

## **BAB IV**

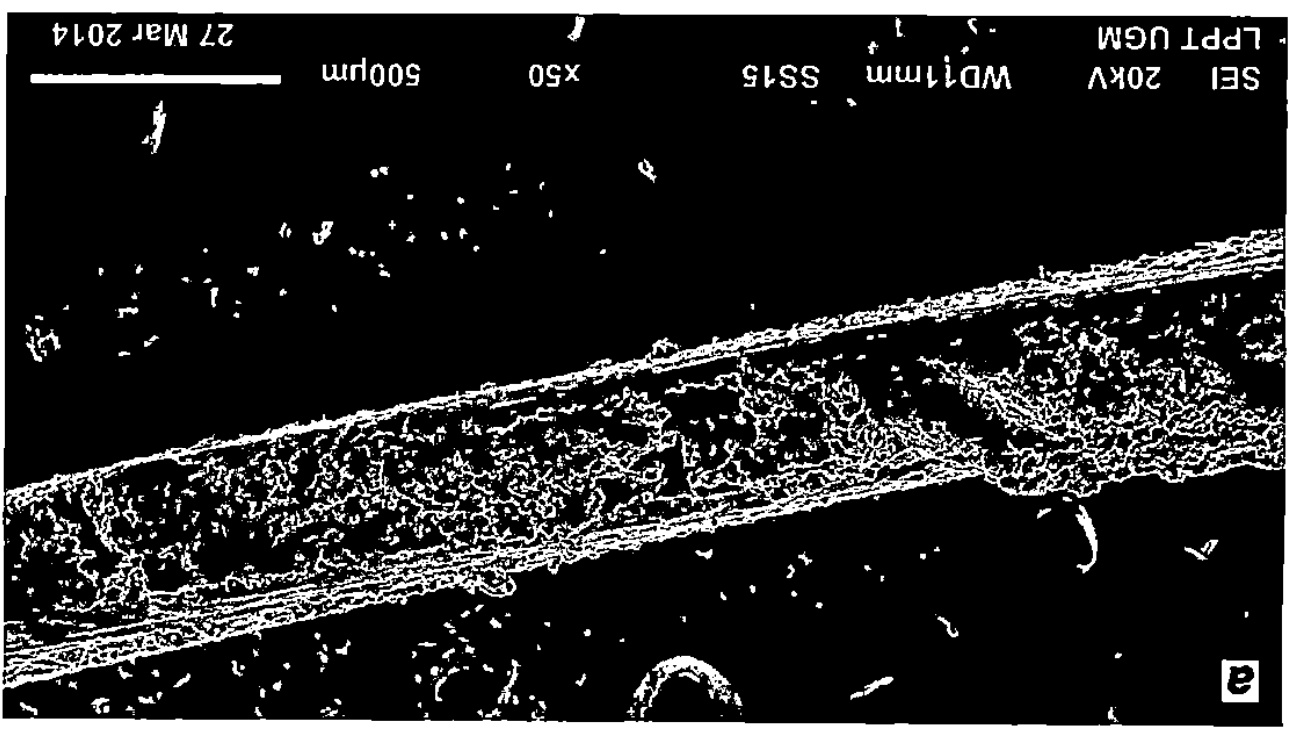
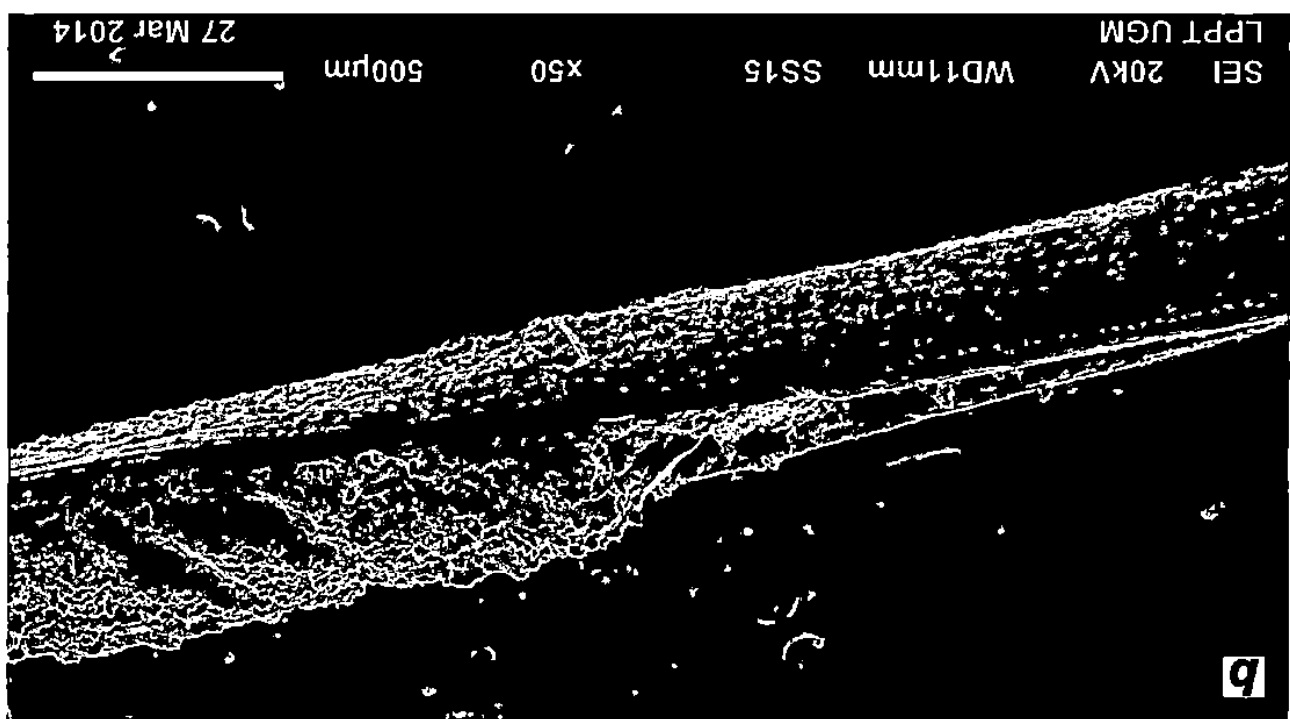
### **HASIL DAN PEMBAHASAN**

