

## KAJIAN UKURAN SERBUK KOMPOSIT LIMBAH CANGKANG TELUR TERHADAP KETANGGUHAN IMPAK

Dody Irnawan<sup>1</sup>, Binti Karomah<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup>Program Studi Arsitektur, Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan, Universitas Surakarta, Jalan Raya  
Palur Km. 5 Surakarta 57772

Email: dodyirnawan@gmail.com

### ABSTRAK

Limbah cangkang telur akan memiliki nilai ekonomi tinggi setelah melalui sentuhan teknologi kreatif sehingga menghasilkan produk baru yang bernilai jual. Tujuan penelitian ini untuk mengetahui pengaruh ukuran penguat serbuk terhadap ketangguhan impak. Metode penelitian ini diawali dengan menyiapkan bahan penelitian serbuk cangkang telur ayam, resin BQTN 157. Alat yang digunakan pengaduk, *mesh* 80, *mesh* 100, *mesh* 120, *mesh* 180, *blender*, gelas ukur, cetakan, *oven* listrik, mesin bending dan mesin bending *izod*. Prosedur yang dilakukan dalam pengambilan data variasi ukuran serbuk cangkang telur ayam diayak menggunakan *mesh* 80, 100, 120 dan 180 di-*oven* pada temperatur 110 °C selama 45 menit menyisakan kadar air serbuk cangkang telur ayam maksimal 4%. Serbuk cangkang telur ayam yang sudah di-*oven* ditaruh diwadah dicampur dengan resin BQTN 157 dengan perbandingan 40% serbuk cangkang telur ayam dan 60% resin BQTN 157 diaduk selama 6 menit ditambah katalis 1% diaduk selama 2 menit dituang dicetakan. Tahap pengujian untuk mengetahui impak menggunakan ASTM D-5941 dengan dimensi spesimen panjang  $80 \pm 0,2$  mm, lebar  $10 \pm 0,2$  mm dan tebal  $4,0 \pm 0,2$  mm. Hasil penelitian diketahui bahwa ukuran *mesh* 180 memiliki nilai ketangguhan impak tertinggi yaitu sebesar 6422,78 J/m<sup>2</sup>. Kesimpulannya, semakin kecil ukuran serbuk cangkang telur ayam, menunjukkan nilai mekanik ketangguhan impak semakin meningkat.

**Kata kunci: komposit, cangkang telur, ketangguhan impak**

### PENDAHULUAN

Komposit merupakan salah satu jenis material yang saat ini sedang dikembangkan penggunaannya untuk berbagai hal, seperti untuk pesawat terbang, kendaraan bermotor dan berbagai macam peralatan yang membutuhkan kekuatan yang tinggi tetapi ringan. Komposit adalah gabungan material yang terdiri dari dua atau lebih komponen material penyusun, baik secara mikro maupun secara makro yang berbeda bentuk dan komposisi kimianya dan tidak saling melarutkan (Schwartz, 1992<sup>1</sup> dalam Heribertus, 2015<sup>2</sup>).

Meningkatnya demografi Indonesia yang cukup pesat, mempengaruhi kebutuhan pangan masyarakat Indonesia yang juga semakin meningkat. Salah satu yang banyak dikonsumsi oleh masyarakat Indonesia adalah sumber protein berupa telur. Masyarakat mempunyai alasan memilih telur karena selain mudah didapat, harga murah dan juga memiliki gizi yang tinggi. Bagian dari telur tidak semuanya bisa dikonsumsi sehingga ada yang terbuang dan menjadi limbah. Limbah dari telur berupa cangkang dan tentunya sangat mudah ditemukan ditempat sampah. Pemanfaatan limbah cangkang telur sampai saat ini belum menunjukkan inovasi yang optimal, karena baru dimanfaatkan umumnya sebagai media tanam

bunga anggrek dan tanaman *antorium*. Limbah cangkang telur akan memiliki nilai ekonomi tinggi setelah melalui proses sentuhan teknologi kreatif sehingga menghasilkan produk yang bernilai jual (Jamila, 2014)<sup>3</sup>.

Perkembangan teknologi bahan saat ini semakin pesat, pemenuhan kebutuhan akan bahan dengan karakteristik tertentu juga menjadi faktor pendorong perkembangan teknologi bahan. Berbagai macam bahan telah digunakan dan juga penelitian lebih lanjut terus dilakukan untuk mendapatkan bahan yang tepat guna. Limbah cangkang telur ayam ini sangat potensial dimanfaatkan sebagai salah satu bahan untuk meningkatkan sifat mekanik seperti bahan komposit resin (Mozartha, dkk., 2015)<sup>4</sup>.

