakan sumber prekursor bahan yang sangat menarik, baik dari segi sayuran maupun hewan sumber daya Polisakarida yang berasal dari alga tertentu, seperti alginat, rumpur laut telah dieksploitasi untuk waktu yang lama seperti polielektrolit bahan sebagai pembuatan plastik(Long 2004)

b. Sumber Daya Hewan

Seperti halnya sumber daya nabati, semua teknologi tradisional eksploitasi bahan berasal dari binatang. kulit, gelatin, lemak hewan ,serta resin berbasis hewan seperti kulit kerang.

1. Kitin dan Kitosan

Kitin dan kitosan tidak diragukan lagi adalah polisakarida hewan yang paling melimpah di bumi. Ini merupakan elemen dasar dari exo-kerang serangga dan krustasea, tapi juga ditemukan di kulit luar jamur. Kitin adalah linear biasa polimer yang strukturnya berbeda dari selulosa dengan adanya bagian N-methylamide bukan gugus hidroksil pada C2. Mengingat kerentanan fungsi hidrolisis ini, kitin sering beruang kecil fraksi unit monomer dalam bentuk gugus amino primer yang dihasilkan dari modifikasi kimia tersebut. Kitosan sedikit mudah larut bahkan dalam pelarut sangat polar, karena energi kohesifnya tinggi yang terkait dengan kuat ikatan hidrogen intermolekuler (NH-CO), yang juga penyebabnya kurang mencairnya, karena suhu diperubahan fase ini akan terjadi lebih tinggi dari pada onset degradasi kimianya, sama seperti dengan selulosa untuk bahan pembuatan plastik (Safitri and Riza 2016).

2. Protein

Karena struktur makromolekul mereka yang sangat polar dan reaktif, protein telah menarik banyak perhatian beberapa dekade terakhir, sebagai sumber bahan polimer baru. Bahan protein alami yang sangat menarik seperti laba-laba, karena sifat mekanisnya yang luar biasa (S and Girisuta n.d.).

4. Kesimpulan

Ilmu pengetahuan dan teknologi yang luar biasa ini membuat banyak kemajuan substansial dari polimer alami yang merupakan sumber daya terbarukan sebagai pembuatan plastik. Dengan kata lain, meski bahan ini tidak pernah berhenti eksis, dan sangat sederhana, investasi ditujukan untuk pengembangan polimer alami. Sebagai konsekuensinya, meski minyak bumi masih ada, namun persaingan dari bahan pembuatan plastik dari polimer alami banyak tumbuh. Demikian polimer alami bisa menjadi alternative pelebaran dalam bahan sintesis pembuatan plastik.

Daftar Kepustakaan

- Anggarini, Fetty, and Siti Sundari. 2013. "Info Artikel." 2(2252).
- Arizal, Verraprinita et al. 2017. "Aplikasi Rumput Laut *Eucheuma Cottonii* Pada Sintesis Bioplastik Berbasis Sorgum Dengan Plasticizer Gliserol (Application *Eucheuma Cottonii* in Bioplastics Synthesis Based On Sorghum with Plasticizers Glycerol)." (September): 32–39.
- Belgacem, Mohamed, and Alessandro Gandini. 2008. Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources *Monomers, Polymers and Composites from Renewable Resources*. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/B9780080453163000132>.
- Belgacem, Mohamed Naceur, and Alessandro Gandini. *Monomers , Polymers and Composites*.
- Dani, I Made, and Lizda Johar. 2012. "Pembuatan Dan Karakterisasi Polimer Ramah Lingkungan Berbahan Dasar Glukomanan Umbi Porang." *Jurnal Sains dan Seni Pomits* 1(1): 1–6.
- Daza, Luis Daniel, Angie Homez-jara, José Fernando Solanilla, and Henry Alexander Váquiro. 2018. "PT." *International Journal of Biological Macromolecules: #pagerange#*. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.09.211>.
- Fellows, PJ. 2009. "Food Processing Technology: Principles and Practice." In *Elsevier*, , 241–49.
- Hidayani, Tengku Rachmi et al. 2017. "PEMBUATAN DAN KARAKTERISASI PLASTIK BIODEGRADABLE PENGIKAT SILANG." 39(1): 17–24.
- Horrocks, A Richard, and Subhash C Anand. 2016. Technical textile applications *Handbook of Technical Textiles. Vol. 2, Technical Textile Applications*. Indonesia.
- Koushal, Vipin et al. 2014. "Of Waste Resources Plastics : Issues Challenges and Remediation." 4(1): 1–6.
- Krochta, M.; Johnston, C.D. 1997. "Edible and Biodegradable Polymer Films: Challenges and Opportunities." *Food Technol.* 51: 61–74.
- Lee, Kuen Yong, and David J. Mooney. 2012. "Alginate: Properties

