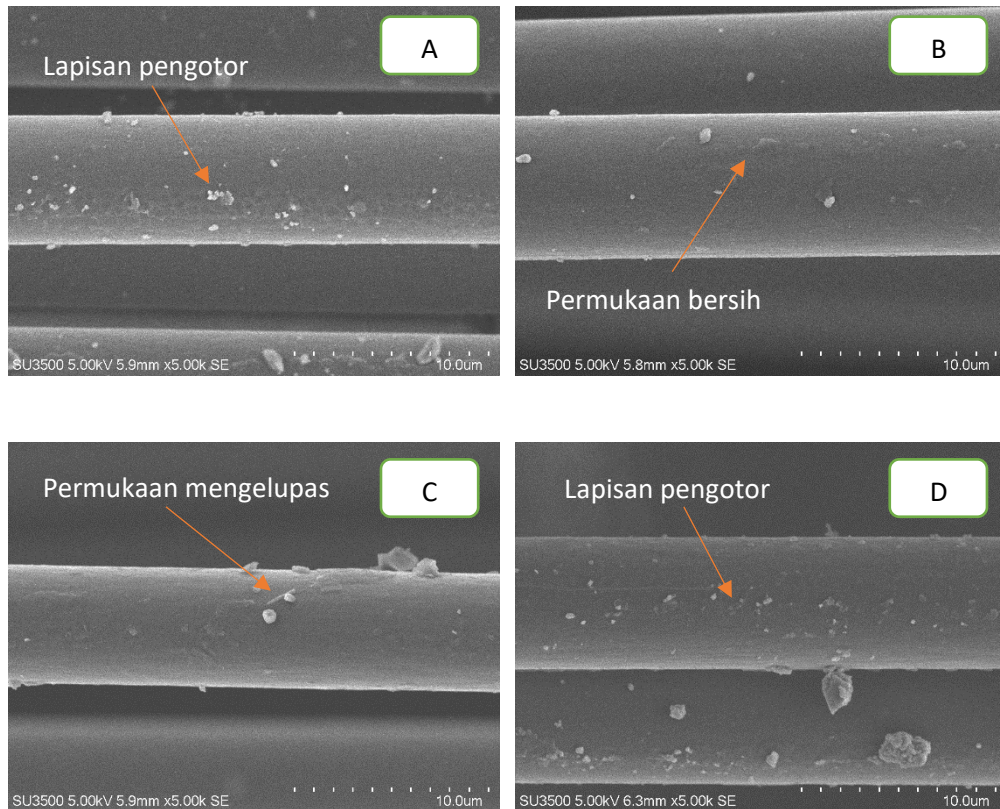


## BAB IV

### HASIL PENGUJIAN DAN PEMBAHASAN

#### 4.1 Morfologi Permukaan Serat Carbon



**Gambar 4. 1** Hasil uji SEM serat carbon (A) Perendaman asam nitrat 24 jam, (B) Perendaman asam nitrat 48 jam, (C) Perendaman asam nitrat 72 jam, (D) Perendaman asam nitrat 96 jam

Dari gambar 4.1 (A) terlihat bahwa permukaan serat karbon dengan perlakuan perendaman asam nitrat selama 24 jam terdapat lapisan kotor yang menyelubungi permukaan serat.

Dari gambar 4.1 (B) terlihat pada permukaan serat karbon dengan perlakuan perendaman asam nitrat selama 48 jam menunjukkan permukaan yang bersih. Pada permukaannya juga terlihat adanya lapisan permukaan terluar yang tertutup dengan baik. Dengan bersihnya permukaan serat carbon akan meningkatkan ikatan antar matrik dan serat sehingga kuat tarik akan meningkat.

