

SINTESIS NANOSULOSA DARI SERAT NANAS DAN APLIKASINYA SEBAGAI *NANOFILLER* PADA FILM BERBASIS POLIVINIL ALKOHOL

Evi Savitri Iriani¹, Kendri Wahyuningsih¹, Titi Candra Sunarti² dan Asep W. Permana¹

¹Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian

Jl. Tentara Pelajar No. 12, Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu Bogor, Indonesia 16114

²Fakultas Teknologi Pertanian, Institut Pertanian Bogor - Bogor, Indonesia

Email :kendriwahyuni@gmail.com

(Diterima 01-05-2015; Disetujui 08-05-2015)

ABSTRAK

Berbagai upaya telah dilakukan untuk mengurangi ketergantungan terhadap plastik berbahan baku minyak bumi yang persediaannya terbatas dan sulit terdegradasi secara alami sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan. Polivinil Alkohol/PVA memiliki kompatibilitas yang baik terhadap penambahan filler berupa nanoselulosa sehingga dapat menghasilkan film komposit yang ramah lingkungan dan sifat mekanis setara plastik konvensional. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan nanoselulosa yang berasal dari serat daun nanas terhadap peningkatan sifat mekanis film komposit. Pembuatan film komposit dilakukan menggunakan metode *casting solution*. Percobaan dilakukan dengan mencampurkan larutan PVA dengan berbagai konsentrasi nanoselulosa serat nanas (10%-50%) dan konsentrasi gliserol yang terdiri dari 2 level (0% dan 1%). Karakterisasi film meliputi kuat tarik, elongasi, kristalinitas dan morfologi. Hasil penelitian menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa serat nanas 10-40% dapat meningkatkan kuat tarik dan elongasi, namun penambahan hingga 50% justru menurunkan nilai elongasi. Penambahan *plasticizer* gliserol cenderung menurunkan kuat tarik dan elongasi. Hal ini didukung oleh data XRD yang menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa efektif meningkatkan sifat kristalinitas, namun sifat tersebut menurun setelah ditambahkan gliserol. Penambahan nanoselulosa 40% dan tanpa penambahan gliserol menghasilkan film komposit dengan sifat mekanis terbaik.

Kata kunci : polivinil alkohol, film komposit, nanoselulosa serat nanas, kuat tarik, elongasi

ABSTRACT

Evi Savitri Iriani, Kendri Wahyuningsih, Titi Candra Sunarti and Asep W. Permana. 2015. Nanocellulose synthesis from pineapple fiber and its application as nanofiller in polyvinyl alcohol-based film.

A variety of attempts have been made to reduce the dependence on petroleum raw materials based plastics which are limited supply and difficult to degrade, so it can cause the environment problems. Polyvinyl Alcohol/PVA, one of the water-soluble polymer, has good compatibility with fillers, i.e., nanocellulose addition, so it can result a composite films that are environmentally friendly and the mechanical properties close to conventional plastic. The objectives of research was to know the effect of pineapple nanocellulose fibers addition on the improvement of the mechanical properties of composite films based on polyvinyl alcohol. The method for manufactured of composite films using solution casting. A simple in a one-pot process was carried out by mixing of PVA solution in various concentration of pineapple nanocellulose fibers (10% - 50%) and glycerol with 2 levels (0% and 1%). Films observations were tensile strength, elongation, crystallinity, and morphology. The results shows that the addition of nanocellulose fibers 10-40% were effective in increasing tensile strength and elongation, but the higher addition (of up to 50%) resulted in decreased elongation. The addition of glycerol on the composite film tends to lower the tensile strength and elongation. This is supported by the XRD data showed that the addition of nanocellulose was also effective to improve the crystallinity properties of the films, but the properties of crystallinity decreased after adding glycerol. The best mechanical properties of composite film produced by the treatment on nanocellulose 40% addition and without glycerol.

Key words : polyvinyl alcohol, composite films, pineapple nanocellulose fibers, tensile strength, elongation

PENDAHULUAN

Ketergantungan manusia terhadap kemasan plastik dalam kehidupan sehari-hari sangat tinggi. Saat ini produksi plastik dunia diperkirakan mencapai 100 juta ton setiap tahunnya¹. Padahal bahan baku untuk pembuatan plastik berasal dari minyak bumi yang persediaannya terbatas serta sulit untuk didegradasi oleh alam sehingga dapat menimbulkan masalah lingkungan. Selain itu migrasi monomer dari plastik ke dalam produk pangan yang dikemas dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan seperti gangguan pada sistem hormon dan reproduksi disamping pemicu kanker². Oleh karena itu perlu dicari kemasan alternatif yang aman bagi kesehatan serta ramah lingkungan untuk dapat menggantikan plastik. Namun demikian, kemasan ramah lingkungan memiliki kelemahan khususnya sifat mekanisnya.

Plastik dengan penambahan komposit serat memiliki kelenturan dan elastik modulus yang baik³. Penambahan komposit serat dalam ukuran nanometer saat ini sedang berkembang di dunia penelitian karena nanoserat memiliki luas *interface* yang sangat besar sehingga apabila dikompositkan dan terdistribusi merata akan mengubah mobilitas molekuler dan sifat relaksasi menghasilkan komposit dengan fleksibilitas, kekakuan dan ketahanan panas serta listrik yang baik^{4,5,6,7}.

