



Sintesis dan Karakterisasi Komposit *Edible Film* Isolat Protein Ampas Tahu-Montmorillonit

Amdatul K.P. Zain*, Irwan Nugraha

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 Telp. +62-274-540971
Email: amda0705@gmail.com*

Abstrak. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui kadar isolat protein yang dihasilkan dari ampas tahu, mengetahui pengaruh penambahan montmorillonit terhadap sifat mekanik yang meliputi kuat tarik, persen pemanjangan dan modulus elastisitas terhadap komposit *edible film* isolat protein ampas tahu-montmorillonit serta interaksi yang terjadi antara isolat protein dengan montmorillonit. Penelitian ini dilakukan dengan tiga proses perlakuan yaitu preparasi montmorillonit metode siphoning, isolasi protein metode ekstraksi dan pembuatan *edible film* dengan metode *solution casting*. Hasil penelitian menunjukkan adanya penambahan montmorillonit dengan variasi yang berbeda yaitu 0%; 1%; 2%; 3% dan 4% (b/b) berpengaruh terhadap sifat mekanik komposit *edible film* yang dihasilkan. Sifat mekanik yang meliputi kuat tarik dan modulus elastisitas tertinggi berada pada konsentrasi 2% yaitu 3,486 Mpa dan 33,519 Mpa, sedangkan persen pemanjangan tertinggi berada pada penambahan konsentrasi montmorillonit 3% dengan 13,136%. Interaksi yang terjadi antara protein dan montmorillonit pada komposit *edible film* isolat protein montmorillonit adalah eksfoliasi dan interkalasi.

Kata kunci: *edible film*, isolat protein, montmorillonit, sifat mekanik, eksfoliasi, interkalasi.

This study aimed to determine the composition of the protein isolate which produced from tofu, determine the effect of montmorillonite on the mechanical properties which includes tensile strength, percent elongation and modulus of elasticity on the edible film composite tofu isolate protein-montmorillonite, as well as the interaction between isolate protein and montmorillonite formed. The study was conducted in three stages, preparation of montmorillonit siphoning methode, isolation of protein using extraction methode and synthesis edible film using solution casting methode. The result showed that the addition of montmorillonite with different variations was 0%; 1%; 2%; 3% and 4% (w/w) effect on the mechanical properties of edible composite film produced. The best mechanical properties which include tensile strength and modulus of elasticity of montmorillonite achieved at a concentration of 2% of 3,486 Mpa and 33,519 Mpa, while the best percent elongation of 13,136% achieved at a concentration of 3%. Intercation composite edible film protein isolate montmorillonite formed is exfoliation and intercalation.

Keywords: edible film, protein isolate, montmorillonite, mechanical properties, exfoliation, intercalation.

This publication is licensed under a



Pendahuluan

Pertumbuhan ekonomi dan pertambahan penduduk dalam suatu negara disertai dengan adanya peningkatan konsumsi energi dan penimbunan sampah. Menurut Menteri Lingkungan Hidup pada tahun 2012 menyatakan bahwa penduduk Indonesia menghasilkan 2,5 liter sampah per hari atau 625 juta liter dari jumlah total penduduk. Data Kementerian Lingkungan Hidup Indonesia mencatat bahwa sampah plastik yang terbuang setiap harinya sebanyak 26.500 ton yang didalamnya sudah termasuk sampah plastik kemasan (Juliastuti dkk, 2015).

Plastik kemasan makanan biasanya terbuat dari bahan polimer yang mengandung senyawa aditif penyebab timbulnya sifat karsinogenik. Plastik kemasan makanan yang beredar di pasaran pada umumnya terbuat dari bahan baku minyak bumi yang sulit untuk diuraikan (Ningwulan, 2012). Salah satu bentuk pengurangan dampak negatif karsinogenik dan sulitnya terurainya plastik adalah dengan dilakukannya pembuatan plastik kemasan yang dapat dimakan atau *edible film*.

Secara umum *edible film* merupakan suatu lapis tipis yang dapat digunakan sebagai pembungkus makanan yang layak untuk dimakan. *Edible film* dibuat dari polisakarida (karbohidrat), protein, dan lipid yang memiliki banyak keunggulan diantaranya

adalah *biodegradable*, dapat dimakan, *biocompatible*, penampilan yang elastis, dan kemampuannya sebagai penghalang (*barrier*) terhadap oksigen serta tekanan fisik selama transportasi dan penyimpanan (Winarni dkk, 2012).

Protein merupakan salah satu bentuk polimer gabungan dari asam amino yang saling berikatan membentuk polipeptida. Sumber protein dapat ditemui pada beberapa bahan makanan salah satunya adalah kedelai. Ampas tahu merupakan salah satu limbah produk olahan kedelai yang mempunyai sifat protein hampir sama dengan protein kedelai walaupun telah mengalami banyak perubahan karena perlakuan-perlakuan tertentu selama proses pembuatan tahu (Mahmud dkk, 1990).

Edible film yang terbuat dari protein mempunyai sifat penghalang (*barrier*) gas yang lebih baik dibandingkan dengan *edible film* dari lipid maupun polisakarida. *Edible film* berbasis protein mempunyai sifat mekanik yang lebih baik dibandingkan dengan *edible film* dari polisakarida dan lipid karena protein mempunyai struktur yang unik dan berbagai macam sifat fungsional salah satunya adalah adanya ikatan antarmolekul yang kuat. Namun, dibandingkan dengan polimer sintesis, sifat *barrier* dan mekanik dari *edible film* protein termasuk yang paling

buruk sehingga dapat mempengaruhi aplikasinya pada plastik kemasan (Bourtoom, 2009).

