

Pengaruh Variasi Fraksi Volume Terhadap Kekuatan *Bending* Komposit *Hybrid Polypropylene* Daur Ulang Berpenguat Serat Lidah Mertua Dan Sabut Kelapa

Steven Don Paul, Ngakan Putu Gede Suardana, IP Lokantara
Program Studi Teknik Mesin Universitas Udayana, Kampus Bukit Jimbaran Bali

Abstrak

Plastik memiliki banyak keuntungan dibandingkan material lain. Mudah diproses, dan murah merupakan sifat plastik yang unggul dari material lain. Namun, salah satu sifat plastik yang merugikan adalah sulitnya plastik terurai. Hal ini membuat plastik menjadi sampah yang sering ditemukan dan menimbulkan banyak masalah terhadap alam. Salah satu upaya pemecahan permasalahan ini adalah memanfaatkan plastik sebagai bahan komposit ramah lingkungan dengan penguat dari serat tanaman. Dengan begitu, material komposit dapat terurai bila tidak digunakan dan tidak mencemari lingkungan. Serat tanaman yang dapat digunakan sebagai penguat komposit adalah sabut kelapa dan lidah mertua. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh fraksi volume dan perlakuan alkali serat sabut kelapa dan serat lidah mertua terhadap kekuatan *bending* material komposit. Variasi Fraksi volume yang digunakan adalah 25%, 30%, dan 35%. Pengujian yang dilakukan adalah uji *bending* dan uji SEM. Hasil Uji *bending* menunjukkan bahwa komposit *hybrid* menunjukkan bahwa penambahan fraksi volume meningkatkan sifat *bending* dari material komposit sebesar 37,76%. Uji SEM menunjukkan ikatan homogen antara serat dengan matriks.

Kata kunci: fraksi volume, perlakuan alkali, *bending*, komposit, komposit *hybrid*, polypropylene, serat, lidah mertua, sabut kelapa.

Abstract

Plastic has more advantages over other materials. Easy to process and cheap are properties that superior. However, one of the detrimental properties of plastics is that it's difficult to break down. This makes plastic a common waste and creates many problems for nature. One of solutions to this problem is to use plastic as an environmentally friendly composite material with reinforcement from plant fibers. That way, composite materials can be harvested naturally. Plant fibers that can be used as composite reinforcement are coir and tongue-in-law (*Sansevieria trifasciata*). This study aims to determine the effect of volume fraction and alkaline treatment of coir fiber and tongue-in-law fibers on the bending strength of the composite material. The variations in the volume fraction used were 25%, 30%, and 35%. The tests carried out are the bending test and SEM test. The results of the bending test showed that the addition of volume fraction of plant fibers increased the bending properties of the composite material by 37,76%. SEM test shows homogenous bond between the fibers and the matrix.

Keywords: volume fraction, alkaline treatment, bending, composite, composite hybrid, polypropylene, fiber, *Sansevieria trifasciata*, coir fiber

1. Pendahuluan

Sejak penemuannya, plastik menjadi bagian dari kehidupan manusia. Ringan, tahan air, mudah diproses, dan murah. Sifat-sifat plastik tersebut membuatnya menjadi material yang digunakan hampir diseluruh aspek; wadah konsumsi, otomotif, alat tulis, furnitur, dan lain sebagainya, sudah tidak asing lagi dengan material ini. Namun, salah satu sifat plastik yang merugikan adalah sulitnya plastik terurai. Hal ini membuat plastik menjadi sampah yang sering ditemukan dan menimbulkan banyak masalah terhadap alam.

Sampah merupakan salah satu masalah utama didunia. Dengan bertambahnya populasi masyarakat setiap hari membuat meningkatnya pembuangan

sampah. Banyak upaya yang telah dilakukan untuk mengurangi sampah; daur ulang, pendidikan tentang bahaya dan pengolahan sampah, peraturan-peraturan menyangkut pembuangan sampah dan lain sebagainya. Akan tetapi, masih banyak sampah yang terbuang sembarangan dan sampah yang terbuang tidak dapat terurai dengan cepat.

