

Program Studi Teknik Mesin

Lembar Persetujuan Naskah Publikasi dan Abstrak Tugas Akhir (TA)

Judul TA: Pengaruh Perlakuan Serat Sisal sebelum Alkalisasi terhadap Sifat Bending Komposit Sisal/PMMA

Judul Naskah Publikasi: Pengaruh Perlakuan Serat Sisal sebelum Alkalisasi terhadap Sifat Bending Komposit Sisal/PMMA

Nama Mahasiswa: Ina Suryatiwi Meilani

NIM: 201430130167

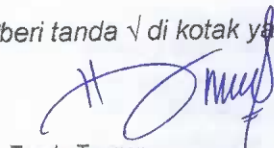
Pembimbing 1: Dr. Ir. Harini Sosiati, M.Eng.

Pembimbing 2: Muhammad Budi Nur Rahman, S.T., M.Eng

Hal yang dimintakan persetujuan *:

<input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Indonesia	<input checked="" type="checkbox"/> Naskah Publikasi	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
<input checked="" type="checkbox"/> Abstrak berbahasa Inggris	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

*beri tanda ✓ di kotak yang sesuai

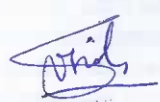


Tanda Tangan
Nama Mahasiswa Ina Suryatiwi Meilani

Tanggal 07 September 2018

Persetujuan Dosen Pembimbing dan Program Studi

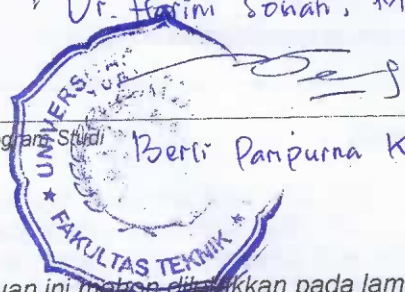
Disetujui



5-9-2018

Tanda Tangan
Dosen Pembimbing Dr. Harini Sosiati, M.Eng

Tanggal



Tanda Tangan
Ketua/Sekretaris Program Studi Bertir Pamurna Kaniel, Ph.D

Tanggal 7 September 2018

Formulir persetujuan ini mohon dilampirkan pada lampiran terakhir pada naskah TA.

PENGARUH PERLAKUAN SERAT SISAL SEBELUM ALKALISASI TERHADAP SIFAT BENDING KOMPOSIT SISAL / PMMA

Ina Suryatiwi Meilani^{a*}, Harini Sosiati^a, Cahyo Budiantoro^a

UNIVERSITAS MUHAMMADIYAH YOGYAKARTA

Jl. Lingkar Selatan, Kasihan, Kec. Bantul, Daerah Istimewa Yogyakarta, Indonesia (55183)

E-mail: meilaniina17@gmail.com

Intisari

Penggunaan serat alam sebagai bahan dasar pada aplikasi berbagai bidang industri telah banyak digunakan salah satunya pada bidang biomedis. Hal ini dikarenakan komposit serat alam mudah diperoleh dan dapat diuraikan secara biologis. Penelitian yang membahas komposit serat alam telah banyak, namun penelitian tentang perlakuan terhadap serat sebelum alkalisasi masih relatif sedikit. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh perbedaan bahan pencucian serat sisal terhadap kuat tarik serat tunggal dan menghasilkan material komposit sisal/PMMA dengan kekuatan mekanik tinggi untuk aplikasi biomedis.

Pada penelitian ini dibuat komposit serat sisal dan *Polymethyl methacrylate* sebagai matriks. Serat sisal diberi perlakuan pencucian menggunakan aquades, deterjen dan direbus, kemudian serat sisal direndam dalam larutan alkali (6% NaOH) selama 4 jam. Komposisi serat sisal ini menggunakan fraksi volume serat terhadap matriks adalah 20:80. Fabrikasi komposit sisal/PMMA dilakukan *layer by layer* pada cetakan dengan PMMA pada awalnya, kemudian dicampurkan dengan serat sisal, dilakukan berulang sampai 3 lapisan untuk mendapatkan komposit yang kurang lebih tebalnya sesuai standar pengujian. Komposit dipress menggunakan cold press dengan tekanan 125 kg/cm² selama 30 menit. Uji bending komposit sisal/PMMA dilakukan dengan mengacu pada ASTM D790-03.

