

## **PENGARUH KADAR AIR TERHADAP KEKUATAN TARIK DAN KEKUATAN GESER *INTERFACIAL* SERAT RAMI YANG DIBERI PERLAKUAN ALKALI**

**Kristomus Boimau**

Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Nusa Cendana  
E-mail : boimau\_mesinunc@yahoo.com

**Heru, S. B. Rochardjo**

Jurusan Teknik Mesin dan Industri, Fak. Teknik, Universitas Gadjah Mada  
E-mail: heru-sbr@ugm.ac.id

### **Abstract**

*The purpose of this research is to investigate the effect of alkali treatment and water content on tensile and interfacial shear strength between ramie fiber and epoxy resin.*

*The alkali treatment of 5 and 10 % NaOH concentration has done with boiling treatment during 1 and 2 hours, and unboiling treatment during 2, 4, 6, and 8 hours. The pull-out and fiber specimens were characterized using tensile testing machine under wet and dry condition. The pull-out and fiber fracture surface were observed using optical microscope. The fiber surface topography was also observed using scanning electron microscope (SEM).*

*The results of experiment show that the boiling treatment on NaOH was decreases the fiber tensile strength, whereas soaking on 5 % NaOH during 6 hour can be increase tensile strength as 30,36 %. The interfacial shear strength of treated fiber better than untreated fiber, whereas interfacial shear strength decreases as a result of soaking on aquadest*

*Keywords : ramie fiber, alkali treatment, water content, tensile strength, interfacial shear strength.*

### **PENDAHULUAN**

Pemakaian logam khususnya baja (*steel*) sebagai bahan baku dalam dunia manufaktur dan konstruksi mulai berkurang seiring dengan perkembangan teknologi dan pertimbangan terhadap masalah lingkungan dalam pengembangan material teknik, telah menjadikan penggunaan bahan-bahan alami semakin diminati. Penggunaan serat alam sebagai penguat pada material komposit polimer memberikan beberapa keuntungan karena serat alam memiliki massa jenis yang rendah, mampu terbiodegradasi (*biodegradability*), mudah didaur ulang, murah, memiliki sifat mekanik yang baik dan dapat diperbaharui karena berasal dari alam (Wang dkk, 2003). Akan tetapi, penggunaan serat alam sebagai penguat pada matrix thermoplastic kurang memuaskan, hal ini disebabkan oleh sifat hydrophilic serat alam dan sifat hydrophobic dari plastic

Ikatan interfacial antara serat dan resin matrik merupakan hal yang sangat penting dalam mencapai sifat mekanik komposit yang baik. Kekuatan *interface* sangat berpengaruh terhadap sifat-sifat mekanik komposit, dimana *interface* yang lemah menyebabkan komposit mudah rusak dan kekuatan geser komposit menjadi rendah (Clyne dan Jones, 2001). Ikatan *interfacial* antara serat dan matrik dipengaruhi oleh *moisture absorption* dan *wettability*, dimana *debonding* dapat terjadi dengan mudah apabila serat memiliki *moisture absorption* yang tinggi, *wettability* yang jelek dan daya ikat yang kurang antara serat *untreated* dan matrik polimer (Wang dkk, 2003).

Perlakuan Alkali mempengaruhi kekuatan tarik serat (Goda, 2004) dan struktur permukaan serat. Kondisi ini bisa mengubah sifat serat dalam menyerap air dan kekuatan geser *interfacial* serat/matriks. Perubahan kedua sifat ini sebagai akibat perlakuan alkali perlu diteliti lebih jauh sebagai pedoman dalam pemakaian serat rami sebagai bahan penguat komposit.

Dalam penelitian ini beberapa variasi konsentrasi dan lama waktu perlakuan alkali pada serat rami dilakukan untuk melihat pengaruhnya terhadap kekuatan tarik serat dan kekuatan geser *interface* serat/epoksi.