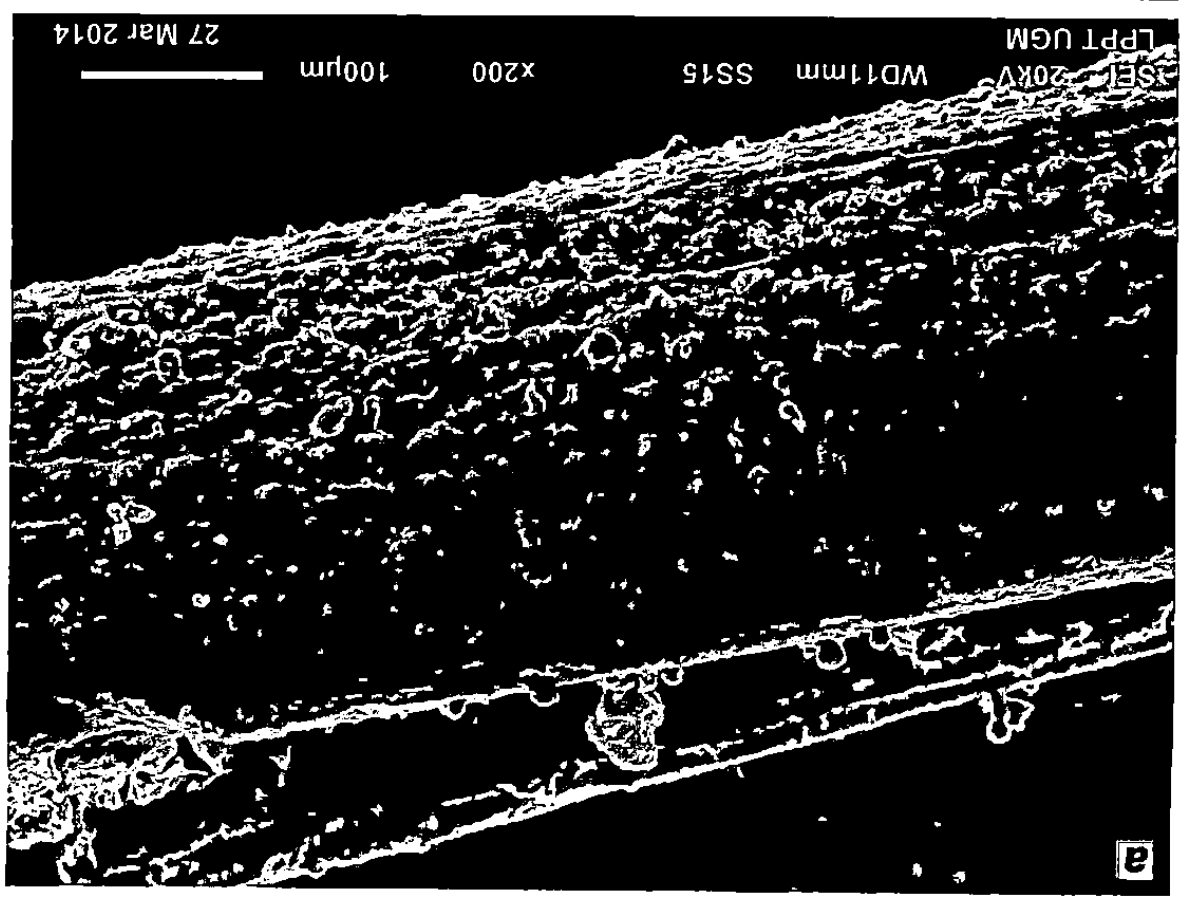
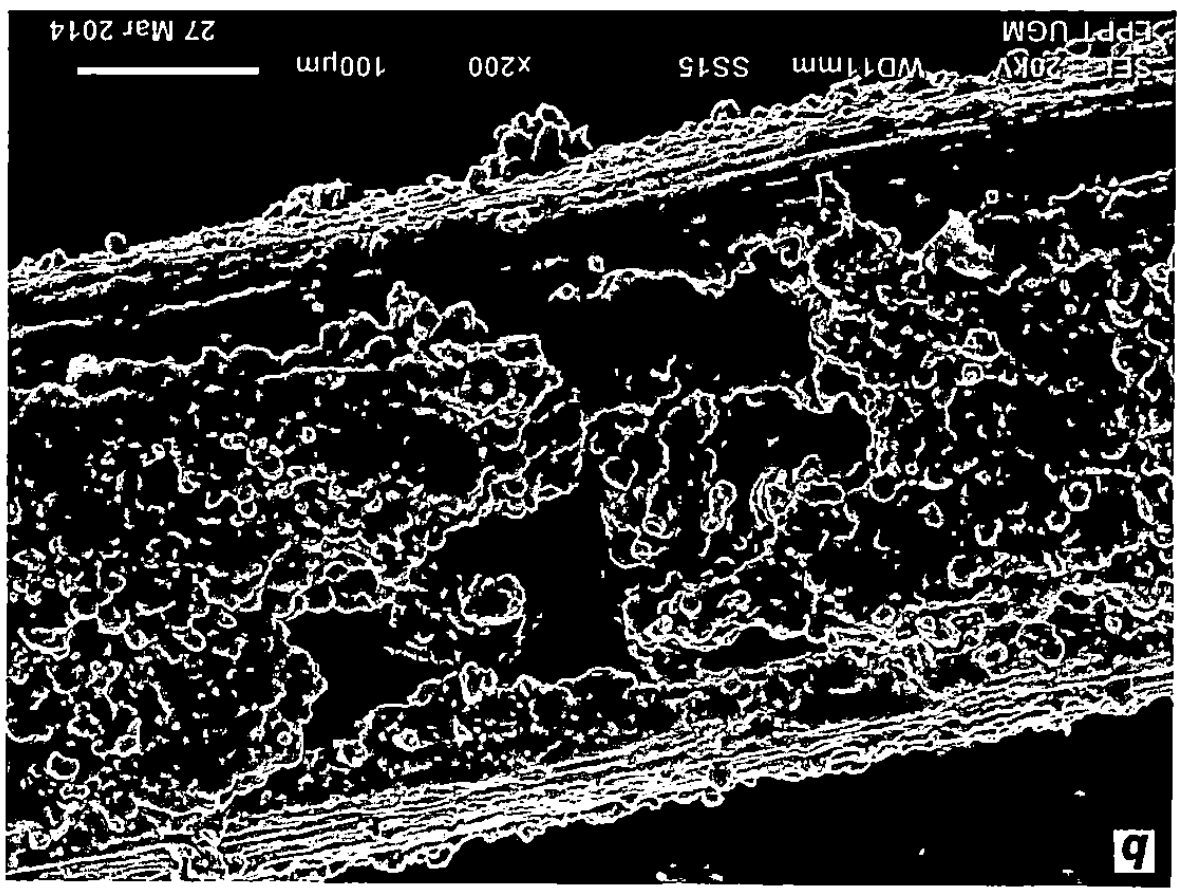
Hasil dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh konsentrasi alkali dan waktu perendaman terhadap kuat geser komposit serat ijuk aren/epoksi dengan pengujian mekanis. Sehingga diharapkan nantinya dengan mengetahui sifat-sifat dan karakteristik mekanisnya, maka karakteristik komposit serat ijuk aren/epoksi dapat digunakan sesuai kebutuhannya.