Menurut Dede (2017)<sup>5</sup> material komposit dengan paduan serbuk cangkang telur ayam sebagai filler merupakan salah satu jenis material komposit yang ramah lingkungan dan memiliki sifat yang kuat. Limbah cangkang telur ayam memiliki potensi digunakan sebagai bahan komposit. Latar belakang tersebut yang menjadi faktor penulis untuk melakukan penelitian, kajian komposit cangkang telur ayam-resin terhadap ketangguhan impak.

## PENELITIAN TERDAHULU

Penelitian komposit serat cantula didapat kekuatan mekanik optimal terjadi pada fraksi volume serat 40% (Achmad Nurhidayat., 2013)<sup>6</sup>.

Menurut Siswanto dan Diharjo, (2011)<sup>7</sup>, melakukan penelitian tentang komposit *polyester* berpenguat partikel genting, dimana ukuran partikel yang digunakan adalah ukuran *mesh* 40-60, *mesh* 60-80 dan *mesh* 80-100. Hasil penelitian didapat bahwa kekuatan bending tertinggi terdapat pada ukuran partikel dengan *mesh* 80-100 yaitu sebesar 86,87 MPa. Semakin besar ukuran serbuk maka nilai kekuatan *bending* komposit semen-serbuk aren yang dihasilkan semakin menurun. Komposit semen-serbuk aren dengan *mesh* 80 mempunyai kekuatan *bending* sebesar 12,27 MPa atau 2,4 kali dibanding komposit semen-serbuk aren dengan ukuran *mesh* 20 (Mujtahid, 2010)<sup>8</sup>.

Menurut Suhas Y. Nayak dkk (2015)<sup>9</sup>, modulus tertinggi 6,63 GPa dan ketangguhan bending 75,384 kJ/m<sup>2</sup>, terjadi pada komposit epoksi dengan berat pengisi 6%. Penguat serbuk cangkang telur mempunyai kekuatan, modulus tarik yang tinggi dan sambil meningkatkan modulus tarik dan ketangguhan impact.

Komposit dengan *filler* serbuk tempurung kelapa dengan variasi ukuran *mesh* 50, *mesh* 70 dan *mesh* 100 mampu menghasilkan kekuatan impact sebesar 6083,47 J/m<sup>2</sup>. Meningkatnya kekuatan impact ini karena adanya fleksibilitas jaringan antar fasa yang baik antara matriks dengan pengisi (*filler*) sehingga dengan meningkatnya kandungan bahan pengisi maka bahan komposit akan menyerap energi benturan yang lebih tinggi (Falma irawati dkk, 2013)<sup>10</sup>.

Bubuk bedak cangkang telur yang halus d 0,5, d 0,1 dan d 0,9 diperoleh masing-masing 7  $\mu$ m, 1,106  $\mu$ m dan 24,019  $\mu$ , berpotensi terjadi reaksi serupa dari karbonat *calcium* komersil untuk memperkuat kekuatan fisik komposit karet dengan pemuatan yang sama dan ukuran partikel yang sama (Bashir dan Yamuna, 2015)<sup>11</sup>.

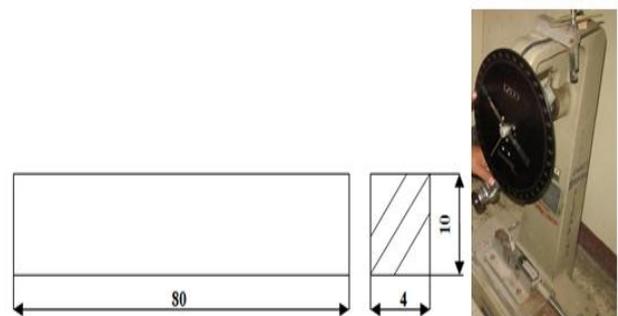
## METODE PENELITIAN

Pengertian metode eksperimen adalah penelitian untuk menguji apakah variabel-variabel eksperimen efektif atau tidak dalam penggunaannya (Suryana, 2010)<sup>12</sup>. Penelitian ini, peneliti menggunakan metode eksperimen dengan memberikan perlakuan variasi ukuran serbuk cangkang telur ayam terhadap kekuatan mekanik komposit-resin, *trial and error* dengan merusak material atau spisimen, sedangkan pemilihan sampel dilakukan dengan cara pengambilan sampel acak.

