



Isoalasi Nanokristal Selulosa Dari Pelepeh Pohon Salak Sebagai *Filler* Pada Film Berbasis Polivinil Alkohol (PVA)

Liska Triyastiti*, Didik Krisdiyanto

Program Studi Kimia, Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
Jl. Marsda Adisucipto Yogyakarta 55281 Telp. +62-274-540971
Email: qaishara19954627@gmail.com*

Abstrak. Telah dilakukan penelitian tentang isolasi nanokristal selulosa dari pelepeh salak untuk filler film PVA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik nanoselulosa dari pelepeh salak serta mengetahui pengaruh penambahan nanoselulosa pada film PVA. Nanokristal diisolasi dengan metode hidrolisis asam. Karakterisasi dilakukan dengan *Fourier Transform Infrared (FT-IR)*, *X-Ray Diffraction (XRD)* dan *Scanning Electron Microscopy (SEM)*. Selanjutnya nanokristal selulosa digunakan sebagai *filler* pada film PVA dan dikarakterisasi untuk mengetahui sifat mekanis dari komposit. Hasil FTIR menunjukkan munculnya serapan khas selulosa pada bilangan gelombang 894 cm^{-1} dan puncak khas selulosa pada sudut 2θ sekitar $15,4^\circ$ dan $22,3^\circ$. Kristalinitas pelepeh salak yaitu sebesar 43% sedangkan nanoselulosa mengalami kenaikan kristalinitas menjadi 58,42%. Ukuran kristal pelepeh salak sebesar 21,09 nm sedangkan ukuran kristal nanoselulosa lebih kecil yaitu 16,52 nm. Karakterisasi film PVA meliputi kuat tarik dan elongasi menunjukkan bahwa penambahan nanokristal selulosa 10%, 20% dan 30% menurunkan nilai kuat tarik dan persen elongasi pada film komposit PVA. Indeks kristalinitas menurun dari 23,63% menjadi 5,86%. Karakterisasi FTIR menunjukkan tidak adanya serapan baru yang mengidentifikasi terbentuknya senyawa baru akibat pencampuran antara matrik dan *filler*.

Kata kunci: Nanokristal selulosa, Hidrolisis Asam, Film komposit, Polivinil Alkohol (PVA).

This publication is licensed under a



Pendahuluan

Yogyakarta memiliki banyak tanaman salak (*Zalacca edulis*, Reinw) sebagai komoditas utama perkebunannya bagi para petani di daerah Sleman. Guna menjamin tingkat produktivitas tanaman salak, maka perlu dilakukan perawatan yang intensif. Salah satu jenis perawatan yang dilakukan sesuai dengan Standar Prosedur Operasional (SPO) *Good Agricultural Practices (GAP)* yaitu dengan pemangkasan pelepeh daun pohon salak. Diperkirakan setiap 4 bulan sekali pelepeh pohon salak dilakukan pemotongan sebanyak 3-4 kali, Sehingga diperkirakan limbah pelepeh salak yang dihasilkan sebanyak 1368 ton/bulan (Adi, 2008). Dalam satu rumpun tanaman salak (produktif) dapat menghasilkan 24 buah potongan pelepeh salak, sehingga apabila dikalkulasikan dengan jumlah pohon salak yang ada maka dalam satu tahun pelepeh salak yang belum dimanfaatkan sekitar \pm 23.000 truk.

Limbah pelepeh salak kemudian sebagian dimanfaatkan petani sebagai bahan organik bagi tanaman salak, sebagian di buang begitu saja, dibakar, dan sebagian kecil di buat kerajinan. Menurut penelitian Intani (2007), pelepeh pohon salak digunakan sebagai bahan baku tekstil yang dapat dikembangkan dalam dunia Industri. Selain itu, menurut penelitian Kaliky (2006) pemanfaatan limbah pelepeh pohon salak berhasil dikembangkan dalam industri *pulp*. Namun, dalam pemanfaatan tersebut diperlukan pengembangan lebih lanjut mengingat pelepeh salak merupakan serat alam yang mengandung banyak komposisi.

Menurut Shibata dan Osman (1988), serat alam merupakan suatu komposit yang tersusun atas hemiselulosa, pektin, dan lignin sebagai matriks dan selulosa sebagai penguat matriks. Pelepeh pohon salak memiliki kandungan serat berupa selulosa

31.7%, hemiselulosa 33.9%, lignin 17.4%, dan silika 0.6%. sedangkan menurut Dengan komposisi inilah, maka kandungan selulosa pelepeh pohon salak dapat diisolasi dan diaplikasikan dalam berbagai bidang seperti bidang kimia, pangan, farmasi, dan lain-lain. Nanoselulosa dapat diperoleh dari proses hidrolisis menggunakan asam dan dikaji dari segi dimensi skala ukuran, tinggi kekuatan spesifik dan modulus serta tinggi daerah permukaannya (Habibi dkk, 2010). Penelitian tentang nanoselulosa yang berkembang saat ini banyak diaplikasikan dalam beberapa hal salah satunya yaitu sebagai *filler* (bahan pengisi) yang dapat memberikan peningkatan nilai kualitas dan kuantitas suatu material dari sifat murninya. Nanoselulosa dapat dimanfaatkan sebagai *filler* (penguat) dalam berbagai polimer seperti karet alam (Pasquini dkk, 2010), aditif (Ioelovich, 2012) dan adsorben (Abhishek dkk, 2013).

