

PEMBUATAN KOMPOSIT POLY LACTID ACID – BENTONIT UNTUK PLASTIK BIODEGRADABLE

Syifa Salsabila^{1,*}, Ridwan², Sariadi³

^{1,2,3}Jurusan Teknik Kimia, Politeknik Negeri Lhokseumawe
Jl. Banda Aceh – Medan Km 275,5 Buketrata Lhokseumawe, Indonesia
Email : syifasalsabila195@gmail.com

Abstract

Plastic is one of the most important materials in human daily activities because of its versatility. Plastic usually comes from petroleum, so it can't be decomposed. This study aims to determine the effect of the ratio and temperature of mixing poly lactid acid and bentonite on the quality of biodegradable plastic products. With variations in the composition of PLA: Bentonite 17: 3 ; 15: 5; 13 : 7 ; and 11 : 9g and temperature variation when mixing PLA and bentonite 180°C, 190°C, 200°C, 210°C. The synthesized composites were tested for their mechanical strength to determine material characteristics and morphological observations. The results showed that addition of bentonite filler affects the mechanical properties and thermal properties of the material.. The highest tensile strength value was produced by the material with a variation of PLA and bentonite 13 : 7g at a temperature of 200°C which was 15.29 MPa and the lowest tensile strength value was produced by a material with a variation of PLA and bentonite at a temperature of 190°C of 1.89 MPa. The morphological tests showed that the surface structure of the 13g PLA and 7g bentonite samples during processing showed that the surface structure of poly lactic acid (PLA) was widely dispersed due to electromagnetic rays. In the Thermo Gravimetric Analyzer test, samples with modified PLA-bentonite with a PLA-bentonite degradation temperature for samples of 17:3 are 320 °C - 480 °C. The degradation temperature of PLA-Bentonite for the 13:7 sample is 420°C - 520°C.

Keywords: *bentonite, biodegradable, composite, plastic, poly lactid acid*

PENDAHULUAN

Plastik merupakan salah satu material terpenting dalam aktivitas sehari-hari manusia karena keserbagunaannya. Plastik mempunyai sifat sulit terdegradasi dan memerlukan waktu ratusan hingga ribuan tahun untuk dapat terurai dengan sempurna [1, 2]. Tingginya tingkat konsumsi masyarakat di Indonesia ternyata membuat produksi dan penggunaan plastik semakin tinggi. Plastik berbasis *biodegradable* untuk aplikasi pengemasan dianggap sebagai metode yang menjanjikan untuk memecahkan masalah lingkungan saat ini

yang disebabkan oleh pembuangan plastik yang tidak dapat terurai [3].

Plastik biodegradable adalah plastik yang dapat digunakan seperti layaknya plastik konvensional, namun akan hancur terurai oleh aktivitas mikroorganisme menjadi air dan karbondioksida setelah habis terpakai dan dibuang ke lingkungan [4].

Saat ini penelitian tentang produk ramah lingkungan menjadi perhatian besar oleh banyak peneliti dan pelaku industri terutama di bidang polimer. Beberapa material polimer yang berasal dari bahan ramah lingkungan (biopolimer). salah satu biopolimer yang sedang banyak diteliti adalah PLA (*Poly Lactid Acid*) dikarenakan

kemampuan biodegradasinya sehingga tergolong sebagai polimer yang ramah lingkungan [5, 6].

PLA (*Poly Lactid Acid*) adalah polimer *biodegradable* yang terdiri dari monomer asam laktat. Poli asam laktat ditemukan pada tahun 1932 oleh Carothers yang menghasilkan PLA dengan berat molekul rendah dengan memanaskan asam laktat di bawah vakum. Kelebihan lain dari PLA antara lain adalah transparan dan aman digunakan untuk bidang medis [7, 8]. PLA termasuk dalam kelas polimer plastik yang terurai di tanah dalam waktu singkat. Polimer ini merupakan bahan multifungsi yang terbuat dari 100% bahan baku alami seperti pisang, jagung, ubi jalar, kentang dan bahan lainnya yang tinggi pati. PLA diharapkan dapat menjadi alternatif untuk plastik umum yang terbuat dari hidrokarbon.