Bahan dan alat penelitian yang dipakai adalah serbuk cangkang telur ayam, resin BQTN 157, *mirror glase wax/FRP Wax*. Peralatan yang dipakai, *blender*, gelas ukur, pengaduk, *mesh* 80, 100, 120 dan 180, *oven* listrik, cetakan kaca, mistar, *Moisture wood meter*, Mesin UTM (*Universal Testing Machine*) dengan type 4160 kapasitas 100 ton diproduksi *SANS testing machine, Co., Ltd.*, Mesin uji impact *izod Toyoseiki Tokyo*.

Pembuatan komposit, cangkang telur ayam yang telah diambil dari tempat sampah produsen roti dicuci terlebih dahulu, setelah itu dijemur dibawah sinar matahari sampai kering. Cangkang telur yang sudah kering di *blender* hingga mendapatkan serbuk. Serbuk cangkang telur ayam disaring menggunakan lolos *mesh* 80 tertahan di *mesh* 100, lolos *mesh* 100 tertahan di *mesh* 120, lolos *mesh* 120 tertahan *mesh* 180 dan lolos *mesh* 180. Serbuk di *oven* pada temperatur 110 °C selama 45 menit dan diuji dengan alat *moisture wood meter* hingga menyisakan kadar air maksimal 4% (Raharjo, 2002). kemudian dicampur dengan perbandingan 60% resin *polyester* dan 40% serbuk cangkang telur ayam. Setelah itu campuran diaduk secara perlahan selama 6 menit. setelah itu campuran ditambahkan katalis sebesar 1% dan diaduk kembali secara perlahan selama 2 menit (Dea, 2013)<sup>13</sup>.

Pengujian impact menggunakan ASTM D-5941. Dimensi spesimen berbentuk persegi panjang dengan ukuran panjang  $80 \pm 0,2$  mm, lebar  $10 \pm 0,2$  mm dan tebal  $4,0 \pm 0,2$  mm, ketangguhan impact dihitung dari energi tumbukan dibagi dengan luas penampang spesimen, dengan satuan kJ/mm<sup>2</sup>, seperti terlihat pada gambar 1, dibawah ini.



Gambar 1. Dimensi spesimen impact (satuan dalam milimeter) dan alat uji

**PEMBAHASAN**

Gambar 2. grafik dibawah ini adalah menunjukkan nilai rata-rata setiap pengujian, dengan ukuran *mesh* serbuk cangkang telur ayam yang berbeda. Hasil dari uji ketangguhan impact, diketahui adanya kenaikan nilai ketangguhan impact, sejalan semakin kecil ukuran butiran (*mesh*) sebagaimana pada gambar grafik dibawah ini.



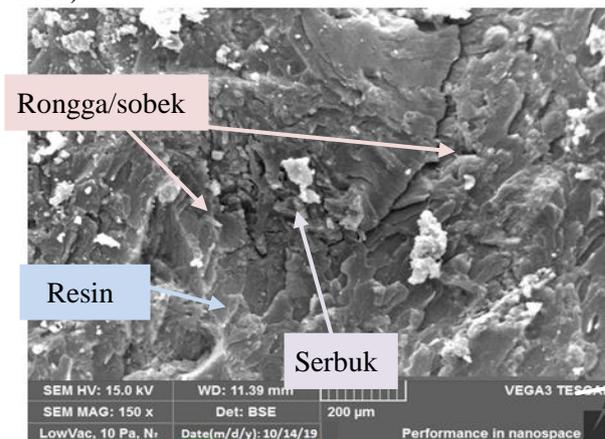
Gambar 2. Grafik ketangguhan impact

Pada pengujian impact sebagaimana gambar grafik 2., menunjukkan bahwa grafik semakin naik, dari ukuran *mesh* 80 sampai ukuran *mesh* 180. Semakin kecil ukuran serbuk cangkang telur ayam, maka nilai ketangguhan impact komposit serbuk cangkang telur ayam yang dihasilkan akan semakin tinggi. Komposit serbuk cangkang telur ayam dengan ukuran *mesh* 180 memiliki nilai ketangguhan impact tertinggi yaitu sebesar 6422,78 J/m<sup>2</sup>, sedangkan komposit serbuk cangkang telur ayam dengan ukuran *mesh* 80-100 memiliki ketangguhan impact terendah sebesar 4165,32 J/m<sup>2</sup>.

