

Peningkatan Karakteristik Biokomposit Pektin Kulit Jeruk dan TiO₂

Siti Nur Annisa dan Deli Silvia*

Program Studi Teknologi Industri Cetak Kemasan, Jurusan Teknik Grafika dan Penerbitan,
Politeknik Negeri Jakarta.
Jl. Prof. Dr. G.A Siwabessy, Kampus Baru UI Depok 16424, Indonesia
Email: deli.silvia@gambara.pnj.ac.id

Abstrak

Indonesia menghasilkan sekitar 7,8 juta ton sampah plastik setiap tahunnya. Hampir 83% sampah tersebut berasal dari daratan dan lautan, sisanya 17% berasal dari wilayah pesisir. Limbah ini mengakibatkan terjadinya pencemaran tanah, air, laut bahkan udara terhadap organisme dan lingkungan. Sehingga perlu adanya alternative dalam penggunaan kemasan, salah satunya dengan penggunaan biokomposit. Kemasan yang bersifat *compostable* dan *biodegradable* dengan menggunakan bahan alami. Telah dilakukan penelitian pembuatan biokomposit dari pati porang, pektin kulit jeruk, sorbitol dengan penambahan variasi TiO₂ (b/v) (0%, 0,3%, 0,5% dan 0,7%). Tujuan penelitian ini untuk menganalisis sifat karakteristik biokomposit sesuai Standar Nasional Indonesia (SNI). Dengan melakukan pengujian karakteristik biokomposit berupa uji ketebalan, uji kuat tarik, uji elongasi, dan uji elastisitas. Nilai tertinggi pengujian karakteristik biokomposit diperoleh pada konsentrasi 0,7% dengan nilai ketebalan 0,182 mm; kuat tarik 8,473 MPa; elongasi 64,05% dan elastisitas 0,0185 MPa. Hasil yang diperoleh telah dibandingkan dengan nilai SNI, dan telah memenuhi SNI 7188.7:2016 sebagai kantong belanja.

Kata kunci : biodegradable, compostable, pektin kulit jeruk, pati porang, TiO₂

Abstract

Improved Characteristics of Orange Peel Pectin and TiO₂ Biocomposites

Indonesia produces around 7.8 million tons of plastic waste every year. Almost 83% of this waste comes from land and sea, with the remaining 17% coming from coastal areas. This waste causes pollution of soil, water, sea and even air to organisms and the environment. So there needs to be an alternative in the use of packaging, one of which is the use of biocomposites. Packaging that is compostable and biodegradable using natural materials. Research has been conducted on the manufacture of biocomposites from porang starch, orange peel pectin, sorbitol with the addition of TiO₂ variations (b/v) (0%, 0.3%, 0.5% and 0.7%). The purpose of this study was to analyze the characteristics of biocomposites according to the Indonesian National Standard (SNI). By testing the characteristics of biocomposites in the form of thickness test, tensile strength test, elongation test, and elasticity test. The highest value of biocomposite characteristics testing was obtained at a concentration of 0.7% with a thickness value of 0.182 mm; tensile strength of 8.473 MPa; elongation of 64.05% and elasticity of 0.0185 MPa. The results obtained have been compared with SNI values, and have met SNI 7188.7: 2016 as a shopping bag.

Keywords: biodegradable, compostable, orange peel pectin, porang starch, TiO₂.

PENDAHULUAN

University of Georgia melakukan studi yang memperkirakan yang memperkirakan 3,22 juta

metrik ton sampah plastik dibuang ke lautan di sekitar Indonesia setiap tahunnya. Asosiasi Industri Plastik Indonesia dan Badan Pusat Statistik tahun 2021, menyampaikan bahwa sampah plastik di

Indonesia mencapai 64 juta ton per tahun (Arbintarso & Nurnawati, 2022). Penggunaan kemasan plastik yang tidak tepat akan menyebabkan migrasi komponen berbahaya dari plastik seperti dimethyl phthalate (DMP), DEP, DBP, dihexyl phthalate (DHP), benzyl phthalate dan butyl phthalate (BBP), dicyclohexyl phthalate (DCHP), per-and polyfluoroalkyl substances (PFAS) sering digunakan untuk bahan tambahan plastik (Scott *et al.*, 2021) dan dioctyl phthalate. (DOP) (Qiu *et al.*, 2020) dan bisphenol A. Membuat lingkungan perairan menjadi beracun (Shen *et al.*, 2021), mengganggu kesehatan tubuh (Suraji & Sastrodiharjo, 2021) dan dapat memicu pencemaran air dan tanah (Lenka *et al.*, 2021).

