

**STUDI ZINK OKSIDA SEBAGAI KOMPOSIT BIOPLASTIK  
GENUS METROXXLEN, Sp DENGAN METODE MELT INTERCALTION**

**Khairun nisah**

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Ar-Raniry,  
Banda Aceh, Indonesia  
Email: khairun.nisah@arraniry.ac.id

**ABSTRACT**

Bioplastics is one step to reduce the use of plastics that are not environmentally friendly. The genus Metroxxlen, Sp is a bioplastic material that is easily degraded in the soil. Metroxxlen, Sp has a hierophilic nature which results in its physical properties being low. Bioplastic Starch Genus Metroxxlen, Sp is made by mixing ZnO as a reinforcement, Genus starch Metroxxlen, Sp as a source of natural polymers, with the addition of glycerol as a plasticizer. The results of the spread of ZnO in bioplastics can be seen with SEM. Comparison of ZnO with Genus Metroxxlen starch, Sp 1-3% wt produced a strengthened mechanism characteristic from 0.40 kg/cm<sup>2</sup> to 0.70 kgf / cm<sup>2</sup>; the change in the extension changed down from 120.4% to 99.00%. For glycerol composition with variations from 1-3% wt, the change in elongation changes to increase from 90.00% to 98.00%, the nature of the mechanism changes to decrease from 0.25 kg/cm<sup>2</sup> to 0.20 kgf / cm<sup>2</sup>.

**Keywords:** *melt intercaltion, zinc oxide, bioplastic, genus Metroxxlen, Sp.*

**ABSTRAK**

*Bioplastik* salah satu langkah penurunan penggunaan plastik yang tidak ramah lingkungan. Genus Metroxxlen,Sp merupakan material *bioplastik* yang mudah terdegradasi dalam tanah. Genus Metroxxlen,Sp memiliki sifat *hirofilik* yang mengakibatkan sifat fisiknya menjadi rendah. Dalam upaya peningkatan sifat fisiknya perlu ditambahkan bahan penguat berupa matrik ke dalam *bioplastik*. *Bioplastik* Pati Genus Metroxxlen,Sp dibuat dengan mencampurkan ZnO sebagai penguat, pati Genus Metroxxlen,Sp sebagai sumber polimer alami, dengan penambahan gliserol sebagai pemplastik. Dalam penelitian ini menggunakan ZnO dengan ukuran 0,145195 mm yang diperoleh dengan menggunakan metode *melt intercalation*. Hasil penyebaran ZnO dalam *bioplastik* dapat dilihat dengan SEM. Perbandingan ZnO dengan pati Genus Metroxxlen,Sp1-3% wt menghasilkan sifat mekanisme yang menguat dari 0,40kg/cm<sup>2</sup> berubah menjadi 0,70 kg/cm<sup>2</sup>; perubahan perpanjangan berubah turun dari 120,4% berubah menjadi 99,00%. Untuk komposisi gliserol dengan variasi dari 1-3%wt, perubahan perpanjangan berubah menjadi meninggi dari 90,00% menjadi 98,00%, sifat mekanisme berubah menjadi mengecil dari 0,25kg/cm<sup>2</sup> menjadi 0,20kg/cm<sup>2</sup>.

**Kata Kunci:** *Melt Intercaltion, zink oksida, Bioplastik, Genus Metroxxlen,Sp,*

## PENDAHULUAN

*Bioplastik* di buat untuk mempermudah pendauran ulang terhadap tanah sehingga menghasilkan degradasi yang cepat dengan bantuan enzimatis mikroorganisme (Avella, dkk., 2009). Penggunaan bahan *bioplastik* dari sumber bahan alam mendapatkan nilai positif sebagai langkah dalam pengurangan limbah dari plastik. Sudah banyak penelitian dilakukan untuk memperbaharui bahan-bahan polimer sehingga mudah berdegradasi dari perpaduan polimer sintesis dengan polimer alami dengan tujuan sebagai *bioplastik* (Avella, dkk., 2009).

