

## Karakterisasi Fisik Film Berbasis Polivinil Alkohol (Pva) Dengan Penambahan *Nanoclay* Sebagai Filler

Utari Yolla Sundari<sup>1\*</sup>, Ardi Sandriya<sup>1</sup>, Erni Dwi Puji Setyowati<sup>1</sup>, Odi Andanu<sup>1</sup>, Fauziah Fiardilla<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Palangka Raya

<sup>2</sup>Fakultas Pertanian, Universitas Jambi

\*Email: utariyolla22@tip.upr.ac.id

### Abstrak

Penelitian ini bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanik pada film polivinil alkohol dengan penambahan nanoclay golongan bentonit sebagai bahan aditif yang dapat dijadikan *filler* pada film PVA. Biopolimer PVA (*polivinil alkohol*) dipilih karena sifatnya yang dapat membentuk film, larut dalam air, mudah dalam proses, tidak beracun, *biocompatible* dan *biodegradable*. Untuk memperkuat film tersebut digunakan nanoclay sebagai filler dalam pembuatan film. Perlakuan pada penelitian ini adalah konsentrasi penambahan nanoclay dengan variasi 0, 2%, 4% dan 6%. Hasil penelitian menunjukkan bahwa semakin tinggi konsentrasi maka semakin meningkat ketebalan film yaitu mulai 0,012 – 0,040 mm, peningkatan kuat tarik (*tensile strength*) dari 0-8,98MPa dan nilai elongasi film berturut-turut 42,85 – 73,38%, penurunan kelarutan film mulai dari 22,76 – 7,71%, hasil untuk transmisi cahaya film yaitu pada 400nm diangka 54,45 - 16,54%, 600nm diangka 62,12-26,585% 800nm 68,78-36,41%. Penambahan nanoclay sebagai filler pada film berbasis PVA memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik film yang dihasilkan.

**Kata Kunci:** *film; nanoclay; PVA*

### Pendahuluan

Kemasan sebagai salah satu komponen yang penting untuk menghasilkan produk pangan dengan tampilan yang menarik dan melindungi produk di dalam kemasan selama penyimpanan maupun distribusi. Penggunaan plastik sebagai kemasan yang banyak digunakan saat ini merupakan salah satu hal yang menyumbang permasalahan terutama dalam masalah ketidakstabilan ekosistem lingkungan, karena kemasan yang beredar di pasaran masih bersifat *non-biodegradable* (Gusmayati, Ramadhani, dan Iqbal, 2010) Kemasan makanan merupakan salah satu limbah yang keberadaannya melimpah akibat laju konsumsi masyarakat yang terus meningkat yaitu sekitar 30% dari total limbah padat di seluruh dunia sejak tahun 2012 (Hoornweg dan Tata, 2012).

Umumnya bahan baku yang digunakan dalam pembuatan kemasan makanan berasal dari minyak bumi, karena memiliki beberapa keunggulan di antaranya fleksibel, murah, multiguna, transparan, kuat dan ringan. Namun di sisi lain dapat memberikan dampak negatif terhadap lingkungan karena tidak mudah dihancurkan dengan cepat oleh mikroba penghancur dalam tanah. Akibatnya, terjadi penumpukan limbah dan menjadi penyebab kerusakan lingkungan (Septa, 2012).

Nanomaterial merupakan teknologi yang saat ini sedang berkembang. Nanomaterial sudah diaplikasikan dalam beberapa sektor antara lain komputer elektronik, komunikasi, produksi energi, farmasi dan makanan. Dalam sektor makanan, nanomaterial dan nanoteknologi merupakan hal yang sudah lazim dipergunakan untuk menambah mutu dan kualitas dari makanan tersebut (Septa, 2012). Nanomaterial dapat diaplikasikan ke beberapa bagian dalam sektor makanan dan industri makanan. Nanoteknologi dapat dipergunakan dalam empat bagian yaitu proses pembuatan makanan, produk makanan, bahan material serta *food safety* dan *biosecurity* (Purwiyatno, 2014).