Penggunaan plastik sebagai materi pendukung dalam memenuhi kebutuhan sehari-hari manusia semakin hari semakin meningkat. Terlebih penggunaan plastik sintetis dalam berbagai industri yang semakin meningkat sehingga memicu dampak negatif terhadap lingkungan, yaitu peningkatan limbah anorganik yang tidak mudah terurai oleh alam. Serat sintetis banyak dibuat dari minyak bumi yang persediaannya terbatas serta tidak mudah terdegradasi oleh alam. Selain itu penggunaan plastik sebagai kemasan produk pangan dapat menimbulkan berbagai masalah kesehatan dalam jangka panjang seperti pemicu kanker dan gangguan sistem hormon (Sulchan M, 2007). Naiknya harga minyak mentah dunia dan persediaan yang terbatas mendorong masyarakat khususnya peneliti untuk mengembangkan teknologi komposit yang lebih ramah lingkungan dengan bahan-bahan alam. Serat alam mampu berkembang menggantikan serat

sintetis seperti *Fiber glass*, *Kevlar-49*, *Silicone Carbide*, *Aluminium Oxide* (Sisworo, 2009).

Kemasan alternatif diperlukan untuk menggantikan kemasan plastik sehingga lebih aman bagi kesehatan dan ramah lingkungan. Namun demikian, kemasan alternatif ramah lingkungan memiliki kelemahan pada sifat mekanisnya. Saat ini pengembangan serat berukuran nanometer sedang berkembang di dunia penelitian karena manfaat yang dapat terlihat secara nyata. Luas interface yang sangat besar dapat meningkatkan mobilitas molekuler menghasilkan komposit dengan fleksibilitas yang tinggi (Kvien I, 2007).

Polivinil Alkohol (PVA) merupakan polimer sintetis yang mudah larut dalam air, tidak beracun dan dapat terdegradasi oleh alam (*biodegradable*) (Tang X, 2011). Sifat tersebut menyebabkan PVA banyak digunakan sebagai bahan kemasan alternatif karena memiliki sifat yang tahan terhadap minyak dan lemak serta nilai kuat tarik dan fleksibilitas yang tinggi. Namun sifat tersebut sangat dipengaruhi oleh kelembaban disekitarnya. Semakin tinggi kelembaban maka air akan semakin banyak diserap, sehingga mengurangi nilai kuat tarik, meningkatkan elongasi dan kekuatan sobek dari film PVA (Tang X, 2011).

Menurut Roohani et al. (2008), kompatibilitas Polivinil Alkohol (PVA) dapat meningkat dengan penambahan *filler* berupa nanoselulosa menghasilkan produk nanokomposit yang ramah terhadap lingkungan. Sehingga penambahan nanoselulosa pada film PVA diharapkan dapat memperbaiki sifat mekanisnya. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi selulosa dari pelepah pohon salak dan mengubah dalam skala nanometer serta pengaruh penambahan konsentrasi nanoselulosa pelepah salak terhadap sifat mekanis film komposit PVA.

Bahan dan Metode

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Terpadu Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta pada bulan Oktober 2016 hingga bulan Juli 2017. Karakterisasi nanoselulosa meliputi analisis gugus fungsi menggunakan FTIR dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Gajah Mada Yogyakarta. Analisis menggunakan XRD digunakan untuk mengetahui kristalinitas dilakukan di Laboratorium FMIPA Universitas Negeri Yogyakarta. analisis morfologi meliputi bentuk dan ukuran nanoselulosa menggunakan SEM dilakukan di Laboratorium LIPI Wonosari, Gunung Kidul Yogyakarta.

Bahan Penelitian

Bahan-bahan yang diperlukan dalam penelitian ini yaitu serat pelepah pohon salak, Polivinil Alkohol (PVA), larutan Asam Nitrat (HNO_3 35%), Natrium Nitrit (NaNO_2), larutan Natrium Hidroksida (NaOH 2%), larutan Natrium Sulfat (Na_2SO_3 2%), larutan Natrium Klorit (NaOCl 1.75%), larutan Natrium Hidroksida (NaOH 17.5%), larutan Hidrogen Peroksida (H_2O_2 10%), larutan Asam Sulfat (H_2SO_4 40%), akuades, kertas saring, *Indicator Universal*.

Peralatan Penelitian

Alat-alat yang digunakan dalam penelitian ini yaitu alat-alat gelas dan non-gelas laboratorium meliputi gelas beker pyrex 250 mL, gelas beker pyrex 500 mL, pipet ukur Pyrex 10 mL, batang pengaduk, thermometer, seperangkat alat refluks, *3 piece filter* 47 mm, *hot plate stirrer*, *magnetic stirrer*, *Buchner*, oven, lemari asam, *sentrifuge*, *ultrasonicator*, *Freezer Drying*, FTIR, XRD, peralatan untuk mengamati morfologi yaitu Scanning Electron Microscope (SEM), seperangkat alat penguji Tensil Strength yaitu *Universal Testing Machine* (UTM).