Sifat mekanik *edible film* dapat ditingkatkan dengan menambahkan *filler* yang berupa montmorillonit pada film protein. Hal tersebut terjadi karena adanya ikatan hidrogen yang kuat antara protein dengan montmorillonit. Penambahan montmorillonit dengan konsentrasi tertentu juga mempengaruhi laju permeabilitas uap air (Hidayati & Nugraha, 2014).

Penelitian ini telah dibuat *edible film* dari komposit isolat protein ampas tahu-montmorillonit dengan variasi konsentrasi montmorillonit. Penambahan montmorillonit dengan variasi konsentrasi pada *edible film* diharapkan dapat meningkatkan sifat mekanik yang meliputi kuat tarik, persen pemanjangan dan modulus elastisitas serta meningkatkan sifat *barrier* dibandingkan dengan *edible film* tanpa penambahan montmorillonit.

Metode Penelitian

1. Alat dan Bahan

Bahan-bahan yang digunakan pada penelitian ini adalah isolat protein, Na-montmorillonit, *Carboxyl Methyl Cellulose* (CMC), gliserol, NaOH 2N, HCl 2N dan akuades. Alat yang digunakan untuk analisis *edible film* adalah FTIR, XRD, TEM, *Universal Testing Machine* dan *digital micrometer*.

2. Cara Kerja Penelitian

Pemurnian Bentonit

Montmorillonit yang digunakan pada pembuatan *edible film* dimurnikan dengan metode siphoning (Nugraha & Somantri, 2013). Sampel material awal yaitu lempung montmorillonit disaring menggunakan ayakan 106 mikron (140 mesh) yang kemudian dimasukkan kedalam gelas kimia dan ditambahkan akuades dengan perbandingan montmorillonit : akuades sebesar 1 : 20 b/v. Suspensi yang terbentuk diaduk dengan magnetic stirrer selama 3 jam pada temperatur kamar, kemudian disimpan selama 1 jam untuk mengendapkan pengotor seperti kuarsa, feldspar dan material lain yang tidak diinginkan.

Setelah 1 jam supernatan dipisahkan dari endapannya dengan menggunakan teknik siphoning. Supernatan yang dihasilkan kemudian disimpan selama 24 jam yang kemudian dipisahkan kembali dari endapannya. Filtrat hasil pemisahan kemudian diuapkan dengan hotplate hingga kadar air yang ada pada larutan bentonit hilang dan terbentuk bubuk yang merupakan montmorillonit. Bubuk montmorillonit dikeringkan menggunakan oven pada suhu 110 °C hingga montmorillonit kering. Sampel montmorillonit yang dihasilkan dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD.

Isolasi Protein Ampas Tahu

Ampas tahu sebanyak 300 gram ditambahkan dengan akuades (ampas tahu : akuades 1:2) b/v. Campuran kemudian diekstraksi dengan ditambahkan NaOH 2N hingga pH menjadi 10 dengan suhu 50°C sambil diaduk selama 1 jam. Ekstrak protein disaring dengan 2 kali proses penyaringan menggunakan kain saring. Protein hasil ekstraksi kemudian diendapkan dengan HCl 2N hingga pH berubah menjadi 4-5, setelah itu protein

didiamkan selama 15 jam pada lemari es hingga dihasilkan endapan berwarna putih.

Endapan protein dipisahkan dari filtratnya menggunakan sentrifugasi dengan kecepatan 4000 rpm selama 10 menit yang kemudian dicuci dan disentrifugasi kembali dengan kecepatan dan waktu yang sama. Endapan protein yang tercuci kemudian dikeringkan dengan oven ±15 jam pada suhu 50°C. Serbuk isolat protein yang dihasilkan kemudian di analisis menggunakan FTIR dan dihitung kadar air serta kadar protein dari isolat protein tersebut.

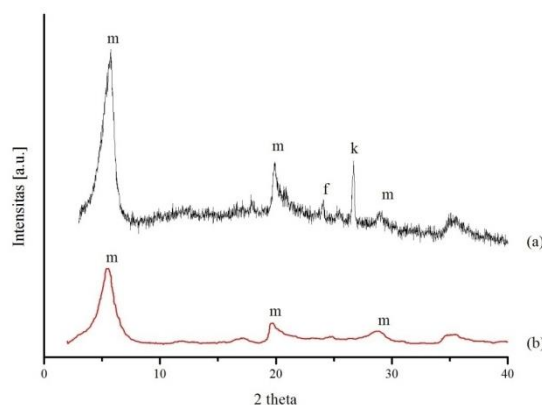
Pembuatan *Edible Film*

Edible film dibuat dengan cara melarutkan 1 gram isolat protein kedalam 100 ml akuades dimana pH diatur menjadi 10 dengan penambahan NaOH 2N. Larutan protein ditambahkan dengan *Carboxyl Methyl Cellulose foodgrade* (CMC) dan gliserol 30% b/b dari berat isolat protein yang digunakan. Campuran kemudian dipanaskan sambil diaduk hingga suhu 80°C selama 30 menit hingga campuran merata dan mengental.

