

BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN

4.1 Pengujian Impak

Pengujian hasil *impact charpy toughness* dengan ASTM D6110 terhadap sampel biokomposit berdasarkan penguat dapat dilihat pada tabel 4.1 Nilai ketangguhan impak merupakan jumlah energi yang dapat diserap oleh bahan akibat pembebanan secara tiba-tiba sehingga bahan mengalami deformasi. Penelitian dilakukan dengan 3 variasi, yaitu variasi dari jenis filler mikropartikel kenaf/serbuk CaCO₃, kenaf/serbuk cangkang telur bebek, dan kenaf/serbuk limbah *coating* yang masing-masing lolos ayakan 400mesh.



Gambar 4.1 Hasil uji *impact charpy* **Gambar 4.2** Spesimen dengan *v-notch*

Salah satu perhitungan ketangguhan impak adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned} W &= G \times R (\cos \beta - \cos \alpha) \\ &= 1.8\text{N} \times 0.33\text{m} \times \{\cos(92.32) - \cos(107.46)\} \\ &= 0.154 \text{ J} \end{aligned}$$

$$I_t = \frac{W}{l \times t}$$

$$= \frac{0.154}{10.16 \times 2.89}$$

$$= 0.00524 \text{ J/mm}^2$$

Tabel 4.1 Hasil ketangguhan impak (a) variasi perbandingan kenaf/serbuk CaCO₃; (b) kenaf/serbuk cangkang telur bebek; (c) kenaf/serbuk limbah *coating*.

Kenaf(20)/serbuk CaCO ₃ (10)	Sudut (β) °	Luas Penampang (mm ²)	Energi yang diserap (W) Joule	Ketangguhan impak (Joule/m ²)
A1	92.62	29.36	0.151	0.00513
A2	92.48	31.22	0.153	0.00490
A3	92.33	29.36	0.154	0.00523
A4	92.31	29.36	0.154	0.00524
A5	92.47	29.46	0.153	0.00518
Rata-rata			0.153	0.00514
Standar Deviasi				0.000130

(a) Hasil ketangguhan impak variasi perbandingan kenaf/serbuk CaCO₃

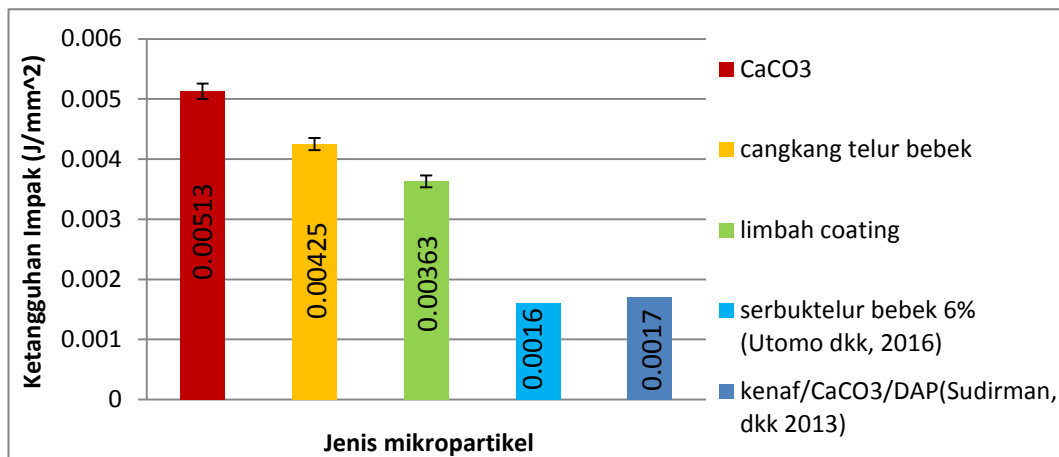
Kenaf(20)/serbuk cangkang telur bebek (10)	Sudut (β) °	Luas Penampang (mm ²)	Energi yang diserap (W) Joule	Ketangguhan impak (Joule/m ²)
B1	95.05	29.27	0.125	0.00427
B2	95.07	29.30	0.125	0.00427