Metode Penelitian

Isolasi α -Selulosa dari pelepah pohon salak (Triapriani, 2016)

Sebanyak 75 gram serat pohon salak yang telah dihaluskan dimasukkan ke dalam gelas beaker, kemudian ditambahkan 1 L campuran HNO_3 3,5% dan 10 mg NaNO_2 , dipanaskan di atas *hot plate* pada suhu 90°C selama 2 jam. Setelah itu disaring dan ampas dicuci hingga filtrat netral. Selanjutnya di refluks dengan 750 ml larutan yang mengandung NaOH 2% dan Na_2SO_3 2% pada suhu 50°C selama 1 jam. Kemudian disaring dan ampas dicuci sampai netral. Selanjutnya dilakukan pemutihan dengan 250 ml larutan NaOCl 1,75% pada temperatur mendidih selama 0,5 jam. Kemudian disaring dan ampas dicuci sampai pH filtrat netral. Setelah itu dilakukan pemurnian α -selulosa dari sampel dengan 500 ml larutan NaOH 17,5% pada suhu 80°C selama 0,5 jam. Kemudian disaring, dicuci hingga filtrat netral dan diputihkan dengan H_2O_2 10% pada suhu 60°C dalam oven selama 1 jam.

Pembuatan Nanoselulosa dari α -Selulosa dengan Metode Hidrolisis Asam

Sampel sebanyak 5 gram, dimasukkan ke dalam labu ukur 250 mL, ditambah 100 mL H_2SO_4 dengan konsentrasi 40% (v/v) kemudian direfluks selama 5 jam dengan suhu 50°C sambil di *stirrer*, setelah itu ditambahkan 100 mL akuades dan didinginkan. Suspensi yang diperoleh di cuci dan disentrifuge 12000 rpm selama 5 menit sampai netral. Setelah itu suspensi koloid diultrasonikasi selama 10 menit dalam *ice bath* dan *difreeze-drying*.

Pembuatan film komposit Polivinil Alkohol (PVA) (Iriani, 2015)

Kristal PVA sebanyak 1.5 gram dilarutkan dalam akuades sebanyak 15 mL dan larutan dipanaskan pada suhu 80°C selama 2 jam dan diaduk dengan *stirrer* dan didinginkan (Fortunati E, 2012). Bahan dicetak dalam plat/Teflon berdiameter 120 mm untuk mendapat film. Film dikeringkan dalam oven dalam suhu 65°C selama 5 jam (Hu Y, 2013). Film yang dihasilkan disimpan dalam desikator atau dimasukkan dalam wadah tertutup yang berisi silika gel. Film dibuat dengan cara yang serupa, namun terdapat penambahan nanoselulosa didalamnya dengan variasi proporsi 10%, 20%, 30% berat (b/b) PVA. Penambahan dilakukan setelah pelarutan PVA dalam akuades tercampur rata dan dingin. Pencampuran dilakukan dengan menggunakan *stirrer* selama 2 jam.

Tabel 1. Komposisi Film Komposit PVA dan Nanoselulosa (Savitri, 2015).

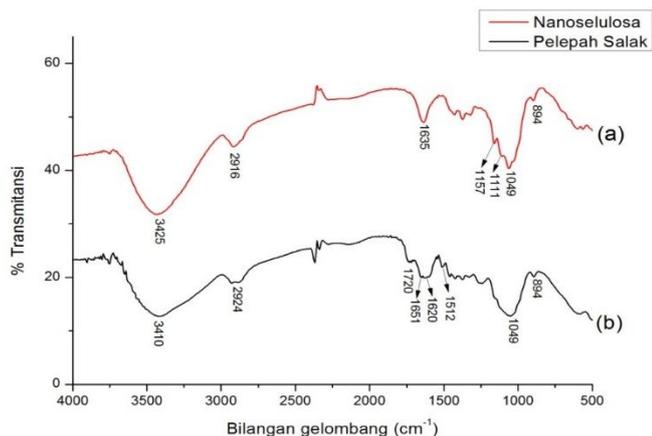
No	Kode sampel	Komposisi (%)	
		PVA	Nanoselulosa
1	NS 1	90	10
2	NS 2	80	20
3	NS 3	70	30

Analisis Kristalinitas, sifat mekanis dan morfologi

Nanoselulosa pelepah pohon salak yang diperoleh dan komposit PVA dikarakterisasi dengan menggunakan FTIR, XRD dan SEM. Sedangkan sifat mekanis film komposit diukur menggunakan *Universal Testing Machine (UTM) 2Wick / Z0.5* digerakkan dengan kecepatan 100mm/menit. Film dipotong dengan ukuran 9.5 cm x 6.5 cm. pengukuran dilakukan 2 kali pengulangan. Parameter yang diuji adalah nilai kekuatan tarik (*Tensile Strength*) dan elongasi.

Hasil dan Pembahasan

Hasil pengamatan spektroskopi inframerah menggunakan spectrometer FTIR dapat dilihat dalam gambar 1.



