

**ISOLASI NANOKRISTAL SELULOSA DARI PELEPAH
POHON SALAK SEBAGAI *FILLER* PADA FILM BERBASIS
POLIVINIL ALKOHOL (PVA)**

**Skripsi
Untuk memenuhi sebagian persyaratan
mencapai derajat Sarjana S-1**



**Liska Triyastiti
13630039**

**STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA**

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA
2017**



SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR

Hal: Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Lamp.: -

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami selaku pembimbing berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Liska Triyastiti

NIM : 13630039

Judul Skripsi : Isolasi Nanokristal Selulosa dari Pelepah Pohon Salak Sebagai Filler pada Film Berbasis Polivinil Alkohol (PVA)

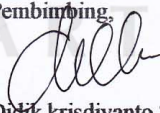
sudah dapat diajukan kembali kepada Jurusan Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Dengan ini, kami mengharapkan agar skripsi/tugas akhir Saudara tersebut di atas dapat segera dimunaqasyahkan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 9 Januari 2018

Pembimbing,


Didik krisdiyanto, S.Si., M.Sc.

NIP.:19811111 201101 1 007

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada

Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi

UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Liska Triyastiti

NIM : 13630039

Judul Skripsi : Isolasi Nanokristal Selulosa dari Pelepah Pohon Salak Sebagai Filler pada Film Berbasis Polivinil Alkohol (PVA)

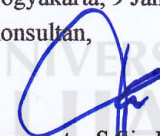
sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 9 Januari 2018

Konsultan,


Karmanto, S.Si., M.Sc.

NIP. 19820504 200912 1 005

NOTA DINAS KONSULTAN

Hal : Persetujuan Skripsi/Tugas Akhir

Kepada
Yth. Dekan Fakultas Sains dan Teknologi
UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta
di Yogyakarta

Assalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Setelah membaca, meneliti, memberikan petunjuk, dan mengoreksi serta mengadakan perbaikan seperlunya, maka kami berpendapat bahwa skripsi Saudara:

Nama : Liska Triyastiti
NIM : 13630039
Judul Skripsi : Isolasi Nanokristal Selulosa dari Pelepah Pohon Salak Sebagai Filler pada Film Berbasis Polivinil Alkohol (PVA)

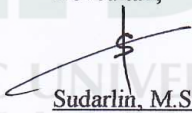
sudah benar dan sesuai ketentuan sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Strata Satu dalam bidang Kimia.

Demikian kami sampaikan. Atas perhatiannya, kami ucapkan terima kasih.

Wassalamu 'alaikum warahmatullahi wabarakatuh

Yogyakarta, 9 Januari 2018

Konsultan,


Sudarlin, M.Si.

NIP. 19850611 201503 1 002

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI

Saya yang bertanda tangan di bawah ini:

Nama : Liska Triyastiti

NIM : 13630039

Jurusan : Kimia

Fakultas : Sains dan Teknologi

menyatakan bahwa skripsi saya yang berjudul **“Isolasi Nanokristal Selulosa dari Pelepah Pohon Salak Sebagai Filler pada Film Berbasis Polivinil Alkohol (PVA)”** merupakan hasil penelitian saya sendiri, tidak terdapat karya yang pernah diajukan untuk memperoleh gelar kesarjanaan di suatu Perguruan Tinggi, dan sepanjang pengetahuan saya juga tidak terdapat karya atau pendapat yang pernah ditulis atau diterbitkan oleh orang lain, kecuali yang secara tertulis diacu dalam naskah ini dan disebutkan dalam daftar pustaka.

Yogyakarta, 3 Agustus 2017



Liska Triyastiti
NIM.: 13630039



KEMENTERIAN AGAMA
UNIVERSITAS ISLAM NEGERI SUNAN KALIJAGA
FAKULTAS SAINS DAN TEKNOLOGI
Jl. Marsda Adisucipto Telp. (0274) 540971 Fax. (0274) 519739 Yogyakarta 55281

PENGESAHAN TUGAS AKHIR

Nomor : B-120/Un.02/DST/PP.00.9/01/2018

Tugas Akhir dengan judul : Isolasi Nanokristal Selulosa dari Pelepah Pohon Salak sebagai Filler pada Film Berbasis Polivinil Alkohol (PVA)

yang dipersiapkan dan disusun oleh:

Nama : LISKA TRIYASTITI
Nomor Induk Mahasiswa : 13630039
Telah diujikan pada : Jumat, 29 Desember 2017
Nilai ujian Tugas Akhir : A-

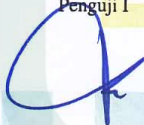
dinyatakan telah diterima oleh Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta

TIM UJIAN TUGAS AKHIR

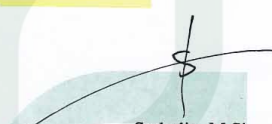
Ketua Sidang


Didik Krisdiyanto, S.Si., M.Sc
NIP. 19811111 201101 1 007

Penguji I


Karmanto, S.Si., M.Sc.
NIP. 19820504 200912 1 005

Penguji II


Sudarlin, M.Si.
NIP. 19850611 201503 1 002

Yogyakarta, 29 Desember 2017
UIN Sunan Kalijaga
Fakultas Sains dan Teknologi
DEKAN

D. Murtono, M.Si.
NIP. 19691212 200003 1 001

MOTTO

*“Reach for science and to gain
knowledge learn to calm and
patient”*

*“If you can not explain it simply you don’t
understand it well enough”*

(Albert Einstein)

