



# PENGARUH PENAMBAHAN *PHYTOPLANKTON* TERHADAP SIFAT HIDROFOBİK BIAKOMPOSIT *POLYVINYL ALCOHOL*

Jeri Arikxa<sup>a\*</sup>, Yudi Setiawan<sup>a</sup>, Edwin Harsiga<sup>b</sup>, Jandri Fan HT Saragi<sup>c</sup>, Kadriadi<sup>d</sup>

<sup>a</sup>Program Studi Teknik Mesin, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung, Gang IV No.1, Balun Ijuk, Kec. Merawang, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung 33172, Indonesia

<sup>b</sup>Program Studi Teknik Pertambangan, Fakultas Sains dan Teknik, Universitas Bangka Belitung, Gang IV No.1, Balun Ijuk, Kec. Merawang, Kabupaten Bangka, Kepulauan Bangka Belitung 33172, Indonesia

<sup>c</sup>Program Studi Teknik Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Negeri Medan, Jl. Almamater No.1, Padang Bulan, Kec. Medan Baru, Kota Medan, Sumatera Utara 20155, Indonesia

<sup>d</sup>Program Studi Teknik Perawatan Mesin, Jurusan Teknik Mesin, Politeknik Industri Logam Morowali, Labota, Kec. Bahodopi, Kabupaten Morowali, Sulawesi Tengah 94974, Indonesia

\*Corresponding authors at: [jeriariksa@ubb.ac.id](mailto:jeriariksa@ubb.ac.id) (Jeri Arikxa) Tel.: +62812 6702 1627

## INFO ARTIKEL

### Riwayat artikel:

Diajukan pada 30 Juli 2024

Direvisi pada 22 Agustus 2024

Disetujui pada 28 Agustus 2024

Tersedia daring pada 06 September 2024

### Kata kunci:

Hidrofobik, biokomposit, PVA, *Phytoplankton*

### Keywords:

Hydrophobic, biocomposite, PVA, *Phytoplankton*.

## ABSTRAK

Penggunaan material yang bersumber dari alam menjadi *trend* dalam dekade terakhir. Salah satunya yaitu penggunaan material biokomposit untuk pembuatan plastik yang ramah lingkungan. Biokomposit PVA pada riset ini, mengembangkan *phytoplankton* (PP) sebagai tambahan yang memperbaiki sifat hidrofobik PVA. Tujuan riset ini untuk mengetahui sifat hidrofobik dari *Phytoplankton* serta potensi kegunaannya dalam pembuatan biokomposit plastik yang ramah lingkungan dengan metode pengujian sifat hidrofobik menggunakan pengujian *Fourier transform Infrared Spectroscopy (FTIR)*. Pada penelitian ini dilakukan pembuatan biokomposit dengan penambahan *Phytoplankton* meliputi PVA murni, 0,6 gr, 0,8 gr dan 1 gr. Gugus fungsional pada panjang gelombang sekitar 3301  $\text{cm}^{-1}$ , 2925  $\text{cm}^{-1}$ , 1439  $\text{cm}^{-1}$  diindikasikan adanya peregangan O-H, peregangan C-H dan deformasi C-H. Penambahan *Phytoplankton* pada PVA membuat gugus O-H bebas berkurang dalam film biokomposit. Pada penambahan 1 gr *Phytoplankton* kedalam PVA murni, nilai transmitansi gugus O-H bebas meningkat dari 87,4 % hingga 94,6 %. jumlah O-H bebas berkurang dikarenakan *Phytoplankton* yang terdispersi dengan baik pada matriks dan kedua material membentuk ikatan hidrogen yang cukup baik antara *Phytoplankton* dan matriks.

## ABSTRACT

Over the past ten years, using materials that derive from nature has gained popularity. Among them is the production of environmentally friendly polymers through the use of biocomposite materials. In this work, phytoplankton was added to the PVA biocomposite to enhance its hydrophobic qualities. This work used Fourier transform infrared spectroscopy (FTIR) testing to ascertain the hydrophobic properties of phytoplankton and its possible application in the production of environmentally friendly plastic biocomposites. In this investigation, phytoplankton, including pure PVA, 0.6 gr, 0.8 gr, and 1 gr, was added to biocomposites. O-H stretching is indicated by functional groups at wavelengths of around 3301  $\text{cm}^{-1}$ , 2925  $\text{cm}^{-1}$ , and 1439  $\text{cm}^{-1}$ . Functional groups show the existence of O-H stretching, C-H stretching, and excessive C-H at wavelengths of about 3301  $\text{cm}^{-1}$ , 2925  $\text{cm}^{-1}$ , and 1439  $\text{cm}^{-1}$ . The amount of free O-H group in the biocomposite film decreases when phytoplankton is added to PVA. In pure PVA, the transmittance value of free O-H groups increased from 87.4 % to 94.6 % upon the addition of 1 gr of phytoplankton. Because the phytoplankton was evenly distributed throughout the matrix and both components established a somewhat strong hydrogen connection, the amount of free O-H dropped.