## BAHAN DAN CARA PENELITIAN

Serat rami yang dipakai adalah hasil dekortikasi yang dikeringkan di ruang yang terlindung dari cahaya matahari selama 7 hari, kemudian dipotong-potong dengan panjang 20 cm. Perlakuan alkali dilakukan dalam 5 dan 10 % dengan cara pemanasan dan tanpa pemanasan serta dilakukan pemanasan dalam aquades. Kemudian serat dicuci dengan air hingga PH-nya netral. Selanjutnya pengeringan serat di oven selama 60 menit pada temperature  $105^{\circ}\text{C}$  dan dilakukan penimbangan setiap 10 menit, sehingga bisa diketahui pengurangan berat serat, kemudian serat disimpan dalam tempat yang kedap udara dan diberi desikator silica gel.

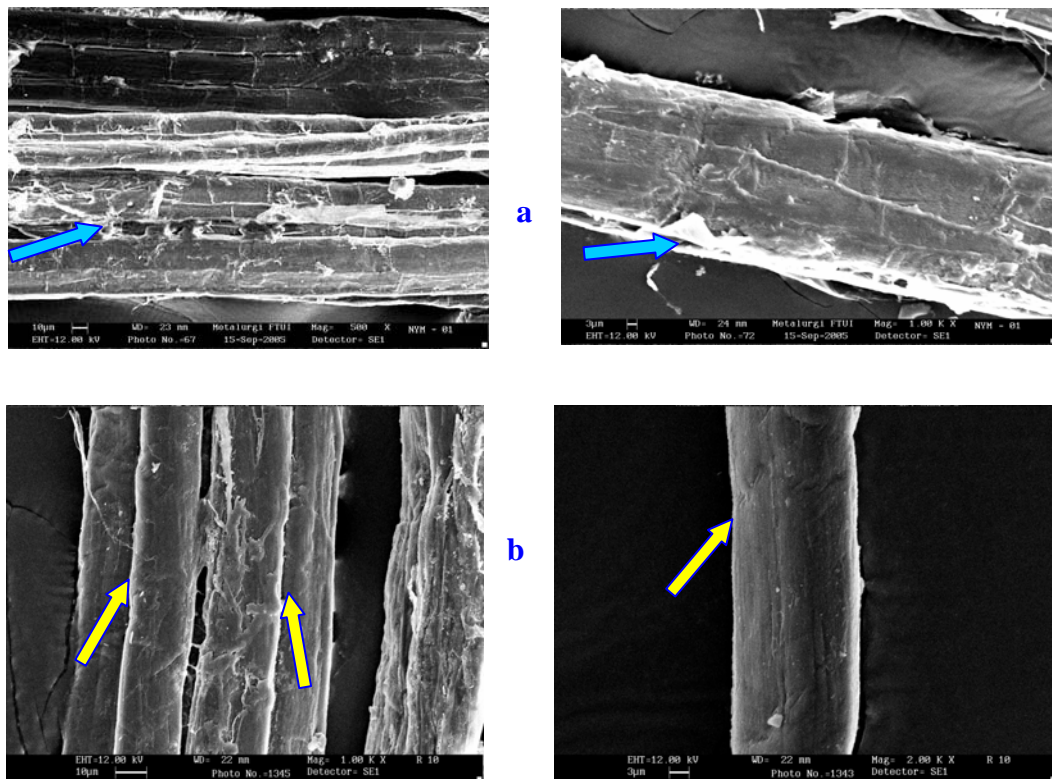
Uji tarik *single fiber* dilakukan sesuai standar ASTM D3379 menggunakan mesin uji tarik serat. Pengujian dilakukan pada spesimen yang dicelupkan dalam aquades selama 0,5, 1, 2, 24, 48, 96, 144, 192 jam.