Serat yang mengandung selulosa merupakan polimer alami yang sangat kuat dan secara ekonomi relatif lebih murah. Salah satu sumber serat yang potensial adalah serat nanas. Menurut Onngo dan Jovita⁸, serat daun nanas memiliki komposisi kimia yang cukup potensial sebagai sumber selulosa yaitu α -selulosa dengan komposisi sebesar 69,5 – 71,5%. Kelebihan α -selulosa dibandingkan jenis selulosa lainnya adalah memiliki rantai polimer yang panjang dan derajat polimerisasinya tinggi, kualitas selulosanya juga paling tinggi/murni⁹. Selain itu serat daun nanas juga memiliki sifat fisik dan mekanis (elastisitas, *torsional flexural rigidity*) yang relatif lebih besar dibandingkan serat dari kapas sehingga berpotensi dikembangkan untuk bahan komposit sebagai bahan *reinforced* plastik¹⁰. Kondisi rantai selulosa yang panjang dan bergabung dalam molekul-molekulnya serta memiliki ikatan hydrogen yang cukup stabil, maka selulosa dapat dibuat dalam bentuk nanoselulosa. Nanoselulosa merupakan selulosa yang memiliki ukuran diameter dalam nanometer (2–20 nm) dan panjangnya antara ratusan sampai ribuan nanometer⁵, termasuk nanokomposit yang ringan dan memiliki kekuatan besar dengan biaya yang cukup rendah^{11,12}. Nanoselulosa yang dibuat dalam bentuk *biofilm* memiliki sifat fisik dan mekanis yang kurang baik yaitu rapuh, kaku dan kuat tariknya lemah.

Polivinil alkohol (PVA) memiliki rumus kimia $[(C_2H_4OH)_x]$ dengan berat molekul antara 26.300–30.000, titik leleh 180-190 °C, dan derajat hidrolisis 86,5-89%¹³ merupakan polimer sintetis yang mudah larut dalam air, sedikit larut dalam etanol tapi tidak larut dalam pelarut organik lainnya, tidak berbau, tidak memiliki rasa, tidak beracun, dapat terdegradasi secara alami atau *biodegradable*¹⁴. Hal yang menyebabkan PVA banyak digunakan sebagai bahan kemasan alternatif yang menjanjikan karena sifatnya yang sangat baik dalam pembentukan kemasan, tahan terhadap minyak dan lemak, memiliki kekuatan tarik dan fleksibilitas tinggi¹⁴. Namun sifat ini sangat tergantung pada kelembaban, semakin tinggi kelembaban maka akan semakin banyak air yang diserap dari lingkungan sekitar. Akibatnya akan mengurangi kekuatan tarik, meningkatkan elongasi dan kekuatan sobek dari film PVA ini¹⁴.

Menurut Roohani *et al.*⁷, PVA memiliki kompatibilitas yang baik jika ditambahkan *filler* berupa nanoselulosa sehingga dapat menghasilkan produk nanokomposit yang ramah lingkungan. Dengan demikian penambahan nanoserat selulosa pada film berbasis PVA diharapkan mampu meningkatkan dan memperbaiki sifat mekanisnya. Beberapa penelitian *edible film* telah dilakukan dengan penambahan nanoselulosa yang berasal dari serat, ternyata dapat memperbaiki dan meningkatkan sifat mekanis^{5,15,16,17,18}, sifat *barrier*¹⁹, dan kemampuan agregasi dengan partikel lain yang lebih baik²⁰.

Hasil penelitian Tang and Liu¹⁵, membuktikan bahwa penambahan nanoserat selulosa yang tinggi ($\geq 40\%$ berat) pada pembuatan film berbasis larutan PVA, dapat meningkatkan kekuatan mekanisnya hingga 50 % dan *Young's Modulus* lebih dari 600%. Penambahan nanoselulosa antara 0% sampai 10% juga mampu meningkatkan sifat mekanis dan kekuatan film¹⁷. Studi yang telah dilakukan Azeredo *et al* (2010)¹⁸, menambahkan nanoselulosa 15% pada film kitosan menghasilkan film yang memiliki sifat kekuatan yang sama dengan film dari polimer sintetis, tetapi terjadi penurunan sifat mekanis dan kecepatan transmisi uap air.

Selain itu menurut Pudjiastuti *et al.* (2012)²¹, sifat mekanis tersebut dapat meningkat dengan penambahan *plasticizer*. *Plasticizer* yang umumnya digunakan adalah poliols dan mono, di dan oligosakarida, gliserol dan sorbitol karena tipe dan konsentrasi *plasticizer* dapat mempengaruhi sifat fisik, mekanis dan *barrier water vapor film*²². *Plasticizer* gliserol memberikan hasil yang terbaik terhadap karakteristik *edible film* dibandingkan sorbitol²³.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi nanoselulosa serat daun nanas

dan penambahan gliserol terhadap sifat mekanis film komposit berbasis PVA.

BAHAN DAN METODE

Bahan dan Alat

Penelitian dilaksanakan dari bulan Juni-Desember 2014 di Balai Besar Pascapanen Pertanian. Bahan baku yang digunakan dalam penelitian adalah Polivinil Alkohol (PVA) Celvol TM Sekisui Chemical Co.ltd, serat daun nanas CV. Hasanah Niaga Bandung Provinsi Jawa Barat, *plasticizer* gliserol teknis PT. Brataco, akuades, dan beberapa bahan untuk analisis.

Alat yang digunakan antara lain *hot plate*, *teflon*, *oven* dan instrumen pengujian meliputi *Ultra Fine Grinder* (Masuko Corp, Japan), *Particle Size Analyzer* (PSA) Malvern, *Transmission Electron Microscope* (TEM) FEI Tecnai G2spirit, *X-ray Diffraction* (XRD) Bruker D8 Advance, *Universal Testing Machine* (UTM) LF Plus series digital merk LLOYD, *Scanning Electron Microscope* (SEM) Zeiss EVO MA10.