Menurut (Wirasmita *et al.*, 2020) plastik tidak dapat diperbaharui, diurai dengan sendirinya butuh proses kimiawi untuk membantu penguraian material plastik. Sehingga digunakan biokomposit sebagai alternatif pengurangan penggunaan plastik konvensional yang dapat terurai sendiri di lingkungan (*compostable* dan *biodegradable*).

Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Hazrati *et al.* (2021) perancangan biokomposit dengan variasi (3,6, dan 9%) pati dioscorea hispida (DHS) dan sorbitol. Hasil kuat tarik dan modulus young meningkat setelah ditambahkan pati dioscorea hispida (DHS) dan kandungan biofiller yang optimal adalah 6%. Berdasarkan hasil biokomposit dari fenugreek yang dilakukan oleh Hossain *et al.* (2022), Diperoleh data bahwa konsentrasi fenugreek yang lebih rendah dapat meningkatkan kekuatan mekanik dan biodegradasi 60% dalam masa 30 hari, kekuatan tarik 3 N/mm², dan elongasi 6,5%. Popov *et al.*, (2022) menyatakan bahwa campuran 1,5% pektin apel dan 0,5% karagenan menghasilkan hidrogel yang mempengaruhi sifat biokompatibilitas *in vitro gel bead*.

Penggunaan titanium dioksida (TiO₂) pada biokomposit yang dibuat dengan penggabungan 2 material atau lebih melalui metode *injection molding*, *compression molding*, *solution casting*, dan *bending* dapat meningkatkan struktur film komposit, *tensile*, sebagai antioksidan, antimikroba, serta menurunkan nilai permeabilitas air (Chang *et al.*, 2021). Pembuatan biokomposit melalui metode *solution casting* dan *bending* lebih baik karena biaya operasional lebih murah, proses cepat dan lebih singkat (Kemal *et al.*, 2021).

Berdasarkan hasil penelitian sebelumnya tersebut, dilakukan penelitian pembuatan biokomposit dengan menggunakan pati porang, pektin kulit jeruk dan variasi konsentrasi TiO₂. Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sifat karakterisasi biokomposit dengan penambahan TiO₂ dengan membandingkan hasil yang diperoleh dengan nilai SNI 7188.7:2016 sebagai kantong belanja. Pengujian karakteristik biokomposit berupa ketebalan, kuat tarik, elongasi, dan elastisitas dengan variasi konsentrasi TiO₂ (b/v) (0%, 0,3%, 0,5% dan 0,7%). Data dianalisa dengan Minitab versi 19 Anova *One-way* dengan 3 kali pengulangan.

METODOLOGI

Pembuatan pektin kulit jeruk menggunakan *metode solution casting* dengan menimbang 2 gr v/v. Timbang TiO₂ dengan konsentrasi variasi larutan 0 gr b/v, 0,3 gr b/v, 0,5 gr b/v, 0,7 gr b/v terlebih dahulu dan dilarutkan dengan aquades selama 30 menit hingga suhu 70°C. Kemudian aduk menggunakan magnetic stirrer, dan tuangkan dalam cawan petri lalu panaskan dalam oven suhu 70°C selama 24 jam. Lakukan pengeringan sampel selama 3 hari didalam suhu ruangan kemudian sampel dikeluarkan dari cawan petri dan disimpan didalam plastik vakum untuk pengujian lebih lanjut. Hasil sampel dapat dilihat dari Gambar 1.