- and Biomedical Applications.” *Progress in Polymer Science (Oxford)* 37(1): 106–26.
- Long, D. A. 2004. “Infrared and Raman Characteristic Group Frequencies. Tables and charts George Socrates John Wiley and Sons, Ltd, Chichester, Third Edition, 2001. Price £135.” *Journal of Raman Spectroscopy* 35(10): 905–905. <http://doi.wiley.com/10.1002/jrs.1238>.
- Lumintang, Romels C A, Rudy Soenoko, and Slamet Wahyudi. 2011. “Komposit Hibrid Polyester Berpenguat Serbuk Batang Dan Serat Sabut Kelapa.” 2(2): 145–53.
- Miki, Tsunehisa et al. 2014. “Preparation of Wood Plastic Composite Sheets by Lateral Extrusion of Solid Woods Using Their Fluidity.” *Procedia Engineering* 81: 580–85. <http://dx.doi.org/10.1016/j.proeng.2014.10.043>.
- Riansya, Jeo Fitra, and Kevin Yordan. 2008. “TEPUNG NASI AKING.” : 130–38.
- S, Asaf Kleopas, and Buana Girisuta. “STUDI AWAL PEMBUATAN BIODEGRADABLE PLASTIC DARI HASIL ESTERIFIKASI GELATIN DAN ALKOHOL RANTAI PANJANG.”
- Safitri, Isna, and Medyan Riza. 2016. “UJI MEKANIK PLASTIK BIODEGRADABLE DARI PATI SAGU DAN GRAFTING POLY (NIPAM) -KITOSAN DENGAN PENAMBAHAN MINYAK KAYU MANIS (Cinnamomum Burmannii) SEBAGAI ANTIOKSIDAN Mechanical Test of Biodegradable Plastic Made from Sago Starch and Grafting Poly (Nipam) -Chytosan with Additional Cinnamon Oil (Cinnamomum Burmannii) As Antioxidant.” : 107–16.
- Sagu, Pati, D A N Ubikayu, and D I Indonesia. 2017. “POTENSI PENGEMBANGAN PLASTIK BIODEGRADABLE BERBASIS PATI SAGU DAN UBIKAYU DI INDONESIA The Development Potential of Sago and Cassava Starch-Based Biodegradable Plastic in Indonesia.”
- Tabarsa, Taghi, Hossein Khanjanzadeh, and Hamidreza Pirayesh. 2018. “Manufacturing of Wood-Plastic Composite from Completely Recycled Manufacturing of Wood-Plastic

Composite from Completely Recycled Materials.” (January).

Turku, Irina, and K Timo. 2018. “Durability of Wood Plastic Composites Manufactured from Recycled Plastic.” (December 2017): 1–20.

Wolf, O, M Crank, and M Patel. 2005. European Communities *Techno-Economic Feasibility of Large-Scale Production of Bio-Based Polymers in Europe*. <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Techno-economic+Feasibility+of+Large-scale+Production+of+Bio-based+Polymers+in+Europe#0%5Cnhttp://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Techno-economic+feasibility+of+large-sca>.