Suspensi montmorillonit dengan konsentrasi 0%, 1%, 2%, 3% dan 4% (b/b) masing-masing didispersikan dalam 20 ml akuades dan diinteraksikan dengan gelombang ultrasonik (20 kHz) menggunakan sonikator selama 30 menit. Suspensi dicampurkan kedalam larutan campuran konsentrat protein-gliserol sambil diaduk dan disonikasi kembali selama 10 menit. Larutan film dicetak diatas plat kaca yang telah dilapisi dengan aluminium foil dan didiamkan selama 1 malam yang selanjutnya dipanaskan dan dikeringkan dengan oven pada suhu 50°C selama ±10 jam. Komposit *edible film* kemudian dikarakterisasi ketebalan, sifat mekanik yang meliputi kuat tarik, persen pemanjangan dan modulus elastisitas serta sifat kimia (FTIR, XRD dan TEM).

Hasil dan Pembahasan

Preparasi Montmorillonit



Gambar 1. Difaktogram (a) Bentonit Awal dan (b) Bentonit Hasil Pemurnian.

Preparasi montmorillonit dilakukan dengan cara memurnikan bentonit dengan metode siphoning (Somantri & Nugraha, 2013). Metode siphoning merupakan teknik yang digunakan untuk menghilangkan mineral-mineral pengotor

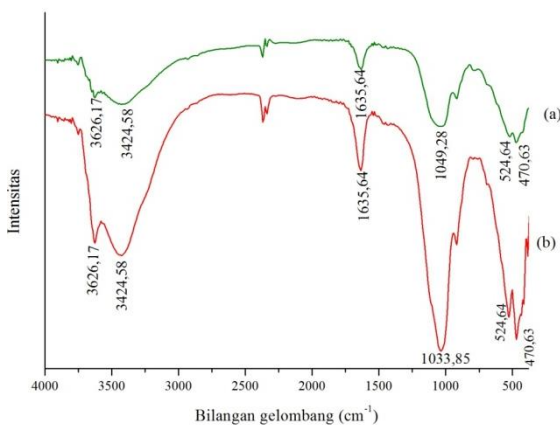
seperti kuarsa, kaolinit, feldspar, dan illit melalui proses pemisahan dengan adanya perbedaan berat jenis.

Montmorillonit hasil preparasi dikarakterisasi menggunakan FTIR dan XRD. XRD (*X-Ray Diffraction*) digunakan untuk mengetahui gambaran jenis montmorillonit yang terdapat dalam bentonit melalui difaktogram.

Berdasarkan Gambar 1 Menunjukkan adanya beberapa puncak difraksi pada montmorillonit di daerah 2θ diantaranya adalah $5,34^\circ$ ($d_{001}=16,54$); $19,50^\circ$ ($d_{100}=4,55$); dan $28,93^\circ$ ($d_{005}=3,08$). Menurut Wanyika dkk (2016), mineral montmorillonit digambarkan terletak pada $d=16,01$ dan $d=3,02$ atau daerah 2θ $7,94^\circ$ dan $28,95^\circ$. Mineral montmorillonit hasil pemurnian juga dapat dijelaskan melalui data JCPDS nomor 13-0135 yang menunjukkan adanya puncak serapan didaerah 2θ tertentu yaitu $5,89^\circ$ ($d_{001}=15\text{\AA}$); $19,71^\circ$ ($d_{100}=4,5\text{\AA}$); dan $29,55^\circ$ ($d_{005}=3,02\text{\AA}$).

Berdasarkan puncak serapan pada difaktogram Gambar 4.2 dapat disimpulkan bahwa bentonit hasil pemurnian menggunakan metode siphoning menghasilkan mineral montmorillonit sebagai fasa mineral dominan dan sedikit mineral pengotor yaitu feldspar. Mineral montmorillonit hasil pemurnian bentonit juga dapat diketahui melalui gugus fungsi penyusun dari mineral tersebut yang dapat diamati melalui spektra hasil analisis menggunakan FT-IR.

Berdasarkan Gambar 2 menunjukkan adanya pita serapan montmorillonit pada bilangan gelombang tertentu. Spektra bilangan gelombang $3626,17\text{ cm}^{-1}$ menggambarkan adanya gugus O-H yang bervibrasi pada lapisan oktahedral. Rytwo dkk (2015), menjelaskan bahwa pada bilangan gelombang 3620 cm^{-1} terdapat vibrasi gugus O-H dalam struktur montmorillonit atau bentonit. Bilangan gelombang $3425,58$ dan $1635,64\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya vibrasi ulur H-O-H pada molekul air. Menurut Permanasari dkk (2010) spektra pada bilangan gelombang $3413,8\text{ cm}^{-1}$ terdapat vibrasi ulur H-O-H, sedangkan pada $1631,7\text{ cm}^{-1}$ terdapat vibrasi tekuk H-O-H.



Gambar 2. Spektra FTIR (a) Bentonit Awal dan (b) Bentonit Hasil Pemurnian.

Spektra yang menunjukkan adanya vibrasi Si-O pada bentonit pemurnian terletak didaerah bilangan gelombang

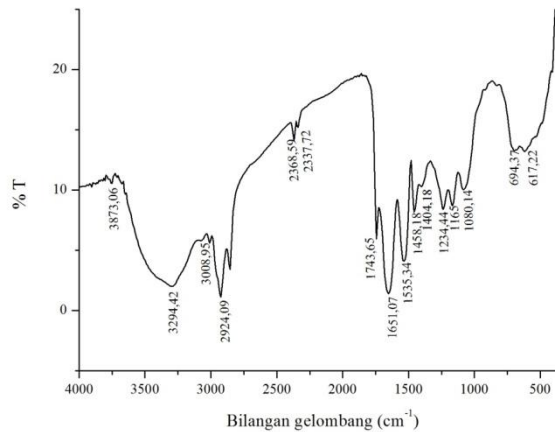
$1033,85\text{ cm}^{-1}$. Bilangan gelombang yang menggambarkan adanya spektra Si-O-Al dan Si-O-Si yang mengalami vibrasi tekuk terletak di daerah $524,64$ dan $470,63\text{ cm}^{-1}$. Adanya vibrasi tekuk Si-O-Al dan Si-O-Si pada material bentonit yang terletak di bilangan gelombang $542,35$ dan $475,68\text{ cm}^{-1}$ juga dijelaskan oleh Saikia dkk (2010).

