

Analisis Pengaruh Serbuk Cangkang Telur Dan Serat Tebu Sebagai Komposit Terhadap Sifat Mekanis

Dwi Prastika Ranga¹), Priyagung Hartono², Mochammad Basjir³

¹Teknik Mesin, Universitas Islam Malang
Jalan Mayjen Haryono No.193, Malang, Jawa Timur 65144
Email: rangadpzn@gmail.com

²Teknik Mesin, Universitas Islam Malang
Jalan Mayjen Haryono No.193, Malang, Jawa Timur 65144
Email: priyagung@unisma.ac.id

³Teknik Mesin, Universitas Islam Malang
Jalan Mayjen Haryono No.193, Malang, Jawa Timur 65144
Email: m.basjir@unisma.ac.id

ABSTRAK

Kebutuhan material ramah lingkungan dan penggunaan material komposit pada perkembangan teknologi saat ini bukan merupakan hal yang baru. karena sifatnya yang dapat disesuaikan dengan kebutuhan dan proses produksi yang relatif mudah. Jumlah dan konsumsi telur ayam yang meningkat menghasilkan limbah cangkang telur dalam jumlah banyak. Serat tebu merupakan *natural fibre* alternatif dalam pembuatan komposit. Proses pengolahan tebu menjadi gula dihasilkan 90% ampas tebu. Pembuatan komposit pada penelitian ini menggunakan metode *hand lay-up* dengan serbuk cangkang telur dan serat tebu sebagai penguatnya. Dari hasil penelitian uji tarik, komposit dengan fraksi berat 16g ME, 3,4g SCT, 0,6g SAT dan ukuran partikel 120 mesh mempunyai kekuatan tarik paling tinggi, komposit dengan fraksi berat 12g ME, 7,8g SCT, 0,2g SAT dan ukuran partikel 80 mesh mempunyai kekuatan tarik terendah. Dari hasil pengujian dampak dapat diambil kesimpulan bahwa nilai ketangguhan dampak tertinggi diperoleh dari komposit fraksi berat 8g ME, 1,7g SCT, 0,3g SAT dan ukuran partikel 120 mesh. dan nilai ketangguhan dampak terendah pada komposit berat 6g ME, 3,9g SCT, 0,1g SAT dan ukuran partikel 80 mesh.

Kata kunci: komposit, serat tebu, serbuk cangkang telur, epoxy, uji tarik, uji dampak

ABSTRACT

Environmentally friendly materials and the use of composite materials in current technological developments is nothing new. because it can be adapted to the needs and the production process is relatively easy. The increasing number and consumption of chicken eggs produces large amounts of eggshell waste. Sugarcane fiber is an alternative natural fiber in the manufacture of composites. The process of processing sugar cane into sugar produces 90% bagasse. The manufacture of composites in this study used the hand lay-up method with eggshell powder and sugarcane fiber as reinforcement. From the results of the tensile test study, composites with a weight fraction of 16g ME, 3.4g SCT, 0.6g SAT and a particle size of 120 mesh had the highest tensile strength, composites with a weight fraction of 12g ME, 7.8g SCT, 0.2g SAT and particle size of 80 mesh has the lowest tensile strength. From the results of the impact test it can be concluded that the highest impact toughness value was obtained from the composite weight fraction of 8g ME, 1.7g SCT, 0.3g SAT and a particle size of 120 mesh. and the lowest impact toughness value on the composite weighing 6g ME, 3.9g SCT, 0.1g SAT and a particle size of 80 mesh.

Keywords: composite, sugarcane fiber, eggshell powder, epoxy, tensile strength test, impact test

I. PENDAHULUAN

Penggunaan material komposit pada perkembangan teknologi saat ini bukan merupakan hal yang baru, sifatnya yang dapat digunakan dengan mudah sesuai kebutuhan dan proses produksi yang relatif mudah, membuat material

komposit menjadi salah satu yang sering digunakan pada industri manufaktur. Jika dibandingkan dengan logam, bahan komposit memiliki ketahanan terhadap korosi atau pengaruh lingkungan dan memiliki berat yang relatif lebih ringan, hal ini

dikarenakan material komposit memiliki nilai massa jenis yang sangat rendah, tetapi sifat mekanis yang dihasilkan dari material komposit dapat menyamai atau malah melampaui material logam.[1]