Metode Penelitian

Pembuatan Nanoselulosa²⁴

Selulosa diisolasi dengan menggunakan *Sodium khlorit* konsentrasi 100%. Selulosa selanjutnya dihidrolisa dengan larutan asam sulfat (64 % b/b) disertai dengan pengadukan yang kuat pada suhu 45 °C selama 60 dan 90 menit. Proses hidrolisa dihentikan dengan penambahan air dingin. Suspensi selulosa dicuci dengan *deionised-water* dan dipisahkan dengan cara sentrifugasi. Suspensi kemudian didialisis dan disonikasi selama 20 menit untuk mendispersikan selulosa ke dalam air.

Nanoselulosa dibuat dengan *Ultra Fine Grinder*, selulosa serat nanas dilarutkan dalam aqua destilat pada konsentrasi 2% (bahan kering). Kemudian dimasukkan ke dalam *ultra fine grinder* (Masuko Corp, Japan). Alat dioperasikan dengan kecepatan 1500 rpm pada *gap* 0, *gap* -3, *gap* -5 dan *gap* -10 secara berurutan. Proses di atas diulang sebanyak 10-20 kali untuk masing-masing tingkat *gap* hingga diperoleh suspensi nanoselulosa kental. Suspensi nanoselulosa disimpan pada suhu 4 °C hingga saatnya digunakan. Untuk melihat ukuran partikel nanoselulosa digunakan PSA pada pengenceran 10 kali dan indeks bias rata-rata sampel yang terukur 1,3365.

Pembuatan Film Komposit Berbasis Polivinil Alkohol (PVA)

Kristal PVA (1,5g) dilarutkan dalam akuades sebanyak 15 ml dan campuran dipanaskan pada suhu

80 °C selama 2 jam²⁵ dan didinginkan. Nanoselulosa ditambahkan kedalamnya dengan variasi proporsi 10%, 20%, 30%, 40% dan 50 % berat (b/b) PVA. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan *stirrer* selama 2 jam. Bahan tersebut dicetak dengan teflon berdiameter 120 mm untuk mendapatkan film. Film dikeringkan dalam oven Memmert selama 5 jam pada suhu 65 °C²⁶. Film yang dihasilkan disimpan dalam desikator atau dimasukkan dalam wadah tertutup yang berisi silika gel.

Film komposit dibuat dengan cara serupa, namun ada penambahan *plasticizer* gliserol sebesar 1% dari berat total campuran larutan PVA dan nanoselulosa. Komposisi film komposit sesuai kode sampelnya dapat dilihat pada Tabel 1.

Tabel 1. Komposisi film komposit
Table 1. Composition of composite films

No. Num.	Kode Sampel / Sample codes	Komposisi (%) / Composition (%)		
		[PVA] 10% / [PVA] 10%	Nanoselulosa / Nanocellulose	Gliserol / Glycerol
1	P10N10G0	90	10	0
2	P10N20G0	80	20	0
3	P10N30G0	70	30	0
4	P10N40G0	60	40	0
5	P10N50G0	50	50	0
6	P10N10G1	89	10	1
7	P10N20G1	79	20	1
8	P10N30G1	69	30	1
9	P10N40G1	59	40	1
10	P10N50G1	49	50	1

Analisis Kristanilitas

Analisis kristalinitas setiap sampel film diuji menggunakan *X-ray Diffraction* (XRD) Bruker D8. Sampel dipotong dengan diameter 3 cm dan dianalisis dengan menggunakan radiasi $K\alpha$ Cu ($\lambda=1.54060$) di bawah kondisi operasional pada 40 kV dan 35 mA dengan kecepatan pemindaian 1°/min.

Analisis Sifat Mekanis

Sifat mekanis film diukur menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) NEXYGEN Llyod Instrument Ltd. UTM dilengkapi dengan beban 500 N dan grip yang digerakkan dengan kecepatan 100mm/menit. Film dipotong dengan ukuran 50 mm x 20 mm. Film dijepit diantara grip yang berjarak awal antar grip 50 mm. Pengukuran diulang sebanyak 2 kali. Parameter yang diuji adalah nilai kekuatan tarik (*Tensile strength*), dan elongasi.

Analisis Struktur Morfologi

Analisis struktur morfologi dilakukan dengan menggunakan *Scanning Electrone Microscope* (SEM) Zeiss EVO MA10. Sampel yang dianalisis menggunakan SEM meliputi selulosa serat nanas dan film komposit yang dihasilkan. Sampel dipotong kecil (2mm x 2mm) dan dipasang pada penampang visualisasi perunggu dengan menggunakan *double-site tape*. Permukaan sampel dilapisi dengan lapisan emas tipis pada kondisi *sputter time* 60 detik dan *sputter current* 20 mA. Sampel dimasukkan ke dalam alat SEM dan gambar permukaannya diambil menggunakan detektor SE (*Secondary Electron*), *working distance* (WD) 11,5-12 mm dan EHT 11,0 kV. Sedangkan untuk melihat distribusi atau sebaran partikel nanoselulosa digunakan *Transmission Electrone Microscope* (TEM) FEI Tecnai G2spirit. Sampel diencerkan 20 kali di bawah kondisi operasi *high tension* 120 kV dan menggunakan *holey carbon grid*.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Pembuatan nanoselulosa dari serat nanas dilakukan dengan kombinasi perlakuan kimia dan mekanis, perlakuan kimia untuk proses delignifikasi dan perlakuan mekanis menggunakan *Ultra Fine Grinder* untuk proses defibrilasi. Selulosa serat nanas yang diperoleh dari proses delignifikasi diamati struktur morfologinya (Gambar 1). Pada Gambar 1 tampak bahwa belum semua serat selulosa terdefibrilasi menjadi fibril selulosa yang berukuran kecil, sebagian dari serat selulosa masih bersatu membentuk bundel. Bersatunya serat selulosa tersebut diduga masih terdapat lignin dan hemiselulosa yang menyerupai perekat. Untuk mendapatkan bentuk lembaran serabut atau serat selulosa dalam ukuran nanoselulosa yang menyerupai benang, maka serat