## 1. PENGANTAR

Penggunaan material yang bersumber dari alam menjadi *trend* dalam dekade terakhir. Salah satunya yaitu penggunaan material biokomposit untuk pembuatan plastik yang ramah lingkungan. Plastik ramah lingkungan dapat dibuat dari polimer yang mampu diurai oleh lingkungan seperti *polivinil alcohol* (PVA), asam poli laktat (PLA) dan pati (Abral dkk., 2020). Berdasarkan perkembangannya PVA menjadi alternatif sebagai matriks plastik ramah lingkungan (Ariksa dkk., 2023). Sifat hidrofobik yang buruk pada PVA berdampak beberapa peneliti terdahulu berinovasi untuk menambahkan bahan alami dalam pengembangan biokomposit (Abral dkk, 2020).

Selaras dengan riset terdahulu, biokomposit yang diperkuat bahan alami bisa digunakan dalam memproduksi plastik ramah lingkungan yang berasal dari protein (Kumari, N dkk, 2021). Tentunya dikarenakan Penggunaan bahan alami yang berasal dari protein mempunyai beberapa keuntungan, antara lain serat alam relatif lebih mudah didapatkan, terbarukan, dapat didaur ulang seluruhnya atau sebagian, dapat terurai secara hayati, dan ramah lingkungan serta beberapa ekosistem yang tersebar luas dan perkembangbiakannya yang tumbuh dengan sangat pesat (Wittaya, T dkk 2012).

Biokomposit PVA riset ini, mengembangkan *Phytoplankton* (PP) sebagai penguat biokomposit PVA. Lazimnya pemanfaatan *Phytoplankton* digunakan sebagai bioindikator kualitas air karena keberadaannya yang selalu dipermukaan sehingga mudah untuk melihat persebarannya (Rasyid dkk, 2018). *Phytoplankton* memiliki protein yang cukup tinggi, Sumber-sumber laut semakin populer dan mendapat perhatian sebagai bahan baru untuk pembuatan biopolimer seperti protein dan polisakarida. Berkat sifat-sifat biokompatibilitas, biodegradabilitas, dan non-toksitasnya, biopolimer ini diklaim bermanfaat dalam pengembangan bahan kemasan makanan (Mahmud, N dkk, 2021). Hal ini mengidentifikasi bahwa *Phytoplankton* menjadi bahan alami untuk dikembangkan menjadi material baru untuk plastik ramah lingkungan atau *edible film* (Kumari dkk., 2021). Berdasarkan kondisi tersebut perlu dilakukan riset yang berfokus pada karakteristik biokomposit dan untuk material plastik ramah lingkungan. Sehingga dengan adanya hasil dari riset ini, dapat menjadi alternatif penyelesaian permasalahan plastik yang lama terurai.

### 1.1 *Polyvinyl Alcohol* (PVA)

Pada penelitian ini, matriks yang digunakan adalah *polyvinil alcohol* (PVA). PVA adalah polimer yang sangat menarik karena banyak karakteristik yang cocok dengan karakter polimer yang sangat diinginkan (Hassan dkk., 2000). Sifat kristalinitas alami PVA sangat menarik, terutama ketika digunakan dalam preparasi hidrogel karena memiliki struktur kimia yang sederhana dengan gugus hidroksil yang tidak beraturan. Monomernya, yaitu *vinil alcohol* tidak berada dalam bentuk stabil, tetapi berada dalam keadaan tautomer dengan asetaldehida. PVA dihasilkan dari polimerisasi vinil asetat menjadi polyvinil asetat (PVAc) dan kemudian dihidrolisis menjadi PVA. Kualitas komersial PVA ditentukan oleh derajat hidrolisis yang tinggi, di atas 98,5 %, yang mempengaruhi sifat kimianya seperti kelarutan dan kristalinitas. Semakin tinggi derajat hidrolisis, semakin rendah kelarutan PVA dalam air (Stefano dkk., 2012). PVA adalah polimer yang sering digunakan karena sifat lenturnya, kemampuannya membentuk ikatan hidrogen dengan kitosan, dan biodegradabilitasnya. PVA komersial umumnya merupakan campuran dari berbagai tipe stereoregular, termasuk isotaktik, ataktik, dan sindiotaktik. PVA dengan derajat hidrolisis 98.5 % atau lebih dapat dilarutkan dalam air pada suhu 70 °C (Zhang dkk., 2004).

### 1.2 *Hidrofobik*

Hidrofobitas adalah sifat molekul yang menolak air, umumnya karena sifat nonpolar dari molekul tersebut (Ben-Naim, A. Y dkk, 2012). Molekul hidrofobik, seperti alkana, minyak, dan lemak, cenderung tidak larut dalam air yang bersifat polar dan sering berkumpul membentuk misel. Sifat ini dimanfaatkan dalam berbagai aplikasi, seperti pengangkatan minyak dari air dan pemisahan kimia untuk menghilangkan zat non-polar (Akhavan, B dkk, 2013). Sifat hidrofobik adalah sifat fisik dari suatu molekul yang ditolak dari massa air (Mukti dkk.,2013). Sifat hidrofobik dipengaruhi ukuran sudut kontak air dari lapisan material. Sudut kontak air yang melebihi 90° maka permukaan tersebut disebut permukaan hidrofobik (Anggi P.R., 2013). Jika sudut kontak melebihi 150° maka disebut superhidrofobik (Lim dkk., 2013). Ukuran sudut kontak dapat dipengaruhi oleh beberapa hal, salah satunya adalah suhu pemanasan (Mukti dkk.,2013).

### 1.3 *Phytoplankton* (PP)

Bubuk *Phytoplankton* produksi dari Polaris, yang akan dicampur dengan matriks PVA dengan cara pencampuran menggunakan *hot plate magnetic stirrer*. komposisi nutrisi dengan komposisi, terdiri dari berbagai komponen penting seperti protein (60 wt%), lipid (6 wt%), asam lemak (265 mg/10 g), asam amino (2410 mg/10 g), serta vitamin yang meliputi Vitamin A (23000 IU), vitamin B1-B3 (3 mg/10 g), vitamin B6 dan B12 (112 mcg), dan vitamin E (4 IU). Selain itu, fitoplankton ini juga mengandung phycocyanin (20 %), klorofil (1,5 %),  $\beta$ -karoten (0,15 %), asam pantotenat (4 mg/100 g), dan asam folat (100 mcg/100 g). Polysaccharide yang terdapat dalam fitoplankton ini adalah 0,4 g/100 g (Ariksa dkk., 2023).

## 2. METODE

### 2.1 *Penyiapan Matriks PVA*

Pembuatan matriks PVA di rujuk dari penelitian terdahulu (Ariksa dkk., 2023). Air suling digunakan sebagai pelarut untuk matriks PVA. Perbandingan antara matriks PVA dan air suling adalah 1:10. Artinya, untuk setiap bagian PVA, digunakan 10 bagian air suling. Perbandingan ini penting untuk memastikan bahwa larutan yang dihasilkan memiliki konsentrasi yang tepat dan sesuai kebutuhan. Dengan menggunakan pengaduk magnetik dengan kecepatan putaran 500 rpm, pencampuran dilakukan pada suhu 80 °C. Tujuan pencampuran adalah untuk memastikan bahwa PVA terlarut secara homogen dalam larutan. Pencampuran dilakukan selama 2 jam. Durasi ini penting untuk memastikan bahwa PVA terlarut secara menyeluruh dalam larutan berair. Langkah selanjutnya adalah mencetak matriks PVA menggunakan cawan petri dengan ukuran 150x20mm. Kemudian, oven 50 °C digunakan untuk mengeringkan matriks PVA. Proses

pengeringan membutuhkan waktu 20 jam. Pengeringan lambat pada suhu yang lebih rendah membantu mencegah deformasi atau retak pada matriks PVA.

## 2.2 Penyiapan Biokomposit

Bubuk *Phytoplankton* (PP) ditambahkan ke dalam campuran PVA terlarut (100 ml). Sebanyak, 0,6 gr, 0,8 gr and 1 gr *Phytoplankton* digunakan sebagai varian penguat. Teknik yang digunakan adalah pengecoran larutan, yaitu menuangkan biokomposit PP yang diperkuat PVA ke dalam cawan petri yang telah berisi biokomposit *Phytoplankton* (PP), kemudian dikeringkan selama 20 jam dalam oven pada suhu 50 °C. Biokomposit PVA/PP disiapkan (Abral dkk.,2020).

## 2.3 Pengujian Fourier Transform Infrared (FTIR)

Pengujian FTIR bertujuan untuk mengetahui gugus fungsi dari komposit bioplastik PVA yang diperkuat *Phytoplankton*. Penentuan gugus fungsi tersebut berdasarkan kepada bilangan gelombang yang didapatkan dari pengujian FTIR. Tabel bilangan gelombang gugus dapat dilihat pada Tabel 1 (Hassan dkk., 2008).

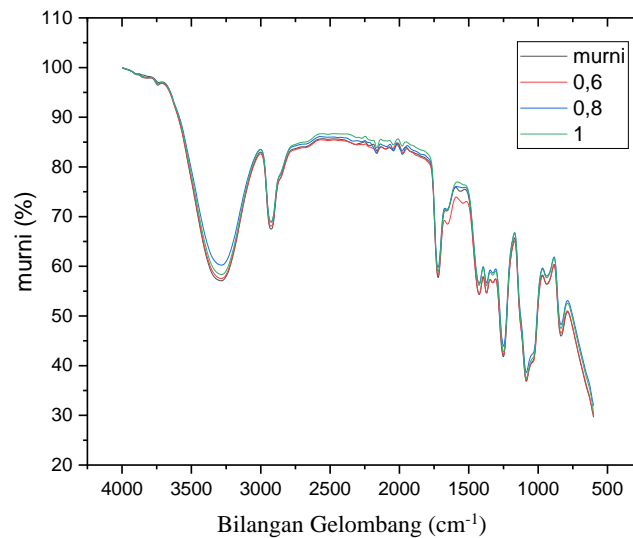
**Tabel 1.** Bilangan Gelombang Gugus Fungsi

Functional group	Type of vibration	Characteristic absorptions	Intensity
<i>Alcohol</i>			
O-H	Stretch, H-bonded	3200-3600	Strong, broad
O-H	Stretch, Free	3500-3700	Strong, broad
C-O	Stretch	1050-1150	Strong
<i>Alkene</i>			
C-H	Stretch	2850-3000	Strong
C-H	Bending	1350-1480	Variable
<i>Alkene</i>			
C-H	Stretch	3010-3100	Medium
C-H	Bending	675-1000	Strong
C=H	Stretch	1620-1680	Variable
<i>Alkyl halide</i>			
C-F	Stretch	1000-1400	Strong
C-Cl	Stretch	600-800	Strong
C-Br	Stretch	500-600	Strong
C-I	Stretch	500	Strong
<i>Alkyne</i>			
C-H	Stretch	3300	Strong, sharp
C=C	Stretch	2100-2260	Variabel
<i>Amine</i>			
N-H	Stretch	3300-3500	Medium
C-N	Stretch	1080-1360	Medium-weak
N-H	Bending	1600	Medium
<i>Aromatic</i>			
C-H	Stretch	3000-3100	Medium
C=C	Stretch	1400-1600	Medium-weak
C=O	Stretch	1670-1820	Strong