Isolasi Protein Ampas Tahu

Isolasi protein ampas tahu dilakukan dengan proses ekstraksi kondisi basa dan pengendapan pada kondisi asam. Menurut Yuslinawati (2006), ekstraksi kondisi basa dilakukan dengan penambahan NaOH dan penggunaan suhu 50°C menyebabkan terjadinya peningkatan energi terekstrak oleh NaOH. Hal tersebut dapat disebabkan karena meningkatnya energi kinetik pengekstrak sehingga interaksi antara pelarut NaOH dengan protein menjadi lebih besar dalam memutuskan ikatan peptida dan konsentrasi protein menjadi semakin banyak.

Selain ekstraksi kondisi basa, isolat protein juga diendapkan dengan asam encer. Pengendapan protein dilakukan dengan penambahan asam klorida (HCl), hal tersebut dikarenakan ampas tahu yang sebagian besar terbuat dari kedelai merupakan protein globulin yang mempunyai titik isoelektris pada pH 4,1-4,6.

Rendemen protein hasil isolasi yang dihasilkan sebesar 1,150% atau 3,443 gram. Isolasi protein ampas tahu juga menghasilkan kadar protein sebesar 41%, sedangkan kadar air sebesar 4,568%. Isolat protein hasil isolasi dikarakterisasi dengan FTIR untuk mengetahui gugus fungsi yang terdapat didalamnya.



Gambar 3. Spektra FT-IR Isolat Protein Ampas Tahu.

Hasil analisis spektra pada Gambar 3 menunjukkan adanya pita serapan gugus fungsional dari serbuk protein ampas tahu. Spektra yang terbaca pada bilangan gelombang $3873,06\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya gugus O-H bebas, sedangkan pada $3294,42\text{ cm}^{-1}$ terdapat gugus N-H yang tumpang tindih dengan O-H. Bilangan gelombang $2924,09\text{ cm}^{-1}$ menunjukkan adanya uluran gugus C-H dan vibrasi N-H pada bilangan gelombang $2854,65\text{ cm}^{-1}$. Menurut Chen dkk (2013), pada bilangan gelombang 1656 dan 1535 cm^{-1} terdapat gugus amida I yang terletak pada protein

C=O serta amida II yang terletak pada ikatan protein N-H dan C-N ulur.

Berdasarkan hasil analisis FTIR pada Gambar 3 juga menunjukkan bahwa isolat protein dari ampas tahu termasuk kedalam bentuk globular. Menurut Kumosinski dan Unruh (1996), terdapatnya struktur globular pada protein ditunjukkan dengan adanya serapan bilangan gelombang di daerah 1667 dan 1650 cm^{-1} . Selain itu, terdapatnya struktur globular juga dipengaruhi oleh adanya gugus amida I dan amida II pada protein yang dianalisis.

Pembuatan Komposit *Edible Film* Isolat Protein Ampas Tahu-Montmorillonit

Penambahan montmorillonit pada komposit *edible film* berfungsi sebagai *filler* untuk meningkatkan sifat mekanik *edible film* tersebut. Montmorillonit yang ditambahkan dalam larutan film berada dalam bentuk suspensi yang telah diaduk dan disinari dengan gelombang ultrasonik melalui sonikator. Penggunaan gelombang ultrasonik berfungsi untuk memecah partikel montmorillonit agar dihasilkan montmorillonit dengan ukuran mikro atau nano, sehingga akan memudahkan proses dispersi montmorillonit kedalam matriks polimer.

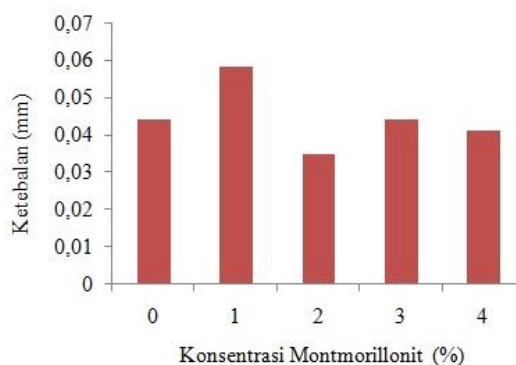
Proses dispersi montmorillonit pada polimer mengakibatkan terjadinya interaksi antara matriks polimer isolat protein dengan montmorillonit untuk membentuk komposit dengan tiga struktur yang berbeda yaitu taktoid, interkalasi dan eksfoliasi. Terjadinya salah satu interaksi dari ketiga struktur dapat diketahui melalui karakterisasi menggunakan XRD dan TEM. Selain XRD dan TEM *edible film* yang dihasilkan dikarakterisasi sifat mekanik dan transmisi uap air (WVTR) yang terjadi pada komposit *edible film* yang dihasilkan.

