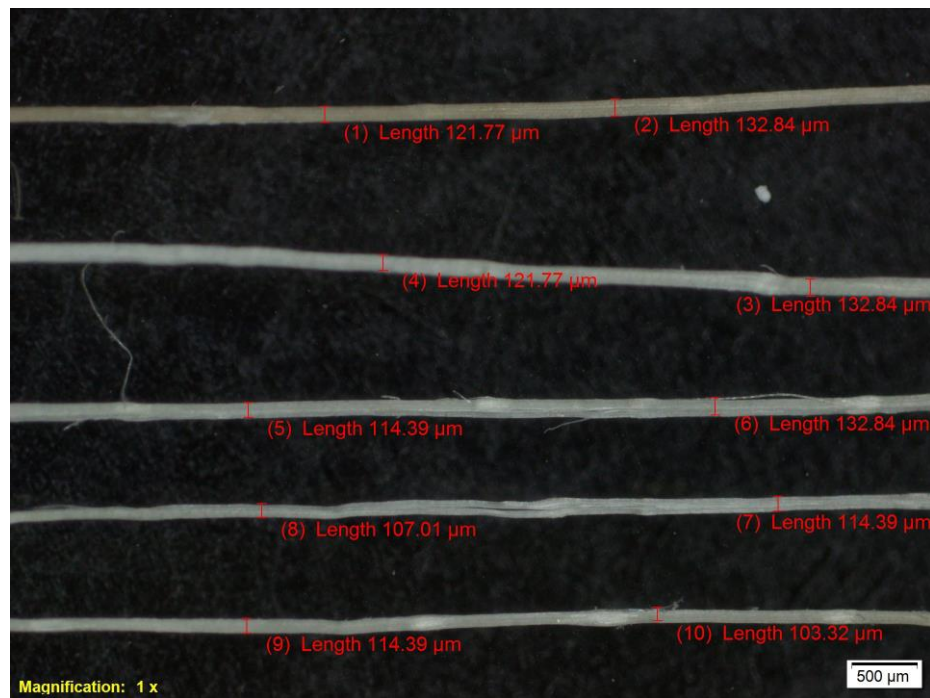


BAB IV HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

4.1 Karakterisasi Serat Tunggal

4.1.1 Pengukuran diameter Serat Sisal

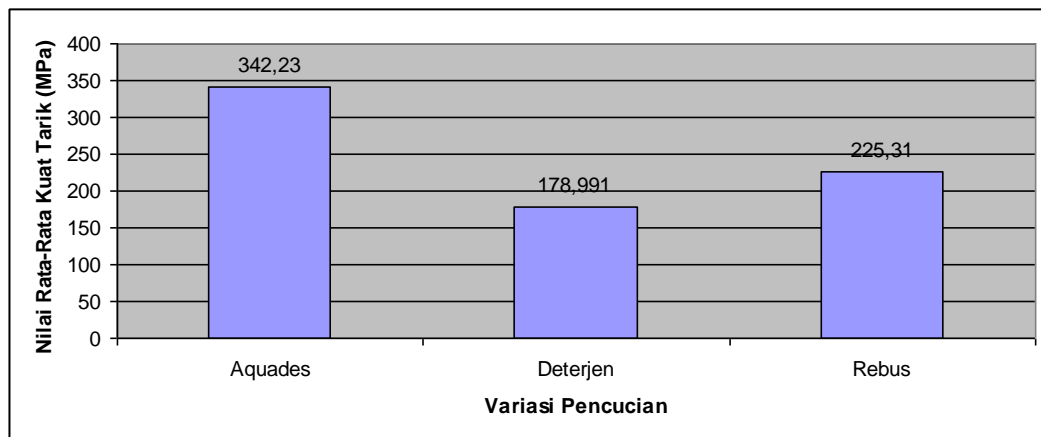
Pengukuran diameter serat dalam penelitian ini menggunakan mikroskop optik dapat dilihat pada Gambar 4.1. Sampel uji yang difoto 3 variasi pencucian pada ukuran berbeda-beda. Hasil pengukuran diameter serat sisal dapat dilihat pada Tabel 4.1



Gambar 4. 1 Pengukuran Diameter Serat

4.1.2 Sifat Tarik Serat Tunggal

Pengujian tarik serat tunggal dengan 3 variasi pencucian ini mengacu pada ASTM D3379-75 diperoleh kuat tarik dapat dilihat pada Gambar 4.2. sebagai berikut.



Gambar 4. 2 Grafik Pengujian Kuat Tarik Serat Tunggal

Berdasarkan Gambar 4.2. 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 kaku, dikarenakan bahwa di dalam serat sisal mengandung kadar lignin tinggi sehingga menyebabkan karakteristik serat sisal bersifat kaku. 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).

4.2. Pengujian Bending Komposit Serat 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. Serat dan matrik yang telah dicetak menjadi papan komposit dapat dilihat pada Gambar 4.3, kemudian akan dibentuk sesuai dengan standar ASTM D790 untuk spesimen uji bending ditunjukkan pada Gambar 4.4.



Gambar 4. 3 Papan Komposit



Gambar 4. 4 Spesimen Uji Bending dengan 3 Variasi Pencucian

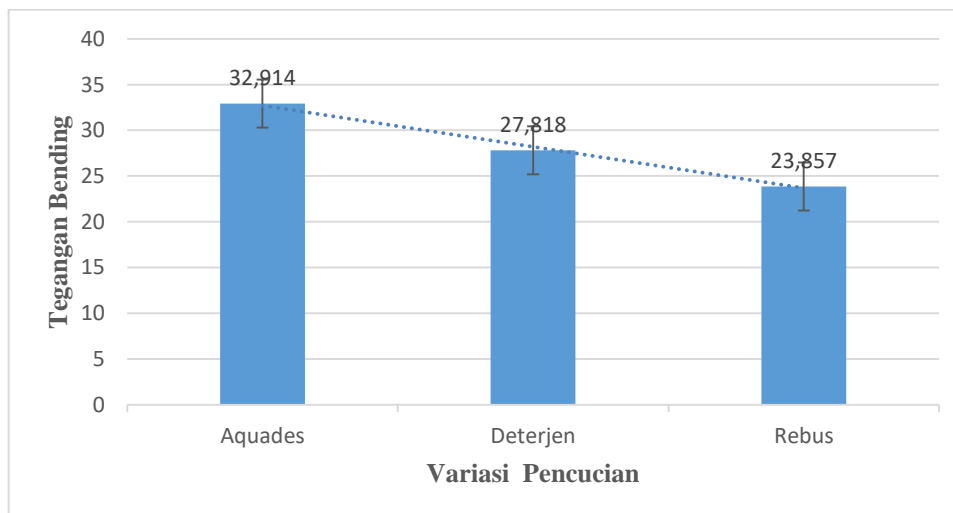
1. Tegangan Bending

Tabel 4. 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 4.2. 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. Hal ini dikarenakan serat mempunyai struktur semi kristalin. Struktur semi kristalin serat terdiri dari bagian yang bersifat amorphous domain, dan kristalin. Bagian dari amorphous domain inilah yang menyebabkan serat bersifat hydrophilic

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 4.5 :



Gambar 4. 5 Grafik rata-rata Tegangan Bending

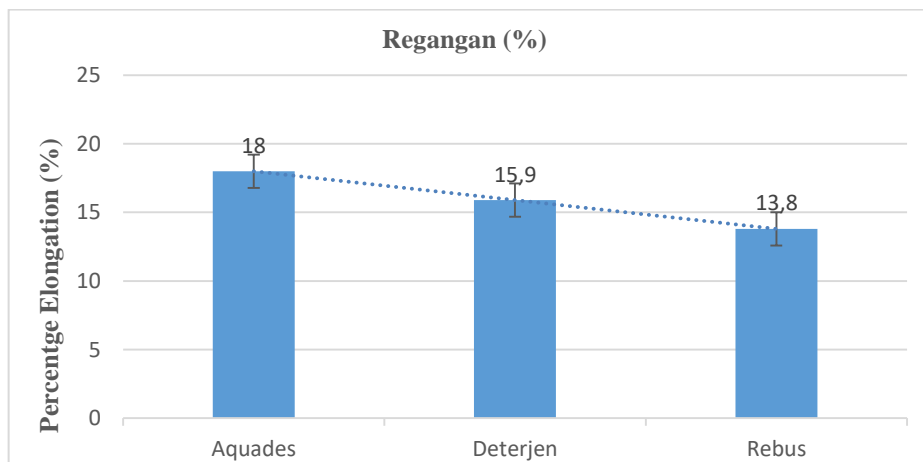
2. Regangan Bending

Tabel 4. 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 4.6. :



Gambar 4. 6 Grafik Regangan Bending

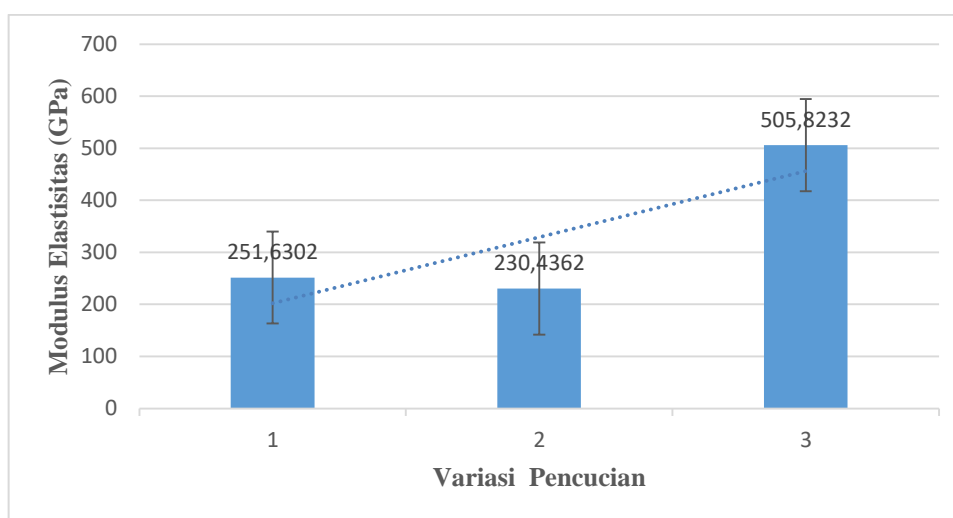
3. Modulus Elastisitas

Tabel 4. 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 4.4. 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 4.7 :



Gambar 4. 7 Grafik Modulus Elastisitas

4.3 Pengaruh kuat tarik serat terhadap sifat bending komposit

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).

Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Towo., et al (2008) didapatkan bahwa setelah diuji tarik kekuatan tarik komposit serat sisal yang diberi treatment dan tidak diberi treatment menunjukkan serat sisal yang diberi perlakuan dengan 0.06 Molar (M) larutan NaOH meningkat kekuatan tariknya 286,0 MPa jika tidak di treatment kekuatan tarik sebesar 222.6 MPa atau dengan kata lain kekuatan tarik komposit serat sisal yang diberi treatment lebih besar dari yang tidak diberi treatment. Dan Femi dan Yogi (2014) didapatkan hasil kuat tarik menunjukkan FRC dengan serat sisal alkalisasi didapatkan sebesar 46,97 MPa dan tanpa alkalisasi sebesar 28,4 MPa. Sedangkan hasil pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi didapatkan sebesar 64,31 MPa dan tanpa alkalisasi sebesar 41,15 Mpa

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. Bisanda & Ansell (1991) telah mempelajari pengaruh pengobatan silan dan perlakuan alkali pada mekanik dan fisik sifat komposit sisal-epoxy. Mereka telah melaporkan bahwa penggabungan serat sisal dalam resin epoxy menghasilkan sifat kaku dan material komposit yang kuat. Pengobatan serat sisal dengan silan, didahului oleh merserisasi, memberikan peningkatan pembasahan, sifat mekanik dan ketahanan air. Selain itu juga serat sisal merupakan tergolong dalam serat alam yang mempunyai karakteristik hydrophilic yaitu mudah menyerap air. Hal ini dikarenakan serat mempunyai struktur semi kristalin. Struktur semi kristalin serat terdiri dari bagian yang

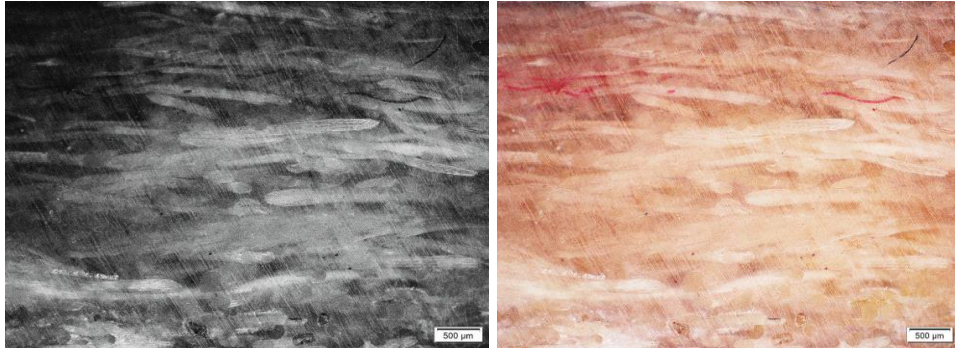
bersifat amorphous domain, dan kristalin. Bagian dari amorphous domain inilah yang menyebabkan serat bersifat hydrophilic (Eichorn, 2001). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Purboputro dan Hariyanto (2017) didapatkan bahwa pengujian tarik komposit pada serat rami tanpa perlakuan alkali lebih besar dari pengujian tarik komposit serat rami dengan perlakuan alkali (aquades). Sedangkan penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Femi dan Yogi (2014) yang didapatkan bahwa dari hasil pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi didapatkan sebesar 64,31 MPa dan tanpa alkalisasi sebesar 41,15 MPa, dengan kata lain pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi lebih baik/besar dari pada tanpa alkalisasi.

3. Modulus Elastisitas

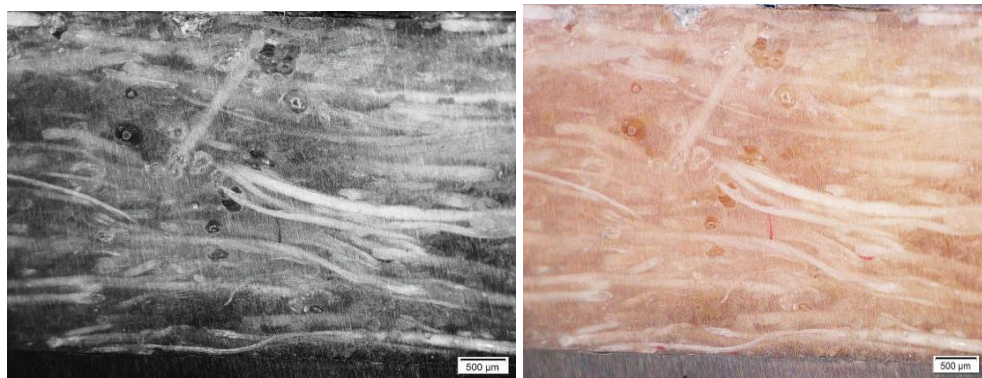
Berdasarkan hasil pengujian modulus elastisitas dengan pencucian Komposit serat sisal/PMMA dengan variasi pencucian (aquades, deterjen dan rebus) didapatkan bahwa modulus elastisitas terbesar terdapat pada variasi pencucian rebus. Selzer (1995) telah mempelajari pengaruh-pengaruh lingkungan terhadap sifat mekanik komposit sisal yang diperkuat serat polimer. 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. Penelitian ini sejalan dengan penelitian Purboputro dan Hariyanto (2017) didapatkan bahwa pengujian modulus elastisitas pada serat rami tanpa perlakuan alkali lebih besar dari pengujian tarik komposit serat rami dengan perlakuan alkali. Sedangkan penelitian ini sejalan dengan Chand dan Hashmi (1993) dalam Kusumastuti (2009) didapatkan bahwa nilai kekuatan tarik, modulus, dan kekasaran serat (yang didefinisikan sebagai penyerapan energi tiap satu satuan volume) serat sisal dapat menurun akibat terjadinya peningkatan suhu dan penelitian Femi dan Yogi (2014) yang didapatkan bahwa dari hasil pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi didapatkan sebesar 64,31 MPa dan tanpa alkalisasi sebesar 41,15 MPa, dengan kata lain pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi lebih baik/besar dari pada tanpa alkalisasi.

4.4 Hasil Pengamatan Foto Makro

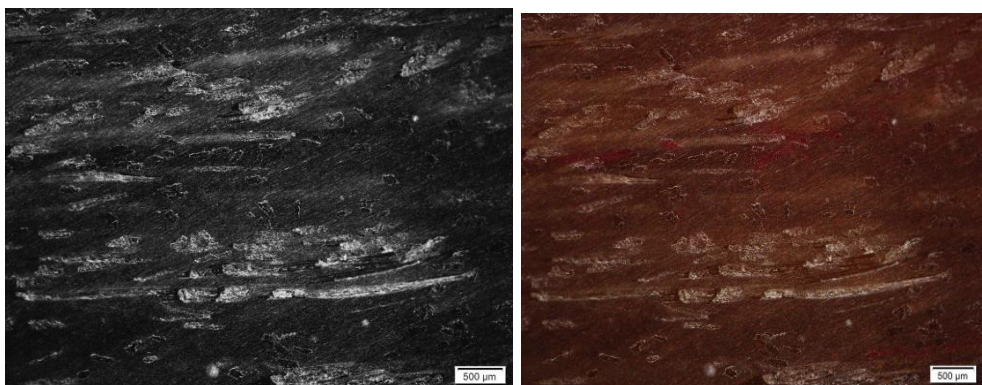
Foto makro pada spesimen uji dilakukan untuk mengetahui karakteristik penampang patahan setelah dilakukan pengujian bending.



Gambar 4. 8 Variasi pencucian aquades



Gambar 4. 9 Variasi Pencucian deterjen



Gambar 4. 10 Variasi Pencucian direbus

Pada Gambar 4.8 merupakan hasil foto makro komposit sisal/PMMA pada variasi pencucian aquades dapat dilihat distribusi serat yang rata pada komposit dan komposit memiliki warna lebih jernih 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 di atas.

Pada komposit sisal/PMMA dengan variasi pencucian dengan deterjen (Gambar 4.9) 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 4.10) memiliki warna yang sangat gelap dan tak terlihat serat di dalam 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 dibandingkan dengan perlakuan menggunakan deterjen dan rebus. Hal ini menunjukkan bahwa sifat dari serat sisal yang bersifat lentur (elastis), dikarenakan bahwa di 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 selulosa 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). Penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Towo., et al (2008) didapatkan bahwa setelah diuji tarik kekuatan tarik komposit serat sisal yang diberi treatment dan tidak diberi treatment menunjukkan serat sisal yang diberi perlakuan dengan 0.06 Molar (M) larutan NaOH meningkat kekuatannya 286,0 MPa jika tidak di treatment kekuatan tarik sebesar 222.6 MPa atau dengan kata lain kekuatan tarik komposit serat sisal yang diberi treatment lebih besar dari yang tidak diberi treatment. Dan Femi dan Yogi (2014) didapatkan hasil kuat tarik menunjukkan FRC dengan serat sisal alkalisasi didapatkan sebesar 46,97 MPa dan tanpa alkalisasi sebesar 28,4 MPa. Sedangkan hasil pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi didapatkan sebesar 64,31 MPa dan tanpa alkalisasi sebesar 41,15 MPa

Berdasarkan hasil Pengujian tegangan Bending pencucian Komposit serat sisal/PMMA didapatkan tegangan banding yang paling besar terdapat pada variasi pencucian dengan aquades di bandingkan 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 banding disebabkan karena diakibatkan oleh fraksi volume serat yang searah dengan serat acak sama jumlahnya dibandingkan dengan spesimen yang fraksi volume serat searahnya lebih banyak.

Berdasarkan hasil pengujian regangan bending pencucian Komposit serat sisal/PMMA didapatkan tegangan banding 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.

Bisanda & Ansell (1991) telah mempelajari pengaruh pengobatan silan dan perlakuan alkali pada mekanik dan fisik sifat komposit sisal-epoxy. Mereka telah melaporkan bahwa penggabungan serat sisal dalam resin epoxy menghasilkan sifat kaku dan material komposit yang kuat. Pengobatan serat sisal

dengan silan, didahului oleh merserisasi, memberikan peningkatan pembasahan, sifat mekanik dan ketahanan air. Selain itu juga serat sisal merupakan tergolong dalam serat alam yang mempunyai karakteristik hydrophilic yaitu mudah menyerap air. Hal ini dikarenakan serat mempunyai struktur semi kristalin. Struktur semi kristalin serat terdiri dari bagian yang bersifat amorphous domain, dan kristalin. Bagian dari amorphous domain inilah yang menyebabkan serat bersifat hydrophilic (Eichorn, 2001). Penelitian ini sejalan dengan penelitian Purboputro dan Hariyanto (2017) didapatkan bahwa pengujian tarik komposit pada serat rami tanpa perlakuan alkali lebih besar dari pengujian tarik komposit serat rami dengan perlakuan alkali (aquades). Sedangkan penelitian ini tidak sejalan dengan penelitian Femi dan Yogi (2014) yang didapatkan bahwa dari hasil pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi didapatkan sebesar 64,31 MOPa dan tanpa alkalisasi sebesar 41,15 MPa, dengan kata lain pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi lebih baik/besar dari pada tanpa alkalisasi

Berdasarkan hasil pengujian modulus elastisitas pencucian komposit serat sisal/PMMA didapatkan tegangan banding yang paling besar terdapat pada variasi pencucian dengan rebus di dibandingkan 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.

Selzer (1995) telah mempelajari pengaruh-pengaruh lingkungan terhadap sifat mekanik komposit sisal yang diperkuat serat polimer. 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. Penelitian ini sejalan dengan Milanese., et al (2012) didapatkan bahwa kekakuan komposit sisal / fenolik ketika direndam di dalam air didapatkan modulus elastisitas sebesar 11,2 MPa dan sisal / polyurethane modulus elastisitas sebesar 3,7 MPa, penelitian tersebut dapat diartikan bahwa kekakuan komposit sisal dan sisal ketika direndam di dalam air dapat menyebabkan kelenturan yang lebih baik/tinggi dan penelitian Purboputro dan Hariyanto (2017) didapatkan bahwa pengujian modulus elastisitas pada serat rami tanpa perlakuan alkali lebih besar dari pengujian tarik komposit serat rami dengan perlakuan alkali.

Sedangkan penelitian ini tidak sejalan dengan Chand dan Hashmi (1993) dalam Kusumastuti (2009) didapatkan bahwa nilai kekuatan tarik, modulus, dan kekasaran serat (yang didefinisikan sebagai penyerapan energi tiap satu satuan volume) serat sisal dapat menurun akibat terjadinya peningkatan suhu dan penelitian Femi dan Yogi (2014) yang didapatkan bahwa dari hasil pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi didapatkan sebesar 64,31 MPa dan tanpa alkalisasi sebesar 41,15 MPa, dengan kata lain pengujian bending untuk FRC dengan serat sisal alkalisasi lebih baik/besar dari pada tanpa alkalisasi