Kantong plastik merupakan salah satu penyebab polusi putih yang sering disebut *white pollution*. Penyebab dari keadaan ini adalah gaya hidup masyarakat yang tidak terlepas dari pemakaian kantong plastik. Upaya penanggulangan masalah ini dilakukan beberapa langkah, yaitu kegiatan daur ulang, teknik pengolahan limbah plastik, dan pembuatan material plastik yang mudah terdegradasi, sehingga tidak menyebabkan penumpukan sampah plastik. Proses degradasi plastik dibantu oleh enzim yang berasal dari tanah, berupa mikroorganisme tanah yaitu jamur dan bakteri. Material plastik yang mudah terdegradasi inilah yang membedakan antara polimer sintetik dengan polimer alami. Penggunaan material plastik dari alam dapat mengurangi keberadaan plastik di alam, dikarenakan mudahnya proses degradasi. Banyak zat tambahan pada polimer alami dengan tujuan untuk meningkatkan daya degradasinya ( Avella, 2005).

Genus *Metroxlen, Sp* berasal dari polimer alami yang diekstraksi melalui tanaman sagu untuk digunakan sebagai material bahan *bioplastik* karena memiliki sifat mudah di urai dalam tanah, terjangkau dan keberadaannya mudah di peroleh (Liu, dkk. 2008).

Sifat Genus *Metroxlen, Sp* mudah mengikat air sehingga kekuatan yang dimiliki rendah dibandingkan dengan *non bioplastik*. Genus *Metroxlen, Sp* juga tidak bisa diproses dengan cara termal karena akan langsung terbentuk gel karena disebabkan sifat yang rendah terhadap suhu (Avérous, dkk., 2001). Sehingga, untuk memperbaiki kekurangan sifat fisik dari Genus *Metroxlen, Sp*, ditambahkan komposit berupa *pengkuat* dengan material anorganik. Dalam penelitian ini *pengkuat* yang digunakan adalah ZnO. ZnO adalah keramik piezoelektrik dan mempunyai sifat tahan terhadap bakteri serta mikroba (Wang, 2007).

Namun, untuk jumlah *pengkuat* yang sedikit maka reaksi interface polimer dengan *pengkuat* sangat buruk. Hal ini disebabkan karena interkalasi yang terjadi sangat sulit berlangsung. Penggunaan metode *Melt-intercalation* mengubah susunan poliaktida menjadi luas permukaan yang besar untuk langsung bereaksi pada bagian dalam lapisan

dalam sehingga ZnO mengakibatkan kecepatan reaksi bahan pengkuat lebih cepat dengan polimer matriks (Wang, 2007).

Telah banyak penelitian *bioplastik* yang dikerjakan yang paling dominan dari selulosa sebagai pengganti dari polimer sintetik seperti *gandum* (Beadman, dkk. 2009). Pada penelitian ini, pati umbi Genus *Metroxlen, Sp* akan dimasukkan *pengkuat ZnO* untuk menghasilkan *bioplastik* dalam usaha memperbaiki kelemahan dari sifat mekanis *bioplastik* yang dihasilkan dalam hal sifat mekanis serta sifat penyerapan terhadap air akan mudah diperoleh dengan metode ini.

Proses *melt intercalation* ditemukan oleh (Vaia, dkk., 2009). Matrik polimer merupakan komposisi yang akan ditambahkan oleh layer. Bioplastik yang dihasilkan merupakan kombinasi dari proses interkalasi (Ma, 2008). Memiliki sifat elastik tipikal dengan jenis ikatan terjadi dibawah suhu transisi gelas Tg (Lagaron., 2011).

ZnO merupakan senyawa anorganik. Memiliki warna putih, berupa serbuk dan bersifat hidrofobik (Onyon, 1972). *Blended* dan *wurtzite* adalah struktur kristal dari sing oksida. Struktur *wurtzite* merupakan struktur dari ZnO yang terbentuk dari Zn pemberi kation dan O pemberi anion, sehingga menghasilkan bilangan koordinasi tetrahedral. Fungsi dari ZnO sebagai antimikroba dan sebagai pengkuat dari bioplastik yang di hasilkan (Chen, 2008).

Pada penelitian ini ditambahkan *plasticizer* sebagai bahan keelastisan untuk material *bioplastik* yang digunakan. Zat pengelastis yang sering digunakan berupa gliserol, sorbitol, dan xilitol (Zheng, dkk., 2007). Dari penelitian oleh McGlashan dan Halley pada tahun 2003 diperoleh informasi untuk polimer alami yang sama dengan menambahkan material nano partikel sehingga meningkatkan kekuatan mekanis dari polimer yang terbentuk. Senada juga dengan penelitian Wilhem 2003, Huang 2004, dan Avella 2005.

## **METODE PENELITIAN**

Penelitian ini menggunakan alatberupa saringan ayakan, pemanas, pengaduk, pengering, timbangan, peralatan gelas, pengukur suhu, akrilik, instrumen FT-IR, instrumen Uv-Vis, alat ASTM E8. Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini yaitu *genus metroxxylen, sp*, ZnO, *pengelastis komersial*, gliserol pt. Merck.

ZnO yang digunakan sebanyak sebanyak 15 gram sebagai *pengkuat* lalu dilakukan pengayakan dengan ukuran 120 mesh, selama 10 menit dengan kecepatan rata-rata 5

rpm. Lalu fraksi serbuk yang tertinggal di setiap ayakan ditimbang, dan dilakukan perhitungan dengan pada persamaan berikut:

$$D_i = \frac{\sum a \cdot d}{\sum a}$$

Keterangan :  $D_i$  = diameter partikel rata-rata

$a$  = % Berat tidak tersaring

$d$  = diameter pori ayakan

Metode untuk menghasilkan bioplastik dilakukan dengan beberapa tahapan. *Bioplastik* untuk tahap langkah awal, proses *bioplastik* dengan komposisi gliserol pada komposisi ZnO konstan. Sebanyak 5 gram *metroxxylen, sp*, dicampurkan dengan ZnO yang divariasikan sebanyak 1,2, dan 3% dan variasi dari gliserol 1,2, dan 3% dari berat *metroxxylen, sp* dalam wadah kimia yang telah berisi aquadest sebanyak 100 ml.

Bahan yang telah dicampur dilakukan proses *melting intercalation*. Dimana penambahan *filler* dan gliserol dilakukan pada *ultrasonic processor* secara kesinambungan dalam waktu 50 menit. Setelah campuran homogen kemudian dipanaskan dengan pemanas serta diaduk dengan *magnetic stirrer*. Campuran ZnO dan *metroxxylen, sp* pada pemanas selama waktu yang ditentukan, dan temperatur dijaga agar tetap pada suhu 90°C. Larutan yang dihasilkan dicetak di *akrilik*.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Diameter Penguat Filler

**Tabel 1.** Analisis diameter material dengan metode ayakan

Mesh	d	g	a (%)	a x d
50	0,30	1,05	37,9	0,9855
60	0,26	0,77	27,8	7,228
70	0,21	0,58	20,9	4,439

Mesh	d	g	a (%)	a x d
100	0,15	0,23	8,30	1,245
120	0,12	0,14	5,05	0,622
Σ		2,77	100	14,519

Keterangan : d = diameter mesh

g = bobot / berat tertahan

n = % berat tertahan

$$\% \text{ tertinggal} = \frac{\text{Massa yang tertahan pada no mesh}}{\text{Jumlahseluruhmassa yang tertahan}} \times 100 \%$$

$$D_{in} = \frac{\Sigma a.d}{\Sigma a}$$

Keterangan =  $d_{in}$  = diameter panjang rata-rata

a = % Berat tertahan

d = diameter lubang ayakan

Diameter ZnO, yaitu:

$$D_{in} = \frac{\Sigma a.d}{\Sigma a}$$

$$D_{in} = \frac{14,5195}{100,0} \\ = 0,145195 \text{ mm}$$

Berdasarkan perhitungan diameter ZnO diatas,dihasilkan diameter ukuran *pengkuat* diameter ZnO sebesar 0,145195 mm.

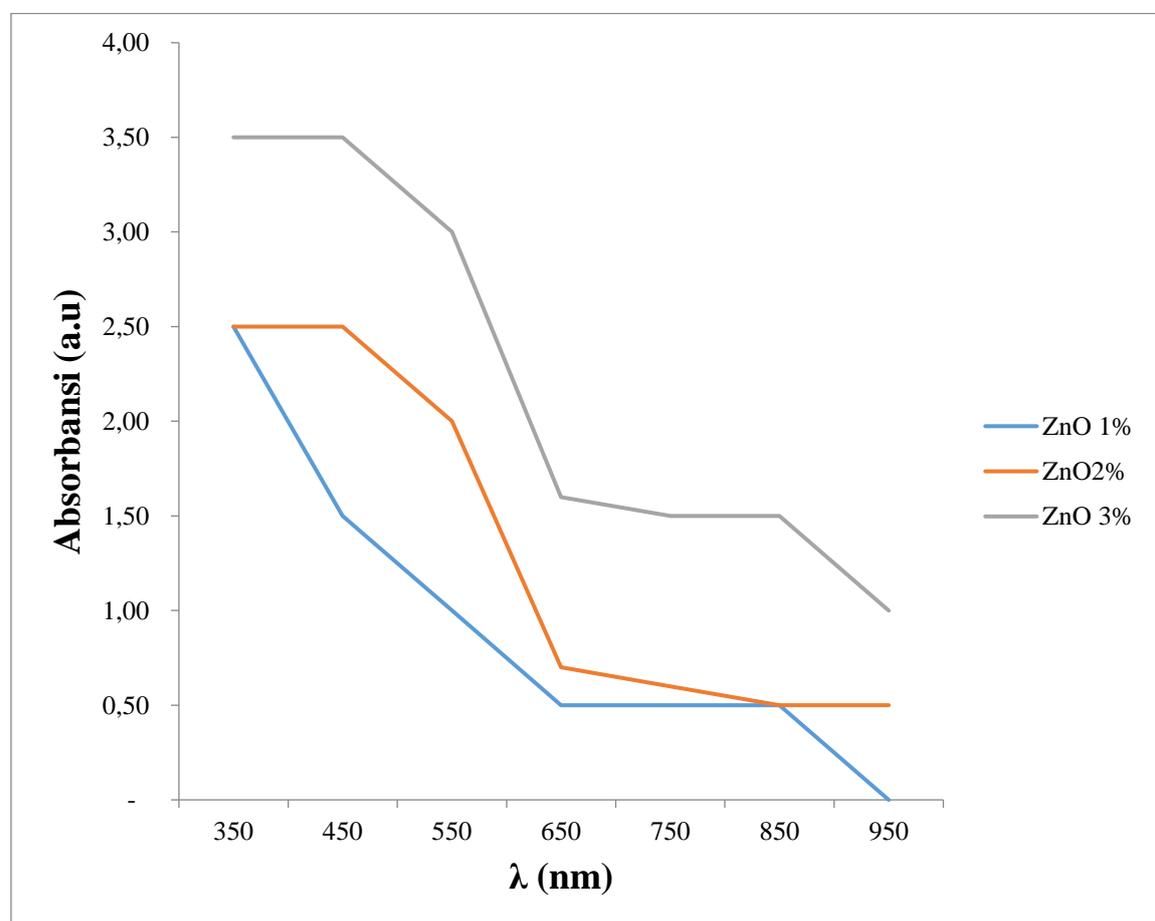
Film bioplastik dilakukan untuk memberikan informasi kondisi film yang terbaik diperoleh melalui organo leptik. Metode tersebut dibuat dengan merujuk sifat-sifat keadaan proses dari komposisi yang dibuat. Keadaan yang diperoleh selama proses pengolahan yang memiliki sifat organoleptik terbaik merupakan keadaan yang optimum untuk memperoleh *polimer* selanjutnya.

**Tabel 2.** Komposisi bioplastik percobaan awal *Metroxxylen,sp*, m = 5gram

Waktu( Mnt)	ZnO	Gliserol
20	0%	-
30	1%	1%
40	2%	2%

Waktu( Mnt)	ZnO	Gliserol
50	3%	3%

Diperoleh informasi secara organoleptik pada data komposisi saat termal didapat pada termal 30 menit adalah waktu yang optimum yang diperoleh. *Bioplastik* dengan hasil termal 20 menit terdapat banyak gelembung pada *bioplastik* yang terbentuk. Dengan ukuran gelembung sekitar 5 mm. Sedangkan termal 40 dan 30 menit bongkahan udara yang terbentuk tersebut terbentuk pada *bioplastik* yang diperoleh. Namun dengan penambahan waktu termal terbentuknya granular atau gumpalan tidak terlihat lagi. Kemungkinan ini di akibatkan *metroxylene, sp* tergelatisasi optimal.