Berdasarkan Data Sampah Yang Masuk ke TPA Sarbagita dari Dinas Lingkungan Hidup Pemerintah Provinsi Bali [1], sampah plastik mengalami kenaikan setiap tahun dari 2016 hingga tahun 2019, dari 720.000 m³ (2016) hingga 800.000 m³. Kabupaten yang menghasilkan sampah plastik terbanyak adalah Kota Denpasar dengan jumlah sampah sebesar 121,7 ton setiap harinya [2].

Salah satu upaya mengurangi sampah saat ini adalah memanfaatkan sampah plastik sebagai bahan material komposit dengan penguat serat alam. Beberapa

penelitian telah dilakukan, seperti penelitian yang dilakukan oleh Srebrekoska et al., [3] menemukan bahwa komposit serat kenaf dan komposit serat sekam padi bermatriks polypropylene daur ulang mempunyai sifat kekuatan flexural dan stabilitas thermal yang mirip dengan komposit serat yang sama dengan susunan rapi.

Pemanfaatan serat tanaman sebagai bahan komposit polypropylene merupakan upaya membuat material pembaruan. Salah satu serat tanaman yang dapat dimanfaatkan adalah serat tanaman lidah mertua. Riwaiire & Tomkova [4] menemukan bahwa serat lidah mertua memiliki susunan serat yang sulit mengalami pemanjangan. Selain itu, serat lidah mertua stabil pada suhu 200°C, sehingga cocok digunakan sebagai bahan penguat material komposit.

Sabut kelapa juga mempunyai potensi sebagai penguat komposit. Dengan melimpahnya sabut kelapa di Indonesia membuat sabut kelapa menjadi bahan alternatif yang murah dan mudah ditemukan. Bettini, dkk., [5] menemukan bahwa komposit sabut kelapa dengan perlakuan grinding dengan panjang kurang dari 1 mm dan matriks polypropylene mempunyai kekuatan tensile maksimum sebesar 43.14 MPa dan kekuatan impact sebesar 25.8 J/m. Ini menunjukkan bahwa adanya sabut kelapa sebagai penguat komposit polypropylene menaikkan kekuatan tensile dan mengurangi kekuatan impact dari komposit.

Penelitian tidak hanya menggabungkan polypropylene dengan satu jenis serat tanaman saja. Penelitian yang dilakukan oleh Siddika, Mansura and Hasan, [6] tentang komposit hybrid polypropylene dengan penguat rami dan sabut kelapa menemukan bahwa komposit ini memiliki peningkatan sifat mekanik seiring meningkatnya pemakaian serat dalam material komposit.

Dengan latar belakang di atas, masih kurangnya penelitian akan kekuatan bending terhadap komposit lidah mertua, khususnya komposit hybrid antara lidah mertua dengan sabut kelapa. Sejak keduanya mudah ditemukan dan dari penelitian komposit hybrid yang sudah dilakukan, komposit hybrid sabut kelapa dengan serat lidah mertua dapat menjadi material baru yang memiliki potensi sebagai material komposit yang efisien dengan sifat bending yang baik.

Permasalahan yang akan dibahas dalam penelitian ini adalah bagaimana pengaruh variasi fraksi volume dan perlakuan alkali serat terhadap kekuatan bending komposit polypropylene daur ulang berpenguat lidah mertua dan sabut kelapa. Untuk mendapatkan hasil yang diinginkan dari luasnya permasalahan perlu dilakukan pembatasan yaitu sebagai berikut :

1. Bahan untuk matriks adalah plastik polypropylene yang diperoleh dari kemasan air mineral bekas berukuran 220 ml dari satu merek terkenal.
2. Serat lidah mertua digunakan dari tanaman lidah mertua yang tumbuh di daerah Denpasar-Bali dan umur tanaman diasumsikan sama.
3. Sabut kelapa yang digunakan berasal dari daerah Jombang- Jawa Timur dan umur sabut yang diasumsikan sama.