Analisis Data

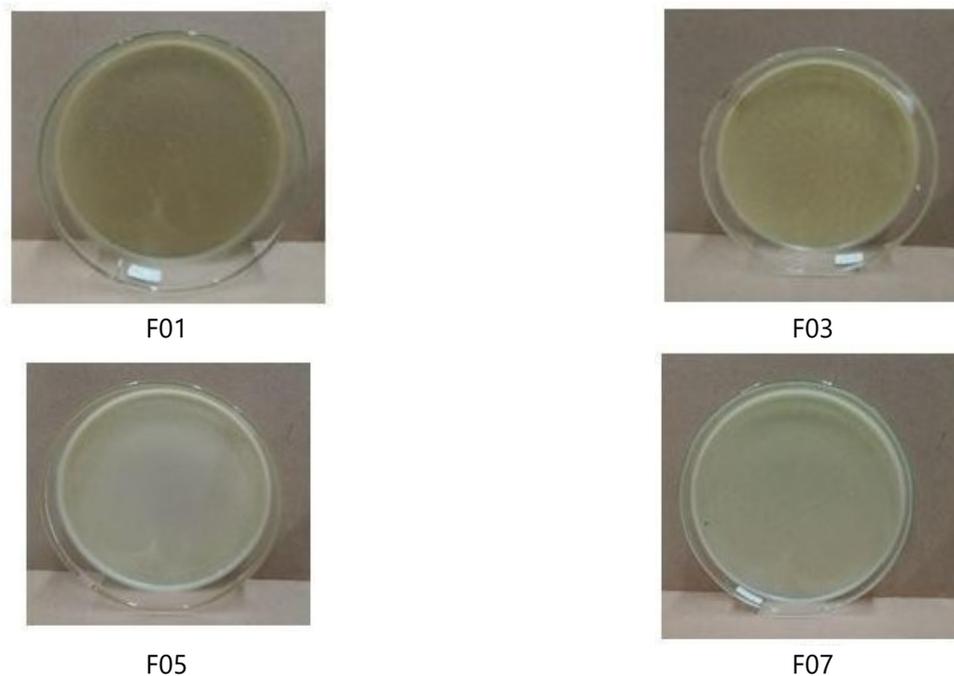
Data yang diperoleh pada masing-masing sampel untuk setiap pengujian adalah diolah secara statistika menggunakan metode one way Anova dengan aplikasi MINITAB versi 2.60 (Yuniastuti, 2021).

HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil Uji Ketebalan

Berdasarkan gambar 2, menunjukkan bahwa nilai ketebalan tertinggi pada variasi TiO₂ 0,7% sebesar 0,182 mm. Sedangkan nilai ketebalan terendah pada variasi TiO₂ 0% sebesar 0,173 mm. Hasil analisis statistik pada $\alpha = 0.05$ menunjukkan bahwa variasi konsentrasi TiO₂ 0,7 % dengan 0% memiliki perbedaan nilai ketebalan yang signifikan

Berdasarkan nilai SNI, kriteria nilai ketebalan <0,25 mm. Ini berarti bahwa nilai ketebalan biokomposit masih sesuai dengan nilai SNI yang ditetapkan dan dapat untuk dapat diaplikasikan



Gambar 1. Hasil Sampel Biokomposit dari variasi konsentrasi TiO_2 (%b/v)

dalam industri pengemasan (Marichelvam *et al.*, 2022). Untuk variasi konsentrasi yang lainnya tidak berbeda signifikan. Hal ini disebabkan karena komponen tidak terdispersi dengan baik sehingga ada larutan yang tidak homogen, bergelembung, berbusa, warna tidak sama, lengket, jarak antar molekul komponen yang tidak beraturan. Sehingga mempengaruhi nilai dari ketebalan pada proses pencetakan. Menurut Widiatanur *et al.* (2020) ketebalan dipengaruhi dari banyaknya penambahan pati, fraksi terlarut dan seberapa kompleks polimer penyusunnya.

Hasil Uji Kuat Tarik

Pengujian kuat tarik biokomposit dilakukan untuk mengetahui nilai gaya tarikan maksimum pada saat meregang atau memanjang. Nilai uji kuat tariknya akan semakin meningkat seiring dengan semakin banyaknya konsentrasi TiO_2 yang ditambahkan, seperti terlihat pada Gambar 3.

Nilai uji kuat tarik didasarkan pada gambar zig-zag atau osilasi. TiO_2 dengan variasi 0% memiliki nilai kuat tarik yang lebih rendah yaitu 6,385 MPa dibandingkan dengan TiO_2 dengan variasi 0,7% mempunyai nilai kuat tarik sebesar 8,473 MPa. Keseluruhan hasil nilai uji kuat tarik biokomposit memenuhi SNI sebesar 24,7-302 MPa. Berdasarkan

hasil analisis statistik minitab one way anova, didapatkan nilai p-value variasi TiO_2 $0.047 < \alpha; 0.05$ dan nilai r-square 61,05%, Hal ini menunjukkan bahwa variasi TiO_2 berpengaruh dalam proses biokomposit terhadap nilai uji kuat tarik. Namun dengan penambahan TiO_2 meningkatkan padatan pada biokomposit sehingga tidak mudah rapuh, lengket, dan putus. Sehingga dihasilkan biokomposit yang kokoh dan dapat digunakan sebagai kantong belanja.