Penentuan kekuatan interfacial dilakukan dengan uji *pull-out*. Spesimen direndam dalam aquades selama 3 hari, kemudian dilakukan uji *pull-out*. Sebagai akhir dari penelitian dilakukan foto bentuk patahan dari serat dan *pull-out*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

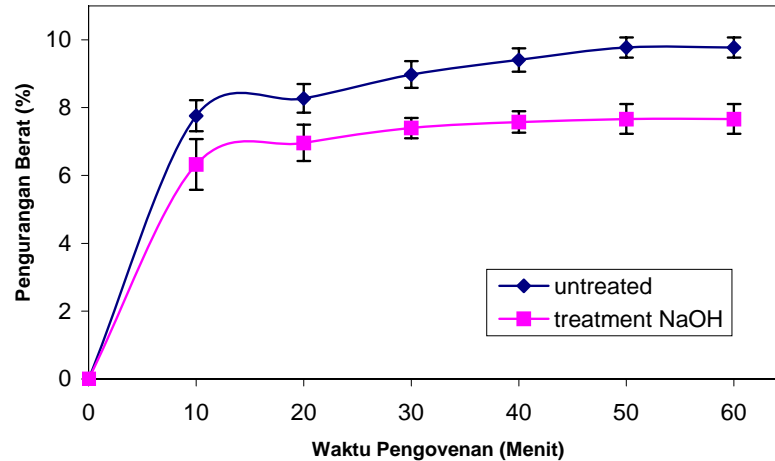
### Perlakuan alkali.

Hasil perlakuan alkali menunjukkan bahwa proses perlakuan alkali dapat membersihkan permukaan serat dari kotoran dan getah yang menempel. Seperti tampak pada Gambar 1, topografi permukaan sebelum perlakuan tampak masih kotor dan berserabut, sedangkan setelah perlakuan tampak lebih bersih, karena getah yang menempel telah terlepas.



Gambar 1. Foto SEM Permukaan Serat. (a) sebelum perlakuan dan (b) sesudah perlakuan NaOH

Pengeringan serat yang dilakukan melalui pengovenan menunjukkan bahwa setelah 50 menit, berat serat cenderung konstan untuk semua serat, baik yang tanpa perlakuan maupun dengan perlakuan NaOH (Gambar 2). Kondisi ini menggambarkan bahwa kadar air serat setelah 50 menit pengovenan pada temperatur  $105^{\circ}\text{C}$  sudah minimum.

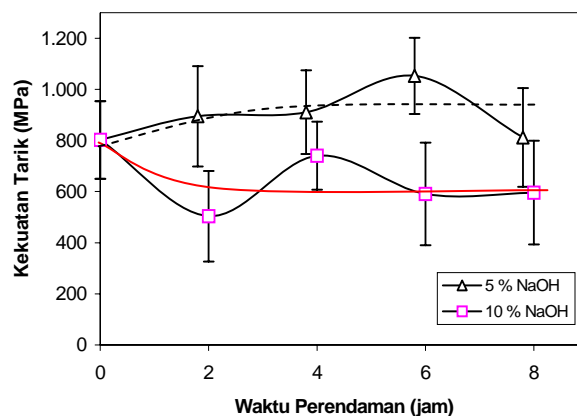


Gambar 2. Moisture content serat setelah dikeringkan

Pada Gambar 2, terlihat bahwa kadar air dari serat yang mendapat perlakuan NaOH lebih rendah dari serat yang tanpa perlakuan, sehingga pengurangan berat yang terjadi pun lebih kecil. Hal ini disebabkan karena pada saat serat direndam dalam larutan NaOH, ion  $\text{OH}^-$  cenderung mengikat  $\text{H}_2\text{O}$  agar menjadi netral, sehingga terjadi pengurangan kadar air pada serat selama proses perlakuan NaOH (Sombatsompop and Chaochanchaikul, 2004).