2. Dasar Teori

2.1 Komposit

Komposit merupakan material yang terbentuk dari kombinasi dua atau lebih material pembentuknya melalui campuran yang tak homogen, dimana sifat mekanik dari masing-masing material pembentuknya berbeda [7]. Material ini biasanya memiliki sifat yang lebih baik dibandingkan material logam.

Komposit bisa diklasifikasikan dari bahan dasarnya (matriks) dan bahan penguatnya. Berdasarkan matriksnya, komposit dibagi menjadi 3 jenis, yaitu *polymer matrix composite* (PMC) yaitu komposit memakai material polimer sebagai matriksnya, *Metal Matrix Composite* (MMC) yaitu komposit dengan bahan logam sebagai matriksnya dan *Ceramic Matrix Composite* (CMC) yang menggunakan bahan keramik sebagai matriks [8].

2.1.1 Komposit Hybrid

Komposit hybrid adalah komposit dimana dalam satu jenis matriks terdapat dua atau lebih jenis material penguat. Tujuan dari penambahan bahan penguat adalah untuk meningkatkan kekuatan fisik dari material komposit tersebut.

Penelitian yang dilakukan oleh Jagadish et al., [9] menemukan bahwa Komposit dengan fraksi volume 24% fiber campuran (serat sisal, rami, jute dan serat pohon pisang) memiliki sifat mekanikal lebih baik dibandingkan dengan komposit dengan satu jenis serat, kekuatan bending dari komposit hybrid ini 43,58% lebih besar dibandingkan komposit lidah mertua yang diteliti oleh Mahendra, dkk. [10].

2.2 Matriks

Matriks merupakan bahan dasar yang ingin digabungkan dalam suatu material komposit. Biasanya matriks merupakan bahan yang bersifat lunak pada fase cair dan bila dipanaskan akan mengeras, bersifat mengikat dan kaku sehingga berubah dari fase cair menjadi fase padat. Bahan-bahan matriks biasanya dari bahan polimer, logam dan keramik.

3. Metode Penelitian

3.1 Alat

1. Ember untuk tempat perendaman dan pembilasan serat lidah mertua.
2. Roll pin untuk pemukul awal daun sebelum direndam yang bertujuan untuk mempercepat proses pembusukan.
3. Sikat cuci untuk proses pengambilan serat.
4. Nampan dan kain untuk tempat pengeringan serat.
5. Toples untuk tempat penyimpanan serat.
6. Gunting untuk proses pemotongan serat dan botol plastik bekas.
7. Sarung tangan untuk keselamatan kerja saat proses pembuatan komposit.
8. Timbangan digital.
9. Picnometer untuk mencari massa jenis serat dan polypropylene
10. Alat pencatat waktu.
11. Kuas untuk proses melapisi cetakan dengan gliserin.
12. Mesin hot press untuk mencetak spesimen.
13. Kipas untuk mendinginkan cetakan beserta komposit.
14. Kapi untuk pengambilan komposit dari cetakan.
15. Mesin pemotong spesimen.
16. Amplas untuk menghaluskan permukaan spesimen yang diuji.
17. Jangka sorong untuk pengukuran spesimen agar lebih presisi.
18. Alat uji Tensilon RTG 1250

