



KEMASAN CERDAS BERBASIS KITOSAN-ANTOSIANIN DENGAN CELLULOSE NANOFIBERS (CNF) DARI AMPAS KURMA SEBAGAI AGEN PENGUAT

LAAILI AZTI ROHAADATUL 'AISY



PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PERNYATAAN MENGENAI TESIS DAN SUMBER INFORMASI SERTA PELIMPAHAN HAK CIPTA

Dengan ini saya menyatakan bahwa tesis dengan judul “Kemasan Cerdas Berbasis Kitosan-Antosianin dengan *Cellulose Nanofibers* (CNF) dari Ampas Kurma sebagai Agen Penguat” adalah karya saya dengan arahan dari dosen pembimbing dan belum diajukan dalam bentuk apa pun kepada perguruan tinggi mana pun. Sumber informasi yang berasal atau dikutip dari karya yang diterbitkan maupun tidak diterbitkan dari penulis lain telah disebutkan dalam teks dan dicantumkan dalam Daftar Pustaka di bagian akhir tesis ini.

Dengan ini saya melimpahkan hak cipta dari karya tulis saya kepada Institut Pertanian Bogor.

Bogor, Desember 2024

Laaili Azti Rohaadatul ‘Aisy
G4501231031

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



RINGKASAN

LAAILI AZTI ROHAADATUL 'AISY. Kemasan Cerdas Berbasis Kitosan-Antosianin dengan *Cellulose Nanofibers* (CNF) dari Ampas Kurma sebagai Agen Penguat. Dibimbing oleh TETTY KEMALA, HENNY PURWANINGSIH, dan RISMAN SURYANEGARA.

Ampas kurma sebagai residu industri pertanian tersedia melimpah dan belum dimanfaatkan secara optimum. Limbah pengolahan buah yang kaya serat tersebut telah mendapat perhatian untuk dijadikan bahan baku produksi nanoselulosa. Selulosa nanofibril (CNF) ampas kurma berpotensi memberikan efek penguatan dalam film kitosan. Secara sinergis, penambahan gliserol dapat mencapai kinerja mekanik film yang optimum. Paduan komposit dengan antosianin berpotensi diaplikasikan sebagai film kemasan cerdas yang responsif terhadap rentang pH kerusakan mutu susu segar. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan membuat kemasan cerdas berbasis kitosan/CNF/gliserol/antosianin, mengevaluasi penambahan gliserol dan CNF pada sifat fisik dan mekanik film kemasan, serta menganalisis potensi perubahan warna film kemasan cerdas yang responsif terhadap rentang pH kerusakan susu.

Selulosa nanofibril yang terbuat dari ampas kurma diperoleh melalui praperlakuan basa, pemutihan, perlakuan asam, dan ultrasonikasi. Bahan penyusun komposit dihomogenisasi menggunakan *homogenizer* dan sonikator. Komposit diproduksi melalui metode *solvent-casting*. Analisis gugus fungsi, morfologi permukaan, kristalinitas, sifat fisik, dan sifat mekanik menjelaskan efek sinergis dari penambahan gliserol dan CNF pada film kitosan. Sifat fisik dan perubahan warna film dievaluasi dari komposit dengan penambahan antosianin.

Komposit kitosan dengan penambahan gliserol, CNF, dan antosianin telah berhasil dibuat. Penambahan CNF dan gliserol menghasilkan efek sinergis yang berperan dalam memperbaiki sifat fisik dan mekanik film kitosan sebagai cerminan interaksi antarmuka dan homogenitas dispersi yang baik antara material penyusun komposit. Mengacu SNI 7188.7: 2016, penambahan 8% CNF pada komposit kitosan-gliserol dipilih sebagai formula optimum untuk dilanjutkan pada aplikasi kemasan cerdas. Penambahan antosianin menghasilkan komposit dengan permeabilitas uap air yang semakin rendah. Perubahan warna yang akurat oleh penambahan 3 g antosianin pada pH 4–7 mengindikasikan potensi komposit sebagai kemasan cerdas yang responsif terhadap rentang pH kerusakan susu berdasarkan transformasi struktur antosianin pada lingkungan pH yang berbeda.