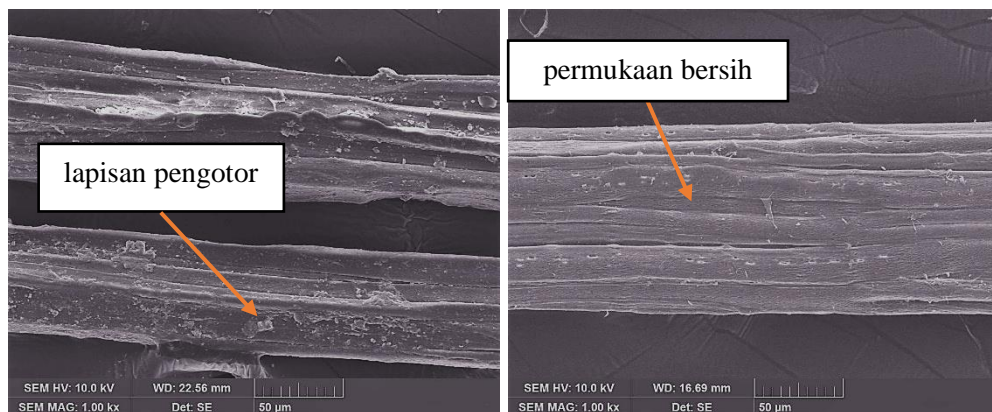
Dari gambar 4.1 (C) terlihat pada permukaan serat karbon dengan perlakuan perendaman asam nitrat selama 72 jam menunjukkan bahwa lapisan terluar permukaan serat karbon mengalami pengelupasan. Hal itu dapat menurunkan sifat mekanis dari

serat karbon karena diameter permukaannya menjadi lebih kecil. Selain itu pengelupasan lapisan terluar menjadikan ikatan antara matrik dan serat kurang terikat dengan baik.

4.1 (D) terlihat pada permukaan serat karbon dengan perlakuan perendaman asam nitrat selama 96 jam menunjukkan banyak kotoran yang diakibatkan dari pengelupasan permukaan serat. Dengan banyaknya pengelupasan yang terjadi akan menjadikan sifat mekanis dari serat karbon akan semakin mengalami penurunan

#### 4.2 Morfologi Permukaan serat sisal

Morfologi dan struktur permukaan serat dapat diketahui dan dievaluasi dengan dilakukan uji SEM (Scanning Electron Microscopy) yaitu pada serat tunggal sisal. Serat sisal yang dilakukan uji SEM ada 2 macam, serat sisal mentah tanpa perlakuan dan serat sisal dengan perlakuan alkalisasi.



**Gambar 4. 2. (A) Hasil uji SEM serat sisal mentah. (B) Hasil uji SEM serat sisal alkalisasi**

Pada gambar 4.3 (A) terlihat bahwa permukaan serat sisal tanpa perlakuan ada lapisan kotor yang membungkus lapisan permukaan. Lapisan pembungkus yang menyelubungi serat sisal diperkirakan adalah komponen non-selulosa. Semakin banyak kotoran pada permukaan serat maka akan mengurangi kekuatan ikatan antara matriks dan serat sehingga menurunkan kuat tarik komposit (Muhazir, 2016)