Bahan kemasan berbasis biopolimer yang ada pada umumnya bersifat *biodegradabel* belum banyak digunakan dalam industri kemasan. Salah satu biopolimer yang banyak di pelajari secara intensif adalah PVA (*polivinil alkohol*) karena sifatnya yang dapat membentuk film dengan baik, larut dalam air, mudah dalam proses, tidak beracun, *biocompatible* dan *biodegradable* (Chandrakala, Ramarai, Shivakumaraiah dan Siddaramaiah, 2014). Namun, film yang terbuat dari PVA memiliki kelemahan

yaitu sifat penghalang yang kurang baik terhadap uap air dan menyebabkan berkurangnya kekuatan tarik sehingga film mudah sobek dan rusak, sehingga perlu dikombinasikan dengan bahan pengisi yang dapat meningkatkan karakteristik film yang dihasilkan (Iriani, Wahyuningsih, Sunarti dan Pramana, 2015). Salah satunya dengan penambahan nanopartikel yang memiliki sifat sebagai filler dalam sebuah matrik film yaitu nanoclay golongan bentonit. Bahan nanokomposit berbasis polimer dengan nanopartikel tanah lempung (*organoclay*) atau yang lebih dikenal dengan istilah *polimer layered silicate nanocomposite* (PLSNs) merupakan salah satu alternatif dalam membangun bahan baru. PLSNs membutuhkan hanya sedikit tanah lempung sebagai *filler* untuk menghasilkan kekuatan yang sama dengan komposit polimer konvensional. Penggunaan tanah lempung sebagai nanopartikel akan meningkatkan nilai tambah yang akhirnya akan memberikan keuntungan (Chitraningrum, 2008).

Pada penelitian pembuatan film berbasis polivinil alkohol dengan penambahan nanoclay golongan bentonit sebagai *filler* bertujuan untuk meningkatkan sifat fisik dan mekanik pada film polivinil alkohol dengan penambahan nanoclay golongan bentonit sebagai bahan aditif yang dapat dijadikan *filler* pada film PVA. Pengamatan dilakukan secara fisik dan kimia untuk mengetahui karakteristik film yang dihasilkan.

## Metode

### Alat dan Bahan

Pada penelitian pembuatan film berbasis polivinil alkohol dengan penambahan nanopartikel sebagai *filler* bahan yang digunakan yaitu PVA, nanoclay dan aquades. Sedangkan alat yang digunakan pada praktikum ini adalah gelas piala, *magnetic stirrer*, pemanas, oven, timbangan, cetakan kaca, termometer, spektrofotometer, penggaris, gunting dan mikrometer skrup.

### Rancangan Penelitian

Rancangan yang digunakan pada penelitian ini adalah Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan 3 perlakuan dan 3 ulangan. Data hasil pengamatan dari masing-masing parameter dianalisa statistik dengan uji F dan dilanjutkan dengan uji *Duncan's New Multiple Range Test* (DNMRT) pada taraf nyata 5%. Perlakuan pada penelitian ini yaitu penambahan konsentrasi nanoclay / bentonit sebagai filler pembuatan film berbasis PVA. Penambahan konsentrasi nanoclay mulai dari 0, 2, 4 dan 6%.

### Prosedur Kerja

#### 1. Pembuatan Film PVA

Larutan PVA 7% dipanaskan pada suhu 80-100°C dengan menggunakan *magnetic stirrer* dan pemanas hingga serbuk PVA larut, kemudian larutan PVA di diamkan hingga dingin. Untuk larutan nanomaterial dilarutkan dengan aquades dan dipanaskan sampai larut. Selanjutnya dilakukan pencampuran antara larutan PVA dan Larutan nanomaterial. Pencampuran dilakukan pengadukan menggunakan *magnetic stirrer* hingga larutan terdispersi dengan sempurna. Film dicetak pada cetakan kaca dan dikeringkan dalam oven pada suhu 50°C.

#### 2. Analisis Film PVA

##### - Pengukuran Ketebalan Film

Pengukuran ketebalan film PVA dilakukan dengan menggunakan alat mikrometer spektrup dengan pengambilan lima titik di setiap sudut film PVA.

