

ANALISIS UJI IMPAK DAN MIKROSTRUKTUR KOMPOSIT MATRIKS RESIN POLYESTER BERPENGISI CANGKANG TELUR AYAM KAMPUNG

Asmeati^{1*}, Muhammad Yusuf Ali², Muhammd Syahrir³, Riswandi⁴

^{1,3}Program Studi Teknik Mesin UMI, Fakultas Teknik UMI asmeati.ft@umi.ac.id

²Program Studi Teknik Mesin UNIFA, Fakultas Teknik UNIFA

ABSTRAK

Seiring kemajuan ilmu pengetahuan dan teknologi, material komposit telah berkembang pesat pula. Kebutuhan material komposit terpenuhi munculnya material baru yang dapat menjadi terobosan teknologi komposit. Banyak limbah di sekitar kita dapat digunakan sebagai bahan dan penguat komposit seperti cangkang telur ayam kampung. Penelitian ini dilakukan untuk mengetahui dengan variasi fraksi volume limbah cangkang telur ayam kampung dicampur dengan resin bisa menguatkan komposit. Variasi fraksi volume serbuk cangkang telur ayam kampung sebesar, 10%, 20% 30%, 40%, 50%, dan 100% resin (tanpa cangkang). Uji specimen penelitian ini yaitu uji impak dan dan uji SEM. Hasil penelitian menyatakan nilai ketangguhan impak tertinggi terdapat pada variasi fraksi 30% yaitu 19.163 KJ/m² dan nilai ketangguhan impak terendah terdapat pada variasi fraksi 100% tanpa campuran cangkang telur dengan nilai 4.409 KJ/m². Pada pengujian SEM ditemukan bentuk partikel pada spesimen berbentuk hampir bulat tunggal dan gumpalan dengan ukuran 2.99 sampai 16.8 µm dan juga ditemukan adanya aglomerasi dan nano partikel yang mempunyai ukuran yang berbeda-beda, juga terdapat pori atau void yang diakibatkan adanya angin yang masuk kemudian menjadi gelembung pada saat pengeringan spesimen yang menyebabkan rendah nilai uji ketangguhan impaknya.

Kata Kunci: *Cangkang telur ayam kampung, Komposit, Resin Polyester, Impak, Mikrostruktur*

ABSTRACT

Along with the advancement of science and technology, composite materials have developed rapidly. The emergence of new materials is a breakthrough in composite technology. Many wastes around us can be used as materials that can increase the toughness of composites such as chicken egg shells. This study was conducted to determine the toughness and microstructure of composites with variations in the volume fraction of chicken egg shells mixed with polyester resin. The variations in the volume fraction are 10%, 20% 30%, 40%, 50%, and 100% resin (without shells). The specimen tests of this study were impact tests and SEM tests. The results of the study stated that the highest impact test value was found in the 30% fraction variation, namely 19,163 KJ / m² and the lowest impact test value was found in the 100% fraction variation without egg shell mixture with a value of 4,409 KJ / m². SEM testing found the particle shape, almost single round shape and lumps with sizes of 2.99 to 16.8 µm and found agglomeration and nano particles have different sizes, there are pores due to wind entering and becoming bubbles when drying the specimen which causes low impact test values.

Keyword: *Chicken egg shells, Composite, Polyester Resin, Impact, Microstructure*

PENDAHULUAN

Perkembangan ilmu pengetahuan dan teknologi, material komposit telah berkembang pesat karena sampah dan limbah sudah lama menjadi masalah di Indonesia. Banyak penelitian yang mengarah pada pemanfaatan sampah dan limbah di Indonesia karena sampah dan limbah tersebut sudah sejak lama menjadi permasalahan nasional. Salah satunya membahas bagaimana sampah organik dan sampah anorganik ditambahkan ke komposit. Untuk membuat komposit dari bahan tambahan kulit telur tentang penelitian penambahan limbah dan sampah organik ataupun anorganik

Banyak bahan atau limbah yang digunakan di sekitar kita. Memanfaatkan limbah ini tidak hanya menghemat biaya operasional tetapi juga menghasilkan nilai tambah. Berbagai jenis cangkang telur digunakan sebagai pengisi polimer dalam berbagai penelitian.

Data penelitian menunjukkan bahwa telur menghasilkan 9 hingga 12 persen dari total berat limbah berupa kulit telur, yang berarti bahwa Indonesia menghasilkan hampir 170.000 ton kulit telur setiap tahun. Dalam jumlah besar, limbah ini mencemari lingkungan dan menghasilkan bau yang tidak sedap, serta menyebabkan penyakit dan hama dan tidak dapat diuraikan oleh mikroba tanah (Gago & Ngapa, 2021).

CaCO₃, penyusun utama cangkang telur sebesar 94%, adalah kristal amorf alami dalam bentuk kalsit (kristal heksagonal). CaCO₃ juga terdiri dari jaringan serat protein, serta 1 % kristal kalsium fosfat (Ca₃(PO₄)₂) dan 1% magnesium karbonat (MgCO₃). CaCO₃ juga terdiri dari bahan organik dan air. Ini membuat cangkang telur menjadi bahan potensial dalam sintesis hidroksiapatit. CaCO₃, senyawa kalsium karbonat, yang banyak ditemukan dalam

cangkang telur setiap hari, dibuang sebagai limbah (asmeati et al, 2022).

Komposit terdiri dari matriks epoxy dan polyester selain katalis atau pengeras yang digunakan untuk mengerasakan komposit. Resin dipilih karena kualitasnya, daya dan tahannya dan kemampuan untuk melindunginya dari korosi. Salah satu cara untuk meningkatkan kualitas polimer adalah dengan mengisi polyester dengan partikel atau serat untuk meningkatkan sifat mekaniknya.

Komposit yang menggunakan serbuk cangkang telur ayam sebagai filter adalah jenis komposit yang kuat dan ramah lingkungan. Limbah cangkang telur ayam dapat digunakan sebagai komposit. Kajian komposit cangkang telur ayam dengan bahan resin terhadap ketangguhan impaknya merupakan latar belakang mendorong penulis untuk melakukan penelitian ini (Irnawan & Karomah, 2019) .

TINJAUAN PUSTAKA

A. Komposit

Material komposit adalah suatu material yang terdiri dari campuran dua atau lebih material yang mempunyai sifat kimia dan fisika yang berbeda sehingga menghasilkan suatu material baru yang mempunyai sifat berbeda dengan material dasar asalnya (Ali Yusuf Muhammad, Marzuki Ismail, 2020). Material komposit sangat dipengaruhi jenis dan distribusi komponennya serta interaksi keduanya.

B. Cangkang Telur Ayam Kampung

Cangkang telur ayam kampung merupakan limbah rumah tangga yang kurang dimanfaatkan secara optimal. Cangkang telur ayam kampung memiliki 10.000 – 20.000 pori-pori yang dapat menyerap zat terlarut

dan menggunakannya sebagai adsorben. Ciri fisik cangkang telur ayam kampung adalah cangkangnya cenderung berwarna terang atau putih dan berwarna krem. Selain itu, cangkangnya cenderung semakin halus tanpa titik-titik hitam kecil. Telur ayam kampung umumnya berukuran lebih kecil, masing masing kurang lebih 27 hingga 56 gram. Cangkang telur merupakan bagian cangkang telur yang paling tebal, paling keras dan kaku. Permukaan luar cangkang mempunyai lapisan kutikula yang terdapat pori-pori yang berfungsi untuk pertukaran gas. Pada permukaan luar cangkang terdapat lapisan kutikula, yang merupakan pembungkus telur paling luar. Tekstur telur ayam kampung dapat dilihat dan diraba, yaitu permukaan telur dapat berupa halus dan kasar (F, 1967)

Komposisi kimia cangkang telur adalah protein 1,71%, lemak 0,36%, air 0,93%, serat kasar 16,21%, uE71,34% Serbuk kulit telur ayam mengandung sebesar $\pm 7,2$ g atau kurang lebih 39% kalsium dalam bentuk kalsium karbonat. Selain itu juga mengandung ± 161 μg stronsium, pb, Al, Cd, B, Fe, Zn, P, Mg, N, F, Se, Cu, Cr dan zat beracun lainnya (Muafiah, 2019)

Cangkang telur terdiri dari jaringan serat protein, terkait dengan kristal kalsium karbonat (CaCO_3), magnesium karbonat (MgCO_3) dan kalsium fosfat ($\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$), serta bahan organik dan air (Sabir et al., 2020).



Gambar 1. Cangkang telur ayam kampung

C. Resin Poliester

Resin poliester adalah matriks untuk material komposit. Resin ini juga termasuk dalam resin termoset. Dalam poliester, termoset resin cair diubah menjadi padatan yang keras dan rapuh melalui ikatan silang kimia, membentuk rantai polimer yang sangat kuat. Resin termoset tidak meleleh saat dipanaskan. Resin ini memiliki viskositas yang relatif rendah dalam keadaan cair, mengeras pada suhu kamar menggunakan katalis, tidak menghasilkan gas (tidak seperti resin termoset lainnya), dan tidak memerlukan tekanan selama pencetakan. Secara umum, resin poliester tahan terhadap asam kecuali asam pengoksidasi, namun memiliki ketahanan kelembaban yang buruk. Jika resin ini dimasukkan ke dalam air mendidih selama 300 jam, resin ini akan retak dan pecah. Poliester sering digunakan dalam bentuk material komposit (Isyad, 2015)

METODOLOGI PENELITIAN

Waktu Dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilaksanakan selama 1 bulan mulai dari 13 Maret sampai dengan 17 April 2023. Penelitian ini dilakukan di Jalan Palangiseng, Desa Pallangga, Kec. Pallangga, Kab. Gowa di kediaman peneliti. Pengujian impak dilaksanakan di laboratorium Politeknik Negeri Ujung Pandang dan pengujian SEM dilaksanakan di laboratorium Universitas Muslim Indonesia.

Alat dan Bahan

Alat:

1. Cetakan
2. Timbangan digital
3. Kit
4. Gelas ukuran 250ml
5. Blender
6. Ayakan mesh 200 mesh
7. Sekrap

8. Kuas
9. Gerinda
10. Alat Uji Impak dan alat Uji SEM

Bahan:

1. Serbuk Cangkang Telur Ayam Kampung
2. Katalis
3. Resin Poliester

PENGUMPULAN DATA

Teknik eksperimen ini dilakukan dengan melakukan pengujian spesimen yang berbeda variasi volume serbuk cangkang telurnya dengan variasi serbuk yaitu 10%, 20%, 30%, 40%, 50% dan 100% kemudian melakukan pencatatan data pada setiap uji impak pada ketangguhan impak dan uji mikrostrukturnya.

PENGUJIAN DATA

Pengujian Impak

Pengujian impak merupakan suatu pengujian yang mengukur ketahanan bahan terhadap beban kejut. Dimana beban tidak selamanya terjadi secara perlahan-lahan melainkan datang secara tiba-tiba. (Khaerul Umam, 2012).

Untuk membuat spesimen uji impak komposit diperlukan bahan dasar sebagai penguatnya, yaitu serbuk cangkang telur ayam kampung, resin polyester, dan katalis. Dengan perbandingan resin dan katalis serta serbuk cangkang telur sesuai dengan yang telah ditentukan. Bentuk spesimen uji impak komposit mengacu pada standar ASTM E23, dimana mempunyai dimensi panjang = 5,5 cm, lebar = 1 cm dan juga tebal = 1 cm.

Pengujian Mikrostruktur

Pengujian mikrostruktur dilakukan untuk melihat mikrostruktur yang ada dipermukaan spesimen. Pengujian ini menggunakan metode SEM (Scanning Electrone Microscope).

Tahapan Penelitian

Proses pembentukan spesimen adalah sebagai berikut:

1. Cangkang telur dicuci dan dibersihkan dari kotoran
2. Serbuk cangkang telur ayam kampung sebelum di oven di timbang sebanyak 34,99 gram
3. Cangkang telur dikeringkan dengan cara di oven selama 1 jam di suhu 1000°C
4. Setelah di oven serbuk cangkang telur ayam kampung di timbang lagi untuk mengetahui berat setelah di oven. Berat setelah di oven menjadi 34,41 gram
5. Kemudian dihaluskan menggunakan blender hingga menjadi serbuk
6. Kemudian disaring menggunakan saringan 200 mesh
7. Kemudian cangkang telur ayam kampung di timbang sesuai keperluan pengujian menggunakan fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, dan 100%
8. Cangkang telur ayam kampung, katalis dan resin ditakar sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan
9. Kemudian campuran spesimen diaduk secara merata. Juga diperhatikan agar tidak adanya void saat proses pencampuran
10. Kemudian cetakan dilumasi dengan kit agar bahan mudah dilepas ketika sudah jadi
11. Campuran spesimen dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dilapisi kit kemudian diratakan. Tidak boleh ada void dalam campuran spesimen pada saat proses pengeringan karena dapat menurunkan kekuatan mekanis dari komposit
12. Ditungkup atas cetakan menggunakan kaca dan tekan dengan pemberat agar saat proses pengeringan spesimen tidak melengkung

Tahapan pengujian impact dilakukan sesuai dengan langkah berikut:

1. Mengukur dimensi spesimen meliputi: panjang, lebar dan tebal
2. Pemberian label pada setiap spesimen yang telah diukur untuk menghindari kesalahan pembacaan
3. Meletakkan torsi mesin untuk uji impact
4. Pemasangan spesimen uji pada tumpuan dengan tepat dan pastikan indenter tepat ditengah-tengah kedua tumpuan
5. Pembebanan bending dengan kecepatan konstan
6. Pencatatan besarnya defleksi yang terjadi pada spesimen
7. Setelah mendapatkan data hasil pengujian dilakukan dengan perhitungan karakteristik kekuatan bending

Adapun prosedur yang dilakukan untuk pengujian mikrostruktur adalah sebagai berikut:

1. Membuat cetakan sesuai ukuran stage blok carbon tip pada alat uji SEM bentuk bulat yaitu dengan ukuran, $T = 10,8 \text{ mm}$, dan Diameter = 25 mm
2. Cangkang telur ayam kampung, katalis dan resin ditakar sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan
3. Kemudian campuran resin diaduk secara merata. Juga diperhatikan agar tidak adanya void saat proses pencampuran
4. Setelah itu campuran spesimen dimasukkan ke dalam cetakan kemudian diratakan. Tidak boleh ada void dalam campuran spesimen.
5. Setelah kering dilakukan coating.
6. Kemudian disaring menggunakan saringan 200 mesh
7. Kemudian cangkang telur ayam kampung di timbang sesuai keperluan pengujian menggunakan fraksi volume 10%, 20%, 30%, 40%, 50%, dan 100%

8. Cangkang telur ayam kampung, katalis dan resin ditakar sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan
9. Kemudian campuran spesimen diaduk secara merata. Juga diperhatikan agar tidak adanya void saat proses pencampuran
10. Kemudian cetakan dilumasi dengan kit agar bahan mudah dilepas ketika sudah jadi
11. Campuran spesimen dimasukkan ke dalam cetakan yang telah dilapisi kit kemudian diratakan. Tidak boleh ada void dalam campuran spesimen pada saat proses pengeringan karena dapat menurunkan kekuatan mekanis dari komposit
12. Ditutupi atas cetakan menggunakan kaca dan tekan dengan pemberat agar saat proses pengeringan spesimen tidak melengkung

Tahapan pengujian impact dilakukan sesuai dengan langkah berikut:

1. Mengukur dimensi spesimen meliputi: panjang, lebar dan tebal
2. Pemberian label pada setiap spesimen yang telah diukur untuk menghindari kesalahan pembacaan
3. Meletakkan torsi mesin untuk uji impact
4. Pemasangan spesimen uji pada tumpuan dengan tepat dan pastikan indenter tepat ditengah-tengah kedua tumpuan
5. Pembebanan bending dengan kecepatan konstan
6. Pencatatan besarnya defleksi yang terjadi pada spesimen
7. Setelah mendapatkan data hasil pengujian dilakukan dengan perhitungan karakteristik kekuatan bending

Adapun prosedur yang dilakukan untuk pengujian mikrostruktur adalah sebagai berikut:

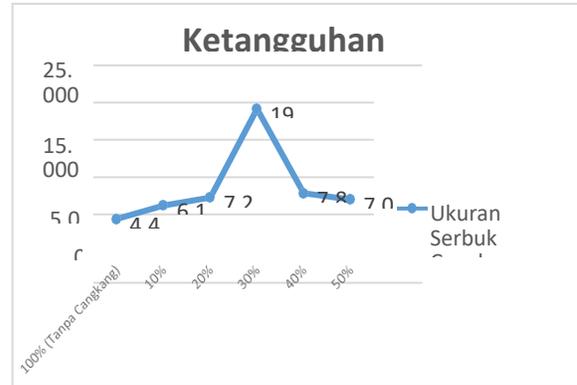
1. Membuat cetakan sesuai ukuran stage blok carbon tip pada alat uji SEM bentuk bulat yaitu dengan ukuran, $T = 10,8 \text{ mm}$, dan Diameter = 25 mm
2. Cangkang telur ayam kampung, katalis dan resin ditakar sesuai dengan jumlah yang dibutuhkan
3. Kemudian campuran resin diaduk secara merata. Juga diperhatikan agar tidak adanya void saat proses pencampuran
4. Setelah itu campuran spesimen dimasukkan ke dalam cetakan kemudian diratakan. Tidak boleh ada void dalam campuran spesimen.
5. Setelah kering dilakukan coating.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Penelitian dilakukan dengan membuat 12 spesimen dengan variasi serbuk cangkang telur ayam kampung yang berbeda, yaitu meliputi 6 spesimen uji impact terdiri atas 1 spesimen dengan variasi fraksi volume 10%, 1 spesimen dengan variasi fraksi volume 20% dan 1 spesimen 30%, 1 spesimen 40%, 1 spesimen 50%, dan 1 spesimen 100%, kemudian spesimen uji mikrostruktur dengan variasi fraksi volume yang sama masing-masing 1 spesimen. Pembuatan spesimen pada penelitian ini diperlukan cetakan yang berukuran $P = 7 \text{ cm}$, $L = 3 \text{ cm}$, dan $T = 1,5 \text{ cm}$ yang terbuat dari akrilik.

Hasil Uji Impact

Pengujian impact untuk menguji kekuatan material dengan menerima beban secara tiba-tiba terhadap spesimen. Metode pengujian impact ini menggunakan metode charpy dengan standar ASTM E23. Berikut adalah gambar spesimen uji impact sesudah pengujian dengan panjang 55 mm, tebal 10 mm, dan lebar 10.



Grafik 1. Hasil Uji Ketangguhan Impact Spesimen

Pada grafik ini dijelaskan bahwa nilai impact mengalami kenaikan yang signifikan pada spesimen dengan variasi fraksi volume 100% (tanpa cangkang), 10%, 20%, dan 30%. Dapat dilihat pada spesimen dengan variasi fraksi volume serbuk resin sebanyak 100% (tanpa cangkang) memiliki nilai ketangguhan impact sebesar 4.409 KJ/m^2 , pada spesimen variasi fraksi volume serbuk cangkang telur ayam kampung sebanyak 10% memiliki nilai impact sebesar 6.195 KJ/m^2 , pada spesimen variasi fraksi volume serbuk cangkang telur ayam kampung sebanyak 20% memiliki nilai impact sebesar 7.267 KJ/m^2 dan pada spesimen variasi fraksi volume serbuk cangkang telur ayam kampung sebanyak 30% memiliki nilai impact tertinggi dari semua variasi fraksi yaitu sebesar 19.163 KJ/m^2 . Kemudian variasi 40% dan 50% mengalami penurunan nilai yang signifikan apabila dilihat dari nilai variasi fraksi volume 30%. Pada variasi 40% memiliki nilai impact sebesar 7.872 KJ/m^2 dan pada variasi 50% memiliki nilai impact sebesar 7.012 KJ/m^2 .

Penelitian ini relevan dengan yang dilakukan oleh Dwi Prastika Rangga (2022), yang berjudul "Analisis Pengaruh Serbuk Cangkang Telur Dan Serat Tebu Sebagai Komposit Terhadap Sifat Mekanis". Hasil penelitiannya menunjukkan bahwa

perubahan ukuran partikel cangkang telur mempengaruhi nilai dampak material komposit. Nilai dampak tertinggi terdapat pada fraksi komposit dengan ukuran partikel 8g ME, 1,7g SCT, ukuran partikel 120 mesh, sedangkan nilai dampak terendah terdapat pada fraksi komposit dengan ukuran partikel 6g ME, 0,1g SAT, ukuran partikel 80 mesh.

Penelitian selanjutnya dilakukan oleh Dody Irmawan (2019), mahasiswa jurusan teknik sipil Universitas Surakarta dengan judul penelitian "Kajian Ukuran Serbuk Komposit Limbah Cangkang Telur Terhadap Ketangguhan Impak". Hasil penelitian diperoleh, bahwa semakin kecil ukuran serbuk cangkang telur maka semakin tinggi nilai dampak komposit serbuk cangkang telur dengan nilai ukuran 180 mesh nilai dampaknya paling tinggi yaitu 0,6422,78 J/m². Ukuran 80-100 mesh nilai dampak terendah sebesar 4165,32 J/m² (Dody Irmawan, 2019).

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, dapat dilihat pada fraksi 10%, 20% dan 30% yang nilai kekuatannya meningkat di setiap fraksi, hal ini bisa dikatakan bahwa semakin banyak campuran cangkang telur ayam kampung terhadap resin dan katalis maka semakin meningkat pula kekuatan spesimen tersebut. Namun peningkatan kekuatan ini terjadi apabila perbandingan resin dengan cangkang telur ayam kampung tidak menghampiri sama pada saat pencampuran, karena apabila perbandingan tersebut hampir sama maka kekuatan pada spesimen tersebut akan menurun, dapat dilihat pada nilai uji dampak fraksi 40% dan 50%.

Berdasarkan tabel dan grafik di atas, dapat juga disimpulkan bahwa penggunaan cangkang telur ayam kampung dalam resin sangat mempengaruhi kekuatan spesimen tersebut. Bisa dilihat pada fraksi 100% resin tanpa campuran cangkang telur ayam kampung pada saat uji dampak nilai yang dihasilkan paling rendah dari semua fraksi

yang menggunakan campuran cangkang telur ayam kampung ke dalam resin.

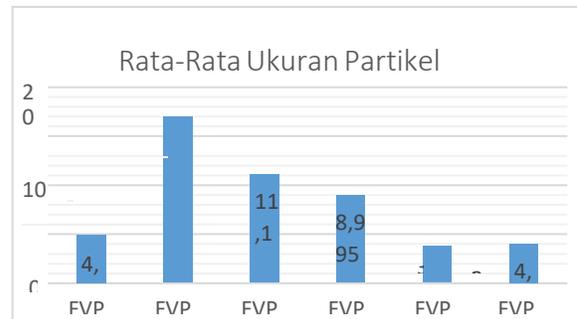
Hasil Uji SEM

Pada pengujian mikrostruktur metode yang digunakan dengan metode SEM (Scanning Electron Microscope) di Laboratorium Sipil Universitas Muslim Indonesia. Hasil analisis pengujian SEM dengan komposisi bahan serbuk cangkang telur ayam kampung dan resin poliester. Adapun hasilnya ditunjukkan pada tabel berikut:

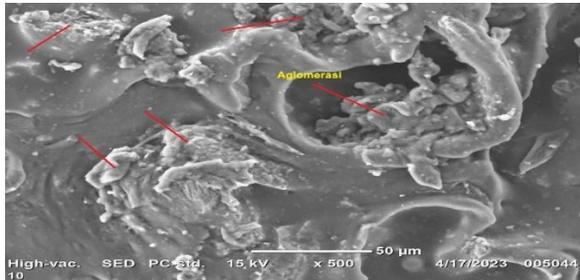
Tabel 1. Data Hasil Uji SEM Pembesaran 500 Kali

Spesimen	Length (μ)	Sudut (°)
10%	4,57	41
20%	16,8	11
30%	11,1	8
40%	2,99	11
	15	0
50%	5,37	85
	2,21	22
	4,62	22
Rata-Rata	3,13	35
	3,8325	
Standar Deviasi	1,427127	
100%	5,24	55
	2,92	21

Berikut adalah data hasil uji SEM pada spesimen yang disajikan dalam bentuk grafik dibawah ini:

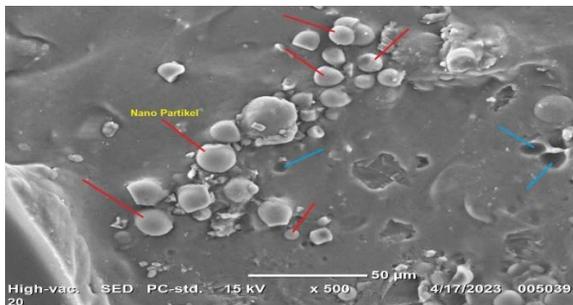


Gambar 2. Grafik Hasil Uji SEM Variasi Fraksi Volume Pembesaran 500 Kali



Gambar 3. Hasil Uji SEM Fraksi 10% dengan Pembesaran 500 kali

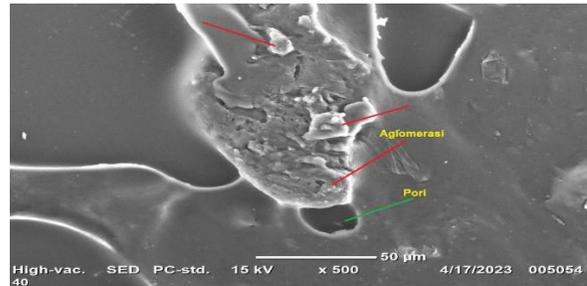
Berdasarkan gambar 3 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada fraksi 10% menunjukkan adanya aglomerasi partikel dengan ukuran yang tidak seragam. Aglomerasi adalah penumpukan partikel atau zat, aglomerasi pada gambar di atas berasal dari campuran bahan dasar spesimen yaitu resin dan cangkang telur ayam kampung. Aglomerasi terjadi akibat adanya suatu ikatan kimia antara resin dan cangkang telur ayam kampung. Pada gambar di atas juga terindikasi adanya beberapa void atau pori. Pori ini terjadi akibat adanya gelembung udara yang masuk dan bahan tidak menyebar keseluruhan permukaan pada saat pengeringan spesimen.



Gambar 4. Hasil Uji SEM Fraksi Volume 20% dengan Pembesaran 500 Kali

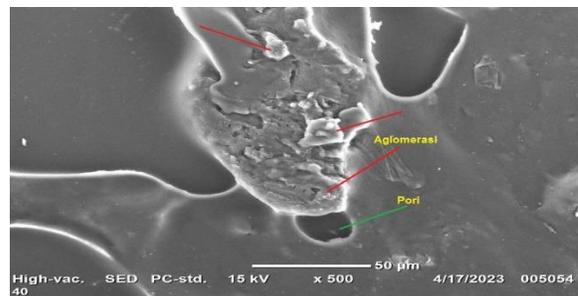
Berdasarkan gambar 4 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada fraksi 20% menunjukkan adanya nano partikel yang menyebar dengan ukuran yang berbeda-beda. Nano partikel ini bertujuan sebagai zat

pelapisan pada permukaan agar mencegah terjadinya void pada spesimen. Pada gambar di atas juga terdapat pori yang bertanda biru, pori tersebut dinamakan pori tertutup karena ukurannya yang tidak terlalu dalam.



Gambar 5. Hasil Uji SEM Fraksi 30% dengan Pembesaran 500 Kali

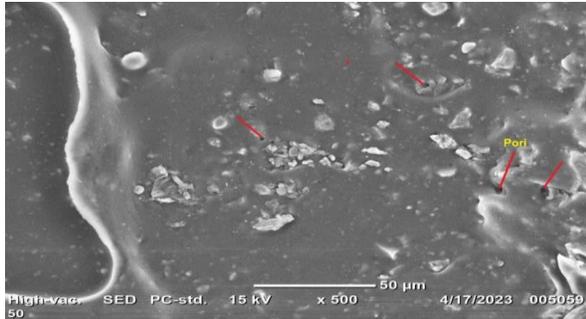
Berdasarkan gambar 5 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada fraksi 30% terdapat banyaknya aglomerasi partikel dan nano partikel dengan ukuran yang berbeda-beda. Dengan banyaknya aglomerasi dan nano partikel membuat penumpukan zat dan zat pelapis permukaan tersebar dengan baik sehingga tidak adanya void atau pori yang terlihat.



Gambar 6. Hasil Uji SEM Fraksi 40% dengan Pembesaran 500 Kali

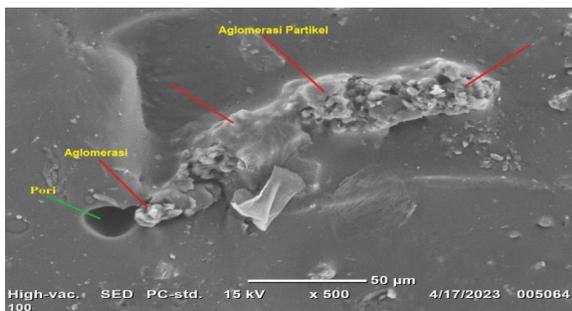
Berdasarkan gambar 6 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada fraksi 40% menunjukkan adanya aglomerasi partikel dengan ukuran yang tidak seragam. Aglomerasi pada gambar di atas berasal dari campuran bahan dasar spesimen yaitu resin dan cangkang telur ayam kampung.

Aglomerasi terjadi akibat adanya suatu ikatan kimia antara resin dan cangkang telur ayam kampung. Pada gambar di atas juga terindikasi adanya void atau pori. Pori ini terjadi akibat adanya gelembung udara yang masuk dan bahan tidak menyebar keseluruhan permukaan pada saat pengeringan spesimen.



Gambar 7. Hasil Uji SEM Fraksi Volume 50% dengan Pembesaran 500 Kali

Berdasarkan gambar 7 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada fraksi 50% menunjukkan adanya beberapa pori yang berukuran kecil. Pori ini terjadi akibat adanya gelembung udara yang masuk dan bahan tidak menyebar keseluruhan permukaan pada saat pengeringan spesimen.



Gambar 8. Hasil Uji SEM Fraksi 1Volume 100% Resin dengan Pembesaran 500 Kali

Berdasarkan gambar 8 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada fraksi 100% resin menunjukkan adanya agglomerasi partikel dengan ukuran yang tidak seragam.

Aglomerasi adalah penumpukan partikel atau zat, pada gambar di atas juga terindikasi adanya void atau pori yang berukuran besar. Pori ini terjadi akibat adanya gelembung udara yang masuk dan bahan tidak menyebar keseluruhan permukaan pada saat pengeringan spesimen.

Berdasarkan analisa di atas penelitian ini relevan dengan yang dilakukan oleh Yunnia Rianita, Chomsin S. Widodo dan Masrurroh (2014) yang berjudul “Studi Identifikasi Komposisi Obat Dan Limbah Balur Benzoquinon (BQ). Hasil Terapi Pembaluran Dengan Scanning Electron Microscopy (SEM)”. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa hasil penelitian menggunakan SEM menunjukkan bahwa morfologi permukaan campuran obat BQ tersusun atas kumpulan partikel yang ukurannya tidak seragam sedangkan pada limbah balur tampak seperti jaringan kulit, menunjukkan adanya kombinasi obat dan kulit.

Berdasarkan gambar 8 di atas, dapat dijelaskan bahwa pada fraksi 100% resin menunjukkan adanya agglomerasi partikel dengan ukuran yang tidak seragam. Agglomerasi adalah penumpukan partikel atau zat, pada gambar di atas juga terindikasi adanya void atau pori yang berukuran besar. Pori ini terjadi akibat adanya gelembung udara yang masuk dan bahan tidak menyebar keseluruhan permukaan pada saat pengeringan spesimen.

Berdasarkan analisa di atas penelitian ini relevan dengan yang dilakukan oleh Yunnia Rianita, Chomsin S. Widodo dan Masrurroh (2014) yang berjudul “Studi Identifikasi Komposisi Obat Dan Limbah Balur Benzoquinon (BQ). Hasil Terapi Pembaluran Dengan Scanning Electron Microscopy (SEM)”. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa hasil penelitian menggunakan SEM menunjukkan bahwa morfologi permukaan campuran obat BQ tersusun atas kumpulan

partikel yang ukurannya tidak seragam sedangkan pada limbah balur tampak seperti jaringan kulit, menunjukkan adanya kombinasi obat dan kulit.

Penelitian selanjutnya yaitu penelitian yang dilakukan oleh Dody Irnawan dan Binti Karomah (2019) yang berjudul “Kajian Ukuran Serbuk Komposit Limbah Cangkang Telur Terhadap Ketangguhan Impak”. Hasil penelitiannya menyatakan bahwa dari hasil pengamatan permukaan patahan menggunakan foto SEM diperoleh ikatan antara resin dengan serbuk cangkang telur ayam ukuran mesh 180 sudah baik. Kepadatan material komposit pada komposit meningkatnya kekuatan bendungnya. Hal ini disebabkan oleh kemampuan serbuk cangkang telur ayam dalam mengisi ruang kosong sehingga hanya menyisakan sedikit ruang kosong (Mujtahid, 2010). Semakin sedikit jumlah ruang kosong atau rongga pada suatu komposit, semakin rendah resiko terjadinya kegagalan permukaan pada komposit karena kerapuhannya.

PENUTUP

Dari penelitian ini dapat disimpulkan sebagai berikut: Dari data uji impact menyimpulkan bahwa variasi fraksi volume dapat mempengaruhi kekuatan impact spesimen. Nilai ketangguhan impact tertinggi terdapat pada variasi fraksi 30% yaitu 19.163 KJ/m² dan nilai ketangguhan impact terendah terdapat pada variasi fraksi 100% yaitu tanpa campuran cangkang telur dengan nilai 4.409 KJ/m². Ini menjelaskan bahwa penggunaan cangkang telur ayam kampung dalam resin sangat mempengaruhi kekuatan spesimen. Pada pengujian SEM ditemukan bentuk partikel pada spesimen berbentuk hampir bulat tunggal dan gumpalan dengan ukuran 2,99 sampai 16,8 µm dan juga ditemukan adanya aglomerasi dan nano. Partikel yang

mempunyai ukuran yang berbeda-beda pada spesimen variasi fraksi 30%. Dengan banyaknya aglomerasi dan nano partikel membuat penumpukan zat dan zat pelapis permukaan tersebar dengan baik sehingga tidak adanya void atau pori yang terlihat yang menyebabkan nilai ketangguhan uji impact tinggi.

REFERENSI

Ali Yusuf Muhammad, Marzuki Ismail, P. I. (2020). *Teknologi Komposit Indonesia*. CV.ToharMedia.

Amaliyyah, R. (2021). *Karakterisasi Sifat Kekuatan Tarik Komposit Laminat Pertikel Cangkang Kerang Simping/E-Glass Menggunakan Matrik Poliester*. February, 6.

Anwar, A. S. (2022). *Analisis Sifat Mekanik Komposit Rami Epoxy Dengan Penambahan Silikon Karbida (SiC) Sebagai Bahan Plate Rompi Anti Peluru*. 8.5.2017, 2003–2005.

Asmeati, Abbas Hammada, Aminy Yusran Ahmad, A. S. (2022). *Analysis of duck eggshells as hydroxyapatite with heat treatment method*.

Choir, M. J. (2018). *Analisa faktor konsebrasi tegangan pada plat komposit berlubang ganda yang ditarik secara statik dengan susunan lubang berdiagonal terhadap beban*.

Dharma Hermawan. (2017). *Analisa Sifat Mekanik Serat Kelapa Pada Material Komposit Disusun Oleh: Dharma Hermawan*.

Diana, L., Ghani Safitri, A., & Nabel Ariansyah, M. (2020). Analisis Kekuatan Tarik pada Material Komposit dengan Serat Penguat Polimer. *Jurnal Engine: Energi, Manufaktur, Dan Material*, 4(2), 59–67.

Duri Kartika, C., RI, kementerian kesehatan, Studi, P., Dokter, P., Kedokteran, F., Udayana, U., מולי, ר., Oliver, J., Abdul Majid,

- J., Sulaiman, M., Zailani, S., Shaharudin, M. R., Saw, B., Wu, C. L., Brown, D., Sivabalan, P., Huang, P. H.,
- Houston, C., Gooberman-Hill, S., Saskia, T. I. (2015). *Pengaruh Serat Kaca Kontinu Terhadap Kekuatan Tarik Dan Sifat Thermal Komposit Polyester/Serat Kaca Lingga*. 16(1994), 1–37.
- Farizan, R., Mukaromah, A. H., & Sitomurti, D. H. (2018). Penurunan Kadar Ion Fe(II) dalam Air Menggunakan Cangkang Telur Ayam Kampung dengan Variasi Konsentrasi dan Waktu Perendaman. *Manuscript*, Vi.
- F, K.Ge. (1967) 'Telur ayam ras', *Angewandte Chemie International Edition*, 6(11), 951–952., pp. 5–20.
- Gago, J., & Ngapa, Y. D. (2021). Pemanfaatan cangkang telur ayam sebagai material dasar dalam sintesis hidroksiapatit dengan metode presipitasi basah. *Cakra Kimia (Indonesia E-Journal of Applied Chemistry)*, 9(1), 29–34.
- Hastuti, I. W. (2017). *Karakterisasi Butiran Sub Mikron Nanomaterial Karbon Batok Kelapa Dengan Variasi Waktu Pengadukan Bahan Yang Digunakan Untuk Filtrasi Logam Fe Dari Limbah Air Selokan Mataram Berdasarkan Uji Uv-Vis, Xrd, Sem Dan Aas*.
- Irnawan, D., & Karomah, B. (2019). *Kajian Ukuran Serbuk Komposit Limbah Cangkang Telur*. 1(2), 24–27.
- Isyad, M. (2015). *Sifat Fisis Dan Mekanis Pada Komposit Polyester Serat Batang Pisang Yang Disusun Asimetri [45o / -30o / 45o / -30o]*. 1–17.
- Muafiah, A. F. (2019). Studi Proses Pengolahan Cangkang Telur Ayam Menjadi Pupuk Cair Organik Dengan Menggunakan Em4 Sebagai Inokulan. *Ayan*, 8(5), 55.
- Pujiati, R., & Jadmiko, E. D. I. (2017). *Analisa Teknis Bahan Komposit Dari Serat Alami I*.
- Sabir, A., Abbas, H., Amini, A. Y., & Asmal, S. (2020). *Characterization of duck eggshells and bioceramic materials in making denture applications*. <https://doi.org/10.1088/1757-899X/1088/1/012116>