B3	94.93	29.36	0.127	0.00432
B4	94.97	29.46	0.127	0.00430
B5	95	3.10	0.126	0.00407
Rata-rata			0.126	0.00425
Standar Deviasi				0.00010

(b) Hasil ketangguhan impact variasi perbandingan kenaf/serbuk cangkang telur bebek

Kenaf(20)/ serbuk limbah serbuk <i>coating</i> (10)	Sudut (β) °	Luas Penampang (mm ²)	Energi yang diserap (W) Joule	Ketangguhan impact (Joule/m ²)
C1	96.80	2.9.43	0.1078	0.00366
C2	96.76	29.43	0.1083	0.00368
C3	96.71	29.55	0.1088	0.00369
C4	96.73	29.46	0.1086	0.00369
C5	96.82	31.19	0.1076	0.00345
Rata-rata			0.1082	0.00363
Standar Deviasi				0.00010

(c) Hasil ketangguhan impact variasi perbandingan kenaf/serbuk limbah *coating*



Gambar 4.3 Hubungan ketangguhan impact terhadap jenis mikropartikel

Dapat dilihat dari table 4.1 dan gambar 4.2 hasil dari pengujian *impact charpy* dengan standar ASTM D6110 komposit serat kenaf/epoksi dengan perbandingan jenis mikropartikel didapat nilai rata-rata tertinggi yaitu pada variasi perbandingan *filler* serat kenaf/serbuk CaCO₃ sebesar 0.00513 J/mm². hal ini membuktikan bahwa penambahan serbuk CaCO₃ sangat mempengaruhi ketangguhan impact dan membuat komposit menjadi lebih kuat dan kaku yang dikarenakan ikatan yang baik antara matrik dengan CaCO₃ dibandingkan dengan seratnya. Berdasarkan hasil penelitian oleh Adeosum dkk, (2013) melaporkan penambahan kalsium karbonat (CaCO₃) pada komposit akan meningkatkan sifat mekanis komposit. Ketangguhan impact terendah terdapat pada variasi perbandingan *filler* serat kenaf/serbuk limbah *coating* dengan rata-rata ketangguhan impact sebesar 0.00363 J/mm². Nilai ketangguhan impact tersebut memiliki nilai lebih tinggi dibandingkan dengan hasil penelitian yang telah dilakukan oleh Sudirman, dkk (2013) dengan matrik yang digunakan jenis polipropilen dan perbandingan antara IPP/kenaf/nanoCaCO₃ adalah (65:15:13) sebesar 0.0017 J/mm². Hasil rata-rata uji impact dengan variasi serat/serbuk cangkang telur bebek sebesar 0.00429 J/mm² lebih tinggi dibandingkan dengan penelitian Utomo (2016) yang menggunakan matrik resin epoksi dengan penambahan serbuk cangkang telur 6% mendapatkan hasil uji impact terbesar

dengan ketangguhan impak 0.0016 J/mm^2 . Hal tersebut dikarenakan matrik tak hanya berikatan dengan serbuk CaCO_3 saja tetapi berikatan dengan serat juga.