Material komposit adalah material yang tersusun dari pencampuran antara dua atau lebih unsur utama yang secara makro memiliki bentuk dan atau komposisi material yang pada dasarnya tidak dapat dipisahkan[2] Material komposit merupakan material ramah lingkungan karena banyak bahan baku komposit yang berasal dari alam. Selain itu, limbah yang dihasilkan dari proses manufaktur komposit juga sedikit. [3]

Telur ayam menjadi komoditi sumber protein yang digemari oleh masyarakat Indonesia. Terbukti dengan nilai konsumsi masyarakat Indonesia akan telur ayam yang mengalami peningkatan setiap tahunnya. Produksi dan konsumsi telur ayam menghasilkan limbah berupa cangkang telur dalam jumlah yang banyak. Dari banyaknya jumlah limbah cangkang telur ayam yang tersedia tidak dimanfaatkan dengan baik, pemanfaatan limbah cangkang telur yang tidak optimal akan dapat memicu semakin parahnya pencemaran lingkungan. Hal tersebut semakin parah dengan tingginya produksi dan konsumsi telur ayam di seluruh dunia pada tingkat industri atau domestik yang menyebabkan jumlah cangkang telur cukup banyak, yang dianggap sebagai limbah atau digunakan sebagai bahan pelengkap di bidang pertanian.[4] Cangkang telur ayam berpotensi untuk dijadikan sebagai bahan komposit. Epoksi yang diperkuat serbuk kulit ayam memungkinkan menghasilkan kekakuan, kekuatan, dimensi stabil, penyusutan rendah, Penambahan serbuk cangkang telur pada komposit epoksi dapat meningkatkan kekuatan *bending* dan modulus elastisitas *bending*.[5]

Bahan penguat lain adalah serat, serat diharapkan sebagai penopang kekuatan dari komposit, tegangan yang terjadi mulanya diterima oleh matriks kemudian diteruskan kepada serat, dan selanjutnya serat akan menahan beban sampai beban maksimum.[5] Serat tebu merupakan salah satu material *natural fibre* alternatif dalam pembuatan komposit hal ini sangat dimaklumi mengingat dari segi ketersediaan yang sangat melimpah karena Indonesia termasuk negara penghasil tebu terbesar dengan luas lahan mencapai 373.816 Ton/ha. Proses pengolahan tebu menjadi gula dihasilkan 90% ampas tebu. Selama ini pemanfaatan ampas tebu masih terbatas untuk pakan ternak, bahan baku pupuk, bahan bakar *boiler* di pabrik gula. Di samping terbatas, nilai ekonomisnya juga belum tinggi, oleh karena itu diperlukan adanya proses teknologi salah satunya sebagai bahan pembuatan komposit serat tebu.[6]

Dengan segala keunggulan yang dimiliki, material komposit telah menunjang kebutuhan

material mulai dari peralatan perkakas sederhana di rumah-rumah, sampai yang digunakan dalam industri seperti industri perkapalan di mana material ini banyak ditemui pada bodi kapal, *motor housing*, *engine covers*, saluran perpipaan dan komponen pelengkap kelistrikan.[7]

Dari uraian di atas maka penulis akan memilih bahan komposit yang terdiri dari serbuk cangkang telur ayam dengan keunggulan dapat meningkatkan kekakuan dan dikombinasikan dengan serat tebu yang dapat meningkatkan kekuatan komposit. Maka akan dihasilkan material dengan sifat mekanis yang lebih baik.

II. METODE PENELITIAN

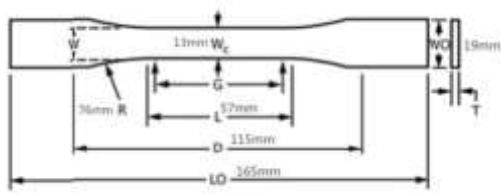
Penelitian ini menggunakan metode penelitian eksperimental nyata dengan mengamati secara langsung objek yang akan diteliti.

Metode pembuatan spesimen komposit pada penelitian ini adalah menggunakan metode *hand lay-up* atau pembuatan manual menggunakan tangan, yang meliputi penuangan hingga *curing* atau pengeringan. Variasi ukuran partikel serbuk cangkang telur yang digunakan adalah: 80 mesh, 100 mesh, 120 mesh. Variasi komposisi yang digunakan untuk spesimen uji tarik adalah: Komposisi 1 menggunakan perbandingan matriks 12g, serbuk cangkang telur ayam 7,8g, serat ampas tebu 0,2g. Komposisi 2 menggunakan perbandingan matriks 14g, serbuk cangkang telur ayam 5,6g, serat ampas tebu 0,4g. Komposisi 3 menggunakan perbandingan matriks 16g, serbuk cangkang telur ayam 3,4g, serat ampas tebu 0,6g. Variasi komposit yang digunakan untuk spesimen uji impak adalah: Komposisi 1 menggunakan perbandingan matriks 6g, serbuk cangkang telur ayam 3,9g, serat ampas tebu 0,1g. Komposisi 2 menggunakan perbandingan matriks 7g, serbuk cangkang telur ayam 2,8g, serat ampas tebu 0,2g. Komposisi 3 menggunakan perbandingan matriks 8g, serbuk cangkang telur ayam 1,7g, serat ampas tebu 0,3g.

