

Sintesis Bioplastik Berbasis Pati Limbah Tapioka Menggunakan *Filler* Nano Serat Limbah Tapioka dan ZnO

Haryanto dan Andriani Eka Saputri

Prodi Teknik Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Muhammadiyah Purwokerto

Jl. Raya Dukuwaluh, PO BOX 202 Purwokerto 53182

E-mail: harymsl@gmail.com

Diterima: 20-Okt-2016 Diperbaiki: 20-Nov-2016 Disetujui: 29-Des-2016

ABSTRAK

Sintesis Bioplastik Berbasis Pati Limbah Tapioka Menggunakan *Filler* Nano Serat Limbah Tapioka dan ZnO. Meningkatnya penggunaan plastik dalam kehidupan sehari-hari menyebabkan pencemaran lingkungan. Plastik sintetis sulit terdegradasi oleh alam, sehingga dibutuhkan plastik yang ramah lingkungan. Dalam penelitian ini, plastik biodegradabel disintesis dari pati limbah tapioka dengan ZnO dan nano serat limbah tapioka sebagai *filler*. Tujuan dari penelitian ini adalah untuk mengetahui pengaruh penambahan masing-masing *filler* terhadap sifat mekanis dan tingkat degradasi di dalam tanah. Pembuatan bioplastik menggunakan metode *blending* dengan pengeringan pada suhu 50°C selama 3 hari. Bahan utama bioplastik yang digunakan berupa pati onggok singkong, dan gliserol sebagai pemlastis. Variasi komposisi masing-masing *filler* nano serat dan ZnO (0, 3, 6, 9, dan 12%) di terapkan, dilanjutkan dengan optimalisasi dalam berbagai komposisi nano serat dan ZnO (20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20). Dari hasil penelitian diperoleh kuat tarik maksimum sebesar 3,36 M/mm² pada persentase 3% ZnO, serta elongasi sebesar 133,28 % pada persentase 3% nano serat limbah tapioka. Adapun degradasi maksimum diperoleh sebesar 87% pada persentase 12% nano serat untuk waktu delapan hari. Komposisi optimum diperoleh pada berbanding 50 : 50 (nano serat : ZnO) berdasarkan nilai kuat tarik dan tingkat biodegradabilitas. Dari penelitian ini dapat diketahui bahwa penambahan nano serat limbah tapioka dan ZnO dapat meningkatkan sifat mekanis dan memperlambat tingkat degradasi bioplastik.

Kata Kunci: bioplastik, elongasi, kuat tarik, onggok singkong, ZnO

ABSTRACT

Synthesis of Bioplastic Based on Tapioca Waste Starch Using Nano Fiber of Tapioca Waste and ZnO. The increasing use of plastics in everyday life causes environmental pollution. Synthetic plastic is not degradable by nature so we need

an environmentally friendly plastic. In this research, biodegradable plastics synthesized from tapioca waste with ZnO and nano fiber of tapioca waste as the fillers. The purpose of this research is to evaluate the effect of fillers on mechanical properties and degradation of bioplastic in the soil. Bioplastic was made using blending method. The solution was dried at 50 °C for 3 days. The main materials of bioplastic were starch of tapioca waste and glycerol as plasticizer. Various composition filler of nano fiber or ZnO (0, 3, 6, 9, and 12%) were applied , followed by optimization of combination of filler nano fiber and ZnO (20:80, 40:60, 50:50, 60:40, 80:20). The results show the optimum tensile strength was reached 3.36 N/mm² on 3% ZnO. Meanwhile the highest elongation was 133.28% on 3% nano fiber. The biodegradation test in soil was degraded by 87% for eight days on 12% nano fiber. The optimum composition was obtained at 50: 50 (nano fiber: ZnO) based on tensile strength and biodegradability. From this research, it can be known that the addition of nano fiber of tapioca waste increases the mechanical properties and decreases the biodegradability level of bioplastics.

Keywords: *bioplastic, elongation, tensile strength, tapioca waste, ZnO*

PENDAHULUAN

Produk-produk barang konsumsi dengan kemasan plastik cenderung terus meningkat seiring dengan semakin meningkatnya konsumsi dan daya beli masyarakat. Pada umumnya, industri makanan dan minuman menggunakan kemasan plastik sebagai pembungkus karena ringan, fleksibel, praktis dan harganya relatif murah. Indonesia merupakan salah satu negara dengan konsumsi plastik yang cukup besar. Konsumsi plastik di Indonesia pada tahun 2013 mencapai 26.000 ton per hari [1]. Indonesia berada di peringkat kedua dunia penghasil sampah plastik ke laut yang mencapai sebesar 187,2 juta ton setelah Cina yang mencapai 262,9 juta ton [2]. Saat ini, sekitar 50% plastik yang beredar di pasaran digunakan hanya untuk satu kali pemakaian. Akibatnya, jumlah sampah yang semakin banyak tidak hanya terjadi di daratan, tetapi juga di sungai, rawa, bahkan laut. Kondisi ini diperburuk dengan kenyataan bahwa plastik-plastik yang digunakan sebagai pembungkus adalah plastik yang tidak bisa diuraikan oleh jasad renik (*nonbiodegradable*).