Karakterisasi Komposit *Edible Film* Isolat Protein Ampas Tahu-Montmorillonit

Ketebalan *Edible Film*

Ketebalan film dapat berpengaruh terhadap laju transmisi uap air dan gas. Semakin tebal ukuran suatu film maka laju permeabilitasnya semakin berkurang. Hal tersebut dapat dipengaruhi oleh adanya struktur silika dan alumina dari montmorillonit yang semakin bertambah. Selain struktur montmorillonit, ketebalan juga dipengaruhi oleh metode pencetakan yaitu *solution casting*, dimana alat yang digunakan berupa kaca yang dilapisi dengan aluminium foil. Penggunaan aluminium foil menyebabkan permukaan pada film tidak merata.

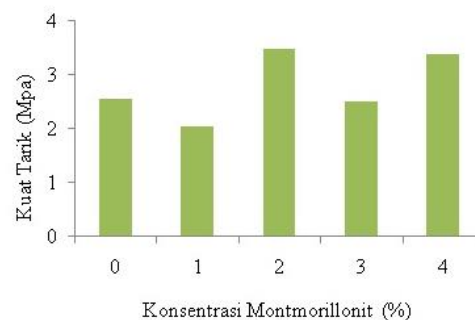
Berdasarkan Gambar 4 menunjukkan adanya pengaruh penambahan montmorillonit terhadap ketebalan *edible film*, dimana ketebalan yang dihasilkan berkisar antara 0,035-0,058 mm dan memenuhi kriteria film. Menurut Embuscado dan Kerry (2009) *edible film* dapat diklasifikasikan sebagai jenis film jika mempunyai ketebalan kurang dari 0,33 mm.



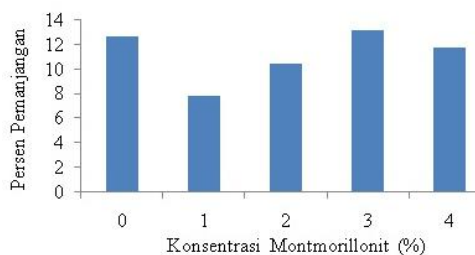
Gambar 4. Ketebalan Komposit *Edible Film*.

Sifat Mekanik

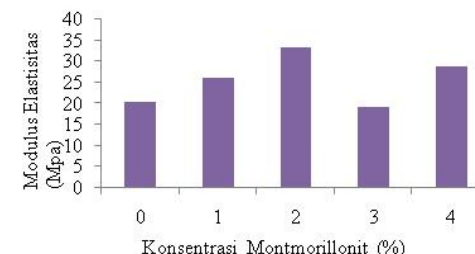
Sifat mekanik yang berupa kuat tarik, persen pemanjangan dan modulus elastisitas merupakan salah satu parameter pengujian yang sangat penting dalam *edible film*. Tinggi rendahnya sifat mekanik dapat berpengaruh terhadap fungsi *edible film* sebagai bahan pengemas makanan dan penghalau sifat *barrier* baik itu uap air maupun gas.



(a)



(b)



(c)

Gambar 5. Sifat Mekanik Komposit *Edible Film* (a) Kuat Tarik (b) Persen Pemanjangan dan (c) Modulus Elastisitas.

Sifat mekanik komposit *edible film* dapat dipengaruhi oleh ketebalan karena adanya perbedaan konsentrasi montmorillonit. Berdasarkan Gambar 5 (a) diketahui bahwa kuat tarik *edible film* dengan penambahan konsentrasi montmorillonit 2% mengalami peningkatan dibandingkan konsentrasi montmorillonit lainnya. Peningkatan kuat tarik *edible film* dapat dipengaruhi oleh adanya ruang diantara lapisan silikat (interkalasi) yang dipenuhi oleh polimer. Rhim dkk (2005) menjelaskan bahwa peningkatan sifat mekanik yaitu kuat tarik dapat dikarenakan adanya interkalasi isolat protein dalam montmorillonit serta dispersi partikel dalam matriks isolat protein.

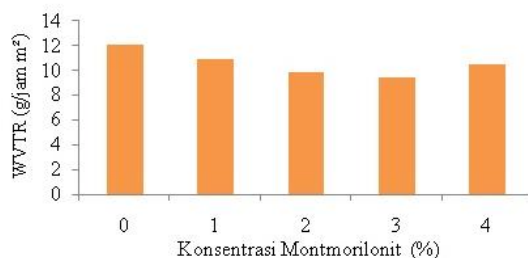
Selain kuat tarik, ketebalan *edible film* juga berpengaruh terhadap persen pemanjangan pada saat pemutusan, dimana ketebalan *film* berbanding lurus dengan pemanjangan pada saat pemutusan. Sinaga dkk (2013) menjelaskan bahwa semakin tebal suatu *edible film* menyebabkan terjadinya peningkatan persen pemanjangan pada saat pemutusan.

Berbeda dengan kuat tarik, persen pemanjangan berada pada konsentrasi 3%. Hal tersebut dapat dipengaruhi banyak sedikitnya *filler* montmorillonit yang akan mengakibatkan terbentuknya rongga matriks polimer yang mengakibatkan *filler* teraglomerasi kurang merata didalam matriks.

Berdasarkan Gambar 5 (c) penambahan konsentrasi montmorillonit 0-2% modulus elastisitas yang dihasilkan mengalami kenaikan, sedangkan 3-4% mengalami penurunan. Peningkatan modulus elastisitas pada konsentrasi 1-2% memungkinkan terjadinya dispersi secara merata mineral montmorillonit dalam matriks polimer isolat protein, sehingga sifat mekanik yang dihasilkan akan semakin meningkat. *Edible film* yang mempunyai modulus elastisitas tertinggi berada pada konsentrasi 2% yaitu 33,519 Mpa.