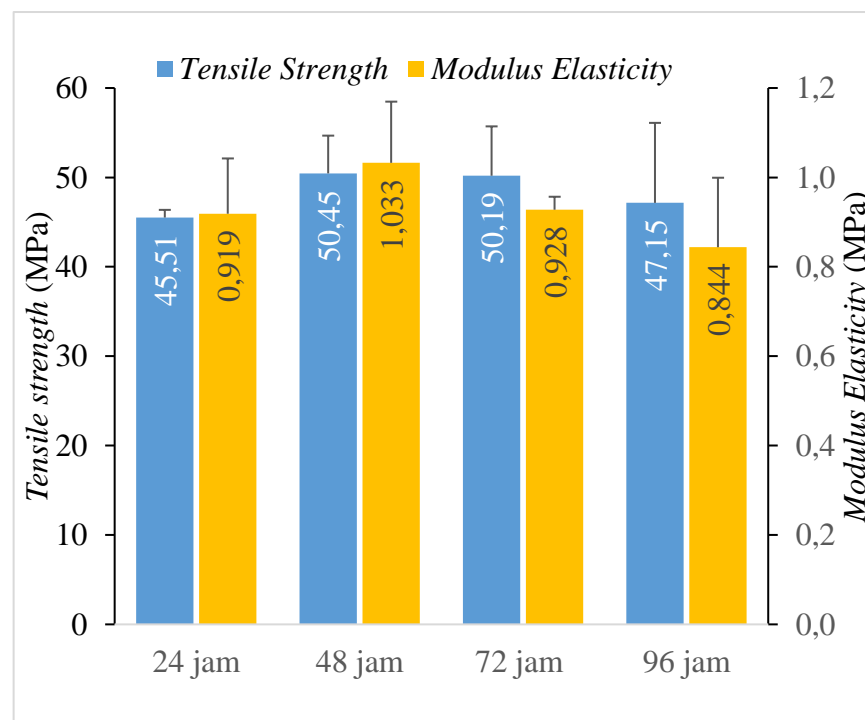
Pada gambar 4.3 (B) terlihat bahwa permukaan serat sisal dengan perlakuan alkalisasi dengan direndam larutan NaOH konsentrasi 6% selama 4 jam lebih bersih. Namun permukaan lebih kasar karena tidak adanya lapisan

pengotor yang menyelubungi serat. Lapisan non-selulosa dan kotoran lainnya hilang dari permukaan serat. Dengan bersihnya permukaan serat sisal dan permukaannya yang menjadi kasar akan meningkatkan ikatan antara matriks dan serat sehingga kuat tarik komposit akan meningkat.

#### 4.3 Pengujian Tarik Komposit

Pada pengujian tarik komposit serat sisal dengan perlakuan serat carbon campuran matrik PMMA didapat 3 jenis perhitungan kekuatan mekanik diantaranya kekuatan tarik komposit, regangan tarik, dan modulus elastisitas tarik komposit. Adapun hasilnya sebagai berikut :

1. Kekuatan dan modulus tarik Komposit.  
Grafik 4.1 Data kekuatan tarik komposit

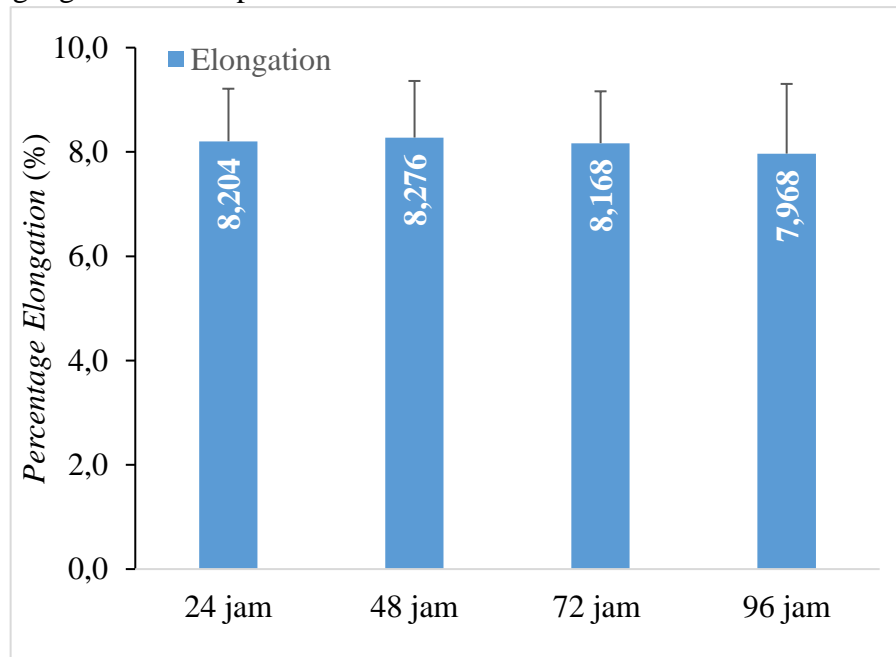


**Gambar 4. 3 Grafik kuat tarik komposit**

Dari grafik hasil pengujian tarik diatas diperoleh bahwa kuat tarik komposit dengan variasi perlakuan perendaman karbon 48 jam menggunakan asam nitrat berkadar 68% paling optimal. Hasil yg didapatkan dari kekuatan tarik karbon perlakuan 48 jam yaitu 50,45 MPa dengan

modulus elastisitas 1,033 GPa. Sedangkan untuk hasil komposit dengan variasi perlakuan perendaman karbon 24 jam mempunyai hasil yang paling rendah. Hasil yang didapat dari perlakuan serat karbon 96 jam adalah 47,15 MPa dan modulus elastisitas 0,844 GPa.

## 2. Regangan tarik komposit



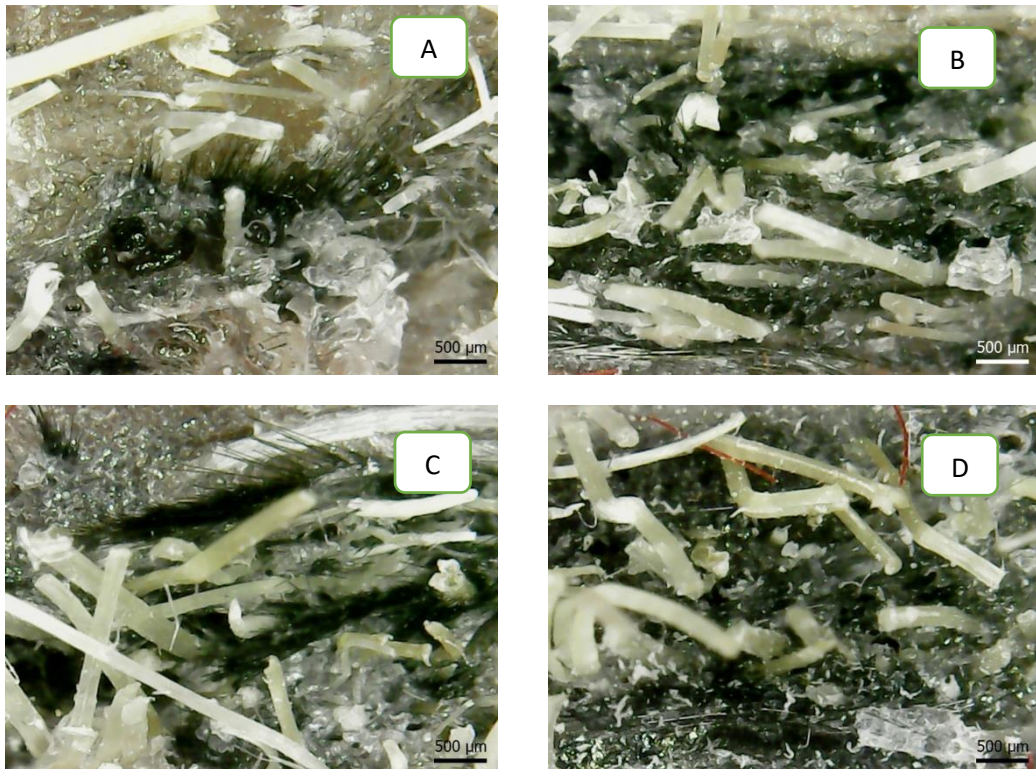
**Gambar 4. 4 Grafik kuat tarik komposit**

Dari data regangan tarik komposit grafik 4.4 diperoleh bahwa regangan tarik dengan variasi perlakuan perendaman karbon selama 48 jam memiliki tingkat keuletan yang paling tinggi dengan nilai regangan 8,276%. Namun, komposit dengan variasi perendaman karbon 96 jam memiliki regangan tarik paling rendah yaitu sebesar 7,968%.