Hasil uji tarik serat sisal tunggal dengan perlakuan pencucian pada serat sebelum alkalisasi menunjukkan bahwa pada serat sisal dengan pencucian aquades memiliki nilai paling tinggi dengan rata-rata 342, 23 MPa, sedangkan yang paling rendah pada variasi pencucian menggunakan deterjen dengan rata-rata 178,991 Mpa dan pada perlakuan direbus memiliki nilai rata-rata 225,31 MPa. Hasil uji bending komposit menunjukkan bahwa kekuatan komposit dengan variasi pencucian aquades paling tinggi dengan tegangan bending maksimum 32,914 MPa dan regangan maksimum 0,180 sedangkan serat dengan perlakuan direbus menunjukkan bahwa nilai modulus elastisitas maksimum 0,506 GPa. Hasil analisa morfologi struktur permukaan komposit menggunakan optik menunjukkan bahwa distribusi serat sisal tidak merata dengan matriknya dan terdapat sisa PMMA yang tidak diaduk merata

Kata kunci : serat sisal, *Polymethyl methacrylate*, komposit sisal/PMMA, uji bending

Abstract

The use of natural fiber as a basic material in various industrial fields has done one of them in the biomedical field. This is because fiber optics are easy and can be decomposed biologically. Research that addresses natural fiber has been many, but research on behavior towards fiber before alkalization is still relatively small. The purpose of this study was to look for fiber materials and additives with high strength for biomedical applications.

In this study sisal fiber composites and Polymethyl methacrylate composites were made as matrices. Sisal fiber is given by washing using distilled water, detergent and

boiling, then sisal fiber is soaked in an alkaline solution (6% NaOH) for 4 hours. The composition of sisal fibers using the fiber volume fraction of the calendar is 20:80. Sisal / PMMA composite fabrication is done layer by layer on the mold with PMMA at first, then mixed with sisal fiber, carried out in succession up to 3 layers to get a value approximately equal to the testing standard. Composites are pressed using cold press by generating 125 kg / cm² for 30 minutes. Sisal / PMMA composite bending test is done with reference to ASTM D790-03.

The results of single sisal fiber tensile test by washing on fiber before alkalization showed that in sisal fiber with aquades leaching had the highest value with an average of 342, 23 MPa, while the lowest in leaching using an average of 178.991 Mpa and on boiled surfaces had average policy of 225.31 MPa. Bending test results show that the highest liquefaction strength with maximum bending stress is 32,914 MPa and maximum strain 0,180 while fiber with an average elastic modulus maximum 0,506 GPa. The results of the morphological structure analysis of composite using optical showed that the fiber distribution was not evenly distributed with the matrix and found that the remaining PMMA was not evenly stirred .

Keywords: sisal fiber, polymethyl methacrylate, sisal sisal / PMMA, bending test

1. PENDAHULUAN

Pengembangan komposit mengarah pada bahan- bahan yang memiliki sifat seperti mudah diperoleh, kuat, terbarukan, densitas rendah, fleksibel serta dapat diuraikan secara biologi. Berdasarkan sifat-sifat tersebut, komposit serat alam telah banyak diaplikasikan berbagai bidang industri seperti bidang *automobile*, perkapalan, industri transportasi dan biomedis (Muhammad & Putra, 2017), karena kekuatan dan kekakuan spesifik yang jauh lebih baik dari bahan teknik (jadi) pada umumnya, sehingga sifatnya dapat didesain mendekati kebutuhan (Muslim, 2013).

Serat alam umumnya mengandung tiga komponen penting yaitu selulosa, hemiselulosa, dan lignin dimana kandungannya dapat dipengaruhi oleh tipe serat, usia tanaman, asal-usul serat dan metode ekstraksi (Bledzki dan Gassan, 1999). Saat ini, serat alami seperti sisal, kenaf dan pisang memiliki potensi untuk digunakan sebagai pengganti kaca atau bahan penguat komposit sintetis lainnya (Abrao et al., 2006). Selulosa pada serat alam yang memiliki kelebihan pada sifat mekanik dibutuhkan untuk menjadi penyusun material komposit (Heux et al, 1999). Kandungan selulosa pada serat sisal mencapai 74 % (Hon, 1996; Rowell., et al, 1996).

Serat sisal memiliki zat antibacterial (Zwane., et al, 2010), sehingga memiliki nilai lebih jika digunakan sebagai bahan aplikasi biomedis. Material komposit terdiri dari bahan penguat dan matriks, beberapa matriks polimer yang digunakan untuk kebutuhan medis diantaranya polymethyl methacrylate (PMMA), polyglycolide acid (PGA) dan polylactide (PLA) sebagai polimer sintetis, karena jenis-jenis polimer ini mempunyai derajat kompatibilitas tinggi dengan jaringan tubuh manusia.

Perangkat biomedis umumnya menggunakan adalah biomaterial metalik, paduan kobalt, paduan titanium, baja tahan karat, dan logam lainnya (Bombac, dkk, 2007). Pada logam atau logam paduan mempunyai batas waktu pakai karena akibat dari interaksi logam dengan cairan tubuh manusia akan mengakibatkan kerusakan (korosi) pada permukaan terjadi kerusakan (korosi) pada permukaannya dan kemungkinan adanya ion logam yang beracun saat terurai. Karena kekurangan tersebut, maka bahan komposit serat alam ini diharapkan dapat digunakan sebagai bahan pengganti aplikasi biomedis. Komposit serat alam tentunya akan terhindar dari korosi, proses fabrikasinya relatif mudah, lebih ringan dan ekonomis, juga ketahanan fatigue dari komposit serat sisal dan PMMA relatif bagus (Towo dan Ansell, 2008).

Penelitian tentang *fabrication and mechanical properties of short sisal fiber reinforced composites used for dental application* dengan serat sisal disilanisasi dan dicuci menggunakan aseton murni dengan matriks PMMA untuk aplikasi biomedis oleh Xu (2011). Mohit Sood (2017) mengenai tentang Pengaruh perlakuan serat pada sifat lentur serat alami yang diperkuat komposit. Zhou (2003) meneliti *Reinforcement of*

Polypropylene Using Sisal Fibers Grafted with Poly(methyl methacrylate) menggunakan PMMA/PP pada matriks. Milanese., et al (2012) meneliti tentang *Flexural Behavior of Sisal/Cstor Oil-Based Polyurethane and Sisal/Phenolic Composites* dengan serat sisal direndam menggunakan air. berdasarkan beberapa penelitian di atas maka dapat disimpulkan bahwa serat sisal mempunyai keterikatan dengan komposit PMMA/PP.

Pada penelitian ini dibuat komposit serat alam dengan variasi perlakuan pencucian sebelum dilakukan alkalisasi pada serat sisal. Serat sisal dipilih sebagai penguat dalam material karena memiliki densitas yang rendah, kekuatan spesifik dan modulus yang tinggi. *Polymethyl methacrylate* atau PMMA merupakan resin akrilik dipilih sebagai matriks karena dapat meningkatkan karakteristiknya yang mudah dalam proses penanganan dan dapat diaplikasikan sebagai material pada bidang biomedis. Perlakuan pencucian menggunakan aquades, deterjen dan direbus sebelum alkalisasi diharapkan menghasilkan komposit dengan sifat mekanis yang tinggi.

2. METODE

2.1 . Perlakuan Pencucian dan Alkalisasi Serat

Sebelum perlakuan pencucian serat, serat dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan kotoran yang melekat pada serat. Kemudian serat dicuci menggunakan aquades, deterjen dan direbus, kemudian dikeringkan dengan suhu ruangan. Selanjutnya serat direndam dalam 6% NaOH selama 12 jam. Serat sisal yang sudah kering dimasukkan kedalam larutan NaOH. Alakalisasi dilakukan dengan merendam serat sisal kedalam gelas ukur yang berisi NaOH selama 12 jam. Serat sisal kemudian di keringkan dengan menggunakan oven selama 30 menit. Serat sisal hasil alkalisasi dicuci dengan air mengalir untuk menghilangkan sisa kotoran, selanjutnya dikeringkan dengan suhu ruangan dan dioven untuk mengurangi kadar air. Kemudian serat siasl yang sudah kering dipotong menggunakan gunting dengan ukuran 6 mm.

2.2 Pembuatan Komposit Sisal

Proses pembuatan komposit sisal / PMMA menggunakan metode acak dengan 3 lapis dan jumlah serat sisal dibagi menjadi 3 bagian dan PMMA menjadi 2 bagian, dimasukkan kedalam cetakan secara bergantian agar matriks dan serat bercampur secara merata. Selanjutnya cetakan komposit ditutup dan diberi tekanan awal bertujuan untuk memadatkan bahan komposit saat dilakukan proses pengepresan dengan tekanan 125 kg/cm² selama 30 menit. Papan komposit yang dicetak didiamkan dan dicek selalu tekanannya untuk memastikan tekanan stabil selanjutnya buka kembali cetakan untuk mengambil papan komposit yang sudah jadi.



Gambar 2.1 Papan Komposit

2.3 Uji Bending Komposit Sisal/PMMA

Komposit serat sisal/PMMA dengan 3 variasi berbeda yang telah dibuat dan dibentuk menjadi spesimen uji bending komposit yang mengacu pada ASTM D790, Kemudian akan dibentuk sesuai dengan standar ASTM D790.



Gambar 2.2 Spesimen Uji Bending dengan 3 Variasi Pencucian

3. HASIL DAN PEMBAHASAN

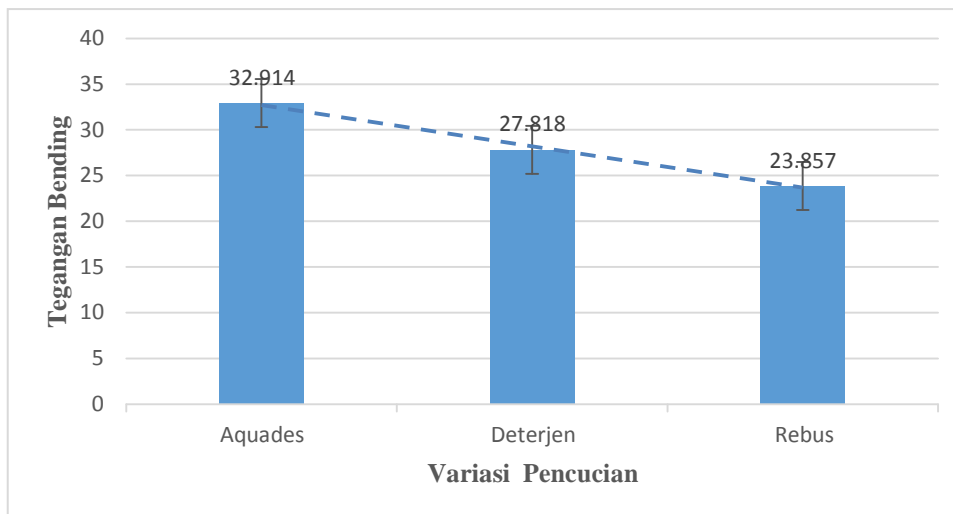
3.1 Pengujian Bending Komposit Serat Sisal/PMMA

3.1.1 Tegangan Bending

Tabel 3.1 Hasil pengujian Tegangan Bending

NO	Variasi Pencucian		
	Aquades	Deterjen	Rebus
1	32,62	23,769	23,866
2	30,958	30,126	23,084
3	35,897	22,938	26,508
4	35,652	27,779	20,394
5	29,442	34,479	25,432
Rata-rata	32,9138	27,8182	23,8568
SD	2,844384327	4,740941542	2,350447021

Berdasarkan hasil pengujian bending yang ditunjukkan pada Tabel 3.1. pengujian tegangan bending pencucian komposit serat sisal/PMMA didapatkan tegangan bending yang paling besar terdapat pada variasi pencucian dengan aquades dibandingkan dengan perlakuan menggunakan deterjen dan rebus. Hal ini menunjukkan bahwa serat sisal dalam pengujian tidak mengalami retakan disebabkan karena serat sisal mampu bekerja secara optimal serta mampu menahan beban yang diberikan di saat pengujian. Penurunan tegangan bending disebabkan karena diakibatkan oleh fraksi volume serat yang searah dengan serat acak sama jumlahnya dibandingkan dengan spesimen yang fraksi volume serat searahnya lebih banyak. Selain itu juga serat sisal merupakan tergolong dalam serat alam yang mempunyai karakteristik *hydrophilic* yaitu mudah menyerap air. Sedangkan berdasarkan hasil pengujian tegangan bending 3 variasi pencucian Komposit serat sisal/PMMA yang memiliki hasil yang paling baik rata-rata tegangan bendingnya adalah dengan perlakuan pencucian menggunakan aquades. Berikut adalah grafik rata-rata tegangan bending yang ditunjukkan pada Gambar 3.1 :



Gambar 3.1 Grafik rata-rata Tegangan Bending

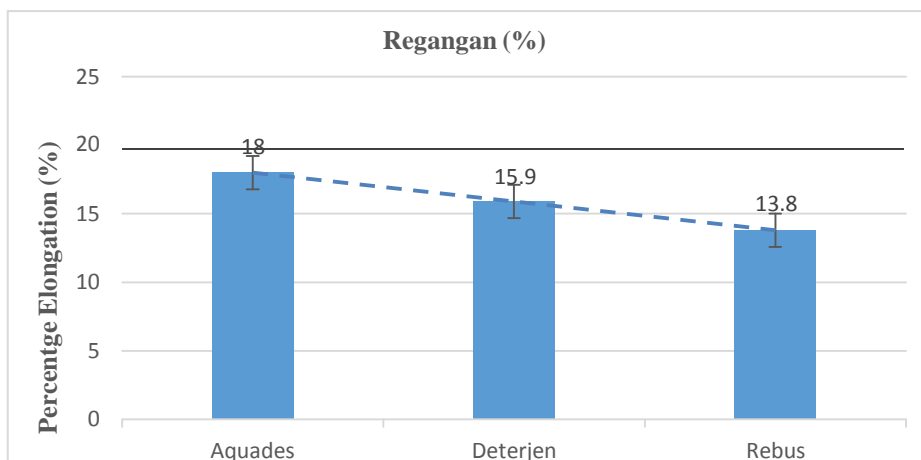
3.1.2 Regangan Bending

Tabel 3.2 Hasil pengujian Regangan Bending

NO	Variasi Pencucian		
	Aquades	Deterjen	Rebus
1	0,182	0,161	0,150
2	0,162	0,143	0,116
3	0,163	0,150	0,143
4	0,203	0,166	0,154
5	0,189	0,172	0,128
Rata-rata	0,1798	0,1584	0,1382
SD	0,017512852	0,011802542	0,015880806