Water Vapour Transmission Rate (WVTR)

WVTR digunakan untuk menganalisis laju transmisi uap air maupun gas. Menurut Hidayati dan Nugraha (2014), *edible film* yang berasal dari protein mempunyai laju transmisi uap air yang tinggi, hal tersebut dikarenakan didalam *edible film* terdapat ikatan hidrogen antar rantai polipeptida dari protein. Selain itu sifat polaritas atau hidrofilik dari protein yang sangat tinggi menyebabkan *edible film* yang dihasilkan lebih mudah dalam mentransmisikan uap air.



Gambar 6. Laju Transmisi Uap Air (WVTR) Komposit *Edible Film*.

Sothornvit dkk (2009) menjelaskan bahwa nilai WVTR suatu *edible film* dapat turun karena adanya peningkatan konsentrasi

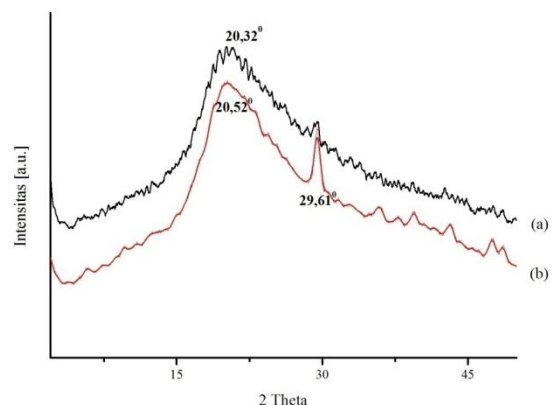
montmorillonit. Peningkatan konsentrasi montmorillonit akan menyebabkan mineral tersebut mempunyai struktur eksfoliasi atau interkalasi dengan matriks polimer *edible film*. Pembentukan struktur tersebut mengakibatkan hidrofobisasi *edible film* menjadi tinggi sehingga transmisi uap air melalui matriks *film* menjadi berliku karena adanya struktur berlapis dari mineral montmorillonit tersebut.

Berdasarkan Gambar 6 menjelaskan bahwa penambahan montmorillonit dengan variasi berbeda dapat menurunkan laju transmisi uap air. Akan tetapi, pada konsentrasi penambahan montmorillonit 4% laju transmisi uap air mengalami kenaikan. Kenaikan tersebut dapat dikarenakan adanya interaksi intermolekuler antara struktur montmorillonit dengan protein yang semakin lemah sehingga penyerapan air oleh *film* semakin meningkat, hal itu dikarenakan tidak ada lagi penghalang untuk transmisi uap air pada matriks film. Interaksi yang terjadi antara struktur montmorillonit dengan isolat protein ampas tahu dapat diamati melalui hasil analisis komposit *edible film* menggunakan XRD, FTIR dan TEM.

X-Ray Diffraction (XRD)

X-Ray Diffraction atau disingkat dengan XRD merupakan salah satu instrumen yang sangat penting untuk menganalisis kandungan suatu material yaitu montmorillonit dalam komposit *edible film*.

Difaktogram (b) pada Gambar 7 menunjukkan adanya dua serapan yang mirip dengan difaktogram (a) yaitu pada $2\theta = 20,52^\circ$ dan difaktogram montmorillonit pada $2\theta = 29,61^\circ$. Serapan yang kuat terjadi pada $2\theta = 20,52^\circ$ dapat dimungkinkan didalam komposit *edible film* terbentuk nanokomposit eksfoliasi dimana montmorillonit yang bertindak sebagai *filler* tersebar didalam matriks, sehingga didalam komposit *film* terjadi ikatan fisik akibat dari adanya tarikan gaya London-Van der Wals yang hanya terbatas pada reaksi permukaan luar.



Gambar 7. Difaktogram (a) *Edible Film* Isolat Protein (b) Komposit *Edible Film*.

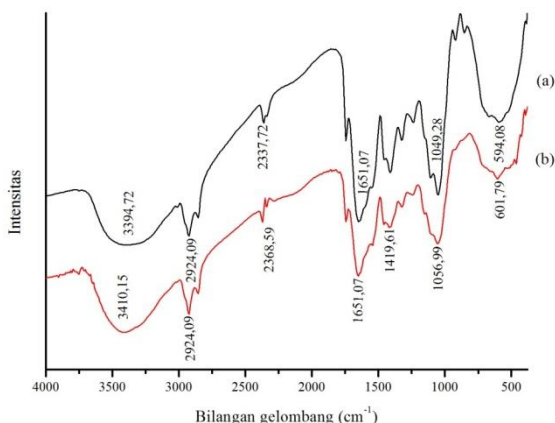
Berdasarkan Gambar 7 dapat disimpulkan bahwa yang berperan dominan dalam pembentukan komposit *edible film* adalah matriks yaitu protein dan montmorillonit hanya berperan sebagai *filler* untuk meningkatkan sifat mekanik pada komposit *edible film* melalui interaksi antar ikatan intermolekuler. Oleh

sebab itu, untuk memperjelas adanya interaksi antar ikatan intermolekuler serta terjadinya proses dispersi *filler* (montmorillonit) dalam metriks polimer pada komposit *edible film* dapat diamati dari hasil analisis menggunakan FTIR dan TEM.

Four Transmission Infra-Red (FTIR)

Analisis FTIR pada komposit *edible film* digunakan untuk mengetahui pengaruh penambahan montmorillonit terhadap interaksi gugus fungsi yang ada didalamnya. Gugus tersebut ada yang saling berinteraksi dan ada yang saling bertumpang tindih dalam struktur penyusun *edible film*.