#### 4.4 Struktur Potongan Spesimen Uji Tarik

##### a. Pengujian menggunakan optik digital

Komposit hasil pengujian tarik dipotong pada bagian tengah. Hasil potongan dibersihkan lalu diamati menggunakan mikroskop optik digital.



**Gambar 4. 5** Struktur potongan hasil uji optik komposit (A) 24 jam. (B) 48 jam. (C) 72 jam. (D) 96 jam

Komposit hasil pengujian tarik yang sudah patah kemudian dilakukan uji optik. Uji optik dilakukan guna mengetahui persebaran serat sisal, karbon dan matriks. Hasil menunjukkan bahwa semua variasi terisi penuh oleh serat sisal, karbon dan matriks. Pembuatan spesimen komposit dengan cara serat acak. Serat sisal yang terpotong karena posisinya searah dengan bentuk cetakan. Serat sisal yang melintang, atau tidak searah dengan cetakan tidak terpotong. Komposit



yang terisi penuh dan persebaran serat yang merata menghasilkan kekuatan tarik yang tinggi.

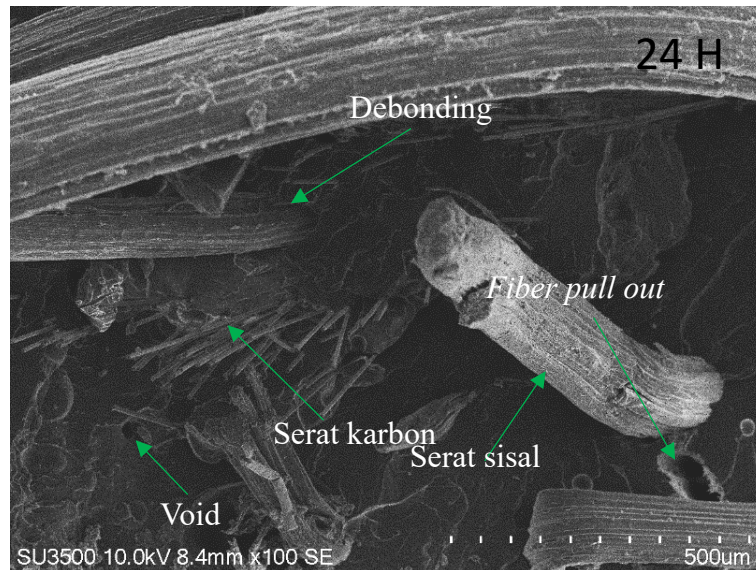
b. Uji SEM

Untuk mengetahui morfologi dan struktur mikro digunakan alat SEM. Hasil dari foto uji SEM pada permukaan patahan yang diakibatkan pembebanan uji tarik adalah sebagai berikut :



**Gambar 4. 6 Struktur patahan hasil uji sem (A) Perendaman asam nitrat 24 jam, (B) Perendaman asam nitrat 48 jam, (C) Perendaman asam nitrat 72 jam, (D) Perendaman asam nitrat 96 jam**

Dari citra SEM dapat dilihat bahwa persebaran serat (sisal dan karbon) dan matrik cenderung mengumpul dibagian tengah komposit. Hal ini dikarenakan pada proses fabrikasi menggunakan metode satu lapis matrik-sisal/karbon matrik. Terdapat *micro void* dari seluruh foto patahan komposit mengakibatkan kuat tarik dari komposit kurang optimal. Walaupun jumlahnya sedikit dari hasil pengamatan patahan permukaan, namun tidak menutup kemungkinan masih ada void yang berada didalam komposit.