### Pengaruh treatment serat terhadap kekuatan tarik

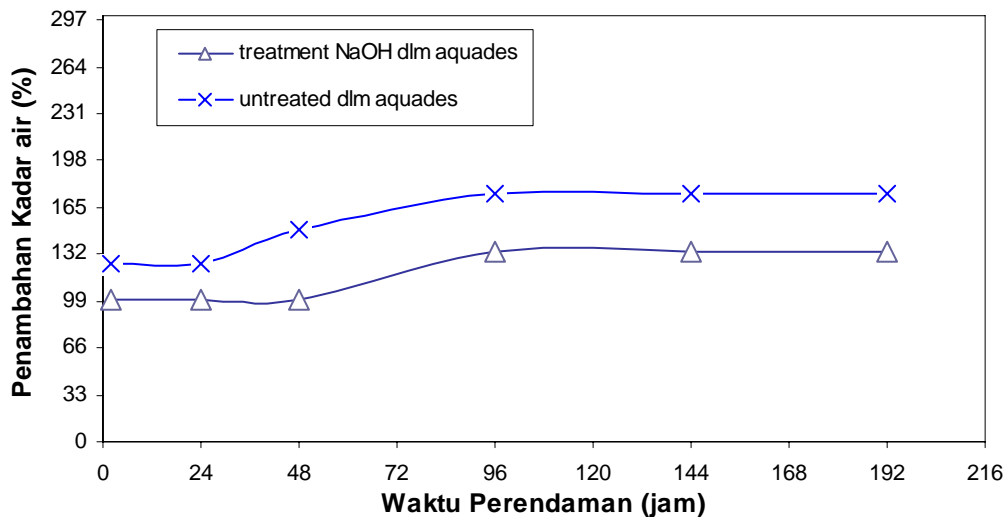
Pengujian tarik dilakukan terhadap semua perlakuan. Hasil pengujian tarik dari 13 jenis perlakuan menunjukkan bahwa kekuatan tarik serat tertinggi diperoleh pada jenis perlakuan perendaman serat dalam 5 % NaOH selama 6 jam sehingga selanjutnya *treatment* yang dipakai adalah pada kondisi ini.



Gambar 3. Pengaruh waktu *treatment* terhadap kekuatan tarik serat

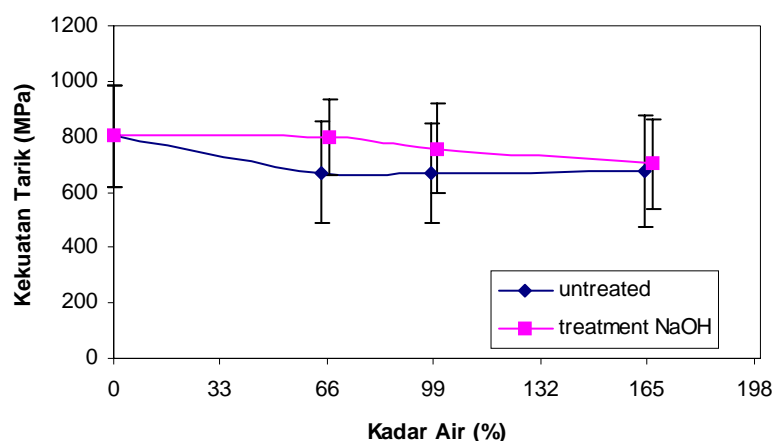
## Penyerapan Air

Pengujian penyerapan air pada serat dilakukan dengan cara merendam serat di dalam aquades, kemudian ditimbang sehingga dapat diketahui penambahan beratnya. Hasil pengujian menunjukkan bahwa bertambahnya waktu perendaman diikuti pula oleh penambahan kadar air pada serat (Gambar 4), namun penyerapan air oleh serat yang diberi perlakuan alkali lebih rendah dibandingkan dengan serat *untreated*. Kondisi kadar air seperti inilah yang dipakai sebagai acuan pengujian tarik terhadap serat yang direndam dalam aquades