Berdasarkan Gambar 8 terdapat pergeseran spektra kearah bilangan gelombang yang lebih tinggi yaitu 3394 cm⁻¹ menjadi 3410,15 cm⁻¹. Menurut Liu dkk (2011), pergeseran spektra pada bilangan gelombang 3234 cm⁻¹ sampai 3486 cm⁻¹ menunjukkan adanya penggantian gugus air (H-OH) bebas didalam intelayer montmorillonit oleh *plasticizer* gliserol atau protein selama proses pengolahan. Bilangan gelombang 2924,09 cm⁻¹ dan 2854,65 cm⁻¹ masing-masing menunjukkan adanya uluran C-H dan vibrasi N-H. Pergeseran spektra juga terjadi pada bilangan gelombang 2337,72 cm⁻¹ sampai 2368,59 cm⁻¹ dimana pada bilangan gelombang tersebut terdapat uluran R₂NH₂⁺.



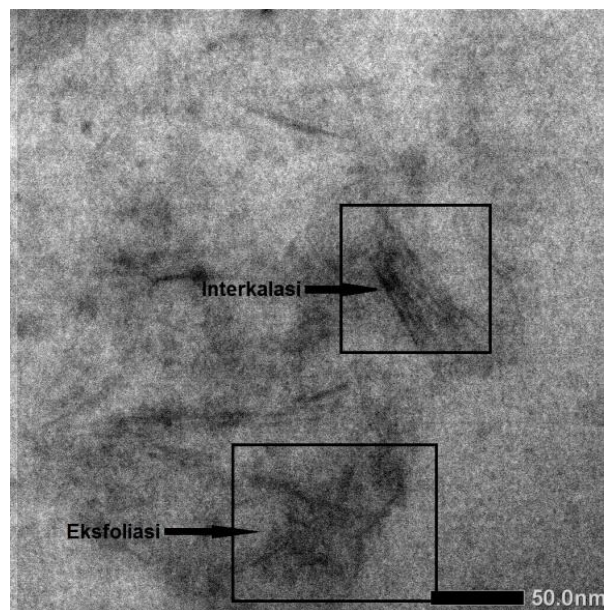
Gambar 8. Spektra FTIR (a) *Edible Film* Isolat Protein dan (b) Komposit *Edible Film*.

Hasil Analisis FTIR *edible film* menggambarkan tidak adanya perubahan gugus fungsi yang terjadi antara *edible film* protein dengan komposit *edible film* protein montmorillonit. Adanya pergeseran tersebut mengindikasikan bahwa interaksi yang terjadi pada komposit *edible film* adalah interaksi fisik, dimana montmorillonit yang bertindak sebagai *filler* mempunyai sifat amorf (Ristian, 2015). Interaksi fisik yang terjadi pada komposit *edible film* dapat dilihat melalui hasil karakterisasi menggunakan TEM.

Transmission Electron Microscopy (TEM)

Karakterisasi TEM digunakan untuk mengetahui interaksi yang terjadi pada *edible film* yang berkaitan dengan terdispersinya montmorillonit kedalam matriks polimer isolat protein. Hasil analisis TEM pada **Gambar 9** menunjukkan didalam komposit

edible film terdapat interaksi antara *filler* montmorillonit dengan matriks polimer isolat protein.



Gambar 8. Hasil Analisis Komposit *Edible Film* Isolat Protein Montmorillonit Menggunakan TEM.

Interaksi yang terjadi pada komposit *edible film* sebagian montmorillonit ada yang tereksfoliasi dan sebagian terinterkalasi. Komposit tereksfoliasi dapat terjadi karena *filler* montmorillonit yang sudah terpecah tersebar didalam *edible film*, sedangkan interaksi komposit terinterkalasi terjadi karena adanya peningkatan jarak interlayer pada montmorillonit.

Terbentuknya interaksi gabungan antara komposit eksfoliasi dan interkalasi dapat disebabkan karena tingginya konsentrasi montmorillonit yang digunakan sebagai *filler*. Stiller (2008) menjelaskan bahwa bertambahnya konsentrasi montmorillonit akan menyebabkan terbentuknya struktur eksfoliasi sulit untuk dicapai, sedangkan Ray dan Okamoto (2003) juga berpendapat bahwa komposit tereksfoliasi dapat terbentuk pada konsentrasi montmorillonit rendah dan pada konsentrasi tinggi akan terbentuk struktur tereksfoliasi sebagian.

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan dapat disimpulkan bahwa penambahan montmorillonit pada komposit *edible film* isolat protein ampas tahu-montmorillonit berpengaruh terhadap sifat mekanik dan menurunkan laju transmisi uap air. Sifat mekanik yang meliputi kuat tarik dan modulus elastisitas tertinggi berada pada penambahan konsentrasi montmorillonit 2% yaitu 3,486 Mpa dan 33,519 Mpa, sedangkan persen pemanjangan mengalami peningkatan pada konsentrasi montmorillonit 3% yaitu 13,136%. Interaksi yang terjadi antara montmorillonit dengan isolat protein pada komposit *edible film* adalah eksfoliasi dan interkalasi.