Berdasarkan grafik hasil pengujian bending yang ditunjukkan pada Tabel 4.3. Hasil pengujian regangan bending komposit serat sisal/PMMA didapatkan regangan bending yang paling besar terdapat pada variasi pencucian dengan aquades di bandingkan dengan perlakuan menggunakan deterjen dan rebus. Hal ini menunjukkan bahwa regangan bending yang tertinggi terjadi pada komposit dengan tanpa perlakuan. Degradasi serat akibat perlakuan alkali dan rebus menyebabkan berkurangnya kemampuan regangan serat, sehingga regangan bendingnya menjadi menurun.

Berdasarkan hasil pengujian tegangan bending 3 variasi pencucian Komposit serat sisal/PMMA yang memiliki hasil yang paling baik rata-rata regangan bendingnya adalah dengan perlakuan pencucian menggunakan aquades. Berikut adalah grafik rata-rata regangan bending yang ditunjukkan pada Gambar 3.2 :



Gambar 3.2 Grafik Regangan Bending

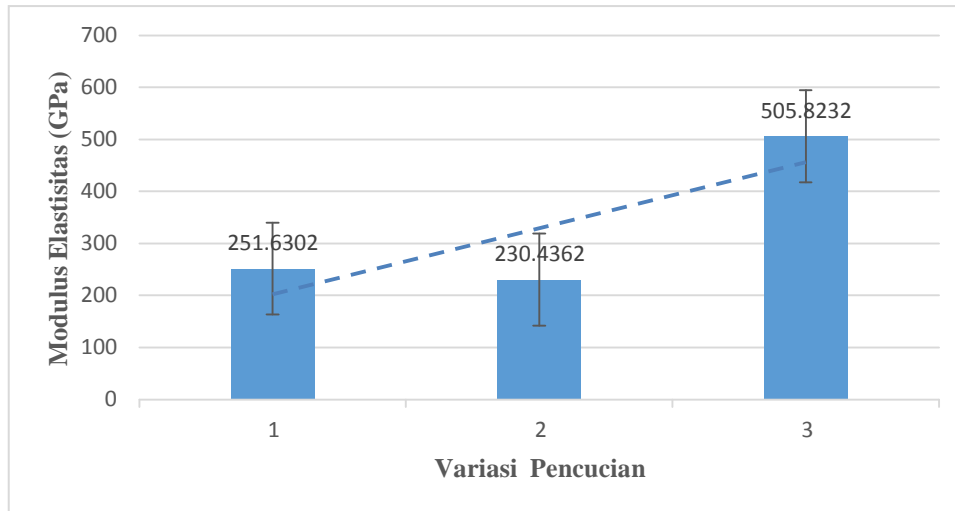
3.1.3 Modulus Elastisitas

Tabel 3.3 Hasil Pengujian Modulus Elastisitas

NO	Variasi Pencucian		
	Aquades	Deterjen	Rebus
1	264,146	180,821	637,313
2	256,485	270,383	627,143
3	241,094	176,617	842,338
4	222,517	205,432	164,617
5	273,909	318,928	257,705
Rata-rata	251,6302	230,4362	505,8232
SD	20,21848898	62,06836931	284,268616

Berdasarkan grafik hasil pengujian bending yang ditunjukkan pada Tabel 3.3. Hasil pengujian modulus elastisitas komposit serat sisal/PMMA didapatkan modulus elastisitas yang paling besar terdapat pada variasi pencucian dengan rebus di bandingkan dengan perlakuan menggunakan deterjen dan aquades. Hal ini menunjukkan bahwa serat sisal sangat peka terhadap perubahan lingkungan, sehingga pada saat di rebus serat sisal cenderung semakin menjadi besar dan semakin lunak. Perubahan akibat pengaruh-pengaruh lingkungan dapat mempengaruhi sifat mekanik komposit sisal yang diperkuat serat polimer. Selain itu juga hal ini dapat terjadi karena susunan serat komposit dengan perlakuan yang lebih lama akan lebih rapat dengan ukuran (diameter) serat yang lebih kecil. Semakin lama direbus, serat yang terkikis akan semakin besar sehingga regangannya turun maka modulus bendingnya akan naik. Perlakuan tersebut telah menghilangkan lapisan lignin serat yang membungkus serat. Dengan perlakuan di rebus menyebabkan tidak hanya lapisan lignin yang hilang, namun sel-sel selulosa dari serat juga akan terkikis.

Berdasarkan hasil pengujian tegangan bending 3 variasi pencucian komposit serat sisal/PMMA yang memiliki hasil yang paling baik rata-rata modulus elastisitasnya adalah dengan perlakuan pencucian menggunakan rebus. Berikut adalah grafik rata-rata modulus elastisitas yang ditunjukkan pada Gambar 3.3 :



Gambar 3.3 Grafik Modulus Elastisitas

3.2 Pengaruh kuat tarik serat terhadap sifat bending komposit

3.2.1 Tegangan Bending

Berdasarkan hasil Pengujian tegangan bending dengan pencucian Komposit serat sisal/PMMA dengan variasi pencucian (aquades, deterjen dan rebus) didapatkan bahwa tegangan bending terbesar terdapat pada variasi pencucian aquades. Hal ini menunjukkan bahwa serat sisal dalam pengujian tidak mengalami retakan disebabkan karena serat sisal mampu bekerja secara optimal serta mampu menahan beban yang diberikan di saat pengujian. Penurunan tegangan bending disebabkan karena diakibatkan oleh fraksi volume serat yang searah dengan serat acak sama jumlahnya dibandingkan dengan spesimen yang fraksi volume serat searahnya lebih banyak. Hal ini menyebabkan kandungan yang terdapat pada serat sisal mengandung kadar lignin rendah sehingga menyebabkan karakteristik serat sisal bersifat elastis (tidak kaku). Dahal., et al (2003) bahwa kadar lignin sisal adalah 7–14%. Lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat selsel dalam dinding sel, selain itu lignin berfungsi memberikan ketegaran pada sel. Kadar lignin serat sisal tergolong rendah (<25%). Kadar lignin yang rendah juga menyebabkan kekuatan tarik serat menjadi tinggi (Wardany 2002).

3.2.2 Regangan Bending

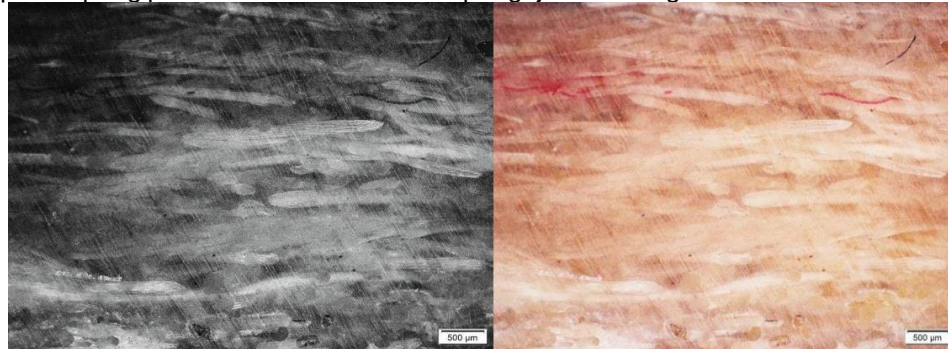
Berdasarkan hasil pengujian regangan bending dengan pencucian Komposit serat sisal/PMMA dengan variasi pencucian (aquades, deterjen dan rebus) didapatkan bahwa regangan bending terbesar terdapat pada variasi pencucian aquades. Hal ini menunjukkan bahwa regangan bending yang tertinggi terjadi pada komposit dengan tanpa perlakuan. Degradasi serat akibat perlakuan alkali dan rebus menyebabkan berkurangnya kemampuan regangan serat, sehingga regangan bendingnya menjadi menurun

3.2.3 Modulus Elastisitas

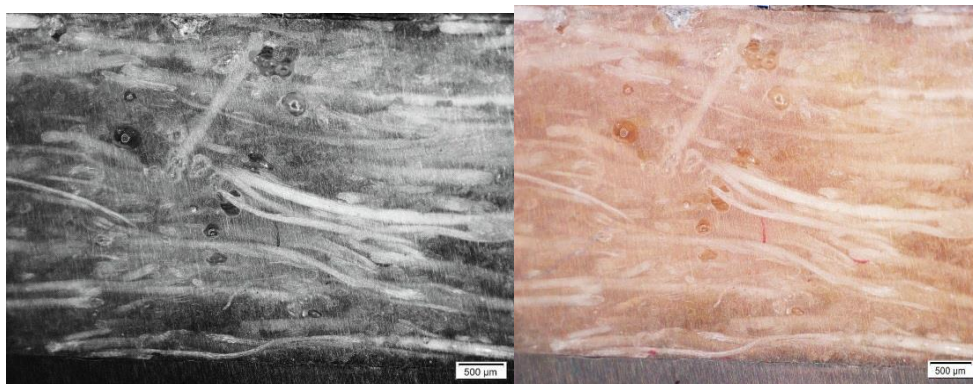
Berdasarkan hasil pengujian modulus elastisitas dengan pencucian Komposit serat sisal/PMMA dengan variasi pencucian (aquades, deterjen dan rebus) didapatkan bahwa modulus elastisitas terbesar terdapat pada variasi pencucian rebus. Dependensi antara kelembaban, asam serta serangan alkali ditentukan dan sifat mekanik dari serat sisal-polypropylene yang dievaluasi. Hasil penelitian menyimpulkan bahwa sifat lentur komposit serat sisal-polypropylene sensitif terhadap serangan lingkungan.

3.3 Hasil Pengamatan Foto Makro

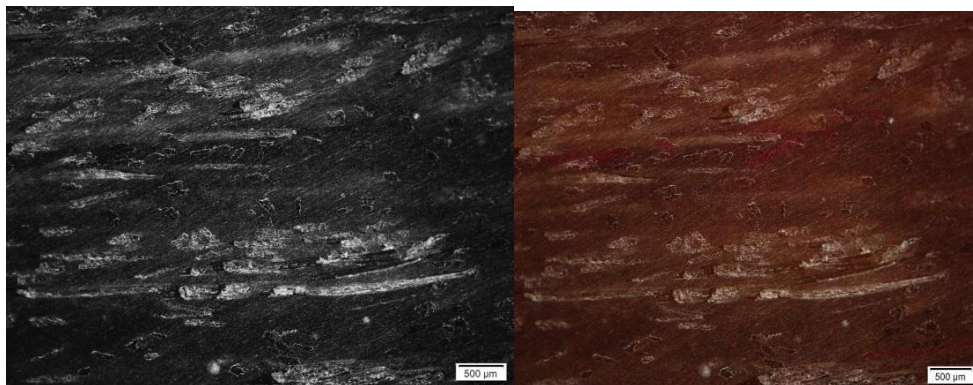
Foto makro pada spesimen uji dilakukan untuk mengetahui karakteristik penampang patahan setelah dilakukan pengujian bending.



Gambar 3.4 Variasi pencucian aquades



Gambar 3.5 Variasi Pencucian deterjen



Gambar 3.6 Variasi Pencucian direbus

Pada Gambar 3.4 merupakan hasil foto makro komposit sisal/PMMA pada variasi pencucian aquades dapat dilihat distribusi serat yang rata pada komposit dan komposit memiliki warna lebih jika dibandingkan dengan 2 variasi pencucian lainnya. Sehingga pada pengujian bending untuk tegangan dan regangan bending memiliki nilai yang cukup tinggi. Namun pada hasil foto ini dapat dilihat sisa serbuk PMMA yang kurang merata ketika diaduk sehingga terdapat bercak merah pada foto diatas.

Pada komposit sisal/PMMA dengan variasi pencucian dengan deterjen (Gambar 3.5) ini masih terlihat jelas distribusi serat yang merata dan memiliki warna yang cerah. Namun pada komposit ini tegangan dan regangan bending mulai menurun dibandingkan dengan aquades. Pada komposit ini juga terlihat jelas

serbuk PMMA yang ketika diaduk tidak merata sehingga meninggalkan bercak merah pada komposit.

Pada komposit sisal/PMMA yang direbus (Gambar 3.6) memiliki warna yang sangat gelap dan tak terlihat serat didalam komposit tersebut yang terlihat hanya bercak merah yang diakibatkan oleh serbuk PMMA yang diaduk tidak merata. Sehingga pada tegangan dan regangan bending komposit ini memiliki nilai yang sangat rendah namun pada modulus elastisitas komposit ini memiliki nilai yang cukup tinggi.

Berdasarkan hasil pengujian serat tunggal didapatkan kuat tarik serat tunggal yang paling kuat terdapat pada variasi pencucian dengan aquades di bandingkan dengan perlakuan menggunakan deterjen dan rebus. Hal ini menunjukkan bahwa sifat dari serat sisal yang bersifat lentur (elastis), dikarenakan bahwa dalam serat sisal mengandung kadar lignin rendah sehingga menyebabkan karakteristik serat sisal bersifat lentur (elastis). Kadar lignin yang rendah juga menyebabkan kekuatan tarik serat menjadi tinggi. Selain itu juga pemberian perlakuan aquades tidak mempengaruhi sifat dari serat sisal sendiri karena kandungan dalam air bersifat netral (tidak merubah sifat benda). Dahal., et al (2003) bahwa kadar lignin sisal adalah 7–14%. Lignin berfungsi sebagai perekat untuk mengikat selsel dalam dinding sel, selain itu lignin berfungsi memberikan ketegaran pada sel. Kadar lignin serat sisal tergolong rendah (<25%). Kadar lignin yang rendah juga menyebabkan kekuatan tarik serat menjadi tinggi (Wardany 2002).

4. KESIMPULAN

1. Pengujian tarik serat tunggal pada serat sisal dengan 3 variasi pencucian hasil yang rata-ratanya paling baik adalah perlakuan pencucian menggunakan aquades dengan rata-rata 342, 23 MPa, sedangkan yang paling rendah pada variasi pencucian menggunakan deterjen dengan rata-rata 178,991 Mpa dan pada perlakuan direbus memiliki nilai rata-rata 225,31 MPa. ini dikarenakan pemberian perlakuan aquades tidak mempengaruhi sifat dari serat sisal sendiri karena kandungan dalam air bersifat netral (tidak merubah sifat benda).
2. Kekuatan komposit sisal / PMMA optimum diperoleh pada variasi pencucian serat sisal sebelum alkalisasi menggunakan aquades dengan nilai tegangan bending sebesar 32,914 MPa dan regangan bending sebesar 0,180. Sedangkan pada variasi pencucian dengan direbus sebelum alkalisasi dengan suhu 100⁰ C selama 1 jam memiliki nilai modulus elatisitas optimum sebesar 0,506 GPa.

5. REFERENSI

- Abrao, A.M., P.E. Faria, J.C. Campos Rubio and P. Reis et al., 2006. *Drilling of fiber reinforced plastics: A review*. J. Mater. Proc. Technol., 186: 1-7. DOI: 10.1016/j.jmatprotec.2006.11.146.
- Bledzki, A.K. & Gassan, J. (1999). *Composites Reinforced with Cellulose Based Fibres*. *Progress in Polymer Science*, 24, 221-274. [http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6700\(98\)00018-5](http://dx.doi.org/10.1016/S0079-6700(98)00018-5).
- Bombac D., Brojan M., Fajfar P., Kosel F., Turk R., 2007, "Review of Material in Medical Applications", *RMZ-Material and Geoenvironment* Vol. 54, pp. 471-499.
- Heux, L., Dinand, E. & Vignon, M. R., (1999). *Structural Aspects in Ultrathin Cellulose Microfibrils Followed by C-13 Cp-Mas Nmr*. *Carbohydrate Polymers* 40(2): 115–124.
- Hon, D.N.S. (1996). *Chemical Modification of Lignocellulosic Materials*. New York : Marcel Dekker, Inc.
- Milanese, A.C., Cioffi, M.O.H., & Voorwald, H.J.C., (2012). *Flexural Behavior of Sisal/Cstor Oil-Based Polyurethane and Sisal/Phenolic Composites*. *Material Research*, 15(2): 191-197.
- Muhammad., & Putra, R. (2017). Uji Mekanik Komposit Berpenguat Serat Pandan Duri dan Resin Polyester Dengan Variasi Komposisi Metoda Fraksi Berat. *Jurnal Teknologi Kimia Unimal* 6 : 2 hal: 63 – 72.
- Muslim, J. (2013). Analisis Sifat Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending Komposit Hibryd Serat Lidah Mertua dan Karung Goni dengan Filler Abu Sekam Padi 5% Bermatrik Epoxy. *Jurnal Terknik Mesin Universitas Mataram*.
- Sood, M., & Dwivedi, G. (2017). *Effect of Fiber Treatment on Flexural Properties of Natural Fiber Reinforced Composites: a review*. *Egyptian journal of Petroleum*.
- Towo, Arnold N. Ansell, Martin P. 2008. Fatigue Of Sisal Fibre Reinforced Composites: Constant-Life Diagrams And Hysteresis Loop Capture. *Composites Science and Technology* Vol. 68, pp 915–924.
- Xu, J., Cong, L., Li, Y. (2011). *Fabrication And Mechanical Properties Of Short Sisal Fiber Reinforced Composites Used For Dental Application*. *Ijournal 18th International Conference On Composite Materials*.
- Wardany, H.P 2002, Analisis Sifat kimia dan sifat anatomi kayu mangium (Acacia mangium Willd.) dari berbagai provenansi, Bogor: *Fakultas Kehutanan-Institut Pertanian Bogor*.
- Zhou, X.P., Xie, X.L., [Li](#), R.K., Tjong, S.C. (2003). *Reinforcement of Polypropylene Using Sisal Fibers Grafted with Poly (methyl methacrylate)*. *Journal of Applied Polymer Science*, Vol. 88, 1055–1064.
- Zwane, P.E., Dlamini, A.M., Nkambule, N. 2010. Antimicrobial Properties of Sisal (Agave sisalana) Used as an Ingredient in Petroleum Jelly Production in Swaziland. *Current Research Journal of Biological Sciences* 2(6): 370-374.