**“Self-Confidence is the result of
proper preparation”**

(John Wooden)

HALAMAN PERSEMBAHAN

Dengan rasa syukur kepada Allah SWT serta sholawat dan salam kepada baginda Rasulullah Muhammad SAW, kupersembahkan karya ini untuk

:

Mamah tercinta,

Wanita terhebat dalam hidup yang tak pernah lelah mendo'akan, mensupport dan berkorban penuh demi kesuksesan hidupku

Bapak,

Laki-laki terhebatku yang selalu mengajarkan apa arti kerja keras, usaha, perjuangan dan pengorbanan dengan sungguh-sungguh dalam hidup

Untuk Almamater,

Program Studi Kimia UIN Sunan Kalijaga

Yogyakarta

KATA PENGANTAR

Segala puji bagi *Rabbul'alamin* yang telah memberi kesempatan dan kekuatan sehingga skripsi yang berjudul **Isolasi Nanokristal Selulosa dari Pelepah Pohon Salak Sebagai Filler pada Film Berbasis Polivinil Alkohol (PVA)**” ini dapat diselesaikan sebagai salah satu persyaratan mencapai derajat Sarjana Kimia.

Penyusun mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah memberikan dorongan, semangat, dan ide-ide kreatif sehingga tahap demi tahap penyusunan skripsi ini telah selesai. Ucapan terima kasih tersebut secara khusus disampaikan kepada:

1. Dr. Murtono, M.Si., selaku Dekan Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
2. Dr. Susy Yunita Prabawati, M.Si. selaku Ketua Jurusan Kimia yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
3. Irwan Nugraha, S.Si. M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Akademik yang telah memberikan motivasi dan pengarahan selama studi.
4. Didik Krisdiyanto, S.Si. M.Sc., selaku Dosen Pembimbing Skripsi yang dengan ikhlas meluangkan waktu untuk membimbing, mengarahkan dan memotivasi penyusun dalam menyelesaikan skripsi ini.
5. Dosen-dosen Program Studi Kimia Fakultas Sains dan Teknologi UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membimbing dan membagi ilmu yang sangat bermanfaat selama menempuh bangku perkuliahan.

6. Seluruh staf karyawan Fakultas Sains dan Teknologi Universitas Islam Negeri Sunan Kalijaga Yogyakarta yang telah membantu sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.
7. Bapak Wijayanto, ibu Isni dan bapak Indra selaku PLP Laboratorium Kimia UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta.
8. Bapak dan mamah tercinta, yang tidak pernah berhenti mendo'akan kesuksesan anak-anaknya serta menjadi inspirasi dalam hidup saya.
9. Lis Mita, Nanang Qosim, M. Aris Wibowo, Zenitha .Y, M. Sarjito dan Ahnaf Dzakiyan yang selalu menjadi keluarga terbaik dalam hidup saya.
10. Sholehatiningsih, Ida Farida dan Hendra Asri selaku teman satu didikan Dosen Pembimbing Skripsi yang selalu berbagi ilmu dan memberikan semangat selama proses penelitian.
11. M.N.M. Mahmud dan M. Harisuddin Al-amin selaku teman diskusi selama berada di bangku perkuliahan serta menjadi teman kepercayaan yang selalu memotivasi.
12. Amdatul, Widya Tri, Juwayriyah, Anggi. S, Ria Tri, Rika. S, Arum, Norma, Maryana, Eneng, Erni Widyastuti yang selalu setia meluangkan waktu untuk kepentingan penelitian saya
13. Alfi Mustofa, Imam Syai'I, Rezki Tri, Faqih Ma'muri, Nanda alzeta, Praditia Agung, Ahmad Amjad, Imaduddin dan Dienda Lora, yang selalu membantu baik tenaga dan materi selama penelitian berjalan.
14. Teman-teman laboratorium penelitian kimia UIN Sunan Kalijaga yang tidak dapat saya sebutkan satu persatu terima kasih atas saran dan bantuannya.

15. Semua pihak yang tidak bisa penulis sebutkan satu persatu atas bantuannya dalam penyelesaian skripsi ini.

Demi kesempurnaan skripsi ini, kritik dan saran sangat penulis harapkan. Penulis berharap skripsi ini bermanfaat bagi perkembangan ilmu pengetahuan secara umum dan kimia secara khusus.

Yogyakarta, 3 Agustus 2017



Liska Triyastiti
NIM : 13630039



STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR ISI

SURAT PERSETUJUAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	ii
NOTA DINAS KONSULTAN	iii
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN SKRIPSI.....	v
PENGESAHAN SKRIPSI/TUGAS AKHIR	vi
MOTTO	vii
HALAMAN PERSEMBAHAN	viii
KATA PENGANTAR	ix
DAFTAR ISI.....	xii
DAFTAR GAMBAR	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN.....	xvi
ABSTRAK	xvii
 BAB I PENDAHULUAN	 1
A. Latar Belakang	1
B. Batasan Masalah	5
C. Rumusan Masalah	5
D. Tujuan Penelitian	6
E. Manfaat Penelitian	6
 BAB II TINJAUAN PUSTAKA DAN LANDASAN TEORI.....	 7
A. Tinjauan Pustaka	7
B. LandasanTeori.....	13
1. Pelepah salak (Biomassa Lignoselulosa)	13
2. Selulosa	16
3. Sifat kimia selulosa	18
4. Lignin	21
5. Hemiselulosa	22
6. Nanoselulosa	23
7. Nanokomposit	25
8. <i>Nanofiller</i> (pengisi)	26
9. Isolasi Nanoselulosa	27
10. Polivinil Alkohol.....	30
11. Karakterisasi Nanoselulosa dan Komposit	31
a. FTIR	31
b. XRD	33
c. SEM	34
d. Tensile Streght dan Elongation	34
C.. Hipotesis	35

