



Preparasi Matriks Alam Sekresi Kutu Lak Dengan Asam Adipat Pada Biokomposit Serat Rami

¹Hestya Arinta Ayu Prianto, ²Roza Ruspita, ¹Eli Rohaeti

¹Jurusan Pendidikan Kimia, FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta

²Jurusan Pendidikan Guru Madrasah Ibtidaiyah UIN Sultan Maulana Hasanuddin Banten

Email: rozaruspita@gmail.com

Article History

Received: October 2019

Revised: November 2019

Published: December 2019

Abstract

In this research, preparation of natural matrix from modified flea secretion (SKL) by the addition of adipic acid as matrix in biocomposites of ramie fiber have been carried out. This research was initiated by dissolving the chunks of flea secretion using ethanol with ratio 1:2 and heated at temperature 50°C. Flea secretion has modified by the addition of adipic acid in various concentration 5%, 10%, 15%, 20%, and 25%. Viscometry technique with viscometer ostwald was used for characterizing intrinsic viscosity of natural matrix. The optimum value of intrinsic viscosity were reached at concentration 5% of adipic acid that has 77,08 mg/l viscosity. Biocomposites were made by mixing ramie fibers and natural matrix SKL which have been modified by the addition of adipic acid with optimum concentration at 60:40 ratio of fibers: matrix. Biocomposites were evaluated for mechanical properties with ASTM D638 type IV standard. Biocomposite sampel was formed specimens and tested with tensile tester. Biocomposite from ramie fibers and natural matrix SKL modified by adipic acid has a tensile strength 15,14 MPa and elastic modulus was 1519,15 MPa.

Keywords: *adipic acid, biocomposite, natural matrix, flea secretion, ramie fibers*

Sejarah Artikel

Diterima: Oktober 2019

Direvisi: November 2019

Dipublikasi: Desember 2019

Abstrak

Pada penelitian ini telah dilakukan preparasi matriks alam yang berasal dari sekresi kutu lak yang dimodifikasi dengan penambahan asam adipat sebagai matriks pada biokomposit serat rami. Penelitian diawali dengan melarutkan bongkahan hasil sekresi dari kutulak (SKL) dengan etanol (1:2) dan dipanaskan pada temperatur 50°C. Sekresi kutu lak cair dimodifikasi dengan menambahkan asam adipat pada berbagai variasi konsentrasi yaitu 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Teknik viskometri dengan viskometer ostwald dilakukan untuk mengetahui viskositas intrinsik pada matriks alam SKL. Nilai viskositas intrinsik optimum terjadi pada penambahan asam adipat 5% yaitu 77,08 ml/g. Biokomposit dibuat dengan mencampurkan serat rami dan matriks alam SKL yang telah dimodifikasi dengan penambahan asam adipat dengan konsentrasi optimum. Perbandingan serat rami dan matriks alam yang dicampurkan adalah 60:40. Biokomposit diuji sifat mekaniknya dengan standar ASTM D638 tipe IV. Sampel uji dibentuk spesimen dan diuji dengan *Tensile tester*. Biokomposit yang tersusun atas penguat serat rami dan matriks alam SKL yang dimodifikasi dengan asam adipat memiliki nilai kekuatan putus sebesar 15,14 MPa dan modulus elastisitas sebesar 1519,15 MPa.

Kata kunci: : asam adipat, biokomposit, matriks alam, kutu lak, serat rami

PENDAHULUAN

Pengembangan produk dari *biodegradable material* salah satunya adalah dengan pembuatan biokomposit. Biokomposit merupakan material yang tersusun atas dua bahan atau lebih yang memiliki sifat berbeda pada masing-masing bahan penyusunnya yang dikombinasikan untuk membentuk material baru dengan sifat yang lebih baik dibanding bahan penyusunnya (Rudin & Choi, 2012). Secara umum komposit tersusun atas matriks dan serat sebagai *reinforcement*. Biokomposit merupakan komposit dengan kombinasi serat alami (*biofiber*) seperti serat kayu atau serat non kayu dengan matriks polimer yang berasal dari sumber daya terbarukan maupun tidak terbarukan (Khalil et al., 2013).

Beberapa kelebihan pada serat alami antara lain serat alami dapat didegradasi, dapat diperbaharui, memiliki sifat yang kaku sehingga dapat meningkatkan sifat mekanik pada biokomposit (Bahtiar, 2012). Pada penelitian ini digunakan serat alami yaitu serat rami. Serat rami (*Boehmeria Nivea*) merupakan serat dengan kekuatan yang relative tinggi dan keberadaannya sangat berlimpah dibanding serat alam lain (Raharjo, 2012).

Matriks pada komposit berfungsi untuk mendistribusikan beban pada material penguat dalam komposit serta menjaga agar *reinforcement*/penguat tetap berada pada tempatnya (Wona, Boimau, & Maliwemu, 2015). Matriks secara ideal memiliki sifat yang stabil secara fisika dan kimia. Matriks penyusun komposit dapat diklasifikasikan berdasarkan bahan penyusunnya logam, keramik, dan polimer. Matriks polimer yang sering digunakan adalah polyester, vinyl ester, epoksi, poliamida, dan lain lain. Komposit dengan matriks polimer memiliki kelebihan yaitu ringan, kekuatan baik, dapat mengikuti bentuk, dapat diproduksi misal dengan biaya yang relative lebih murah (Goda, Sreekala, Malhotra, Joseph, & Thomas, 2013).

Adapun matriks yang akan digunakan sebagai pengikat dalam biokomposit ini yaitu matriks polimer alam dari sekresi kutulak (SKL). Lak berasal dari sekresi kutulak (*Lacciferlacca*) dengan tanaman kesambi sebagai tanamam inangnya (Suryanto, Supriyanto, & Haneda, 2018). Hasil sekresi kutulak juga dapat digunakan untuk bahan dasar pembuatan piringan hitam, tinta, penyamak kulit, dan lain sebagainya (Ranta, 2009). Mujiyono et al. (2010) mengembangkan matriks alam sekresi kutulak sebagai matriks alam baru dari sekresi kutulak. Kandungan utama pada hasil sekresi kutu lak adalah asam aleurat. Matriks SKL memiliki sifat mudah didegradasi secara alami, memiliki kekuatan untuk mengikat yang cukup tinggi, dan tidak beracun sehingga layak direkayasa menjadi matriks (Mujiyono, Jamasri, Heru S.B.R, J.P., 2010).

Penelitian tentang biokomposit yang tersusun atas *reinforcement* serat dari serabut kelapa dan matriks dari sagu dengan penambahan gliserol menunjukkan biokomposit tersebut mempunyai kekuatan tarik sebesar 4,744 MPa (Bahtiar, 2012). Selain itu, penelitian biokomposit dengan *reinforcement* serat rami dan matriks dari sagu dengan penambahan khitosan-boraks memiliki nilai tegangan tarik sebesar 6,86 MPa (Faizin, 2012). Biokomposit dengan penguat 60% serat rami anyaman memiliki kuat tarik 87 Mpa (Mujiyono, Jamasri, Heru S.B.R, J.P., 2010). Penguat/*reinforcement* dalam komposit merupakan bagian penahan beban. Oleh karena itu diperlukan penelitian lanjutan tentang pembuatan biokomposit yang tersusun dari matriks alam SKL dan penguat serat rami untuk meningkatkan sifat mekanik.

Untuk memperbaiki sifat mekanik biokomposit yang terusun atas penguat serat rami dan matriks alam SKL, maka perlu dilakukan preparasi matriks alam SKL yang dimodifikasi dengan ditambahkan asam adipat. Asam adipat merupakan polyester polioliol yang berfungsi untuk meningkatkan kekuatan tarik (Dwijaya, 2016). Penambahan asam adipat bertujuan untuk memperpanjang rantai polimer pada asam aleurat yang terdapat pada matriks alam SKL. Rantai polimer yang panjang pada matriks diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik pada biokomposit. Penambahan asam adipat dilakukan dengan berbagai konsentrasi, yaitu 5%, 10%, 15%, 20%, 25% agar didapatkan perbandingan konsentrasi yang *optimum*. Perbandingan konsentrasi optimum didapatkan dengan pengukuran viskositas instrinsik dengan alat Viskometer Ostwald. Sifat mekanik dari biokomposit dengan penguat serat rami dan matriks alam SKL dengan modifikasi asam adipat ini diuji dengan *Tensile Tester*. Berdasarkan pengujian tersebut maka dapat diketahui pengaruh penambahan asam adipat pada matriks SKL terhadap kekuatan biokomposit serat rami tersebut.

METODE

Bongkahan hasil sekresi dari kutulak (SKL) ditambahkan etanol dengan perbandingan 1:2 dan dipanaskan pada temperatur 50°C. Setelah dipanaskan, SKL dimodifikasi dengan penambahan asam adipat dengan variasi konsentrasi 5%, 10%, 15%, 20%, dan 25%. Matriks alam SKL diukur viskositas intrinsiknya dengan viskometer Ostwald. Matriks alam SKL dengan viskositas intrinsik yang optimum ini kemudian dicampur dengan serat rami dengan perbandingan matriks dan serat sebesar 40:60 b/b sehingga terbentuk biokomposit. Selanjutnya, biokomposit matriks alam SKL dan serat rami ini dimasukkan kedalam cetakan dan dipanaskan pada temperature 90°C dengan tekanan 90 Kgf/cm² selama 15 menit. Setelah itu, didinginkan pada temperatur kamar dan diuji sifat mekaniknya dengan *tensile tester*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penentuan Viskositas Intrinsik

Polimer yang memiliki rantai lurus dan panjang memiliki massa molekul yang besar. Panjang rantai pada polimer dapat dilihat berdasarkan distribusi panjang rantai dan massa molekulnya. Massa molekul rata-rata pada polimer dapat ditentukan dengan teknik viskosimetri untuk melihat viskositas intrinsiknya (Minhatul Ulya, 2012). Penentuan nilai viskositas intrinsik dilakukan dengan membandingkan matriks SKL sebelum modifikasi terhadap matriks yang sudah dimodifikasi dengan penambahan asam adipat. Viskositas intrinsik $[\eta]$ diperoleh dari hasil regresi liner grafik viskositas reduksi η_{red} terhadap konsentrasi. Data hasil viskositas intrinsik menunjukkan bahwa matriks alam SKL yang ditambahkan asam adipat 5% mengalami kenaikan nilai viskositas intrinsik menjadi 77,08 ml/g dibandingkan dengan matriks sebelum modifikasi atau tanpa penambahan asam adipat yaitu sebesar 72,93 ml/g. Kenaikan viskositas intrinsik pada penambahan asam adipat 5% disebabkan adanya ikatan hidrogen intermolekuler di luar gugus karboksil pada asam adipat. Viskositas intrinsik matriks alam SKL sebelum ditambah asam adipat dan sesudah ditambahkan asam adipat dengan variasi konsentrasi ditunjukkan pada tabel 1 berikut ini;

Tabel 1. Viskositas Intrinsik

| Konsentrasi Asam Adipat | Viskositas Intrinsik [η] (ml/g) |
|--|---|
| Tanpa penambahan (sebelum modifikasi) | 72,93 |
| 5% | 77,08 |
| 10% | 64,90 |
| 15% | 33,07 |
| 20% | 29,66 |
| 25% | 36,26 |

Perbedaan nilai viskositas intrinsik [η] pada larutan polimer bergantung pada ukuran dan bentuk rantai polimer (Handayani, 2010). Matriks alam SKL dan asam adipat membentuk rantai lurus ester. Matriks alam SKL yang ditambahkan asam adipat 10%, 15%, 20%, dan 25% memiliki viskositas yang lebih kecil dibandingkan matriks alam SKL tanpa penambahan atau sebelum modifikasi. Hasil ini menunjukkan bahwa semakin besar konsentrasi asam adipat yang ditambahkan, maka viskositas intrinsik semakin menurun. Hal ini disebabkan asam adipat berinteraksi dengan matriks alam SKL pada percabangan gugus hidroksil bukan pada rantai lurus ester sehingga tidak mempengaruhi panjang rantai.

Viskositas larutan digunakan untuk menentukan bobot molekul primer dengan bantuan persamaan viskositas spesifik, viskositas intrinsik (Persamaan 1) dan persamaan empirik Mark-Houwink (Persamaan 2) (Tanasale, Telussa, Sekewael, & Kakerissa, 2016):

$$[\eta] = \lim_{C \rightarrow 0} \frac{\eta_{sp}}{C} \quad \dots (1)$$

$$[\eta] = K \cdot M^a \quad \dots (2)$$

Berdasarkan persamaan Mark-Houwink dapat diasumsikan bahwa besarnya massa molekul (M) berbanding lurus dengan viskositas intrinsik [η]. Semakin besar nilai viskositas intrinsik, maka massa molekul suatu senyawa semakin besar pula.