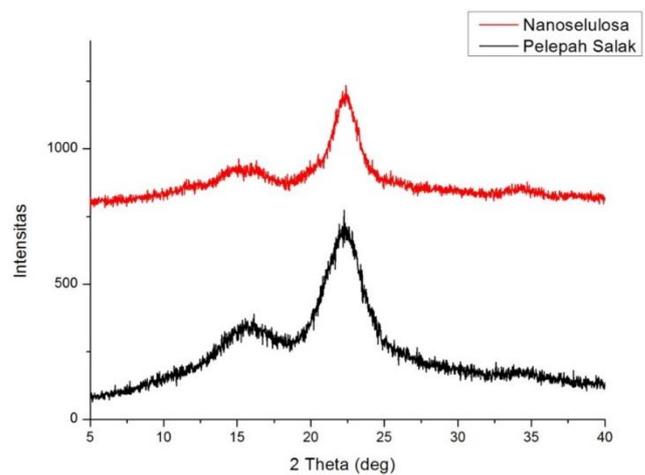
Gambar 1. Spektra FTIR (a) Nanoselulosa dan (b) Pelepah salak.

Spektra inframerah pelepah salak dan nanoselulosa menunjukkan pergeseran bilangan gelombang 3700-3300 cm^{-1} yang menunjukkan serapan vibrasi ulur gugus fungsi -OH . Pergeseran serapan nanoselulosa 3425 cm^{-1} dan 3410 cm^{-1} pada pelepah salak disebabkan perlakuan basa, oksidasi dan hidrolisis asam. Semakin tajamnya puncak serapan gugus -OH ini disebabkan oleh gugus asam dan alkohol yang terdapat pada nanoselulosa. Pergeseran bilangan gelombang 3000-2800 cm^{-1} yang menunjukkan serapan vibrasi ulur gugus fungsi -CH . Pergeseran serapan nanoselulosa 2916 cm^{-1} dan pelepah salak 2924 cm^{-1} Semakin tajam puncak serapan vibrasi ulur gugus fungsi -CH dipengaruhi oleh transformasi perubahan ikatan inter dan intramolekul selulosa.

Pergeseran bilangan gelombang 1600-1640 cm^{-1} yang menunjukkan gugus -OH bending terlihat pada serapan 1620 cm^{-1} untuk pelepah salak dan 1635 cm^{-1} untuk serapan nanoselulosa.

Pergeseran bilangan gelombang tersebut dan semakin tajamnya puncak serapan gugus -OH bending disebabkan karena serapan air dalam proses hidrolisis asam. Gugus fungsi ini tidak dimiliki oleh komponen lignin dan hemiselulosa sehingga dapat digolongkan sebagai gugus khas nanoselulosa. Menurut Zain dkk (2014) senyawa yang memiliki gugus ester hemiselulosa dan lgnin terdapat dalam tanaman berkayu. Spektra pada pelepah salak menunjukkan serapan pada bilangan 1720 cm^{-1} dan 1651 cm^{-1} merupakan serapan vibrasi ulur C=O karbonil ester. Serapan pada bilangan gelombang 1512 cm^{-1} merupakan serapan C=C cincin aromatic khas lignin. Sementara spektra nanoselulosa melemah atau tidak menunjukkan puncak serapan tersebut, hal ini mengidentifikasi bahwa lignin dan hemiselulosa telah hilang selama proses kimia pembuatan nanoselulosa (Abraham *et al*, 2011; Mandel dan Chakrabarty, 2011; Sundari dan Ramesh, 2012).

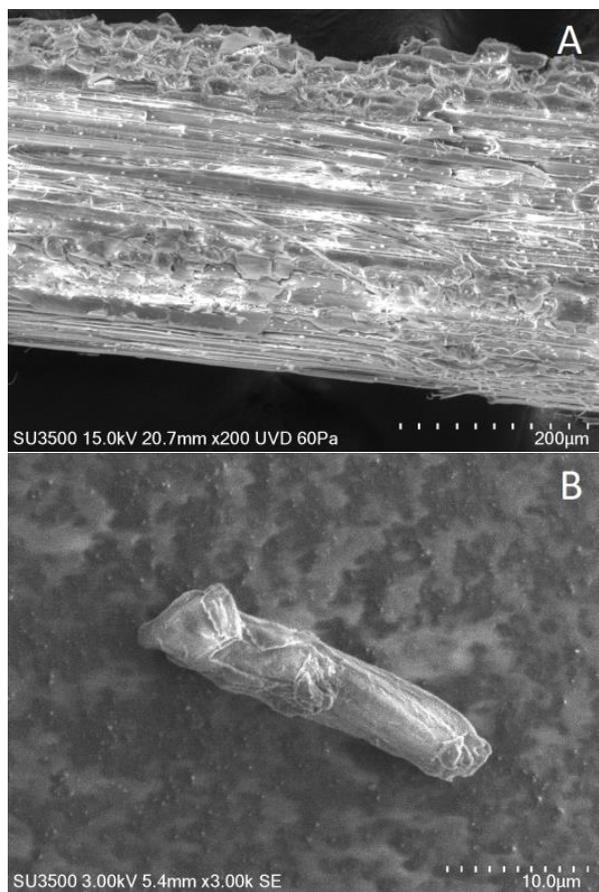
Keberadaan selulosa juga diduga dari munculnya serapan 894 cm^{-1} , yang menandakan keberadaan gugus C-H (mendekati 900 cm^{-1} merujuk mendekati C-H) menandakan adanya ikatan β -1,4-Glikosida diantara unit glukosa dalam selulosa (Adel *et al*, 2010;Mandel dan Chakrabarty, 2011).



