

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI BIO-NANOKOMPOSIT *FILM*
BERBASIS *SEMI-REFINED IOTA CARRAGEENAN* DAN
NANOPARTIKEL SILIKA (SiO₂)**

SKRIPSI

**Untuk memenuhi sebagian persyaratan
guna memperoleh gelar Sarjana Teknologi Pertanian
di Fakultas Pertanian
Universitas Sebelas Maret Surakarta**

Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan



Oleh :

AFIFAH ISWARA AJI

H 0913003

**FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SEBELAS MARET
SURAKARTA**

2018

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI BIO-NANOKOMPOSIT *FILM*
BERBASIS *SEMI-REFINED IOTA CARRAGEENAN* DAN
NANOPARTIKEL SILIKA (SiO₂)**

yang dipersiapkan dan disusun oleh
AFIFAH ISWARA AJI
H 0913003

Telah dipertahankan di depan Dewan Penguji

Pada tanggal: **Desember 2017**
dan dinyatakan telah memenuhi syarat

Susunan Dewan Penguji

Ketua

Anggota I

Anggota II

Danar Praseptianga, S.T.P., M.Sc., Ph.D.
NIP. 198109092005011002

Prof. Dr. Eng. Camellia Panatarani, M.Si.
NIP. 197403032003122002

Lia Umi Khasanah, S.T., M.T.
NIP. 198007312008012012

Surakarta, Desember 2017

Mengetahui

Universitas Sebelas Maret

Fakultas Pertanian

Dekan

Prof. Dr. Ir. H. Bambang Pujiasmanto, M.S.
NIP. 195602251986011001

KATA PENGANTAR

Puji syukur kehadirat Allah SWT. atas rahmat dan hidayah-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan tugas akhir skripsi dengan judul “**Preparasi dan Karakterisasi Bio-Nanokomposit Film Berbasis Semi-Refined Iota Carrageenan dan Nanopartikel Silika (SiO₂)**”. Penulisan skripsi ini merupakan salah satu syarat yang harus dipenuhi oleh mahasiswa untuk mencapai gelar Sarjana Strata Satu (S-1) pada Program Studi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta. Penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari bantuan berbagai pihak baik secara materi maupun moril, untuk itu penulis mengucapkan terima kasih kepada:

1. Prof. Dr. Ir. H. Bambang Pujiasmanto, M.S., selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
2. Ir. Bambang Sigit Amanto, M. Si., selaku ketua program studi Ilmu dan Teknologi Pangan Fakultas Pertanian Universitas Sebelas Maret Surakarta.
3. Danar Praseptiangga, S.T.P., M.Sc., Ph.D., selaku Dosen Pembimbing Utama skripsi yang telah membimbing, mengarahkan, serta memberikan dukungan berupa ilmu, nasihat, dan masukan yang sangat bermanfaat bagi penulis selama penyusunan skripsi.
4. Prof. Dr. Eng. Camellia Panatarani, M.Si., selaku Dosen Pembimbing Pendamping skripsi yang senantiasa sabar, perhatian serta pengertian dalam membimbing dan memberikan arahan kepada penulis selama melakukan penelitian sehingga skripsi ini dapat terselesaikan dengan baik.
5. Lia Umi Khasanah, S.T., M.T., selaku Dosen Penguji yang telah memberikan arahan dan nasihat selama proses penyusunan skripsi hingga dapat terselesaikan dengan baik.
6. Prof. Dr. Eng. I Made Joni., selaku Kepala Pusat Penelitian Nanoteknologi dan Graphene (PRINT-G) Universitas Padjajaran (UNPAD) atas pemberian izin menggunakan laboratorium dan membimbing penulis serta memberikan banyak masukan, nasihat, dan motivasi hingga terselesaikannya penelitian dan penulisan skripsi ini.