##### - Kelarutan Dalam Air

Analisis kelarutan ditentukan dengan persiapan sample film berukuran 2x2 cm, kemudian dikeringkan dalam oven dengan suhu  $105 \pm 3^\circ \text{C}$  selama 24 jam. Kemudian, sample di timbang dengan bobot awal (W1). Sampel direndam dalam 30 ml aquades dan disimpan pada suhu  $23 \pm 2^\circ \text{C}$  selama 24 jam dengan pengadukan secara berkala. Sampel yang tidak larut dikeluarkan dan dikeringkan dalam oven dengan suhu  $105 \pm 3^\circ \text{C}$  selama 24 jam. Sample ditimbang kembali dengan bobot akhir (W2). Nilai kelarutan film dihitung menggunakan persamaan berikut.

$$\text{Kelarutan (\%)} = \frac{(W1 - W2)}{W1} \times 100\%$$

Keterangan :

W1 = Bobot Film Awal (gr)  
W2 = Bobot Film Akhir (gr)

- Transmisi Cahaya

Transmisi cahaya dari film PVA diukur menggunakan spektrofotometer dengan panjang gelombang 400-800 nm.

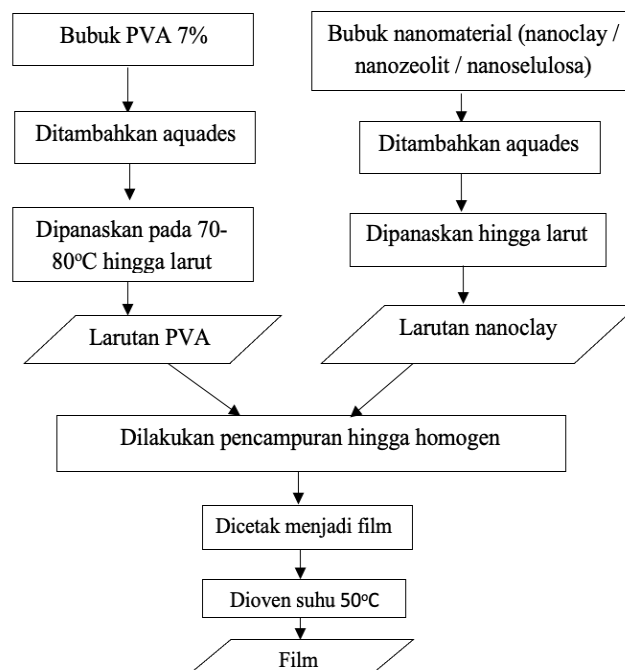
- Kuat Tarik dan Elongasi

Kuat tarik dan elongasi dari film PVA diukur dengan alat kuat tarik. Panjang dari film PVA yang digunakan pada uji kuat tarik adalah 15 cm. Kemudian setelah diukur panjang akhir dan nilai KGS dihitung dengan menggunakan persamaan berikut:

$$\% \text{ Elongasi} = \frac{\text{Panjang Akhir} - \text{Panjang Awal}}{\text{Panjang Awal}} \times 100\%$$

$$\text{Kuat Tarik (kgf/mm}^2\text{)} = \frac{\text{gaya kuat tarik max (F)}}{\text{luas penampang (A)}} \text{ (dikonversi kedalam mpa)}$$

$$\text{Luas Penampang (mm}^2\text{)} = \text{Tebal film (mm)} \times \text{Tinggi film (mm)}$$



Gambar 1. Diagram Alir Pembuatan Film

## Hasil dan Pembahasan

### Ketebalan Film

Pada pembuatan Film PVA, nanoclay yang digunakan sebagai *filler* adalah nanoclay. Hasil pengukuran ketebalan film PVA dengan penambahan nanoclay dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Data Ketebalan Film

Perlakuan	Ketebalan Film (mm)	
Kontrol	0,012 <sup>a</sup>	
Filler nanoclay	2 %	0,020 <sup>b</sup>
	4 %	0,030 <sup>c</sup>
	6 %	0,040 <sup>d</sup>

Ket : huruf pada hasil menunjukkan hasil berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

Pada film sebagai perlakuan kontrol nilai ketebalannya 0,012 mm dengan ditambahkan nanomaterial pada pembuatan film PVA akan meningkatkan ketebalan dari film PVA yang dihasilkan. Berdasarkan analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan nanoclay sebagai filler pada pembuatan film berbasis PVA memberikan pengaruh berbeda nyata secara statistik ( $P \leq 0,05$ ) terhadap ketebalan film. Dilihat dari perlakuan yang dilakukan semakin banyak nanoclay yang ditambahkan ke dalam film PVA maka ketebalan film meningkat. Semakin banyak nanoclay yang ditambahkan maka film akan semakin keruh hal ini dikarenakan nanoclay merupakan nanopartikel dari tanah lempung.

Penambahan konsentrasi nanopartikel akan meningkatkan polimer penyusun matriks film seiring kenaikan total padatan terlarut dalam larutan film, sehingga menyebabkan ketebalan film semakin meningkat. Semakin besarnya konsentrasi nanopartikel akan meningkatkan kekentalan dan total padatan dalam edible film sehingga ketebalan film akan meningkat (Marseno, 2003). Sejalan dengan (Syarifudin, 2014) yang menyatakan bahwa semakin banyak air yang terikat maka film yang dihasilkan semakin tebal. Ketebalan merupakan parameter penting yang berpengaruh terhadap penggunaan film sebagai pelapis makanan. Ketebalan film mempengaruhi permeabilitas terhadap uap air dan gas. Semakin tebal film maka permeabilitas terhadap uap air dan gas semakin kecil dan makanan yang dikemas semakin terlindungi (Rahmawati, 2009)

Peningkatan ketebalan terjadi disebabkan oleh perbedaan konsentrasi bahan pembuat *film*, sedangkan volume larutan yang dituangkan masing-masing plat sama. Hal ini mengakibatkan total padatan di dalam *film* setelah dilakukan pengeringan meningkat dan polimer-polimer yang menyusun matriks *film* juga semakin banyak. Ketebalan *edible film* mempengaruhi laju uap air, gas dan senyawa volatil lainnya. Sebagai kemasan, semakin tebal *film*, maka kemampuan penahannya akan semakin besar atau semakin sulit dilewati uap air, sehingga umur simpan produk akan semakin panjang. Kepaduan dari *film* atau lapisan pada umumnya meningkat secara proporsional dengan ketebalan.

### Kuat Tarik dan Elongasi

Hasil pengukuran kuat tarik dan elongasi film PVA dengan penambahan nanoclay, nanoselulosa dan nanozeolit dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Data Kuat Tarik dan Elongasi Film

Perlakuan	Kuat Tarik (Kgf/mm <sup>2</sup> )	Kuat tarik (Mpa)	% Elongasi
Kontrol	0,0000 <sup>a</sup>	0,000 <sup>a</sup>	42,85 <sup>a</sup>
Filler nanoclay	2 %	0,0667 <sup>b</sup>	71,43 <sup>b</sup>
	4 %	0,0889 <sup>c</sup>	72,30 <sup>c</sup>
	6 %	0,0917 <sup>d</sup>	73,38 <sup>d</sup>

Ket : huruf pada hasil menunjukkan hasil berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

Berdasarkan analisis sidik ragam menunjukkan bahwa penambahan nanoclay sebagai filler pada pembuatan film berbasis PVA memberikan pengaruh berbeda nyata secara statistik ( $P \leq 0,05$ ) terhadap kekuatan film dan daya elongasi. Dengan menambahkan nanoclay dalam pembuatan film PVA, diketahui bahwa semakin banyak nanoclay yang ditambahkan maka kuat tarik, perpanjangan dan presentasi elongasi semakin meningkat. presentasi terbesar terdapat pada penambahan nanoclay pada konsentrasi 6% yaitu 73,38% (elongasi) dan 8,986 mpa (kuat tarik). Namun apabila dibandingkan dengan nanoselulosa dan nanozelolit nilai kuat tarik, perpanjangan dan elongasi nanoclay lebih kecil. Hal ini disebabkan dalam pembuat film PVA dengan penambahan nanoclay perlu ditambahkan *Plasticizer* berupa gliserol yang berperan meningkatkan fleksibilitas dan plastisitas film. Jika gliserol ditambahkan dalam pembuatan film PVA dengan penambahan nanoclay akan meningkatkan sifat mekanik film karena bentonit akan mengisi rangka matriks gliserol membentuk ikatan hidrogen yang kuat dengan gliserol.

Kuat tarik (*Tensile Strength*) merupakan tarikan maksimum yang dapat dicapai sampai *film* dapat tetap bertahan sebelum *film* putus atau robek. Pengukuran kekuatan kuat tarik berguna untuk mengetahui besarnya gaya yang dicapai untuk mencapai tarikan maksimum pada setiap satuan luas area *film* untuk merenggang atau memanjang. Kualitas suatu film sangat tergantung pada kekuatan tarik dan elongasi dari film tersebut. Elongasi adalah perubahan panjang film pada saat film ditarik sampai putus (Krochta dan Johnston, 1997). Elongasi diukur dengan perubahan persentase panjang film pada saat ditarik sampai putus. Kuat tarik merupakan salah satu sifat mekanis untuk mengukur kekuatan film. Kuat tarik adalah gaya tarik maksimum yang dapat ditahan oleh film selama pengukuran berlangsung sampai film terputus. Kuat tarik dari suatu film sangat berpengaruh terhadap kualitas dari film tersebut. Makin tinggi kekuatan tarik suatu film maka semakin bagus kualitas film tersebut.

### Kelarutan Film

Hasil penghitungan nilai kelarutan film PVA dengan filler nanoclay dapat dilihat pada Tabel 3.

Tabel 3. Data Kelarutan Film

Perlakuan	Kelarutan (%)
Nanoclay	2 %
	2%
	4 %
	6 %

Ket : huruf pada hasil menunjukkan hasil berbeda nyata menurut DNMRT pada taraf  $\alpha = 5\%$ .

Dilihat dari Tabel 3, penambahan nanoclay pada perlakuan 2% memiliki nilai 12,71%, pada perlakuan 4% memiliki nilai 6,03% dan pada perlakuan 6% memiliki nilai 7,71%. Dilihat dari nilai kelarutannya semakin banyak nanoclay yang ditambahkan maka nilai kelarutan semakin kecil. Penambahan nanoclay dapat meningkatkan kristalisasi polimer. Peningkatan kristalisasi dapat menurunkan permeabilitas film terhadap air hal tersebut berhubungan dengan fakta bahwa daerah kristalisasi menawarkan volume bebas yang lebih sedikit dari pada daerah amorf dalam polimer, sehingga air lebih sulit menembus film (Ulfa dan Nugraha, 2014)

Menurut Santoso (2011) bahwa peningkatan molekul larutan menyebabkan matriks film semakin banyak, sehingga struktur film yang kuat dengan struktur jaringan film yang semakin kompak dan kokoh dapat meningkatkan kekuatan film sehingga tidak mudah hancur karena air.

Mineral clay terbagi atas empat kelompok utama yaitu kaolinite, illite smectite dan vermiculite. Bentonit merupakan mineral clay dari kelompok smectite yang disusun oleh dua lapisan tetrahedral silika dan satu lapis oktahedral alumina (Tri, 2010). Clay mempunyai sifat plastisitas yang mampu merespon tekanan dengan perubahan bentuk yang terus menerus dan permanen secara langsung tanpa ada bagian yang patah. Ada 2 macam clay yaitu clay primer dan sekunder. Clay primer atau disebut clay residual adalah clay yang dibentuk dari batuan induk. Biasanya dalam jumlah yang lebih sedikit dari *secondary clay*, lebih putih, ukuran partikel relatif besar, bebas dari pengotor, secara umum tidak plastis, dan bersifat *refractory*. Clay sekunder terbentuk di suatu tempat dari kumpulan partikel-partikel yang terbawa air (alluvial), angin (aeolian) atau melelehnya es abadi/ glacier (glacial). Clay golongan ini mengandung bahan organik (carbonaceous) dan pengotor. Clay sekunder terbagi atas 6 macam