Sifat Mekanik

Biokomposit yang tersusun atas serat rami dan matriks alam SKL yang dimodifikasi asam adipat diuji sifat mekaniknya dengan standar ASTM D638 tipe IV. Sampel uji dibentuk spesimen dan diuji dengan *Tensile tester*. Hasil uji sifat mekanik biokomposit ditunjukkan pada Tabel 2

Tabel 2. Sifat Mekanik Biokomposit

| Biokomposit | Kuat Putus (MPa) | Elongasi [%] | Modulus Elastisitas [MPa] |
|-------------|------------------|--------------|---------------------------|
| 1 | 12,41 | 0,95% | 1301,80 |
| 2 | 12,18 | 0,93% | 1315,28 |
| 3 | 18,51 | 0,91% | 2028,25 |
| 4 | 14,90 | 1,06% | 1402,86 |
| 5 | 17,71 | 1,14% | 1547,57 |
| Rerata | 15,14 | 1,00% | 1519,15 |

Berdasarkan Tabel 2, biokomposit dari serat rami dan matriks alam SKL yang dimodifikasi dengan asam adipat memiliki nilai kuat putus rata-rata sebesar 15,14 MPa dan modulus elastisitas sebesar 1519,15 MPa. Kekuatan tarik pada biokomposit dipengaruhi oleh kekuatan ikatan antara *reinforcement* yakni serat dan matriks (Sriwita & Astuti, 2014). Ikatan antara matriks dan serat yang kuat menyebabkan energi yang terserap semakin besar sehingga kemampuan menerima beban semakin tinggi (Astika, Lokantara, & Karohika, 2013).

Elongasi adalah kemampuan suatu material atau benda untuk berubah bentuk. Semakin kecil elongasi pada biokomposit, maka ikatan antara penguat dan matriks semakin kuat. Kekuatan ikatan berbanding terbalik dengan regangan. Semakin kuat ikatan, maka regangan semakin kecil (Rahman & Kamiel, 2011). Nilai modulus elastisitas digunakan untuk mengetahui kekakuan matriks alam SKL yang dimodifikasi dengan asam adipat. Kekakuan suatu material dapat diketahui dari nilai modulus elastisitas material tersebut. Semakin tinggi modulus elastisitas biokomposit maka bahan penyusun biokomposit tersebut semakin kaku (Porwanto & Johar, 2011). Berdasarkan hasil uji sifat mekanik biokomposit dari serat rami dan matriks alam SKL yang dimodifikasi asam adipat menunjukkan bahwa biokomposit tersebut bersifat kaku karena memiliki nilai modulus elastisitas yang tinggi.

KESIMPULAN

Asam adipat 5% merupakan konsentrasi optimum yang ditambahkan pada matriks alam SKL karena memiliki nilai viskositas intrinsik tertinggi yaitu 77,08 ml/g. Biokomposit yang tersusun atas penguat serat rami dan matriks alam SKL yang dimodifikasi dengan asam adipat memiliki nilai kekuatan putus sebesar 15,14 MPa dan modulus elastisitas sebesar 1519,15 MPa.

SARAN

Perlu dilakukan penelitian lebih lanjut tentang modifikasi matriks alam dengan penambahan polimer alam agar rantai karbon menjadi lebih panjang sehingga kuat tarik biokomposit meningkat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada segenap civitas Pusat Penelitian Fisika LIPI Bandung yang telah memberikan izin penelitian di Laboratorium Uji polimer.