7. Ir. Nur Her Riyadi Parnanto, M.S., selaku Dosen Pembimbing Akademik, atas bimbingan, motivasi, dan nasihat selama penulis menempuh pendidikan di Universitas Sebelas Maret Surakarta.
8. Bapak dan Ibu Dosen Fakultas Pertanian UNS khususnya Dosen Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, atas segala bentuk kesabaran dan ketulusan dalam mendidik penulis selama menempuh studi di Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
9. Seluruh karyawan dan keluarga besar PRINT-G UNPAD atas segala bantuan dan motivasinya, yaitu Prof. Made, Prof. Camel, Prof. Wawan, Ibu Emma, Dr. Vanitha, Dr. Luqman, Pak Dana, Teh Hera, Kang Sundoro, Kang Irvan, Kang Fenfen, Kang Sony, Kang Dodi, serta teman-teman mahasiswa UNPAD yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu.
10. Seluruh teknisi di laboratorium Ilmu dan Teknologi Pangan FP UNS serta staff Tata Usaha Prodi Ilmu dan Teknologi Pangan FP UNS atas segala bantuannya selama pelaksanaan studi sehingga dapat berjalan dengan baik.
11. Tim Riset Kerjasama ITP FP UNS dengan PRINT-G UNPAD yang diprakarsai oleh Bapak Danar, Prof. Made, dan Prof. Camellia yang telah memberikan kesempatan kepada penulis untuk bergabung menjadi bagian tim riset tersebut dan memberikan pendanaan untuk terlaksana dan terselesaikannya penelitian ini.
12. Kedua orang tua penulis, yaitu Bapak Ir. Aji Wiratmoko dan Ibu Dra. Heni Setyaningsih yang telah memberikan kasih sayang, doa restu, semangat dan dukungan baik secara moril maupun materi selama perkuliahan hingga terselesaikannya jenjang pendidikan ini. Skripsi ini penulis persembahkan kepada beliau berdua sebagai bentuk rasa terima kasih atas semua cinta, kasih sayang, dan pengorbanan yang senantiasa dicurahkan kepada penulis selama ini.
13. Adik-adik penulis, yaitu Bagas Alfaris Aji dan Cahya Imanuddin Aji yang senantiasa menghibur serta memberikan dukungan dan doa kepada penulis.
14. Rekan penelitian tim bio-nanokomposit karaginan Trio-A, yaitu Assifa Rahma Khoirunnisa dan Apriliana Eka Saputri yang selalu setia untuk melangkah

bersama dalam meniti mimpi, mewujudkan terselesaikannya penelitian dan penulisan skripsi ini, serta sebagai tempat berbagi suka dan duka selama perjalanan penyusunan skripsi ini.

15. Sahabat saya, '7 Anak Manusia' yaitu Assifa Rahma Khoirunnisa, Apriliana Eka Saputri, Aqrobu Rohmaniyah, Azaria Nurchasanah, Fathin Hana Rahmawati, dan Fitriana Putri Setyowati, serta keluarga 'Karapan Seblak' yang telah banyak memberikan kenangan indah, motivasi, dukungan, doa, tenaga dan waktu, serta tempat berbagi suka dan duka selama penulis menjalani studi di Ilmu dan Teknologi Pangan, Fakultas Pertanian, Universitas Sebelas Maret Surakarta.
16. Keluarga besar ITP 2013 serta kakak tingkat ITP 2010, 2011, 2012, dan adik tingkat 2014, 2015, dan 2016 yang tidak dapat penulis sebutkan satu-persatu atas motivasi yang telah diberikan.
17. Keluarga besar IAAS LC UNS, LDK JN UKMI UNS, dan RHI Solo yang telah mengajarkan penulis mengenai kemampuan berorganisasi dan bersosialisasi serta menumbuhkan semangat ketulusan dalam mengabdikan.
18. Keluarga besar, sahabat, teman, dan saudara seiman saya di manapun berada yang telah memberikan motivasi dan doa kepada penulis.
19. Semua pihak yang telah banyak membantu secara langsung maupun tidak langsung, memberi dukungan, semangat serta doa kepada penulis sehingga penyusunan skripsi ini dapat berjalan dengan lancar.

Penulis menyadari bahwa dalam penulisan skripsi ini masih banyak kekurangan. Oleh karena itu, penulis mengharapkan kritik dan saran yang bersifat membangun dari semua pihak untuk lebih menyempurnakan isi dari skripsi ini. Semoga skripsi ini dapat memberikan manfaat bagi penulis dan pembaca.

