

# PENGARUH FRAKSI VOLUME DAN PEMBEBANAN TERHADAP SIFAT FISIK DAN MEKANIK KOMPOSIT BERPENGUAT SERBUK CANGKANG KERANG LOKAN

Hendri Hestiawan<sup>1\*</sup>, A. Sofwan FA<sup>1</sup>, Khairul Amri<sup>2</sup>, Muhammad Farid<sup>1</sup>

- 1) Prodi Teknik Mesin, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kota Bengkulu, Indonesia, 38112
- 2) Program Teknik Sipil, Fakultas Teknik, Universitas Bengkulu, Jl. WR. Supratman, Kandang Limun, Kota Bengkulu, Indonesia, 38112

\*Corresponding author: [hestiawan@unib.ac.id](mailto:hestiawan@unib.ac.id)

## Abstract

*The increasing consumption of local clam shells which contain high nutritional value in society has resulted in an increase in waste sea shells in areas around the coast of Bengkulu Province. The high calcium content in lokan clam shells attracts researchers to study the physical and mechanical properties of epoxy resin composites reinforced lokan clam shell powder. This research aims to investigate the effect of variations in the volume fraction of lokan clam shell powder and the mold loading on the physical and mechanical properties of composites reinforced lokan clam shell powder. The process of manufacturing shell powder is carried out by heating at a temperature of 900°C for 6 hours. Variations in the volume fraction of lokan clam shell powder consist of 30, 50, 70%. Meanwhile, the mold loading was varied by 0, 500 N, and 1 kN. The manufacturing process uses hand lay-up techniques. Physical and mechanical tests on composites include water absorption tests, density, tensile tests and impact tests. The results of the research show that the powder volume fraction and mold loading influence the physical and mechanical properties of composites reinforced lokan clam shell powder. The best physical properties of composite were obtained at a powder volume fraction of 70% and a mold loading of 1 kN, namely with a density of 1.43 g/cm<sup>3</sup>. The best mechanical properties of composite were obtained at a volume fraction of 30% and a mold loading of 1 kN, namely with a tensile strength of 33.2 MPa and an impact toughness of 366.8 kJ/m<sup>2</sup>.*

**Keywords:** lokan clam shells, volume fraction, composite, mold loading

## Abstrak

Meningkatnya konsumsi cangkang kerang lokal yang mengandung nilai gizi tinggi di masyarakat mengakibatkan meningkatnya limbah cangkang kerang di wilayah sekitar pesisir pantai Provinsi Bengkulu. Kandungan kalsium yang tinggi pada cangkang kerang lokan menarik para peneliti untuk mempelajari sifat fisik dan mekanik komposit resin epoksi berpenguat serbuk cangkang kerang lokan. Penelitian ini bertujuan untuk melakukan investigasi pengaruh variasi fraksi volume serbuk cangkang kerang lokan dan pembebanan pada cetakan terhadap sifat fisik dan mekanik komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan. Proses pembuatan serbuk cangkang dilakukan dengan cara pemanasan pada suhu 900°C selama 6 jam. Variasi fraksi volume serbuk cangkang kerang lokan terdiri dari 30, 50, 70%. Sedangkan pembebanan pada cetakan divariasikan sebesar 500 N dan 1 kN. Proses manufaktur komposit menggunakan teknik hand lay up. Uji fisik dan mekanik pada komposit meliputi uji *density*, tarik dan impak. Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi volume serbuk dan pembebanan pada cetakan berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan. Sifat fisik komposit terbaik diperoleh pada fraksi volume serbuk 70% dan pembebanan 1 kN, yaitu dengan *density* sebesar 1,43 g/cm<sup>3</sup>. Sifat mekanik komposit terbaik diperoleh pada fraksi volume 30% dan pembebanan 1 kN, yaitu dengan kekuatan tarik sebesar 33,2 MPa dan ketangguhan impak sebesar 366,8 kJ/m<sup>2</sup>.

**Kata kunci:** cangkang kerang lokan, fraksi volume, komposit, pembebanan cetakan

## 1. Pendahuluan

Cangkang kerang merupakan limbah yang belum dimanfaatkan secara maksimal dan masih terbatas sebagai bahan baku kerajinan tangan. Di beberapa tempat,

cangkang kerang digunakan untuk sebagai bahan campuran pakan hewan ternak. Selebihnya cangkang kerang belum dimanfaatkan dan berpotensi menjadi limbah yang dapat mencemari lingkungan sekitar. Cangkang kerang banyak diperoleh

dari tempat pengolahan kerang di beberapa lokasi, seperti tempat pelelangan ikan, pasar, dan rumah makan.

Ketersediaan kerang yang melimpah di Indonesia, khususnya di Provinsi Bengkulu yang memiliki garis pantai yang cukup panjang, merupakan salah satu potensi yang harus dimanfaatkan karena setelah kerang dikonsumsi maka cangkang kerang dibuang begitu saja. Limbah cangkang kerang perlu diolah lebih lanjut agar lebih bermanfaat. Berdasarkan data dari Kementerian Kelautan dan Perikanan (KKP) produksi kerang sebesar 87 ribu ton pada tahun 2020 dan terus mengalami peningkatan sebesar 12% per tahun dengan target produksi sebesar 137 ribu ton pada tahun 2024 [1].

Himbauan dari pemerintah yang mendorong masyarakat mengkonsumsi makanan laut (*seafood*) secara tidak langsung meningkatkan konsumsi kerang. Hal ini tentu saja berdampak pada meningkatnya jumlah cangkang kerang. Cangkang kerang memiliki tekstur keras sehingga harus diolah terlebih dahulu agar dapat dimanfaatkan sebagai bahan penguat komposit. Penelitian yang dilakukan Arrafiqie, et al [2] diketahui bahwa kandungan CaO yang terdapat pada cangkang kerang lokan sebesar 41,4%.

Dengan kandungan kalsium yang tinggi maka cangkang kerang berpotensi diaplikasikan pada material yang berhubungan dengan organ tubuh manusia karena sifat kalsium yang tidak beracun pada manusia, salah satunya sebagai *veneer* gigi. Menurut Maryusman [3], kalsium dalam sirkulasi darah dan jaringan tubuh berperan dalam kontraksi otot, penggumpalan darah dan membantu reaksi enzimatik. *Veneer* merupakan salah satu perawatan gigi yang bertujuan untuk memperbaiki kelainan ataupun kerusakan gigi serta dapat mempertahankan struktur gigi dan digunakan secara luas untuk memperbaiki estetika pada gigi yang mengalami perubahan warna dan kerusakan pada struktur gigi [4].

Penggunaan serbuk cangkang kerang lokan sebagai penguat komposit memiliki kelebihan antara lain, biodegradable, ramah lingkungan dan dapat beradaptasi dengan baik pada tubuh manusia apabila terjadi kerusakan ketika digunakan. Kerang lokan banyak ditemukan di daerah berlumpur pada ekosistem mangrove dan substrat liat dan debu yang kaya bahan organik, dan sebagian yang ditemukan pada substrat pasir yang miskin bahan organik [5].

Di Provinsi Bengkulu kerang lokan banyak terdapat di Pulau Enggano bahkan sudah menjadi makanan sehari-hari bagi masyarakat di Pulau Enggano karena memiliki kandungan gizi yang tinggi dengan 7,06 - 16,87% protein, 0,40 - 2,47% lemak, 2,36 - 4,95% karbohidrat serta memberikan energi sebesar 69-88 kkal/100 gram [6]. Dengan memperhatikan ketersediaan kerang lokan yang melimpah maka dalam penelitian ini limbah cangkang kerang lokan digunakan sebagai bahan penguat komposit dengan memvariasikan fraksi volume dan pembebanan pada cetakan.

## 2. Metode Penelitian

Material yang digunakan dalam penelitian ini antara lain cangkang kerang lokan (Gambar 1) dan resin epoxy. Cara pengambilan sampel cangkang kerang lokan dilakukan secara acak di tempat pelelangan ikan Kota Bengkulu.

Proses pengolahan cangkang kerang lokan hingga diperoleh serbuk dengan proses thermal pada temperatur 900°C selama 6 jam. Serbuk disaring menggunakan ayakan mesh 100. Proses manufaktur komposit menggunakan teknik *hand lay-up* dengan memvariasikan fraksi volume serbuk cangkang kerang lokan 30, 50 dan 70% dan pembebanan pada cetakan sebesar 500 N dan 1 kN. Sifat fisik dan mekanik komposit meliputi uji *density*, uji tarik dengan standar ASTM D638 dan uji impact dengan standar ASTM D5942. Kode spesimen yang digunakan dalam

penelitian ini dapat dilihat pada tabel berikut.



Gambar 1. Cangkang kerang lokan

Tabel 1. Kode spesimen

Kode spesimen	Keterangan
C3	Fraksi volume 30% dan tanpa beban
C3S	Fraksi volume 30% dan beban 500N
C3F	Fraksi volume 30% dan beban 1 kN
C5	Fraksi volume 50% dan tanpa beban
C5S	Fraksi volume 50% dan beban 500N
C5F	Fraksi volume 50% dan beban 1 kN
C7	Fraksi volume 70% dan tanpa beban
C7S	Fraksi volume 70% dan beban 500N
C7F	Fraksi volume 70% dan beban 1 kN

### 3. Hasil dan Pembahasan

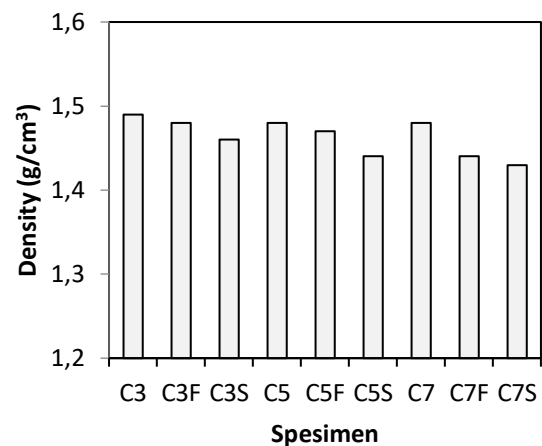
#### 3.1 Density

*Density* pada komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan, dapat dilihat pada Gambar 2. Penambahan serbuk cangkang kerang lokan dan pembebanan pada cetakan berpengaruh terhadap *density* komposit. Pengaruh pembebanan terlihat lebih dominan dibandingkan pengaruh fraksi volume. Hal ini terlihat dari penurunan nilai *density* yang lebih signifikan seiring dengan meningkatnya beban pada cetakan. Penambahan bahan penguat serbuk cangkang kerang lokan cenderung menghasilkan nilai *density* yang konstan, yaitu sebesar 1,48 g/cm<sup>3</sup>.

Sementara penambahan pembebanan pada cetakan memberikan penurunan nilai *density*. Nilai *density* terendah diperoleh pada komposit dengan fraksi volume 70% dan pembebanan 1 kN, yaitu sebesar 1,43 g/cm<sup>3</sup>. Fawaid et al. [7]

melaporkan bahwa nilai *density* komposit berpenguat serat bambu menurun seiring dengan penambahan tekanan.

Apabila dibandingkan dengan *density* pada *veneer* gigi, maka *density* komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan masih berada di atas standar komersial *veneer* gigi, yaitu sebesar 1,18 g/cm<sup>3</sup>. Hal ini menunjukkan bahwa komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan memiliki tingkat kerapatan yang lebih besar dan belum termasuk dalam kriteria *veneer* gigi karena cenderung memiliki berat dan kekakuan yang lebih tinggi.



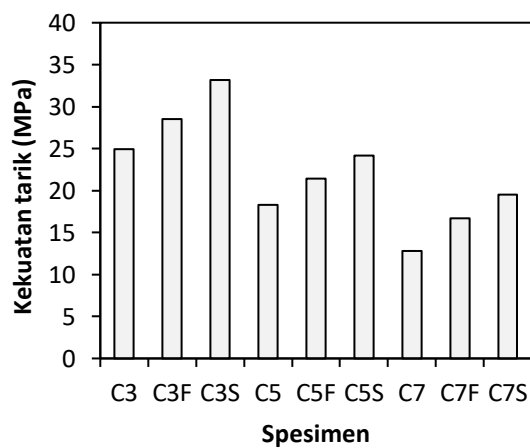
Gambar 2. *Density* pada komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan

#### 3.2 Kekuatan tarik

Kekuatan tarik pada komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan, dapat dilihat pada Gambar 3. Berdasarkan Gambar 3 terlihat bahwa penambahan serbuk cangkang kerang lokan cenderung menurunkan kekuatan tarik komposit. Gigante et al. [8] melaporkan bahwa peningkatan fraksi volume serbuk cangkang kerang cenderung menurunkan kekuatan tarik komposit bermatriks PLA. Bahan penguat yang digunakan seperti serbuk cangkang kerang yang banyak mengandung kalsium karbonat dapat mempengaruhi kekuatan tarik komposit dalam dua cara, yaitu : sebagai pemusat tegangan yang memberikan efek melemahkan atau sebagai penghalang

pertumbuhan retak yang memberikan efek memperkuat [9].

Di sisi lain, penambahan pembebanan pada cetakan cenderung meningkatkan kekuatan tarik komposit. Putra et al. [10] melaporkan bahwa kekuatan tarik komposit hybrid berpenguat serat sabut kelapa dan bambu mengalami peningkatan seiring dengan bertambahnya tekanan yang diberikan pada cetakan. Kekuatan tarik tertinggi diperoleh pada komposit dengan penambahan serbuk cangkang kerang lokan sebesar 30% yang diberi beban sebesar 1 kN, yaitu sebesar 33,2 MPa.



Gambar 3. Kekuatan tarik pada komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan

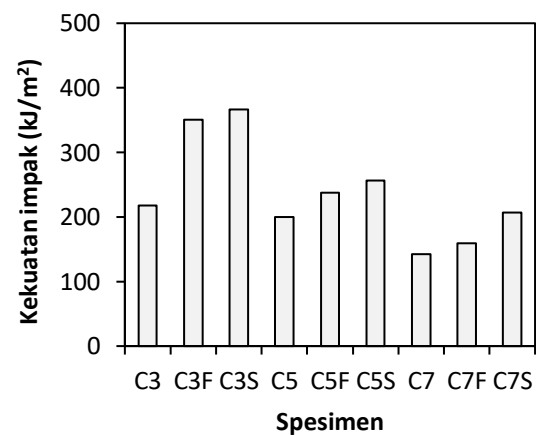
Apabila dibandingkan dengan kekuatan tarik *veneer* gigi, maka kekuatan tarik komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan masih berada di bawah kekuatan tarik standar komersial *veneer* gigi, yaitu sebesar 50-65 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan tidak dapat direkomendasikan sebagai bahan alternative *veneer* gigi.

### 3.3 Ketangguhan impact

Ketangguhan impact pada komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan, dapat dilihat pada Gambar 4. Penambahan serbuk cangkang kerang lokan cenderung meningkatkan ketangguhan impact komposit. Lee & Cheon [11] melaporkan

bahwa energy impact yang diserap pada komposit polyester berpenguat fiberglass diperoleh pada fraksi volume serat yang tinggi, yaitu 52-70%. Penambahan pembebanan pada cetakan juga memiliki kecenderungan meningkatkan ketangguhan impact komposit. Aspiyansyah & Handoko [12] melaporkan bahwa penambahan tekanan pada cetakan mampu meningkatkan ketangguhan impact komposit berpenguat serat kelapa. Ketangguhan impact tertinggi diperoleh pada komposit dengan penambahan serbuk cangkang kerang lokan sebesar 30% yang diberi beban sebesar 1 kN, yaitu sebesar 366,8 kJ/m<sup>2</sup>.

Apabila dibandingkan dengan ketangguhan impact *veneer* gigi, maka ketangguhan impact komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan berada di atas kekuatan tarik standar komersial *veneer* gigi, yaitu sebesar 50-65 MPa. Hal ini menunjukkan bahwa kekuatan tarik komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan tidak dapat direkomendasikan sebagai bahan alternative *veneer* gigi.



Gambar 4. Ketangguhan impact pada komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan

## 4. Kesimpulan

Hasil penelitian menunjukkan bahwa fraksi volume serbuk dan pembebanan pada cetakan berpengaruh terhadap sifat fisik dan mekanik komposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan. Sifat fisik komposit terbaik diperoleh pada

fraksi volume serbuk 70% dan pembebanan 1 kN, yaitu dengan *density* sebesar 1,43 g/cm<sup>3</sup>. Sifat mekanik komposit terbaik diperoleh pada fraksi volume 30% dan pembebanan 1 kN, yaitu dengan kekuatan tarik sebesar 33,2 MPa dan ketangguhan impak sebesar 366,8 kJ/m<sup>2</sup>.

### Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Bengkulu yang telah memberikan dukungan finansial dalam pelaksanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Unggulan Fakultas Teknik Universitas Bengkulu dengan kontrak nomor 3371/UN30.13/PG/2023.

### Referensi

- [1] Rahman, M. R., 2020, KKP dorong pemanfaatan kerang sebagai komoditas berdaya saing tinggi, <http://antaranews.com>. Accessed 20.01.2023.
- [2] Arrafiq, M., 2015, Sintesis hidroksiapatit limbah kulit kerang lokan (*Geloina expansa*) dengan metode hidrotermal. Skripsi, Teknik Kimia, Universitas Riau. Pekanbaru.
- [3] Maryusman, T., 2017, Kalsium pada tubuh manusia, <https://fikes.upnvj.ac.id>. Accessed 22.01.2023.
- [4] Gaurav, S., 2013, Porcelain laminate veneer on a highly discolored tooth: A case report. *International Journal of Biomedical Research* 412.
- [5] Dwiono dan Sigit, A.P., 2003, Pengenalan kerang mangrove *Geloina erosa* dan *Geloina expansa*. *Oseana* 28 (2), 31-38.
- [6] Suaniti, M., 2007, Pengaruh edta dalam penentuan kandungan timbal dan tembaga pada kerang hijau (*Mytilus viridis*). *Journal of Ecotrophic*. 2(1), 1907- 5626.
- [7] Fawaid, M. et al., 2013, Pengaruh variasi tekanan kompaksi terhadap karakteristik komposit bahan alternatif kanvas rem berpenguat serat bambu, *Prosiding Seminar Nasional Industrial Service (SNIS) III*. 447-454.
- [8] Gigante, V. et al., 2020, Evaluation of mussel shells powder as reinforcement for PLA-Based biocomposites, *International Journal of Molecular Sciences* 21(5364), 1-16.
- [9] Fu, S.Y. et al., 2008, Effects of particle size, particle/matrix interface adhesion and particle loading on mechanical properties of particulate-polymer composites. *Composites Part. B Engineering* 39, 933-961.
- [10] Putra, F.U. et al., 2023, Pengaruh variasi tekanan dan fraksi volume pada hybrid komposit serat sabut kelapa dan serat bambu bermatriks resin polyester terhadap kekuatan tarik dan bending. *Jurnal Foundry : Politeknik Manufaktur Ceper* 6(1), 8-15.
- [11] Lee, D. G. dan Cheon, S. S., 2001, Impact characteristics of glass fiber composites with respect to fiber volume fraction. *Journal of Composite Materials* 35(1), 27–56.
- [12] Aspiyansyah dan Handoko, D., 2015, Pengaruh variasi penekanan terhadap sifat mekanik komposit serat kelapa yang dibuat melalui metode squeeze casting. *Prosiding Seminar Nasional ReTII ke-10*, 800-804.