



## PERBANDINGAN SIFAT MEKANIK BIOPLASTIK TERHADAP PENAMBAHAN ZINC OXIDE (ZnO)

Syamsul Hidayat<sup>1\*</sup>, Akbar Hanif Dawam Abdullah<sup>2</sup>, Rahmat Firman  
Septiyanto<sup>1</sup>, Yus Rama Denny Muchtar<sup>1</sup>, Isriyanti Affifah<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Departemen Pendidikan Fisika, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

<sup>2</sup>Loka Penelitian Teknologi Bersih, Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia, Indonesia

<sup>3</sup>Departemen Pendidikan Kimia, Universitas Sultan Ageng Tirtayasa, Indonesia

\*E-mail: syamsulhidayat@gmail.com

### ABSTRACT

Bioplastic is a type of plastics made from natural materials so that it can be easily degraded by microorganism activity. One of the ingredients is cassava starch. But bioplastics cannot be mass produced and be used daily because their properties are not suitable to replace the existing plastics. This study aims to compare the properties and characterization of bioplastics without the addition of filler and bioplastics by adding Zinc Oxide nanoparticles. Several tests and characterizations were carried out in this study including morphology structure, mechanical strength and biodegradation. From SEM characterization it was produced that bioplastic with the addition of Zinc Oxide nanoparticles tend to have better morphology and has not crack even though there are particle aggregation. Other tests show that Zinc Oxide nanoparticles can increase the tensile strength of bioplastic but inhibit the growth of microorganism.

Keywords: bioplastic, filler, mechanical strength, zinc oxide

### ABSTRAK

Bioplastik merupakan jenis plastik yang terbuat dari bahan alami sehingga dapat dengan mudah terdegradasi oleh aktivitas mikroorganisme salah bahannya adalah pati singkong. Akan tetapi bioplastik belum bisa diproduksi secara massal dan digunakan sehari-hari karena memiliki sifat yang belum sesuai untuk menggantikan plastik yang ada saat ini. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui perbandingan sifat dan karakterisasi bioplastik tanpa penambahan *filler* lain dan bioplastik dengan penambahan nanopartikel *Zinc Oxide*. Beberapa pengujian dan karakterisasi dilakukan dalam penelitian ini, meliputi struktur morfologi, kekuatan mekanik, dan biodegradasi. Dari karakterisasi SEM dihasilkan bahwa bioplastik dengan penambahan nanopartikel *Zinc Oxide* cenderung memiliki morfologi yang lebih baik, tidak retak, walaupun terdapat agregasi partikel. Pengujian lain menunjukkan bahwa nanopartikel *Zinc Oxide* mampu meningkatkan kekuatan tarik bioplastik namun menghambat pertumbuhan mikroorganisme.

© 2019 Program Studi Pendidikan Fisika FKIP UNTIRTA

Kata Kunci: bioplastik, *filler*, kekuatan mekanik, *zinc oxide*

### PENDAHULUAN

Sampah plastik sudah menjadi masalah global karena diproduksi dan dikonsumsi secara besar-besaran di berbagai sektor ke-

hidupan (Suryanto et al, 2016). Memanfaatkan minyak bumi sebagai bahan dasar pembuatannya, menjadikan plastik memiliki tingkat kesukaran yang tinggi dalam proses degradasi

serta membutuhkan waktu puluhan hingga ratusan tahun (Harunsyah et al, 2017).

Banyak upaya dilakukan untuk mengatasi masalah ini salah satunya adalah dengan mengembangkan plastik ramah lingkungan dari sumber daya terbarukan (renewable) dan dapat terdegradasi (degradable) dalam waktu yang tidak lama melalui aktivitas mikroorganisme contohnya pati singkong.

Pati singkong dan gliserol biasanya dijadikan campuran sebagai bahan pembuatan plastik biodegradable (Bioplastik). Pati terdiri dari struktur kimia amilosa dan amilopektin berfungsi sebagai bahan dasar adapun gliserol difungsikan untuk menambah sifat elastik pada bioplastik (Abdullah et al, 2016).

Namun saat ini, bioplastik belum bisa digunakan secara komersil karena memiliki kekurangan diantaranya tingkat kristalinitas yang tinggi (>50%) yang mengarah pada sifatnya yang rapuh sehingga akan mudah rusak ketika diberikan beban (Diez & Diez, 2014).

Untuk mengatasi kelemahan ini dengan tujuan jangkauan aplikasi praktisnya, Peneliti menggunakan pendekatan baru yaitu dengan menambahkan nanopartikel *Zinc Oxide* (ZnO). Ketersediaannya yang mudah, biayanya yang murah, dan biokompatible menjadikan nanopartikel *Zinc Oxide* dapat menjadi pilihan sebagai bahan tambahan dalam pembuatan bioplastik, ditambah lagi dengan struktur nano senyawa ini yang dianggap tidak beracun dan secara umum sebagai zat "GRAS" yang aman serta tidak menyebabkan kerusakan DNA sel manusia (Diez & Diez, 2014; Yamada et al, 2007).

## METODE PENELITIAN

### Pembuatan Bioplastik

#### Pre-mixing

Pati singkong dan gliserol ditimbang dengan perbandingan 3:1 g/g serta nanopartikel ZnO seberat 3% terhadap pati. Ketiganya dicampurkan di dalam blender selama 3 menit.

50 gram dari hasil campuran tersebut diambil dan dibawa menuju proses selanjutnya.

#### Mixing

Pada proses ini, ketiga bahan yang telah dicampurkan mulai dilelehkan dengan suhu 130°C selama 8 menit di dalam Labo Plastomil. Setelah selesai, mesin dimastikan dan sampel yang meleleh akan menjadi bongkahan akibat perubahan suhu dari panas menjadi dingin.

#### Pressing

Bongkahan diambil  $\pm 6$  gr untuk satu kali cetak. Tebal ceakan yang digunakan adalah  $\pm 0,8$  mm. Sampel dicetak di dalam Hot Press bertekanan 40 kgf/cm<sup>2</sup> selama 13 menit, kemudian dipindahkan menuju Cold Press untuk pendinginan.

### Pengujian dan Karakterisasi

#### Morfologi Bioplastik

Bentuk morfologi bioplastik diketahui dengan menggunakan alat *Scanning Electron Microscope* (SEM). Sampel dipotong 1 × 2 cm dan dimasukkan terlebih dahulu ke dalam *Smart Coater* untuk dilapisi dengan logam agar bersifat konduktif. Selanjutnya, sampel di masukan ke dalam alat SEM dan ditembakkan elektron terhadapnya dalam ruang vakum. Hasilnya gambar morfologi bioplastik akan terlihat melalui komputer.

#### Kekuatan Mekanik

Sampel dipotong dengan ukuran panjang 16 mm, lebar 3 mm, dan tebal 0,6 mm. Sampel kemudian dipasang pada alat Tensilon dan akan ditarik secara perlahan. Besar kuat tarik dan pertambahan panjang akan terdeteksi dalam sistem komputasi yang sudah terpasang dengan alat tersebut.

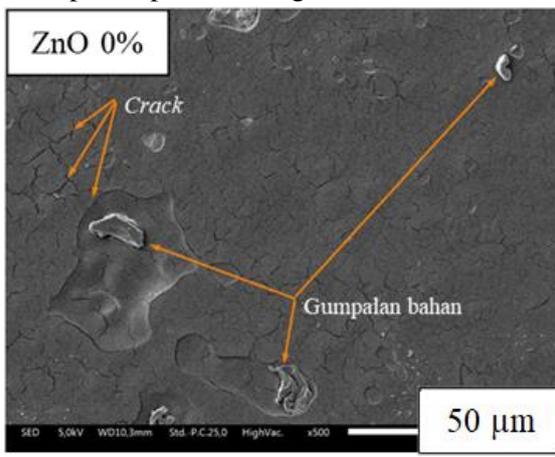
## Biodegradabilitas

Sampel dipotong menjadi  $2 \times 2$  cm dan ditambahkan *Aspergillus Niger* pada bagian atas sampel. Proses ini dilakukan di dalam Laminar Airflow dan diamati pertumbuhannya selama 14 hari.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Morfologi Bioplastik

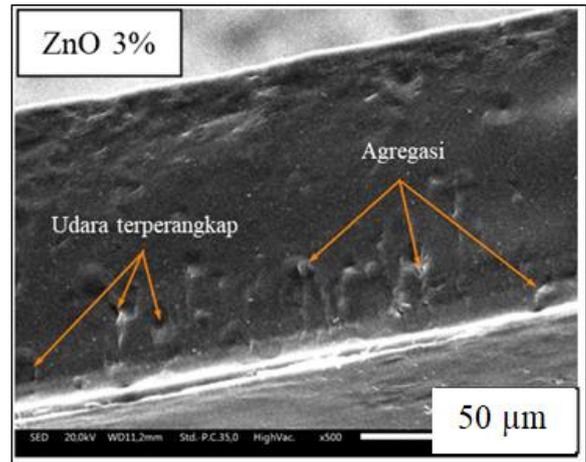
Perbandingan gambar sampel bioplastik ditampilkan pada kedua gambar 1.



**Gambar 1.** Hasil uji SEM bioplastik 0%, 50 μm.

Gambar 1 merupakan bioplastik berbahan dasar pati singkong yang diplastisasi oleh gliserol tanpa penambahan nanopartikel Zinc Oxide (ZnO). Terlihat adanya gumpalan bahan yang diakibatkan proses homogenisasi yang kurang baik. Selain itu, ketidakhomogenan kedua bahan mengakibatkan retakan (*crack*) pada sampel. Kedua hal tersebut akan berdampak besar pada sifat lain bioplastik.

Melalui gambar yang ditampilkan, dapat diketahui bahwa keadaan morfologi dan topografi bioplastik dengan penambahan 3% ZnO memiliki tanda adanya udara yang terperangkap. Tanda ini muncul diakibatkan oleh persebaran nanopartikel *Zinc Oxide* yang tidak merata dan membentuk agregasi di beberapa area permukaan. Namun tidak terdapat adanya retakan (*crack*) seperti pada sampel bioplastik pertama (Gambar 1).



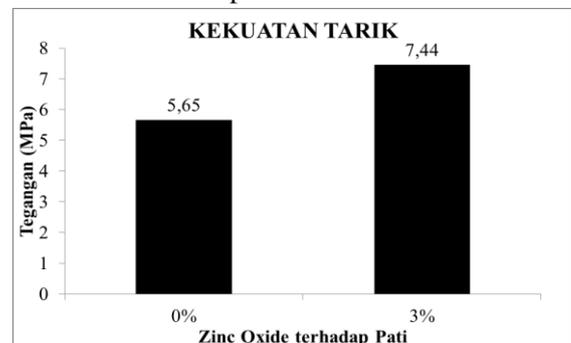
**Gambar 2.** Hasil uji SEM bioplastik 3% ZnO, 50 μm.

Tidak adanya retakan pada sampel ini diakibatkan oleh aktivitas *Zinc Oxide* sebagai nanofiller yang mampu mengisi kekosongan dan mengganti ikatan intermolekul dan intramolekul yang hilang saat sudah ditambahkan pati.

Munculnya agregasi dan lubang udara pada sampel disebabkan oleh sifat *Zinc Oxide* sebagai partikel yang kuat terhadap suhu tinggi (memiliki titik leleh yang tinggi) sehingga sukar untuk terhomogenisasi.

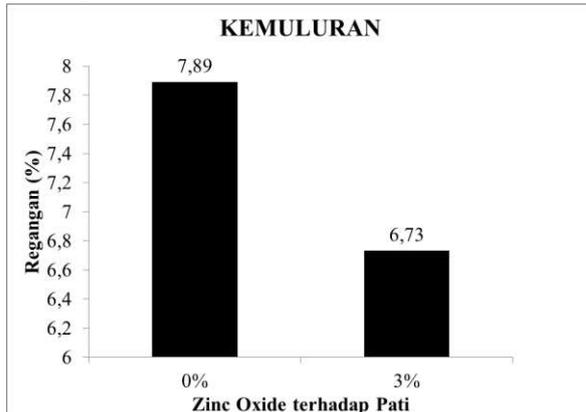
### Sifat Mekanik

Perbandingan kekuatan mekanik bioplastik ditampilkan pada gambar 3 dan 4. Ditinjau dari Gambar 3, kekuatan tarik bioplastik mengalami peningkatan setelah ditambahkan nanopartikel *Zinc Oxide*.



**Gambar 3.** Grafik penambahan ZnO terhadap nilai kuat tarik bioplastik

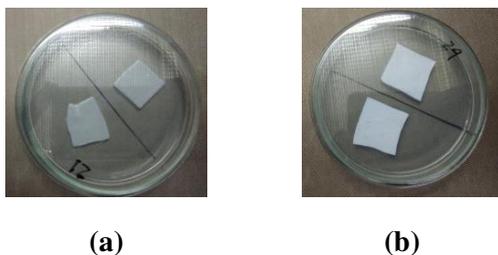
Perubahan sifat ini tidak lepas dari interaksi antara ketiga bahan yang digunakan khususnya nanopartikel ZnO yang berfungsi untuk memperbaiki ikatan pada matriks polimer pati. Singkatnya, logam seng ( $Zn^{+2}$ ) akan beraktivitas sebagai *filler* dan menghubungkan kembali ikatan sekunder pada polimer pati setelah pati singkong dan gliserol dicampurkan.



**Gambar 4.** Grafik penambahan ZnO terhadap kemuluran bioplastik

Melalui Gambar 4 dapat diamati bahwa terjadi penurunan nilai kemuluran bioplastik setelah ditambahkan nanopartikel *Zinc Oxide*. Material yang bersifat rigid cenderung memiliki struktur yang kaku dan tidak elastis sehingga tidak akan mudah bertambah panjang. Hal ini juga sesuai dengan hubungan antara tegangan dan regangan yang berbanding terbalik dalam konsep modulus young (Surdia & Saito, 1999).

### Biodegradabilitas



**Gambar 5.** Hasil biodegradasi H-0 bioplastik pati (a) 0% ZnO (b) 3% ZnO



**Gambar 6.** Hasil biodegradasi H-14 bioplastik (a) 0% ZnO (b) 3% ZnO

Pada perbandingan gambar di atas terdapat beberapa perbedaan. Pada hari ke-0 kedua sampel (Gambar 5) memiliki warna yang sama. Namun setelah memasuki hari ke-14 sampel tanpa penambahan *Zinc Oxide* (Gambar 6.a) sudah dihabiskan oleh *Aspergillus Niger*, ditandai dengan adanya bagian yang hilang tepat di tengah bagian sampel. Adapun bioplastik dengan penambahan *Zinc Oxide* terlihat masih ditumbuhi *Aspergillus Niger* dan belum ada bagian yang mulai hilang. Hal ini disebabkan oleh sifat dari *Zinc Oxide* sebagai senyawa antimikroba.

Walaupun bioplastik dengan konsentrasi 3% ZnO menunjukkan adanya penghambatan mikroba, namun hasil ini sudah sesuai dengan standar ASTM G21 bahwasannya pertumbuhan mikroorganisme sudah 60% menutupi sampel.

### PENUTUP

#### Kesimpulan

Penambahan nanopartikel *Zinc Oxide* mempengaruhi beberapa sifat bioplastik, diantaranya: 1) memperbaiki struktur morfologi; 2) Meningkatkan kekuatan bioplastic; 3) Menghambat pertumbuhan mikroba

#### Saran

Perlu adanya tenaga yang lebih kuat dalam proses homogenisasi dan perlu adanya penelitian lanjutan guna menemukan nilai optimum penambahan nanopartikel *Zinc Oxide*.

### UCAPAN TERIMAKASIH

Saya mengucapkan banyak terimakasih kepada banyak pihak yang ikut andil dalam penelitian ini khususnya dewan pembimbing, rekan kerja, dan Loka Penelitian Teknologi Bersih LIPI Bandung. Tidak lupa Saya pun berterimakasih kepada Prodi Pendidikan Fisika UNTIRTA atas kesempatan yang berharga ini.

### DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, A., H., D., Chalimah, S., Primadona, I., dan Hanantyo, M., H., G. (2016). Physical and Chemical Properties Of Corn, Cassava, And Potato Starch. *Lembaga Ilmu Pengetahuan Indonesia – Bandung*
- Diez-Paszual, A., M., dan Diez-Vicente, A., L. (2014). Poly(3-hydroxybutyrate)/ZnO bionanocomposites with improved mechanical, barrier and antibacterial properties. *Int. J. Mol. Sci., vol. 15, pp. 10950–10973*
- Harunsyah, M., Yunus, and Fauzan, R. (2017). Mechanical properties of bioplastics cassava starch film with zinc oxide nanofiller as reinforcement. *Material Science and Engineering*
- Suryanto, H., Hutomo, P.,T., Wanjaya, R., Puspitasari, P., Sukarni. (2016). The Structure of Bioplastics from Cassava Starch with Nanoclay Reinforcement. *AIP Conference Proceedings*
- Surdia, T., dan Saito, S. (1999). *Pengetahuan Bahan Teknik*. Hal.173, PT. Pradnya Paramita – Jakarta
- Yamada, H., Suzuki, K., Koizumi, S. (2007). Gene expression profile in human cells exposed to zinc oxide. *Jurn. Toxicoscience*