Kata kunci: ampas kurma, antosianin, kemasan cerdas, komposit, nanoselulosa.

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

SUMMARY

LAAILI AZTI ROHAADATUL 'AISY. Chitosan-Anthocyanin Based Intelligent Packaging with Cellulose Nanofibers (CNFs) from Dates by-Product as Reinforcing Agent. Supervised by TETTY KEMALA, HENNY PURWANINGSIH, and LISMAN SURYANEGARA.

Dates by-product as an agricultural industry residue is abundantly available and has not been optimally utilized. The fiber-rich fruit processing waste has received attention as a raw material for nanocellulose production. Cellulose nanofibrils (CNF) from dates by-product has the potential to provide a reinforcing effect on chitosan films. Synergistically, the addition of glycerol can achieve optimum film mechanical performance. Composite with anthocyanins have the potential to be applied as intelligent packaging films that are responsive to the pH range of damage to fresh milk quality. Therefore, this study aims to make chitosan/CNF/glycerol/anthocyanin-based intelligent packaging, evaluate the addition of glycerol and CNF on the physical and mechanical properties of the packaging film, and analyze the potential for intelligent packaging film color changes that are responsive to the pH range of milk deterioration.

Cellulose nanofibrils from date by-products were obtained through alkaline pretreatment, bleaching, acid treatment, and sonication. The composite constituent materials were homogenized using a homogenizer and sonicator. The composites were produced through the solvent-casting method. Analysis of functional groups, surface morphology, crystallinity, physical properties, and mechanical properties elucidated the synergistic effects of glycerol and CNF addition on chitosan films. The physical properties and discoloration of the films were evaluated by the composites with the addition of anthocyanins.

Chitosan composites with glycerol, CNF, and anthocyanin were successfully obtained. The addition of CNF and glycerol produced a synergistic effect that improved the physical and mechanical properties of chitosan films as a reflection of the interfacial interaction and good dispersion homogeneity between the composite constituent materials. Referring to SNI 7188.7: 2016, the addition of 8% CNF to the chitosan-glycerol composite was chosen as the optimal formula to be continued for intelligent packaging applications. The addition of anthocyanin was found to decrease the permeability of the composite to water vapor. The accurate color change by the addition of 3 g of anthocyanins at pH 4 – 7 indicated the potential of the composite as an intelligent packaging responsive to the pH range of milk deterioration based on the transformation of anthocyanin structure at different pH environments.

Keywords: anthocyanins, composites, dates by-product, intelligent packaging, nanocellulose.



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.

© Hak Cipta milik IPB, tahun 2024
Hak Cipta dilindungi Undang-Undang

Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan atau menyebutkan sumbernya. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik, atau tinjauan suatu masalah, dan pengutipan tersebut tidak merugikan kepentingan IPB.

Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apa pun tanpa izin IPB.



KEMASAN CERDAS BERBASIS KITOSAN-ANTOSIANIN DENGAN *CELLULOSE NANOFIBERS* (CNF) DARI AMPAS KURMA SEBAGAI AGEN PENGUAT

LAAILI AZTI ROHAADATUL ‘AISY

Tesis
sebagai salah satu syarat untuk memperoleh gelar
Magister Sains pada
Program Studi Magister Kimia

**PROGRAM STUDI MAGISTER KIMIA
FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
INSTITUT PERTANIAN BOGOR
BOGOR
2024**



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



@Hak cipta milik IPB University

Judul Tesis : Kemasan Cerdas Berbasis Kitosan-Antosianin dengan *Cellulose Nanofibers* (CNF) dari Ampas Kurma sebagai Agen Penguat
Nama : Laaili Azti Rohaadatul 'Aisy
NIM : G4501231031

Disetujui oleh

Pembimbing 1:
Dr. Tetty Kemala, M.Si.

Pembimbing 2:
Dr. Henny Purwaningsih, M.Si.

Pembimbing 3:
Dr. Lisman Suryanegara, M.Agr.

Diketahui oleh

Ketua Program Studi Pascasarjana Kimia:
Prof. Dr. Irmanida Batubara, S.Si, M.Si.
NIP 197508072005012001

Dekan Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam:
Dr. Berry Juliandi, S.Si, M.Si.
NIP 197807232007011001

Tanggal Ujian:
28 Oktober 2024

Tanggal Lulus:



@Hak cipta milik IPB University

Hak Cipta Dilindungi Undang-undang

1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.



PRAKATA

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah subhanaahu wa ta'ala atas segala karunia-Nya sehingga karya ilmiah ini berhasil diselesaikan. Tema yang dipilih dalam penelitian yang dilaksanakan sejak bulan November 2023 sampai bulan September 2024 ini ialah bionanokomposit, dengan judul “Kemasan Cerdas Berbasis Kitosan-Antosianin dengan *Cellulose Nanofibers* (CNF) dari Ampas Kurma sebagai Agen Penguat”.

Terima kasih penulis ucapkan kepada para pembimbing, Dr. Tetty Kemala, M.Si., Dr. Henny Purwaningsih, M.Si., dan Dr. Lisman Suryanegara, M.Agr. yang telah membimbing dan banyak memberi saran. Ucapan terima kasih juga disampaikan kepada moderator seminar dan penguji luar komisi pembimbing. Di samping itu, penghargaan penulis sampaikan kepada Kepala Pusat Riset Biomassa dan Bioproduk, Dr. Akbar Hanif Dawam A., MT. yang telah memberi izin penelitian, Bapak Mulyana selaku direktur dari CV. Sehat Prima Lestari yang telah mengizinkan dan menyuplai bahan baku untuk diteliti, beserta seluruh staf Laboratorium. Penulis berterima kasih kepada teman-teman seperjuangan, Alif Aryan, Mira Nur Ustati, Nanda Amalia, Dini Viandi, Lathifah Nurul Aulia, Sapto Wahyudi, dan rekan-rekan laboratorium bionanokomposit maupun divisi kimia anorganik yang telah membantu selama pengumpulan data, serta memberi dukungan dan masukan pada pelaksanaan penelitian maupun penulisan karya ilmiah. Ungkapan terima kasih dan sayang juga disampaikan kepada ummi, abi, serta seluruh keluarga yang telah memberikan dukungan, doa, dan kasih sayangnya.

Semoga karya ilmiah ini bermanfaat bagi pihak yang membutuhkan dan bagi kemajuan ilmu pengetahuan.

Bogor, Desember 2024

Laaili Azti Rohaadatul 'Aisy



DAFTAR ISI

DAFTAR TABEL	xi
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN	xii
PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Rumusan Masalah	2
1.3 Tujuan	2
1.4 Manfaat	3
METODE	4
2.1 Waktu dan Tempat Penelitian	4
2.2 Alat dan Bahan	4
2.3 Prosedur Kerja	4
2.4 Analisis Data	8
III HASIL DAN PEMBAHASAN	9
3.1 Isolat CNF Ampas Kurma	9
3.2 Film Kemasan Kitosan/Gliseryl/CNF	15
3.3 Film Kemasan Cerdas Kitosan/Gliseryl/CNF/Antosianin	26
3.4 Perubahan Warna	28
IV SIMPULAN DAN SARAN	31
4.1 Simpulan	31
4.2 Saran	31
DAFTAR PUSTAKA	32
LAMPIRAN	38
RIWAYAT HIDUP	48

DAFTAR TABEL

1	Kode sampel dan proporsi bahan dalam formulasi film komposit	5
2	Interpretasi spektrum FTIR isolat selulosa ampas kurma	10
3	Komposisi kimia isolasi selulosa ampas kurma	10
4	Ketebalan film kemasan K/G/CNF	19
5	Kadar air, derajat pembengkakan, dan kelarutan air film kemasan K/G/CNF	22
6	Sifat mekanik film kemasan K/G/CNF	22
7	Ketebalan dan kadar air film kemasan cerdas K/G/CNF/A	27
8	Perubahan warna film kemasan cerdas K/G/CNF/A dalam larutan penyangga pH 3–8	30

DAFTAR GAMBAR

1	Spektrum FTIR isolat selulosa ampas kurma	9
2	Skema pembengkakan serat dalam media air	11
3	Skema delignifikasi menggunakan <i>alkaline hydrogen peroxide</i>	11
4	Destruksi α -karbonil (a) dan ikatan rangkap terkonjugasi (b) pada rantai samping lignin	12
5	Pemutusan ikatan glikosidik hemiselulosa (a) dan reaksi degradasi oksidatif hemiselulosa dalam kondisi basa (b)	13
6	Morfologi serat AK (a) dan AKB2 (b) perbesaran 1000x, CNF ampas kurma perbesaran 200.000x (c), serta distribusi diameter CNF ampas kurma	14
7	Difraktogram XRD serat AK, AKB2, dan CNF ampas kurma dengan indeks kristalinitasnya	15
8	Penampakan visual film K (a), K/G (b), K/G/CNF2 (c), K/G/CNF4 (d), K/G/CNF6 (e), K/G/CNF8 (f), dan K/G/CNF10 (g)	16
9	Morfologi permukaan film K (a), K/G (b), K/G/CNF2 (c), K/G/CNF4 (d), K/G/CNF6 (e), K/G/CNF8 (f), K/G/CNF10 (g) pada perbesaran 100x	16
10	Spektrum FTIR komposit K/G/CNF (a) dan skema interaksi material penyusunnya (b)	17
11	Difraktogram XRD komposit K/G/CNF dengan indeks kristalinitasnya	18
12	Densitas film kemasan K/G/CNF	20
13	Laju transmisi uap air film kemasan K/G/CNF	21
14	Kuat tarik film kemasan K/G/CNF	23
15	Skema aglomerasi penguat berbasis serat	24
16	Perpanjangan putus film kemasan K/G/CNF	25
17	Modulus Young film kemasan K/G/CNF	25
18	Penampakan fisik film K/G/CNF (a), K/G/CNF/A1 (b), K/G/CNF/A3 (c), dan K/G/CNF/A5 (d)	26
19	Densitas film kemasan cerdas K/G/CNF/A	27
20	Laju transmisi uap air film kemasan cerdas K/G/CNF/A	28
21	Perubahan warna antosianin dalam larutan penyangga pH 3–8	28
22	Spektrum UV-Vis antosianin dalam larutan penyangga pH 3–8	29



DAFTAR LAMPIRAN

1	Diagram Alir Penelitian	39
2	Contoh Perhitungan Rendemen Isolasi CNF Ampas Kurma	40
3	Interpretasi Spektrum FTIR Komposit K/G/CNF	40
4	Densitas Film Komposit	41
5	WVTR Film Komposit	42
6	Kadar Air, Derajat Pembengkakan, dan Kelarutan dalam Air Film Komposit	43
7	Persyaratan Sifat Penghalang untuk Produk Makanan Tertentu dan Bahan-Bahan Khas yang Digunakan	44
8	Transformasi Struktur Antosianin	45
9	Hasil Uji Warna Film K/G/CNF/A Menggunakan Kromameter	46

Hak cipta milik IPB University

- Hak Cipta Dilindungi Undang-undang
1. Dilarang mengutip sebagian atau seluruh karya tulis ini tanpa mencantumkan dan menyebutkan sumber :
 - a. Pengutipan hanya untuk kepentingan pendidikan, penelitian, penulisan karya ilmiah, penyusunan laporan, penulisan kritik atau tinjauan suatu masalah
 - b. Pengutipan tidak merugikan kepentingan yang wajar IPB University.
 2. Dilarang mengumumkan dan memperbanyak sebagian atau seluruh karya tulis ini dalam bentuk apapun tanpa izin IPB University.