## 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

### 3.1 Karakterisasi Fourier Transform Infrared (FTIR)

Karakterisasi FTIR digunakan untuk menentukan gugus fungsional dari makromolekul organik. Karakteristik FTIR juga mengindikasikan ketahanan terhadap air, karena menurut penelitian terdahulu hasil uji FTIR ini berbanding lurus antara peregangan O-H dengan sifat hidrofobiknya (Abral dkk., 2020). Panjang gelombang yang tertera pada gambar 1, sekitar 3301 cm<sup>-1</sup>, 2925 cm<sup>-1</sup>, 1439 cm<sup>-1</sup> diindikasikan adanya peregangan O-H, peregangan C-H dan deformasi C-H (Ariksa, 2019). Nilai transmitansi dari peregangan O-H untuk biokomposit meningkat ketika dilakukan penambahan *Phytoplankton* ke dalam PVA. Menurut (Abral, H dkk, 2012), hal ini dikarenakan ikatan hidrogen antar molekul yang lebih baik antara *Phytoplankton* dan matriks PVA, hal ini juga bersesuaian dengan penelitian (Mahardika, M dkk,2018) bahwa peningkatan nilai transmitansi juga sesuai dengan penurunan O-H bebas dan meningkatnya sifat hidrofobik dari biokomposit. Untuk PVA murni didapatkan nilai transmitansi dari O-H paling rendah ialah 87,4 % pada panjang gelombang sekitar 3301 cm<sup>-1</sup>, hal ini menandakan adanya PVA murni mempunyai sifat yang berikatan dengan air. Penambahan *Phytoplankton* pada PVA membuat gugus O-H bebas berkurang dalam film biokomposit. Pada penambahan 1 gr *Phytoplankton* kedalam PVA murni, nilai transmitansi gugus O-H bebas meningkat dari 87,4 % hingga 94,6 %. Menurut (Mahardika, M dkk,2018), dengan adanya peningkatan ini menunjukkan bahwa jumlah O-H bebas berkurang dikarenakan *Phytoplankton* yang terdispersi dengan baik pada matriks dan kedua material membentuk ikatan hidrogen yang cukup baik antara *Phytoplankton* dan matriks.



Gambar 1. Kurva FTIR dari PVA murni dan biokomposit.

#### 4. KESIMPULAN

Penambahan *Phytoplankton* ke dalam matriks PVA (Polivinil Alkohol) berpengaruh positif terhadap sifat transmitansi dari gugus O-H pada biokomposit. Berdasarkan data yang diperoleh, panjang gelombang sekitar  $3301\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan peregangan O-H, sedangkan panjang gelombang sekitar  $2925\text{ cm}^{-1}$  dan  $1439\text{ cm}^{-1}$  menunjukkan peregangan C-H dan deformasi C-H. Hasil penelitian menunjukkan bahwa nilai transmitansi untuk peregangan O-H meningkat setelah penambahan *Phytoplankton* ke dalam PVA, dengan nilai transmitansi gugus O-H bebas meningkat dari 87,4 % (pada PVA murni) menjadi 94,6 % (pada PVA dengan 1 gram *Phytoplankton*). Peningkatan nilai transmitansi ini menunjukkan bahwa *Phytoplankton* berkontribusi pada penurunan jumlah O-H bebas dalam biokomposit, yang disebabkan oleh ikatan hidrogen yang lebih baik antara *Phytoplankton* dan matriks PVA. Hal ini sejalan dengan temuan bahwa *Phytoplankton* yang terdispersi dengan baik dalam matriks PVA membentuk ikatan hidrogen yang lebih kuat, meningkatkan sifat hidrofobik dari biokomposit dan mengurangi kandungan O-H bebas.

#### UCAPAN TERIMAKASIH

Kami mengucapkan terima kasih atas bantuan dana dari Universitas Bangka Belitung melalui LPPM yang telah memberikan bantuan dana pada Program PM Tahun 2024.

#### DAFTAR PUSTAKA

- Abral, H., Arikxa, J., Mahardika, M., Handayani, D., Aminah, I., Sandrawati, N., Sugiarti, E., *et al.* (2020) 'Effect of heat treatment on thermal resistance, transparency and antimicrobial activity of sonicated ginger cellulose film', *Carbohydrate Polymers*, 240(April), p. 116287.
- Abral, H., Arikxa, J., Mahardika, M., Handayani, D., Aminah, I., Sandrawati, N., ... & Ilyas, R. A. (2020). Highly transparent and antimicrobial PVA based bionanocomposites reinforced by ginger nanofiber. *Polymer Testing*, 81, 106186.
- Abral, H., Lawrensus, V., Handayani, D., & Sugiarti, E. (2018). Preparation of nano-sized particles from bacterial cellulose using ultrasonication and their characterization. *Carbohydrate Polymers*, 191, 161-167.
- Abral, H., Pratama, A. B., Handayani, D., Mahardika, M., Aminah, I., Sandrawati, N., ... & Ilyas, R. A. (2021). Antimicrobial edible film prepared from bacterial cellulose nanofibers/starch/chitosan for a food packaging alternative. *International Journal of Polymer Science*, 2021(1), 6641284.
- Akhavan, B., Jarvis, K., & Majewski, P. (2013). Hydrophobic plasma polymer coated silica particles for petroleum hydrocarbon removal. *ACS applied materials & interfaces*, 5(17), 8563-8571.
- ANGGI, P. R. (2013). *Sintesis Lapisan Tio2 Menggunakan Prekursor Ticl4 Untuk Aplikasi Kaca Self Cleaning Dan Anti Fogging* (Doctoral dissertation, UNIVERSITAS ANDALAS).
- Arikxa, J., Setiawan, Y., Wijianti, E. S., Wibowo, B. S., & Yandi, W. (2022, November). Characterization biodegradable film of ginger nanofiber renforced PVA bionanocomposites. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1108, No. 1, p. 012063). IOP Publishing.