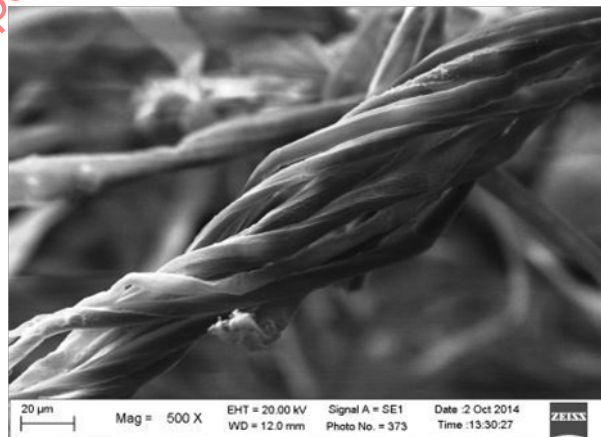
selulosa tersebut diuraikan secara mekanik dengan *Ultra Fine Grinder*.

Suspensi nanoselulosa serat nanas yang diperoleh dari proses mekanis diamati ukuran partikelnya dengan menggunakan *particle size analyzer* (PSA) yang dilakukan pada pengenceran 10 kali. Hasil pengukuran menunjukkan bahwa nanoselulosa serat nanas memiliki ukuran rata-rata 284,6 nm. Hasil pengamatan struktur internal nanoselulosa dengan menggunakan TEM menunjukkan bahwa nanoselulosa yang dihasilkan sudah berukuran di bawah 100 nm dan sudah terfibrilasi secara merata, seperti terlihat pada Gambar 2. Hal ini menunjukkan bahwa proses pengecilan ukuran menggunakan metode mekanis *Ultra Fine Grinder* sudah tepat.

Selulosa yang terkandung di dalam serat daun nanas ini cukup potensial dikembangkan untuk bahan komposit sebagai *reinforced* plastik. Hal itu dikarenakan serat daun nanas memiliki sifat fisik dan mekanis yang relatif lebih besar dibandingkan serat dari kapas¹⁰, secara ekonomi juga relatif lebih murah karena tanaman nanas sudah banyak dibudidayakan di tanah air. Serat daun nanas memiliki komposisi kimia yang cukup besar yaitu α -selulosa dengan komposisi sebesar 69,5-71,5%⁸. Kelebihan α -selulosa dibandingkan β -selulosa dan γ -selulosa adalah memiliki rantai polimer yang panjang dan derajat polimerisasinya tinggi, kualitas selulosanya juga paling tinggi/murni⁹. Rantai polimer α -selulosa pada serat nanas yang dibuat dalam ukuran nanometer dan memiliki sifat kristalinitas yang tinggi ternyata mampu meningkatkan sifat mekanis film komposit berbasis PVA-nanoselulosa.

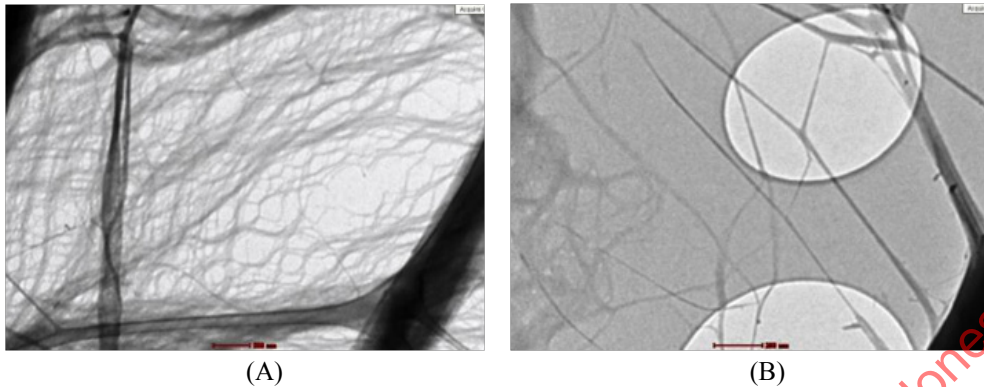
Kristalinitas

Perbandingan sifat kristalinitas film disajikan pada Gambar 3 yaitu antara film PVA sebelum ditambah



Gambar 1. Hasil SEM selulosa serat nanas perbesaran 500X

Figure 1. Result of Scanning Electron Microscopy of pineapple cellulose fibers with magnification 500X



Gambar 2. Hasil TEM nanoselulosa serat nanas dengan perbesaran: (A) 13.500X (B) 46.000X
Figure 2. TEM results of pineapple nanocellulose fibers with magnification (A) 13,500X (B) 46,000X