Hasil Uji Elongasi

Pengujian elongasi dimaksudkan untuk mengetahui laju pemanjangan biokomposit hingga mencapai titik putus biokomposit optimum. Nilai elongasi material biokomposit dengan ditambahkan variasi TiO_2 ditunjukkan pada Gambar 4.

Nilai elongasi biokomposit tertinggi adalah variabel TiO_2 0% sebesar 64,05% sedangkan terendah terletak pada variabel TiO_2 0,7% sebesar 42,75%. Semua variasi TiO_2 memenuhi kriteria nilai perpanjangan saat putus menurut SNI untuk plastik yaitu 21-220% (Wisnawa P & Harsojuwono, 2021). Kemudian, analisis yang didapatkan dari minitab nilai p-value variasi TiO_2 $0.027 < \alpha; 0.05$ dan nilai uji koefisien determinasi 66,40% berpengaruh pada tahapan proses biokomposit. Adanya amilopektin

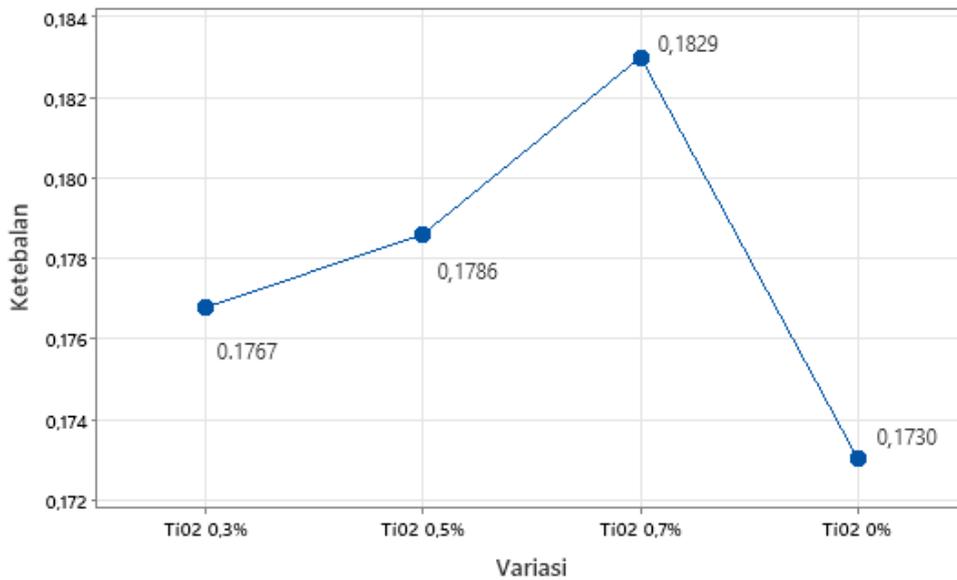
yang meningkatkan nilai elongasi. Namun peningkatan amilopektin membuat konsentrasi biokomposit yang dihasilkan lebih lengket dan rapuh sehingga dibutuhkan bahan penolong yang bisa meningkatkan karakteristik kompositnya, Biokomposit yang semakin tebal meningkatkan nilai kuat tarik, namun membuat nilai elongasinya menurun.

Hasil Uji Elastisitas

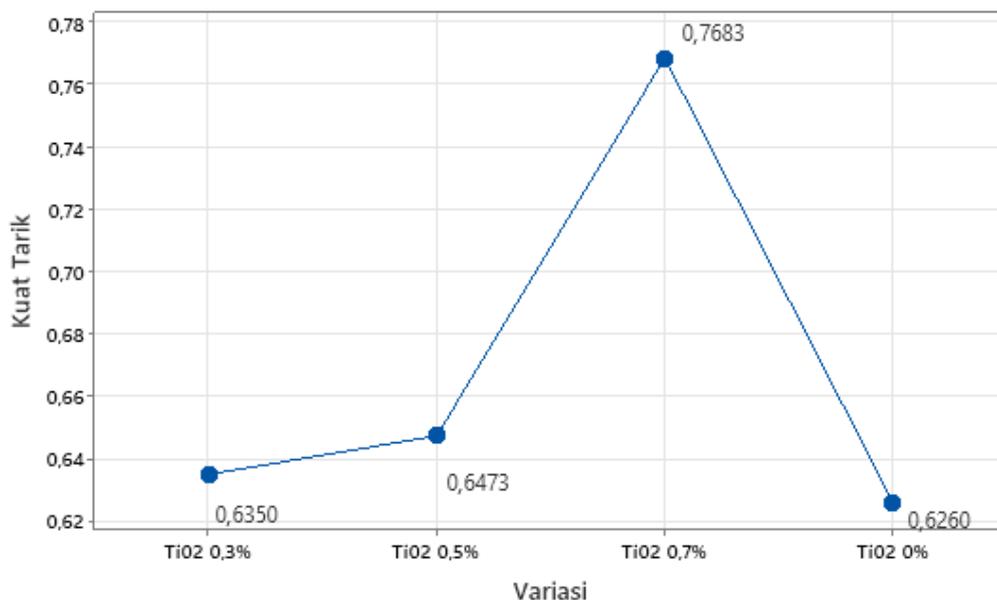
Pengujian elastisitas biokomposit dilakukan untuk mengetahui nilai elastisitas biokomposit. Hasil

nilai elastisitas bioplastik dengan penambahan variasi TiO_2 ditunjukkan pada Gambar 5.

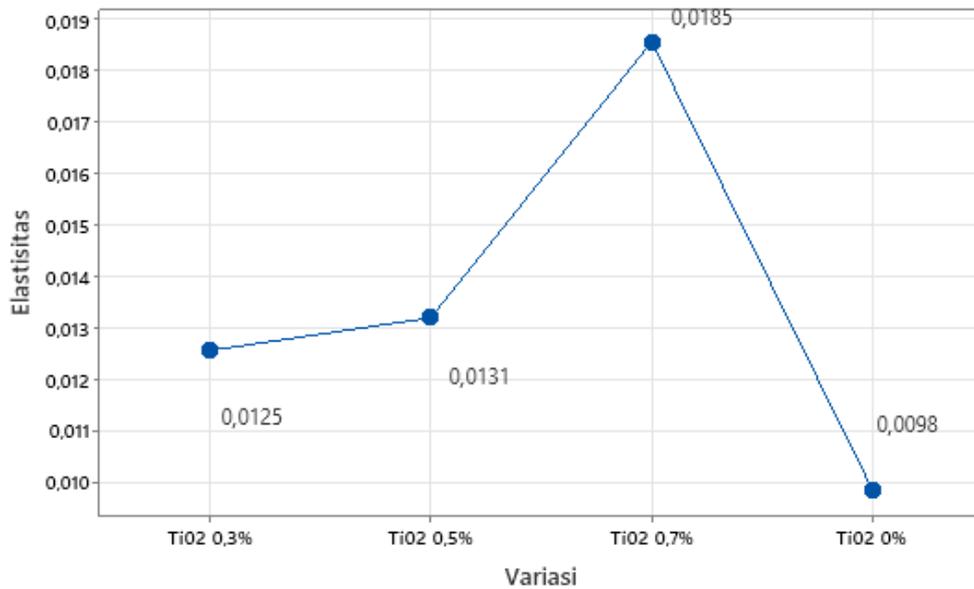
Nilai elastisitas biokomposit dengan penambahan varian TiO_2 (0%, 0,3%, 0,5% dan 0,7%) mempunyai nilai elastisitas yang sesuai (0,0098 MPa, 0,0125 MPa, 0,0132 MPa dan 0,0185 MPa). Nilai elastis ini akan meningkat seiring dengan penambahan variabel TiO_2 . Namun hasil yang diperoleh tidak menunjukkan perbedaan yang signifikan. Setelahnya, dilakukan analisis anova satu arah minitab didapatkan nilai dari p-value variasi



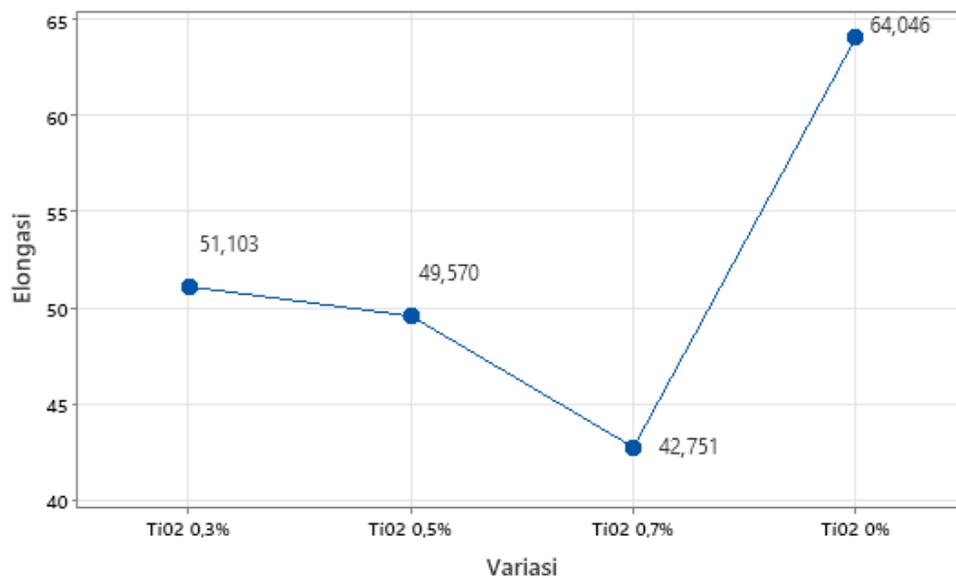
Gambar 2. Hasil Uji Ketebalan biokomposit dari variasi konsentrasi TiO_2 (%b/v)



Gambar 3. Hasil Uji Kuat Tarik Biokomposit dari variasi konsentrasi TiO_2 (%b/v)



Gambar 4. Hasil Uji Kuat Tarik Biokomposit dari variasi konsentrasi TiO₂ (%b/v)



Gambar 5. Hasil Uji Kuat Tarik Biokomposit dari variasi konsentrasi TiO₂ (%b/v)

TiO₂ 0.041 < α ; 0.05 dan nilai r-square 62,42%, yang dapat diartikan berpengaruh signifikan terhadap nilai elastisitas biokomposit (Yuniastuti, 2021). Berdasarkan SNI, kriteria nilai perpanjangan putus adalah 21-220%. Menurut Jerman Institute For Standarization, perihal standar ISO 527/1B nilai elastisitas (modulus young) untuk komposit sebesar 6019 MPa. Hal ini memungkinkan, nilai elastisitas biokomposit yang dihasilkan dalam penelitian ini belum sesuai dengan nilai elastisitas berdasarkan standar ISO Jerman Institute. Namun, karena dispersi

partikel TiO₂ yang mengubah matriks dari homogen ke heterogen di lapisan permukaan biokomposit. Ketidakteraturan pendistribusian TiO₂ memberikan hasil yang positif dalam perbaikan sifat mekanik karakteristiknya (Firdaus, 2021).

KESIMPULAN

Dari hasil uji ketebalan didapatkan menurut SNI <0,25 mm dan nilai tertinggi pada variasi TiO₂ 0,7% sebesar 0,182 mm. Kemudian dari hasil uji kuat

tarik didapatkan nilai tertinggi pada variasi TiO₂ 0,7% sebesar 8,473 MPa, sudah memenuhi SNI 24,7-302 MPa. Adapun hasil uji elongasi kesemua variasi TiO₂ memenuhi kriteria nilai SNI, dengan nilai tertinggi pada variasi TiO₂ 0% sebesar 64,05%. Kemudian didapatkan hasil uji elastisitas variasi TiO₂ 0,7% sebesar 0,0185 MPa, sudah memenuhi SNI 21-220%. Biokomposit ini perlu dilakukan modifikasi pati porang dengan penambahan bahan penguat selulosa untuk mencapai sifat unggul karakteristik biokomposit. Kemudian, untuk pengembangan pengujian pada tahap selanjutnya, perlu dilakukan pengujian biokomposit seperti: FTIR (untuk menguji senyawa interaksi pada molekul biokomposit).