Gambar 2. Difaktogram XRD Nanoselulosa dan Pelepah salak.

Pola difraksi sinar x pelepah salak dan nanoselulosa dapat dilihat pada gambar 2. Berdasarkan gambar diketahui dua puncak khas pada nanoselulosa yaitu pada sudut 2θ sekitar 15,4° dan 22,3°. Sudut tersebut sesuai dengan data JCPDS 50-2241 yang menunjukkan difraksi milik selulosa pada sudut 2θ 15,0° dan 22,8°. Kristalinitas dihitung menggunakan metode segal dan dihasilkan kristalinitas nanoselulosa sebesar 58,42% dan pelepah salak 43%. Peningkatan kristalinitas ini disebabkan oleh penurunan komposisi serat yang bersifat amorf akibat perlakuan hidrolisis asam. Hidrolisis asam berfungsi memotong rantai selulosa pada daerah amorf (Zain dkk, 2014). Ukuran kristal selulosa dan nanoselulosa dengan persamaan Scherrer yaitu 21.09 nm dan ukuran kristal selulosa sebesar 16.52 nm. Perubahan ukuran tersebut juga disebabkan oleh proses hidrolisis asam. Selain hidrolisis asam, ultrasonikasi juga digunakan untuk menurunkan ukuran nanoselulosa. (Li dkk, 2012).

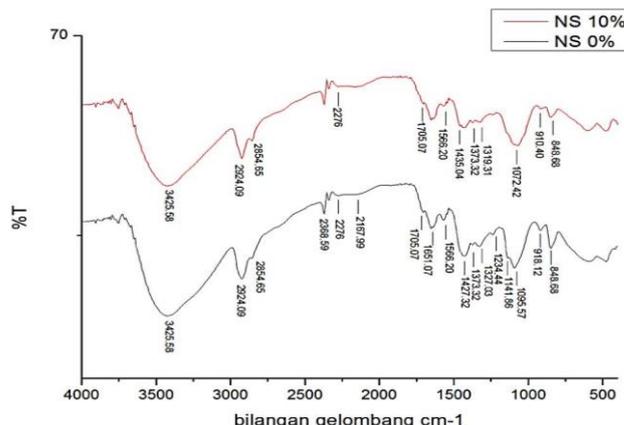
Pengamatan morfologi pelepah salak dan nanoselulosa dilakukan dengan mikroskop elektron dapat dilihat pada gambar 3.



Gambar 3. Pengamatan morfologi dengan SEM (A) pelepah dan (B) Nanoselulosa.

Pelepah masih memiliki ukuran yang cukup besar sekitar 400 µm karena proses penghancuran sederhana dengan pengilingan. Perlakuan kimiawi dan mekanis yang diterapkan pada pelepah salak menghasilkan ukuran yang lebih kecil yaitu sekitar 4 µm. berdasarkan bentuknya, nanoserat selulosa yang dihasilkan dari penelitian ini dapat digolongkan sebagai nanoselulosa kristalin. Hal tersebut didukung dengan hasil XRD yang menunjukkan kristalinitas nanoselulosa melebihi 50%. Morfologi nanoselulosa yang diperoleh juga dipengaruhi proses *Freeze drying* dimana pasta nanoselulosa didinginkan secara cepat sehingga air yang terkandung di dalamnya akan mengkristal dan nanoselulosa akan menggumal membentuk agregat (Jiang, 2013).

Analisis Fourier Transform Infra Red (FTIR) Komposit

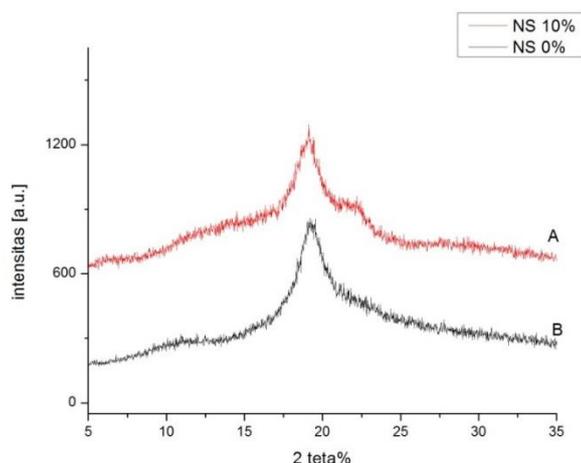


Gambar 4. Spektra FTIR PVA dan Komposit PVA/NCC.

Secara umum terlihat bahwa kedua spektra tidak memunculkan puncak-puncak baru yang menandakan adanya gugus fungsi yang terbentuk secara nyata akibat interaksi antara matriks PVA dan *filler* nanoselulosa. Dari gambar 4 dapat dilihat munculnya puncak serapan untuk PVA murni (NS 0%) yaitu terdapat pada C-H alkil pada bilangan gelombang 2850-3000 cm⁻¹ dan ikatan khas hidroksil yang kuat (O-H stretching *nonbonding*) pada bilangan gelombang 3600-3650 cm⁻¹ dan O-H *bonding* pada panjang gelombang 3200-3570 cm⁻¹ (Meyers RA, 2000; Mansur HS, 2002). serapan pada bilangan gelombang 3425.58 cm⁻¹ yang terdapat pada film penambahan 0% nanoselulosa dan 10% nanoselulosa mengindikasikan keberadaan gugus O-H yang berasal dari selulosa dan PVA. Puncak serapan oleh C-H stretching dari grup alkil pada PVA dan komposit PVA/nanoselulosa diserap pada bilangan gelombang 2924.09 cm⁻¹ (Mansur HS, 2005). Puncak serapan untuk ikatan C-O stretching terdapat pada bilangan gelombang 1095.57 cm⁻¹ dan 1072.42 cm⁻¹.

Terjadinya pergeseran dan pelebaran pita serapan pada komposit PVA/nanoselulosa dikarenakan kontribusi dari ikatan C-O dari gugus C-O-C cincin piranosa yang berasal dari komponen selulosa yang mana ditunjukkan dengan pelebaran pita serapan tersebut. Hal ini menunjukkan bahwa interaksi yang terjadi antara PVA dan nanokrital selulosa telah terjadi (Carlina, 2017). Karakteristik perubahan puncak yang terjadi pada penyerapan terjadi karena refleksi dari campuran fisik dan kimia dari material yang menunjukkan adanya *miscibility* baik antara PVA dan nanoselulosa dan hal ini dimungkinkan adanya ikatan hidrogen antar molekul (Guan Y L, 1998; Yin Y J, 1999).

Analisis X-Ray Diffraction (XRD) Komposit



Gambar 5. Difaktogram XRD PVA (B) dan komposit film PVA (A).

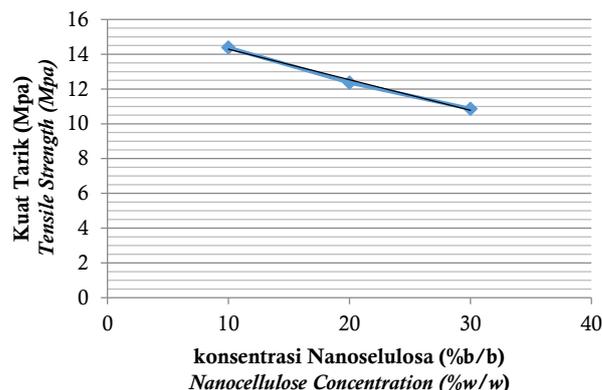
Hasil campuran PVA/nanoselulosa menunjukkan berkurangnya intensitas puncak kristal, dengan demikian dapat dikatakan bahwa struktur semi-kristal PVA menurun pada pencampuran dengan nanoselulosa (Guirguis, 2012).

Berdasarkan hasil perhitungan indeks kristalinitas pada intensitas puncak pita sekitar 2θ $18.5^\circ - 20.0^\circ$ dan 2θ $28.0^\circ - 28.5^\circ$ menunjukkan bahwa indeks kristalinitas dari PVA (NS 0%) yaitu 23,63% dan indeks kristalinitas komposit PVA/Nanoselulosa (NS 10%) yaitu 5,86%.

Indeks kristalinitas komposit menurun dengan adanya konsentrasi selulosa. Hal ini menunjukkan bahwa terjadinya perubahan dalam keteraturan struktur rantai utama molekul polimer. Hal ini mungkin disebabkan oleh mekanisme internal yang terjadi akibat pengisi pada struktur PVA. Akibatnya menghasilkan variasi dalam struktur molekul makromolekul dan mikromolekul dari jaringan PVA (Gulrguls, 2011). Hasil ini dapat mendukung sifat mekanis dari film komposit dimana nilai kuat tarik dari komposit mengalami penurunan.

Nilai kristalinitas dari film komposit PVA menunjukkan terbentuknya keteraturan ikatan yang terjadi antara matriks PVA dengan *filler* nanokristal selulosa. Kristalinitas yang rendah menunjukkan bahwa ikatan hidrogen antar matriks PVA dengan *filler* nanokristal selulosa tidak terjadi secara sempurna, hal ini dikarenakan kuatnya ikatan hidrogen antar nanokristal selulosa sehingga *filler* kurang dapat terdispersi dengan baik dipermukaan film PVA. Nanokristal selulosa yang kurang terdispersi pada film PVA menyebabkan terjadinya gumpalan atau agregasi sehingga menyebabkan nilai kristalinitas atau keteraturan ikatan pada film PVA menurun.