Daftar Pustaka

- Bourtoom, T., 2009. Review Article Edible Protein: Properties Enhancement. *International Food Research Journal*. 16. 1-9.
- Chen, X., Ru, Y., Chen, F., Wang, X., Zhao, X. & Ao, Q., 2013. FTIR Spectroscopic Characterization of Soy Protein Obtained Through AOT reverse micelles. *Food Hydrocolloids*, 31, pp.435-437.
- Diki, D.R., 2015. Pengolahan Limbah Plastik Kemasan *Multilayer Ldpe (Low Density Poly Ethilene)* dengan Menggunakan Metode Pirolisis *Microwave*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", Yogyakarta. ISSN 1693-4393.
- Embuscado, M.E. & Huber, K.C., 2009. *Edible Films and Coating for Food Applications*. Springer Dordrecht Heidelberg London New York.
- Hidayati, K & Nugraha I., 2014. Sintesis dan karakterisasi Komposit Edible Film Berbahan Dasar Gelatin Ceker Ayam dan Montmorillonit. *Prosiding Seminar Nasional Kimia dan Pendidikan Kimia VI*. Surakarta, 382-392.
- Juliastuti, S.R., Nuniek, H., Arief, F. & Diki, D.R., 2015. Pengolahan Limbah Plastik Kemasan *Multilayer Ldpe (Low Density Poly Ethilene)* dengan Menggunakan Metode Pirolisis *Microwave*. Prosiding Seminar Nasional Teknik Kimia "Kejuangan", Yogyakarta. ISSN 1693-4393.
- Kumosinski, T.F. & Unruh, J.J., 1996. Quantitation of the Global Secondary Structure of Globular Proteins by FTIR Spectroscopy: Comparison with X-ray Crystallographic Structure. *Elsevier: Talanta*, 43, pp.199-219.
- Liu, H., Chaudhary, D., Yusa, S. & Tade, S., 2011. Glycerol/Starch/Na⁺-Montmorillonite Nanocomposite: A XRD, FTIR, DSC and ¹H NMR Study. *Elsevier: Carbohydrate Polymers*, 83, pp.1591-1597.
- Mahmud, M.K., Slamet, D.S., Apriyantono R.R. & Hermana, 1990. *Komposisi Zat Gizi Pangan Indonesia*. Departemen Kesehatan, Jakarta.
- Ningwulan, M.P.S., 2012. Pembuatan Biokomposit Edible Film dari Gelatin/Bacterial (BCMC): Variasi Konsentrasi Matriks, Filler, dan Waktu Sonikasi. *Skripsi*. Jurusan Kimia, Fakultas Teknik, Universitas Indonesia, Jakarta.
- Nugraha, I & Somantri, A., 2013. Karakterisasi Bentonit Alam Indonesia Hasil Pemurnian dengan Menggunakan Spektroskopi IR, XRD dan SSA. *Prosiding Seminar Nasional Kimia*. Yogyakarta, 441-448.
- Permanasari, A., Siswaningsih, W. & Wulandari, I., 2010. Uji Kinerja Adsorben Kitosan-Bentonit Terhadap Logam Berat. *Jurnal Sains dan Teknologi*, 2 (1), pp.121-134.
- Ray, S.S. & Okamoto, M., 2003. Polymer/Layered Silicate Nanocomposite: A Review from Preparation to Processing. *Prog. Polym. Sci*, 28, pp.1539-1641.
- Rhim, J., Lee, J. & Kwak, H., 2005. Mechanical and Barrier Properties of Soy Protein and Clay Mineral Composite Films. *Food Science and Biotechnology*, 14, pp.112-116.
- Ristian, I., 2015. Bahan Pengemas Antimikroba Berbasis Nanokomposit Film Pati Tapioka, Montmorillonit, dan Nanopartikel Perak. *Tesis*, Sekolah Pascasarjana, Institut Pertanian Bogor, Bogor.
- Rytwo, G., Zakai, R. & Wicklein, B., 2015. The Use of ATR-FTIR Spectroscopy for Quantification of Adsorbed Compounds. *Journal of Spectroscopy*. Hindawi Publishing Corporation.
- Saikia, B. & Parthasarathy, G., 2010. Fourier Transform Infrared Spectroscopic Characterization of Kaolinite from Assam and Meghalaya, Northeastern India. *J. Mod Phys: Scientific Research*, 1, pp.206-210.
- Sinaga, L.L., Rejekina, M.S. & Sinaga, M.S., 2013. Karakteristik *Edible Film* dari Kacang Kedelai dengan Penambahan Tepung Tapioka dan Gliserol sebagai Bahan Pengemas Makanan. *Jurnal Teknik Kimia USU*, 2 (4), pp.12-14.
- Sothornvit, R. & Engineering, F., 2009. Effect of Nano-Clay Type on the Physical and Antimicrobial Properties of Whey Protein Isolate/Clay Composite Film. *Journal of Food Engineering*, 91 (3), pp.468-473.
- Stiller, B., 2008. The Effect of Montmorillonite Nanoclay on Mechanical and Barrier Properties of Mung Bean Starch Films. *Theses*. Clemson University.
- Wanyika, H., Maina, E., Gachanja, A. & Marika, D., 2016. Instrumental Characterization of Montmorillonite Clays by X-ray Fluorescence Spectroscopy, Fourier Transform Infrared Spectroscopy, X-ray Diffraction and UV/Visible Spectrophotometry. *JAGST*, 17 (1), pp.224-239.
- Winarni, C., Miskiyah & Widaningrum, 2012. Teknologi Produksi dan Aplikasi Pengemas *Edible Film* Antimikroba Berbasis Pati. *J. Litbang Pert*, 31 (3), pp.85-93.
- Yuslinawati, 2006. Isolasi dan Karakterisasi Sifat-Sifat Fungsional Protein Ampas Tahu. *Skripsi*. Fakultas Teknik Pertanian, Institut Pertanian Bogor, Bogor.

THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK