

Studi Pengaruh Jenis Minyak Nabati terhadap Campuran Bioresin *Vinil ester*-Minyak Nabati

Eli Novita Sari¹, Ahmad Ilham Ramadhani², Jauharotul Maknunah³

^{1,2,3}Universitas Billfath, Politeknik Kelautan dan Perikanan Bitung, Universitas Billfath

E-mail: elinovitasari5@gmail.com

ABSTRACT

Vegetable oil (VO) is an alternative to replacing mineral oil and chemicals because vegetable oils are biodegradable, non-toxic, environmentally friendly and can be renewed. This research will develop bio-resin which is a mixture of vinyl ester polymer with a natural polymer in the form of vegetable oil. The results of bio-resin testing with a variety of vegetable oils including palm oil, coconut oil, soybean oil, and sesame oil showed that vinyl ester bio-resin with palm oil fillers (VE-PO) and sesame oil (VE-SO) had the best properties. VE-PO 76 HD and VE-SO 75 HD hardness values, VE-PO 42 Mpa tensile strength values and VE-SO 45 Mpa, VE-PO elongation values 24% and VE-SO 20%, VE-SO bending strength values 73 Mpa and VE-SO 89 Mpa, VE-PO density 1.004 g / cm³ and VE-SO 1.003 g / cm³.

Keywords : *vegetable oils, vinyl ester, bioresin, mechanical properties*

ABSTRAK

Minyak nabati merupakan alternatif untuk mengganti minyak mineral dan bahan kimia, karena minyak nabati bersifat biodegradable, tidak beracun, ramah lingkungan, dan dapat diperbarui. Penelitian ini akan mengembangkan bioresin yang merupakan campuran dari polimer *vinil ester* dengan polimer alam berupa minyak nabati. Hasil dari pengujian bioresin dengan variasi minyak nabati yang meliputi minyak sawit, minyak kelapa, minyak kedelai, dan minyak wijen didapatkan hasil bahwa bioresin *vinil ester* dengan pengisi minyak sawit (VE-MS) dan minyak wijen (VE-MW) memiliki properti teroptimum. Nilai kekerasan VE-MS 76 HD dan VE-MW 75 HD, nilai kekuatan tarik VE-MS 42 Mpa dan VE-MW 45 Mpa, nilai pertambahan panjang VE-MS 24% dan VE-MW 20%, nilai kekuatan tekuk VE-MS 73 Mpa dan VE-MW 89 Mpa, massa jenis VE-MS 1,004 g/cm³ dan VE-MW 1,003 g/cm³.

Kata kunci: *minyak nabati, vinil ester, bioresin, mechanical properties*

PENDAHULUAN

Polimer berbasis minyak merupakan material biodegradabel yang memiliki sifat lebih baik dari bahan kimia, ramah lingkungan, dan dapat diperbarui [1]. Ketersediaannya yang melimpah dan biaya relatif rendah membuat minyak nabati menjadi bahan baku industri yang menarik [2]. Konstituen utama minyak nabati adalah trigliserida yang merupakan produk esterifikasi gliserol dengan tiga asam lemak. Trigliserida mengandung beberapa sifat reaktif, seperti ikatan rangkap dan kelompok ester yang memungkinkan terbentuknya struktur baru [2]. Minyak nabati telah banyak digunakan untuk produksi komposit polimer yang menggabungkan partikel atau serat organik atau anorganik, baik sintesis maupun alami dan diukur dari skala makro hingga skala mikro [2].

