PENGARUH *CHEMICAL TREATMENT* TERHADAP SIFAT FISIK, KANDUNGAN SELULOSA DAN KEKUATAN TARIK SERAT ALAM RAMI

Edi Syafri[1], Anwar Kasim[2], Hairul Abral[3], Alfi Asben[2]
[1] Jurusan Teknologi Pertananian, Politeknik Pertanian Negeri Payakumbuh
[2] Jurusan Teknologi Hasil Pertanian, Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas
[3] Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Andalas
Email: edisyafri11@gmail.com

ABSTRAK

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh *chemical treatment* menggunakan NaOH pada serat alam rami terhadap kandungan selulosa serat, sifat fisik dan kekuatan tarik serat alam rami. Serat mendapat perlakuan NaOH dengan variasi konsentrasi 0, 2.5, 5, 7.5% dan dibandingkan dengan rami yang didekortikasi (*green ramie*). Hasil penelitian menunjukkan bahwa perlakuan NaOH menyebabkan terjadinya degradasi lignin, hemiselulosa dan juga selulosa serat rami. Dari pengamatan menggunakan SEM *(Scanning Electro Microscop*y) terlihat bahwa permukaan serat rami setelah mengalami *chemical treatment* menjadi lebih kasar dibandingkan dengan sebelum mengalami perlakuan. Penurunan kandungan selulosa serat rami itu akan menyebabkan turunnya kekuatan. Kekuatan tarik serat rami terkecil sebesar 707.083 MPa pada perlakuan NaOH 7.5 %. Hasil penelitian ini selanjutnya digunakan sebagai acuan perlakuan awal pada serat alam rami untuk pembuatan material bionanokomposit.
Kata kunci : serat alam rami, *chemical treatment*, selulosa, kekuatan tarik

PENDAHULUAN

Penelitian pemanfaatan serat alam berbasis selulosa telah banyak dilakukan untuk menemukan keunggulan-keunggulan serat alam agar mampu bersaing dengan serat sintetis. Diantara serat alam yang memiliki kekuatan tarik dan sifat lainnya yang baik adalah serat alam rami (*Boehmeria nivea*). Tanaman rami merupakan tanaman tahunan yang mudah tumbuh dan berkembang baik di daerah tropis. Rami merupakan tanaman yang serbaguna. Daunnya merupakan bahan kompos dan pakan ternak bergizi tinggi, pohonnya baik untuk bahan bakar, tetapi yang paling bernilai ekonomi tinggi adalah serat dari kulit kayunya. Salah satu pemanfaatan serat rami adalah untuk pembuatan kain fashion berkualitas tinggi. Diantara keunggulan serat rami untuk dikembangkan adalah massa tanamnya pendek (55 hari) dan produktifitasnya tinggi (6 ton/kali panen/ha batang basah) (Budi, 2005).

Serat alam rami memiliki peluang untuk dikembangkan sebagai media penguatan pada resin polimer. Semua serat alam dari tanaman memiliki sifat hidrophilik yang sangat berlawanan dengan sifat hidrophobik polimer. Pada penelitian ini perlakuan alkali seperti penggunaan NaOH dimaksudkan untuk mengurangi sifat hidrophilik serat alam yang diharapkan akan memiliki kompatibilitas dengan bahan-bahan hidrophobik polimer. Selain itu, perlakuan alkali berfungsi membersihkan zat ekstraktif dari serat alam seperti lignin, pectin, wax dan kotoran (impuritas) sehingga diperoleh serat dengan permukaan yang relatif memiliki topografi seragam. Secara kualitatif, topografi permukaan serat akibat perlakuan NaOH akan ditinjau melalui cara pengamatan dengan *Scanning Electron Microscopy* (SEM). Sedangkan secara kuantitatif, karakteristik kekuatan serat diukur dengan *Universal Testing Machine*. Karakterisasi permukaan serat ini akan digunakan untuk penelitian lanjutan tentang kompatibilitas serat rami dengan resin polimer sebagai alternatif cara pengembangan dan optimasi material teknik khususnya komposit penguatan serat alam selulosa.

METODE PENELITIAN

A. Tempat dan waktu penelitian

Penelitian ini akan dilakukan di Laboratorium Metalurgi Mekanik, Laboratorium Metalurgi Fisik Jurusan Mesin Fakulatas Teknik dan Laboratorium Teknologi Hasil Pertanian Fakultas Teknologi Pertanian Universitas Andalas Padang pada bulan Oktober sampai bulan Desember 2014.

B. Bahan

Bahan serat alam rami (*Boehmeria nivea*) yang digunakan dalam penelitian ini adalah serat rami klon Ramindo seperti pada Gambar 1a yang diperoleh dari hasil panen di UPT Kebun Fakutas Pertanian Universitas Andalas Padang. Zat kimia yang digunakan adalah NaOH, H_2SO_4, $NaCl0_2$, CH_3COOH produksi Bratachem Chemical.

a) b) c)

Gambar 1. a) batang rami segar, b) serat rami setelah perlakuan, c) sampel uji tarik rami tunggal

C. Peralatan Penelitian

Peralatan yang digunakan yaitu: *Universal testing machine (Com Ten),SEM (Scaning Electron Mikroscopy* (*Hitachi Co., Japan*), timbangan digital, oven pemanas listrik, dan peralatan ektsraksi selulosa rami.

D. Perlakuan Serat Rami

Serat rami yang telah didekortikasi (*green ramie*) direndam selama 4 jam pada temperature 100 ^{0}C dalam lautan *sodium hydroxide* (NaOH) dengan beberapa konsentrasi 0, 2.5, 5 dan 7.5 % dari m/v *aquadest*. Perendaman dengan NaOH bertujuan untuk menghilangkan kotoran *(impurities)* dan lapisan-lapisan lilin pada permukaan fiber yang dapat menimbulkan lapisan batas *(boundary layer)* antara matriks dan fiber jika digunakan untuk material komposit. Kemudian serat rami tersebut dibersihkan beberapa kali untuk menetralkan pengaruh NaOH dalam serat rami (Gambar 1 b). Setelah itu dilakukan penjemuran di bawah panas matahari selama 12 jam (kadar air 8.16%). Sebagai pembanding adalah serat rami yang sudah didekortikasi tanpa mengalami perlakuan (*green ramie*).

1. Penentuan kandungan kimia serat

Pemotongan serat rami yang telah mengalami perlakuan sepanjang 0,5 cm sebanyak 20 gr masing-masing perlakuan untuk penentuan kandungan komposisi kimia serat rami. Analisis komponen kimia Serat rami dilakukan menurut standar berikut: Holoselulosa (ASTM 1104-56), Selulosa (TAPPI Standart T9M-54) dan Lignin (TAPPI Standart T 13 M-54).

2. Penentuan Kandungan Holoselulosa (ASTM 1104-56)

Timbang serat sebanyak ± 5 gram serat kering yang telah diekstraksi dan masukkan dalam labu erlenmeyer bertutup. Tambahkan 1,5 gram $NaClO_2$ air suling 160 ml sebelum nya serat telah disiram dengan CH_3COOH sebanyak 10 tetes. Letakkan erlenmeyer dalam water bath dengan suhu 75° selama 1 jam, lalu ditambahkan 10 tetes asam cuka dan 1,5 gram $NaClO_2$ setiap jam sambil dikocok dan dipanaskan selama 4 jam. Erlenmeyer (yang berisi serat) diletakkan dalam air es dan saring dengan menggunakan gelas saring (*Fritte*) 2G2 dengan bantuan penghisab. Material serat dicuci dengan air es dan dilanjutkan dengan aseton. Keringkan material dalam oven vakum dengan tempertaur 40 ^{0}C sampai berat konstan, biasanya selama 3 hari kemudian didinginkan dalam desikator dan ditimbang.

$$\text{Kadar holoselulosa (\%)} = \frac{\text{Bobot Kering Tanur Holoselulosa}}{\text{Berat kering tanur serbuk serat}} \times 100\%$$

dengan: Kh = Kadar holoselulosa (%)
BKTh = Berat kering tanur holoselulosa (gram)
BKTser = Berat kering tanur serbuk serat (gram)