- Ariksa, J., Wijianti, E. S., & Setiawan, Y. (2023, December). Mechanical properties Of Biocomposite Based On PVA Reinforced Phytoplankton For eco-friendly materials. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 1267, No. 1, p. 012067). IOP Publishing.
- Ben-Naim, A. Y. (2012). *Hydrophobic interactions*. Springer Science & Business Media.
- H. S. Mansur, C. M. Sadahira, A. N. Souza, and A. A. P. Mansur, "FTIR spectroscopy characterization of poly (vinyl alcohol) hydrogel with different hydrolysis degree and chemically crosslinked with glutaraldehyde," *Mater. Sci. Eng. C*, vol. 28, no. 4, pp. 539–548, 2008.
- Hassan, C. M., & Peppas, N. A. (2000). Structure and morphology of freeze/thawed PVA hydrogels. *Macromolecules*, 33(7), 2472-2479.
- Kumari, N., Bangar, S. P., Petru, M., Ilyas, R. A., Singh, A., & Kumar, P. (2021). Development and characterization of fenugreek protein-based edible film. *Foods*, 10(9), 1976.
- Kumari, N., Bangar, S. P., Petru, M., Ilyas, R. A., Singh, A., & Kumar, P. (2021). Development and characterization of fenugreek protein-based edible film. *Foods*, 10(9), 1976.
- Lim, C. S., Ryu, J. H., Kim, D. H., Cho, S. Y., & Oh, W. C. (2010). Reaction morphology and the effect of pH on the preparation of TiO<sub>2</sub> nanoparticles by a sol-gel method. *Journal of Ceramic Processing Research*, 11(6), 736-741.
- Mahardika, M., Abral, H., Kasim, A., Arief, S., & Asrofi, M. (2018). FTIR and Moisture Absorption of Yam Bean Starch Biocomposites with Yam Bean (*Pachyrhizus erosus*) Bagasse Fibers as Reinforcement. *Jurnal Ilmu Dasar*, 19(2), 93-98.
- Mahardika, M., Abral, H., Kasim, A., Arief, S., & Asrofi, M. (2018). Production of nanocellulose from pineapple leaf fibers via high-shear homogenization and ultrasonication. *Fibers*, 6(2), 28.
- Mahmud, N., Islam, J., & Tahergorabi, R. (2021). Marine biopolymers: Applications in food packaging. *Processes*, 9(12), 2245.
- Mukti, K. H., Hastiawan, I., Rakhmawati, D., & Noviyanti, A. R. (2013). Preparasi Fotokatalis Barium Bismut Titanat Terprotonasi (Hbbt) Untuk Fotodegradasi Metilen Biru. In *Prosiding Seminar Nasional Sains dan Teknologi Nuklir*.
- Rasyid, H. A., Purnama, D., & Kusuma, A. B. (2018). Pemanfaatan Phytoplankton sebagai bioindikator kualitas air di perairan muara Sungai Hitam Kabupaten Bengkulu Tengah Provinsi Bengkulu. *Jurnal Enggano*, 3(1), 39-51.
- Stefano, R. (2012). Karakterisasi Plastik Biodegradabel dari Campuran Kitosan dan Poli Vinil. Alkohol Menggunakan Metode Tanpa Pelarut.
- Wittaya, T. (2012). Protein-based edible films: Characteristics and improvement of properties. *Structure and function of food engineering*, 3, 44-70.
- Zhang, Z., Zhang, G., Zhang, Y., Wang, Z., Yu, D., Hu, X., ... & Tang, X. (2004). Mechanical properties, water swelling behavior, and morphology of swellable rubber compatibilized by PVA-g-PBA. *Polymer Engineering & Science*, 44(1), 72-78.