PLA telah mendapat perhatian luas, menunjukkan potensi besar untuk aplikasi bioplastik dan biomedis dalam polimer sintetis dan merupakan polimer termudah untuk diproses menjadi berbagai bentuk dan ukuran karena titik lelehnya yang rendah dan sifat uniknya. Biodegradabilitas polimer PLA telah diterapkan ke manufaktur kemasan bioplastik untuk makanan [9]. Dengan sifat tersebut, polimer PLA dapat dipertimbangkan sebagai polimer alternatif untuk membentuk kemasan antistatik yang ramah lingkungan, namun PLA tidak memiliki daya hantar listrik, sehingga perlu ditambahkan bahan pengisi.

Berbagai material telah digunakan sebagai bahan pengisi dalam pembuatan plastik. Salah satu material yang banyak digunakan sebagai bahan pengisi dalam matriks polimer adalah *bentonite* [10, 11]. Bentonit merupakan sumber daya mineral yang melimpah di Indonesia yang dihasilkan dari dekomposisi abu vulkanis mineral dan berdiameter 2 mikrometer yang terdiri dari berbagai macam *phyllosilicate* yang mengandung silika, aluminium oksida dan hidroksida yang mengikat air. Selain itu bahan pembuatannya pun mudah di dapatkan serta ekonomis.

Kajian pembuatan plastik *biodegradable* yang berbasis polimer telah dilakukan oleh para peneliti dengan memanfaatkan PLA sebagai bahan *biodegradable* yang ditambahkan bahan pengisi berbagai mineral [12, 13].

Dalam kajian ini dilakukan pembuatan plastik *biodegradable* yang berbasis PLA dengan tambahan bentonit. Kajian dilakukan pada variasi rasio PLA dan bentonite dan temperatur pencampuran.

METODE

Alat dan Bahan

Peralatan dan bahan yang digunakan dalam penelitian ini adalah wadah, timbangan digital, spatula, beaker glass, dan cetakan press standar ASTM D 638 tipe I.

Sedangkan bahan yang digunakan adalah PLA dan bentonit.

Rancangan Perlakuan Percobaan

Dalam penelitian ini dilakukan penelitian pada variabel tetap ukuran filler bentonit 250 mesh, waktu pelelehan selama 15 menit, waktu pematatan selama 20 menit dan ukuran spesimen ASTM D-638 Tipe I yaitu panjang 16,5 cm, lebar 1,9 cm, dan tebal 0,32 cm. Sementara variabel bebas yang divariasikan adalah perbandingan komposisi PLA : bentonit 17 : 3 ; 15 : 5 ; 13 : 7 ; dan 11 : 9 g. Sementara temperatur pada saat blending PLA dan bentonit divariasikan pada 180°C, 190°C, 200°C, dan 210°C. Variabel terikat adalah uji tarik, uji TGA (Thermo Gravimetric Analyzer), uji SEM (Scanning Electron Microscope) dan uji biodegradasi.

Prosedur Percobaan dan Pengujian

Pembentukan Komposit PLA – Bentonit

Wadah sampel disiapkan untuk pencampuran PLA dan bentonit. Campuran divariasikan sesuai dengan perbandingan 17

: 3 : 15 : 5 ; 13 : 7 ; dan 11 : 9 g. Campuran komposit PLA-bentonit selanjutnya dimasukkan ke dalam cetakan spesimen sesuai ASTM D-638 Tipe I, dilelehkan dalam cetakan dengan suhu awal 180°C. PLA-bentonit yang telah terbentuk selanjutnya dikeringkan dengan cara didiamkan pada udara bebas.

Analisa Sampel

Pengujian sampel dilakukan terhadap parameter uji tarik menggunakan alat *tensile test machine*, uji stabilitas panas dengan peralatan TGA (*Thermo Gravimetric Analyzer*), dan uji struktur morfologi material, menggunakan alat SEM (*Scanning Electron Microscope*) dan uji biodegradasi.