BAB III METODE PENELITIAN.....	36
A. Waktu dan Tempat Penelitian.....	36
B. Alat-alat Penelitian.....	36
C. Bahan Penelitian	37
D. Cara Kerja Penelitian	37
 BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	40
A. Isolasi Nanokristal Selulosa	40
B. Analisis Nanokristal selulosa	44
1. Analisis FTIR Selulosa nanokristal (NCC).....	44
2. Analisis XRD Selulosa nanokristal (NCC).....	46
3. Analisis SEM Selulosa nanokristal (NCC)	47
C. Analisis Komposit PVA.....	50
1. Analisis FTIR komposit	50
2. Analisis XRD Komposit	52
3. Sifat mekanis komposit.....	55
 BAB V KESIMPULAN DAN SARAN.....	59
A. Kesimpulan	59
B. Saran.	59
DAFTAR PUSTAKA	61
LAMPIRAN.....	72
CURRICULUM VITAE	74

STATE ISLAMIC UNIVERSITY
SUNAN KALIJAGA
YOGYAKARTA

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Dinding sel struktur tanaman dan penampang mikrofibril.....	16
Gambar 2.2. Strujtur kimia selulosa.....	16
Gambar 2.3. Struktur α -selulosa	19
Gambar 2.4. Struktur β -selulosa	19
Gambar 2.5. Struktur kimia lignin	21
Gambar 2.6. Struktur kimia hemiselulosa.....	22
Gambar 2.7. (a) Whisker pada CNC (b) Nanofibril pada CNF	23
Gambar 2.8. Hidrolisis asam menghilangkan bagian amorf	28
Gambar 2.9. Pembentukan nanoselulosa dengan ultrasonikasi.	29
Gambar 4.1. Skema reaksi NaOH dengan Kompleks Lignin	41
Gambar 4.2. Reaksi Hidrolisis Asam.....	42
Gambar 4.3. Spektra FTIR (a) nanoselulosa (b) Pelepah salak	44
Gambar 4.4. Difaktogram XRD nanoselulosa dan pelepah salak.....	46
Gambar 4.5. Pengamatan morfologi (a)pelepah salak (b)nanoselulosa.....	48
Gambar 4.6. Spektra FT-IR PVA dan komposit PVA/NCC.....	50
Gambar 4.7. Difaktogram XRD PVA dan Komposit PVA/NCC	53
Gambar 4.8. Grafik pengaruh penambahan nanoselulosa terhadap kuat tarik komposit film PVA	55
Gambar 4.9. Grafik pengaruh penambahan nanoselulosa terhadap elongasi komposit film PVA.....	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Komposisi Film komposit PVA dan Nanoselulosa.....	39
Tabel 4.1. Informasi data XRD selulosa dan pelepah salak.....	47
Tabel 4.2. Gugus Fungsi PVA (NS 0%) dan PVA/nanoselulosa (NS 10%).....	51



DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kristalinitas dan ukuran Kristal NCC	72
Lampiran 2. Perhitungan Kristalinitas komposit	73



ABSTRAK

**ISOLASI NANOKRISTAL SELULOSA DARI PELEPAH
POHON SALAK SEBAGAI *FILLER* PADA FILM BERBASIS
POLIVINIL ALKOHOL (PVA)**

Oleh:
Liska Triyastiti
13630039

Pembimbing
Didk Krisdiyanto, M.Sc

Telah dilakukan penelitian tentang isolasi nanokristal selulosa dari pelepah salak untuk filler film PVA. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui bagaimana karakteristik nanoselulosa dari pelepah 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 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. 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)*

BAB I

PENDAHULUAN

A. Latar Belakang

Yogyakarta memiliki banyak tanaman salak (*Zalacca edulis*, Reinw) sebagai komoditas utama perkebunannya bagi para petani di daerah Sleman. Menurut Kementerian pertanian (2016), komoditas salak tahun 2016 meningkat 2,21% dibandingkan tahun 2015. Kabupaten penghasil salak terbesar yaitu Kabupaten Sleman dengan produksi buah salak pada tahun 2015 sebesar 6.027.383 ton (BPS DIY, 2016). Menurut data Badan Perhitungan Statistika (BPS) DIY, 2004 populasi tanaman salak di Kabupaten Sleman sebanyak 4.653.790 rumpun dan 88% diantaranya adalah jenis salak pondoh (4.095.178 rumpun), 11,5% salak biasa, dan sisanya 0.5% adalah salak gading.

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 pelepah daun pohon salak. Diperkirakan setiap 4 bulan sekali pelepah pohon salak dilakukan pemotongan sebanyak 3-4 kali untuk meningkatkan produktivitas tanaman salak. Diperkirakan limbah pelepah salak yang dihasilkan sebanyak 1368 ton/bulan (Adi, 2008). Dalam satu rumpun tanaman salak (produktif) dapat menghasilkan 24 buah potongan pelepah salak, sehingga apabila dikalkulasikan dengan jumlah pohon salak yang ada maka dalam satu tahun pelepah salak yang belum termanfaatkan sekitar ± 23.000 truk.

Menurut penelitian Intani (2007), pelepah pohon salak digunakan sebagai bahan baku tekstil yang dapat dikembangkan dalam dunia Industri. Selain itu, menurut penelitian Kaliky (2006) pemanfaatan limbah pelepah pohon salak berhasil dikembangkan dalam industri *pulp*. Namun, dalam pemanfaatan tersebut diperlukan pengembangan lebih lanjut mengingat pelepah salak merupakan serat alam yang mengandung banyak komposisi. Selain itu, sebagian limbah pelepah dibakar, sebagian kecil dibuat kerajinan, dan sebagian dibuang begitu saja oleh para petani. Limbah pelepah salak yang dibuang begitu saja dapat merusak keindahan lingkungan di tengah permasalahan limbah yang semakin meningkat dan membutuhkan solusi tepat untuk menanganinya, seperti limbah plastik sebagai limbah anorganik yang tidak dapat dengan mudah terurai oleh alam.

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. Penambahan komposit serat alam dapat meningkatkan kelenturan dan elastisitas modulus yang baik (Mallick, 1993). Saat ini pengembangan serat berukuran nanometer sedang berkembang di dunia penelitian karena manfaat yang dapat terlihat secara nyata. Luas antar muka yang sangat besar dapat meningkatkan mobilitas molekuler menghasilkan komposit dengan fleksibilitas yang tinggi (Kvien I, 2007).

Menurut Shibata dan Osman (1988), serat alam merupakan suatu komposit yang tersusun atas hemiselulosa, pektin, dan lignin sebagai matriks dan selulosa sebagai penguat matriks. Pelepah pohon salak memiliki kandungan serat berupa selulosa 31.7%, hemiselulosa 33.9%, lignin 17.4%, dan silika 0.6%, sedangkan menurut Widyorini *et al* (2015b), pelepah pohon salak memiliki kandungan alpha selulosa 53%, hemiselulosa 35% dan lignin 29%. Dengan komposisi inilah, maka kandungan selulosa pelepah 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 polietilen (Prachayawarakorn dkk, 2010), karet alam (Pasquini dkk, 2010), polipropilen (Reddy dkk, 2009), aditif (Ioelovich, 2012) dan adsorben (Abhishek dkk, 2013).

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 di sekitarnya. 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).

Aplikasi bionanokomposit untuk keperluan industri, otomotif, dan rumah tangga diharapkan mampu menjadi solusi ketergantungan terhadap minyak bumi sebagai bahan baku pembuatan plastik dengan ketersediaan yang semakin menurun dan harga yang relatif meningkat (Siquera, 2010). 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 mengubahnya kedalam skala

ukuran nanometer serta mengetahui pengaruh penambahan konsentrasi nanoselulosa pelepah salak terhadap sifat mekanis film komposit PVA.

B. Batasan Masalah

Batasan masalah dalam penelitian ini adalah:

1. Metode isolasi nanokristal selulosa menggunakan metode *physico-chemical treatment*.
2. Karakterisasi hasil isolasi menggunakan *Scanning Electron Microscopy* (SEM), *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD).
3. Bahan komposit terbuat dari bahan film Polivinil Alkohol (PVA)
4. Variasi penambahan naoselulosa berupa persen massa PVA (b/b) 10%, 20%, dan 30%.
5. Karakterisasi hasil film PVA komposit menggunakan *Fourier Transform Infra Red* (FTIR), *X-Ray Diffraction* (XRD).
6. Teknik analisis data berupa sifat mekanis film komposit berupa kuat tarik (tensile strength) dan elongasi.

C. Rumusan Masalah

Berdasarkan latar belakang dan batasan masalah di atas maka dapat dirumuskan masalah sebagai berikut :

1. Bagaimana karakteristik biomassa pelepah pohon salak dan nanoselulosa pelepah pohon salak?
2. Bagaimana hasil karakterisasi komposit film PVA?

3. Bagaimana pengaruh penambahan *filler* nanoselulosa terhadap film Polivinil Alkohol (PVA) meliputi sifat mekanis kuat tarik dan elongasi?

D. Tujuan Penelitian

Berdasarkan perumusan masalah di atas maka tujuan penelitian ini adalah

1. Melakukan karakterisasi biomassa pelepah pohon salak dan nanoselulosa pelepah pohon salak.
2. Melakukan karakterisasi komposit film Polivinil Alkohol (PVA).
3. Melakukan identifikasi pengaruh penambahan *filler* terhadap komposit PVA meliputi sifat mekanis kuat tarik dan elongasi.

E. Manfaat Penelitian

1. Bagi Mahasiswa

Menambah pengetahuan dan wawasan di bidang isolasi nanoselulosa dan aplikasi nanoselulosa sebagai *filler* (pengisi) film Polivinil Alkohol (PVA).

2. Bagi Akademik

Sebagai bahan referensi dan informasi terbaru untuk mengembangkan metode isolasi nanoselulosa serta aplikasinya bagi mahasiswa yang akan melakukan penelitian.

3. Bagi Masyarakat

Memberikan informasi tentang pemanfaatan nanoselulosa sebagai bahan pengisi (*filler*) Polivinil Alkohol (PVA).

BAB V

KESIMPULAN DAN SARAN

A. 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 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

B. Saran.

1. Penelitian selanjutnya dapat dikembangkan dengan penggunaan TEM untuk mengetahui penampang ukuran nanoselulosa yang dihasilkan sampai pada

pengukuran kedalaman nanokristal yang dihasilkan, sehingga secara nyata dapat diketahui ukuran partikel nanokristal selulosa yang dihasilkan.

2. penggunaan nanselulosa sebagai *filler* (pengisi) dengan konsentrasi yang lebih rendah, sehingga dapat diketahui pengaruh mekanis penambahan pengisi pada komposit sebelum mencapai penurunan sifat mekanisnya.



DAFTAR PUSTAKA

- A. A. Refaat, "5.13-biofuels from waste materials," in *Comprehensive Renewable Energy*, S. Ali, Ed., pp. 217–261, Elsevier, Oxford, UK, 2012.
- A.Cabiac, E.Guillon, F. Chambon, C. Pinel, F. Rataboul, and N. Essayem, "Cellulose reactivity and glycosidic bond cleavage in aqueous phase by catalytic and non catalytic transformations," *Applied Catalysis A: General*, vol. 402, no. 1-2, pp. 1–10, 2011.
- Abhishek. K, Srivastava .S, Rohlt Raj. K. (2013). *Nanocellulose fibers for biosorption of cadmium, nickel, and lead ions from aqueous solution*. *Clean Techn Environ Policy* 16:385–393.
- Abraham E, Deepa B, Pothan LA, Jacob M, Thomas S, Cvelbar U, Anandjiwala R. (2011). *Extraction of Nanocellulose Fibrills From Lignocellulosic Fibres : a novel approach*. *Carbohydr Polym* 86: 1468-1475.
- Adel AM, El-Wahab ZHA, Ibrahim AA, Al-Shemy MT. (2010). *Characterization of Microcrystalline Cellulose Prepared From Lignocellulosic materials. Part 1. Acid catalyzed Hydrolysis*. *Bioresource Technol* 101: 4446-4455.
- Adi, I, R. 2008. *Intervensi Komunitas : Pengembangan Masyarakat Sebagai Upaya Pemberdayaan Masyarakat*. Jakarta: PT Rajagrafindo Persada.
- Agbor, V.B., N. Cicek, R. Sparling, A. Berlin, and D. B. Levin, *Biomass pretreatment: fundamentals toward application*. *Biotechnology Advances*, vol. 29, no. 6, pp. 675–685, 2011.
- Alemdar & Sain. (2008). *Isolation And Characterization Of Nanofibers From Agricultural Residues : Wheat Straw And Soy Hulls*. 99(6): 1664-71.

- Arup, Mandal., *Isolation of nanocellulose from waste sugarcane bagasse (SCB) and its characterization*. Carbohydrate Polymers, 2011, 86, 1291-1299.
- Aulia, Fenny dkk. 2013. *Studi penyediaan Nanokristal Selulosa Dari Tandan Kosong Sawit (TKS)*. Jurnal Saintia Kimia vol.1, No.2.
- B. L. Peng, N. Dhar, H. L. Liu, and K. C. Tam, "Chemistry and applications of nanocrystalline cellulose and its derivatives: a nanotechnology perspective," *Canadian Journal of Chemical Engineering*, vol. 89, no. 5, pp. 1191–1206, 2011.
- Badan Pusat Statistik DIY. 2016. Daerah Istimewa Yogyakarta Dalam Angka 2016. Badan Pusat Statistik DIY, Yogyakarta.
- Bernardo, S. L. B.; Fabiano V. P.; Jean, L. P.; Bruno J., *Preparation morphology and structure of cellulose nanocrystals from bamboo fibers*. Cellulose, 2012, 19, 1527–1536.
- Callister, William. D, Jr. 2009. *Materials Science and Engineering an Introduction 7th Edition*. John Willey and Son, Inc.: Salk Lake City, Utah.
- Chen W, Yu H, Liu Y, Chen P, Zhang M, Hai Y. (2011). *Individualization of Cellulose Nanofibers From Wood Using High-Intensity Ultrasonication Combined With Chemical Pretreatments*. Carbohyd Polym 83: 1804-1811.
- Chen Y, Cao X, Chang P, Huneault M. 2008. Comparative Study on the Films of Poly (Vinyl Alcohol)/ Pea Starch Nanocrystals and Poly (Vinyl Alcohol)/ Native Pea Starch. *Carbohydrat Polymer*. 73 : 8-17.
- Deppa B., dkk. 2015. *Utilization of various lignocellulosic biomass for the production of nanocellulose: a comparative study*. Cellulose 22:1075–1090.

- Elanthikkal S, Gopalakrishnapanicker U, Varghese S, Guthrie JT. (2010). *Cellulose Microfibrils Produced From Banana Plant Wastes : Isolation and Characterization*. *Carbohydr polym* 80: 852-859.
- Fengel, D. dan G.Wegener. 1995. *Kayu, Kimia, Ultrastruktur*,. Reaksi-reaksi. edisi 1, Gajah Mada Press. Yogyakarta.
- Filson, P. B.; Benjamin, E.; Dawson A.; Diane S. B., *Enzymatic-mediated production of cellulose nanocrystals from recycled pulp*. *Green Chemistry*, 2009, 11, 1808– 1814
- 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.
- Fukuzumi H, Saito T, Isogai A. 2013. *Influence of TEMPO oxidized cellulose nanofibril length on film properties*. *Carbohydr Polym* 93:172–177.
- G. D. Saratale and S. E. Oh, “Lignocellulosics to ethanol: the future of the chemical and energy industry,” *African Journal of Biotechnology*, vol. 11, no. 5, pp. 1002–1013, 2012.
- Grabber, J.H., *How do lignin composition, structure, and cross-linking affect degradability? a review of cell wall model studies*. *Proceedings of the CSSA Annual Meeting Lignin and Forage Digestibility Symposium*, vol. 45, pp. 820–831, Denver, Colo, USA, 2003.
- Guirguis O. W, Moselhey Manal T. H., *Termal and Structural Studies of Poly(Vinil Alcohol) and Hydroxypropyl Cellulose Blends*, *Natural Science*, Vol. 4, No.1, 57-67, 2012.

- H.-J. Huang and S. Ramaswamy, "Overview of biomass conversion processes and separation and purification technologies in biorefineries," in *Separation and Purification Technologies in Biorefineries*, pp. 1–36, JohnWiley & Sons, 2013.
- Habibi, Y., Lucia, L.A., dan Rojas, O.J. (2010). *Cellulose Nanocrystals: Chemistry, Self-Assembly, and Applications*. Chemical Reviews. 110: 3479 – 3500.
- Habibi, Y., Lucia, L.A., dan Rojas, O.J. 2010. *Cellulose Nanocrystals: Chemistry, Self-Assembly, and Applications*. Chemical Reviews. 110: 3479 – 3500.
- Han, J.; Chengjun, Z.; Alfred, D. F.; Guangping, H.; Qinglin, W., *Characterization of cellulose II nanoparticles regenerated from 1-butyl-3-methylimidazolium chloride*. Carbohydrate Polymers, 2013, 94, 773-781
- Harmsen, P. F. H., W. J. J. Huijgen., L. M. B. Lopez., and R. R. C. Bakker. 2010. *Literature Review of Physical and Cemical Pretreatment Processes For Lignocellulosic Biomass*. Food & Biodased Research. **10**. 013.
- Hu Y. Wang Q. Tang M. Preparation and Properties of Starchg-PLA/Poly(Vinyl Alcohol) Composite Film. Carbohydrate Polyners. 2013;96:384-388.
- Intani, Ullly 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.

- J. J. Bozell, C. J. O'Lenick, and S. Warwick, "Biomass fractionation for the biorefinery: heteronuclear multiple quantum coherence-nuclear magnetic resonance investigation of lignin isolated from solvent fractionation of switchgrass," *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, vol. 59, no. 17, pp. 9232–9242, 2011.
- J. O. Metzger and A. H"uttermann, "Sustainable global energy supply based on lignocellulosic biomass from afforestation of degraded areas," *Naturwissenschaften*, vol. 96, no. 2, pp. 279–288, 2009.
- J.-P. Lange, "Lignocellulose conversion: an introduction to chemistry," in *Catalysis for Renewables*, Wiley-VCH, New York, NY, USA, 2007.
- Jiang, Feng; You-Lo Hsieh. (2013). *Chemically and mechanically isolated nanocellulose and their self-assembled structures. Carbohydrate Polymers* 95. 32–40.
- Kaliky, Rahma, Sugeng Widodo dan Nur Hidayat. (2006). *Persepsi Petani terhadap Pemanfaatan Peleph Daun Salak untuk Industri Pulp dan Konservasi Lingkungan Pertanaman Salak Pondoh di Kabupaten Sleman*. Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian.
- Kaliky, Rahma, Sugeng Widodo dan Nur Hidayat. 2006. *Persepsi Petani terhadap Pemanfaatan Peleph Daun Salak untuk Industri Pulp dan Konservasi Lingkungan Pertanaman Salak Pondoh di Kabupaten Sleman*. Temu Teknis Nasional Tenaga Fungsional Pertanian.
- Kementerian Pertanian. 2016. Laporan Tahunan Kementerian Pertanian Tahun 2016. (diakses tanggal 16 November 2017).

- Khair ASA, Arof AK. 2009. Conductivity studies of starch-based polymer electrolytes. *Ionics*. 16(2): 123-129. doi: 10.1007/s11581-009-0356-y
- Klemm D, Kramer F, Moritz S, Lindstrom T, Ankerfors M, Gray D, Dorris A. 2011. *Nanocelluloses: a new family of naturebased materials*. *Angew Chem Int Ed* 50:5438–5466.
- Krochta J M. 1992. Control of Mass Transfer in Food With in Edible Coating and Film. *Advance In Food Engineering*. 517-538.
- Kvien I, Oksman K. Orientation of cellulose Nanowhiskers in Polyvinyl Alcohol. *Applied Physics A: Materials Science and Processing*. 2007;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
- Long, Harry. 1985. *Basic Compounding and Processing of Rubber*. University of Akron : Ohio.
- M. E. Himmel, S. Ding, D. K. Johnson et al., “Biomass recalcitrance: engineering plants and enzymes for biofuels production,” *Science*, vol. 315, no. 5813, pp. 804–807, 2007.
- Mallick PK. Fiber-reinforced composites : materials, manufacturing and design. Newyork : Marcel Dekker : 1993.
- Man, Z.; Nawshad, M.; Ariyanti, S.; Mohamad, A. B.; Vignesh, K. M.; Sikander, R., *Preparation of Cellulose Nanocrystals Using an Ionic Liquid*. *Journal of Polymer and the Environment*, 2011 , 19, 726-731

- Mandel A dan Chakrabarty D. (2011). *Isolation of Nanocellulose From Waste Sugarcane Bagasse (SCB) and its Characterization*. *Carbohydr Polym* 86: 1291-1299.
- Mansur HS, Orefice RL, Pereira MM, Lobato ZIP, Vasconcelos WL, Machado LJC. *FTIR and UV-Vis Study of Chemically Engineered Biomaterial Surfaces For Protein Immobilization*. *Spectroscopy-An International Journal*. 2002; 16 (3-4): 351-360.
- Mansur HS, Mansur AAP. *Small Angle X-Ray Scattering, FTIR and SEM Characterization of Nanostructured PVA/TEOS Hybrids by Chemical Crosslinking*. *Mater. Res. Soc. Symp. Proc.* 2005; 873E(K1.9.1):20-25.
- Maryam et al. 2017. Processing of Micro-Nano Bacterial Cellulose with Hydrolysis Method as a areinfocing Bioplastic. *Journal of Physics: Conference Series*.
- Meyers RA. (ed). *Interpretation of Infrared Spectra, A Practical Approach*, John Coates in *Encyclopedia of Analytical Chemistry*. Chichester: Jhon Wiley & Sons Ltd, 2000.p. 10815-10837.
- Nikmatin dkk. 2012. *Analisa Struktur Nanokomposit Selulosa Kulit Rotan Sebagai Filler Bionanokomposit Dengan Difraksi Sinar X*. Fakultas Teknologi Pertanian Departemen Teknik Mesin dan Biosistem IPB.
- Nuringtyas, T.R. 2010 . *Karbohidrat*. Gajah Mada University. Yogyakarta.
- 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.

- Peng, B. L., Dhar, N., Liu H.L., K. C. Tam. 2011. *Chemistry Applications of Nanocrystalline Cellulose and Its derivate : A Nanotechnology Perspective*. Matter Lett. 61, 5050-5052.
- Perez, J., J. Mu'noz-Dorado, T. De La Rubia, and J. Mart'inez. *Biodegradation and biological treatments of cellulose, hemicellulose and lignin: an overview*. International Microbiology, vol. 5, no. 2, pp. 53–63, 2002.
- Prachayawarakorn, J., Sangnitdej, P., and Boonpasith, P. 2010. *Properties of thermoplastic rice starch composites reinforced by cotton fiber or low-density polyethylene*. Carbohyd Polym. 81: 425-433.
- R. E. Quiroz-Castañeda and J. L. Folch-Mallol, “Plant Cell wall degrading and remodeling proteins: current perspectives,” *Biotecnologia Aplicada*, vol. 28, no. 4, pp. 205–215, 2011.
- Reddy, N. and Yang, Y. 2009. *Properties and potential applications of natural cellulose fibers from the bark of cotton stalks*. Bioresource Technol. 100: 3563-3569.
- 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.
- Rosa, M. F.; Medeiros, E. S.; Malmonge, J. A.; Gregorski K. S.; Wood, D. F.; Mattoso, L. H. C.; Glenn, G.; Orts, W. J.; Imam, S. H., *Cellulose nanowhiskers from coconut husk fibers: Effect of preparation conditions on their thermal and morphological behavior*. Carbohydrate Polymers, 2010, 81, 83-92

- S. H. Mood, A. H. Golfeshan, M. Tabatabaei et al., "Lignocellulosic biomass to bioethanol, a comprehensive review with a focus on pretreatment," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 27, pp. 77–93, 2013.
- Sadeghifar, H.; Ilari, F.; Sarah, P. C.; Dermot F. B.; Dimitris S. A., Production of cellulose nanocrystals using hydrobromic acid and click reactions on their surface. Springer. Journal Material Science, 2011.
- Saito T, Uematsu T, Kimura S, Enomae T, Isogai A. 2011. *Selfaligned integration of native cellulose nanofibrils towards producing diverse bulk materials*. Soft Matter 7:8804–8809.
- Saxena, IM, Kudlicka, K., et. Al. 1995. Karakterisasi Gen di Sintesis Selulosa Operon dari *Acetobacter xylinum* : *Implikasi untuk Kristalisasi Selulosa*, *Journal of Bacteriology*, ay 176:5735-5752.
- Settle, Frank A. 1997. *Handbook of Instrumental Techniques for Analytical Chemistry*. Prentice-Hall, Inc. New Jersey. Hal. 25-30;247-252;309-311;481-485.
- 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.
- Solechudin dan Wibisono. 2002. *Buku kerja praktek*. PT Kertas Lecces Persero, Probolinggo.

- Stevano, R. 2013. *Karakterisasi Plastik Biodegradable dari Campuran Kitosan dan Polivinil Alkohol Menggunakan Metode Tanpa Pelarut (Skripsi)*. Universitas Lampung. Lampung.
- Sulchan M, NW Endang. Keamanan pangan kemasan plastik dan styrofoam. *Majalah Kedokteran Indonesia*. 2007;57(2):54-59.
- Sun RC, TomkinsonJ, MaPL, Liang SF. 2000. *Comparative Study of Hemicelluloses From Rice Straw by Alkali and Hydrogen Peroxide Treatment*. *Carbohydrate Polymers*. 42:111-122.
- Sundari MT dan Ramesh S. (2012). *Isolation and Characterization of Cellulose nanofibers From the Aquatic Weed Water Hyacinth-Eichhornia Cracssipes*. *Carbohyd Polym* 87: 1701-1705.
- Tang X, Alavi S. Recent advances in starch, polyvinyl alcohol based polymer blends, nanocomposites and their biodegradability. *Carbohydrate Polymers*. 2011;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.
- W. P. Q. Ng, H. L. Lam, F. Y. Ng, M. Kamal, and J. H. E. Lim, "Waste-to-wealth: green potential from palm biomass in Malaysia," *Journal of Cleaner Production*, vol. 34, pp. 57–65, 2012.
- Wahyuningsih Kendri dkk. 2015. *Sintesis Nanoselulosa dari Serat Nanas dan Apliednya Sebagai Nanofiller pada Film Berbasis Polivinil Alkohol*. Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Pascapanen Pertanian.ITB. Bogor.