Termoset dan termoplastik yang berasal dari minyak nabati menunjukkan karakteristik polimer rantai panjang dan kekakuan yang relatif rendah [2]. Polimer rantai panjang dapat meningkatkan *elongation* suatu material. Semakin panjang rantai polimer, maka sifat dari polimer tersebut akan semakin ulet. Dalam penelitian ini, akan diteliti mengenai pengembangan bioresin berbasis polimer *vinil ester* dengan polimer minyak nabati diantaranya minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak kedelai, dan minyak wijen dengan komposisi 4%. Penelitian sebelumnya oleh Edi Utomo 2016 [3], menyebutkan bahwa penggunaan *poliurethane foam* dengan setiap konsentrasi atau komposisi tidak dapat digunakan sebagai bahan *core* dalam lapisan panel sandwich, karena semua nilai karakteristik material tidak sesuai dengan kriteria penerimaan yang ditetapkan oleh DNV (Det Norske Veritas) 2012.

TINJAUAN PUSTAKA

Pada beberapa aplikasi material seperti logam dan keramik telah digantikan oleh material berbahan dasar polimer seiring dengan berkembangnya teknologi dalam bidang polimer [4]. Sifat suatu campuran polimer sangat ditentukan oleh kompatibilisasi komponen dalam campuran tersebut. Tujuan kompatibilisasi paduan polimer adalah untuk mendapatkan fasa terdispersi yang stabil dan merata sehingga morfologi dan sifat fisik campuran polimer yang diinginkan dapat tercapai. [5].

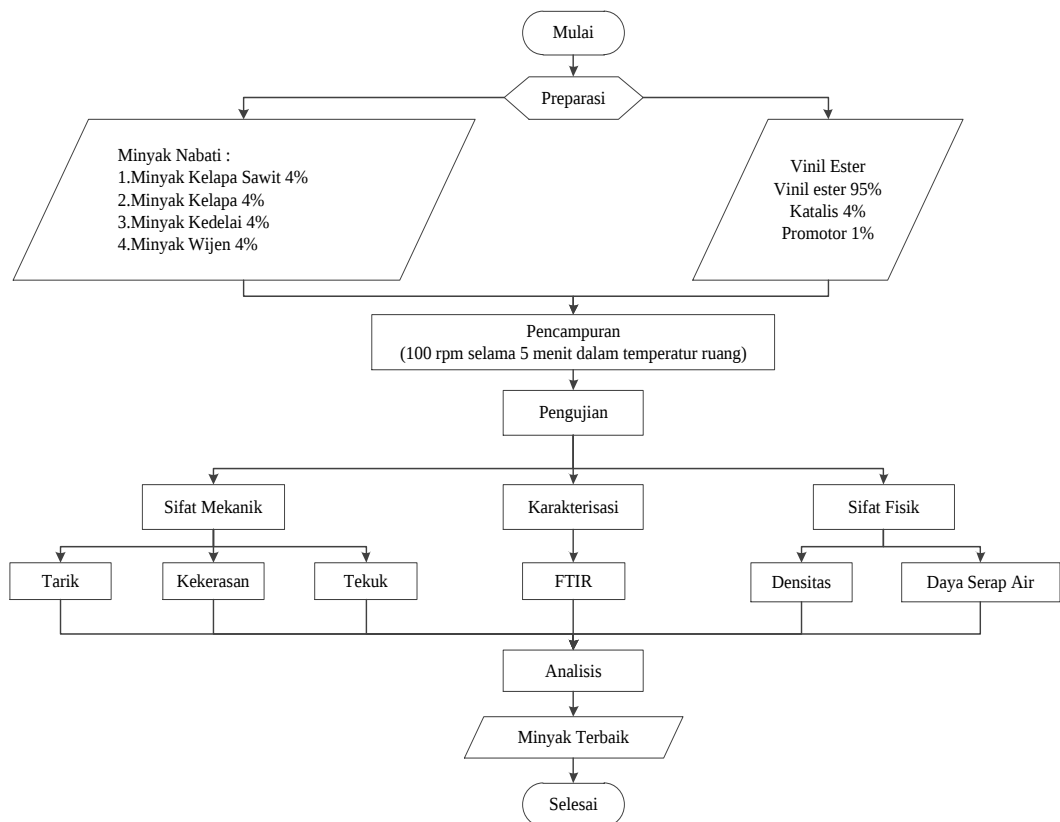
Istilah “*miscible*” digunakan untuk menggambarkan campuran yang homogen pada tingkat molekuler. Istilah *immiscible* digunakan untuk menggambarkan suatu morfologi dengan molekul fase yang terpisah [6]. Resin sintesis berbasis minyak bumi dapat memproduksi gas yang berbahaya atau karsinogenik. Tetapi bioresin biasanya bebas dari material yang mengandung karsinogenik [7]. Komposit tersusun atas dua atau lebih fase yang berbeda, yaitu fase diskontinyu dan fase kontinyu yang mengikat material penguat dan memberi bentuk biasanya disebut sebagai matriks (*matrix*). Sifat material komposit dipengaruhi oleh material pembentuknya, distribusi fase diskontinyu dan interaksi antara material pembentuknya [8].