DAFTAR PUSTAKA

- Astika, I., Lokantara, I., & Karohika, I. M. G. (2013). Sifat Mekanis Komposit Polyester dengan Penguat Serat Sabut Kelapa. *Jurnal Energi Dan Manufaktur*, 6(2), 95–202.
- Bahtiar, A. D. M. (2012). Aplikasi Serat Serabut Kelapa Bermatrik Sagu dan Gliserol Sebagai Pengganti Kemasan Makanan Dari Sterofoam. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 31–39.
- Dwijaya, M. S. (2016). Pengaruh Penambahan Asam Adipat terhadap Kekuatan Tarik dan Stabilitas Termal dari Poliuretan (Institut Teknologi Sepuluh November Surabaya). <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Faizin, K. N. (2012). Pengaruh Penambahan Borax dan Khitosan terhadap Kekuatan Tarik Biokomposit Serat Rami Bermatrik Sagu. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 29–38.
- Goda, K., Sreekala, M. S., Malhotra, S. K., Joseph, K., & Thomas, S. (2013). Advances in polymer composites: Biocomposites-state of the art, new challenges, and opportunities. *Polymer Composites, Biocomposites*, 3, 1–10. <https://doi.org/10.1002/9783527674220.ch1>
- Handayani, P. A. (2010). Polimerisasi Akrilamid Dengan Metode Mixed-Solvent Precipitation dalam Pelarut Etanol-Air. *Jurnal Sains Dan Teknologi Universitas Negeri Semarang*, 8(1), 69–78.
- Khalil, H. P. S. A., Aprilia, N. A. S., Bhat, A. H., Jawaid, M., Paridah, M. T., & Rudi, D. (2013). A Jatropha biomass as renewable materials for biocomposites and its applications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 22, 667–685. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2012.12.036>
- Minhatul Ulya, R. A. (2012). Pengaruh Suhu Polimerisasi L-Asam Laktat Melalui Metode Ring Opening Polymerization (ROP) Terhadap Karakteristik Polylactic Acid (PLA) (Polymerization Temperature Effect of L-Lactic Acid By Rop Method on Pla Characteristics). *UNESA Journal of Chemistry*, 1(1), 68–74.
- Mujiyono, Jamasri, Heru S.B.R, J.P., & G. S. (2010). Mechanical Properties of Ramie Fibers Reinforced Biobased Material Alternative as Natural Matrix Biocomposite. *International Journal of Materials Science*, 5(6), 973–4589.
- Porwanto, D. A., & Johar, L. (2011). Karakterisasi komposit berpenguat serat bambu dan serat gelas sebagai alternatif bahan baku industri. *Jurnal Teknik Fisika ITS*, 1–16.
- Raharjo, R. (2012). Pengaruh Fraksi Volume Serat Rami terhadap Kekuatan Bending Biokomposit Bermatrik Pati Sagu. *Jurnal Teknik Mesin*, 1(1), 31–39.
- Rahman, M. B. N., & Kamiel, B. P. (2011). Pengaruh Fraksi Volume Serat terhadap Sifat-sifat Tarik Komposit Diperkuat Unidirectional Serat Tebu dengan Matrik Poliester. *Jurnal Ilmiah Semesta Teknika*, 14(2), 133–138.
- Ranta, F. (2009). Meningkatkan pendapatan petani kutu lak melalui pemberdayaan potensi daerah. *PARTNER (Buletin Pertanian Terapan)*, 16(1), 45–50.
- Rudin, A., & Choi, P. (2012). Biopolymers. In *The Elements of Polymer Science and Engineering* (pp. 521–535). <https://doi.org/10.1201/b12048>
- Sriwita, D., & Astuti. (2014). Pembuatan Dan Karakterisasi Sifat Mekanik Bahan Komposit Serat Daun Nenas-Polyester Ditinjau Dari Fraksi Massa Dan Orientasi Serat. *Jurnal Fisika Unand*, 3(1), 30–36.
- Suryanto, H., Supriyanto, & Haneda, N. F. (2018). Injeksi Molase untuk Meningkatkan Pertumbuhan dan Vitalitas Tanaman Kesambi (*Schleicera oleosa* Merr) sebagai Inang Kutu Lak. *Jurnal Penelitian Kehutanan Wallacea*, 7(2), 173–181.

- Tanasale, M. F. J. D. P., Telussa, I., Sekewael, S. J., & Kakerissa, L. (2016). Extraction and Characterization of Chitosan from Windu Shrimp Shell (*Penaeus monodon*) and Depolymerization Chitosan Process with Hydrogen Peroxide Based on Heating Temperature Variation. *Ind. J. Chem. Res*, 3(2), 308–316.
- Wona, H., Boimau, K., & Maliwemu, E. U. K. (2015). Pengaruh Variasi Fraksi Volume Serat terhadap Kekuatan Bending dan Impak Komposit Polyester Berpenguat Serat Agave Cantula. *Jurnal Teknik Mesin Undana*, 02(01), 39–50.