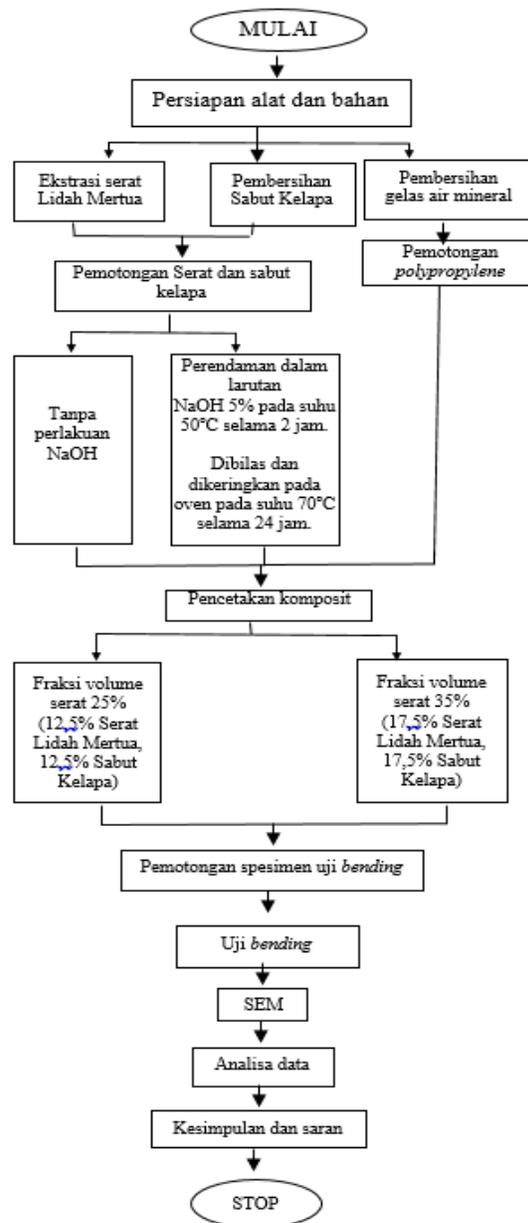
3.2 Bahan

1. Daun lidah mertua yang paling tua.
2. Sabut Kelapa yang sudah dikeringkan
3. Kemasan air mineral ukuran 220 ml berbahan PP (polypropylene).
4. NaOH untuk treatment serat lidah mertua.
5. Aluminium foil untuk pelapis pada cetakan agar komposit tidak menempel.



Gambar 1. (a) Sabut Kelapa, (b) Tanaman Lidah Mertua (*Sansevieria trispiciata*)

3.3 Diagram Alir Penelitian



Gambar 2. Diagram alir penelitian

3.4 Metode Penelitian

Penekukkan atau *bending* adalah bentuk deformasi secara plastis dari material terhadap sumbu linier dengan hanya sedikit atau hampir tidak mengalami perubahan luas permukaan. Bending merupakan kombinasi dari beban tekan dengan beban tarik. Pengujian dilakukan 5 kali pengulangan pada setiap variasi.



Gambar 3. Alat Uji Tensilon RTG 1250

- m_1 = Massa picnometer (g)
- m_2 = Massa picnometer + serat (g)
- m_3 = Massa picnometer + aquades (g)
- m_4 = Massa picnometer + aquades + serat (g)
- ρ_f = Massa jenis aquades (g/cm³)



Gambar 4. Proses Pengukuran Massa Jenis

4. Hasil dan Pembahasan

4.1 Menghitung Massa Jenis Bahan

Komposit yang diuji dibagi dalam 3 fraksi bahan komposit, yaitu 25%, 30% dan 35% volume serat. Untuk mendapatkan fraksi volume tersebut, perlu dilakukan perhitungan massa jenis serat lidah mertua (*Sansevieria trifasciata*), sabut kelapa dan polypropylene agar mendapatkan volume yang dibutuhkan dari massa masing-masing bahan.

Tabel 1. Hasil Perhitungan Massa Jenis Bahan

No	Data	Rata-Rata Massa Jenis (g/cm ³)
1	<i>Polypropylene</i>	0.878
2	Serat Lidah Mertua Tanpa Perlakuan	1.368
3	Serat Lidah Mertua dengan Perlakuan	1.461
4	Sabut Kelapa Tanpa Perlakuan	1.242
5	Sabut Kelapa dengan Perlakuan	1.746

Massa jenis diukur dengan menggunakan picnometer dengan pengulangan pengukuran sebanyak 6 kali pada masing-masing bahan yang nantinya akan dirata-ratakan untuk memperoleh hasil yang akurat. Pengukuran selanjutnya dihitung untuk mendapatkan massa jenis dengan persamaan berikut.