DAFTAR PUSTAKA

- Arbintarso, E.S., & Nurnawati, E.K. 2022. Peranan Keluarga dalam Upaya Meningkatkan Kualitas Lingkungan melalui Daur Ulang Limbah Plastik Rumah Tangga. *Jurnal Berdaya Mandiri*, 4(3): 300–318.
- Hazrati, K.Z., Sapuan, S.M., Zuhri, M.Y.M., & Jumaidin, R. 2021. Preparation and characterization of starch-based biocomposite films reinforced by Dioscorea hispida fibers. *Journal of Materials Research and Technology*, 15: 1342–1355. DOI: 10.1016/j.jmrt.2021.09.003
- Hossain, N., Chowdhury, M.A., Noman, T.I., Rana, M.M., Ali, M.H., Alruwais, R.S., Alam, M.S., Alamry, K.A., Aljabri, M.D., & Rahman, M.M. 2022. Synthesis and Characterization of Eco-Friendly Bio-Composite from Fenugreek as a Natural Resource. *Polymers*, 14(23): p.5141. DOI: 10.3390/polym14235141
- Kemal, N., Siahaan, M., & Gustiani, S. 2021. Studi Pembuatan Biokomposit Dari Limbah Tepung Manihot Esculenta Crantz Dengan Penguat Serat Batang Semu Pisang. *Arena Tekstil*, 36(2): 67–72.
- Lenka, S.P., Kah, M., & Padhye, L.P. 2021. A review of the occurrence, transformation, and removal of poly- and perfluoroalkyl substances (PFAS) in wastewater treatment plants. *Water Research*, 199: p.117187. DOI: 10.1016/j.watres.2021.117187
- Popov, S., Paderin, N., Khranova, D., Kvashninova, E., Melekhin, A., & Vityazev, F. 2022. Characterization and Biocompatibility Properties In Vitro of Gel Beads Based on the Pectin and κ-Carrageenan. *Marine Drugs*, 20(2): p.94. DOI: 10.3390/md20020094
- Qiu, J., Zhang, Y., Shi, Y., Jiang, J., Wu, S., Li, L., Shao, Y., & Xin, Z. 2020. Identification and characterization of a novel phthalate-degrading hydrolase from a soil metagenomic library. *Ecotoxicology and Environmental Safety*, 190: p.110148. DOI: 10.1016/j.ecoenv.2019.110148
- Scott, J.W., Gunderson, K.G., Green, L.A., Rediske, R.R., & Steinman, A.D. 2021. Perfluoroalkylated substances (Pfas) associated with microplastics in a lake environment. *Toxics*, 9(5): p.106. DOI: 10.3390/TOXICS9050106
- Shen, M., Song, B., Zeng, G., Zhang, Y., Teng, F., & Zhou, C. 2021. Surfactant changes lead adsorption behaviors and mechanisms on microplastics. *Chemical Engineering Journal*, 405: p.126989. DOI: 10.1016/j.cej.2020.126989
- Chang, Q., Zheng, B., Zhang, Y. and Zeng, H., 2021. A comprehensive review of the factors influencing the formation of retrograded starch. *International Journal of Biological Macromolecules*, 186: 163-173.
- Suraji, R., 2022. Edukasi Pemakaian Plastik Sebagai Kemasan Makanan Dan Minuman Serta Risikonya Terhadap Kesehatan Pada Masyarakat. *Jurnal Abdimas Ekonomi dan Bisnis*, 2(1): 1-9.
- Widiatannur, U., Usman, T. & Rahmalia, W., 2020. Sintesis komposit berbasis TiO₂-kitosan menggunakan metode hidrotetal. *Journal of Chemical Process Engineering*, 5(2): 37-43.
- Wirasasmita, R.H., Arianti, B.D.D., Uska, M.Z., Kholisho, Y.N., Wardi, Z., Gunadi, R.A.A., Parlindungan, D.P., Parta Santi, A.U., Aswir, & Aburahman, A. 2020. Bahaya Sampah Plastik bagi Kesehatan dan Lingkungan. *ABS YARA: Jurnal Pengabdian Pada Masyarakat*, 1(2714–6286): 1–8. DOI: 10.29408/ab.v1i2.2749
- Yuniastuti, R. T. 2021. Sintesis Bioplastik dengan Pati Biji Alpukat, Selulosa Sabut Kelapa, Sorbitol dan CMC serta Penambahan Kitosan. Repository Politeknik Negeri Jakarta.