- Wang, H.; Changbin, Z.; Hong, H.; Lian W., Glucose production from hydrolysis of cellulose over a novel silica catalyst under hydrothermal conditions. *Journal of Environmental Sciences*, 2012, 24(3), 473–478
- Wicaksono dkk. 2013. *Characteristics of Cellulose Nanofibers From Cassava Pulp and Its Use As Tapioca-Film Reinforcement*. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian* 23 (1): 38-45.
- Widyorini, Ragil. 2015b. *Pengaruh Penambahan Perekat dan Suhu Kempa Terhadap Sifat Papan Komposit dari Serat Sabut Kelapa (Cocos Nucifera) dengan Asam Sitrat Sebagai Perekat*. Seminar Nasional XVIII MAPEKI.
- Wirjosentono, B.,. 1995. *Perkembangan Industri Polimer di Indonesia*, Orasi Ilmiah Lustrum 6. Universitas Sumatera Utara. Medan.
- Xiong, R.; Xinxing, Z.; Dong, T.; Zehang, Z.; Canhui, L., *Comparing microcrystalline with spherical nanocrystalline cellulose from waste cotton fabrics*. *Cellulose*, 2012, 19, 1189–1198.
- Yuliani S. 2014. *Pengembangan Nanoteknologi untuk Pangan Fungsional, Nutrasetikal dan Kemasan*. Laporan Akhir Tahun Pelaksanaan Kegiatan Penelitian Balai Besar Litbang Pascapanen Pertanian. Bogor.
- Zhang, I., Gu, F.X., Chan, J.M., Wang, A.Z., Langer, R.S., and Farokhzad, O.C. 2008. *Nanoparticles in Medicine: Therapeutic Applications and Development*. *Clinical Pharmacology & Therapeutics*. 83 (5): 761-765.
- Zhao J, He X, Wang Y, Zang W, Zhang X *et al.* (2014). *Reinforcement of All Cellulose Nanocomposite Films Using Native Cellulose Nanofibrils*. *Carbohydr Polym*. 104: 143-150.

LAMPIRAN

Lampiran 1. Perhitungan Kristalinitas Dan Ukuran Kristal NCC

Indeks kristalinitas

Persamaan Segal

$$\text{Indeks kristalinitas} = \frac{I_{\text{kristalin}} - I_{\text{amorf}}}{I_{\text{kristalin}}} \times 100\%$$

a. Pelepah salak

$$\begin{aligned}\text{Indeks kristalinitas} &= \frac{100 - 57}{100} \times 100\% \\ &= 43 \%\end{aligned}$$

b. Nanoselulosa

$$\begin{aligned}\text{Indeks kristalinitas} &= \frac{493 - 205}{493} \times 100\% \\ &= 58,42 \%\end{aligned}$$

Ukuran kristal

Persamaan scherrer

$$\text{Ukuran kristal} = \frac{0,89 \lambda}{\beta \cos \theta}$$

a. Pelepah salak

$$\begin{aligned}\text{Ukuran kristal} &= \frac{0,89 \times 0,154 \text{ nm}}{0,0508 \times \cos 11,125} \\ &= \frac{0,1371 \text{ nm}}{0,0065} \\ &= 21,09 \text{ nm}\end{aligned}$$

b. Nanoselulosa

$$\begin{aligned}\text{Ukuran kristal} &= \frac{0,89 \times 0,154 \text{ nm}}{0,0422 \times \cos 11,195} \\ &= \frac{0,1371 \text{ nm}}{0,0083} \\ &= 16,52 \text{ nm}\end{aligned}$$

Lampiran 2. Perhitungan Kristalinitas komposit

Indeks kristalinitas

Persamaan Segal

$$\text{Indeks kristalinitas} = \frac{I_f - I_s}{I_f} \times 100\%$$

a. PVA

$$\begin{aligned}\text{Indeks kristalinitas} &= \frac{168-220}{220} \times 100\% \\ &= 23,63 \%\end{aligned}$$

b. PVA/Nanoselulosa

$$\begin{aligned}\text{Indeks kristalinitas} &= \frac{256-271}{256} \times 100\% \\ &= 5,86 \%\end{aligned}$$

CURRICULUM VITAE

A. Data Pribadi

Nama : Liska Triyastiti
 Tempat, Tanggal Lahir : Sleman, 4 Februari 1995
 Jenis Kelamin : Perempuan
 Agama : Islam
 Alamat Asal : Jalan Kaliurang 9.3 Tambakan RT/RW : 01/19,
 Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta 55581
 Alamat Tinggal : Jalan Kaliurang 9.3 Tambakan RT/RW : 01/19,
 Sinduharjo, Ngaglik, Sleman, Yogyakarta 55581
 Telp/Hp : 085729771894 (WA)/ 085725888555(telp/SMS)
 Email : Qaishara19954627@gmail.com



B. Latar Belakang Pendidikan

Jenjang	Nama sekolah	Tahun
TK	RA Sholihin	1999-2000
SD	MIN Tempel (MI 2 Sleman)	2000-2007
SMP	SMP 2 Ngaglik	2007-2010
SMA	MAN 1 Yogyakarta	2010-2013
S1	UIN Sunan Kalijaga Yogyakarta	2013-2017

C. Daftar publikasi ilmiah

Publikasi hasil penelitian dalam Seminar Nasional Kulit, Karet dan Plastik ke-6 “Peran Litbang Aplikatif Dalam Meningkatkan Daya Saing Industri Kulit, Karet dan Plastik”. Tahun 2017.