$$\rho = \frac{(m_2 - m_1)}{(m_3 - m_1) - (m_4 - m_1)} \times \rho_f \quad (1)$$

Keterangan:

ρ = Massa Jenis (g/cm³)

4.2 Perhitungan Volume Cetakan

Volume Cetakan (V_c) = $p \times l \times t$

$$V_c = 18 \text{ cm} \times 14.5 \text{ cm} \times 0.3 \text{ cm}$$

$$V_c = 78.3 \text{ cm}^3$$

4.3 Perhitungan Volume Serat dan *Polypropylene*

A. Perhitungan Volume pada variasi 25% serat 75% *polypropylene*

$$V_{\text{serat}} = 25\% \times 78.3 \text{ cm}^3 = 19.575 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{polypropylene}} = 75\% \times 78.3 \text{ cm}^3 = 58.81 \text{ cm}^3$$

B. Perhitungan Volume pada variasi 35% serat 65% *polypropylene*

$$V_{\text{serat}} = 35\% \times 78.3 \text{ cm}^3 = 27.405 \text{ cm}^3$$

$$V_{\text{polypropylene}} = 65\% \times 78.3 \text{ cm}^3 = 50.895 \text{ cm}^3$$

4.4 Perhitungan Massa Bahan Tiap Variasi

Perhitungan Massa dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut

$$V = m/\rho \rightarrow m = V \times \rho \quad (2)$$

Keterangan:

$$V = \text{Volume (cm}^3\text{)}$$

$$m = \text{Massa (g)}$$

$$\rho = \text{Massa jenis (g/cm}^3\text{)}$$

Dengan rumus diatas, maka massa bahan tiap variasi dapat dicari. Hasil perhitungan massa pada tiap variasi sebagai berikut:

Tabel 2. Hasil Perhitungan Massa Bahan Tiap Variasi

Jenis Variasi	Massa Lidah Mertua (g)	Massa Sabut Kelapa (g)	Massa <i>polypropylene</i> (g)
25% Perlakuan NaOH	14,299	17,089	51,561
35% Perlakuan NaOH	20,02	23,925	44,686

4.5 Hasil Cetakan Komposit



Gambar 5. Komposit *Hybrid* Setelah Proses Cetakan

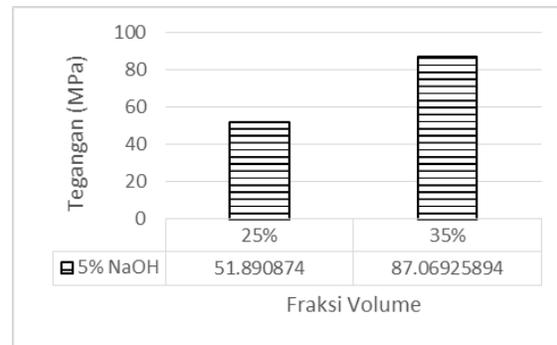
Dari pengamatan fisik dari cetakan setiap perlakuan, bisa dilihat adanya beberapa perbedaan, yaitu:

1. Adanya perbedaan warna dari komposit dapat ditimbulkan dari efek perlakuan NaOH pada sabut kelapa yang menyebabkan warna sabut kelapa gelap dari efek terbakarnya lignin pada sabut kelapa oleh NaOH dan juga ada kemungkinan dari kurangnya penyebaran polypropylene secara merata pada lapisan teratas
2. Ketidakrataan polypropylene lebih sering terjadi pada komposit dengan fraksi volume 35% serat karena volume polypropylene yang berkurang pada setiap lapisan sehingga adanya beberapa bagian permukaan yang tidak tertutup polypropylene dengan rata
3. Pada fraksi volume 25% dan 30%, permukaan komposit lebih konsisten terlapsi polypropylene secara merata dibandingkan komposit dengan fraksi volume 35% karena lebih banyaknya volume polypropylene pada setiap lapisan komposit pada fraksi volume 25% dan 30% dibandingkan pada komposit dengan fraksi volume 35%