Untuk mengatasi masalah tersebut maka perlu adanya plastik yang mudah terurai, yaitu bioplastik. Salah satu bahan yang banyak digunakan sebagai bahan baku maupun sebagai bahan campuran dalam pembuatan bioplastik adalah pati. Pati mudah diperoleh, murah, dapat diperbarui, dan dapat terbiodegradasi, sehingga berpotensi sebagai alternatif pengganti plastik sintetis untuk aplikasi pengemasan. Salah satu sumber pati dan serat yang berasal dari limbah industri pertanian adalah ampas tapioka (onggok).

Limbah padat tapioka dapat menjadi sumber pencemaran bagi lingkungan terutama di wilayah produksi apabila tidak ditangani dengan baik. Menurut data dari BPS tahun 2013, ampas tapioka hasil samping industri tapioka di Indonesia pada tahun 2011 mencapai 11.328.986 kg. Komponen utama ampas tapioka adalah pati sisa ekstraksi ($\pm 60\%$ basis kering) dan serat ($\pm 18\%$ basis kering) [3-5]. Kandungan sisa pati dan selulosa yang terdapat pada limbah padat tapioka masih berpotensi untuk dimanfaatkan secara optimal. Sebagai contoh selulosanya sebagai bahan penguat plastik, sedangkan patinya sebagai bahan baku plastik. Plastik berbahan dasar pati merupakan salah satu jenis bioplastik yang memiliki kelemahan yang mendasar, antara lain bersifat higroskopis dan sifat mekanisnya lebih buruk dibandingkan dengan plastik konvensional. Pemanfaatan serat sebagai bahan pengisi diharapkan dapat berperan untuk memperbaiki sifat fisik dan mekanis film berbasis pati.

Pada penelitian ini akan dibuat bioplastik dari pati limbah tapioka dengan bahan pengisi ZnO dan/atau nanoserat limbah tapioka untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanis bioplastik melalui uji biodegradasi dan uji *tensile*.

MATERIAL DAN METODOLOGI

Bahan

Bahan – bahan yang digunakan dalam pembuatan bioplastik yaitu pati limbah tapioka (ampas singkong) sebagai bahan baku pembuatan plastik biodegradabel diperoleh dari Pabrik Tapioka di daerah Purbalingga. Nano serat limbah tapioka di buat dari limbah tapioka, sedangkan ZnO diperoleh dari CV Global Sarana Instrumen Semarang. Gliserin teknis 99% digunakan sebagai *plasticizer* dan aquades digunakan sebagai pelarut.

Pembuatan Bioplastik

Langkah pertama dalam pembuatan bioplastik adalah pati limbah tapioka sebanyak 5% (basis kering) di larutkan dalam akuades 100 ml, dan dipanaskan pada suhu 120°C sambil diaduk menggunakan *magnetic stirrer*. Gliserol ditambahkan sebanyak 1% dari total larutan bioplastik. Kemudian nanoserat selulosa ditambahkan sebanyak 0, 3, 6, 9, dan 12% dari berat kering pati limbah tapioka. Larutan bioplastik dituangkan ke cetakan dan dikeringkan di oven pada suhu 50°C selama kurang lebih 3 hari. Bioplastik yang terbentuk selanjutnya dilepas dari cetakan dan disimpan dalam wadah kedap udara. Dengan cara yang sama, bioplastik juga dibuat dengan menambahkan ZnO sebanyak 0, 3, 6, 9, dan 12%. Setelah mendapatkan konsentrasi optimum pati-nano serat dan pati-ZnO, tahap selanjutnya adalah

pembuatan bioplastik dengan kombinasi komposisi nano serat limbah tapioka dengan ZnO dengan perbandingan nano serat dan ZnO sebesar 20:80, 40:60, 50:50, 60:40, dan 80:20.

Karakterisasi

Uji sifat mekanis yang meliputi uji kekuatan tarik dan elongasi dilakukan menggunakan alat *Universal Tensile Machine* Cometech M1 (Taiwan). Sampel film plastik dipotong dengan ukuran (5x1) cm², kemudian dikaitkan secara horisontal pada penjepit/pengait yang ada pada alat Tenso Lab dengan peregangan normal. Setelah film plastik terpasang pada masing-masing pengaitnya, pengujian kuat tarik dan elastisitas dilakukan berdasarkan standar ASTM D882-91.

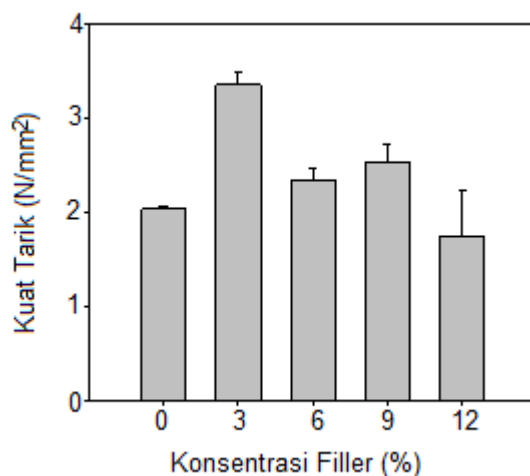
Uji biodegradasi *film* bioplastik berbahan dasar pati onggok dilakukan dengan cara penguburan *film* bioplastik berukuran kurang lebih 5 cm x 2 cm, dikubur dalam tanah dengan kedalaman lubang 15 cm. Tanah yang digunakan pada penelitian ini yaitu tanah diperkebunan. Penguburan *film* dilakukan selama 8 hari dan penimbangan perubahan berat *film* dilakukan setiap hari.

Uji morfologi bertujuan untuk mengetahui tekstur permukaan yang dihasilkan. Uji morfologi ini menggunakan mikroskop cahaya dengan perbesaran 40x. Sampel dipotong ukuran 1 cm x 1 cm dan diletakan di *cover glass*. Kemudian *cover glass* dijepit di meja mikroskop untuk pengamatan tekstur permukaan sampel.

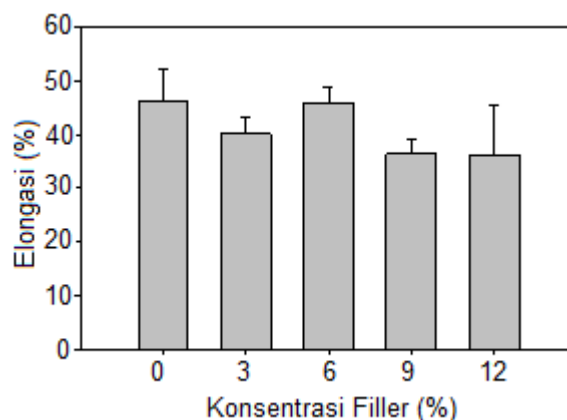
HASIL DAN PEMBAHASAN

Pengaruh Variasi ZnO terhadap Karakteristik Bioplastik

Kuat tarik (*tensile strength*) merupakan ukuran untuk kekuatan film secara spesifik yang diperoleh dari nilai tarikan maksimum terakhir sebelum putus/sobek. Gambar 1 menunjukkan kenaikan nilai *tensile strength* bioplastik yang disebabkan oleh penambahan ZnO. Hal ini membuktikan bahwa penambahan ZnO mempengaruhi kuat tarik dari bioplastik. Nilai kuat tarik optimal yang diperoleh yaitu 3,36 N/mm² pada ZnO 3%. Nilai ini meningkat sebesar 65% dibandingkan ZnO 0% (kontrol), walaupun nilai ini masih di bawah nilai kuat tarik bioplastik komersial (7,85 N/mm²). Peningkatan nilai kuat tarik tersebut terjadi dikarenakan gugus-gugus pada ZnO akan menangkap elektron dari gugus hidroksil (OH) pada polimer sehingga gugus tersebut dapat berikatan [6]. Pada konsentrasi 3%, ZnO sudah mengisi matrik bioplastik sehingga penambahan ZnO lebih dari 3% tidak mempengaruhi nilai kuat tarik bioplastik.

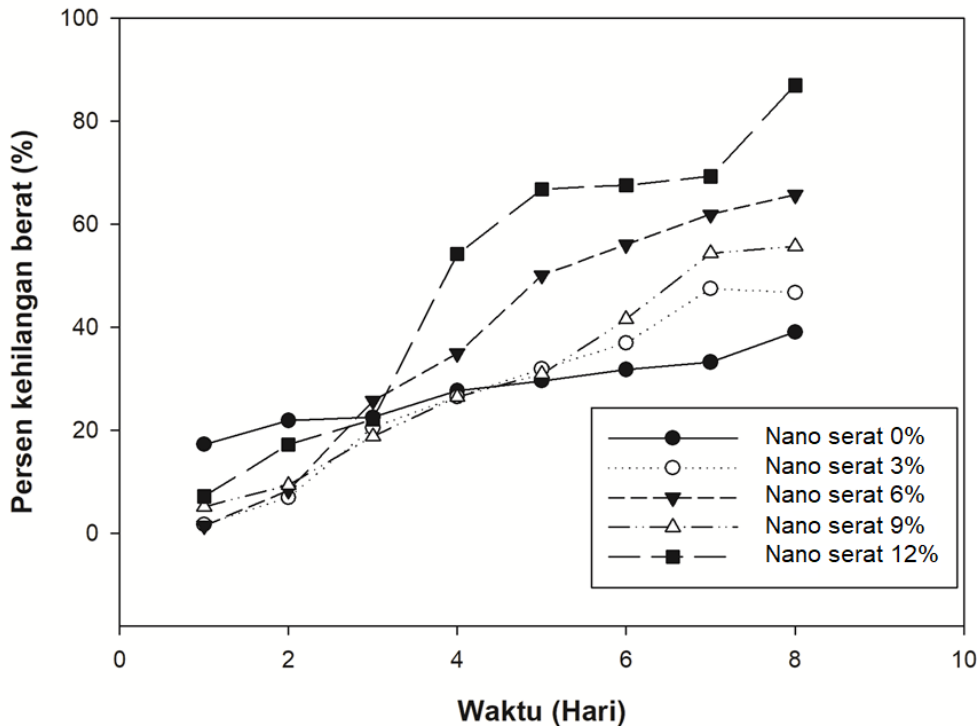


Gambar 1. Kuat tarik bioplastik dengan *filler* ZnO



Gambar 2. Elongasi bioplastik dengan *filler* ZnO

Elongasi adalah sifat mekanis yang menunjukkan perubahan panjang bioplastik saat maksimum dengan memperoleh gaya tarik sampai bioplastik putus. Dengan kata lain, nilai elongasi menunjukkan kemampuan bioplastik untuk memanjang. Gambar 2 menunjukkan penambahan ZnO menurunkan nilai elongasi bioplastik. Hal ini disebabkan karena semakin banyak ZnO yang ditambahkan maka gerakan molekul menjadi semakin terhambat sehingga tingkat fleksibilitas menurun. Disamping itu ZnO memang memiliki tingkat fleksibilitas yang rendah. Bioplastik dengan penambahan ZnO menghasilkan nilai elongasi yang masih berada jauh dibawah nilai elongasi bioplastik komersial (227,33 %).



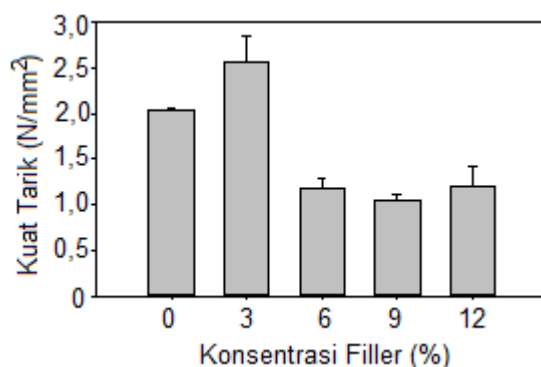
Gambar 3. Pengaruh konsentrasi ZnO terhadap persen kehilangan berat dalam tanah

Gambar 3 menunjukkan bahwa, bioplastik masih belum terdegradasi sempurna pada hari kedelapan dengan penambahan ZnO sebesar 12%. Ini menandakan bahwa semakin banyak ZnO yang ditambahkan, maka waktu yang dibutuhkan bioplastik untuk terdegradasi sempurna juga makin lama. Hal ini dikarenakan pada bioplastik tersebut ditambahkan ZnO dimana ZnO merupakan penguat logam yang sering digunakan dan merupakan oksida logam sehingga sulit terurai. Selain itu faktor suhu dan kelembaban tanah juga turut mempengaruhi, hanya saja tidak di teliti dalam penelitian ini.

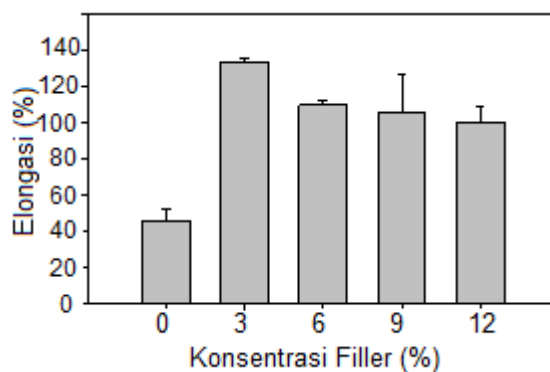
Pengaruh Variasi Nano Serat Limbah Tapioka terhadap Karakteristik Bioplastik

Gambar 4 menunjukkan bahwa penambahan persentase nano serat limbah tapioka sedikit meningkatkan nilai kuat tarik bioplastik pada penambahan *filler* nano serat sebanyak 3% ($2,56 \text{ N/mm}^2$). Hal ini dikarenakan nano serat dapat meningkatkan luas permukaan totalnya, sehingga memperbesar kontak permukaan antara serat dan matriks bioplastik. Peningkatan kontak permukaan memungkinkan peningkatan ikatan hidrogen antara matriks dan serat, sehingga memudahkan peralihan beban dari matriks ke serat [7]. Namun demikian, penambahan nano serat limbah tapioca di atas 3% menurunkan nilai kuat tarik yang signifikan. Hal ini membuktikan bahwa

dengan penambahan nano serat tidak memberikan dampak yang cukup bagus terhadap *tensile strength* bioplastik. Pada persentase 3 %, nano serat sudah mengisi matrik bioplastik sehingga penambahan nano serat lebih dari 3 % tidak mempengaruhi nilai kuat tarik bioplastik. Gambar 4 membuktikan bahwa penambahan nano serat 3% hanya dapat meningkatkan kuat tarik sebesar 25 % dari nano serat 0% (kontrol). Namun demikian, kenaikan ini belum mencapai nilai kuat tarik bioplastik komersial yang ada di pasaran, yaitu sebesar 7,85 N/mm².



Gambar 4. Kuat tarik bioplastik dengan *filler* nano serat limbah tapioka

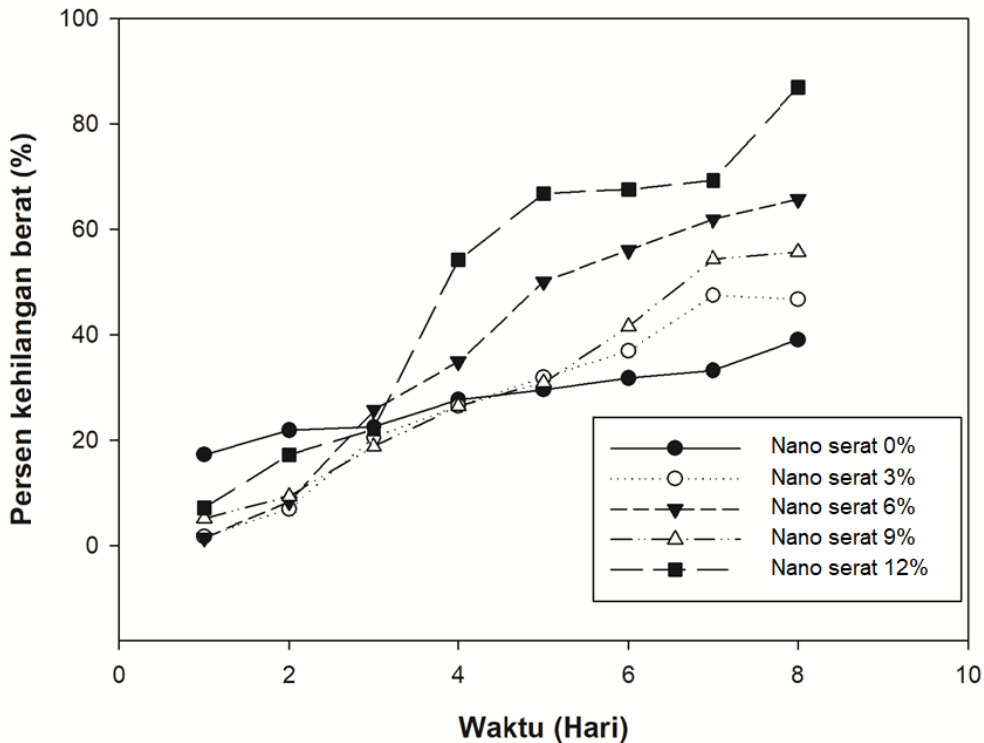


Gambar 5. Elongasi bioplastik dengan *filler* nano serat limbah tapioka

Gambar 5 menunjukkan bahwa penambahan nano serat limbah tapioka sebesar 3% menyebabkan kenaikan nilai elongasi bioplastik mencapai 133,28% atau naik sebesar 65% dari *film* kontrol. Ini dimungkinkan karena keberadaan nano serat menambah ikatan hidrogen yang terbentuk, sehingga meningkatkan fleksibilitas bioplastik [8]. Namun demikian, penambahan konsentrasi nano serat di atas 3% tidak membuat elongasi menjadi terus naik, malah cenderung turun. Hal ini disebabkan

karena semakin banyak nano serat yang ditambahkan maka gerakan molekul menjadi semakin terhambat sehingga tingkat fleksibilitas menurun.

Biodegradabilitas dalam Tanah

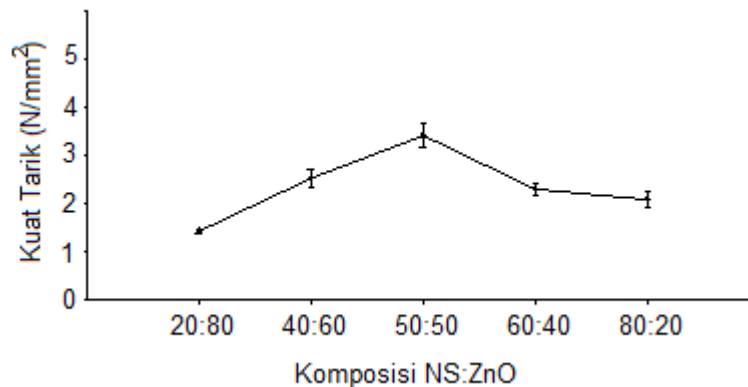


Gambar 6. Pengaruh konsentrasi nano serat limbah tapioka terhadap persen kehilangan berat dalam tanah

Bioplastik tanpa penambahan nano serat setelah delapan hari dilakukan pengamatan, hanya terdegradasi 46% sedangkan dengan adanya penambahan nano serat, bioplastik terurai 87% pada persentase nano serat limbah tapioka 12%. Hal ini dikarenakan mikroorganisme yang ada di dalam tanah akan menguraikan bioplastik yang sudah ditanam, sehingga memutus rantai-rantai polimer menjadi monomer-monomernya melalui enzim yang dihasilkan dari mikroorganisme tersebut. Gambar 6 juga menunjukkan bahwa dengan penambahan nano serat limbah tapioka tingkat degradasinya lebih besar (87%) dibandingkan bioplastik komersial yang tingkat degradasinya hanya 54% (12 hari).

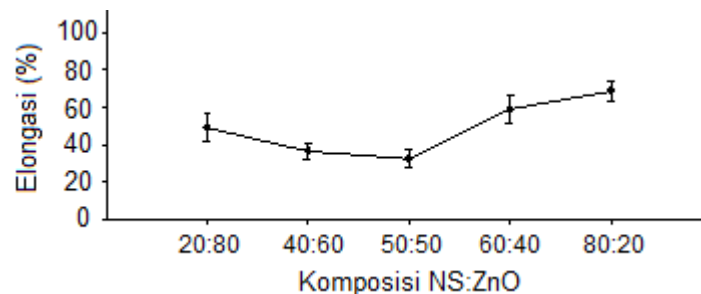
Pengaruh Variasi Komposisi Nano Serat Limbah Tapioka dan ZnO terhadap Karakteristik Bioplastik

Perbandingan komposisi ini dilakukan berdasarkan kuat tarik tertinggi pada masing – masing *filler* baik untuk *filler* nano serat limbah tapioka maupun *filler* ZnO, yaitu pada konsentrasi 3%. Perbandingan komposisi berdasarkan kuat tarik dikarenakan kuat tarik merupakan faktor utama dalam pengujian bioplastik.



Gambar 7. Pengaruh perbandingan komposisi nano serat limbah tapioka : ZnO terhadap nilai kuat tarik bioplastik

Komposisi nano serat limbah tapioka dan ZnO 50:50 menghasilkan kuat tarik (*tensile strength*) yang paling tinggi yaitu 3,42 N/mm². Perbandingan nano serat:ZnO (50:50) menghasilkan ikatan antar molekul yang tersebar secara merata, sehingga menyebabkan kuat tariknya cukup tinggi. Nilai kuat tarik dengan komposisi 50:50 ternyata lebih tinggi dibandingkan dengan komposisi 0:100 (hanya *filler* ZnO) dan komposisi 100:0 (hanya *filler* nano serat). Hal ini membuktikan bahwa dengan adanya perbandingan komposisi yang pas mempengaruhi nilai kuat tarik.

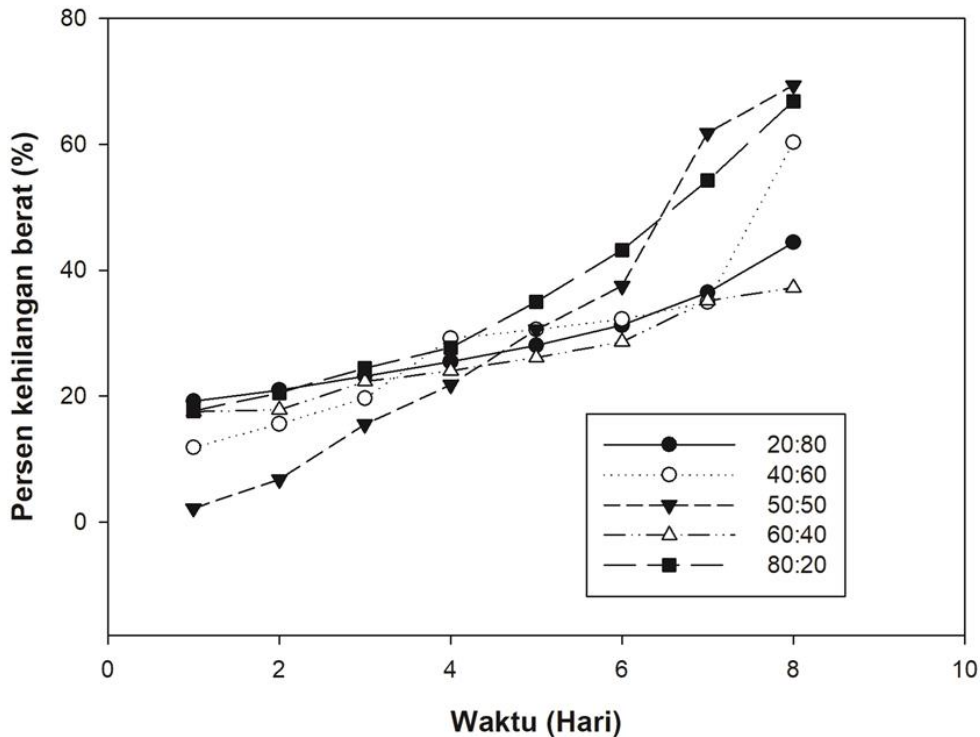


Gambar 8. Pengaruh perbandingan komposisi nano serat limbah tapioka : ZnO terhadap nilai elongasi bioplastik

Gambar 8 menunjukkan bahwa elongasi terendah dihasilkan dari perbandingan komposisi 50:50 dengan nilai sebesar 32,61 %, sedangkan nilai

Sintesis Bioplastik Berbasis Pati Limbah Tapioka Menggunakan *Filler* Nano Serat Limbah Tapioka dan ZnO (Haryanto)

elongasi tertinggi yaitu pada komposisi nano serat : ZnO (80: 20) sebesar 68,61%. Hal ini sesuai dengan percobaan sebelumnya bahwa dengan adanya penambahan nano serat mempengaruhi elongasi dari bioplastik. Tetapi nilai elongasi pada komposisi ini masih berada dibawah nilai elongasi dengan komposisi 100:0 (hanya *filler* nano serat).



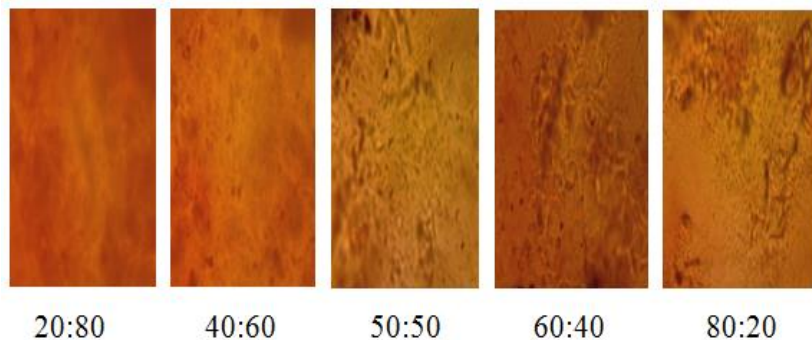
Gambar 9. Pengaruh komposisi NS:ZnO terhadap persentase kehilangan berat

Persentase kehilangan berat tertinggi dihasilkan dari bioplastik dengan penambahan *fillers* pada komposisi nano serat : ZnO 50:50 dengan nilai kehilangan berat sebesar 69 %, diikuti komposisi pada perbandingan 80:20. Hal ini dikarenakan ZnO yang ditambahkan semakin sedikit. Jika ZnO yang ditambahkan semakin banyak akan membutuhkan waktu yang lama untuk terdegradasi karena ZnO merupakan oksida logam sehingga bioplastik sulit terurai.

Uji Morfologi

Pada perbesaran 40x, bioplastik dengan komposisi 20:80 menunjukkan permukaan yang lebih rata atau halus. Ini artinya bahwa pada komposisi tersebut, matriks antara nano serat dan pati homogen. Dengan adanya penambahan ZnO, permukaan bioplastik semakin rata atau halus. Hal ini dikarenakan ZnO larut dalam pati dan tergolong cukup rapat sehingga air

yang diserap cukup rendah tetapi terdapat permukaan yang tidak merata yang disebabkan oleh pengadukan yang belum sempurna [4]. Semakin banyak komposisi nano serat yang ditambahkan, maka permukaannya semakin kurang merata. Hal ini dikarenakan partikel-partikelnya tidak saling berikatan satu dengan yang lain karena pencampuran yang kurang homogen sehingga morfologi yang dihasilkan kurang rata [4].



Gambar 10. Struktur morfologi bioplastik dengan penambahan *fillers* nano serat limbah tapioka dan ZnO

KESIMPULAN

Bioplastik berbahan pati dengan penambahan nano serat limbah tapioka dan/atau ZnO telah berhasil dibuat. Penambahan ZnO meningkatkan kuat tarik bioplastik, dan nilainya lebih tinggi dari pada penambahan nano serat limbah tapioka. Nilai kuat tarik optimum dihasilkan dari bioplastik dengan penambahan ZnO 3%, yaitu $3,36 \text{ N/mm}^2$. Penambahan nano serat limbah tapioka meningkatkan elongasi lebih tinggi daripada penambahan ZnO. Nilai elongasi optimum pada bioplastik dengan penambahan nano serat limbah tapioka 3%, yaitu sebesar 133,28 %. Penambahan nano serat limbah tapioka meningkatkan tingkat biodegradabilitas bioplastik lebih tinggi daripada penambahan ZnO. Tingkat biodegradabilitas optimum dicapai sebesar 87 % dalam waktu 8 hari pada persentase nano serat limbah tapioka 12%. Komposisi optimum diperoleh pada berbandingan 50 : 50 (nano serat : ZnO) berdasarkan nilai kuat tarik dan tingkat biodegradabilitas.

UCAPAN TERIMA KASIH

Terimakasih terutama kami sampaikan kepada pemberi dana yaitu Universitas Muhammadiyah Purwokerto. Ucapan terimakasih juga kami

sampaikan kepada para mahasiswa laboratorium polimer yang telah membantu penelitian ini.

DAFTAR PUSTAKA

- [1]. Badan Pusat Statistik (BPS). 2013. Statistik Industri Manufaktur Indonesia 2011. Badan Pusat Statistik, Jakarta.
- [2]. CNN Indonesia. 2014. Indonesia Penyumbang Sampah Plastik Terbesar Ke-dua Dunia. <http://www.cnnindonesia.com/gaya-hidup/20160222182308-277-112685/indonesia-penyumbang-sampah-plastik-terbesar-ke-dua-dunia/>. Diakses 19 Oktober 2016.
- [3]. Rattanachomsri U, Tanapongpipat S, Eurwilaichitr L, Champreda V. Simultaneous non-thermal saccharification of cassava pulp by multi-enzyme activity and ethanol fermentation by *Candida tropicalis*. *J Biosci Bioeng* 2009;107:488-93.
- [4]. Mbey JA, Hoppeb S, Thomasa F. Cassava starch–kaolinite composite film. Effect of clay content and clay modification on film properties. *Carbohydr Polym* 2012;88:213-22.
- [5]. Wicaksono R, Syamsu K, Yuliasih I, Nasir M. Karakteristik nanoserat selulosa dari ampas tapioka dan aplikasinya sebagai penguat film tapioka. *J Teknol Industri Pertanian* 2013;23(1):38-45.
- [6]. Amni C, Marwan, Mariana. Pembuatan bioplastik dari ubi kayu berpenguat nano serat jerami dan ZnO. *J Litbang Industri* 2015;5(2):91-9.
- [7]. Bilbao-Sainz C, Bras J, Williams T, Senéchal T, Orts W. HPMC reinforced with different cellulose nano-particles. *Carbohydr Polym* 2011; 86:1549-5.
- [8]. Darni Y, Sitorus TM, Hanif M. Pengaruh penambahan selulosa dari rumput laut (*Eucheuma Spinosum*) pada sintesa bioplastik sorgum. *Rekayasa Kimia dan Lingkungan*. 2014;10(2):55-62.