3. Penentuan Kadar Selulosa (TAPPI Standart T9M-54)

Dilakukan penimbangan kira-kira 2 gram holoselulosa (ketelitian 1 mg), kemudian dipanaskan di dalam gelas piala 500 ml dengan 200 ml H_2SO_4 1,3% selama 2 jam pada air mendidih di penangas air, air menguap harus selalu diganti. Setelah 2 jam, campuran disaring lewat Fritte dan bagian yang tidak larut (selulosa) pertama kali dicuci dengan 150 ml *aquadest* dilanjutkan sampai netral (dengan lakmus). Bila telah netral dilanjutkan dengan etanol. Kemudian dikeringkan dalam oven pada 105 ^{0}C sampai berat tetap. Hitung kadar selulosa dalam % berdasarkan berat serbuk serat yang telah di ekstraksi sebelumnya.

$$\text{Kadar selulosa (\%)} = \frac{\text{Bobot Kering Tanur Selulosa}}{\text{Berat kering tanur serbuk serat}} \times 100\%$$

dengan: Ks = Kadar selulosa (%)
BKTs = Berat kering tanur selulosa (gram)
BKT ser = Berat kering tanur serbuk serat (gram)

4. Penentuan Kadar Hemiselulosa

Kadar hemiselulosa dihitung dengan mengurangi kadar holoselulosa dengan kadar selulosa yang didapat dari perhitungan sebelumnya.

5. Penentuan Lignin (TAPPI Standart T 13 M-54)

Dilakukan penimbangan kira-kira 2 gram serat (ketelitian 1 mg) kemudian serat ditempatkan ke dalam gelas piala 750 ml ditambahkan 25 ml H_2SO_4 72%, dibiarkan selama 2 jam pada suhu ruang dan diaduk sewaktu-waktu. Setelah itu encerkan dengan 500 ml aquadest dan panaskan sampai mendidih. Pemanasan dilanjutkan sampai mulai adanya endapan dari butiran-butiran yang halus atau lebih kurang selama 4 jam. Setelah didinginkan endapan dengan cara dekantasi diperlakukan dengan air mendidih beberapa kali, melalui *Fritte* dihisap dan dicuci dengan aquadest sampai bebas asam (lakmus). Endapan pada Fritte dikeringkan dalam oven pada suhu 105 ^{0}C dan kemudian ditimbang. Penentuan kadar lignin dalam % dihitung berdasarkan berat serbuk serat kering yang telah diekstraksi.

$$\text{Kadar lignin (\%)} = \frac{\text{Bobot Kering Tanur Lignin}}{\text{Berat kering tanur serbuk serat}} \times 100\%$$

dengan: Kl = Kadar lignin (%)
BKTl = Berat kering tanur lignin (gram)
BKTser = Berat kering tanur serbuk serat (gram).

6. Karakteristik Permukaan Serat Rami

Citra SEM digunakan untuk mengobservasi bentuk penampang lintang dan permukaan memanjang dari serat rami. SEM pada penelitian ini juga digunakan untuk mengukur diameter penampang serat rami dengan pembesaran 500 X untuk penampang memanjang dan 1000 X untuk penampang melintang.

7. Kekuatan Tarik serat rami tunggal

Pengujian kekuatan tarik serat rami tunggal dengan *universal testing machine* menggunakan standar spesimen ASTM D 3379 merk Com Ten, pengujian dilakukan pada temperatur ruangan 29 ^{0}C. Spesimen serat rami tunggal diikatkan pada kawat aluminium diameter 4 mm (Gambar 1c), kemudian kawat ini dipasang pada pemegang *universal testing machine.*Kecepatan pengujian tarik sebesar 10 mm/min.

HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Analisis Komponen Kimia Serat Rami

Analisis komponen kimia bertujuan untuk mengetahui komposisi kimia yang terdapat dalam bahan baku serat rami, yang terdiri dari kadar holoselulosa, hemiselulosa, selulosa dan lignin dari beberapa perlakuan NaOH. Hasil pengujian kandungan kimia rami dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi kandungan kimia serat Rami pada beberapa perlakuan

Perlakuan	Holoselulosa (%)	Selulosa (%)	Hemiselulosa (%)	Lignin (%)
Green Ramie	83.25	78.33	4.92	5.31
0% NaOH	87.56	86.95	0.61	3.49
2.5% NaOH	86.95	86.37	0.59	1.74
5% NaOH	84.50	84.27	0.23	3.99
7.5%NaOH	84.72	82.91	1.81	1.90

Dari Tabel 1 serat yang tidak mengalami perlakuan (*green ramie*) memiliki persentase kandungan selulosa (78.33%), kandungan hemiselulosa 4.92% dan lignin 5.31%. Kandungan selulosa *green ramie* yang paling rendah dibandingkan dengan yang mengalami perlakuan NaOH. Hal ini disebabkan karena lignin dan zat lainnya masih banyak melekat pada permukaan serat rami sehingga persentase kandungan selulosa menjadi rendah. Mohanty *et al*, (2005) telah melakukan terhadap beberapa tanaman serat alam, nilai kadar selulosa rami yang tidak mengalami perlakuan kimia sebesar 68.6% –76.2 %. Perbedaan kandungan kadar selulosa ini dipengaruhi oleh kondisi kadar air sewaktu pengujian, metode pengujian, tempat tumbuhnya tanaman rami yang berhubungan dengan kandungan unsur hara sebagai nutrisi pembentuk selulosa dan lain-lain.

Pengaruh *chemical treatment* NaOH terlihat kecenderungan semakin tinggi persentase perlakuan kadar NaOH (0%, 2.5%, 5 dan 7.5%) dalam larutan, maka terjadi penurunan selululosa (86.95%, 86.37%, 84.27% dan 82.91%) dalam serat rami seperti terlihat pada Tabel 1.

B. Karakteristik Permukaan Serat Rami

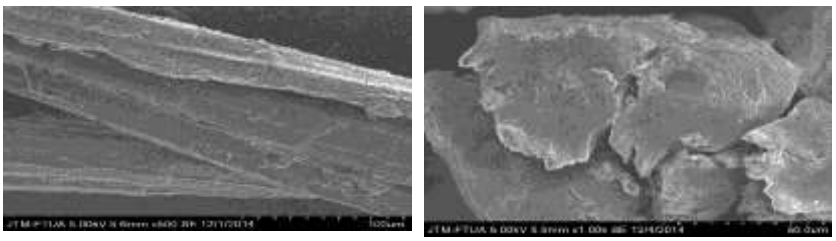
Hasil foto mikro SEM dapat langsung dianalisa melalui layar komputer. Morfologi permukaan serat diamati dengan SEM pada pembesaran 500 X dan 1000 X untuk penampang melintang. Hasil perlakuan alkali X% NaOH mempengaruhi permukaan serat. Serat tanpa perlakuan (*green ramie*) dalam bentuk *fiber bundle* (gambar 2a) dan mulai terurai pada serat gambar (b), (c), (d) dan (e). Pada konsentrasi diatas 5 % NaOH permukaan serat menjadi agak lebih kasar. Permukaan serat sebelum perlakuan NaOH halus dan setelah mengalami perlakuan akan menjadi lebih kasar (Monteiro et al, 2008). Serat dapat terurai dengan mudah menjadi serat tunggal disebabkan kandungan lignin sebagai perekat antar serat berkurang. Tetapi disaat peningkatan kekasaran permukaan serat juga terjadi pengikisan dan kerusakan serat rami oleh NaOH. (Gambar 2 (e))

larutan alkali 2% pada temperature 70 ^{0}C selama 2.5 jam.

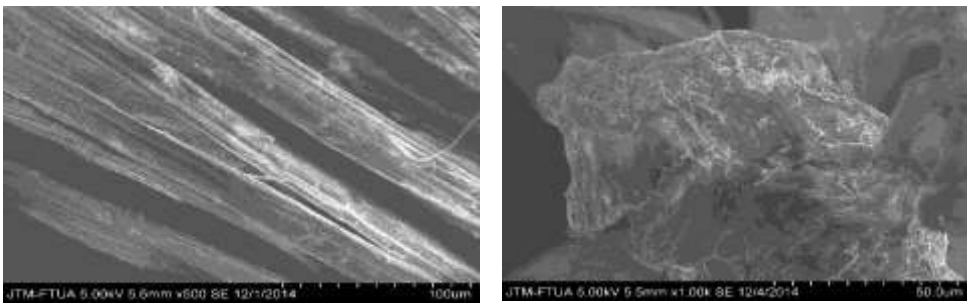
Gambar 2e menunjukan bahwa terjadi perubahan kondisi permukaan serat rami menjadi lebih kasar. Hal ini seperti yang dilaporkan Abral (2014) pada perlakuan alkali terhadap serat enceng gondok (*water hyacinth*). Dinding sel dari serat enceng gondok yang tidak mengalami perlakuan Alkali terlihat kaku dan setelah dialkalisasi (10% NaOH selama 1 jam) menjadi mengembang dimana terbentuk sejumlah rongga dan dan celah pada dinding sel yang dapat meningkatkan koefisien difusi dan permeabilitas dinding sel.

C. Kekuatan Tarik serat rami tunggal

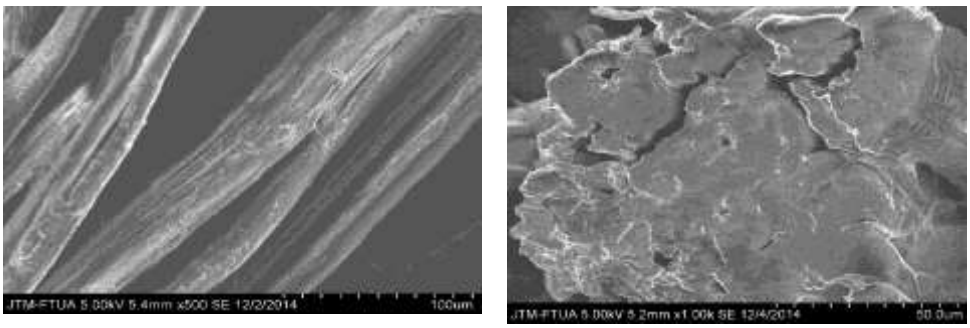
Pengujian tarik pada serat rami dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik serat rami pada masing-masing perlakuan serat rami. Untuk menentukan luas penampang dan jumlah serat yang digunakan pada proses uji tarik didapatkan dari pengamatan dengan menggunakan SEM. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 3.



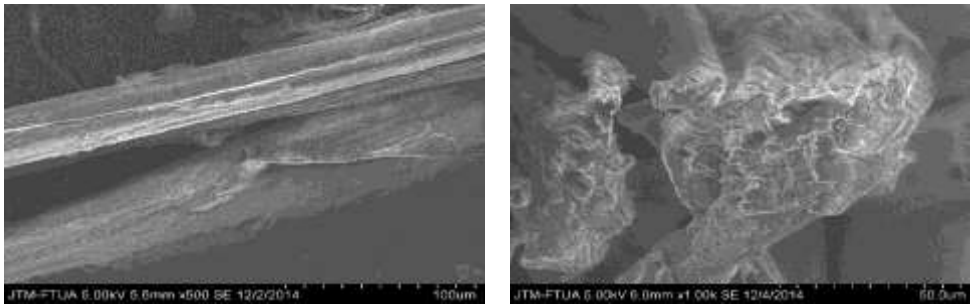
(a). *Green Ramie*



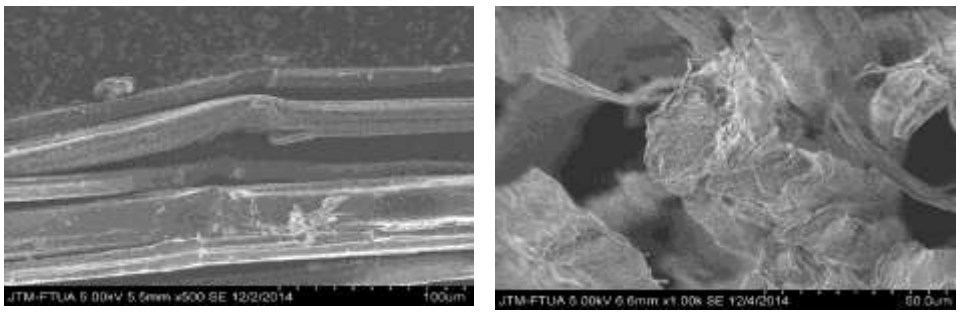
(b). 0%NaOH



(c) 2.5 %NaOH



(d). 5 % NaOH



(e). 7.5 % NaOH

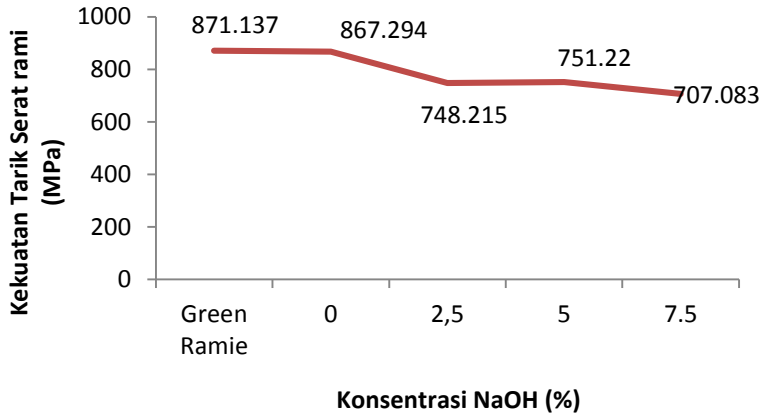
Gambar 2. Hasil Foto SEM penampang memanjang(500x) dan melintang serat rami (1000X)

Kekasaran permukaan serat alam akibat perlakuan kimia terjadi karena hemiselulosa dan lignin terdegradasi dari permukaan serat. Hal ini seperti dilaporkan Hossain (2013) dimana permukaan serat *ladies finger* menjadi lebih kasar setelah direndam dengan larutan alkali 2% pada temperature 70 ^{0}C selama 2.5 jam.

Gambar 2e menunjukan bahwa terjadi perubahan kondisi permukaan serat rami menjadi lebih kasar. Hal ini seperti yang dilaporkan Abral (2014) pada perlakuan alkali terhadap serat enceng gondok (*water hyacinth*). Dinding sel dari serat enceng gondok yang tidak mengalami perlakuan Alkali terlihat kaku dan setelah dialkalisasi (10% NaOH selama 1 jam) menjadi mengembang dimana terbentuk sejumlah rongga dan dan celah pada dinding sel yang dapat meningkatkan koefisien difusi dan permeabilitas dinding sel.

D. Kekuatan Tarik serat rami tunggal

Pengujian tarik pada serat rami dilakukan untuk mengetahui kekuatan tarik serat rami pada masing-masing perlakuan serat rami. Untuk menentukan luas penampang dan jumlah serat yang digunakan pada proses uji tarik didapatkan dari pengamatan dengan menggunakan SEM. Hasil pengujian tarik dapat dilihat pada Gambar 3.



Gambar 3 . Kekuatan tarik serat rami yang direndam selama 4 jam temperatur 100 ^{0}C pada beberapa konsentrasi NaOH

Dari Gambar 3 dapat dilihat bahwa kekuatan tarik menurun dengan bertambahnya kosentrasi pererlakuan NaOH. Penurunan kekuatan tarik ini disebabkan oleh rusaknya kondisi permukaan serat rami yang terkikis oleh perlakuan NaOH dan terurainya serat tunggal akibat pelarutan hemiselulosa, lignin, pectin sebagai pengikat antar serat seperti terlihat pada Gambar 3. Model patahan serat tunggal akan memberikan informasi keunikan perilaku serat akibat beban tarik. Sifat ulet dan getas dapat diamati langsung dari bentuk patahan ujung serat. Semakin tinggi konsentrasi NaOH bentuk patahan serat cenderung getas. Hal ini sesuai dengan yang dilaporkan oleh Nugraha (2011) bahwa kekuatan tarik serat rami akan menurun setelah perlakuan NaOH 5% selama 2 jam (Nugraha dkk, 2012). Penurunan kekuatan serat tersebut juga dapat dikarenakan kerusakan struktur serat akibat waktu perlakuan terlalu lama (Sreekala *et al* , 2003)

Hasil penelitian sifat mekanik serat alam rami sudah banyak dilakukan penelitian sebelumnya dengan kekuatan tarik serat rami sebesar 621 MPa (Bevitori *et al*,2012), 402 MPa (Monteiro *et al*, 2010), 730 MPa (Angelini *et al*, 2000), 526 MPa (Nam *et al*, 2006) dan 560 MPa (Choi *et al*, 2012).

Sifat kekuatan tarik dari rami bervariasi dalam beberapa hasil penelitian tersebut. Perbedaan nilai kekuatan tarik ini disebabkan oleh perbedaan proses pengolahan serat, perbedaan diameter serat atau perbedaan dalam metode pengujian.