diantaranya yaitu *ball clay*, *stoneware clay*, *fire clay*, *earthenware clay*, *slip clay*, *volcanic clay*. Bentonit termasuk ke dalam *volcanic clay* yang terbentuk dari proses pelapukan silika sand dan abu gunung berapi. Rata-rata ukuran partikelnya kecil, dan ukuran partikel terkecil dari seluruh clay ditemukan pada jenis clay ini. Contoh : bentonite ( $Al_2O_3 \cdot 4SiO_2 \cdot H_2O$ ), memiliki sifat plastisitas 5 kali dari ball clay, digunakan sekitar 2-3% di base body untuk menambah plastisitas (Ruf, 2015).

### Transmisi Cahaya

Pada Tabel 4, dapat dilihat semakin banyak nanoclay yang ditambahkan maka kecerahan dari film PVA akan semakin rendah terlihat dari penambahan nanoclay 6% memiliki nilai 36,4170 yang menunjukkan kecerahan film semakin rendah dibandingkan perlakuan 2% memiliki nilai 16,590. Hal ini bisa disebabkan oleh warna dari nanoclay nya sendiri yang dapat mempengaruhi kecerahan dari film yang dihasilkan dan juga bisa disebabkan karena kurang terdispersinya nanoclay di dalam larutan film PVA.

Tabel 4. Data Transmisi Cahaya

Nanomaterial		%T		
		400 nm	600 nm	800 nm
Kontrol		54,458	62,1205	68,7875
	2%	6,69450	11,8450	16,590
	4%	12,4550	19,1630	25,0680
Nanoclay	6%	16,5480	26,5870	36,4170

Adanya penambahan nanoclay pada larutan film PVA dapat meningkatkan kekentalan larutan film PVA yang menyebabkan polimer pembentukan film akan semakin banyak akibatnya ketebalan film semakin meningkat. Hal ini dinyatakan pada buku (Goldberg dan Williams, 1998) bahwa meningkatnya viskositas akan berpengaruh terhadap peningkatan edible film sehingga kecerahannya akan menurun. Ketebalan film juga bisa mempengaruhi kecerahan film yang dihasilkan. Peningkatan ketebalan edible film yang dihasilkan, sehingga meningkatkan pembaur cahaya, akibatnya edible film akan tampak kusam dan buram sehingga tingkat kecerahannya menurun . Dilihat dari penambahn nanoclay 6% yang mempunyai nilai kecerahan yang lebih rendah yaitu 36,4170, menandakan penambahan nanoclay 6% memiliki nilai ketebalan yang lebih tinggi sehingga nilai kecerahannya rendah.

Warna kecerahan film akan menurun seiring dengan meningkatnya konsentrasi nanoclay yang ditambahkan. Peningkatan konsentrasi nanoclay akan meningkatkan tingkat kekentalan larutan film dengan adanya padatan yang terlarut semakin meningkat, sehingga menyebabkan polimer pembentuk film bertambah banyak akibatnya ketebalan film akan meningkat (Proborini, 2006). Dengan meningkatnya polimer film akan membuat intensitas kecerahan film menjadi turun.

### Kesimpulan

1. Penambahan nanoclay sebagai filler pada pembuatan film berbasis PVA memberikan pengaruh terhadap ketebalan film, kuat tarik, daya elongasi, kelarutan dan transmisi cahaya film. Semakin tinggi persentase penambahan nanoclay jenis bentonit maka semakin besar nilai ketebalan film, kuat tarik, daya elongasi, dan transmisi cahaya film. Namun penambahan nanoclay menurunkan kelarutan film yang dihasilkan.
2. Nilai peningkatan ketebalan film dari konsentrasi 0-6% yaitu mulai 0,012 – 0,040 mm, peningkatan kuat tarik (*tensile strength*) dari 0-8,98MPa dan nilai elongasi film berturut-turut 42,85 – 73,38%, penurunan kelarutan film mulai dari 22,76 – 7,71%, hasil untuk transmisi cahaya film yaitu pada 400nm diangka 54,45 - 16,54%, 600nm diangka 62,12-26,585% 800nm 68,78-36,41%.
3. Penambahan nanoclay sebagai filler pada film berbasis PVA memberikan pengaruh terhadap karakteristik fisik film yang dihasilkan.