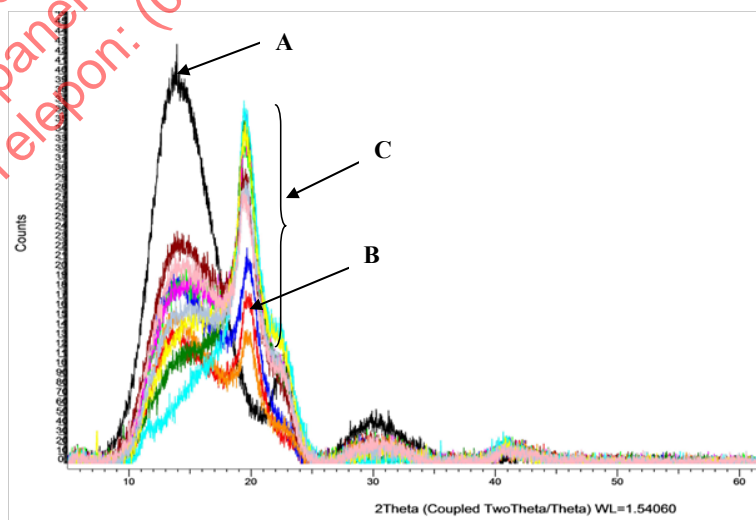
nanoselulosa dengan film PVA setelah ditambahkan *filler* nanoselulosa. Difraktogram film nanoselulosa serat nanas pada Gambar 3 (A) memperlihatkan satu puncak yang melebar pada daerah 2θ di bawah 20° dan presentase kristalinitasnya 55,4%, hal ini menunjukkan bahwa nanoselulosa serat nanas mempunyai struktur molekul semikristalin atau susunan rantai polimernya tersusun secara teratur. Sedangkan difraktogram film PVA (sebelum penambahan nanoselulosa) pada Gambar 3 (B) memperlihatkan 2 puncak yang dominan, namun puncak yang paling tajam (puncak berwarna merah) terjadi pada daerah 2θ sekitar 20° . Menurut hasil penelitian Chen Yun *et al.*²⁷, difraktogram film PVA menunjukkan puncak yang tajam pada $2\theta = 19,4^\circ$.

Gambar 3 (C) menunjukkan difraktogram film PVA setelah penambahan nanoselulosa atau film komposit. Film komposit ini memiliki intensitas puncak yang lebih tinggi dibandingkan film PVA. Hal ini diduga karena film komposit mengalami peningkatan derajat

kristalinitas setelah penambahan nanoselulosa. Menurut Chen *et al.*²⁸, perubahan pada intensitas puncak difraksi menunjukkan terjadinya perubahan pada struktur kristal atau keteraturan rantai molekul selulosa.

Pengaruh penambahan nanoselulosa dan gliserol berpengaruh terhadap kristalinitas film komposit sebagaimana terdapat pada Gambar 4. Pada Gambar tersebut terlihat bahwa nilai korelasi antara konsentrasi nanoselulosa dengan kristalinitas sebesar 0,806 maka dapat disimpulkan bahwa penambahan nanoselulosa hingga 50% b/b berpengaruh nyata pada kristalinitas dari film komposit tanpa penambahan gliserol.

Film komposit tanpa penambahan gliserol mengalami peningkatan persentase kristalinitas seiring dengan bertambahnya nanoselulosa yang ditambahkan ke dalam film PVA, hal ini menunjukkan bahwa penambahan nanoselulosa ke dalam film berbasis PVA dapat memperbaiki atau meningkatkan kualitas film tersebut. Hasil penelitian Savadekar *et al.*¹⁶ juga



Gambar 3. Difraktogram X-ray : (A) film nanoselulosa, (B) film PVA dan (C) film komposit
Figure 3. X-Ray diffractogram : (A) nanocellulose film, (B) PVA film and (C) composite films

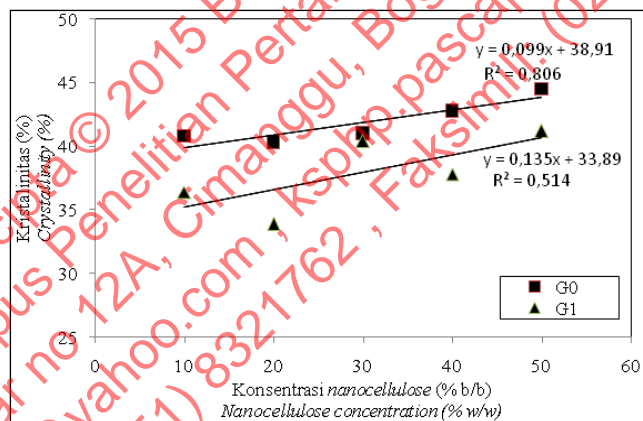
menunjukkan persentase kristalinitas film nanokomposit mengalami peningkatan dengan meningkatnya konsentrasi nanoselulosa yang ditambahkan.

Sementara itu, penambahan *plasticizer* gliserol dapat menurunkan persentase kristalinitas dari film komposit tersebut. Hal tersebut karena gliserol merupakan bahan yang mampu membentuk banyak ikatan Hidrogen dan berinteraksi dengan polimer dengan cara mengganggu ikatan polimer-polimernya sehingga menciptakan jarak antar rantai partikel²⁹. Terganggunya atau tidak stabilnya ikatan antar molekul pada film komposit ini menyebabkan jarak antar molekul tidak teratur sehingga interaksi tarik-menarik dan ikatan antar molekulnya menjadi lemah yang berarti molekulnya bersifat amorf dan kristalinitas film menurun. Hal ini didukung juga dari hasil SEM film komposit dengan penambahan gliserol pada Gambar 6 d), e) dan f) yang terlihat bahwa sebaran distribusi nanoselulosa pada permukaan film kurang nampak jelas, diduga sebagian dari nanoselulosa telah melebur bereaksi dengan gliserol.