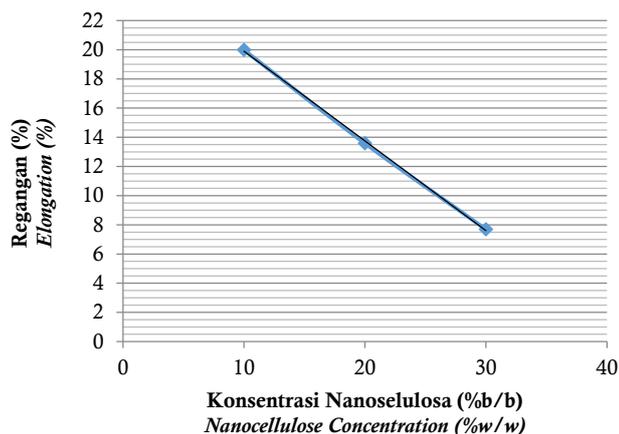
Sifat mekanis komposit film PVA



Gambar 6. Grafik pengaruh penambahan nanoselulosa terhadap kuat tarik komposit film PVA.

Dari gambar terlihat bahwa kekuatan tarik komposit film PVA tertinggi pada penambahan nanokristal selulosa 10% yaitu 14.3799 MPa, sedangkan kuat tarik terendah adalah 10.8609 MPa diperoleh dari penambahan nanokristal selulosa 30%. Dari gambar terlihat bahwa semakin banyak nanokristal selulosa yang ditambahkan maka akan menurunkan kuat tarik dari komposit film. Dispersi pengisi (*filler*) dan gaya adesi antarmuka (*interface*) pengisi dan matriks sangat mempengaruhi hasil kekuatan tarik komposit. Ikatan hidrogen yang kuat antar muka (*interface*) menyebabkan perbaikan matriks yang dihasilkan. Selain itu kerapatan dari komposit (pengisi dan matriks) juga mempengaruhi nilai kuat tariknya.

Namun, dalam hal ini peningkatan jumlah nanokristal selulosa yang ditambahkan mengakibatkan penurunan nilai kuat tariknya. Hal ini dapat diperkirakan adanya kemungkinan agregasi dan aglomerasi dari nanokristal selulosa yang ditambahkan. Agregasi dan aglomerasi sangat mungkin terjadi karena saat penambahan nanokristal selulosa secara berlebih akan menghasilkan interaksi antar sesama pengisi menjadi semakin kuat, sehingga menyebabkan interaksi antara pengisi dan matriks menjadi berkurang. PVA diduga telah menyebabkan agregasi dan aglomerasi sehingga kuat tarik komposit mengalami penurunan. Menurut penelitian sebelumnya, Jalaluddin, 2011 menyatakan bahwa banyaknya jumlah selulosa *whiskers* yang ditambahkan dalam pembuatan film, dapat menyebabkan film menjadi regas sehingga menurunkan nilai kuat tarik yang diberikan. Iriani, 2015 menyatakan bahwa penambahan 10%-40% (b/b) nanoselulosa fibril tanpa penambahan gliserol dapat meningkatkan nilai kuat tarik komposit. Perbedaan ini dapat ditinjau dari perbedaan jenis nanoselulosa yang ditambahkan.



Gambar 7. Grafik pengaruh penambahan nanoselulosa terhadap elongasi komposit film PVA.

Terlihat bahwa pemanjangan putus (*elongation at break*) tertinggi 19,9819 % dengan penambahan nanokristal selulosa 10%, sedangkan pemanjangan putus terendah adalah 7,6872% dari penambahan 30% nanokristal selulosa. Dari hasil tersebut dapat terlihat bahwa semakin banyak penambahan nanokristal selulosa maka semakin menurunkan nilai pemanjangan putus dari film komposit. Penambahan bahan pengisi pada film komposit ini dapat menurunkan nilai sifat elastisitasnya. Hasil tersebut dapat terlihat dari gambar grafik bahwa semakin bertambahnya jumlah nanokristal selulosa yang ditambahkan maka akan menurunkan nilai persentase pemanjangan putusnya.

Kompatibilitas pengisi yang kuat dan dispersi dari bahan pengisi yang baik menjadi faktor yang dapat memberikan efek penguatan pada film komposit. Adanya bahan pengisi nanokristal selulosa dapat membentuk ikatan hidrogen karena adanya gugus hidroksil. Keduanya dapat membentuk jaringan kaku yang dapat memperkuat film komposit PVA. Karena sifatnya yang kaku pada film komposit yang dihasilkan maka hasil pemanjangan pada saat putus akan semakin menurun. Selain itu bahan pengisi yang teraglomerasi juga akan menurunkan sifat mekanik dari film komposit yang dihasilkan.

Kesimpulan

1. Karakterisasi biomassa pelepah salak dan nanoselulosa dilakukan dengan FTIR, XRD dan SEM. FTIR menunjukkan munculnya serapan khas selulosa pada bilangan gelombang 894 cm^{-1} dan puncak khas selulosa pada sudut 2θ sekitar $15,4^\circ$ dan $22,3^\circ$. Kristalinitas pelepah salak yaitu sebesar 43% sedangkan nanoselulosa mengalami kenaikan kristalinitas menjadi 58,42%. Ukuran kristal pelepah salak sebesar 21,09 nm sedangkan ukuran kristal nanoselulosa lebih kecil yaitu 16,52 nm.
2. Karakterisasi film komposit PVA dengan FTIR menunjukkan adanya gugus fungsi khas OH- pada bilangan gelombang $3425,58\text{ cm}^{-1}$ yang mengidentifikasi gugus hidroksil dari film komposit PVA/nanokristal selulosa..