Surakarta, Desember 2017

Penulis

DAFTAR ISI

HALAMAN JUDUL.....	i
HALAMAN PENGESAHAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
DAFTAR ISI	vi
DAFTAR TABEL	viii
DAFTAR GAMBAR	x
DAFTAR LAMPIRAN	xii
RINGKASAN	xiii
<i>SUMMARY</i>	xiv
I. PENDAHULUAN	1
A. Latar Belakang	1
B. Rumusan Masalah	6
C. Tujuan Penelitian	6
D. Manfaat Penelitian	6
II. LANDASAN TEORI	7
A. Tinjauan Pustaka	7
1. Karaginan.....	7
2. <i>Film</i>	13
3. <i>Plasticizer</i>	15
4. <i>Film</i> Bio-nanokomposit.....	16
5. Nanopartikel Silika (SiO ₂).....	17
6. Dispersi Nanopartikel	20
7. Surfaktan.....	21
8. Karakterisasi Suspensi Nanopartikel	22
9. Karakterisasi <i>Film</i> Bio-nanokomposit.....	24
a. Morfologi Permukaan <i>Film</i>	24
b. Struktur <i>Film</i>	25
c. Kelarutan	28
d. Permeabilitas Uap Air	28

e. Kuat Tarik dan Elongasi	29
f. Transparansi dan UV- <i>barrier</i>	31
g. Gugus Fungsi	32
B. Kerangka Berpikir	34
C. Hipotesis	35
III. METODE PENELITIAN	36
A. Tempat dan Waktu Penelitian	36
B. Bahan dan Alat	36
C. Tahapan Penelitian	38
D. Rancangan Penelitian	43
E. Metode Analisis	43
IV. HASIL DAN PEMBAHASAN	44
A. Suspensi Nanopartikel SiO ₂	44
B. <i>Film</i> Bio-nanokomposit	48
1. Morfologi Permukaan	48
2. Ketebalan	51
3. Gugus Fungsi	54
4. Kuat Tarik (<i>Tensile Strength</i>)	61
5. Persentase Pemanjangan (Elongasi)	65
6. Permeabilitas Uap Air (<i>Water Vapour Permeability/WVP</i>)	69
7. Kelarutan (<i>Water Solubility</i>)	72
8. Transparansi	76
9. UV- <i>barrier</i>	78
10. Struktur	80
11. Penentuan Konsentrasi Nanopartikel SiO ₂ Terbaik	84
V. KESIMPULAN DAN SARAN	87
A. Kesimpulan	87
B. Saran	87
DAFTAR PUSTAKA	89
LAMPIRAN	101

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1	Sifat Dasar Karaginan Iota, Kappa, dan Lamda.....	9
Tabel 2.2	Spesifikasi Mutu Karaginan.....	11
Tabel 2.3	Daerah Gugus Fungsi <i>Infrared</i>	33
Tabel 3.1	Metode Analisis Suspensi Nanopartikel SiO ₂	43
Tabel 3.2	Metode Analisis <i>Film</i> Bio-nanokomposit.....	43
Tabel 4.1	Data Distribusi Ukuran Partikel Suspensi Nanopartikel SiO ₂ dengan Tiga Variasi Konsentrasi.....	46
Tabel 4.2	Data Ketebalan <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi Nanopartikel SiO ₂	52
Tabel 4.3	Identifikasi Gugus Fungsi <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi- Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	56
Tabel 4.4	Analisis Kuat Tarik <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	62
Tabel 4.5	Analisis Persentase Pemanjangan <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	66
Tabel 4.6	Analisis Permeabilitas Uap Air (WVP) <i>Film</i> Bio- nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	69
Tabel 4.7	Analisis Kelarutan <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	73
Tabel 4.8	Analisis Transparansi <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi- Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	76

Tabel 4.9	Analisis UV- <i>barrier Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	79
Tabel 4.10	Pengurutan Konsentrasi Nanopartikel SiO ₂ Tiap Parameter <i>Film</i>	85
Tabel 4.11	Penilaian (<i>Skoring</i>) <i>Ranking</i> Konsentrasi SiO ₂ pada Tiap Parameter <i>Film</i>	85

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1	Skema Struktur Beberapa Jenis Karaginan terkait	8
Gambar 2.2	Diagram Alir Proses Ekstraksi <i>Semi-Refined Carrageenan</i> (Prajapati <i>et al.</i> , 2014).....	12
Gambar 2.3	Diagram Alir Proses Ekstraksi <i>Refined Carrageenan</i> (Prajapati <i>et al.</i> , 2014).....	13
Gambar 2.4	Skema Instrumen Difraksi Laser (Xu, 2002)	23
Gambar 2.5	Grafik Pola Difraksi Sinar-X Material Kristal, Amorf, dan gas monoatomik (Cullity dan Stock, 2014).....	27
Gambar 2.6	Kerangka Berpikir Penelitian	32
Gambar 3.1	Diagram Alir Pembuatan Suspensi Nanopartikel SiO ₂ Menurut Zhang <i>et al.</i> (2012) dengan Modifikasi.....	38
Gambar 3.2	Diagram Alir Pembuatan <i>Film</i> Bio-nanokomposit Menurut Rane <i>et al.</i> (2014) dengan Modifikasi	41
Gambar 3.3	Diagram Alir Pembuatan <i>Film</i> Kontrol Menurut Rane <i>et al.</i> (2014) dengan Modifikasi	42
Gambar 4.1	Grafik Distribusi Ukuran Partikel Suspensi SiO ₂ dengan Tiga Variasi Konsentrasi.....	45
Gambar 4.2	Analisis Morfologi Permukaan <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	49
Gambar 4.3	Morfologi Nanopartikel SiO ₂	50
Gambar 4.4	Grafik Ketebalan <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	53
Gambar 4.5	Grafik FTIR <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂ .	55

Gambar 4.6	Spektrum FTIR SiO ₂	58
Gambar 4.7	FTIR Tween-80 (Liu <i>et al.</i> , 2015)	60
Gambar 4.8	Grafik Kuat Tarik <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	62
Gambar 4.9	Grafik Persentase Pemanjangan (Elongasi) <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	66
Gambar 4.10	Grafik Permeabilitas Uap Air (WVP) <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	70
Gambar 4.11	Grafik Kelarutan <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	73
Gambar 4.12	Grafik Transparansi <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	76
Gambar 4.13	Grafik UV- <i>barrier</i> <i>Film</i> Bio-nanokomposit <i>Semi-Refined Iota Carrageenan</i> dengan Variasi Konsentrasi SiO ₂	79
Gambar 4.14	Pola XRD yang Terbentuk pada <i>Film</i> Karaginan (a) dan <i>Film</i> Bio-nanokomposit Karaginan dengan Nanopartikel SiO ₂ (b)	81
Gambar 4.15	Pola XRD Karaginan Iota dan Kappa (Murni dan Modifikasi) (Papageorgiou <i>et al.</i> , 2017)	83
Gambar 4.16	Pola XRD Nanopartikel SiO ₂	84

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1	Metode Analisis	101
	A. Suspensi Nanopartikel SiO ₂	101
	1. Distribusi Ukuran Partikel	101
	B. <i>Film</i> Bio-nanokomposit.....	101
	1. Morfologi Permukaan	101
	2. Ketebalan	101
	3. Gugus Fungsi.....	102
	4. Kuat Tarik dan Elongasi <i>Film</i>	102
	5. Permeabilitas Uap Air	102
	6. Kelarutan	103
	7. Transparansi Optik dan UV- <i>barrier</i>	104
	8. Struktur <i>Film</i>	104
Lampiran 2	Data Penelitian dan Hasil Analisis SPSS	105
	1. Ketebalan.....	105
	2. Kuat Tarik dan Elongasi.....	105
	3. Permeabilitas Uap Air	106
	4. Kelarutan	107
	5. Transparansi	107
	6. UV- <i>barrier</i>	108
Lampiran 3	Dokumentasi Penelitian.....	109

**PREPARASI DAN KARAKTERISASI BIO-NANOKOMPOSIT *FILM*
BERBASIS *SEMI-REFINED IOTA CARRAGEENAN* DAN
NANOPARTIKEL SILIKA (SiO₂)**

**AFIFAH ISWARA AJI
H 0913003**

RINGKASAN

Pengemasan makanan penting untuk melindungi makanan dari pengaruh lingkungan, seperti panas, cahaya, uap air, oksigen, kotoran, dan sebagainya, yang menyebabkan penurunan kualitas makanan. Sebagian besar pengemas makanan menggunakan jenis kemasan plastik yang tidak mudah terurai di alam sehingga menimbulkan permasalahan terhadap lingkungan. Salah satu langkah untuk mengatasi masalah tersebut adalah dengan memproduksi pengemas berbasis bahan biologis yang memiliki tingkat degradabilitas tinggi dan ramah lingkungan. Karaginan Iota semi murni (*semi-refined Iota carrageenan/SRiC*) merupakan senyawa hidrokoloid berbasis polisakarida yang diperoleh melalui ekstraksi sederhana dari rumput laut merah (*Rhodophyta*) dan berpotensi sebagai bahan pembentuk *film*. Namun, *film* berbasis karaginan memiliki kekurangan dalam menahan migrasi uap air sehingga perlu ditambahkan senyawa penguat sifat *film* berupa nanopartikel silika (NP SiO₂). NP SiO₂ memiliki luas permukaan yang besar yang dapat masuk dan berikatan dengan matriks karaginan sehingga dapat meningkatkan sifat fisik *film* dan menahan migrasi uap air.

Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh konsentrasi NP SiO₂ terhadap karakteristik *film* bio-nanokomposit berbasis SRiC meliputi morfologi permukaan, ketebalan, kuat tarik, elongasi, permeabilitas uap air, kelarutan, transparansi, UV-barrier, gugus fungsi, dan struktur *film*. Selain itu, menentukan konsentrasi terbaik NP SiO₂ dalam pembuatan *film* bio-nanokomposit berbasis SRiC. Penelitian ini menggunakan Rancangan Acak Lengkap (RAL) dengan satu faktor, yaitu penambahan 0%, 0.5%, 1.0%, dan 1.5% NP SiO₂.

Hasil penelitian menunjukkan bahwa perbedaan konsentrasi NP SiO₂ yang ditambahkan ke dalam *film* SRiC berpengaruh nyata terhadap kuat tarik, elongasi, permeabilitas uap air, kelarutan, dan transparansi, namun tidak berpengaruh nyata terhadap UV-barrier *film*. Selain itu, peningkatan konsentrasi NP SiO₂ menghasilkan distribusi ukuran partikel suspensi NP SiO₂ mengalami peningkatan akibat aglomerasi, morfologi permukaan *film* menunjukkan struktur retak, kasar, dan terdeteksi partikel bulat SiO₂, gugus fungsi *film* menunjukkan perubahan bilangan gelombang, namun tidak ditemukan adanya gugus fungsi baru, dan struktur *film* amorf. Konsentrasi terbaik NP SiO₂ dalam pembuatan *film* bio-nanokomposit berbasis SRiC untuk diaplikasikan sebagai pengemas makanan sebesar 0.5%.

Kata kunci: *Film Bio-nanokomposit, Karaginan Iota, Nanopartikel SiO₂*

**PREPARATION AND CHARACTERIZATION OF BIO-
NANOCOMPOSITE FILM BASED ON SEMI-REFINED IOTA
CARRAGEENAN AND SILICA (SiO₂) NANOPARTICLES**

**AFIFAH ISWARA AJI
H 0913003**

SUMMARY

Food packaging is important for protecting food from environmental influences, such as heat, light, water vapor, oxygen, dirt, and so on, which leads to decrease in the quality of food. The most widely used type of packaging in the food industry is plastic that is not easy to decompose in nature, thus causing problems to the environment. One of the ways to overcome this problem by producing biological-based packaging materials that have high degradability and environmentally friendly. Iota semi-refined carrageenan (SRiC) is a polysaccharide-based hydrocolloid compound which obtained by simple extraction from red seaweed (Rhodophyta) and potentially as a film-forming material. However, carrageenan-based films have a lack of retaining water vapor migration, so it is necessary to add silica nanoparticle (SiO₂ NPs) as a reinforcement agent. SiO₂ NPs have large surface areas that can enter and bind to carrageenan matrices to improve the physical properties and retain water vapor migration of the film.

This study aimed to determine the effect of SiO₂ NPs concentration on the characteristic of SRiC-based bio-nanocomposite film including surface morphology, thickness, tensile strength, elongation, water vapor permeability, solubility, transparency, UV-barrier, functional group, and film structure. In addition, determined the best concentration of SiO₂ NPs in the production of SRiC-based bio-nanocomposite film. This study used Completely Randomized Design (CRD) with one factor that was the addition of 0%, 0.5%, 1.0%, and 1.5% SiO₂ nanoparticles.

The results showed that the different concentrations of SiO₂ NPs which added to SRiC film has significant effect on tensile strength, percent elongation, water vapour permeability, solubility and transparency, but insignificant on UV-barrier film. In addition, the enhancement of SiO₂ NPs concentration showed the particle size distribution of SiO₂ NPs suspensions increased due to agglomeration, the surface morphology of the films showed rough fracture and spherical particles of SiO₂ NPs were detected, the wavenumber of functional group of the films changed, while the new functional group was not found, and the structure of the films was amorphous. The best concentration of SiO₂ NPs which added to the production of SRiC-based bio-nanocomposite film to be applied as a food packaging was 0.5%.

Keywords: *Bio-nanocomposite Film, Iota Carrageenan, SiO₂ Nanoparticles*