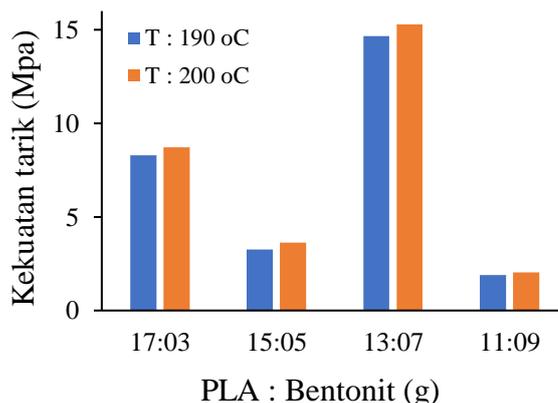
HASIL DAN PEMBAHASAN

Hasil penelitian yang telah dilakukan maka didapat bioplastik dengan hasil analisa diantaranya berupa uji kuat tarik, uji kuat tekan, daya serap air, dan uji biodegradasi.

Uji Kuat Tarik

Berdasarkan hasil pengujian, dapat dilihat bahwa adanya penambahan bahan pengisi polimer menunjukkan hasil peningkatan terhadap sifat-sifat komposit. Sampel PLA-bentonit pada masing-masing variasi dan jumlah filler bentonit yang digunakan menunjukkan perbedaan.

PLA-Bentonit yang telah dicampur sesuai variasi komposisi dan dicetak sesuai spesimen standar ASTM D 638 melalui metode pelelehan dan diuji sifat mekaniknya berupa tingkat kekuatan tarik melalui gaya sesumbu yang diberikan oleh alat uji tarik sampai mencapai batas maksimum hingga terputus. Hasil analisa uji tarik diberikan pada Gambar 1.



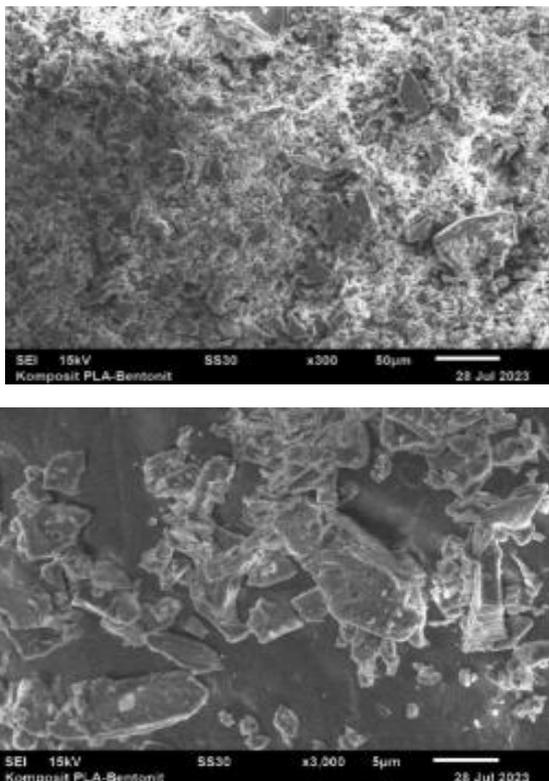
Gambar 1. Hasil uji kuat tarik komposit PLA filler bentonit

Dari gambar 1 dapat dilihat bahwa nilai kuat tarik yang dihasilkan pada saat pengujian tidak konstan, dapat diketahui bahwa semakin banyak jumlah bentonit yang dicampur ke dalam matriks PLA, maka semakin besar nilai uji tarik yang dihasilkan. Pengaruh variasi filler bentonit terhadap kuat tarik kondisi optimum diperoleh pada bentonit 13 gram yaitu 15,29 Mpa. Semakin banyak bentonit yang dicampur ke dalam matriks PLA, maka semakin besar nilai kuat tarik yang dihasilkan yang menunjukkan peningkatan kandungan bentonit menyebabkan polimer memiliki ketahanan peregangan yang semakin tinggi hingga puncaknya yang disebabkan fungsi dari bentonit sebagai penguat bioplastik [14].

Analisa Scanning Electron Microscopy (SEM)

Analisa *Scanning Electro Microscope* (SEM) digunakan untuk mempelajari struktur permukaan suatu material. Dalam penelitian ini analisa SEM dilakukan pada sampel paduan PLA dan bentonit dengan tujuan untuk melihat pengaruh yang timbul dari adanya pencampuran *filler* bentonit. Penambahan filler nanoclay dalam polimer PLA menghasilkan morfologi yang berpori dari efek interaksi yang dihasilkan dengan penambahan filler tersebut [15]. Gambar

morfologi dengan menggunakan SEM diberikan pada Gambar 2.



Gambar 2. Hasil uji SEM pada komposit PLA-Bentonit

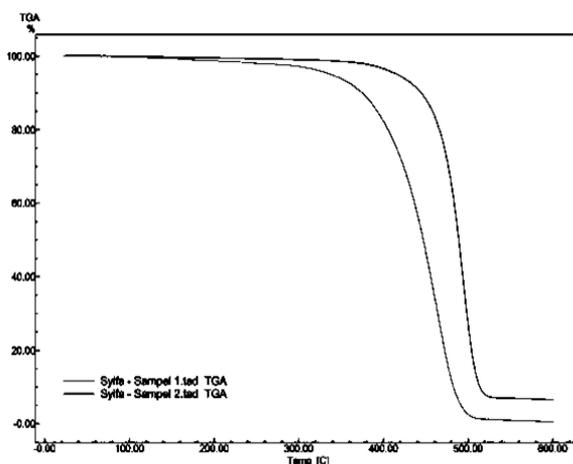
Hasil pengujian menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM) pada jarak perlakuan pembesaran 3000x yang terlihat pada PLA-bentonit pada saat proses menunjukkan bahwa struktur permukaan PLA tersebar luas karena sinar elektromagnetik dan pada jarak perlakuan 300x dapat dilihat bahwa peningkatan kandungan bahan pengisi menyebabkan terbentuknya gumpalan bentonit pada matriks. Selain itu, kurang cukupnya proses pengadukan dan proses pemanasan antara bentonit dan matriks PLA, yang menyebabkan tidak tersebarnya filler secara merata.

Analisa SEM komposit PLA difokuskan pada bahan komposit berdasarkan hasil uji tarik yang baik dari masing-masing konsentrasi matriks dan *filler*. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa sampel memiliki permukaan yang masih terdapat bentonit yang tidak larut

karena proses pencampuran tidak homogen. Hal ini menunjukkan proses blending antara *Poly Lactid Acid* dan Bentonit yang tidak sempurna karena proses pemanasan yang kurang baik.

Analisa *Thermo Gravimetric Analyzer* (TGA)

Analisis termal adalah pengukuran fisika suatu bahan terhadap perubahan suhu dan digunakan untuk mengetahui ketahanan dan kestabilan polimer terhadap panas. Pengukuran analisis termal dapat menggunakan *Thermo Gravimetric Analyzer* (TGA). TGA merupakan teknik analisa termal, yaitu analisa yang berkaitan dengan panas. Setiap perubahan akan melibatkan panas atau energi sehingga perubahan panas atau energi dapat dijadikan dasar untuk analisa kualitatif maupun kuantitatif khususnya dalam bidang kimia [16]. TGA merupakan jenis pengujian yang dilakukan pada sampel untuk menentukan perubahan berat-susut (weight-loss) dalam kaitannya dengan perubahan suhu. Gambar 3 memperlihatkan hasil analisa TGA terhadap sampel komposit PLA-bentonit.



Gambar 3. Hasil analisa TGA

Berdasarkan Gambar 3 dapat dilihat penurunan massa sampel pada sumbu Y dan peningkatan temperatur pada sumbu X,

grafik menunjukkan bahwa sampel biokomposit PLA/Bentonit mengalami single decomposition karena onset dan endset hanya terjadi sekali. Perubahan termogram TGA disebabkan oleh perubahan panas reaksi yang tidak hanya dipengaruhi oleh reaksi perubahan massa bioplastik tetapi juga oleh terjadinya proses (reaksi) perubahan struktur dan fasa bioplastik tersebut. *Onset* pada sampel 17:3 dimana massa mulai terdegradasi secara thermal dan *endset* pada sampel 13:7 bertahan massanya dari reaksi pembakaran. Suhu degradasi PLA-Bentonit untuk sampel 17:3 yaitu 320°C - 480°C. Suhu degradasi PLA-Bentonit untuk sampel 13:7 yaitu 420°C - 520°C. Hasil tersebut menunjukkan bahwa kenaikan suhu dengan degradasi disebabkan oleh ikatan polimer dan filler yang melebur lebih kuat sehingga sulit putus dan dekomposisi material menjadi lebih lambat.

Analisa Biodegradasi

Biodegradasi adalah proses pemecahan atau penguraian material menjadi komponen yang lebih sederhana oleh aktivitas organisme seperti bakteri yang pada akhirnya dapat diuraikan menjadi bahan-bahan alami tanpa meninggalkan residu berbahaya di lingkungan. Perubahan warna tersebut hanya terjadi pada bagian permukaan namun polimer tidak mengalami kerusakan selama waktu proses pendegradasian yang dilakukan selama 1 minggu dan warna komposit PLA-bentonit menjadi sedikit kecoklatan seperti terlihat pada Gambar 4.

PLA (*Poly Lactic Acid*) yaitu jenis polimer yang dapat terdegradasi secara biologis karena berasal dari sumber alami seperti gula jagung, ubi jalar, atau pati. Ketika PLA terdegradasi, ia berubah menjadi asam laktat yang aman dan mudah diuraikan di alam. Bentonit adalah mineral tanah liat alam yang sering digunakan sebagai filler atau pengisi dalam pembuatan komposit PLA.



Gambar 4. Hasil uji biodegradasi komposit selama 1 minggu

Penggunaan bentonit sebagai filler dapat meningkatkan sifat mekanis dan termal komposit, serta mempengaruhi sifat degradasi komposit tersebut. Tingkat biodegradasi dan waktu degradasi dapat berbeda tergantung pada kondisi lingkungan di mana komposit ditempatkan. Misalnya, kelembaban, suhu, mikroorganisme yang aktif di lingkungan tersebut, dan sifat-sifat material komposit akan mempengaruhi laju biodegradasi. Namun, komposit PLA dengan bentonit masih dapat terdegradasi secara alami dalam jangka waktu tertentu.

Perbedaan *biodegradable* dan *degradable* yaitu *biodegradable* adalah material yang dapat diuraikan oleh mikroorganisme, seperti bakteri atau jamur, menjadi bahan-bahan alami yang tidak berbahaya dan kembali ke siklus alam dengan cepat. Proses biodegradasi mengubah materi menjadi unsur-unsur yang lebih sederhana dan alami, biasanya dalam waktu relatif singkat. Contoh bahan *biodegradable* meliputi banyak jenis kertas, makanan organik, dan beberapa jenis plastik yang dapat diuraikan oleh mikroba.

Sedangkan *degradable* adalah bahan yang mengalami perubahan fisik atau kimia yang menyebabkan mereka hancur atau berkurang menjadi fragmen yang lebih kecil. Namun, bahan *degradable* tidak selalu berarti bahwa fragmen tersebut akan menjadi komponen alami atau ramah lingkungan. Beberapa bahan *degradable* mungkin tetap ada dalam lingkungan dalam

bentuk partikel yang lebih kecil dan bisa berpotensi mencemari ekosistem. Misalnya, beberapa plastik *degradable* dapat terfragmentasi menjadi mikroplastik yang masih bisa mempengaruhi lingkungan.

KESIMPULAN

1. Hasil Penelitian menunjukkan bahwa PLA-Bentonit nanokomposit menghasilkan komposit dengan nilai kekuatan tarik (tensile strength) yang lebih baik.
2. Semakin besar jumlah bentonit yang dicampurkan ke dalam matriks PLA, maka semakin tinggi nilai kekuatan tariknya.
3. Pengaruh temperatur pencampuran terhadap mutu produk mempengaruhi aliran bahan plastik yang sedang dicampur. Temperatur juga dapat mempengaruhi distribusi zat aditif dan pigmen dalam bahan plastik, yang akan mempengaruhi tampilan dan sifat warna produk akhir.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terimakasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam penelitian hingga selesai penulisan artikel ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Zumira, A. and Surtikanti, H. K., 2023. *Solusi pengelolaan sampah plastik: pembuatan ecobrick di Kelurahan agrowisata, Kota Pekanbaru, Provinsi Riau*. EcoProfit: Sustainable and Environment Business, Vol. 1, No. 1.
- [2] Warlina, L., 2019. *Pengelolaan sampah plastik untuk mitigasi bencana lingkungan*. Journal of Chemical Information and Modeling, Vol. 53, No. 9, pp. 89-108.
- [3] Maryam, M. *et al.*, 2018. *Teknologi preparasi pati nanopartikel dan aplikasinya dalam pengembangan komposit bioplastik*. Saini: Majalah Ilmiah Teknologi Industri, Vol. 15, No. 2, Pp. 36-56.
- [4] Fibriyani, D., Arinta, F., And Kusumaningtyas, R. D., 2017. *Pengolahan onggok singkong sebagai plastik biodegradable menggunakan plasticizer gliserin dari minyak jelantah*. Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan, Vol. 6, No. 2.
- [5] Hanifa, K., Suprihanto, A., And Haryadi, G. D., 2024. *Pengaruh persentase flake polylactic acid (pla) terhadap densitas campuran biodegradable polymer PLA dengan polycaprolactone (PCL)menggunakan metode solvent casting*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 12, No. 2, Pp. 71-76.
- [6] Serfandi, D. N. *Et Al.*, 2023. *Karakterisasi biodegradasi pada komposit polymer polylactid acid (PLA) dengan penambahan chitosan dan hydroxyapatite*. Jurnal Rekayasa Mesin, Vol. 14, No. 3, Pp. 953-962.
- [7] Hanif, D. N., Suprihanto, A., And Haryadi, G. D., 2024. *Pengaruh persentase serbuk polimer biodegradable polylactic acid (PLA) terhadap densitas campuran policaprolactone (PCL) menggunakan metode solvent casting*. Jurnal Teknik Mesin, Vol. 12, No. 2, pp. 99-102.
- [8] Sudaryanto, S. *et al.*, 2018. *Studi in vitro biodegradasi microsphere polilaktat*. Jurnal Sains Materi Indonesia, Vol. 7, No. 2, pp. 37-42.
- [9] Azzadhiya, F. R. *et al.*, 2022. *Kemasan antistatis ramah lingkungan berbahan dasar poli asam laktat*. Jurnal Teknik Kimia dan Lingkungan, Vol. 6, No. 1, pp. 1-8.
- [10] Sakinah, F., 2020. *Peningkatan kualitas biopolimer (PLA) nanokomposit modifikasi filler bentonit dan kitosan anti-bakteri*. Jurnal Sains Dan Teknologi Reaksi, Vol. 18, No. 01.

- [11] Bukit, F. R. A. *et al.*, 2021. *Karakterisasi dan analisis bentonit alam sebagai bahan pengisi komposit*. JUI TECH: Jurnal Ilmiah Fakultas Teknik Universitas Quality, Vol. 5, No. 2, pp. 54-62.
- [12] Alam, M. N. and Illing, I., 2019. *Pembuatan bioplastik berbahan dasar pati kulit pisang kepok/selulosa serbuk kayu gergaji*. Cokroaminoto Journal of Chemical Science, Vol. 1, No. 1, pp. 14-19.
- [13] Danni, E. R., Hasan, A., and Junaidi, R., 2023. *Pengaruh penambahan filler dari selulosa tongkol jagung dan zink oksida pada plastik biodegradable*. Scientica: Jurnal Ilmiah Sains dan Teknologi, Vol. 1, No. 3, pp. 92-100.
- [14] Alam, P. N. and Rihayat, T., Year. *Peningkatan kualitas biopolimer (poly lactid acid) dengan penambahan filler bentonit*. in *Prosiding Seminar Nasional Pascasarjana Unsyiah*.
- [15] Mukhsin, M., Year. *Karakterisasi paduan pcl (polycaprolactone), pla (polylactid acid), bentonit dan kitosan nanokomposit*. in *Prosiding Seminar Nasional Politeknik Negeri Lhokseumawe*, Vol. 2, No. 1.
- [16] Chaeruni, W., Hadiyanto, H., and Cahyadi, C., 2024. *Karakteristik pembakaran campuran batubara dan tandan kosong kelapa sawit (tkks) menggunakan analisis termogravimetri deferensial temperatur (TG-DTA)*. G-Tech: Jurnal Teknologi Terapan, Vol. 8, No. 3, pp. 1629-1638.