KESIMPULAN

Dari hasil penelitian yang telah dilaksanakan, maka dapat diambil beberapa kesimpulan antara lain:

1. Kadar kandungan selulosa dalam serat rami cenderung menurun dengan peningkatan perlakuan kadar NaOH (2.5%, 5 dan 7.5%) dalam larutan perendaman pada Temperatur 100 ^{0}C.
2. Kekuatan tarik serat rami menurun dengan bertambahnya kosentrasi NaOH karena terjadi degradasi lignin, hemiselulosa dan juga termasuk selulosa sendiri.

3. Permukaan serat rami setelah mengalami *chemical treatment* NaOH menjadi lebih kasar dibandingkan dengan sebelum mengalami perlakuan.

DAFTAR PUSTAKA

Abral H, Kadriadi D, Rodianus A, Mastariyanto P, Ilhamdi, Arif S, Sapuan SM, Ishak MR. (2014). Mechanical properties of water hyacinth fibers – polyester composites before and after immersion in water. Elsevier Ltd, Materials and Design 58 (2014) 125–129

Angelini LG, Lazzeri A, Levita G, Fontanelli D, Bozzi C (2000) Ramie (Boehmeria nivea (L.) Gaud.) and Spanish Broom (Spartium junceum L.) fibres for composite materials: Agronomical aspects, morphology and mechanical properties . Industrial Crops and Products 11 (2–3): 145 – 161 .

Bevitori AB, Silva ILAD, Carreiro RS, Margem FM, Monteiro SN(2012) Elastic modulus variation with diameter for ramie fibers. Paper presented at the Characterization of Minerals, Metals, and Materials – TMS 2012 Annual Meeting and Exhibition, Orlando, FL .

Budi, U.S., Hartati, S., Purwati, D.R., 2005, Biologi Tanaman Rami, Monograf Balittas No.8, Balai Penelitian Tanaman Tembakau Dan Serat, ISSN : 0853-9308

Choi HY, Lee JS(2012) Effects of surface treatment of ramie fibers in a ramie/poly(lactic acid) composite. Fibers and Polymers 13 (2): 217 – 223 .

Hossain S. I., M. Hasan, Md. N. Hasan, and A. Hassan,(2013), Effect of Chemical Treatment on Physical, Mechanical and Thermal Properties of Ladies Finger Natural Fiber, Hindawi Publishing CorporationAdvances in Materials Science and Engineering Volume 2013, Article ID 824274, 6 pages http://dx.doi.org/10.1155/2013/824274

Mohanty, A.K., Misra, M., Dzral, L.T., Selke, S.E., Harte, B.R. and Hinrichsen, 2005. " Natural Fibers, Biopolymers And Biocomposite: An Introduction." Chapter 1 in Natural Fibers, Biopolymers, and biocomposite, edited by Mohanty, A.K., Misra, M., Dzral, L.T., CRC Press, Taylor and Francis Group, 6000 Broken Sound Parkway NW, USA.

Monteiro SN, Satyanarayana KG, Ferreira AS, Nascimento DCO, Lopes FPD, Silva ILA, Bevitori AB, Inácio WP, Bravo Neto J, Portela TG (2010) Selection of high strength natural fibers . Revista Materia 15 (4): 488 – 505 .

Monteiro S.N.; Terrones L.A.H.; D'Almeida J.R.M., Mechanical performance of coir fiber/polyester composites, Polymer Testing, 2008, **27**, 591– 595.

Nam S, Netravali AN (2006) Green composites. I. Physical properties of ramie fibers for environment-friendly green composites . Fibers and Polymers 7 (4): 372 – 379 .

Nugraha I N Y, (2011) Pengaruh Perlakuan Kimia Serat Alam Rami Terhadap Kekuatan Tarik Serat Tunggal, JPTK, UNDIKSHA, Vol. 8, No. 2, Juli 2011 : 89 – 98

Sreekala M.S and Thomas S. (2003), Effect of fibre surface modification on water-sorption characteristics of oil palm fibres, Composites Science and Technology 63, 861–869

TAPPI, Standards and suggested methods. Technical Association of Pulp & Paper industry. Atlanta, Georgia, USA.