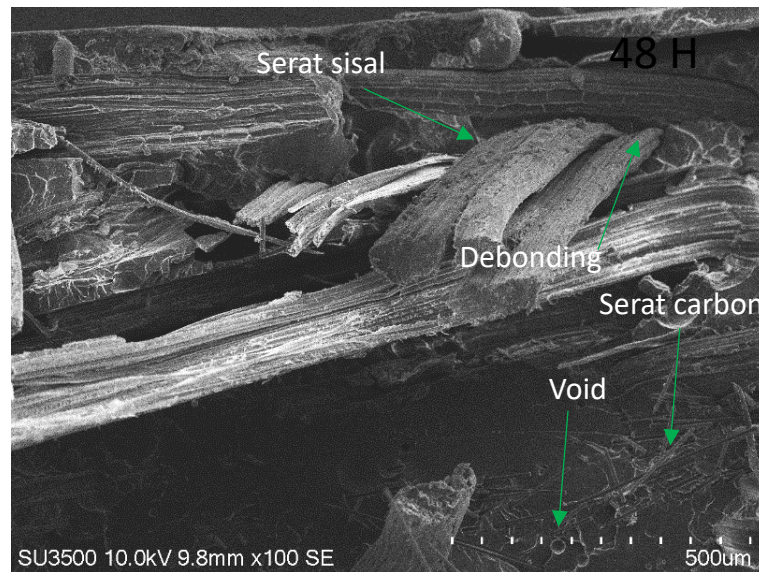
**Gambar 4. 7 Struktur patahan komposit hasil uji SEM perendaman asam nitrat 24 jam**

Dari citra SEM gambar 4.6 struktur patahan komposit hasil perendaman karbon selama 24 jam terdapat *debonding* (ikatan yang kurang bagus) antara matrik PMMA dengan serat sisal mengakibatkan kuat tarik komposit menurun.

Terdapat *micro void* dari foto patahan komposit PMMA/sisal mentah mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. Adanya *micro void* karena ketika proses fabrikasi terdapat udara yang terjebak.

Pada permukaan patahan juga terlihat adanya *fiber pull out* yaitu serat sisal yang tercabut dari matrik dengan jumlah yang sedikit.

Menurut Raharjo (2015) Ciri dari ikatan yang kuat antara matriks dengan seratnya adalah kegagalan komposit ketika diberikan pembebanan yakni tidak adanya *fiber pull out* atau serat yang tertarik keluar. Ikatan yang kuat antara matriks dan serat terjadi jika kegagalan komposit ketika diberikan pembebanan yaitu adanya serat yang putus atau patah. Terjadi karena adanya ikatan antara yang bagus antara serat dengan matriks.

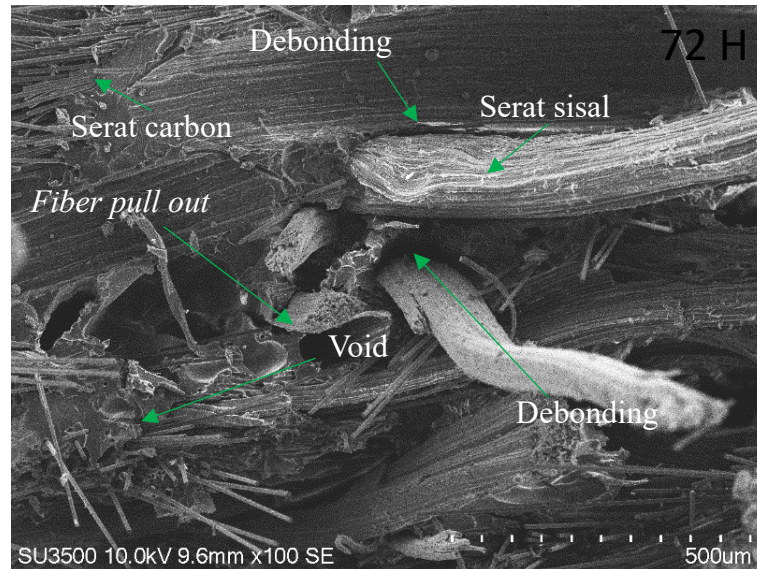


**Gambar 4. 8** Struktur patahan komposit hasil uji SEM perendaman asam nitrat 48 jam

Dari citra SEM gambar 4.7. struktur patahan komposit hasil perendaman karbon selama 48 jam terdapat debonding (ikatan yang kurang bagus) antara matrik PMMA dengan serat sisal mengakibatkan kuat tarik komposit menurun. Adanya *micro void* karena ketika proses fabrikasi ada udara yang terjebak. *Debonding* antara matriks PMM namun jarak *debonding* antara serat dan matrik menjadi lebih pendek. Hal itu dikarenakan serat karbon lebih bersih sehingga kekuatan tariknya dapat meningkat.

