

## Kaji Sifat Fisik Biokomposit *Polylactic Acid* Berpenguat Serbuk Cangkang Kerang Lokan

A. Sofwan F. Alqap<sup>1</sup>, Hendri Hestiawan<sup>\*2</sup>, Agus Suandi<sup>3</sup>, Zuliantoni<sup>4</sup>,  
Muhammad Farid<sup>5</sup>

<sup>12345</sup>Prodi Teknik Mesin, 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

*This research aimed to investigate the effect of adding lokan clam shell powder on the physical properties of polylactic acid (PLA) biocomposites. The research materials consisted of lokan clam shells obtained from the fish auction place in Pulau Baai of Bengkulu City, PLA in filament form, and chloroform. Lokan clam shells were washed with clean water, dried for 12 hours and heated at 90°C for 6 hours. The powder obtained was filtered using a 100 mesh sieve. The PLA dissolution process used chloroform for 2 hours in a closed process with a ratio of 1 g PLA to 5 ml chloroform. After that, added lokan clam shell powder and stirred for 15 minutes using a hotplate at room temperature. The biocomposite manufacturing process used a molding technique with variations in the volume fraction of lokan clam shell powder of 10%, 30% and 50%. The physical properties test includes the density test using the ASTM standard of D1622 and the water absorption test using the ASTM standard of D 570. The results of the physical properties research show that the addition of 10% lokan shell powder to the PLA biocomposite is able to reduce the density and increase the maximum water absorption by 0.89 g/cm<sup>3</sup> and 5.91% respectively.*  
**Keywords:** bio composite, chloroform, density, lokan clam shell, polylactic acid, water absorption.

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk melakukan investigasi pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang lokan terhadap sifat fisik biokomposit asam polilaktat (PLA). Bahan penelitian terdiri dari cangkang kerang lokan yang diperoleh dari tempat pelelangan ikan di Pulau Baai Kota Bengkulu, PLA dalam bentuk filamen, dan kloroform. Cangkang kerang lokan dicuci dengan air bersih, dikeringkan 12 jam dan dipanaskan pada suhu 90°C selama 6 jam. Serbuk yang diperoleh disaring menggunakan ayakan berukuran 100 mesh. Proses pelarutan PLA menggunakan kloroform selama 2 jam dalam proses tertutup dengan perbandingan 1 g PLA dengan 5 ml kloroform. Setelah itu ditambahkan serbuk cangkang kerang lokan dan diaduk selama 15 menit menggunakan *hotplate* pada temperature ruangan. Proses manufaktur biokomposit menggunakan teknik molding dengan variasi fraksi volume serbuk cangkang kerang lokan sebesar 10%, 30% dan 50%. Uji sifat fisik meliputi uji *density* menggunakan standar ASTM D1622 dan uji water absorption menggunakan standar ASTM D 570. Hasil penelitian sifat fisik menunjukkan bahwa penambahan 10% serbuk cangkang kerang lokan pada biokomposit PLA mampu menurunkan *density* dan meningkatkan penyerapan air maksimum masing-masing sebesar 0,89 g/cm<sup>3</sup> dan 5,91%.

**Kata kunci:** asam polilaktat, biokomposit, cangkang kerang lokan, *density*, kloroform, penyerapan air.

## 1. Pendahuluan

Pemanfaatan hasil laut sebagai bahan makanan secara tidak langsung menghasilkan limbah padat dan cair dalam jumlah yang sangat besar. Apabila limbah ini tidak diolah secara tepat dapat berdampak pada pencemaran lingkungan dan bau tidak sedap. Biomaterial yang berasal dari limbah biologis, umumnya memiliki keunggulan melimpah, terbarukan, murah, dan ramah lingkungan dibandingkan dengan material buatan yang disintesis secara kimia [1]. Dalam 20 tahun terakhir, bisnis di bidang ini telah berkembang

menjadi industri komersial bernilai miliaran dollar [2].

Meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap tingginya nilai gizi dari makanan laut berdampak pada meningkatnya permintaan produk makanan laut sehingga pertumbuhan bisnis perikanan dan akuakultur di seluruh dunia juga semakin pesat. Makanan laut sangat mudah dikonsumsi dan beberapa diantaranya perlu diproses untuk memperpanjang umur simpannya. Hal yang sama dilakukan pada sebagian besar industri makanan, pengolahan ikan sehingga menghasilkan limbah (karkas, jeroan, kulit, dan kepala



ikan). Jika 45% dari berat hidup dianggap sebagai bahan limbah, maka hampir 63,6 juta metrik ton limbah akan dihasilkan secara global [3].

Seiring dengan meningkatnya kesadaran masyarakat terhadap material ramah lingkungan maka penggunaan bahan sintetis yang tidak dapat terurai dengan mudah oleh alam mendorong penelitian yang berhubungan dengan material biokomposit hijau. Biokomposit hijau ini berarti bahan pengisi dan matriksnya berasal dari bahan alami yang tidak merusak lingkungan. Contoh dari matriks yang ramah lingkungan yaitu bahan bioplastik, seperti *polylactid acid* (PLA) atau *polyhydroxyalkanoate* (PHA) [4]. Selain itu, contoh bahan pengisi alami yaitu seperti tanah liat, *talc*, tanaman, atau partikel dari limbah cangkang kerang, seperti terlihat pada Gambar 1.

Kerang lokan banyak ditemukan di daerah pesisir pantai atau muara yang merupakan pertemuan antara air sungai dan laut dan bersifat musiman [5]. Cangkang kerang lokan ini belum banyak dimanfaatkan oleh masyarakat dibuang secara sembarangan dan berpotensi menjadi limbah. Pada umumnya cangkang kerang banyak mengandung mineral, salah satu kandungan mineral yang terdapat pada cangkang kerang ialah kalsium.



Gambar 1. Cangkang kerang lokan

Kandungan kalsium pada cangkang kerang ini memberikan sifat cangkang kerang yang keras. Menurut penelitian

Cangkang kerang lokan memiliki kandungan mineral  $\text{CaCO}_3$  dalam jumlah besar sekitar 99,45% [6-7]. Apabila dilakukan proses pemanasan pada cangkang kerang lokan maka akan menghasilkan beberapa kandungan seperti  $\text{CaO}$ ,  $\text{Ag}_2\text{O}$ ,  $\text{SiO}_2$ ,  $\text{MnO}$  dan lainnya dengan paling banyak mengandung  $\text{CaO}$  sebesar 97,512% [8].  $\text{CaCO}_3$  sebagai mineral alam merupakan sumber terbesar dalam pembuatan senyawa kalsium secara komersial dan digunakan dalam berbagai aplikasi seperti biomedis, industri, konstruksi, dan nanoteknologi [9-12].

Biopolimer PLA yang merupakan bioplastik yang bersifat termoplastik berasal dari bahan-bahan alami seperti pati jagung, pati ubi dan sebagainya. Secara umum bioplastik PLA ini memiliki sifat tahan panas yang baik dan elastis. Dengan asal dari bahan alami maka bioplastik PLA ini dapat terdegradasi. PLA memiliki degradasi waktu paruh di lingkungan mulai dari 6 bulan hingga 2 tahun, tergantung pada ukuran dan bentuk partikel, rasio isomernya, dan suhunya [13]. Dengan dua bahan alami yang masing-masing memiliki sifat yang berbeda akan membentuk suatu sifat biokomposit yang merupakan gabungan dari kedua material tersebut. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengkaji sifat fisik dari pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang lokan terhadap *density* dan kemampuan daya serap air dari biokomposit dengan matriks *polylactic acid*.