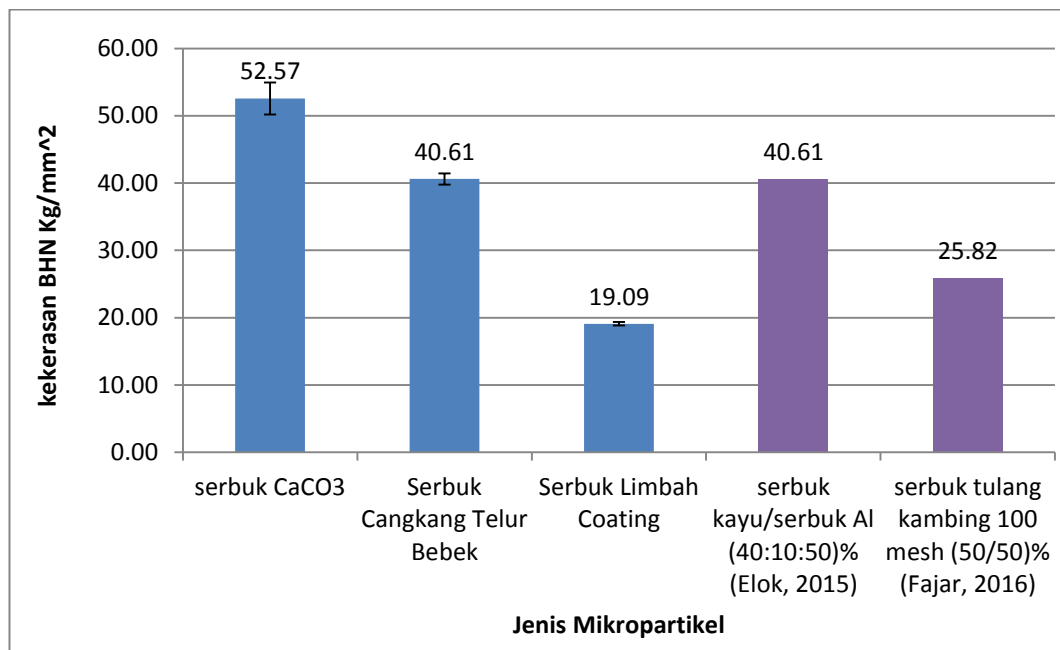
Pengujian impak komposit serat alam dengan penambahan jenis mikropartikel serbuk cangkang telur bebek lebih tinggi dibandingkan dengan variasi serbuk limbah *coating*, hal ini dikarenakan serbuk cangkang telur bebek memiliki kandungan sekitar 94% CaCO_3 . Nilai dari ketangguhan impak yang diterima semakin meningkat dengan meningkatnya energi serap yang didapat. Terbukti pada energi serap yang diterima komposit kenaf/epoksi dengan penambahan serbuk CaCO_3 lebih tinggi dibandingkan energi serap yang diterima kenaf/epoksi dengan penambahan serbuk cangkang telur bebek maupun serbuk limbah *coating*.

4.1 Pengujian Kekerasan

Pengujian kekerasan dilakukan sesuai dengan standar ASTM E10. Hasil pengujian berupa titik bekas penekanan indentor yang ditunjukkan pada gambar 4.4 dilihat menggunakan mikroskop.

Salah satu perhitungan nilai uji kekerasan *brinell* adalah sebagai berikut :

$$\begin{aligned}
 HB &= \frac{2F}{\pi D(D - \sqrt{D^2 - d^2})} \\
 &= \frac{2 \times 16.652 \text{ kg}}{\pi \times 2.5 \text{ mm} \times (2.5 - \sqrt{2.5^2 - 0.63^2})} \\
 &= 52.57 \text{ kg/mm}^2
 \end{aligned}$$



Gambar 4.4 Hubungan kekerasan *brinell* terhadap jenis mikropartikel

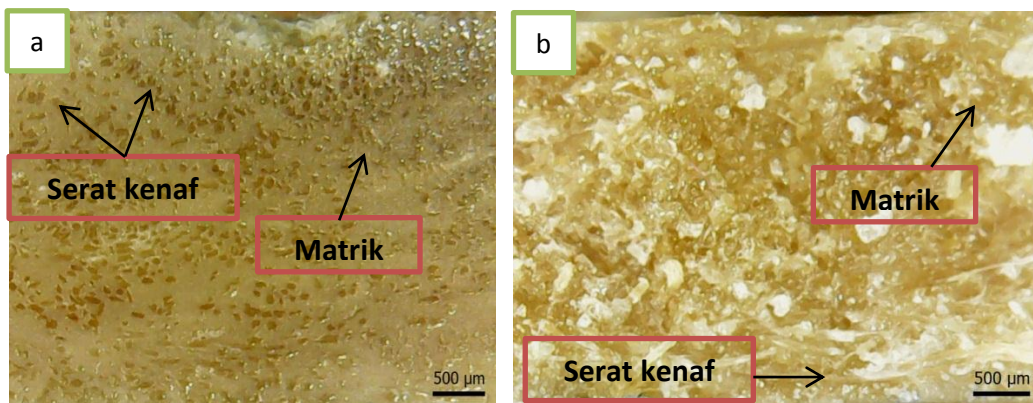
Diagram hasil uji kekerasan menunjukkan bahwa dengan variasi penambahan serbuk CaCO₃ sangat mempengaruhi nilai kekerasan komposit. Nilai kekerasan serat kenaf/serbuk CaCO₃ memiliki nilai kekerasan tertinggi dengan rata-rata nilai kekerasan 52.57 BHN. Variasi kenaf/ serbuk cangkang telur bebek memiliki kekerasan lebih tinggi jika dibandingkan dengan variasi kenaf/ serbuk limbah *coating*, hal tersebut menunjukkan kandungan CaCO₃ dari serbuk cangkang telur bebek mempengaruhi nilai kekerasan komposit tersebut. Hasil uji kekerasan komposit yang diperkuat serat kenaf/ serbuk CaCO₃ memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan penelitian oleh Elok (2015) yang melaporkan bahwa fraksi volume epoksi:serbuk kayu:serbuk Al (40:10:50)% memiliki nilai kekerasan *brinell* sebesar 44.84BHN. Hasil uji kekerasan komposit yang diperkuat serat kenaf/serbuk cangkang telur bebek memiliki nilai kekerasan yang lebih tinggi sebesar 40.61 BHN jika dibandingkan dengan penelitian Fajar (2016) dengan fraksi volume epoksi/serbuk tulang kambing 100 mesh (50/50)% memiliki nilai kekerasan terbesar yaitu sebesar 25.82 BHN.

Hasil dari pengujian kekerasan menunjukkan komposit kenaf epoksi dengan penambahan jenis mikropartikel serbuk CaCO₃ maupun serbuk cangkang telur

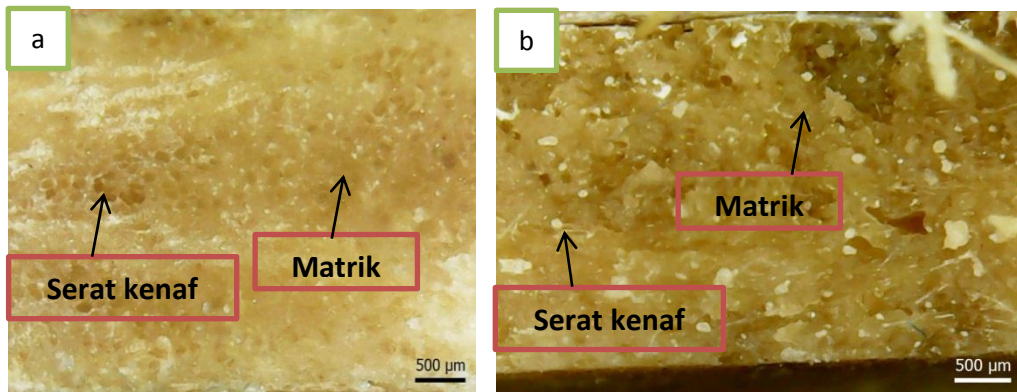
bebek memiliki kekerasan yang lebih tinggi dibandingkan komposit kenaf/epoksi dengan penambahan jenis mikropartikel serbuk limbah *coating*, hal ini disebabkan komposit kenaf/epoksi dengan penambahan jenis mikropartikel serbuk CaCO_3 maupun serbuk cangkang telur bebek terjadi ikatan yang lebih banyak sehingga daya tarik molekul lebih kuat dan rapat. Lain hal pada komposit kenaf/epoksi dengan penambahan jenis mikropartikel serbuk limbah *coating* yang tidak terdapat kandungan CaCO_3 akan menurunkan nilai dari kekerasan komposit yang dikarenakan sifat dari serbuk limbah *coating* tidak berikatan dengan baik pada komposit kenaf/epoksi. Ini dapat dibuktikan pada hasil uji SEM.

4.3 Hasil Uji Optik

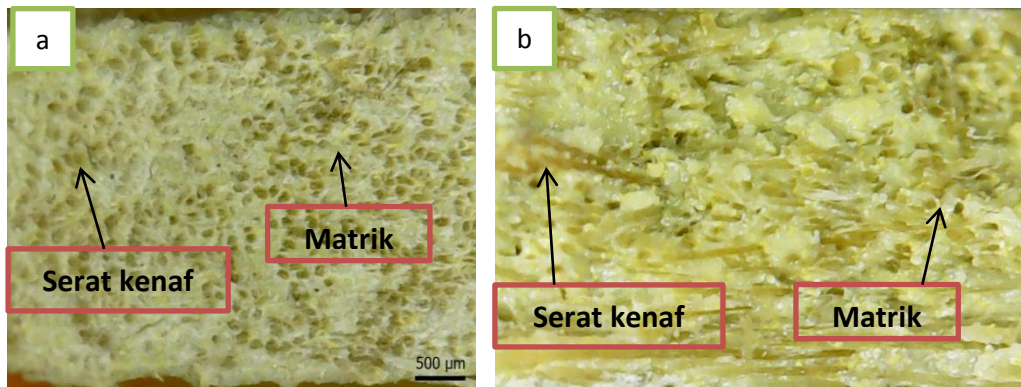
Setelah menganalisa hasil uji dampak, dilakukan analisa pada potongan permukaan spesimen komposit menggunakan mikroskop optik untuk mengetahui persebaran serat kenaf dan matrik. Sample uji foto makro yang diuji adalah sampel komposit kenaf/epoksi dengan penambahan variasi jenis mikropartikel serbuk CaCO_3 , serbuk cangkang telur bebek, dan serbuk limbah *coating*. Untuk hasil uji foto makro dapat dilihat pada gambar 4.4; 4.5; dan 4.6.



Gambar 4.5 Hasil Foto uji optik variasi penambahan serbuk CaCO_3 ,
(a) Penampang lintang dan (b) Penampang patah



Gambar 4.6 Hasil Foto uji optik variasi penambahan serbuk cangkang telur bebek (a) Penampang lintang dan (b) Penampang patah



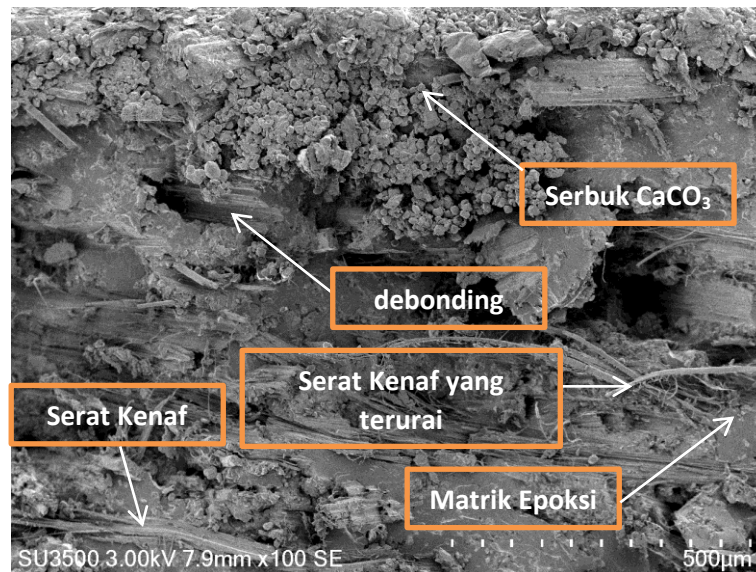
Gambar 4.7 Hasil Foto uji optik variasi penambahan serbuk limbah *coating* : (a) Penampang lintang dan (b) Penampang patah

Berdasarkan hasil foto uji optik persebaran matrik dan serat merata dan dapat dikatakan baik. Variasi serbuk mikropartikel menyebabkan perbedaan nilai mekanis, hal ini dapat dibuktikan pada hasil uji impak dan kekerasan dimana dengan penambahan jenis mikropartikel serbuk CaCO_3 dan serbuk cangkang telur bebek memiliki nilai yang lebih tinggi dengan jenis pembandingnya. Serbuk dapat terdistribusi secara merata yang dikarenakan ukuran serbuk yang kecil (400 mesh) menyebabkan permukaan kontak antar partikel menjadi besar. Meskipun tidak dapat dijelaskan antara serbuk dengan matrik pada foto makro ini, namun dapat diketahui dari warna matrik yang tercampur dengan serbuk berbeda. Lestari dkk, (2008) melaporkan distribusi antar partikel sangat menentukan kemampuan

partikel dalam mengisi ruang kosong antar partikel untuk mencapai volume terpadat dan pada akhirnya akan menentukan besarnya kekuatan.

4.4 Hasil Karakteristik Patahan SEM (Scanning Electron Microscopy)

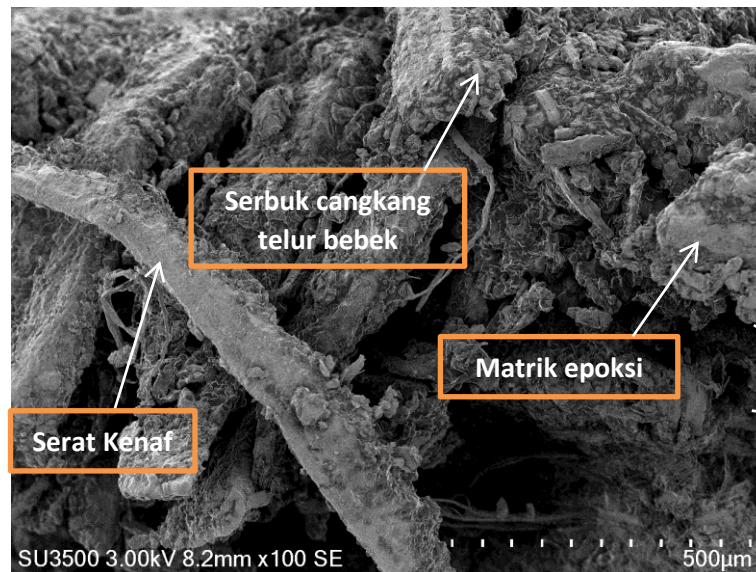
Untuk mengetahui morfologi dan struktur patahan dari hasil uji impact maka dilakukan karakterisasi pada hasil patahan tersebut menggunakan citra SEM.



Gambar 4.8 Hasil uji SEM variasi penambahan serbuk CaCO_3

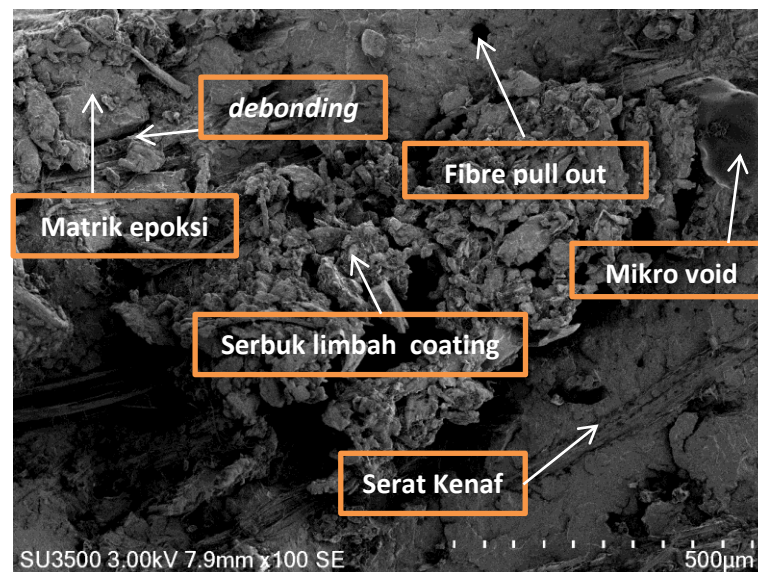
Dari citra SEM pada gambar 4.7 menunjukkan bahwa persebaran serbuk CaCO_3 masih ada yang mengumpul dititik tertentu, tetapi ikatan antara matrik dengan *filler* sangat baik, karena dapat diketahui serbuk CaCO_3 berikatan baik dengan matrik maupun serat. Ikatan serbuk dengan matrik lebih baik dibandingkan matrik dengan serat yang dikarenakan ukuran lebih kecil yang menyebabkan kontak permukaan antar partikel lebih besar. Pada komposit dengan variasi penambahan jenis mikropartikel serbuk CaCO_3 diketahui matrik mengikat serat dan serbuk dengan baik, sehingga hasil pengujian sifat mekanisnya lebih besar dibandingkan dengan variasi penambahan serbuk cangkang telur bebek dan serbuk limbah *coating*. Tidak adanya *fibre pull out* dipermukaan patahan komposit ini disebabkan ikatan antara matrik dengan *filler* baik, meskipun begitu terdapat *debonding* antara matrik epoksi dengan serat kenaf. Perbedaan antara sifat serat kenaf yang *hidrofilik* dan matrik epoksi yang *hidrofobik* mengakibatkan

debonding antara serat kenaf dan matrik epoksi. Ciri dari ikatan yang kuat antara matrik dengan *fillernya* adalah kegagalan komposit ketika diberikan pembebanan yaitu tidak adanya *fibre pull out* atau serat yang tertarik keluar. Ikatan yang kuat antara matrik dengan *filler* ketika diberi pembebanan, serat akan putus atau patah. Hal tersebut karena adanya ikatan yang bagus antara matrik dengan *filler*.



Gambar 4.9 Hasil uji SEM variasi penambahan serbuk cangkang telur bebek

Dari citra SEM pada gambar 4.8 menunjukkan ikatan antar matrik dengan *filler* sudah baik, hal tersebut dikarenakan kandungan serbuk telur bebek yang mengandung $\pm 94\%$ CaCO_3 sehingga sifat ikatan serbuk cangkang telur bebek dikatakan sama dengan serbuk CaCO_3 murni. Menurut penelitian Utomo (2016) melaporkan bahwa dengan penambahan serbuk cangkang telur bebek dapat mempengaruhi ketangguhan impak suatu komposit. Pada gambar 4.8 tidak terlihat adanya *micro void* tetapi tidak menutup kemungkinan terdapat *micro void* didalam komposit tersebut. Meskipun ikatan antar matrik dengan filler dikatakan baik, tetapi kerapatan antara matrik dengan filler tidak sebaik dengan serbuk CaCO_3 murni. Hal tersebut akan mempengaruhi sifat mekanis mekanisnya, sebagaimana komposit dengan penambahan serbuk CaCO_3 memiliki nilai ketangguhan impak yang lebih tinggi dibandingkan dengan komposit penambahan serbuk cangkang telur bebek.



Gambar 4.10 Hasil uji SEM penambahan serbuk limbah *coating*

Dari citra SEM pada gambar 4.9 menunjukkan tidak adanya ikatan yang bagus antara matrik dengan *filler* (serat). Dapat diketahui serbuk limbah *coating* lebih cenderung berikatan dengan matrik sehingga sedikit matrik yang berikatan dengan serat. Hal inilah yang menyebabkan tidak adanya ikatan yang bagus antara matrik dengan *filler*. Sehingga mengakibatkan sifat ketangguhan impak dan kekerasan komposit ini rendah. Cacat berupa *micro void* berupa ruang kosong didalam komposit yang terjadi karena udara terjebak saat proses fabrikasi. *Fibre pull out* pun terdapat komposit ini (serat tertarik keluar) yang dikarenakan ikatan serat dengan matrik kurang baik. Hasil uji SEM ini sesuai dengan sifat mekanis yang dihasilkan, dimana nilai ketangguhan impak dan kekerasan pada komposit adalah yang terendah dan dapat dikatakan pemanfaatan serbuk limbah *coating* ini belum efektif digunakan sebagai *filler* komposit.