Gambar 4. Penyerapan air dengan lama waktu perendaman

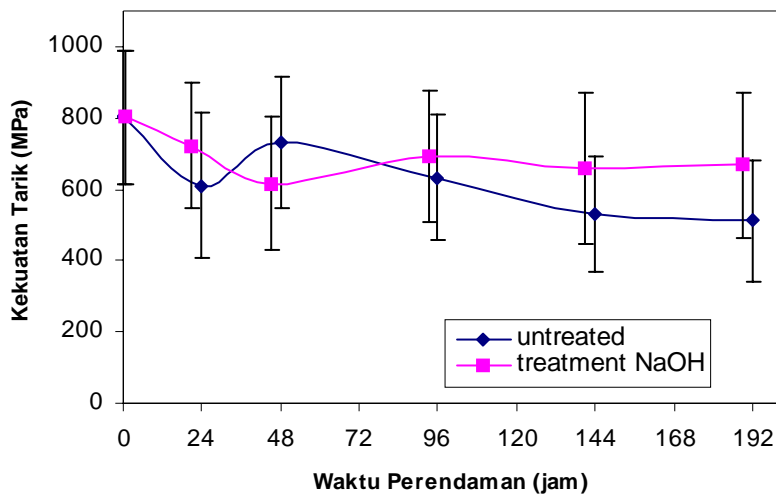
Sebelum pengujian tarik, terlebih dahulu serat dicelupkan dalam aquades selama 0,5, 1, 2, 24, 48, 96, 144, 192 jam, kemudian langsung dilakukan uji tarik dengan kondisi serat yang masih basah. Hasil uji tarik menunjukkan bahwa semakin tinggi kadar air, maka kekuatan tarik cenderung menurun, hal ini disebabkan karena air yang masuk memperlebar retak awal dan menimbulkan retak baru yang mengakibatkan turunnya kekuatan tarik.



Gambar 5. Pengaruh kadar air terhadap kekuatan tarik

Hasil uji tarik yang dilakukan pada serat yang direndam (Gambar 5 dan 6) menunjukkan bahwa dengan semakin bertambahnya waktu perendaman, maka kekuatan tarik cenderung menurun, namun untuk serat yang mendapat perlakuan alkali mempunyai kekuatan tarik yang lebih tinggi dibandingkan dengan serat *untreated*. Hal ini kemungkinan disebabkan karena struktur serat yang

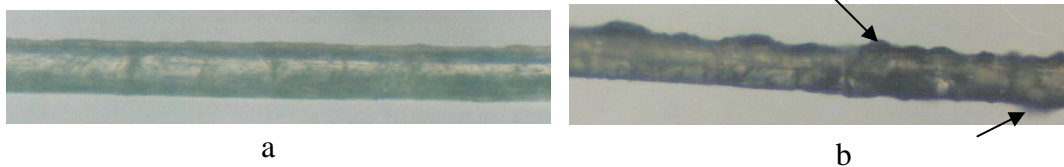
mendapat perlakuan NaOH lebih padat sehingga kerusakan struktur cellulose yang terjadi masih sedikit sedangkan serat *untreated* lebih banyak mengalami kerusakan struktur cellulose.



Gambar 6. Pengaruh waktu perendaman dalam aquades terhadap kekuatan tarik

Dari gambar di atas secara jelas terlihat bahwa pada waktu perendaman 96 jam, kekuatan tarik serat *untreated* mulai terdegradasi akibat pengaruh air dibandingkan dengan serat yang mendapat perlakuan NaOH.

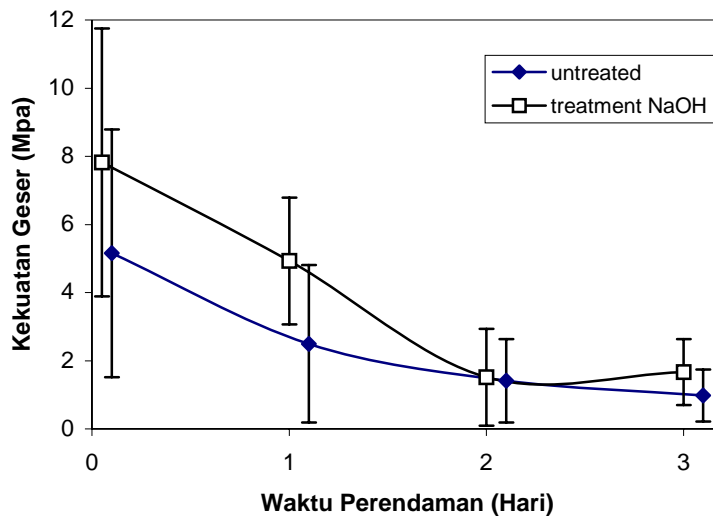
Hasil foto makro (Gambar 7) terlihat bahwa setelah perendaman 48 jam permukaan serat terbentuk lapisan-lapisan seperti yang ditunjukkan oleh anak panah pada Gambar 7.b dan diameter serat menjadi lebih besar akibat terjadinya *swelling* karena masuknya air ke dalam serat.