## Saran

Pada saat pencetakan film diperlukan adanya ketelitian dalam proses penuangan dan pemerataan larutan film pada cetakan agar didapatkan film dengan ketebalan yang sama, karena ketebalan film akan mempengaruhi perhitungan untuk analisis sifat fisik.

## Daftar Pustaka

- Chandrakala, H. N., Ramarai, B., Shivakumaraiah, dan Siddaramaiah. 2014. Optical properties and structural characteristics of zinc oxide-cerium oxide doped polyvinyl alcohol films. *Journal of Alloys and Compounds*, 5(8), 333-342.
- Chitraningrum, N. 2008. *Sifat Mekanik dan Termal pada Bahan Nanokomposit Epoxy-clay Tapanuli*. Skripsi. Departemen Fisika. FMIPA. UI. Depok. Bogor: IPB.
- Goldberg, D., dan Williams, P. 1998. *A user's Guide to the General Health Questionnaire*. UK: Windsor.
- Gusmayati, I., Ramadhani, S. A., dan Iqbal, M. 2010. *Pengenaan harga kantong plastik sebagai upaya mereduksi penggunaan kantong plastik di Depok Jawa Barat*. Depok: Universitas Indonesia.
- Hoornweg, D., dan Tata, P. B. 2012. *What a Waste: A Global Review of Solid Waste Management*. Washington, USA: World Bank.
- Iriani, E. S., Wahyuningsih, K., Sunarti, T. C., dan Pramana, A. 2015. Sintesis Nanoselulosa Dari Serat Nanas Dan Aplikasinya Sebagai Nanofiller Pada Film Berbasis Polivinil Alkohol. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12(1), 11-19.
- Krochta, dan Johnston, D. M. 1997. *Edible and Biodegradable Polymers*. Food Technology 51.
- Marseno, D. W. 2003. Pengaruh Sorbitol Terhadap Sifat Mekanik dan Transmisi Uap Air Film dari Pati Jagung.. Yogyakarta. *Prosiding Seminar Nasional Industri Pangan*. Yogyakarta.
- Proborini, P. 2006. *Pembuatan Edible Film dari Pati Garut (Marantha avandinaceae L.) Kajian Suspensi Pati dan Proporsi Penambahan Gliserin*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Purwiyatno, H. 2014. Perkembangan Teknologi Nano (Nanotechnology) dan Aplikasinya Di Industri Pangan. *Food Review Seminar "Update on Technology in Food Industries*. Jakarta.
- Rahmawati, A. K. 2009. *Ekstraksi dan Karakteristik Pektin Cincau Hijau (Premna oblongifolia. Merr) Untuk Pembuatan Edible Film*. Fakultas Pertanian. Surakarta: Fakultas Pertanian. Universitas Sebelas Maret.
- Ruf. 2015. [Http://mcrooffclay.blogspot.co.id](http://mcrooffclay.blogspot.co.id). Retrieved Desember 2024
- Santoso, B. A. 2011. Studi Karakteristik Pati Ubi Jalar. Prosiding Seminar Teknologi Pangan. . Bali. *Prosiding Seminar Teknologi Pangan*. Bali: Balai Penelitian Biotek Tanaman Denpasar.
- Septa, N. M. 2012. *Skripsi. Pembuatan Biokomposit Edible Film dari Gelatin/Bacterial cellulose microcrystal(BCMC): Variasi Konsentrasi Matriks, Filler, dan Waktu Sonikasi*. Indonesia. Depok: Departemen Teknik Kimia, Fakultas Teknik.
- Syarifudin, A. 2014. *Karakteristik Edible Film dari Pektin Albedo Jeruk Bali dan Pati Garut*. Malang: Universitas Brawijaya.
- Tri, S. P. 2010. <https://ptbudie.com>.

Ulfa, F., dan Nugraha. 2014. *Sintetis dan Karakteristik Edible Film Kompost Karagenan-Montmorilonit. Jurna Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia ke 6. ISBN:979363174-0 (Vol. 6). Jurnal Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia.*