**Gambar 1.** UV-Vis Bioplastik - ZnO

Hasil spektrometri *Ultra Violet-Visible* dari *bioplastik* dengan variasi ZnO pada panjang gelombang dari 350-950. Spektrum yang dihasilkan memperlihatkan perbedaan yang sangat signifikan. Dari gambar diatas menghasilkan puncak tertinggi penyerapan terlihat pada panjang gelombang 365 nm. Sampai akhirnya terjadi penurunan yang sangat

tajam, dari semua variasi campuran bioplastik dan ZnO. Menurut Vigneshwaran, dkk., (2006) material pengisi untuk ZnO mempunyai puncak penyerapan cahaya maksimal 380 nm. Hal ini menghasilkan puncak penyerapan cahaya yang minimal 650 nm. Penyebab ini karena terdapatnya material lain yang berada didalam bioplastik-ZnO yang tidak diinginkan. Nilai 365 nm merupakan puncak tertinggi panjang gelombang yang didapat dari kombinasi bioplastik-ZnO. Dimana menggambarkan kemiripan denganCarneiro, dkk., 2001.

Berdasarkan hasil data diatas, menggambarkan ketinggian puncak akan bertambah dengan bertambahnya material ZnO. Untuk bioplastik ZnO 1% menghasilkan panjang gelombang 200-350 nm, dimana memiliki penyerapan paling minimal jika disandingkan dengan kadar ZnO 2% dan kadar ZnO 3%. Untuk kadar ZnO 3% menghasilkan nilai penyerapan cahaya paling maksimal. Hasil ini dapat menggambarkan, bahwa variasi bioplastik-ZnO yang maksimal dapat mengakibatkan penahanan cahaya(Carneiro dkk., 2001)

Campuran *bioplastik* dengan gliserol pada konsentrasi sebanyak 1, 2, dan 3% untuk *filler* konstan sebesar 3% dan keadaan termal terbaik diperoleh pada awal percobaan yaitu waktu 30 menit. Berdasarkan hal ini diperoleh informasi untuk mendapatkan kondisi konsentrasi gliserol optimal yang komposisi terhadap konsentrasi ZnO 1,2,3%.

Kekuatan mekanis dari perlakuan uji tarik pada variasi *bioplastik* dengan komposisi 1%, 2%, dan 3% gliserol dengan ZnO 3 % .

**Tabel 3.** Kekuatan mekanis: Pemplastik : *Filler* = 3%: 3%

Spesimen	Area (cm <sup>2</sup> )	Max Force (kgf)	0,2% Y.S ( kgf/(cm <sup>2</sup> )	Yield Strength ( kgf/(cm <sup>2</sup> )	Tensile Strength ( kgf/(cm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
<i>Bioplastik</i>	2.1	10.0	1.50	0.70	4.90	120.40

**Tabel 4.** Kekuatan mekanis: Pemplastik : *Filler*= 2%: 3%

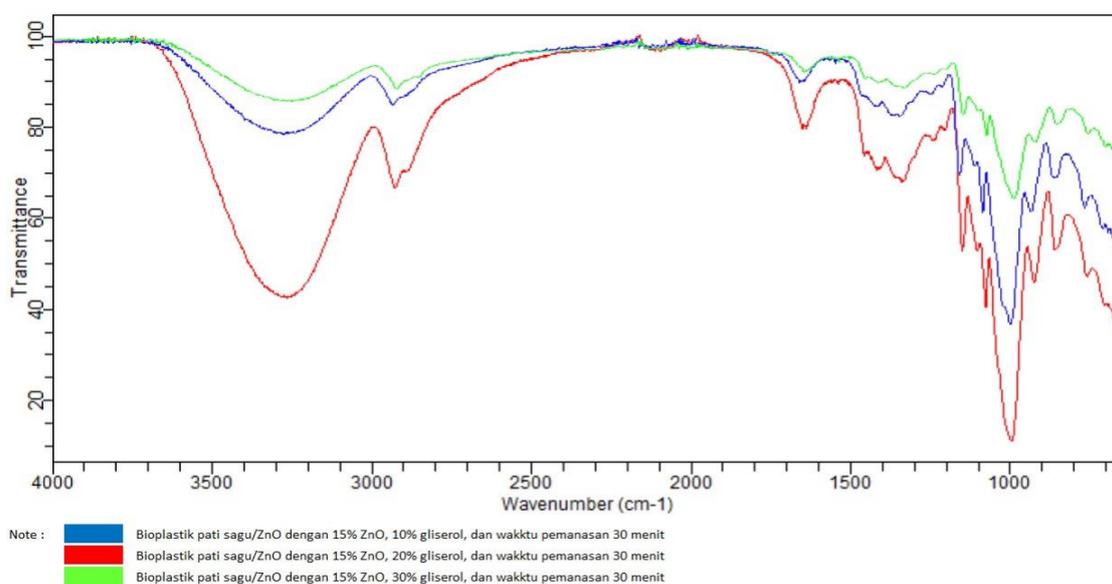
Spesimen	Area (cm <sup>2</sup> )	Max Force (kgf)	0,2% Y.S ( kgf/(cm <sup>2</sup> )	Yield Strength ( kgf/(cm <sup>2</sup> )	Tensile Strength ( kgf/(cm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
<i>Bioplastik</i>	2.1	10.0	4.40	0.20	4.80	97.80

**Tabel 5.** Kekuatan mekanis: Pemplastik : *Filler*= 1%:3%

Spesimen	Area (cm <sup>2</sup> )	Max Force (kgf)	0,2% Y.S ( kgf/(cm <sup>2</sup> )	Yield Strength ( kgf/(cm <sup>2</sup> )	Tensile Strength ( kgf/(cm <sup>2</sup> )	Elongation (%)
<i>Bioplastik</i>	2.10	8.80	4.40	0.20	4.20	6.50

Kuat Tarik berbanding terbalik dengan elongasi, ini terjadi dikarenakan pengaruh dari penambahan gliserol. Pada konsentrasi gliserol 30% akan menghasilkan derajat elongasi yang tertinggi. Akan tetapi kebalikan dari sifat kuat tarik *bioplastik* Semakin tinggi konsentrasi pemplastik sampai 3% maka perpanjangan akan semakin tinggi, tetapi berbanding terbalik dengan sifat kuat tarik bioplastik *metroxylen,sp /filler*.

Data yang diperoleh pada perlakuan dengan komposisi pemplastik optimal 3% dan komposisi *filler* dari 1%,2% sampai 3% dengan termal 30 menit. Disini informasi juga didapat, dengan penambahan konsentrasi ZnO besar, maka transparansi bioplastik yang dihasilkan semakin baik.



**Gambar 2.** Spektrum FT-IR

Keterangan:

- a. *Metroxylen,sp*, ZnO dengan 3% ZnO,3% gliserol, (Hijau)
- b. *Metroxylen,sp*, ZnO dengan 3% ZnO,1% gliserol, (Biru)
- c. *Metroxylen,sp*, ZnO dengan 3% ZnO,2% gliserol, (Merah)

Spektrum gambar *bioplastik* dengan campuran 3% ZnO dan 3% pemplastik dengan waktu termal 30 menit, memperlihatkan penyerapan paling optimal jika dibandingkan dengan variasi yang lain. Pada gugus O-H yang diserap dari hidroksil, terdapat pergerakan yang rendah pada penyerapan dengan panjang spektrum gelombang  $3211\text{ cm}^{-1}$  dan  $3501\text{ cm}^{-1}$ . Ikatan C-H juga diperlihatkan pada bilangan penyerapan gelombang  $1468\text{ cm}^{-1}$ . Terdapat juga serapan regangan dari C=O yang mencerminkan

lemah pada daerah  $1674,22\text{ cm}^{-1}$ . *Metroxylum, sp* juga memperlihatkan serapan dari gugus  $-(\text{CH}_2)_n$  dengan penyerapan yang rendah terlihat pada panjang penyerapan gelombang  $937,64, 866,05, \text{ dan } 723\text{ cm}^{-1}$ .



**Gambar 3.** Bioplastik ZnO 1 %

Variasi 1% ZnO memberikan bioplastik dengan komposisi campuran yang masih terlihat dengan kekentalan yang tinggi. Menghasilkan bioplastik yang mempunyai ketebalan rendah, kurang transparan dan sehingga memperoleh plastik yang mudah pecah.



**Gambar 4.** Bioplastik ZnO 2 %

Pada proses pembuatan bioplastik dengan 2% ZnO, memberikan bioplastik dengan gumpalan yang sedikit putih jika dibandingkan dengan bioplastik 3%, sehingga menghasilkan warna coklat pada waktu pengeringan.



**Gambar 5.** Bioplastik ZnO 3 %

Berdasarkan variasi pemlastik yang dilakukan mencerminkan sifat *area fingerprint* yang sama. Namun dari variasi gliserol menghasilkan % transmisi yang berbeda-beda. Interaksi secara kimia dilihat dengan perubahan sifat serapan puncak setelah bercampurnya lebih dari dua material antara pengisi dengan bahan lainnya yang dibutuhkan *filler* dan pemlastik.

Pada proses pembuatan bioplastik dengan 2% ZnO, memberikan bioplastik dengan gumpalan yang sedikit putih jika dibandingkan dengan bioplastik 3% ,sehingga menghasilkan warna coklat pada waktu pengeringan. Bioplastik dengan 3% ZnO, lebih halus dan gumpalan putih merata, bioplastik yang dihasilkan lebih fleksibel.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian ini dapat disimpulkan bahwa ZnO dapat digunakan sebagai *penguat* dalam hal ini berguna untuk memperkuat sifat mekanisme dari *bioplastik* yang diperoleh, konsentrasi 1 % - 3 % ZnO, akan memberikan peningkatan sifat kuat tarik, akan tetapi

mengurangi derajat elongasi dan *barier properties*. Spektrum FT-IR, memberikan informasi adanya perubahan puncak serapan dikarenakan perbedaan komposisi ZnO pada bioplastik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Avella, M. e. (2005). *Eco-challenges of bio-based polymer composites*. *Materials*.
- Avella, Maurizio, Buzarovska, A., Errico, M. E., Gentile, G., & Grozdanov, A. (2009). Eco-challenges of bio-based polymer composites. *Materials*, 2(3), 911–925.
- Avérous, L., Fringant, C., & Moro, L. (2001). Plasticized starch-cellulose interactions in polysaccharide composites. *Polymer*, 42(15), 6565–6572.
- Beadman, H., Bond, Z., Campbell, D., & Thorpe, J. (2009). The UK Ocean Acidification Research Programme - Science Plan (2009-2014). *Science*, 2300, 1–19.
- Carneiro, M. J., Fernandes, A., Figueiredo, C. M., Fortes, A. G., & Freitas, A. M. (2001). Synthesis of carbohydrate based polymers. *Carbohydrate Polymers*, 45(2), 135–138.
- Jose M. Lagaron. (2011). Nanotechnology for bioplastics: opportunities, challenges and strategies. *Food Science & Technology*.
- Jui Hung Chen. (2008). Synthesis of ZnO/polystyrene composites particles by Pickering emulsion polymerization. *European Polymer Journal*, 44, 3271– 3279.
- Liu, Z., Song, Y., Shangguan, Y., & Zheng, Q. (2008). Simultaneous measurement of normal force and electrical resistance during isothermal crystallization for carbon black filled high-density polyethylene. *Journal of Materials Science*, 43(14), 4828.
- Ma, F. C. (2009). *Preparation and properties of glycerol plasticized-pea starch/zinc oxide-starch bionanocomposites*. *Carbohydrate Polymers*, 75.
- Onyon, P. F. (1972). Textbook of polymer science. *Polymer*, 13(12), 597.
- Sun, S., Song, Y., & Zheng, Q. (2007). Morphologies and properties of thermo-molded biodegradable plastics based on glycerol-plasticized wheat gluten. *Food Hydrocolloids*, 21(7), 1005–1013.
- Vigneshwaran, N., Kumar, S., Kathe, A. A., Varadarajan, P. V., & Prasad, V. (2006). Functional finishing of cotton fabrics using zinc oxide-soluble starch nanocomposites. *Nanotechnology*, 17(20), 5087–5095.
- Wang, Z. L. (2007). Nanopiezotronics. *Advanced Materials*, 19(6), 889–892.