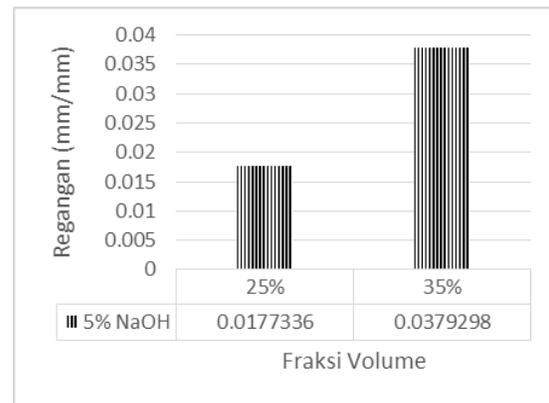
4.6 Data Hasil Pengujian *Bending* Komposit

Pengujian *bending* menggunakan 3 persamaan dari ASTM D790, yaitu tegangan bending, regangan bending dan modulus elastisitas. Hasil dari ketiga persamaan diatas ditampilkan dalam bentuk grafik sebagai berikut.

Grafik gambar 7 menunjukkan hasil rata-rata pengujian Tegangan *Bending* pada setiap variasi. Nilai Tegangan Tertin σ ada pada variasi fraksi volume 35% dan nilai terendah pada fraksi volume 25%. Hal ini menunjukkan adanya kenaikan nilai tegangan *bending* sebesar volume tertentu.

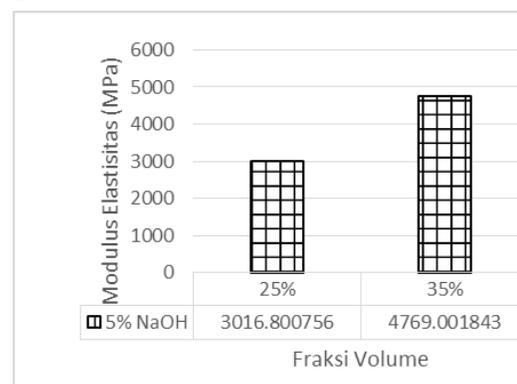


Gambar 7. Grafik Hasil Uji Tegangan *Bending*



Gambar 8. Grafik Hasil Uji Regangan *Bending*

Grafik gambar 8 merupakan hasil rata-rata regangan bending pada setiap variasi. Nilai regangan tertinggi pada 35% dan nilai terendah pada perlakuan 25%. Grafik nilai regangan naik seiring nilai fraksi volume, menunjukkan penambahan serat pada komposit menambah nilai regangan komposit sehingga komposit lebih ulet.

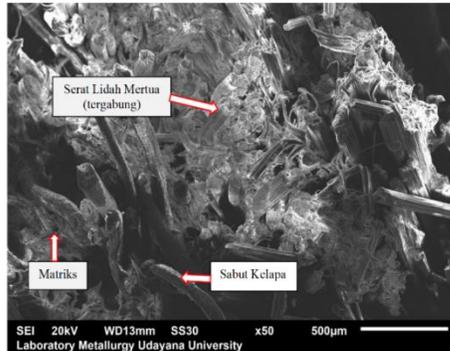


Gambar 9. Grafik Hasil Uji Modulus Elastisitas

Gambar 9 menunjukkan hasil perhitungan rata-rata Modulus Elastisitas komposit *hybrid*. Nilai tertinggi pada variasi fraksi volume 35%, sedangkan nilai terkecil pada fraksi volume 25%. Besarnya nilai Modulus Elastisitas bergantung terhadap besarnya tangen garis lurus pada grafik Load Deflection Curve

atau nilai m. Nilai m didapat dari grafik perbandingan gaya tekan yang diterima terhadap defleksi yang terjadi pada komposit. Pada Grafik NaOH adanya kenaikan seiring naiknya nilai fraksi volume, menunjukkan fraksi volume mempengaruhi besar Modulus Elastisitas komposit.