Resin *vinil ester* (VE) adalah polimer termoseting memiliki ketahanan kimia dan hidrolitik yang tinggi, ketangguhan yang baik, modulus tinggi dan sifat isolasi termal dan listrik yang baik. Resin *vinil ester* menunjukkan ketangguhan yang lebih tinggi dibandingkan dengan resin poliester tak jenuh, yang memiliki struktur kimia relatif sama [9]. *Vinil ester* banyak digunakan dalam aplikasi struktur kelautan [10]. *Vinil ester* juga digunakan untuk memodifikasi resin poliester tak jenuh karena kekuatan tariknya yang baik dan ketahanan kimia terhadap resin epoksi. [11].

Saat ini, lebih dari sembilan puluh persen dari semua bahan kimia dan bahan berasal dari minyak dan gas [12]. Namun, pasokan sumber daya fosil yang terbatas, masalah dengan perubahan iklim, dan toksisitas yang terkait dengan banyak petrokimia telah menyebabkan pengembangan bahan kimia dan material dari sumber daya terbarukan [13]. Dalam hal ini, minyak nabati/*vegetable oil* (VO) merupakan alternatif yang cocok untuk mengganti minyak mineral, karena minyak nabati bersifat biodegradable, tidak beracun, dan produk '*Generally Regarded as Safe*' (GRAS) [14]. Minyak kelapa mengandung utamanya 45,51% asam laurat (C12: 0), asam miristat 19,74% (C14: 0), asam palmitat 7,83% (C16: 0) dan asam stearat 3,14% (C18: 0) dari asam lemak jenuh. [15]. Minyak sawit yang terkandung dalam sel-sel serat adalah sekitar 20 – 24% dari berat tandan sawit, sedangkan minyak inti sawit sekitar 2 – 4 % [16]. Minyak kedelai/*Soybean Oil* (SO) adalah minyak nabati tersusun dari triacylglycerol dengan campuran asam lemak, 51% linoleic acid dan memiliki sekitar 4,5 ikatan rangkap per molekul. [13]. Minyak wijen mengandung banyak asam lemak tak jenuh, terutama asam oleat (C18:1) dan asam linoleat (C18:2, Omega-6). [17].

METODE

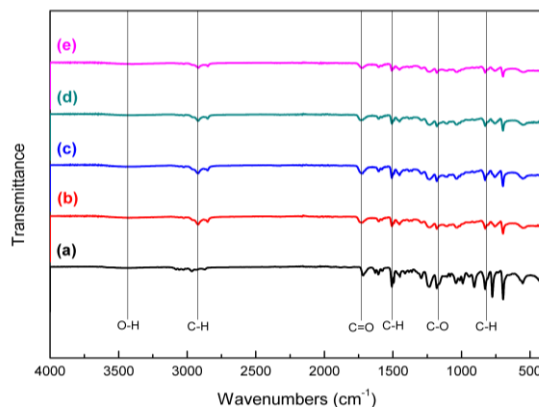
Pada penelitian ini digunakan bahan sebagai berikut, diantaranya, *Vinil ester*. Katalis (MEKPO/ Metil Etil Keton Peroksida), Promotor *vinil ester* (*Cobalt Naphthenate*), Minyak kelapa sawit, minyak kelapa, minyak kedelai, dan minyak wijen. Pada penelitian ini menggunakan alat sebagai berikut diantaranya, timbangan Digital FUJITSU FSR-B1200, *Scanning Electron Microscopy* (SEM) FEI INSPECT S50, *Fourier-transform infrared* (FTIR) Nicolet IS10, Durometer Shore D, Mesin Uji Tarik Hunt Ta-2402, dan autograf untuk uji bending. VE-MS (*Vinil ester*-Minyak Sawit), VE-MK (*Vinil ester*-Minyak Kelapa), VE-MW (*Vinil ester*-Minyak Wijen), VE-MKD (*Vinil ester*-Minyak Kedelai).