Sifat Mekanis

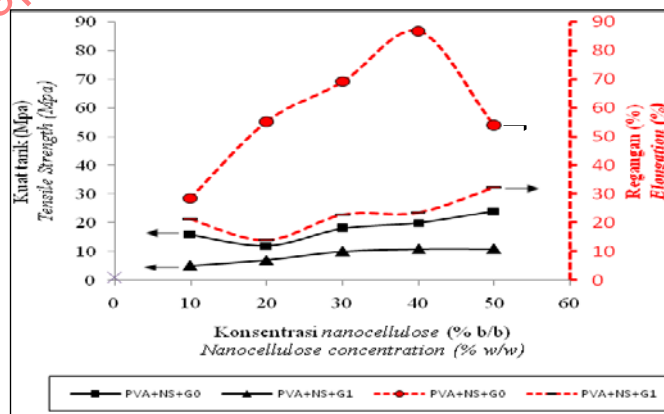
Sifat mekanis film komposit ditunjukkan pada Gambar 5, bahwa peningkatan konsentrasi nanoselulosa yang ditambahkan berpengaruh pada peningkatan nilai kuat tarik dan elongasinya. Namun peningkatan elongasi tersebut sebatas sampai penambahan nanoselulosa sebanyak 40%, pada penambahan nanoselulosa 50% mengalami penurunan elongasi. Hal ini diduga disebabkan oleh kurangnya homogenitas nanoselulosa ke dalam campuran, karena proses pencampuran dilakukan pada kondisi waktu reaksi dan kecepatan pengadukan yang sama untuk semua jenis perlakuan.

Gambar 5 juga menunjukkan bahwa penambahan gliserol telah menurunkan nilai kuat tarik dan elongasi film komposit. Penelitian Savadkar and Mhaske¹⁶, Hermette *et al.*¹⁸ menghasilkan film komposit dengan penambahan gliserol dapat menurunkan nilai elongasinya. Hal ini diduga penambahan *plasticizer* telah menginduksi peningkatan mobilitas pada rantai polimer sehingga menyebabkan penurunan nilai kuat tarik dan



Keterangan/Remarks : G0 = film komposit tanpa penambahan gliserol/composite films without glyserol
G1 = film komposit + gliserol / composite films + glyserol

Gambar 4. Pengaruh penambahan nanoselulosa dan gliserol terhadap kristalinitas film komposit
Figure 4. Effect of nanocellulose fibers addition and glycerol on the crystallinity of composite film



Gambar 5. Kekuatan tarik dan sifat elongasi film komposit berbasis PVA- nanoselulose serat nanas
Figure 5. Tensile strength and elongation properties of composite films based on PVA- pineapple nanocellulose fibers

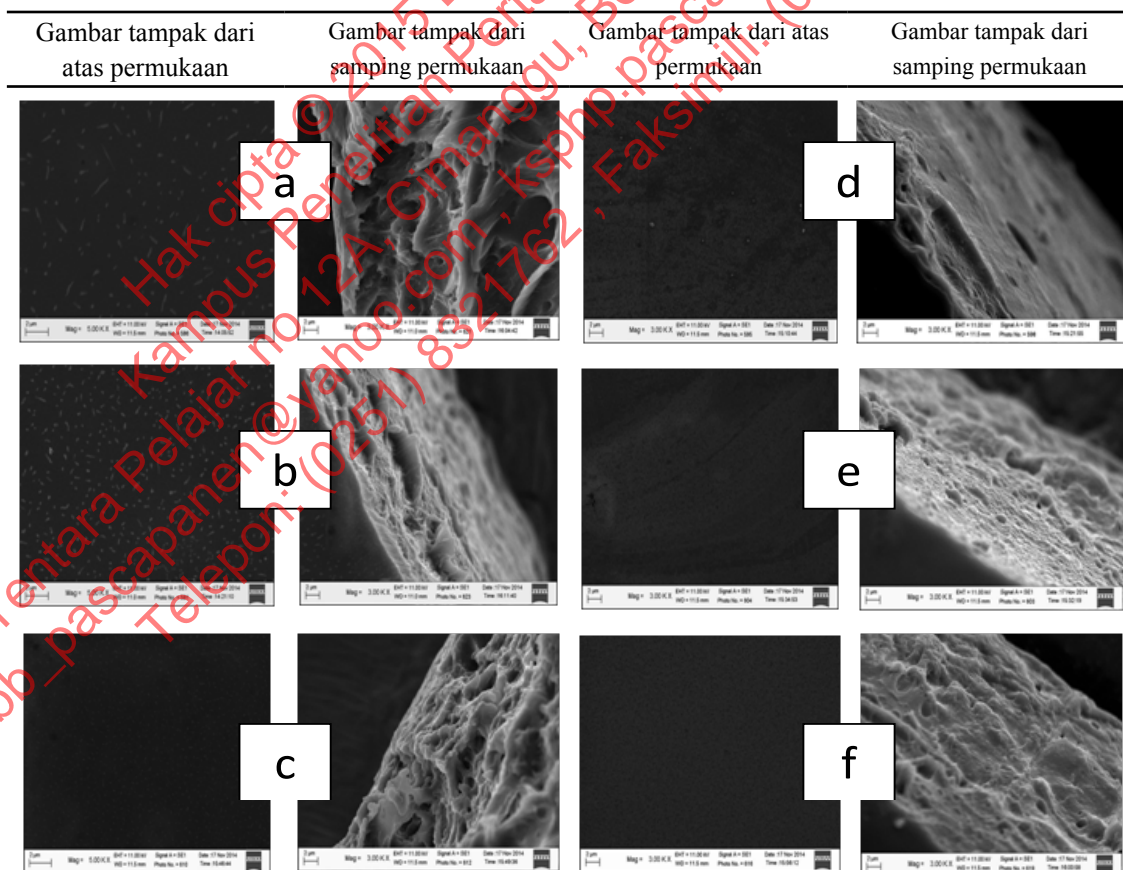
elongasi³⁰. Dengan demikian proses pencampuran yang dilakukan pada kondisi suhu kamar berpengaruh terhadap homogenitas komposit tersebut sehingga kompatibilitas antara nanoselulosa dan gliserol berkurang.