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Material

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini antara lain bioplastik *polylactic acid* (PLA) berbentuk fillament yang diperoleh dari Polymaker China. Pelarut PLA menggunakan kloroform yang didapatkan dari PT. Smart Lab Indonesia. Cangkang kerang lokan diperoleh dari tempat pelelangan ikan Pulau Baai Kota Bengkulu. Cangkang kerang lokan dicuci dengan air mengalir, dijemur selama 12 jam, dan dibakar pada suhu  $900^\circ\text{C}$  selama 6 jam.

Serbuk yang diperoleh kemudian diayak menggunakan mesh 100, seperti terlihat pada Gambar 2.



Gambar 2. Serbuk cangkang kerang lokan

Proses pelarutan PLA menggunakan kloroform dilakukan selama 2 jam secara tertutup, dengan perbandingan antara 1 gr PLA berbanding 5 ml kloroform. Setelah itu serbuk cangkang kerang lokan ditambahkan dan diaduk selama 15 menit menggunakan *hotplate*. Setelah semua komponen tercampur secara merata, selanjutnya dilakukan proses penguapan selama 5 menit dengan tujuan untuk melepaskan gelembung udara yang terjadi pada saat proses pengadukan. Proses manufaktur biokomposit ini menggunakan teknik *molding* dengan memvariasikan penambahan serbuk cangkang kerang lokan sebesar 10%, 30% dan 50%.

## 2.2 Uji *density*

Uji *density* menggunakan standar ASTM D1622 untuk geometri material yang berbentuk persegi dengan dimensi 20 x 20 mm, seperti terlihat pada Gambar 3. Pengujian dilakukan dengan perhitungan massa dan volume dari masing-masing spesimen komposit. Massa sampel ditimbang menggunakan timbangan digital, sementara volume diukur dengan mengukur dimensi sampel (panjang x lebar x tebal). Untuk menghitung *density* sampel menggunakan persamaan berikut.

$$\rho = \frac{m}{v} \quad (1)$$

Di mana:

$\rho$  = *density* (kg/m<sup>3</sup>)

$m$  = massa spesimen (kg)

$v$  = volume spesimen (m<sup>3</sup>)



Gambar 3. Spesimen uji *density*

## 2.3 Uji *water absorption*

Uji *water absorption* bertujuan untuk mengetahui kemampuan suatu material dalam menyerap air. Semakin besar air yang diserapnya maka semakin banyak pori-pori yang terdapat dalam sampel. Prosedur uji *water absorption* mengacu pada standar ASTM D 570. Tiga spesimen dari masing-masing sampel dipotong dengan dimensi 1 x 3 inchi dengan batas tanpa diisolasi, seperti tampak pada Gambar 4.

Ketebalan awal diukur dan sampel ditimbang sebelum direndam dalam aquades pada suhu 23°C yang dikontrol dengan menggunakan thermometer. Setelah 24 jam perendaman, sampel diambil dari aquades dan air yang menempel di permukaan sampel dihilangkan, kemudian sampel segera ditimbang dan diukur. Daya serap air dari sampel yang terendam dalam air selama 24 jam dihitung menggunakan persamaan berikut.

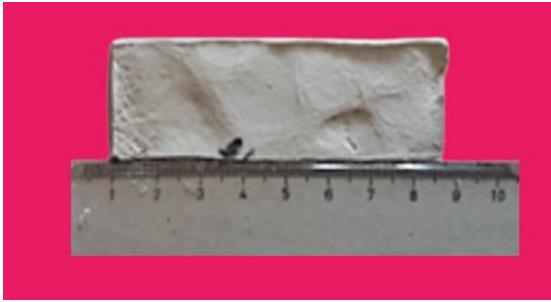
$$DSA = \frac{m_b - m_k}{m_k} \times 100\% \quad (2)$$

Di mana

$DSA$  = daya serap air (%),

$m_k$  = massa sampel sebelum perendaman (g),

$m_b$  = massa sampel sesudah perendaman (g)



Gambar 4. Spesimen uji *water absorption*

### 3. Hasil dan Pembahasan

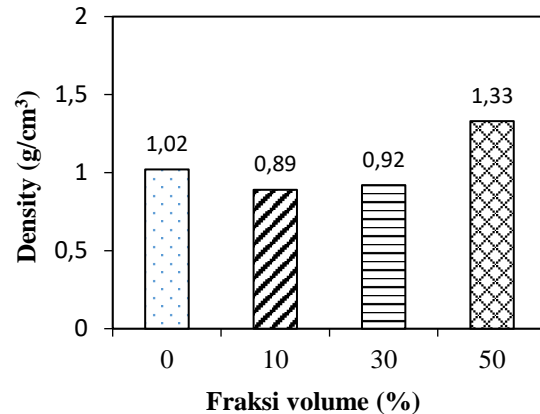
#### 3.1 *Density* biokomposit

Untuk *density* standar PLA dalam bentuk filament sebesar  $1,33 \text{ g/cm}^3$  pada suhu  $20^\circ\text{C}$  dan untuk *density* standar PLA dalam kondisi melt dan solid itu berkisar dari  $1,073 \text{ g/cm}^3 - 1,252 \text{ g/cm}^3$  [14]. Dari hasil pengukuran *density* pada setiap variasi, terjadi fenomena yang cukup menarik. Penambahan serbuk cangkang kerang lokan di satu sisi tentu akan meningkatkan massa sampel tapi kenaikan massa lebih kecil dibandingkan dengan kenaikan volume serat, akibatnya nilai *density* sampel menjadi lebih rendah dibandingkan dengan *density* sebelumnya, seperti terlihat pada Gambar 5.

Berdasarkan Gambar 5. terlihat bahwa *density* dari 100% PLA tanpa serbuk cangkang kerang lokan memiliki *density* sebesar  $1,02 \text{ g/cm}^3$ . Penambahan serbuk cangkang kerang lokan hingga 30% cenderung menurunkan nilai *density* biokomposit, masing-masing sebesar 0,89 dan  $0,92 \text{ g/cm}^3$ . Penurunan nilai *density* biokomposit terjadi karena adanya penyusutan dalam proses pencetakan yang berdampak pada perubahan dimensi sampel.

Berdasarkan perhitungan dimensi yang dilakukan pada penelitian ini diperoleh fenomena bahwa penambahan serbuk cangkang kerang lokan maka akan merubah dimensi tebal yang cukup signifikan, yaitu sekitar 1 mm dibandingkan dengan sampel tanpa penambahan serbuk cangkang kerang lokan. Akan tetapi dari beberapa variasi penambahan serbuk cangkang kerang lokan yang digunakan didapati bahwa semakin bertambahnya serbuk cangkang kerang

lokian maka nilai *density* biokomposit cenderung meningkat. Hal ini dikarenakan serbuk cangkang kerang lokian memiliki nilai *density* yang tinggi, yaitu sekitar  $2,61 \text{ g/cm}^3$  sehingga dengan penambahan serbuk cangkang kerang lokian akan meningkatkan nilai *density* dari biokomposit [15].



Gambar 5. Pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang lokian terhadap *density* biokomposit

#### 3.2 Daya serap air biokomposit

Proses penyerapan air oleh biokomposit sebelum dan setelah perendaman dalam air selama 24 jam pada suhu  $23^\circ\text{C}$  dapat dilihat pada Gambar 6. Berdasarkan Gambar 6. terlihat bahwa kondisi spesimen sebelum dan setelah perendaman ada yang masih utuh (A dan B). Hal ini menunjukkan bahwa biokomposit tanpa penambahan dan 10% serbuk cangkang kerang lokian memiliki ketahanan terhadap penetrasi cairan yang baik dalam pelarut aquades. Sebaliknya untuk biokomposit dengan penambahan 30 dan 50% serbuk cangkang kerang lokian (C dan D) memiliki ketahanan terhadap penetrasi cairan yang kurang baik di dalam pelarut aquades sehingga spesimen terdekomposisi dengan air. Hasil uji daya serap air ditampilkan pada Gambar 7.

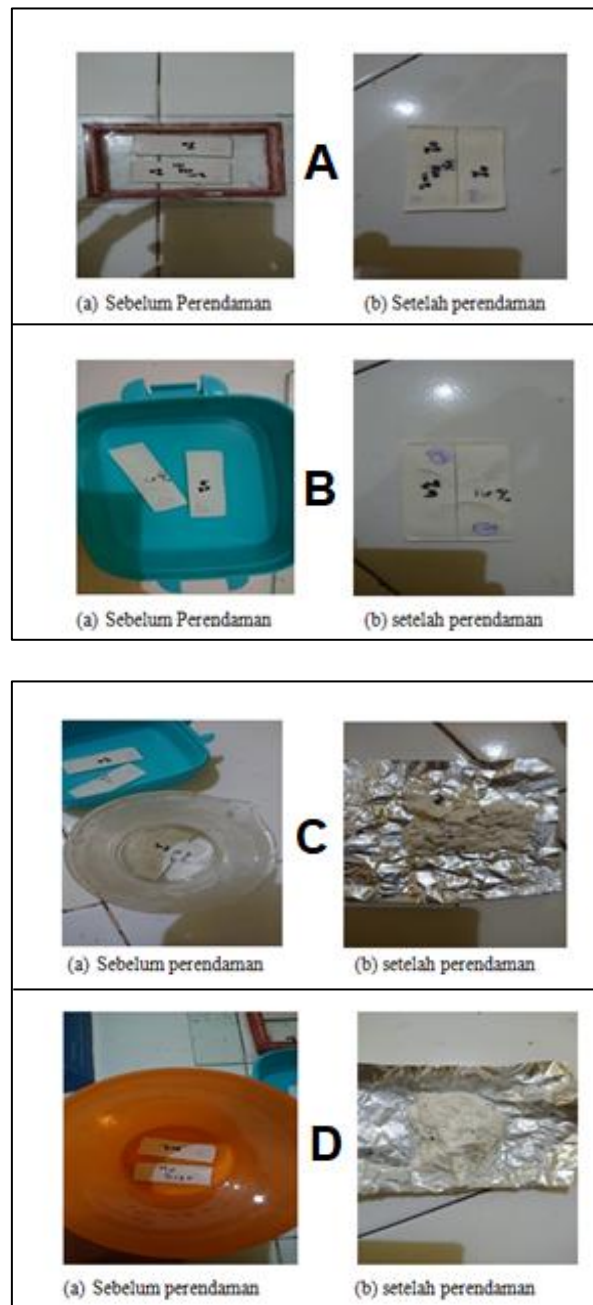
Berdasarkan grafik pada Gambar 7. terlihat bahwa penambahan serbuk cangkang kerang lokian hingga 10% cenderung meningkatkan daya serap air pada biokomposit sebesar 5,91%. Agusman et al. [16] melaporkan bahwa penambahan chitosan pada bioplastik berbahan baku agar/chitosan dan *glycerol* mampu meningkatkan daya serap air pada

bioplastik. Penambahan 30 dan 50% serbuk cangkang kerang lokan pada biokomposit mengakibatkan spesimen tidak mampu menahan masuknya cairan ke dalam biokomposit. Akibatnya spesimen mengalami kerusakan dan berat spesimen setelah direndam selama 24 jam tidak dapat ditimbang karena kondisi spesimen sudah tidak utuh lagi sehingga daya serap air spesimen tidak dapat dihitung. Hal ini menunjukkan bahwa biokomposit dengan penambahan serbuk cangkang kerang lokan tidak dapat diaplikasikan dalam lingkungan basah.

Banyaknya penyerapan air yang terjadi sebanding dengan meningkatnya fraksi volume serbuk cangkang kerang lokan. Hal ini membuktikan bahwa serbuk cangkang kerang lokan memiliki pori-pori yang banyak sehingga dapat menyerap air dalam jumlah yang banyak. Pori-pori pada serbuk cangkang kerang lokan ini dikarenakan adanya kandungan  $\text{CaCO}_3$  yang secara fisik memiliki pori-pori dan memungkinkan untuk berkemampuan dalam hal penyerapan zat-zat lain ke dalam pori-pori permukaannya [17]. Penelitian yang dilakukan oleh Misbachudin dan Nur [18] melaporkan bahwa penambahan fraksi volume kulit kayu gelam dalam komposit memiliki efek yang sama, yaitu cenderung menurunkan massa komposit karena bertambahnya jumlah pori-pori pada struktur.

Selain itu saat serbuk cangkang kerang lokan telah dilakukan proses pemanasan sehingga membentuk kandungan  $\text{CaO}$  maka kandungan  $\text{CaO}$  ini merupakan senyawa kimia yang banyak digunakan untuk *dehydrator*, pengering gas dan pengikat  $\text{CO}_2$ . Kalsium oksida ini juga mampu mengikat air pada etanol karena bersifat *dehydrator*. Retno dkk [19] melaporkan bahwa daya serap  $\text{CaO}$  terhadap cairan etanol sebesar 90%. Dong et al. [20] dan Bunyamin dan Mukhlis [21] melaporkan bahwa cangkang kerang dapat digunakan untuk berbagai kegunaan seperti produksi semen kualitas menengah dan

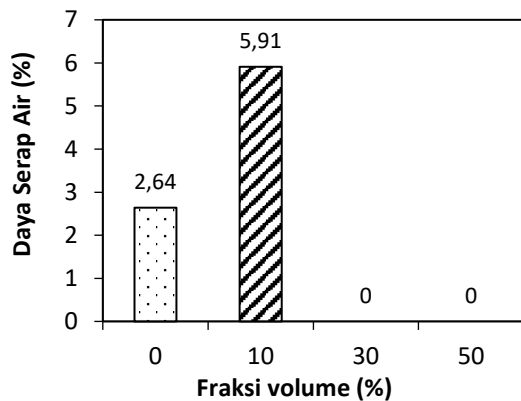
tinggi karena cangkangnya mengandung sekitar 95%  $\text{CaCO}_3$ .



Gambar 6. Spesimen sebelum dan setelah perendaman A. 0% ; B. 10% ; C. 30% ; D.50%

Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa semakin banyak penambahan serbuk cangkang kerang lokan dalam biokomposit dapat meningkatkan daya serap air. Hal ini menunjukkan bahwa biokomposit berpenguat serbuk cangkang kerang lokan dengan matriks PLA mampu terdegradasi baik di lingkungan basah. Hal ini menunjukkan bahwa biokomposit

berpotensi diaplikasikan sebagai bahan baku plastik ramah lingkungan.



Gambar 7. Pengaruh penambahan serbuk cangkang kerang lokan terhadap daya serap air

## 5. Kesimpulan

Hasil penelitian terhadap sifat fisik biokomposit menunjukkan bahwa penambahan 10% serbuk cangkang kerang lokan pada biokomposit *polylactid acid* mampu menurunkan *density* dan meningkatkan penyerapan air maksimum masing-masing sebesar 0,89 g/cm<sup>3</sup> dan 5,91%.

## Ucapan terimakasih

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Fakultas Teknik Universitas Bengkulu yang telah memberikan dukungan finansial dalam pelaksanaan penelitian ini melalui skema Penelitian Unggulan/Mandat Bagi Dosen Fakultas Teknik Universitas Bengkulu dengan kontrak nomor 2897/UN30.15/LT/2022.

## Referensi

- [1] Bhattacharjee, B. N. et al., 2019. Structure of apatite nanoparticles derived from marine animal (crab) shells: An environment-friendly and cost-effective novel approach to recycle seafood Waste, *ACS Omega* 4(7), 12753–12758.
- [2] Alkaya, E. and Demirer, G. N., 2016. Minimizing and adding value to seafood processing wastes, *Food and Bioproducts Processing* 100, 195–202.
- [3] Denham, F. C. et al., 2015. Environmental supply chain management in the seafood industry: Past, present and future approaches, *Journal of Cleaner Production* 90, 82–90.
- [4] Hidayanti, F., 2021. Material biokomposit. *Buku Ajar Fisika Material: Material Biokomposit*.
- [5] Ituen, E.U.U., 2015. Mechanical and chemical properties of selected mullusc shells in Nigeria, *International Journal of Agricultural Policy and Research* 3 (1), 53–59.
- [6] Arrafiqie, M. F. dkk., 2016. Sintesis hidroksiapatit dari limbah kulit kerang lokan (*Geloina expansa*) dengan metode hydrothermal, *Jom Fteknik* 3(1), 2016.
- [7] Hoque, M. E. et al., 2013. Processing and characterization of cockle shell calcium carbonate (CaCO<sub>3</sub>) bioceramic for potential application in bone tissue engineering, *Journal of Material Science & Engineering* 2(4), 1–5.
- [8] Yanti, P. H. dan Gandi, Y., 2020. Pengaruh waktu kalsinasi terhadap sifat fisika-kimia hidroksiapatit dari cangkang *Geloina coaxans*. *Chemistry Progress* 13(2), 102–106.
- [9] Kiranda, H. K. et al., 2018, Fabrication, characterization and cytotoxicity of spherical-shaped conjugated gold-cockle shell derived calcium carbonate nanoparticles for biomedical applications, *Nanoscale Research Letters* 13(1), 1–10.
- [10] Ngii, E. et al., 2020, The effect of clamshells partial substitution of coarse aggregates on the mechanical properties of shellfish concrete (Berang), *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 419(1).
- [11] Mailafiya, M.M. et al., 2019, Cockle shell-derived calcium carbonate (aragonite) nanoparticles: a

- dynamite to nanomedicine, *Applied Sciences* 9(2897), 1-25.
- [12] Liendo, F. et al., 2022, Factors controlling and influencing polymorphism, morphology and size of calcium carbonate synthesized through the carbonation route: A review, *Powder Technology* 398(117050), 1-22.
- [13] Xiao, L. et al., 2012. Poly(lactic acid)-based biomaterials: Synthesis, modification and applications, *Biomedical Science, Engineering and Technology* 247–282.
- [14] Jamshidian, M. et al., 2010. Poly-lactic acid: Production, applications, nanocomposites, and release studies, *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety* 9(5), 552–571.
- [15] Fakayode, O. A., 2020. Size-based physical properties of hard-shell clam (*Mercenaria mercenaria*) shell relevant to the design of mechanical processing equipment. *Aquacultural Engineering* 89 (102056), 1-8.
- [16] Agusman et al., 2022. Physical properties of bioplastic agar/chitosan blend. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* 978, 1-8.
- [17] No, H. K. et al., 2003. Comparison of physicochemical, binding, and antibacterial properties of chitosans prepared without and with deproteinization process, *Journal of Agricultural and Food Chemistry* 51(26), 7659–7663.
- [18] Misbachudin dan Nur, R., 2020. Pengaruh persentase campuran kulit kayu gelam (*Melaleuca cajuputi*) dan cangkang karet (*Hevea brasiliensi*) terhadap karakteristik pembakaran briket 9(1), 25-30.
- [19] Retno, E. D. dkk., 2012. Pembuatan Ethanol Fuel Grade dengan Metode Adsorpsi Menggunakan Adsorbent Granulated Natural Zeolite Dan CaO, *Simposium Nasional RAPI XI FT*.
- [20] Dong, X.W. et al., 2004. Research advancement of comprehensive utilization of oyster, *Marine Science* 28, 62–65.
- [21] Bunyamin, B. and Mukhlis, A., 2020. Utilization of oyster shells as a substitute part of cement and fine aggregate in the compressive strength of concrete, *Aceh International Journal of Science and Technology* 9(3), 150–156.