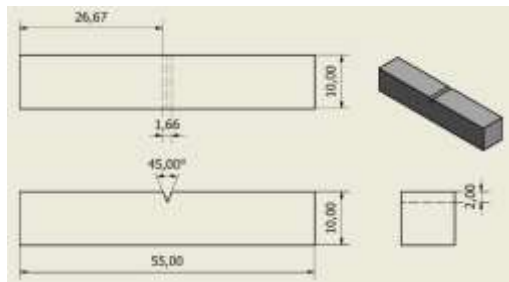
Matriks yang digunakan dalam pembuatan material komposit penelitian ini adalah epoxy resin dengan merk dagang Kukdo YD-128

Proses pembuatan serbuk cangkang telur untuk bahan pengisi (*filler*) komposit menggunakan cangkang telur ayam yang telah dibersihkan dan dikeringkan di bawah sinar matahari selama 12 jam, penghalusan cangkang menjadi serbuk menggunakan blender dan alat tumbuk. Sedangkan untuk pengambilan serat tebu diperoleh dari ampas tebu yang di urai menggunakan sikat kawat sehingga mendapatkan serat berbentuk serabut, serat tersebut dilakukan perendaman dalam larutan NaOH 5% selama 2 jam, kemudian untuk mengurangi kadar air serat dikeringkan dibawah sinar matahari selama 6 jam.

Acuan dasar atau standar dalam pembuatan spesimen uji tarik penelitian ini adalah ASTM D638 dan ASTM E23 untuk uji impak.



Gambar 1. Geometri uji tarik ASTM D638
(Sumber: ASTM)



Gambar 2. Geometri uji impact ASTM E23
(Sumber: Desain pribadi)

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengujian yang dilakukan adalah uji tarik dengan tujuan untuk mengetahui nilai kekuatan tarik, dan uji impact (*charpy*) dengan tujuan untuk mengetahui ketangguhan material dalam menerima beban secara tiba-tiba. Pengujian ini dilaksanakan sebagai sarana pemeriksaan kualitas dengan cepat (*rapid*) dan mudah dalam penentuan sifat mekanis suatu material komposit.

NILAI KEKUATAN TARIK

Kekuatan tarik (*tensile strength*) merupakan tegangan maksimal yang dapat ditahan oleh material ketika ditarik. Peningkatan nilai kekuatan tarik pada material komposit pengujian tarik dapat dilihat pada tabel dan graafik di bawah ini.

Tabel 1. Data hasil pengujian tarik

Partikel Komposisi	80 mesh	100 mesh	120 mesh
12g ME 7,8g SCT 0,2g SAT	20,997	22,906	24,880
14g ME 5,6g SCT 0,4g SAT	23,080	23,582	27,497
16g ME 3,4g SCT 0,6g SAT	28,029	28,116	40,979

Catatan: Satuan dalam N/mm²

(Sumber: Hasil pengolahan data uji tarik)

Dari setiap 3 (tiga) variasi komposisi dan 3 (tiga) variasi besar partikel serbuk cangkang telur yang berbeda, dibuat benda uji yang berjumlah 1 (satu) spesimen. Hasil uji serta perhitungan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.



Gambar 3. Benda uji untuk pengujian tarik
(Sumber: Dokumentasi pribadi)



Gambar 4. Grafik nilai kekuatan tarik
(Sumber: Hasil pengolahan data uji tarik)

Komposit dengan fraksi berat 16g ME, 3,4g SCT, 0,6g SAT dan ukuran partikel 120 mesh mempunyai kekuatan tarik paling tinggi. Hal ini disebabkan karena fraksi berat serat paling banyak di mana serat memiliki fungsi sebagai media untuk meneruskan tegangan yang mulanya hanya diterima matriks, selain itu tingginya kandungan matriks juga berpengaruh untuk menjaga ikatan antara bahan pengisi. Ukuran partikel 120 mesh paling kecil dan lebih ringan hal ini membuat penyebaran serbuk lebih merata sehingga mampu mengisi bagian kosong dalam struktur material komposit sehingga dapat memperkecil rongga yang ada.

Komposit dengan fraksi berat 12g ME, 7,8g SCT, 0,2g SAT dan ukuran partikel 80 mesh mempunyai kekuatan tarik terendah. Faktor yang menyebabkan ialah fraksi berat serat rendah sehingga media untuk meneruskan tegangan semakin sedikit. Selain itu ukuran serbuk mesh 80 berukuran besar dan berat sehingga penyebaran serbuk tidak merata cenderung mengendap pada salah satu sisi.

ANALISA PATAHAN SPESIMEN PENGUJIAN TARIK



Gambar 5. Spesimen 12g ME; 7,8gSCT; 0,2g SAT 120 mesh

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 5** spesimen terlihat mengalami patah getas atau granular dengan permukaan yang hampir rata. Dengan ukuran partikel 120 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara merata.



Gambar 6. Spesimen 14g ME; 5,6g SCT; 0,4g SAT 120 mesh

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 6** komposit mengalami patah getas atau granular dengan permukaan yang hampir rata dan terdapat *void* serta *fiber pull out*. Dimana *void* dan *fiber pull out* memungkinkan spesimen menjadi lebih lemah. Dengan ukuran partikel 120 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara merata.



Gambar 7. Spesimen 16g ME; 3,4g SCT; 0,6g SAT 120 mesh

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 7** spesimen mengalami perpatahan granular atau getas dengan ciri-ciri permukaan yang hampir rata dan dapat memantulkan cahaya. Dengan ukuran partikel 120 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara merata.



Gambar 8. Spesimen 12g ME; 7,8gSCT; 0,2g SAT 100 mesh

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 8** spesimen terlihat mengalami patah getas atau granular, terdapat *void* yang berdampak mengurangi kekuatannya. Dengan ukuran partikel 100 mesh serbuk cangkang telur menyebar dengan kurang merata.



Gambar 9. Spesimen 14g ME; 5,6g SCT; 0,4g SAT 100 mesh

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 9** spesimen mengalami patah getas atau granular dengan permukaan yang hampir rata di tandai dengan permukaan patahan yang dapat memantulkan cahaya. Dengan ukuran partikel 100 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara kurang merata.



Gambar 10. Spesimen 16g ME; 3,4g SCT; 0,6g SAT 100 mesh

(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 10** komposit mengalami patah getas atau granular ditandai dengan ciri fisik yaitu permukaan patahan mampu memantulkan cahaya. Dengan ukuran partikel 100 mesh serbuk cangkang telur menyebar dengan kurang merata.



Gambar 11. Spesimen 12g ME; 7,8gSCT; 0,2g SAT 80 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 11** komposit mengalami patah getas atau granular dengan permukaan patahan yang hampir rata dan mampu memantulkan cahaya. Dengan ukuran partikel 80 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara tidak merata.



Gambar 12. Spesimen 14g ME; 5,6g SCT; 0,4g SAT 80 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 12** spesimen mengalami patah getas atau granular dengan permukaan yang hampir rata. Dengan ukuran partikel 80 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara tidak merata dan cenderung mengendap ke salah satu sisi.



Gambar 13. Spesimen 16g ME; 3,4g SCT; 0,6g SAT 80 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 13** komposit mengalami patah granular dengan permukaan yang hampir rata maka sifat dari spesimen tersebut cenderung getas. Dengan ukuran partikel 80 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara tidak merata dan cenderung mengendap.

NILAI KETANGGUHAN IMPAK

ketangguhan impak merupakan energi yang mampu diserap oleh spesimen di mana bandul pada suatu ketinggian tertentu berayun hingga memukul spesimen, berkurangnya energi potensial dari

bandul sebelum dan sesudah memukul benda uji. Peningkatan harga impak pada material komposit dapat dilihat pada tabel dan grafik di bawah ini.

Tabel 2. Data hasil pengujian impak

Partikel Komposisi	80 mesh	100 mesh	120 mesh
12g ME 7,8g SCT 0,2g SAT	0,008	0,008	0,031
14g ME 5,6g SCT 0,4g SAT	0,008	0,016	0,054
16g ME 3,4g SCT 0,6g SAT	0,016	0,031	0,075

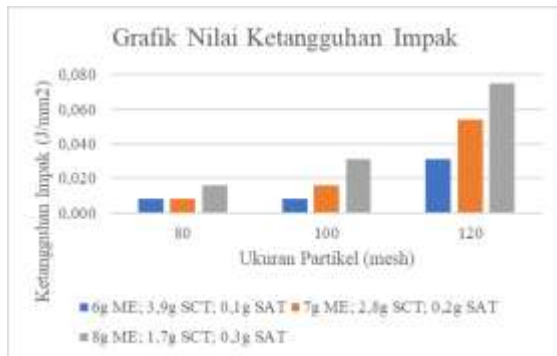
Catatan: Satuan dalam J/mm^2

(Sumber: Hasil pengolahan data uji impak)

Dari setiap 3 (tiga) variasi komposisi dan 3 (tiga) variasi besar partikel serbuk cangkang telur yang berbeda, dibuat benda uji yang berjumlah 1 (satu) spesimen. Hasil uji juga perhitungan akan disajikan dalam bentuk tabel dan grafik.



Gambar 14. Benda uji untuk uji impak
(Sumber: Dokumentasi pribadi)



Gambar 15. Grafik nilai ketangguhan impact
(Sumber: Hasil pengolahan data uji impact)

Nilai ketangguhan impact tertinggi terdapat pada komposit fraksi berat 8g ME, 1,7g SCT, 0,3g SAT dan ukuran partikel 120 mesh. dan nilai ketangguhan impact terendah pada komposit berat 6g ME, 3,9g SCT, 0,1g SAT dan ukuran partikel 80 mesh. Meningkatnya nilai ketangguhan impact disebabkan karena pada ukuran partikel 120 mesh yang mampu mengisi rongga kosong, akibatnya jumlah rongga dan ukurannya semakin sedikit dan kecil. Selain itu dengan tingginya kandungan serat menyebabkan beban yang datang mampu diteruskan dengan lebih merata. Sedangkan menurunnya nilai ketangguhan impact disebabkan karena dengan ukuran mesh 80 yang lebih besar mudah terbentuk celah atau rongga diantara filler dengan matriksnya sehingga timbul ruang kosong dalam struktur komposit dan tidak mampu menyerap beban yang datang dengan baik. Selain itu kandungan serat yang lebih rendah membuat berkurangnya media penyerap beban sehingga beban yang diterima tidak diteruskan dengan merata.

ANALISIS PATAHAN SPESIMEN PENGUJIAN IMPAK



Gambar 16. Spesimen 6g ME; 3,9g SCT; 0,1g SAT; 120 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 16** terlihat mengalami patah getas atau granular dengan permukaan yang hampir rata. Dengan ukuran partikel 120 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara merata.



Gambar 17. Spesimen 7g ME; 2,8g SCT; 0,2g SAT; 120 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 17** komposit terlihat mengalami perpatahan granular dengan permukaan yang hampir rata. Dengan ukuran partikel 120 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara merata.



Gambar 18. Spesimen 8g ME; 1,7g SCT; 0,3g SAT 120 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 18** spesimen komposit mengalami perpatahan granular dengan permukaan yang hampir rata dengan ciri fisik demikian maka spesimen tersebut bersifat getas. Dengan ukuran partikel 120 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara merata.



Gambar 19. Spesimen 6g ME; 3,9g SCT; 0,1g SAT; 100 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 19** pada spesimen terlihat terdapat *void* atau gelembung udara yang terjebak. *Void* dapat mengakibatkan penurunan nilai ketangguhan impact. Dengan ukuran serbuk 100 mesh, serbuk cangkang telur menyebar dengan kurang merata.



Gambar 20. Spesimen 7g ME; 2,8g SCT; 0,2g SAT; 100 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 20** terdapat *fiber pullout* dikarenakan ikatan yang kurang kuat antara matriks dan serat. Dengan ukuran partikel 100 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara kurang merata.



Gambar 21. Spesimen 8g ME; 1,7g SCT; 0,3g SAT; 100 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 21** terlihat mengalami patah getas atau granular dengan permukaan yang hampir rata ditandai dengan permukaan patahan yang memiliki daya pantul terhadap cahaya. Dengan ukuran partikel 100 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara kurang merata.



Gambar 22. Spesimen 6g ME; 3,9g SCT; 0,1g SAT; 80 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 22** terlihat mengalami patah getas. Dengan ukuran partikel 80 mesh serbuk cangkang telur menyebar secara tidak merata



Gambar 23. Spesimen 7g ME; 2,8g SCT; 0,2g SAT; 80 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 23** benda uji mengalami patah getas atau granular dengan permukaan yang hampir rata. Dengan ukuran partikel 80 mesh serbuk cangkang telur menyebar dengan tidak merata dan cenderung mengendap.



Gambar 24. Spesimen 8g ME; 1,7g SCT; 0,3g SAT; 80 mesh
(Sumber: Dokumentasi pribadi)

Pada **Gambar 24** terlihat mengalami patah getas atau granular dengan permukaan yang hampir rata. Dengan ukuran partikel 80 mesh serbuk cangkang telur menyebar dengan tidak merata yang memiliki kecenderungan untuk mengendap.

IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian dan pembahasan yang telah dilakukan tentang pengaruh ukuran partikel serbuk cangkang telur ayam dan konfigurasi variasi fraksi berat serbuk cangkang telur, serat ampas tebu dan matriks epoksi resin terhadap kekuatan tarik dan ketangguhan impak komposit, maka dapat disimpulkan sebagai berikut:

1. Dari data yang didapat setelah pengujian kekuatan tarik terlihat bahwa variasi ukuran partikel serbuk cangkang telur dan fraksi berat komposit berpengaruh terhadap hasil kekuatan tarik yang di dapat. Komposit dengan fraksi berat 16g ME, 3,4g SCT, 0,6g SAT dan ukuran partikel 120 mesh mempunyai kekuatan tarik paling tinggi Komposit dengan fraksi berat 12g ME, 7,8g SCT, 0,2g SAT dan ukuran partikel 80 mesh mempunyai kekuatan tarik terendah.
2. Dari hasil pengujian impak dapat diambil kesimpulan bahwa variasi ukuran partikel serbuk cangkang telur dan fraksi berat komposit berpengaruh terhadap nilai ketangguhan impak komposit. Nilai ketangguhan impak tertinggi terdapat pada komposit fraksi berat 8g ME, 1,7g SCT, 0,3g SAT dan ukuran partikel 120 mesh. dan nilai ketangguhan impak terendah pada komposit berat 6g ME, 3,9g SCT, 0,1g SAT dan ukuran partikel 80 mesh.

V. DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Arif, D. Irawan, and M. Jainudin, "ANALISIS SIFAT MEKANIS PERBANDINGAN CAMPURAN

- KOMPOSIT SERBUK GERGAJI KAYU JATI DENGAN Matrik EPOXY UNTUK MATERIAL KAMPAS REM CAKRAM,” *Jurnal Technopreneur (JTech)*, vol. 7, no. 2, 2019, doi: 10.30869/jtech.v7i2.385.
- [2] K. K. Chawla, *Composite Materials*. New York, NY: Springer New York, 2012. doi: 10.1007/978-0-387-74365-3.
- [3] P.- Purwanto and G. Diasmara, “Pemanfaatan Limbah Ampas Kopi Menjadi Bahan Komposit Sebagai Bahan Dasar Alternatif Pembuatan Produk Dompot,” *Jurnal Strategi Desain dan Inovasi Sosial*, vol. 1, no. 2, 2020, doi: 10.37312/jsdis.v1i2.2351.
- [4] M. Mahdi and S. Hadi, “Kekuatan Lentur Papan Komposit Hasil Kombinasi Perentase Ijuk dan Cangkang Telur Ayam,” *Jurnal Energi dan Teknologi Manufaktur (JETM)*, vol. 2, no. 02, 2019, doi: 10.33795/jetm.v2i02.39.
- [5] H. Sukarja, “STUDI SIFAT MEKANIK KOMPOSIT HIBRID EPOKSI /SERBUK KULIT TELUR AYAM BURAS/SERAT GLAS,” 2015.
- [6] P. Adi Nugroho, “ANALISA SIFAT MEKANIK KOMPOSIT SERAT TEBU DENGAN Matrik RESIN EPOXY,” 2012. doi: 10.24905/eng.v3i1.115.
- [7] R. Reddy Nagavally, “COMPOSITE MATERIALS-HISTORY, TYPES, FABRICATION TECHNIQUES, ADVANTAGES, AND APPLICATIONS,” 2017. [Online]. Available: <http://iraj.in>
- [8] A. F. Roviudin, P. Hartono, and M. Basjir, “ANALISIS PENGARUH PENAMBAHAN RESIN CONTENT DENGAN SERAT POHON PISANG TERHADAP SIFAT MEKANIK,” 2021. Accessed: Dec. 20, 2022. [Online]. Available: <http://riset.unisma.ac.id/index.php/RINGME/article/download/9911/7858>