Gambar 1 Diagram alir studi pengaruh jenis minyak nabati pada bioresin

HASIL DAN PEMBAHASAN

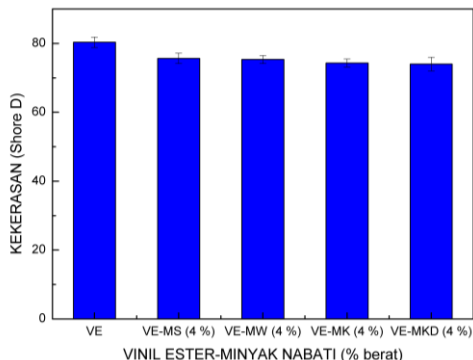
Struktur Campuran Bioresin *Vinil ester*-Minyak Nabati



Gambar 2 Spektrum FTIR bioresin polimer *vinil ester* dengan variasi minyak nabati; (a) VE, (b) VE-MS (4%), (c) VE-MW (4%), (d) VE-MK (4%), (e) VE-MKD

Berdasarkan Gambar 2 dapat dilihat bahwa terdapat ikatan rangkap dua C. Namun, intensitas pada *wavenumber* bergeser dan berkurang, hal ini berarti ada sebagian ikatan rangkap dua C yang berikatan dan ada yang tidak berikatan. Efek dari hal tersebut adalah terjadinya peningkatan elongasi saat putus, namun tidak meningkatkan sifat kekerasan, tekuk dan tarik dari sampel.

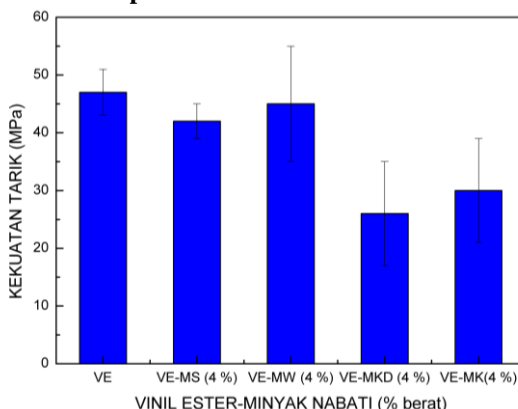
Pengaruh Minyak Nabati terhadap Kekerasan Bioresin *Vinil ester*-Minyak Nabati



Gambar 3 Sifat kekerasan material bioresin *vinil ester*-minyak nabati terhadap penambahan minyak sawit, wijen, kelapa, dan kedelai

Berdasarkan pengujian kekerasan yang ditampilkan pada Gambar 3 penambahan minyak nabati memiliki pengaruh turunya nilai kekerasan dari *vinil ester*. Sifat kekerasan bioresin *vinil ester* tertinggi yaitu bioresin *vinil ester* berpengisi minyak kelapa sawit dengan nilai kekerasan 76 skala *shore D*. Sedangkan bioresin *vinil ester* berpengisi minyak kedelai memiliki nilai kekerasan terendah yaitu 74 skala *shore D*. Penambahan minyak nabati menurunkan nilai kekerasan dikarenakan nilai kekerasan dari *vinil ester* lebih besar dibandingkan dengan nilai kekerasan minyak nabati. *Cured vinil ester* memiliki nilai kekerasan pada temperatur kamar dengan rentang 40-50 *Barcol Hardness* [18]. Sehingga, dengan penambahan minyak nabati akan memberikan dampak turunya nilai kekerasan dari *vinil ester*.

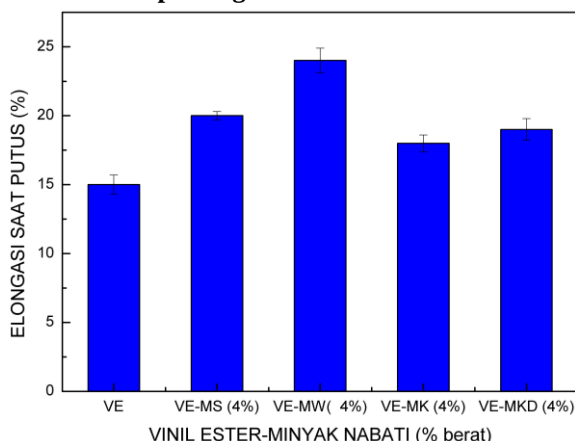
Pengaruh Minyak Nabati terhadap Kekuatan Tarik Bioresin *Vinil Ester*-Minyak Nabati



Gambar 4 Sifat kekuatan tarik material bioresin *vinil ester*-minyak nabati terhadap penambahan minyak sawit, wijen, kelapa, dan kedelai

Gambar 4 menunjukkan hasil pengujian tarik yang telah dilakukan, *vinil ester* yang diberi tambahan minyak nabati memiliki nilai kekuatan tarik yang lebih rendah dibandingkan dengan nilai kekuatan tarik *vinil ester* tanpa penambahan minyak nabati. Hal tersebut berarti minyak nabati memiliki pengaruh menurunkan sifat kekuatan tarik *vinil ester*. Bioresin yang terdiri dari pencampuran *vinil ester* dengan minyak wijen memiliki nilai kekuatan tarik tertinggi apabila dibandingkan dengan penambahan minyak nabati kelapa sawit, minyak kelapa, dan minyak kedelai yang ditambahkan kedalam *vinil ester*. Minyak nabati secara alami mengandung gugus hidroksil pada struktur kimianya dan dapat dengan mudah berikatan [19].

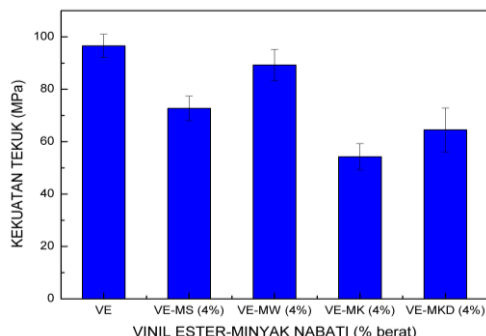
Pengaruh Minyak Nabati terhadap Elongasi saat Putus Bioresin Vinil Ester-Minyak Nabati



Gambar 5 Sifat elongasi saat putus material bioresin *vinil ester*-minyak nabati terhadap penambahan minyak sawit, wijen, kelapa, dan kedelai

Berdasarkan Gambar 5 dapat dilihat bahwa bioresin yang memiliki nilai elongasi saat putus tertinggi yaitu pada bioresin VE-MW (4%). VE-MW memiliki nilai elongasi tertinggi dikarenakan kelompok trigliserida dari minyak wijen memiliki gugus C paling panjang. Kelompok trigliserida dari minyak wijen meliputi sesamol C₇, sesamolin C₂₀, dan sesamin C₂₀. Sehingga dari jenis minyak nabati yang lain, minyak wijen memiliki rantai karbon C paling panjang.

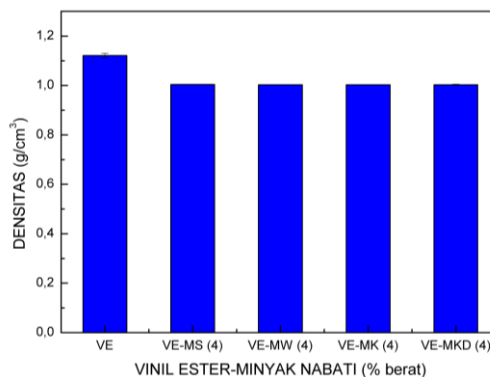
Pengaruh Minyak Nabati terhadap Kekuatan Tekuk Bioresin Vinil ester-Minyak Nabati



Gambar 6 Sifat kekuatan tekuk material bioresin *vinil ester*-minyak nabati terhadap penambahan minyak sawit, wijen, kelapa, dan kedelai

Berdasarkan Gambar 6 dapat dilihat bahwa kekuatan tekuk tertinggi yaitu pada bioresin VE-MW (4%) sebesar 89 MPa, diikuti dengan VE-MS (4%) sebesar 73 MPa, VE-MK (4%) sebesar 54 MPa, sedangkan nilai kekuatan tekuk terendah yaitu VE-MKD (4%) sebesar 64 MPa. Menurunnya kekuatan tekuk sama halnya dengan penurunan kekuatan tarik. VE-MW (4%) memiliki nilai kekuatan tekuk tertinggi dikarenakan kelompok trigliserida dari minyak wijen memiliki gugus C paling panjang. Kelompok trigliserida dari minyak wijen meliputi sesamol C₇, sesamolin C₂₀, dan sesamin C₂₀ dan polar grup C=C sebanyak 24 rangkap. Hal ini yang menyebabkan VE-MW (4%) selain memiliki nilai kekuatan tarik dan tekuk tertinggi, juga memiliki nilai elongasi yang tinggi.

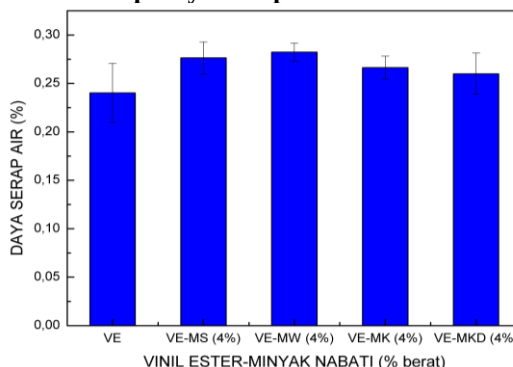
Pengaruh Minyak Nabati terhadap Densitas Bioresin *Vinil ester*-Minyak Nabati



Gambar 7 Nilai densitas material bioresin *vinil ester*-minyak nabati terhadap penambahan minyak sawit, wijen, kelapa, dan kedelai

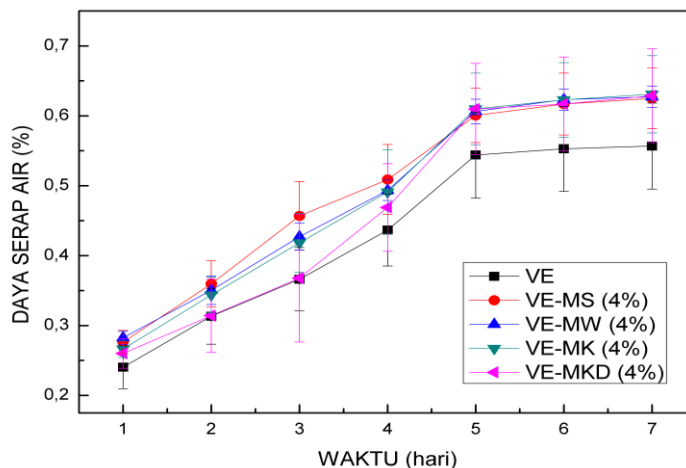
Gambar 7 menunjukkan nilai densitas bioresin *vinil ester* dengan variasi minyak nabati. Pada gambar ditunjukkan bahwa penambahan 4% minyak nabati yang berbeda pada *vinil ester* (VE) memiliki nilai densitas yang berbeda pula. VE-MS (4%) memiliki nilai densitas paling tinggi, diikuti VE-MK (4%) , dilanjutkan dengan VE-MKD (4%) , kemudian VE-MW (4%) yaitu dengan nilai 1,004 g/cm³, 1,003 g/cm³, 1,003 g/cm³, dan 1,003 g/cm³.

Pengaruh Minyak Nabati terhadap Daya Serap Air Bioresin *Vinil ester*-Minyak Nabati



Gambar 8 Sifat daya serap air selama 24 jam material bioresin *vinil ester*-minyak nabati terhadap penambahan minyak sawit, wijen, kelapa, dan kedelai

Gambar 8 menunjukkan nilai daya serap air dari bioresin dengan variasi jenis minyak nabati dengan komposisi minyak nabati masing-masing 4%. Grafik tersebut menunjukkan bahwa dengan penambahan minyak nabati kedalam *vinil ester* meningkatkan daya serap air.



Gambar 9 Sifat daya serap air selama 7 hari material bioresin *vinil ester*-minyak nabati terhadap penambahan minyak sawit, wijen, kelapa, dan kedelai

Berdasarkan Gambar 9 menampilkan data daya serap air material bioresin VE-MS (4%), VE-MW (4%), VE-MK (4%), dan VE-MKD (4%) dalam waktu perendaman selama 7 hari. Penyerapan air terjadi pada permukaan bioresin. Hasil dari grafik dapat dilihat bahwa penyerapan air (dalam %) selalu menurun setiap harinya. Namun, pada hari ke 5, 6, dan 7 penyerapan air terlihat sedikit perubahan peningkatannya. Berdasarkan hal tersebut dapat disimpulkan bahwa ada batas waktu material bioresin dapat bersifat jenuh terhadap air sehingga akhirnya bersifat hidrophobik karena didalam material sudah dipenuhi dengan air dari proses penyerapan di waktu sebelumnya [20].

Penelitian sebelumnya menyebutkan bahwa penggantian poliol petrokimia dengan poliol berbasis kedelai membuat perubahan dalam konstitusi kimia dan dekomposisi termal PUR. PUR dengan poliol minyak kedelai bermassa molar lebih rendah memiliki ketahanan termal, sifat mekanik dan fisik mekanik yang lebih tinggi [21]

KESIMPULAN

Minyak nabati terbukti memiliki ikatan rangkap dua yang mampu berikatan dengan unsur lain. Minyak nabati mampu memberikan efek menurunkan kekerasan, menurunkan kekuatan tarik dan kekuatan tekuk bioresin *vinil ester*. Minyak nabati memberikan efek meningkatkan pertambahan panjang bioresin *vinil ester*. Disisi lain, minyak nabati juga memberikan efek penurunan densitas. Pada pengujian penyerapan air, minyak nabati yang dicampur kedalam *vinil ester* meningkatkan daya serap air, hingga waktu tertentu mengalami titik jenuh dan tidak mampu menyerap air kembali

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Anthony L. Andrady, Mike A. Neal, (2009), "Applications and Societal Benefits of Plastics", *Philos T R Soc B*. 364:1977-84
- [2] Chaoqun Zhang, Thomas F.Garrison, Samy A.Madbouly, Michael R.Kessler, (2017), "Recent Advances in Vegetable Oil-Based Polymers and Their Composites", *Progres in Polymer Science*, Volume 71, Pages 91-143

-
- [3] Edy Utomo, Achmad Zubaydi, Pompy Pratisna, (2016), "Study of Core Material Sandwich Panel in Ship Construction", *The 2nd International Seminar on Science and Technology*, (hal. 93-98). Surabaya.
- [4] Callister, William D, Jr., (2007), "Materials Science and Engineering", *An Introduction 8th Edition*, New York
- [5] Bahruddin, I. Z., (2010), "Pengaruh Filler Carbon Black Terhadap Sifat Dan Morfologi Komposit Natural Rubber/Polypropylene", *Jurnal Teknik Kimia Indonesia Vol. 9*, 62-68
- [6] Rostami, S., (2018), "Polymer Blends: Structure and Properties", *Encyclopedia of Materials: Science and Technology*, 7202–7206
- [7] Ray, Dipa, (2017), "Biocomposites for High-Performance Applications", *Biocomposites for High-Performance Applications*, 57-58
- [8] Sulistijono, (2012), "Mekanika Material Komposit", *ITS Press*.
- [9] Cristina Alia, Jose A.Jofre Reche, Juan C.Suarez, Jose M.Arenas, Jose M.Martin Martinez, (2018), "Characterization of the Chemical Structure of Vinyl Ester Resin in a Climate Chamber Under Different Conditions of Degradation", *Polymer Degradation and Stability*, Volume 153, Pages 88-99
- [10] Nikhil Gupta, Raymond Ye, Maurizio Porfiri, (2010). "Comparison of tensile and compressive characteristics of vinyl ester/glass microballoon syntactic foams", *Composites Part B: Engineering*, Volume 41, Issue 3, Pages 236-245
- [11] Jyoti Chaudhary, (2013), "Synthesis ,Characterization and Curing of Vinyl Ester Resin", *Journal of Environmental and Nanotechnology*, Volume 2,42-45.
- [12] Bimlesh Lochab, I. K. Varma, J. Bijwe, (2012), "Sustainable Polymers Derived from Naturally Occurring Materials", *Advances in Materials Physics and Chemistry*, 2, 221-225
- [13] Catia Costa, Ana C.Fonseca, JorgeMoniz, MariaGodinho, Armenio C.Serra, Jorge F.J.Coelho, (2016), "Soybean and Coconut Oil Based Unsaturated Polyester Resins", *Thermomechanical Characterization, Industrial Crops and Products* Volume 85, Pages 403-411
- [14] Alejandrina Campanella, Eduardo Rustoy, Alicia Baldessari, Miguel A.Baltanas, (2010), "Lubricants from chemically modified vegetable oils", *Bioresource Technology*, Volume 101, Issue 1, Pages 245-254
- [15] Seung In Hong, Won Young Choi, Seung Yong Cho, Se H. Jung, Boo Y. Shin, Hyun Jin Park, (2009), "Mechanical Properties and Biodegradability of Poly-3-Caprolactone/Soy Protein Isolate Blends Compatibilized by Coconut Oil", *Biotechnology*, 1876
- [16] Rondang, T., (2006), "Teknologi Oleokimia", *Departemen Teknik Kimia Fakultas Teknik Universitas Sumatera Utara*, 168.
- [17] Sri Handajani, Godras Jati Manuhara, R. Baskara Katri Anandito, (2010), "Jurnal Pengaruh Suhu Ekstraksi Terhadap Karakteristik Fisik", *Lumbung Pustaka UNY*
- [18] Goodman, S.H, (1998), "Handbook of Thermoplastic", *USA : Noyes Publications*.
- [19] Luong,N.D, Le Hoanh Sins, Malin Minna, Weisser Jurgen, Walter Torsten, Schnabelrauch Matthias, Seppala Jukka, (2016), "Synthesis and Characterization of Castor Oil Segmented Thermoplastic Polyurethane with Controlled Mechanical Properties", *European Polymer Journal*, S0014-3057(16)30491-8.
- [20] Daramola, O. O. (2018). "Water Absorption Characteristic of Epoxy Matrix Composites Reinforced with Green Silica Particles". *Journal of Practices and Technologies*, Issue 32 , pages 215-232.
- [21] Kamila Mizera, Joanna Ryszkowska, (2016), "Polyurethane Elastomers from Polyols Based on Soybean Oil with a Different Molar Ratio", *Polymer Degradation and Stability, Polymer Degradation and Stability*, Volume 132, Pages 21-31.