Gambar 7. Foto makro penampang membujur serat rami: (a) sebelum perendaman; (b) sesudah perendaman selama 48 jam, dengan pembesaran 100 kali

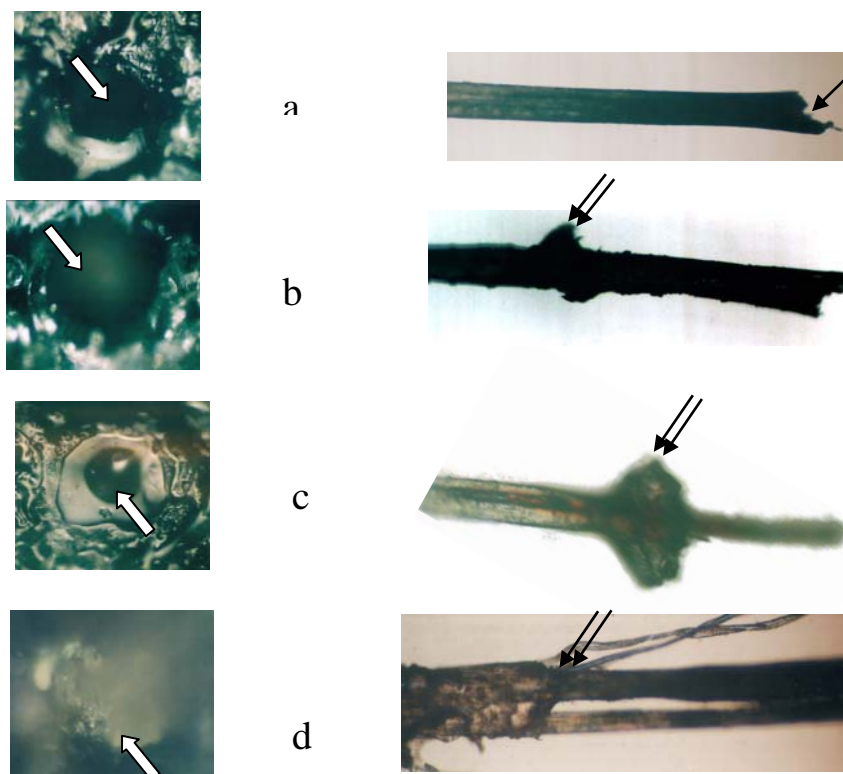
### Interfacial Shear Strength

Kekuatan geser *interfacial* diperoleh melalui pengujian *pull-out*. Hasil uji *pull-out* menunjukkan bahwa tegangan geser ( $\tau_i$ ) dari serat yang mendapat perlakuan NaOH lebih tinggi dari serat *untreated*, hal ini disebabkan karena daya ikat *interfacial* antara resin dan serat yang mendapat perlakuan NaOH lebih kuat sehingga dibutuhkan gaya yang lebih besar untuk terjadinya *pull-out*. Dari gambar 8 terlihat pula bahwa kekuatan geser *interfacial* menurun akibat perendaman dalam aquades



Gambar 8. Kekuatan geser *interfacial* akibat perendaman dalam aquades

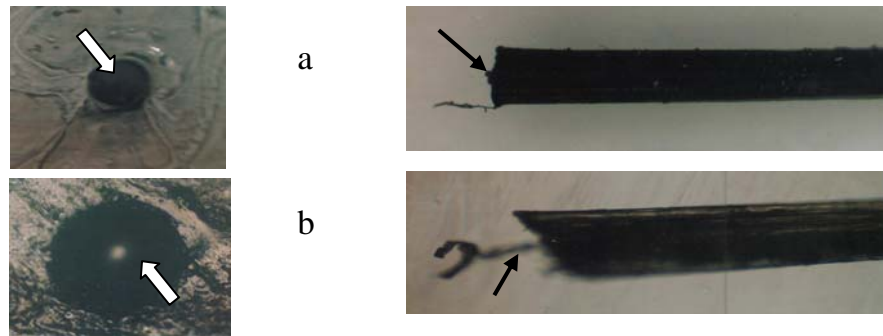
Penurunan kekuatan geser ini karena terjadinya celah atau ruang pada daerah *interface* antara serat dan resin akibat masuknya air. Menurut Sombatsompop and Chaochanchaikul, (2004) masuknya air ke dalam resin ini berpotensi melumasi daerah interface sehingga menurunkan daya ikat.



Gambar 9. Foto makro serat yang *pull-out* dan bekas *pull-out* pada resin: (a dan b) serat *untreated*; (c dan d) serat yang mendapat *treatment* NaOH, dengan pembesaran 100 kali.

Hasil foto makro serat yang *pull-out* dan bekas *pull-out* (Gambar 9), tampak bahwa pada serat *untreated* yang mengalami *pull-out* hanya sedikit resin yang menempel, sedangkan pada serat

dengan perlakuan NaOH terdapat lebih banyak resin yang menempel, bahkan pada Gambar D ada sebagian serat yang tidak *pull-out*. Anak panah putih menunjukkan bekas *pull-out* pada resin dan anak panah hitam pada Gambar 9a menunjukkan bekas serat yang patah setelah terjadi *pull-out*, sedangkan dua anak panah hitam menunjukkan resin yang menempel pada serat.



Gambar 10. Foto makro serat yang *pull-out* dan bekas *pull-out* pada resin setelah 3 hari perendaman dalam aquades dengan pembesaran 100 x.

Hasil Foto makro pada Gambar 16 tersebut menunjukkan bahwa tidak ada resin yang menempel pada serat yang direndam dalam aquades, namun bentuk patahan serat (anak panah hitam) menunjukkan adanya serat yang putus. Sedangkan bekas *pull-out* pada resin berbentuk lingkaran (anak panah putih), ini menggambarkan daerah *interfacenya* melemah akibat rembesan air, sehingga serat mudah tercabut saat dilakukan uji *pull-out*.

## KESIMPULAN

Dari penelitian ini dapat diambil beberapa kesimpulan sebagai berikut:

1. Perlakuan perendaman dalam 5 % NaOH selama 6 jam dapat meningkatkan kekuatan tarik serat 30,36 %
2. Ikatan interfacial antara serat yang mendapat perlakuan NaOH dengan resin lebih kuat dibandingkan dengan serat yang tidak mendapat perlakuan.
3. Penambahan kadar air menurunkan kekuatan tarik serat serta ikatan interfacial antara serat dengan resin epoxy, terutama pada serat untreated

## DAFTAR PUSTAKA

- Clyne, T. W., and Jones, F. R., 2001, **Composites Interfaces**, Encyclopaedia of Materials: Science and Technology”, Elsevier.
- Goda, K., Gomes, A., Asai, T., and Yamane, T., 2003, **Development of Biodegradable Natural Fiber Composites by Press Forming Method**, Department of Mechanical Engineering, Yamaguchi University Tokiwadai, Ube, Yamaguchi 755-8611, Japan
- Sombatsompop, N., and Chaochanchaikul, K., 2004, **Effect of moisture content on mechanical properties, thermal and structural stability and extrudate texture of poly(vinyl chloride)/wood sawdust composites**, Journal Polymer Internasional 53: p1210 - 1218
- Wang, B., Panigrahi, S., Tabil, L., Crerar, W.J., Powell, T., Kolybaba, M., and Sokhansanj, S., 2002, **Flax Fiber-Reinforced Thermoplastic Composites**, Journal The Society for Eng. in Agricultural, Food, and Biological Systems, Dep. of Agricultural and Bioresource Eng. Univ. of Saskatchewan., Canada