Secara fisik dan pengamatan visual, film komposit dengan penambahan gliserol memiliki permukaan yang lebih halus, lebih elastis dan tidak mudah retak. Menurut Al Awwaly KU *et al.*³¹, penambahan *plasticizer* gliserol dapat mengurangi daya tarik antar intermolekuler rantai polimer sehingga mengurangi sifat mudah retak.

Struktur Morfologi Film Komposit

Struktur morfologi permukaan film komposit dapat dilihat pada Gambar 6. Pada Gambar 6 a), b) dan c) tampak adanya noktah putih di atas permukaan gambar yang diduga merupakan nanoselulosa yang terdispersi secara merata pada film komposit. Peningkatan konsentrasi nanoselulosa berpengaruh terhadap distribusinya pada permukaan film yaitu semakin meningkat jumlah nanoselulosa yang ditambahkan sebaran nanoselulosanya semakin rapat dan padat

sehingga sangat berpengaruh terhadap sifat mekanis dan kristalinitas film. Sementara itu, penambahan gliserol juga sangat berpengaruh terhadap permukaan film, pada Gambar 6 d), e) dan f) terlihat bahwa sebaran distribusi nanoselulosa pada permukaan film nampak kurang jelas. Hal ini diduga telah terjadi reaksi antara ikatan Hidrogen pada gliserol dengan ikatan-ikatan polimer pada selulosa sehingga mempengaruhi sifat fisik, sifat mekanis dan struktur kristalinitas film komposit. Hal ini didukung oleh data hasil pengamatan dengan XRD, yaitu penambahan gliserol pada film komposit telah menurunkan derajat kristalinitasnya. Secara fisik dan visual dari hasil pengamatan dengan indera peraba juga menunjukkan bahwa permukaan film komposit dengan penambahan gliserol lebih halus dan rata. Penelitian Al Awwaly KU *et al.*³¹ menguji *edible film* menggunakan metode SEM menunjukkan bahwa penambahan gliserol menghasilkan mikrostruktur film yang lebih rata pada permukaannya. Berdasarkan Gambar 6 a), b) dan c), pengamatan dari bagian samping sisi permukaan film komposit menunjukkan bahwa struktur internal film



Gambar 6. SEM film komposit dengan perbesaran 5.000X dan 3.000X: a) P10N10G0 b) P10N30G0 c) P10N40G0 d) P10N10G1 e) P10N30G1 f) P10N40G1

Figure 6. SEM of composite films with magnification 5,000X and 3,000X: a) P10N10G0 b) P10N30G0 c) P10N40G0 d) P10N10G1 e) P10N30G1 f) P10N50G1

komposit tanpa penambahan gliserol tampak berserabut atau bergelombang secara tidak teratur. Penampakan serabut-serabut yang tidak teratur ini diduga merupakan nanoselulosa yang telah terdispersi di dalam film PVA. Sedangkan struktur internal film komposit dengan penambahan gliserol tampak lebih rata gelombangnya sesuai yang ditunjukkan pada Gambar 6 d), e) dan f).

KESIMPULAN

1. Penambahan nanoselulosa serat nanas sebesar 10%, 20%, 30%, 40% dan 50% pada film berbasis polivinil alcohol (PVA) dapat meningkatkan nilai kuat tarik dan elongasi. Namun pada saat penambahan nanoselulosa 50%, elongasinya justru menurun.
2. Penambahan nanoselulosa pada film PVA meningkatkan sifat kristalinitas film komposit, namun dengan penambahan *plasticizer* gliserol sifat kristalinitas film cenderung menurun dan tidak stabil.
3. Perlakuan yang menghasilkan film komposit dengan sifat mekanis terbaik dicapai pada kondisi penambahan nanoselulosa sebesar 40% dan tanpa penambahan gliserol.

DAFTAR PUSTAKA

1. Anonymous. 2010. Bioplastic at a glance. www.european-bioplastics.org. Akses tanggal 18 Februari 2010.
2. Sulchan M, NW Endang. Keamanan pangan kemasan plastik dan styrofoam. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 2007;57(2):54-59.
3. Mallick PK. Fiber-reinforced composites : materials, manufacturing and design. Newyork: Marcel Dekker: 1993.
4. Kvien I, Oksman K. Orientation of cellulose nanowhiskers in polyvinyl alcohol. *Applied Physics A: Materials science and Processing*. 2007;87(4):641-643.
5. Azeredo HMC, Mattoso LHC, Wood D, Williams TG, Bustillos RJA, McHugh TH. Nanocomposite edible film from mango puree reinforced with cellulose nanofibers. *Journal of Food Science*. 2009; 74(5):31-35.
6. Bondeson D, Oksman K. Dispersion and characteristics of surfactant modified cellulose whiskers nanocomposites. *Composite Interfaces*. 2007;14:617-630.
7. Roohani M, Habibi Y, Belgacem YM, Ebrahim G, Karimi AN, Dufresne A. Cellulose whiskers reinforced polyvinyl alcohol copolymer nanocomposites. *European Polymer Journal*. 2008;44:2489-2498
8. Onggo H, Jovita T. Pengaruh sodium hidroksida dan hydrogen peroksida terhadap rendemen dan warna pulp dari serat nanas. LIPI. Bandung. 2003.