Pada permukaan patahan juga terdapat *fiber pull out* yaitu serat sisal tercabut dari matriks dengan lubang yang cukup besar.

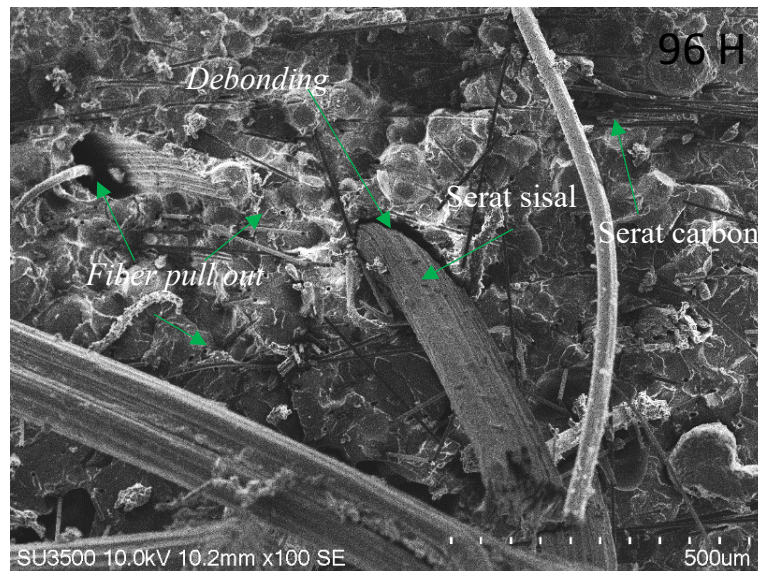




**Gambar 4. 9 Struktur patahan komposit hasil uji SEM perendaman asam nitrat 72 jam**

Dari citra SEM gambar 4.8 struktur patahan komposit hasil perendaman karbon selama 24 jam terdapat *debonding* dengan jarak yang panjang dibandingkan dengan variasi perendaman karbon 48 jam. Hal itu mengakibatkan menurunnya kuat tarik komposit.

Terdapat juga *micro void* dari foto patahan komposit mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. *Micro void* berupa ruangan kosong didalam komposit, terbentuk ketika proses fabrikasi terdapat udara yang terjebak. Walaupun jumlahnya sedikit dari hasil pengamatan hasil patahan permukaan, namun tidak menutup kemungkinan masih ada void yang berada didalam komposit



**Gambar 4. 10** Struktur patahan komposit hasil uji SEM perendaman asam nitrat 96 jam

Dari citra SEM gambar 4.9 struktur patahan komposit hasil perendaman karbon selama 24 jam terdapat *debonding* dengan jarak yang panjang dibandingkan dengan variasi perendaman karbon 48 jam. Hal itu mengakibatkan menurunnya kuat tarik komposit.

Terdapat juga *micro void* dari foto patahan komposit mengakibatkan kuat tarik dari komposit menurun. *Micro void* berupa ruangan kosong didalam komposit, terbentuk ketika proses fabrikasi terdapat udara yang terjebak. Walaupun jumlahnya sedikit dari hasil pengamatan hasil patahan permukaan, namun tidak menutup kemungkinan masih ada void yang berada didalam komposit.

*Fiber pull out* juga banyak terdapat pada gambar 4.9, hal itu terjadi karena ikatan yang terjadi antara matrik dan serat kurang baik. Pada hasil SEM serat tunggal terlihat bahwa pada perendaman carbon 96 jam banyak lapisan terluar yang terkikis. Hal ini menyebabkan ikatan matrik dan serat tidak baik yang mengakibatkan turunya sifat mekanis.