4.7 Uji SEM



Gambar 10. Hasil Uji SEM Variasi Fraksi Volume 35% Perlakuan NaOH

Gambar diatas adalah gambar hasil uji SEM pada variasi fraksi volume 35% dengan perlakuan NaOH. Pada gambar, tidak ditemukannya lubang *pullout*. Ini Menunjukkan bahwa penambahan NaOH mempererat ikatan serat dengan matriks lebih sempurna dengan mengurangi lapisan lignin, hemoglobin dan zat kotor lain pada permukaan serat alam sehingga tidak ada terjadinya *pullout*. Serat yang muncul pada gambar merupakan hasil potongan pada sampel yang tidak rata menyebabkan adanya serat yang keluar dari matriks.

5. Kesimpulan

Hasil pengujian bending menunjukkan bahwa komposit hybrid serat lidah mertua dengan sabut kelapa dengan variasi fraksi volume 35% mengalami kenaikan nilai tegangan, regangan dan nilai Modulus Elastisitas dibandingkan dengan variasi fraksi volume 25%. Dengan begitu, nilai *bending* sebuah komposit lebih besar pada fraksi volume 35% dibandingkan fraksi volume yang lebih kecil.

Daftar Pustaka

- [1] Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Bali, 2018, *Daftar Sampah Plastik Seluruh Kabupaten Bali 2016-2018*. Denpasar: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Bali.
- [2] _____, 2019, *Data Sampah Yang Masuk Ke TPA Sarbagita Tahun 2016 s/d 2019*, Denpasar: Dinas Lingkungan Hidup Provinsi Bali.
- [3] Srebrekoska, V., Dimeski, D., & Gaceva, G. B., 2009, *Preparation and recycling of*

polymer eco-composites I. Comparison of the conventional molding techniques for preparation of polymer eco-composites. Macedonian Journal of Chemistry and Chemical Engineering, Vol,28 No.1, pp.99–109.

- [4] Rwwiire, S. and Tomkova, B. (2015) '*Morphological, Thermal, and Mechanical Characterization of Sansevieria trifasciata Fibers*', Journal of Natural Fibers. Taylor & Francis, Vol.12 No. 3, pp. 201–210.
- [5] Bettini, S.H.P., dkk.. 2010, *Investigation on the Use of Coir Fiber as Alternative Reinforcement in Polypropylene*, Journal of Applied Polymer Science. Vol. 118 No. , pp. 2841-2848.
- [6] Siddika, S., Mansura, F. and Hasan, M., 2013, *Physico-mechanical properties of jute-coir fiber reinforced hybrid polypropylene composites*, International Journal of Chemical, Materials Science and Engineering, Vol.7 No. 1, pp. 41–45.
- [7] Matthews, F.L., Rawlings, R. D, 1993, *Composite Materials: Engineering and Science*, Chapman & Hall, London.
- [8] Nayiroh, N., 2013, **Teknologi Material Komposit**, <http://nurun.lecturer.uin-malang.ac.id/wpcontent/uploads/sites/7/2013/03/Material-Komposit.pdf>. (1 Oktober 2019).
- [9] Jagadish, S. P. et al., 2017, *Fabrication and investigation of tensile and bending-mechanical and oxidative biodegradation properties of hybrid natural fibre reinforced bio-composites*, International Journal of Mechanical Engineering and Technology, Vol. 8 No. 1, pp. 1–14.
- [10] Mahendra, A., N.P.G. Suardana dan Lokantara P., 2018, *Pengaruh Variasi Panjang Serat Terhadap Kekuatan Bending Komposit Polypropylene Daur Ulang Berpenguat Serat Sansevieria Trifasciata*, Skripsi Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Teknik Universitas Udayana, Bali..gov/19930073077.pdf, Available: (20 September 2019).