Karakterisasi dengan XRD menunjukkan indeks kristalinitas mengalami penurunan dari 23,63% (PVA) menjadi 5,86% (komposit).

3. Pengaruh penambahan massa *filler* nanokristal selulosa 10%, 20%, dan 30% terhadap sifat mekanis komposit yaitu menurunkan nilai kuat tarik dan elongasi

Saran

Perlu dilakukan penambahan nanokristal selulosa pelepah salak ini dengan konsentrasi yang lebih rendah sehingga dapat mencegah terjadinya agregasi dan aglomerasi pada film komposit PVA, serta mengetahui konsentrasi maksimal nanokristal selulosa yang dapat digunakan dalam pencampuran film komposit sehingga diperoleh nilai sifat mekanis terbaik.

Ucapan Terima Kasih

Dalam penyusunan dan proses penelitian ini tidak lepas dari bantuan beberapa pihak oleh karena itu penulis menyampaikan ucapan terimakasih kepada LPPM UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta, bapak Didik Krisdiyanto, M.Sc selaku dosen kimia fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sekaligus sebagai dosen pembimbing yang telah membanu dalam proses penyusunan karya ini.

Daftar Pustaka

- Abhishek. K. dkk. (2013). *Nanocellulose fibers for biosorption of cadmium, nickel, and lead ions from aqueous solution*. Clean Techn Environ Policy 16: 385–393
- Adi, I, R. (2008). *Intervensi Komunitas : Pengembangan Masyarakat Sebagai Upaya Pemberdayaan Masyarakat*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Alemdar & Sain. (2008). *Isolation And Characterization Of Nanofibers From Agricultural Residues: Wheat Straw And Soy Hulls*.99(6): 1664-71.
- Habibi, Y., Lucia, L.A., dan Rojas, O.J. (2010). *Cellulose Nanocrystals: Chemistry, Self-Assembly, and Applications*. Chemical Reviews. 110: 3479 – 3500.
- Intani, Uilly Nalurita. (2007). *Pemanfaatan Batang Salak Tua dari Kecamatan Cianem, Kabupaten Tasikmalaya Jawa Barat Sebagai Salah Satu Bahan Baku Tekstil*.
- Ioelovich, M. (2012). *Optimal Conditions for Isolation of Nanocrystalline Cellulose Particles*. *Nanocrystals and Nanotechnology*. 2(2): 9-13.
- Iriani. E.S., Wahyuningsih, K. (2015). *Sintesis Nanoselulosa Dari Serat Nanas Dan Aplikasinya Sebagai Nanofiller Pada Film Berbasis Polivinil Alkohol*. *Jurnal Penelitian Pascapanen Pertanian*, 12, 11-9.
- Kaliky, Rahma, Sugeng Widodo dan Nur Hidayat. (2006). *Persepsi Petani terhadap Pemanfaatan Pelepah Daun Salak untuk Industri Pulp dan Konservasi Lingkungan Pertanaman Salak Pondoh di Kabupaten Sleman*. Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian.

- Kvien I, Oksman K. (2007). *Orientation of cellulose Nanowhiskers in Polyvinyl Alcohol*. *Applied Physics A: Materials Science and Processing*; 87(4): 641-643.
- Li, W., Yue, J., Liu, S. (2012). *Preparation of nanocrystalline cellulose via ultrasound and its reinforcement capability for poly(vinyl alcohol) composites*. *Ultrasonics Sonochemistr*. 19, 479-485.
- Pasquini D, Teixeira EM, Curvelo AAS, Belgacem MN, Dufresne A. (2010). *Extraction of cellulose whiskers from cassava bagasse and their applications as reinforcing agent in natural rubber*. *Ind Crop Prod*. 32: 486-490.
- Roohani M, Habibi Y, Belgacem YM, Ebrahim G, Karimi AN, Dufresne A. (2008). *Cellulose Whiskers reinforced Polyvinyl Alcohol Copolymer nanocomposites*. *European Polymer Journal*. 44: 2489-2498.
- Shibata, M dan A. H. Osman. (1988). *Feeding Value of Oil Palm by-product 1. Nutrient Intake and Physiological Responses of Kedah-Kelantan Cattle*. *Jarq* 22: 77-84.
- Sisworo SJ. (2009). *Pengaruh Serat Kulit Rotan Sebagai Penguat pada Komposit Polimer Polyester Yucalac 157 Terhadap Kekuatan Tarik dan Tekuk*. *J TEKNIK* 30: 3.
- Sulchan M, NW Endang. (2007). *Keamanan pangan kemasan plastik dan styrofoam*. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 57(2): 54-59.
- Tang X, Alavi S. (2011). *Recent advances in starch, polyvinyl alcohol based polymer blends, nanocomposites and their biodegradability*. *Carbohydrate Polymers*. 85:7-16.
- Triapriani. (2016). *Pembuatan Nanoselulosa Dari Tandan Kosong Sawit Dengan Metode Hidrolisis Asam*. Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Lampung : Bandar Lampung.

THIS PAGE INTENTIONALLY LEFT BLANK