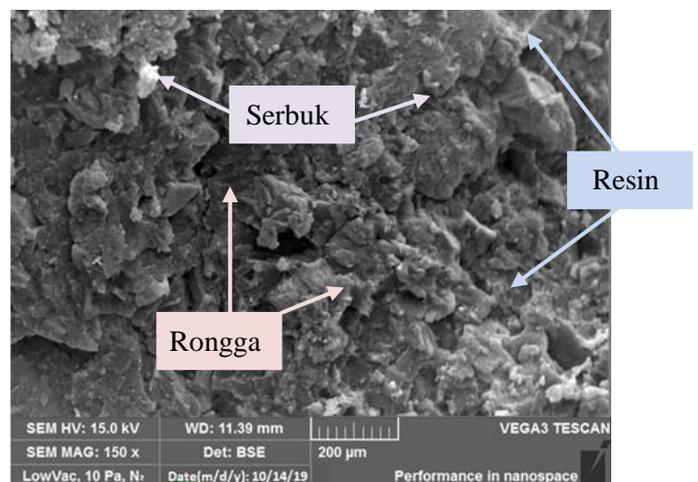
Meningkatnya ketangguhan impact ini lebih disebabkan oleh serbuk cangkang telur ayam dengan ukuran *mesh* 180 memiliki kemampuan untuk mengisi bagian-bagian kosong yang ada dalam struktur komposit. Akibatnya jumlah rongga dan ukurannya semakin sedikit dan kecil. Sependapat dengan penelitian (Ahmad Mufidun, 2016)<sup>14</sup> yang menyatakan bahwa semakin besar ukuran serbuk, maka akan mudah terbentuk celah atau rongga diantara filler dengan matriks. Hal ini akan mengakibatkan munculnya ruang kosong dalam struktur komposit yang menyebabkan komposit tidak mampu menyerap beban yang datang, sehingga ketangguhan impact komposit akan semakin rendah dan membuat material komposit lebih rapuh.

Jumlah rongga pada struktur komposit semakin sedikit yang dihasilkan dan ukurannya semakin kecil, maka kekuatan *bending* komposit serbuk cangkang telur ayam akan semakin tinggi. Sebagaimana hasil penelitian (Mujtahid, 2010) untuk memperkuat pernyataan, bahwa ukuran serbuk yang semakin kecil, maka serbuk mampu mengisi ruang-ruang kosong di dalam struktur komposit, sehingga dapat meminimalkan jumlah rongga yang dihasilkan. Semakin sedikit rongga yang dihasilkan, maka kekuatan mekanik komposit akan semakin meningkat nilainya.

Pengamatan permukaan patah pada foto SEM, untuk lebih memperkuat hasil dari uji *bending*, bahwa komposit dengan variasi ukuran serbuk cangkang telur ayam ukuran *mesh* 80 pada gambar 3., menunjukkan bahwa ikatan antara serbuk cangkang telur ayam dengan matrik memiliki ikatan yang kurang baik. Tampak terlihat dari struktur komposit yang menunjukkan adanya ruang kosong atau rongga. Rongga tersebut disebabkan karena kurangnya kemampuan serbuk cangkang telur ayam untuk mengisi ruang-ruang kosong dalam saat proses pembuatan komposit (Mujtahid, 2010).



Gambar 3. Foto SEM komposit ukuran *mesh* 80



Gambar 4. Foto SEM komposit ukuran *mesh* 180  
 Pada gambar 4., hasil pengamatan permukaan patah foto SEM, menunjukkan bahwa ikatan antara resin dengan serbuk cangkang telur ayam ukuran *mesh* 180 memiliki ikatan yang baik. Kerapatan pada komposit mengakibatkan meningkatnya ketangguhan bending. Hal ini disebabkan oleh kemampuan serbuk cangkang telur ayam yang mengisi ruang kosong, sehingga rongga yang dihasilkan sedikit (Mujtahid, 2010). Sedikitnya jumlah ruang kosong atau rongga ada komposit, maka mengurangi potensi permukaan patah yang terjadi pada komposit karena rapuh.