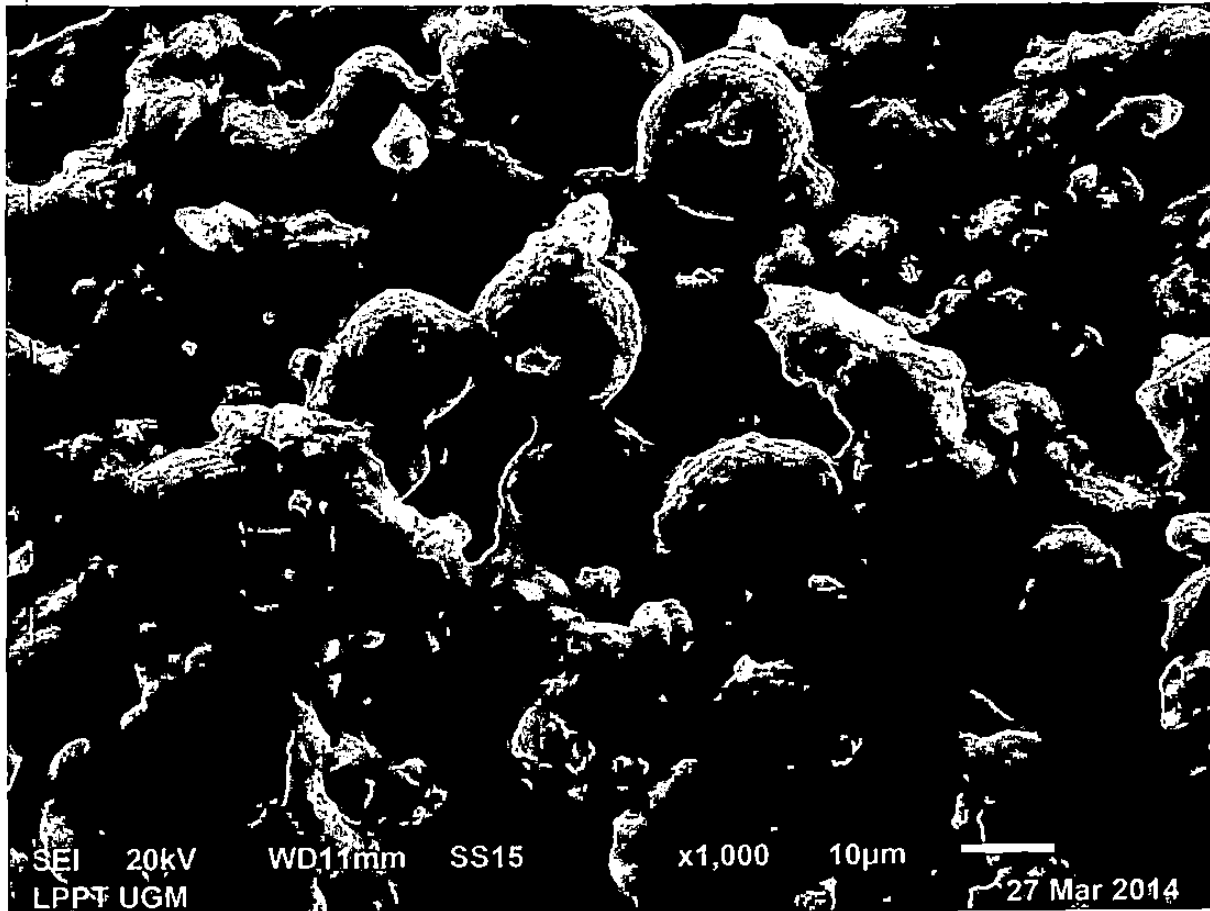
#### **4.1. Morfologi Serat**

Kualitas material komposit sangat dipengaruhi oleh kandungan dan distribusi serat yang diikat oleh matriknya. Sedangkan ikatan antar muka serat dan matrik sangat dipengaruhi dari struktur luar dan kandungan yang ada pada seratnya, begitu juga dengan morfologi ijuk aren ini dapat dilihat dan diamati menggunakan foto SEM (*scanning electron microscopy*). Gambar 4.1 menunjukkan hasil pengamatan morfologi serat ijuk aren pada konsentrasi NaOH 5 % dengan waktu perendaman 2 jam.

Selanjutnya analisis foto SEM yang detailnya dapat dilihat pada Lampiran E menunjukkan komposisi kimia serat seperti ditunjukkan pada Tabel 4.1 dan Tabel







**Gambar 4.3.** Hasil foto SEM pembesaran 1000X.

Pada Gambar 4.1 dapat diamati struktur permukaan serat secara lebih rinci. Gambar 4.1a memperlihatkan serat yang tidak silindris, permukaan serat yang tidak rata antara sisi satu dengan yang lainnya, dan penampang serat yang berlubang pada sisi tertentu yang bisa menyebabkan pengisian matrik pada bagian yang berlubang. Gambar 4.1b serat yang terlihat terbelah tersebut lebih banyak menyebabkan distribusi tegangan yang diterima serat tidak merata.

Ketidak silindrisan permukaan serat dan adanya cekungan yang memanjang yang menyatakan serat tersebut terbelah terlihat lebih jelas lagi ketika dilakukan pembesaran menjadi 200X seperti pada (Gambar 4.2a dan b). Adanya rongga (Gambar 4.2b) akan menyebabkan distribusi tegangan tidak merata melainkan terkonsentrasi pada titik tertentu. Begitu juga halnya dengan (Gambar 4.3) terlihat

**Tabel 4.1.** Komposisi unsur kimia menggunakan SEM selama 51,4 detik

<i>ZAF Method Standardless Quantitative Analysis</i>							
<i>Fitting Coefficient : 0,0679</i>							
<i>Element</i>	<i>(keV)</i>	<i>Mass%</i>	<i>Sigma</i>	<i>Atom</i>	<i>Compound</i>	<i>Mass%</i>	<i>Cantion</i>
C K	0,277	47,35	2,22	54,75			50,28
N K	0,392	17,81	8,34	17,66			16,95
O K	0,525	29,09	8,60	25,25			21,44
Al K	1,486	0,93	0,61	0,48			1,36
Si K	1,739	1,51	0,74	0,74			2,60
Cl K	2,621	0,10	0,18	0,04			0,22
Ca K	3,690	2,83	1,17	0,98			6,44
Fe K	6,398	0,39	0,70	0,10			0,69
Total		100,00		100,00			

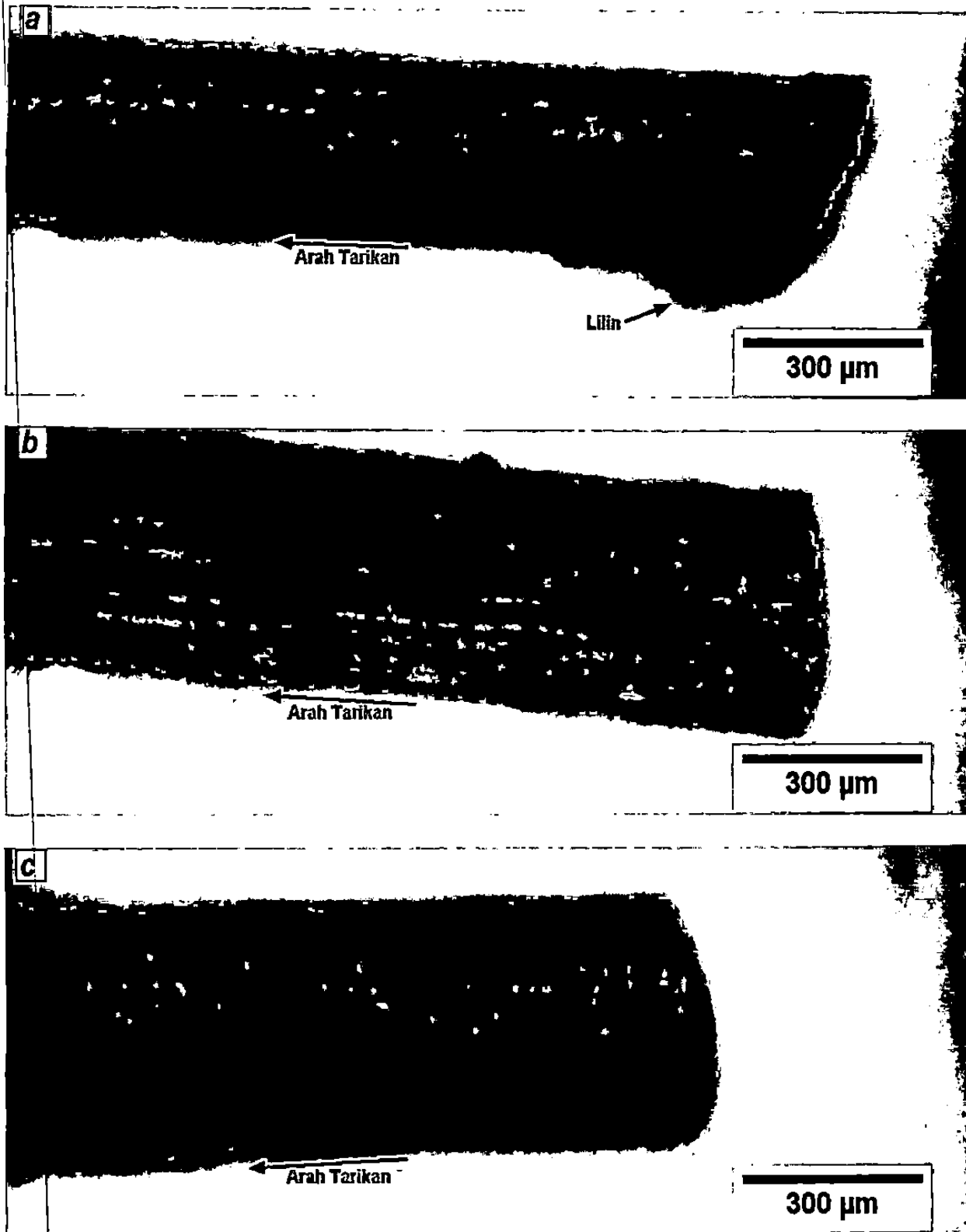
**Tabel 4.2.** Komposisi unsur kimia menggunakan SEM selama 51,5 detik

<i>ZAF Method Standardless Quantitative Analysis</i>							
<i>Fitting Coefficient : 0,0679</i>							
<i>Element</i>	<i>(keV)</i>	<i>Mass%</i>	<i>Sigma</i>	<i>Atom</i>	<i>Compound</i>	<i>Mass%</i>	<i>Cantion</i>
C K	0,277	57,21	0,04	65,60			54,09
O K	0,525	37,09	0,12	31,93			35,69
Al K	1,486	0,81	0,01	0,41			1,15
Si K	1,739	2,88	0,02	1,41			4,85
Ca K	3,690	1,55	0,02	0,53			3,41
Fe K	6,398	0,45	0,01	0,11			0,78
Total		100,00		100,00			

Dari Tabel 4.1 dan 4.2 dapat dilihat bahwa serat memiliki sifat heterogenitas yang cukup besar, meskipun serat tersebut mendapatkan perlakuan yang sama akan tetapi sifatnya berbeda.

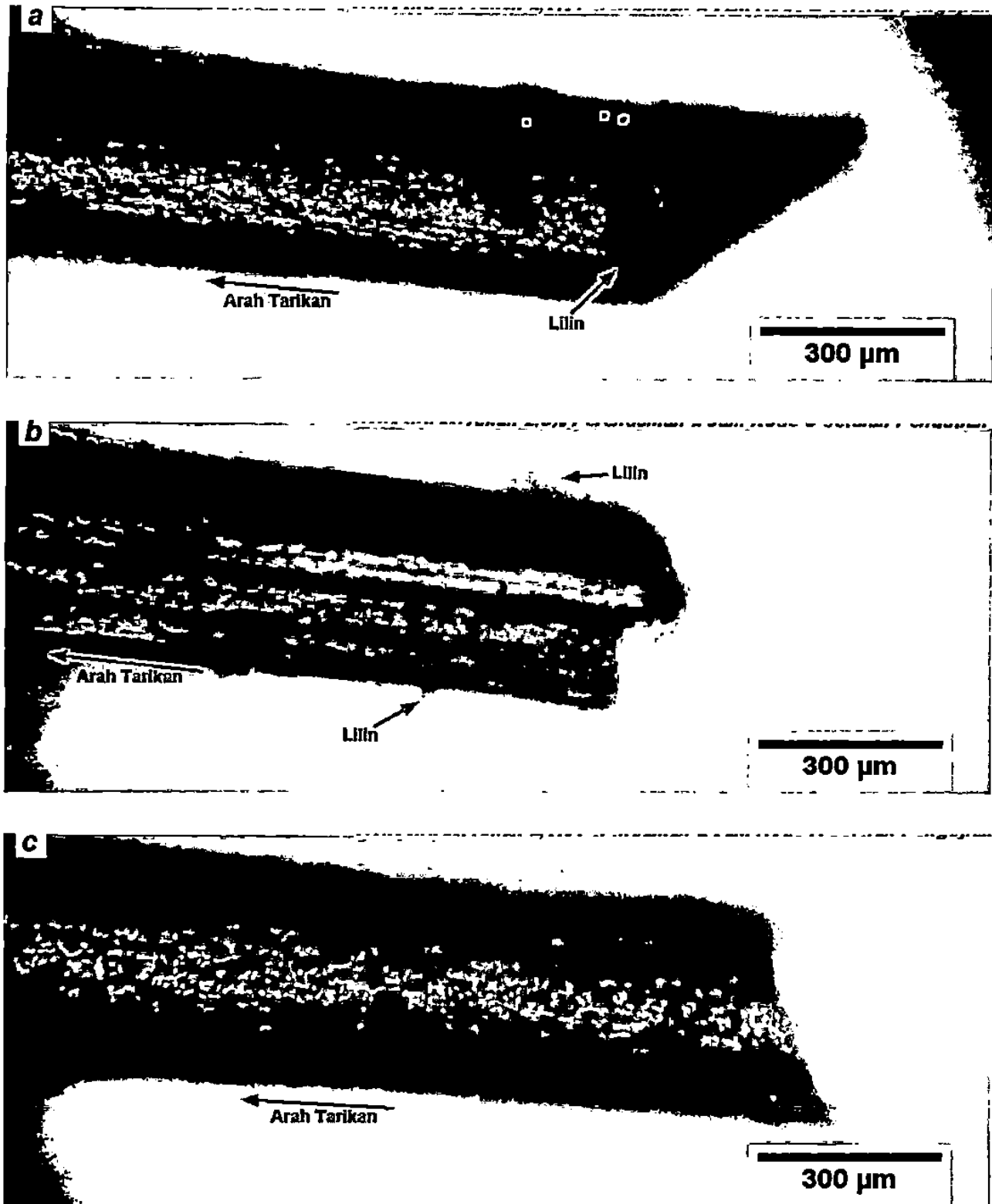
#### 4.2. Pengamatan Foto Mikro Spesimen setelah Pengujian

Foto mikro dilakukan untuk mengetahui morfologi serat penampang ujung serat yang tercabut setelah pengujian. Selanjutnya pada Gambar 4.4, Gambar 4.5 dan Gambar 4.6 dapat dilihat foto mikro serat setelah pengujian, sedangkan untuk detail foto mikro setiap spesimen dapat dilihat pada Lampiran F. Selanjutnya foto mikro dapat digunakan sebagai dasar untuk menganalisa hasil dari pengujian



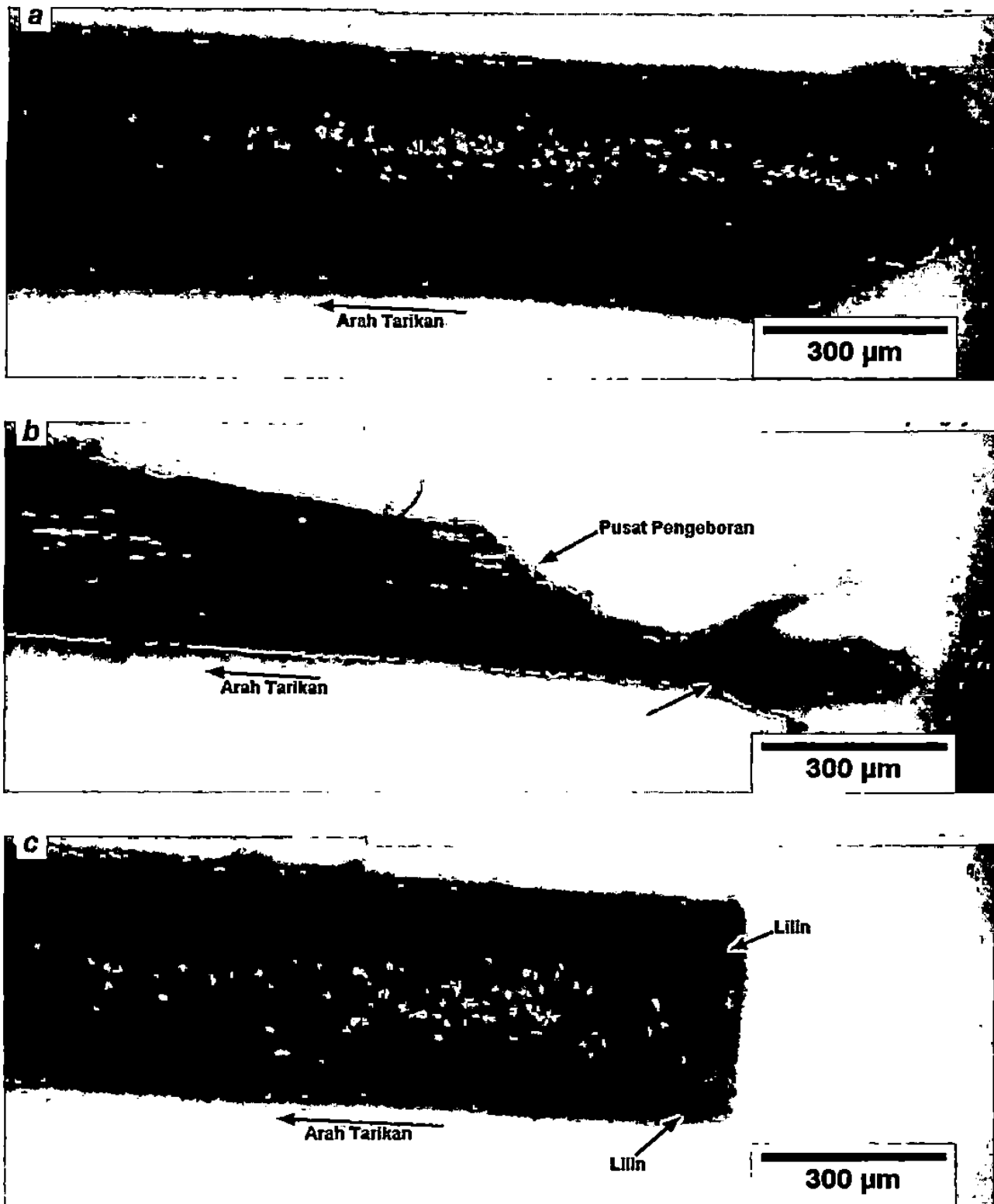
**Gambar 4.4.** Foto mikro serat ijuk aren dengan perlakuan perendaman selama 4 jam pada konsentrasi alkali 0% setelah dilakukan pengujian *fiber pull-out* (a).

Spesimen kode D (b). Spesimen kode E (c). Spesimen kode B



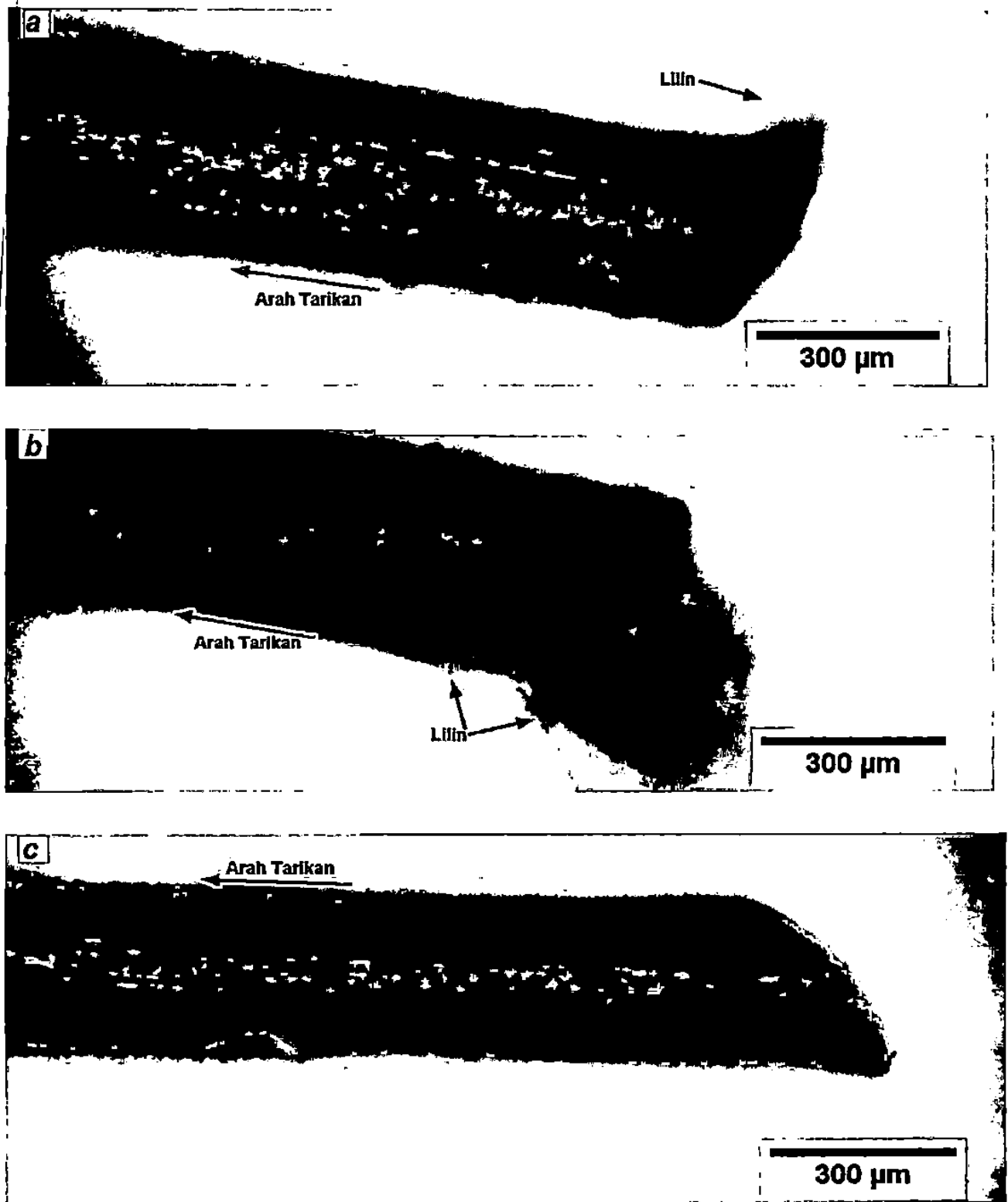
**Gambar 4.5.** Foto mikro serat ijuk aren dengan perlakuan perendaman selama 2 jam pada konsentrasi alkali 2,5% setelah dilakukan pengujian *fiber pull-out* (a).

Spesimen kode E (b), Spesimen kode C (c), Spesimen kode A



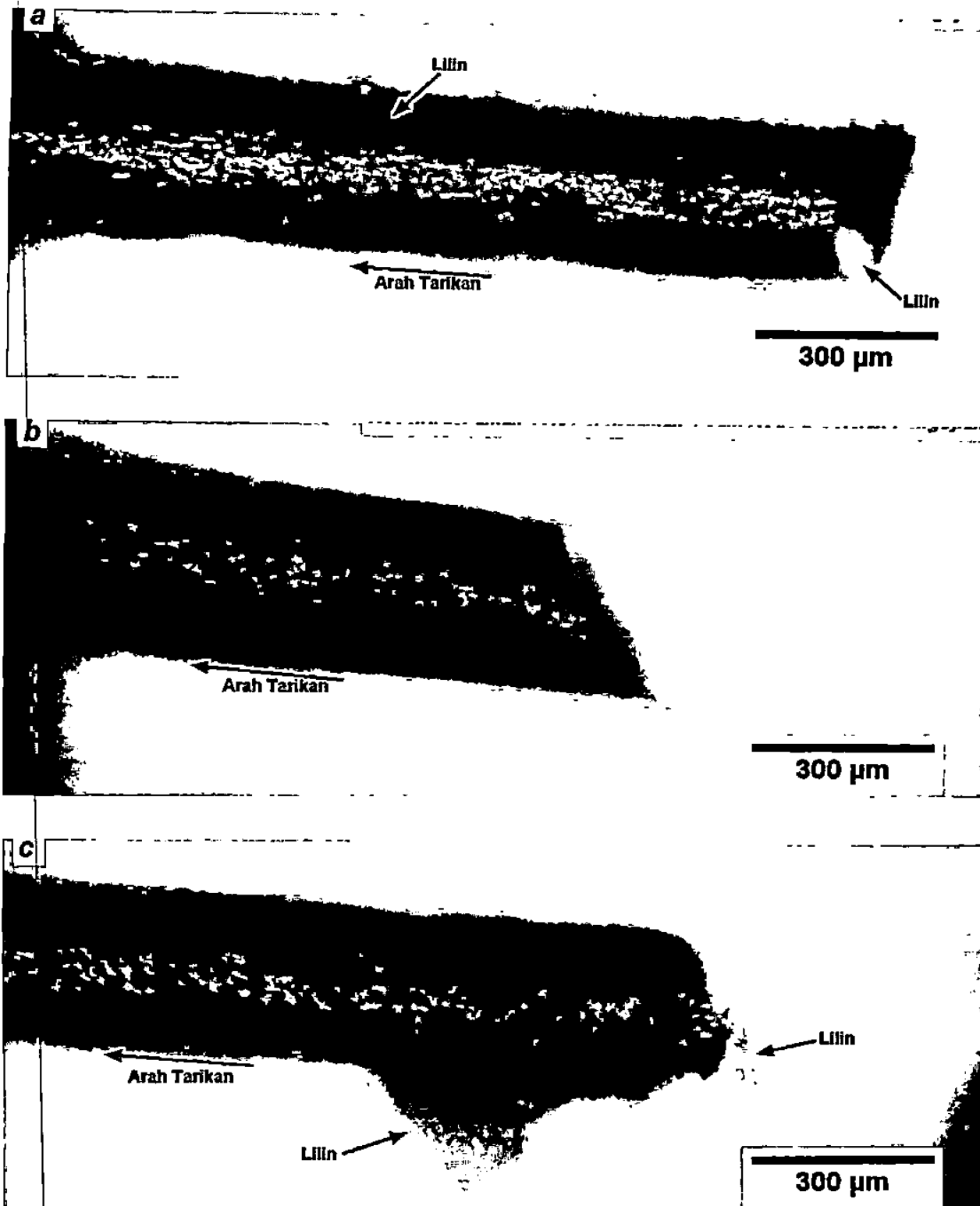
**Gambar 4.6.** Foto mikro serat ijuk aren dengan perlakuan perendaman selama 4 jam pada konsentrasi alkali 5% setelah dilakukan pengujian *fiber pull-out* (a). Spesimen kode A (b). Spesimen kode B (c). Spesimen kode C





**Gambar 4.7.** Foto mikro serat ijuk aren dengan perlakuan perendaman selama 4 jam pada konsentrasi alkali 7,5% setelah dilakukan pengujian *fiber pull-out* (a).

Spesimen kode D (b) Spesimen kode D (c) Spesimen kode A



**Gambar 4.8.** Foto mikro serat ijuk aren dengan perlakuan perendaman selama 4 jam pada konsentrasi alkali 10% setelah dilakukan pengujian *fiber pull-out* (a). Spesimen kode E (b). Spesimen kode D (c). Spesimen kode C

Pada Gambar 4.4a,b,c terlihat bahwa nilai diameter serat sisi ujung pengeboran lebih besar dibandingkan sisi lainnya sehingga menyebabkan naiknya nilai kuat

Pada Gambar 4.5a terlihat bahwa nilai diameter serat pada sisi ujung pengeboran tidak beda jauh dengan sisi lainnya dan terlihat adanya lilin. Pada Gambar 4.5b menunjukkan rekatan buruk yang ditandai dengan diameter pada sisi ujung pengeboran lebih lebar dibandingkan sisi lain dan terlihat adanya serat yang pecah. Sedangkan Gambar 4.5c menunjukkan rekatan baik, yang ditandai dengan diameter pada sisi ujung pengeboran lebih kecil dibandingkan sisi lain dan terlihat permukaan serat tidak rata atau kasar.

Pada Gambar 4.6a terlihat bahwa diameter serat pada sisi ujung pengeboran lebih besar dibandingkan sisi lainnya dan terlihat permukaan serat pecah. Pada Gambar 4.6b menunjukkan rekatan baik yang ditandai dengan diameter serat sisi ujung pengeboran lebih kecil dibandingkan sisi lain dan terlihat permukaan serat pecah. Sedangkan Gambar 4.6c menunjukkan rekatan kurang baik yang ditandai dengan adanya lilin yang menempel pada ujung permukaan serat.

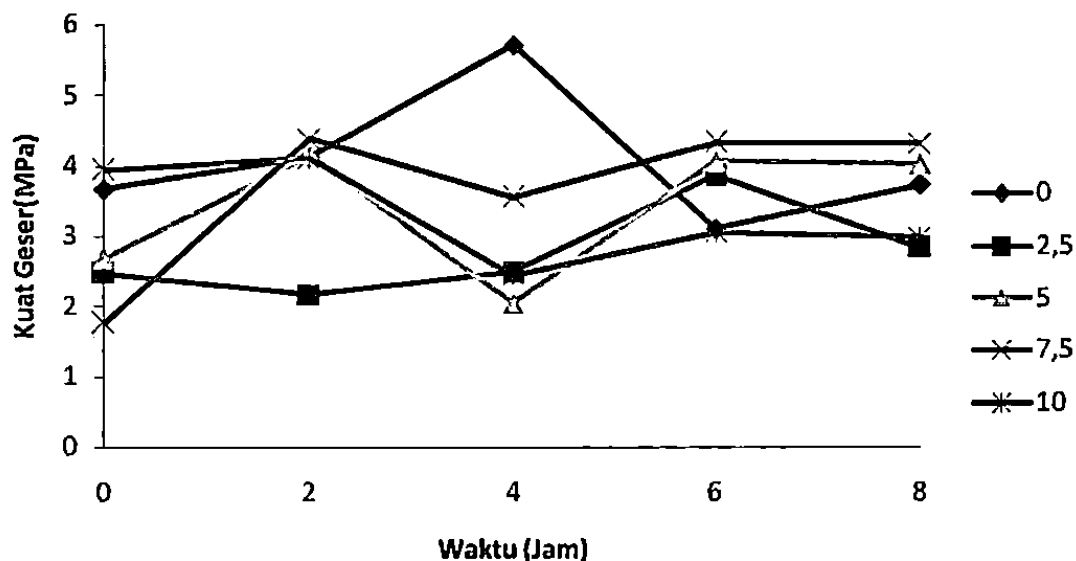
Pada Gambar 4.7a dan 4.7b terlihat bahwa beberapa serat diselubungi kotoran dari *wax* yang dipakai untuk penyekat. Hal ini menyebabkan daya rekat antar fiber dan matrik tidak maksimal. Pada Gambar 4.7c terlihat bahwa permukaan serat halus dan diduga karena semakin kecil serat tersebut maka ketebalan selubung inti partikel serat tersebut semakin tebal dan inti serat semakin kecil sehingga rekatan pada luas permukaan serat semakin menyempit. Keadaan ini akan menyebabkan turunya kuat geser pada serat.

Pada Gambar 4.8a terlihat bahwa selisih diameter serat pada sisi ujung pengeboran dan yang lainnya tidak beda jauh dan adanya lilin pada ujung serat. Pada Gambar 4.8b menunjukkan rekatan sangat baik yang ditandai dengan diameter serat pada sisi ujung pengeboran nilainya tidak beda jauh dengan sisi lainnya kemudian terlihat diameter serat kecil berbeda dengan serat lain yang besar. Sedangkan Gambar 4.8c menunjukkan rekatan tidak baik yang ditandai diameter serat kecil kemudian terlihat ada lilin yang menempel pada serat

### 4.3. Kuat Geser Rekatan *Interface*

Dari hasil pengujian *fiber pullout* didapatkan nilai tegangan tarik untuk serat yang putus dan tegangan geser untuk *fiber pullout*. Hasil pengujian seperti pada Lampiran G menunjukkan hasil statistik nilai optimum pembebanan yang didapat untuk spesimen uji.

Dari Lampiran G selanjutnya dengan menggunakan persamaan (2.3) akan didapat nilai kuat geser untuk masing-masing spesimen. Tabel 4.3. menunjukkan nilai kuat geser serat ijuk aren dari hasil *fiber pullout*. Selanjutnya dari nilai kuat geser (MPa) antar muka serat ijuk aren/epoksi Lampiran H tersebut dibuat grafik hubungan pengaruh konsentrasi NaOH terhadap kuat geser rekatan antar muka serat ijuk aren/epoksi seperti pada Gambar 4.7 dan grafik hubungan pengaruh waktu perendaman dengan kuat geser rekatan antar muka serat ijuk aren/epoksi seperti pada Gambar 4.8.



**Gambar 4.7.** Hubungan konsentrasi NaOH terhadap kuat geser rekatan

Pada Gambar 4.7 dapat diketahui bahwa konsentrasi alkali dan lamanya perendaman mempengaruhi nilai kuat geser. Semakin lama serat direndam di dalam air (konsentrasi alkali 0%) akan menurunkan kuat rekatan *interface* serat matrik. Hal ini karena serat alam bersifat *hydrophilic* yaitu suka terhadap air, sehingga semakin lama serat direndam di dalam air akan menambah kadar air

dalam serat tersebut sehingga menurunkan kuat rekatan *interface*. Adapun perendaman selama 4 jam yang memiliki nilai kuat geser tertinggi dibanding yang lainnya, hal ini bukan karena rekatannya yang lebih baik dari pada serat dengan perendaman konsentrasi alkali. Akan tetapi hal ini disebabkan karena serat yang direndam dalam air tersebut pada sisi ujung serat pengeboran memiliki diameter yang lebih lebar (Gambar 44a,b,c.) dibandingkan sisi lainnya. Sehingga serat tersebut terjepit pada saat dilakukan pengujian *fiber pullout* yang dapat menjadikan nilai kuat gesernya lebih besar dibandingkan serat dengan perendaman konsentrasi alkali yang umumnya memiliki diameter yang lebih kecil pada sisi ujung serat pengeborannya.

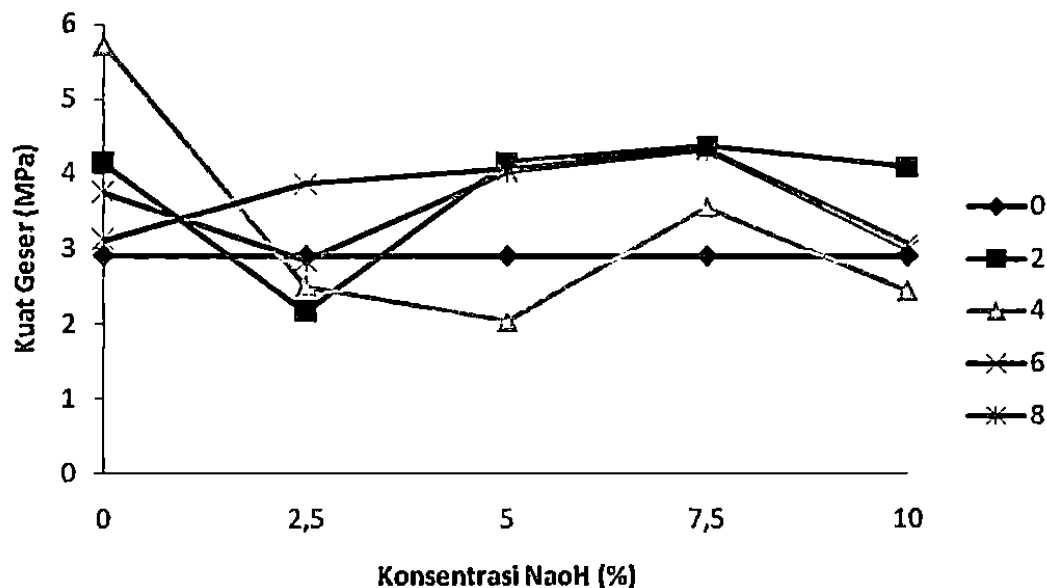
Begitu juga dengan perendaman pada konsentrasi 2,5% terlihat bahwa semakin lama serat direndam akan menaikkan kuat rekatan *interface* serat matrik sampai perendaman selama 6 jam. Hal ini mungkin disebabkan oleh konsentrasi alkali yang rendah sehingga belum cukup untuk menghilangkan *lignin* yang masih melekat pada seratnya.

Sedangkan perendaman pada konsentrasi 5% menunjukkan bahwa semakin lama serat direndam maka akan menurunkan kuat rekatan *interface* serat matrik. Hal ini disebabkan karena pada fase konsentrasi tersebut serat sudah mengalami pengelupasan kotoran (*lignin*). Lepasnya ikatan kotoran atau (*lignin*) pada serat akan mengakibatkan rekatan antar muka (*interface*) serat ijuk langsung berinteraksi dengan matriknya sehingga kuat geser rekatan *interface* menjadi maksimal. Begitu juga pada perendaman konsentrasi 7,5%, lamanya perendaman akan menurunkan kuat rekatan *interface* pada serat matrik. Hal ini terjadi baik pada konsentrasi 5; 7,5 maupun 10%, mungkin karena lamanya perendaman serat dalam alkali akan menurunkan kualitas serat tersebut yang bisa menyebabkan berkurangnya kekuatan ikatan *interface* serat matrik.

Lamanya perendaman serat pada konsentrasi alkali yang terlalu tinggi yaitu 10% hanya akan menurunkan kuat rekatan *interface* serat matrik. Hal ini mungkin disebabkan serat yang terlalu lama direndam pada konsentrasi alkali yang terlalu tinggi akan merusak struktur luar serat tersebut. Hal ini karena alkali memiliki sifat abrasif sehingga serat yang terlalu lama direndam pada konsentrasi

alkali yang tinggi akan terabrasi, sehingga kuat ikatan *interface* serat matrik akan menurun.

Pada Gambar 4.7 ada beberapa bagian grafik yang terlihat tidak *smooth* terutama sekali pada konsentrasi 5; 7,5; dan 10% dengan waktu perendaman empat jam yang terlihat sekali grafiknya fluktuatif. Pengamatan fotomikro spesimen dengan waktu perendaman tersebut terlihat bahwa pengeboran yang tidak tepat ditengah serat (Gambar 4.5, Gambar 4.6b dan 4.8b), adanya lilin yang masih melekat pada serat (Gambar 4.6c dan 4.8a dan c) dan adanya serat yang pecah (Gambar 4.5b dan 4.6a dan b), adanya diameter serat kecil (Gambar 4.8a,b,c) yang semua hal ini bisa menyebabkan kuat geser rekatan menurun.



**Gambar 4.8.** Hubungan antara waktu perendaman terhadap kuat geser

Dari Gambar 4.8 dapat diketahui bahwa waktu perendaman dan kandungan alkali sangat mempengaruhi kuat geser rekatan serat matrik. Pada perendaman nol jam terlihat bahwa tidak ada perubahan hal ini karena serat tidak dilakukan perendaman sehingga nilai kuat gesernya sama. Pada perendaman dua jam, Semakin bertambahnya perlakuan konsentrasi NaOH sampai konsentrasi 7,5% maka kekuatan gesernya akan semakin meningkat. Keadaan tersebut terjadi karena lepasnya ikatan kotoran atau (*lignin*) pada serat akan mengakibatkan rekatan antar muka (*interface*) serat itu langsung berinteraksi dengan matriknya

sehingga kuat geser rekatan *interface* menjadi maksimal kecuali pada konsentrasi 0% terlihat bahwa semakin tinggi konsentrasi alkali maka cenderung akan semakin tinggi pula kuat rekatan *interface* serat matrik. Hal ini mungkin disebabkan karena kandungan *lignin* atau sifat serat yang *hidrophilic* akan berkurang dengan semakin tingginya konsentrasi alkali yang terkandung pada cairan perendaman.

Berbeda halnya ketika serat direndam selama empat jam. Maka semakin tinggi konsentrasi alkali akan menurunkan kuat rekatan *interface* serat matrik. Hal ini mungkin terjadi karena serat yang terabrasi permukaannya ketika direndam pada konsentrasi yang berlebih. Sedangkan pada perendaman selama enam jam, semakin tinggi konsentrasi alkali maka semakin tinggi juga kuat rekatan *interface* serat matrik, akan tetapi mengalami penurunan ketika konsentrasinya 10%. Hal ini juga terjadi pada waktu perendaman selama delapan jam, yaitu semakin tinggi konsentrasi alkali maka semakin tinggi pula nilai kuat rekatan *interface* serat matrik dan mengalami penurunan pada konsentrasi 10%.

Selain itu, hal ini mungkin disebabkan beberapa faktor diantaranya: pengeboran yang tidak tepat di tengah serat, adanya lilin yang masih melekat pada serat dan adanya serat yang pecah. Hal ini bisa menyebabkan distribusi tegangan tidak merata ketika pembebanan sehingga bisa menurunkan ataupun menaikkannya. Pada perendaman selama dua, empat, enam dan delapan jam, kuat geser optimum terjadi pada konsentrasi 7,5% kemudian turun pada konsentrasi 10%. Hal ini disebabkan konsentrasi alkali yang berlebih juga akan menurunkan sifat serat alami, maka konsentrasi alkali yang terlalu tinggi pada perendaman yang lama dapat menurunkan kuat rekatan *interface*.