

# Kajian Karakteristik Fisik Nanokomposit Film yang diperkuat dengan Nanopartikel Seng Oksida

Heni Radiani Arifin<sup>1,2</sup>, Muhamad Djali<sup>2</sup>, Bambang Nurhadi<sup>2</sup>, Almira Vania P.<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Program Pendidikan Doktor Teknologi Agroindustri, Univetsitas Padjadjaran, Jatinangor 45363

E-mail : heni.radiani@unpad.ac.id

<sup>2</sup>Jurusan Teknologi Industri Pangan, Universitas Padjadjaran, Jatinangor 45363

E-mail : djali@unpad.ac.id

## ABSTRAK

Saat ini, keberadaan sampah plastik di Indonesia semakin meningkat dan menjadi masalah dunia. Solusi untuk mengatasi hal tersebut adalah dengan berkembangnya riset-riset yang berkaitan dengan bioplastik sebagai kemasan ramah lingkungan. Salah satu jenis bioplastik adalah bionanokomposit film. Bionanokomposit film tersebut merupakan kemasan alami berasal dari bahan yang *renewable* yang diperkuat dengan *filler* berukuran nano pada matriks film. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendapatkan karakteristik bionanokomposit film yang diperkuat dengan nanopartikel Seng oksida (ZnO-N) dan mengetahui peran ZnO-N dalam matriks film berbasis pati jagung. Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan menghitung rata-rata dan standar deviasi serta disajikan dengan grafik. Perlakuan dari riset ini adalah membandingkan konsentrasi ZnO-N (0%,3%, dan 5% b/b). Hasil riset menunjukkan bahwa penambahan ZnO-N mampu meningkatkan ketebalan film, menurunkan kecerahan ( $L^*$ ), meningkatkan nilai  $a^*$  dan  $b^*$ , serta menurunkan kelarutan dari bionanokomposit film. Oleh karena itu, penambahan ZnO-N berpotensi meningkatkan karakteristik dari bionanokomposit film.

### Kata Kunci

pati, bionanokomposit film, gliserol, Seng oksida, nanopartikel

## 1. PENDAHULUAN

Peningkatan jumlah sampah plastik sekarang ini menimbulkan pencemaran lingkungan. Seiring bertambahnya kesadaran masyarakat akan pelestarian alam, maka riset-riset mengenai bioplastik yang *biodegradable* pun semakin bertambah. Salah satu bioplastik yang dapat dikembangkan adalah bionanokomposit film sebagai pengganti plastik sintesis. Bionanokomposit film adalah kemasan alami yang berasal dari bahan yang terbarukan dengan penambahan partikel nano pada matriks film sehingga terdispersi dengan baik [1].

Pada riset ini digunakan pati jagung sebagai bahan utama pembuatan film karena mudah didapat, *renewable*, *biodegradable*, tidak beracun, tidak berasa, dan tidak berwarna. Pati termasuk hidrokoloid yang bisa digunakan dalam pembauatan film. Pati jagung memiliki kadar amilosa tinggi sekitar 25% sehingga dapat menghasilkan film yang kuat dan tidak mudah hancur [2]. Akan tetapi, film yang hanya menggunakan pati secara tunggal masih memiliki banyak kelemahan seperti rapuh, mudah sobek, dan memiliki permeabilitas gas dan uap air yang tinggi.

Untuk mengatasi kelemahan tersebut maka perlu ditambahkan plastisizer seperti gliserol. Referensi [3] menyatakan gliserol merupakan zat aditif untuk menurunkan kekuatan intermolekuler, meningkatkan fleksibilitas, dan ekstensibilitas film sehingga dihasilkan film yang memiliki kualitas mekanik yang baik. Selain gliserol untuk memperkuat sifat mekanis film dapat

ditambahkan nanopartikel seng oksida [4]. Beberapa tahun terakhir, penggunaan nanopartikel Seng oksida (ZnO-N) sebagai pengisi pada bioplastik film semakin berkembang karena kemampuannya yang kuat dalam interaksi antar muka dengan matriks polimer menghasilkan nanokomposit film dengan sifat fisik, sifat mekanik, sifat kimia dan sifat biologi yang lebih baik jika dibandingkan dengan bentuk *bulk*-nya [5].

Beberapa riset sebelumnya telah menemukan bahwa penambahan ZnO-N pada matriks pati dapat meningkatkan sifat fisik dan ketahanan terhadap gas dan uap air ([5]; [6]). Akan tetapi, riset penambahan ZnO-N pada matriks film dari pati var. Paragon masih belum dilakukan. Oleh karena itu, riset ini menganalisis peran ZnO-N pada bionanokomposit film berbasis pati jagung.

## 2. BAHAN DAN METODE

Bahan dan alat yang digunakan dalam percobaan ini adalah akuades, pati jagung, CMC (Merk Blanose France), gliserol, kertas saring, plastik PP (merk Bangkuang), silica gel (Merk Wonder Natural), Zink Oksida dengan ukuran 202,9 nm.

### 2.1 Pembuatan nanokomposit film

Sebanyak 3,5% (b/v) pati jagung dicampur dengan 200 ml akuades sehingga dihasilkan larutan. Kemudian CMC dimasukkan ke dalam larutan jagung. Selanjutnya, dimasukkan ZnO-N (0%, 3% atau 5% b/b) dan

dipanaskan dalam *hot plate stirrer*. Setelah sampai suhu gelatinisasi ditambahkan gliserol, kemudian larutan nanokomposit film tetap diaduk hingga mencapai suhu 70°C. Setelah itu, pencetakan film pada cetakan film. Nanokomposit film kemudian dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama 24 jam.

## 2.2. Pengujian Warna

Pengujian warna mengacu pada [7]. Pengujian dilakukan dengan menempelkan sensor pada film dan menembakkan sinar pada dua bagian yang berbeda. Pengukuran warna dilakukan dengan menggunakan alat *chromameter* dengan melihat skala  $L^*a^*b^*$ .

## 2.3. Pengujian Ketebalan

Sampel diukur dengan menggunakan mikrometer skrup pada 5 tempat yang berbeda kemudian hasil pengukuran dirata-rata sebagai hasil ketebalan film [8]. Ketebalan dinyatakan dalam mm sedangkan mikrometer yang digunakan memiliki ketelitian 0,01 mm.

## 2.4. Pengujian kelarutan nanokomposit film dalam air

Pengujian kelarutan film mengacu pada [9]. Sampel yang telah dikeringkan direndam dalam akuades sebanyak 50 ml selama 24 jam, setelah itu dilakukan pengadukan. Sampel film yang telah direndam kemudian disaring menggunakan kertas saring, kemudian dikeringkan menggunakan oven pada suhu 105°C selama 24 jam, setelah itu ditimbang sebagai berat akhir (c).

$$\% \text{ kelarutan} = \frac{a-(c-b)}{a} \times 100\% \dots \dots \dots (1)$$

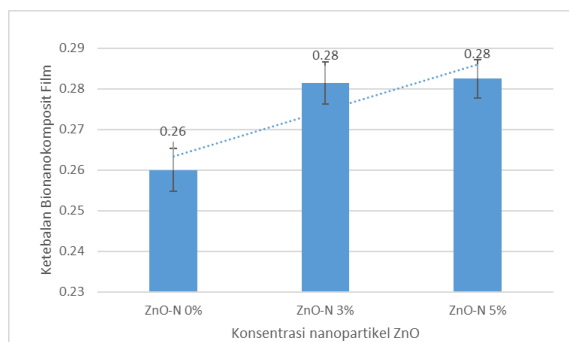
## 2.5 Metode statistik

Metode yang digunakan adalah analisis deskriptif dengan menghitung rata-rata dan standar deviasi serta menyajikannya dalam grafik.

# 3. HASIL DAN PEMBAHASAN

## 3.1 Ketebalan Film

Hasil analisis ketebalan film disajikan pada Gambar 1.



Gambar 1. Ketebalan Bionanokomposit Film

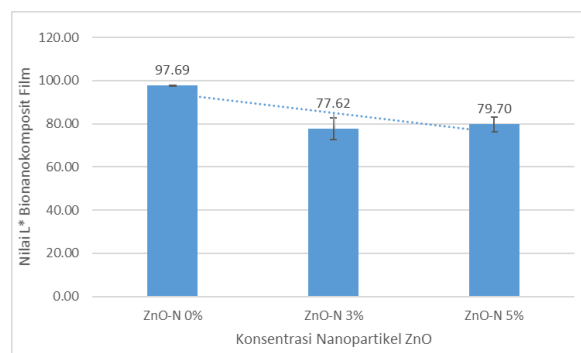
Berdasarkan Gambar 1. dapat dilihat bahwa kecenderungan nilai ketebalan film semakin meningkat dengan penambahan konsentrasi ZnO-N. Rata-rata ketebalan terendah terdapat pada nanokomposit film dengan perlakuan kontrol (tanpa penambahan nanopartikel) yaitu sebesar 0,26 mm, sementara ketebalan tertinggi nanokomposit film terdapat pada perlakuan penambahan ZnO-N 5% yaitu sebesar 0,28 mm. Berpedoman pada JIS (*Japanesse Industrial Standard*) [10], plastik film untuk kemasan makanan memiliki ketebalan maksimal 0,25 mm. Berdasarkan pedoman tersebut maka nanokomposit film yang dihasilkan pada penelitian ini memiliki ketebalan yang melebihi standar yang ditetapkan JIS.

Penambahan ZnO-N sebanyak 5% sebagai bahan campuran film dapat meningkatkan ketebalan nanokomposit film karena dapat bertindak sebagai bahan pengisi (*filler*) yang baik. Hal tersebut sesuai dengan hasil penelitian yang disajikan pada grafik, dimana penambahan nanopartikel pada nanokomposit film dapat meningkatkan ketebalan nanokomposit film yang dihasilkan. Referensi [11] menjelaskan bahwa nanopartikel memiliki luas permukaan dan energi permukaan yang besar sehingga dapat membangun interaksi yang kuat dengan matriks film dan dapat terdispersi dengan baik di dalam matriks film.

Berdasarkan hasil pengujian ketebalan nanokomposit film yang disajikan pada grafik, ketebalan nanokomposit film meningkat seiring dengan peningkatan konsentrasi nanopartikel yang diberikan. Peningkatan konsentrasi nanopartikel menyebabkan kenaikan jumlah total padatan terlarut dalam film. Hal ini mengakibatkan polimer-polimer yang menyusun matriks film semakin banyak sehingga nanokomposit film yang dihasilkannya menjadi lebih tebal.

## 3.2 Warna Film

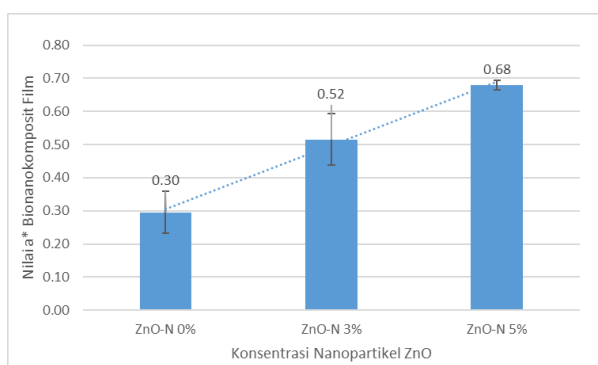
Data nilai warna  $L^* a^* b^*$  bionanokomposit film dapat dilihat pada Gambar 2, 3 dan 4.



Gambar 2. Nilai L\* Bionanokomposit Film

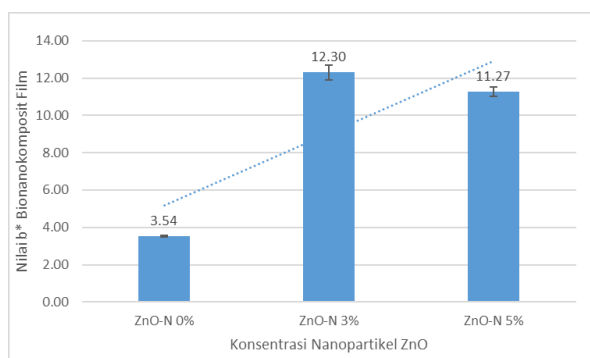
Bionanokomposit film perlakuan kontrol (tanpa nanopartikel) memiliki warna yang paling terang dengan nilai  $L^*$  yaitu 97,69, hal tersebut dipengaruhi oleh bahan - bahan yang ditambahkan pada proses pembuatannya. Bahan yang digunakan dalam pembuatan nanokomposit film perlakuan kontrol hanya terdiri atas pati jagung dan *Carboxymethyl Cellulose* (CMC) yang memiliki warna putih, serta gliserol yang berwarna bening.

Bionanokomposit dengan penambahan ZnO-N memiliki nilai  $L^*$  berkisar antara 77,70-79,69. Penambahan ZnO-N menghasilkan warna yang cerah, hal ini mungkin disebabkan karena ZnO-N berwarna lebih putih sehingga cahaya pada permukaan nanopartikel akan direfleksikan dalam jumlah yang lebih besar [12].



Gambar 3. Nilai a\* Bionanokomposit Film

Berdasarkan hasil pengujian didapat nilai  $a^*$  berkisar antara 0,30-0,68, hal ini menunjukkan bahwa warna nanokomposit film cenderung ke arah merah, sementara data  $b^*$  yang didapat berkisar antara 3,54-12,30 menunjukkan warna cenderung ke arah kuning. Data  $b^*$  memiliki nilai yang lebih tinggi, maka warna nanokomposit film cenderung ke arah kuning. Warna kuning ini dapat disebabkan oleh pigmen xantofil yang terdapat pada biji jagung[13].



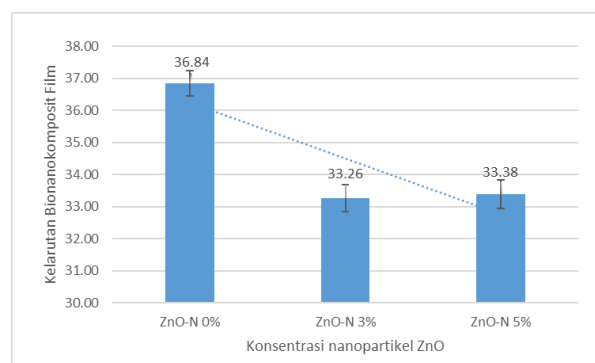
Gambar 4. Nilai b\* Bionanokomposit Film

Berdasarkan data hasil pengujian yang disajikan dalam grafik, nanokomposit film dengan penambahan ZnO-N menghasilkan data warna  $b^*$  (kekuningan) yang lebih tinggi dibandingkan dengan perlakuan kontrol (tanpa penambahan nanopartikel). Nanopartikel ZnO memiliki

warna dasar putih, namun berubah ke kuning ketika dipanaskan. Larutan nanokomposit film dengan penambahan nanopartikel ZnO yang semula berwarna bening menghasilkan warna nanokomposit film dengan warna kekuningan setelah proses pengeringan dengan oven. Penelitian [5] mengungkapkan bahwa penambahan nanopartikel ZnO mengubah warna film dari putih terang menjadi kuning cerah.

### 3.3 Kelarutan Film

Nilai kelarutan nanokomposit film disajikan pada Gambar 5.



Gambar 5. Kelarutan Bionanokomposit Film

Nanokomposit film perlakuan kontrol tanpa penambahan nanopartikel memiliki persen kelarutan yang paling tinggi yaitu sebesar 36,84%. Nanokomposit film dengan perlakuan kontrol memiliki kelarutan yang relatif tinggi dikarenakan komposisi bahannya terdiri dari pati jagung, CMC, dan gliserol yang bersifat hidrofilik tanpa penambahan nanopartikel yang bersifat hidrofobik.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan nanopartikel ZnO dapat menurunkan kelarutan nanokomposit film dalam air. Penambahan nanopartikel mengatur ikatan hidrogen yang kuat antara gugus hidroksil nanopartikel dengan gugus hidroksil dan karboksil pada matriks polimer, hal tersebut dapat meningkatkan interaksi antara molekul sehingga dapat meningkatkan kekompakan matriks polimer [5]. Penambahan nanopartikel menyebabkan molekul air tidak cukup kuat untuk memutuskan ikatan *nanofiller*-matriks. Referensi [14] menjelaskan bahwa jaringan pita hidrogen yang kuat dengan matriks polimer dan kristalinitas film yang tinggi bertanggung jawab untuk peningkatan ketahanan air. Dengan demikian, molekul air bebas tidak berinteraksi kuat dengan film nanokomposit dibandingkan dengan film komposit saja.

Nanokomposit film dengan penambahan ZnO-N 3% memiliki persen kelarutan yang paling rendah yaitu sebesar 33,26%, akan tetapi kelarutannya berbeda sedikit dengan nanokomposit film dengan penambahan ZnO-N 5% yaitu sebesar 33,38%. Peningkatan

konsentrasi ZnO-N mengakibatkan kelarutan nanokomposit film meningkat dikarenakan terjadi aglomerasi nanopartikel sehingga kristalinitas film menurun dan menyebabkan kapasitas adsorpsi kelembapan yang lebih tinggi, hal ini meningkatkan aksesibilitas air [15].

#### 4. KESIMPULAN

Berdasarkan paparan di atas dapat disimpulkan bahwa penambahan nanopartikel Seng oksida (ZnO-N) pada matriks film dari pati jagung memberikan karakteristik yang berbeda dengan kontrol. Penambahan ZnO-N mampu meningkatkan ketebalan film, menurunkan kecerahan, meningkatkan nilai  $a^*$  dan  $b^*$ , serta menurunkan kelarutan dari bionanokomposit film. Oleh karena itu, penambahan ZnO-N berpotensi meningkatkan karakteristik dari bionanokomposit film.

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Terima kasih kepada Universitas Padjadjaran yang telah memberikan dana dalam skema Riset Disertasi Doktor Unpad.

#### DAFTAR PUSTAKA

- [1] S. Agustina, "Pengaruh Nano Seng Oksida Terhadap Biodegradasi Bionanokomposit," *Pros. Semin. Nas. Kulit, Karet dan Plast.*, vol. 4, no. 1, pp. 45–58, 2015.
- [2] K. M. Tavares, A. de Campos, M. C. Mitsuyuki, B. R. Luchesi, and J. M. Marconcini, "Corn and cassava starch with carboxymethyl cellulose films and its mechanical and hydrophobic properties," *Carbohydr. Polym.*, vol. 223, p. 115055, 2019, doi: 10.1016/j.carbpol.2019.115055.
- [3] A. Febrianto Mulyadi, M. Hindun Pulungan, and N. Qayyum, "Producing of Cornstarch Edible film and Antibacterial Activity Test (The Study of Glycerol Concentration and Beluntas Leaves Extract (*Pluchea Indica L.*))," *Ind. J. Teknol. dan Manaj. Agroindustri*, vol. 5, no. 3, pp. 149–158, 2016, doi: 10.21776/ub.industria.2016.005.03.5.
- [4] S. W. Murni, H. Pawignyo, D. Widyawati, and N. Sari, "Pembuatan Edible Film dari Tepung Jagung (*Zea Mays L.*) dan Kitosan," *Pengemb. Teknol. Kim. untuk Pengolah. Sumber Daya Alam Indones.*, pp. 1–9, 2013.
- [5] K. Vaezi, G. Asadpour, and H. Sharifi, "Effect of ZnO nanoparticles on the mechanical, barrier and optical properties of thermoplastic cationic starch/montmorillonite biodegradable films," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 124, pp. 519–529, 2019, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2018.11.142.
- [6] and M. M. Hu, Xiuting, Xue Jia, Chaohui Zhi, Zhengyu Jin, "Improving the Properties of Starch-Based Antimicrobial Composite Films Using ZnO-Chitosan Nanoparticles," *Carbohydr. Polym.*, vol. 210(Januar), pp. 204–9, 2019.
- [7] M. S. Akili, U. Ahmad, and N. E. Suyatma, "Karakteristik Edible Film dari Pektin Hasil Ekstraksi Kulit Pisang," *Keteknikan Pertan.*, pp. 39–46, 2011.
- [8] Y. Fatisa and N. Agustin, "Indonesian Journal of Chemical Science and Technology State University of Medan," *Indones. J. Chem. Sci. Technol.*, vol. 01, no. 1, pp. 104–107, 2018.
- [9] M. Atef, M. Rezaei, and R. Behrooz, "Preparation and characterization agar-based nanocomposite film reinforced by nanocrystalline cellulose," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 70, pp. 537–544, 2014, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2014.07.013.
- [10] J. I. Standard, "Japanese Standards Association," vol. 2, p. 1707, 1975.
- [11] M. Chaichi, M. Hashemi, F. Badii, and A. Mohammadi, "Preparation and characterization of a novel bionanocomposite edible film based on pectin and crystalline nanocellulose," *Carbohydr. Polym.*, vol. 157, pp. 167–175, 2017, doi: 10.1016/j.carbpol.2016.09.062.
- [12] J. S. Alves, K. C. Dos Reis, E. G. T. Menezes, F. V. Pereira, and J. Pereira, "Effect of cellulose nanocrystals and gelatin in corn starch plasticized films," *Carbohydr. Polym.*, vol. 115, pp. 215–222, 2015, doi: 10.1016/j.carbpol.2014.08.057.
- [13] I. Maflahah, "Analysis of the Manufacturing Process of Corn Starch (Maizena)," *Embryo*, vol. 7, no. 1, pp. 40–45, 2010.
- [14] M. Abdollahi, M. Alboofetileh, R. Behrooz, M. Rezaei, and R. Miraki, "Reducing water sensitivity of alginate bio-nanocomposite film using cellulose nanoparticles," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 54, no. 1, pp. 166–173, 2013, doi: 10.1016/j.ijbiomac.2012.12.016.
- [15] J. Xie *et al.*, "Redispersible Pickering emulsion powder stabilized by nanocrystalline cellulose combining with cellulosic derivatives," *Carbohydr. Polym.*, 2019, doi: 10.1016/j.carbpol.2019.02.064.