9. Nuringtyas TR. Karbohidrat. Yogyakarta. Gajah Mada University Press. 2010.
10. Hidayat Praktikno. Teknologi pemanfaatan serat daun nanas sebagai alternatif bahan baku tekstil. *Teknoin*. 2008; 13(2) : 31-35.
11. Helbert W, Cavaillé JY, Dufresne A. Thermoplastic nanocomposites filled with wheat starw cellulose whiskers. Part I : processing and mechanical behavior. *Polymers Compos*. 1996;17(4):604-611.
12. Podsiadlo P, Choi SY, Shim B, Lee J, Cuddihy M, Kotov NA. Molecularly engineered nanocomposites : layer-by-layer assembly of cellulose nanocrystals. *Biomacromolecules*. 2005;6:2908-2914.
13. Saxena A, Elder TJ, Kenvin J, Ragauskas AJ. High oxygen nanocomposite barrier films based on xylan and nanocrystalline cellulose. *Nano-Micro Lett*. 2010, 2:235-241.
14. Tang X, Alavi S. Recent advances in starch, polyvinyl alcohol based polymer blends, nanocomposites and their biodegradability. *Carbohydrate Polymers*. 2011;85:7-16.
15. Tang C, Liu H. Cellulose nanofiber reinforced poly(vinyl alcohol) composite film with high visible light transmittance. *Compos A*. 2008;39(10):1638-1643.
16. Savadekar NR, Mhaske ST. Synthesis of nanocellulose fibers and effect on thermoplastics starch based films. *Carbohydrate Polymers*. 2012; 89:146-151.
17. Hasan MF. Development of chitosan based film enhanced with nanocellulose fiber extracted from oil palm empty fruit (OPEFB) [thesis]. Malaysia:Faculty of Chemical Engineering Universiti Teknologi Malaysia; 2013.
18. Azeredo HMC, Mattoso LHC, Bustillos RJA, Pilho GC, Munford ML, Wood D, McHugh TH. Nanocellulose reinforced Chitosan composite films affected by nanofiller loading and plasticizer content. *Journal of Food Science*. 2010;75(1):N1-N7.
19. Pereda M, Amica G, Racz I, Marcovich NE. Structure and properties of nanocomposite films based on sodium caseinate and nanocellulose fibers. *Journal of Food Engineering*. 2011; 103:76-83.
20. Winarno FG dan Fernandez IE. Nanoteknologi bagi industry pangan dan kemasan [cetakan pertama]. Bogor : M-BRIO Press; 2010.
21. Pudjiastuti W, Listyarini A, Sudirman. Polimer nanokomposit sebagai master batch polimer biodegradable untuk kemasan makanan. *J. Riset Industri*. 2012;VI(1):51-60.
22. Cuq B, Gontard N, Cuq JL, Guilbert S. Selected functional of fish myofibrillar protein-based films as affected by hydrophilic plasticizer. 1997. In Galiotta G, Di Gioia L, Guilbert S, Cuq B. Mechanical and thermomechanical properties of films based on whey proteins as affected by plasticizer and crosslinking agents. *J. Dairy Science*. 1998;81:3123-3130.

Sintesis Nanoselulosa Dari Serat Nanas dan Aplikasinya Sebagai *Nanofiller* Pada Film Berbasis Polivinil Alkohol
(Evi Savitri Iriani, et al)

23. Wirawan SK, Prasetya AE. Pengaruh plasticizer pada karakteristik edible film dari pectin. *Jurnal Reaktor*. 2012;14(1):61-67.
24. Yuliani S. Pengembangan Nanoteknologi untuk Pangan Fungsional, Nutrasetikal dan Kemasan. Laporan Akhir Tahun Pelaksanaan Kegiatan Penelitian. Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian. Bogor. 2014.
25. Fortunati E, Puglia D, Monti M, Santulli C, Maniruzzaman M, Kenny JM. Cellulose nanocrystals extracted from Okra fibers in PVA nanocomposites. *Journal of Applied Polymer Science* 2012; 10.1002:1-11.
26. Hu Y, Wang Q, Tang M. Preparation and properties of starch-g-PLA/poly(vinyl alcohol) composite film. *Carbohydrate Polymers*. 2013;96:384-388.
27. Chen Y, Cao X, Chang PR, Huneault MA. Comparative study on the films of poly(vinyl alcohol)/pea starch nanocrystals and poly(vinyl alcohol)/native pea starch. *Carbohydrate Polymers*. 2008; 73:8-17.
28. Chen W, Yu H, Liu Y, Chen P, Zhang M, Hai Y. Individualization of cellulose nanofibers from wood using High-Intensity Ultrasonication combined with chemical pretreatments. *Carbohydrate Polymer*. 2011;83:1804-1811.
29. Sothorn R and Krochta JM. Plasticizer effect on mechanical properties of β -lactoglobulin films. *J. Food Eng.* 2001;50:149-155.
30. Tajan M, Chaiwutthinan P, Leejrkpai T. Thermal and mechanical properties of wood-plastics composites from iron wood flour and recycled polyurethane foam. *J. Metals, Material and Mineral*. 2008. 18(2):53-56.
31. Al Awwaly KU, Manab A, Wahyuni E. Pembuatan edible film protein whey : kajian rasio protein dan gliserol terhadap sifat fisik dan kimia. *J. Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 2010; 5(1):45-56.

Hak cipta © 2015 BB-Pascapanen
Kampus Penelitian Pertanian Cimanggu
Jl. Tentara Pelajar no 12A, Cimanggu, Bogor, Jawa Barat, Indonesia
Email: bb_pascapanen@yahoo.com, ksphp.pascapanen@litbang.pertanian.go.id
Telepon: (0251) 8321762, Faksimili: (0251) 8350920