### SIMPULAN

Berdasarkan penelitian dan analisa data yang telah dilakukan, dapat diketahui bahwa semakin kecil ukuran serbuk cangkang telur ayam, menunjukkan nilai mekanik ketangguhan impaknya semakin meningkat.

### DAFTAR PUSTAKA

ASTM D-6272, *Standard Test Method for Flexural Properties of Unreinforced and Reinforced.*

<sup>1</sup> Schwartz, (1992). *Composite Materials Handbook.*, McGrawHill.

<sup>2</sup> Heribertus Sukarja, (2015). Studi Sifat Mekanik Komposit Hibrid Epoksi/Serbuk Kulit Telur Ayam Buras/Serat Gelas, vol 1, No. 9.

<sup>3</sup> Jamila, (2014). Mata Kuliah Teknologi Pengolahan Limbah Dan Sisa Hasil Ternak (Pemanfaatan Limbah Cangkang Telur), Hal, 1-2.

<sup>4</sup> Mozartha, M., Praziandithe, M., Sulistiawati, (2015). Pengaruh Penambahan Hidroksiapatit dari Cangkang Telur terhadap Kekuatan Tarik Semen Ionomer Kaca. *Jurnal B-Dent*, 2 (1), 75-81.

<sup>5</sup> Dede Mhd Taher Hasibuan, (2017). Pengaruh Penambahan Pengisi Nanopartikel Cangkang Telur ayam Terhadap Sifat-sifat Mekanik Komposit Resin Akrilik Pada Basis Gigi Tiruan, Skripsi Teknik Kimia, Universitas Sumatra Utara.

<sup>6</sup> Achmad Nurhidayat, (2013). Pengaruh Fraksi Volume Pada Pembuatan Komposit HDPE Limbah-Cantula dan Bagaimana Jenis Perekat Dalam Pembuatan Laminat, Tesis, Teknik Mesin FT UNS, Surakarta.

<sup>7</sup> Siswanto dan Kuncoro Diharjo, (2011). Pengaruh Fraksi Volume dan Ukuran Partikel Komposit Polyester Resin Berpenguat Partikel Genting Terhadap Kekuatan Tarik dan Kekuatan Bending, *Politekonosains X*, No. 2, Politama Surakarta 91-99.

<sup>8</sup> Mujtahid, (2010). Pengaruh Ukuran Serbuk Aren Terhadap Kekuatan *Bending*, Densitas Dan Hambatan Panas Komposit Semen-Serbuk Aren (*Arenga Pinnata*), Skripsi Jurusan Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Sebelas Maret Surakarta

<sup>9</sup> Suhas Y. Nayak dkk (2015). *Use Of Egg Shell Particulate As Fillers In E-Glass/Epoxy Composites*, Manipal University, India, Held on 21-22.

<sup>10</sup> (Falma Irawati Sijabat, Jenmorisdo Saragih, dan Halimatuddahlia, (2013), Pengaruh Ukuran Serbuk Tempurung Kelapa Sebagai Pengisi Komposit Poliester Tak Jenuh Terhadap Sifat Mekanik Dan Penyerapan Air, *Jurnal Teknik Kimia Usu*, Vol. 2, No. 4 <https://jurnal.usu.ac.id/index.php/jtk/article/view/5446>

<sup>11</sup> Bashir dan Yamuna, (2015). *Characterization of Raw Egg Shell Powder (ESP) as A Good Bio-filler*, *journal of engineering research and technology*, vol 2, No. 57.

<sup>12</sup> Suryana, (2010). Metodologi Penelitian, Model Praktis Penelitian Kuantitatif dan Kualitatif, Buku Ajar Perkuliahan, Universitas Pendidikan Indonesia, hal 20- 35.

<sup>13</sup> Dea Clareyna. E dan Lizda Johar Mawarani. (2013). Pembuatan dan Karakteristik Komposit Polimer Berpenguat *Bagasse*, *Jurnal Teknik Pomits* Vol. 2, No. 2, 2013, ISSN: 2337-3539. Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS)

- 
- <sup>14</sup> Ahmad Mufidun (2016). Pengaruh Variasi Komposisi dan Ukuran Filler Serbuk cangkang Kerang Simping (*Placuna placenta*) pada Matrik Polyesterterhadap Sifat Fisik dan Mekanis Papan Komposit, Skripsi Jurusan Fisika, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim