

SKRIPSI

***EDIBLE FILM* BERBASIS PATI DARI BIJI LOTUS (*Nelumbo nucifera*) DENGAN PENAMBAHAN NANOPARTIKEL SENG OKSIDA (NP-ZnO) DAN GLISEROL SEBAGAI AGEN PENGUAT**

EDIBLE FILM BASED STARCH FROM LOTUS SEEDS (*Nelumbo nucifera*) WITH ADDITION OF ZINC OXIDE NANOPARTICLES (ZnO-NP) AND GLYCEROL AS STRENGTHENING AGENTS



Muhammad Alhadi Bimo Suseno

05061281924019

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN PERIKANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

SUMMARY

MUHAMMAD ALHADI BIMO SUSENO, *Edible Starch-Based Film from Lotus Seeds (*Nelumbo nucifera*) with addition of Zinc Oxide (ZnO-NP) and Glycerol as Strengthening Agents (Supervised by **SHERLY RIDHOWATI N.I.**).*

*This study aimed to analyze the functional properties of packaging films based on lotus seed starch (*Nelumbo nucifera*) with the addition of ZnO-NP and Glycerol. The research method used was a laboratory experimental method designed with 3 treatment levels with 2 repetitions. The data obtained was processed using a descriptive test. Parameters observed included 6 tests namely Water Absorption, Water Vapor Transmission Rate (WVTR), Colour, Scanning Electron Microscope (SEM), Attraction, and Fourier Transform Infra Red (FT-IR). The research began with the manufacture of lotus seed starch and continued with the manufacture of Edible Film. The results of the water absorption test obtained were F1 treatment (edible film lotus seed starch with the addition of ZnO-NP and glycerol as strengthening agents) as the best treatment with. Research on edible film based on lotus seed starch with the addition of ZnO-NP and glycerol in general can improve the performance of physical and mechanical properties. The addition of ZnO-NP and glycerol is the best formulation based on the observations that have been made. The higher the ZnO-NP concentration added, the lower the aw, water absorption, and water vapour transmission rate values. Based on the results of scanning electron microscope observations, it is evident that there is spread of ZnO-NP in the F1 and F3 treatments. It is hoped that in future research it will be possible to observe the antibacterial activity of edible film and be able to apply it to processed food products from films based on lotus seed starch.*

Keywords: Edible Film, lotus seed starch, ZnO-NP, glycerol

RINGKASAN

MUHAMMAD ALHADI BIMO SUSENO, *Edible Film* Berbasis Pati Biji Lotus (*Nelumbo nucifera*) dengan Penambahan Nanopartikel Seng Oksida (NP-ZnO) dan Gliserol sebagai Agen Penguat (Dibimbing oleh **SHERLY RIDHOWATI N.I.**).

Penelitian ini bertujuan untuk menganalisis sifat fungsional kemasan film berbasis pati biji lotus (*Nelumbo nucifera*) dengan penambahan NP-ZnO dan gliserol. Metode penelitian yang digunakan yaitu metode eksperimental laboratorium yang dirancang dengan 3 taraf perlakuan dengan 2 kali ulangan. Data yang diperoleh secara statistika deskriptif. Parameter yang diamati meliputi 6 uji yaitu *water absorption*, *water vapour transmission rate* (WVTR), warna, scanning electron microscope (SEM), daya tarik, dan fourier transform infra red (FT-IR). Penelitian diawali dengan pembuatan pati biji lotus dan dilanjutkan dengan pembuatan *edible film*. Hasil dari uji *water absorption* yang didapat yaitu perlakuan F1 (*edible film* pati biji lotus dengan penambahan NP-ZnO dan gliserol sebagai agen penguat) sebagai perlakuan terbaik dengan. Penelitian mengenai *edible film* berbasis pati biji lotus dengan penambahan NP-ZnO dan gliserol secara umum mampu meningkatkan performa sifat fisik dan mekanis. Penambahan NP-ZnO dan gliserol adalah formulasi yang terbaik berdasarkan pengamatan yang telah dilakukan. Semakin tinggi konsentrasi NP-ZnO yang ditambahkan, maka mampu menurunkan nilai *water absorption*, dan *water vapour transmission rate* (WVTR). Berdasarkan hasil pengamatan *scanning electron microscope* terbukti bahwa terdapat penyebaran NP-ZnO pada perlakuan F1 dan F3. Diharapkan untuk pada penelitian selanjutnya dapat melakukan pengamatan terhadap aktivitas antibakteri pada *edible film* dan dapat mengaplikasikannya ke produk-produk olahan pangan dari *film* berbasis pati biji lotus.

Kata kunci: *Edible Film*, pati biji lotus, NP-ZnO, gliserol

SKRIPSI

***EDIBLE FILM* BERBASIS PATI DARI BIJI LOTUS (*Nelumbo nucifera*) DENGAN PENAMBAHAN NANOPARTIKEL SENG OKSIDA (NP-ZnO) DAN GLISEROL SEBAGAI AGEN PENGUAT**

Sebagai Salah Satu Syarat Untuk Memperoleh Gelar Sarjana
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya



Muhammad Alhadi Bimo Suseno

05061281924019

**PROGRAM STUDI TEKNOLOGI HASIL PERIKANAN
JURUSAN PERIKAANAN
FAKULTAS PERTANIAN
UNIVERSITAS SRIWIJAYA
2023**

LEMBAR PENGESAHAN

EDIBLE FILM BERBASIS PATI DARI BIJI LOTUS (*Nelumbo nucifera*) DENGAN PENAMBAHAN NANOPARTIKEL SENGG OKSIDA (NP-ZnO) DAN GLISEROL SEBAGAI AGEN PENGUAT

SKRIPSI

Sebagai Syarat Untuk Mendapatkan Gelar Sarjana Perikanan
Pada Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya


Oleh:

Muhammad Alhadi Bimo Suseno

05061281924019

Indralaya, 30 September 2023

Pembimbing



Dr. Sherly Ridhowati, S.T.P., M.Sc.
NIP. 198204262012122003

Mengetahui,
Dekan Fakultas Pertanian



Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr
NIP. 196412291990011001

Skripsi dengan judul “*Edible Film* Berbasis Pati Biji Lotus (*Nelumbo nucifera*) dengan Penambahan Nanopartikel Seng Oksida (NP-ZnO) dan Gliserol sebagai Agen Penguat” oleh Muhammad Alhadi Bimo Suseno telah dipertahankan dihadapan Komisi Penguji Skripsi Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya pada tanggal 11 Agustus 2023 dan telah diperbaiki sesuai saran dan masukan Tim Penguji.

Komisi Penguji


- | | | |
|--|---------|---|
| 1. Dr. Sherly Ridhowati N.I., S.T.P., M.Sc.
NIP. 198204262012122003 | Ketua | () |
| 2. Susi Lestari, S.Pi., M.Si.
NIP. 197608162001122002 | Anggota | () |
| 3. Puspa Ayu Pitayati, S.Pi., M.Si
NIP. 198604122019032011 | Anggota | () |

Indralaya, 30 September 2023
Koordinator Program Studi
Teknologi Hasil Perikanan

Ketua Jurusan Perikanan



Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si
NIP. 197602082001121003


Prof. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si
NIP. 197606092001121001

PERNYATAAN INTEGRITAS

Saya yang bertanda tangan di bawah ini.

Nama : Muhammad Alhadi Bimo Suseno
NIM : 05061281924019
Judul : *Edible Film* Berbasis Pati Biji Lotus (*Nelumbo nucifera*) dengan Penambahan NP-ZnO dan Gliserol sebagai Agen Penguat

Menyatakan dengan sesungguhnya bahwa seluruh data dan informasi yang disajikan dalam skripsi ini merupakan hasil penelitian saya sendiri di bawah supervisi pembimbing, kecuali yang telah disebutkan dengan jelas sumbernya. Apabila dikemudian hari ditemukan adanya unsur plagiasi dalam Skripsi ini, maka saya bersedia menerima sanksi akademik dari Universitas Sriwijaya.

Demikian pernyataan ini saya buat dalam keadaan sadar dan tidak mendapat paksaan dari pihak manapun.



Indralaya, 30 September 2023

Yang membuat pernyataan



Muhammad Alhadi Bimo Suseno

RIWAYAT HIDUP

Penulis dilahirkan pada tanggal 07 November 2001 di Kota Bandar Lampung, Provinsi Lampung dari pasangan Bapak Subandi dan Ibu Amalia. Penulis merupakan anak kedua dari tiga bersaudara. Penulis memiliki kakak perempuan bernama Amanda Dya Putri dan adik perempuan bernama Nazwa Choirunnisa. Pendidikan penulis dimulai dari Sekolah Dasar Negeri (SDN) 1 Rawa Laut Bandar Lampung diselesaikan pada tahun 2013, dilanjutkan ke jenjang berikutnya yaitu Madrasah Tsanawiyah Negeri (MTSN) 2 Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2016, dilanjutkan ke jenjang berikutnya yaitu Madrasah Aliyah Negeri (MAN) 2 Bandar Lampung dan diselesaikan pada tahun 2019. Selanjutnya sejak bulan Juli 2019 penulis tercatat sebagai mahasiswa aktif di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, Fakultas Pertanian, Universitas Sriwijaya melalui jalur Seleksi Bersama Masuk Perguruan Tinggi Negeri (SBMPTN).

Penulis juga aktif dalam kegiatan keorganisasian di lingkup internal maupun eksternal kampus mulai dari organisasi di Himpunan Mahasiswa Teknologi Hasil Perikanan (HIMASILKAN) menjadi Kepala Departemen Hubungan Masyarakat Periode 2019/2020 dan Ketua Umum Keluarga Mahasiswa Lampung Periode 2020/2021. Selanjutnya di Organisasi Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) Universitas Sriwijaya Kementrian Sosial masyarakat dan lingkungan dan Badan Eksekutif Mahasiswa (BEM) fakultas menjadi anggota Departemen Dalam Negeri (DAGRI) Periode 2020/2021. Penulis pernah mengikuti program pertukaran mahasiswa merdeka di Universitas Negeri Gorontalo selama satu semester pada tahun 2021/2022 serta pernah mengikuti kegiatan magang di PT. Marinal Indoprime Sumenep, Jawa timur pada tahun 2022.

KATA PENGANTAR

Puji dan syukur penulis panjatkan atas kehadiran Allah SWT yang senantiasa memberikan rahmat dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini dengan sebaik mungkin. Skripsi ini berjudul ” *Edible Film* Berbasis Pati Biji Lotus (*Nelumbo nucifera*) dengan Penambahan NP-ZnO dan Gliserol sebagai Agen Penguat”. Sebagai salah satu syarat untuk memperoleh Gelar Sarjana Perikanan di Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya. Shalawat serta salam selalu tercurahkan kepada Baginda Nabi Muhammad SAW.

Penulis mengucapkan terima kasih kepada semua pihak yang telah membantu dalam proses penulisan skripsi ini terutama kepada:

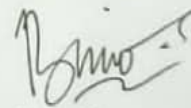
1. Bapak Prof. Dr. Ir. A. Muslim, M. Agr selaku Dekan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
2. Bapak Dr. Ferdinand Hukama Taqwa, S.Pi., M.Si selaku Ketua Jurusan Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya.
3. Bapak Prof. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si selaku Koordinator Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Fakultas Pertanian Universitas Sriwijaya sekaligus Dosen Pembimbing Akademik.
4. Ibu Dr. Sherly Ridhowati N.I., S.T.P., M.Sc. selaku Dosen Pembimbing Skripsi. Terima kasih atas bimbingan dalam memberi arahan, saran, motivasi dan membantu penulis selama penelitian serta dalam penyelesaian Skripsi.
5. Ibu Susi Lestari, S.Pi., M.Si dan Ibu Puspa Ayu Pitayati, S.Pi., M.Si selaku Dosen Penguji Skripsi. Terima atas semua kritik dan saran dalam menyelesaikan Skripsi.
6. Bapak Prof. Dr. Ace Baehaki, S.Pi., M.Si selaku Dosen Pembimbing Akademik. Terimakasih atas semua bimbingan yang sudah diberikan selama penulis aktif berkuliah di Jurusan Perikanan Program Studi Teknologi Hasil Perikanan Universitas Sriwijaya.
7. Bapak/Ibu Dosen Program Studi Teknologi Hasil Perikanan, terima kasih atas ilmu, nasihat, dan telah menjadi seperti orang tua selama di Program Studi Teknologi Hasil Perikanan.

8. Terima kasih kepada Mbak Ana dan Mbak Resa selaku admin Prodi yang telah membantu dalam membuat surat-surat yang diperlukan selama proses perkuliahan dan Mbak Naomi selaku Analis Laboratorium yang telah membantu dan mengarahkan selama proses penelitian.
9. Kedua orang tua saya Bapak Subandi dan Ibu Amalia atas segala doa yang tak pernah putus, perhatian, arahan, material dan kasih sayang yang sangat penulis rasakan serta kepada kakak perempuan saya Puspita Anggraini, Amanda Dya Putri dan adik perempuan saya Nazwa Choirunnisa atas segala do'a serta semangatnya yang diberikan selalu.
10. Kepada Keluarga Besar Mansyur Family, Umi Humayah, Pakde Munadi dan Istri, Pakde Suhadi dan istri, Bunda Engah dan suami, Uncu, semua kakak sepupu dan adik sepupu atas segala do'a, nasihat serta semangatnya yang diberikan.
11. Kepada sahabat rumahanku Rafid Yudha Pratama, Elka Prasetya, Adhiva Prasetya, Wahyu, dan Arpan yang selalu menghibur, mengajak bermain, dan menyemangati satu sama lain dari duduk dibangku sokalah dasar sampai kita menua bersama.
12. Kepada semua sahabat CREW Akselyah, Augie, Fajrin, Duo Fauzan, Salman, Yudha, Pascal, Agil, Zaki, Guform, Tadyo, Abhitah, Gabriel, Wildan, Lingga, Rafli, Rafid, Julian, Febri, Faruqi, dan Taboy yang selalu mewarnai hidup selama ini.
13. Kepada seluruh teman-teman yang saya temui di bumi sriwijaya, yang telah menemani, membantu tenaga, pikiran dan biaya serta selalu mendengarkan semua keluh kesah dan memberikan motivasi selama masa perkuliahan hingga penulis menerima gelar sarjana.
14. Sahabat seperjuanganku Muzakie Nur Habibie, Arya Ady Wiguna, Hamdi Alfajri, Salman Khaerul Hakim, Edwinskyah Priyatna Saputra, Dimas aji Nugroho, Youngkie Eka Putra, Sapta Arga, Steven Ap dan Yosa Albert terima kasih atas segala dukungan, kasih sayang, kegembiraan dan bantuan tenaga maupun biaya kepada penulis selama kuliah sampai mendapatkan gelar sebagai sarjana.
15. Rekan seperjuangan bimbingan ibu Sherly, Muzzaki, Lita, Ainur, Zia, Kriska,

- Elsa, Iman Setyo, Melni, dan Amal yang telah kebersamai progres menempe diri dan menjadi semangat pribadi untuk berani melangkah.
16. Sahabat Dollar Kost, Wisma Nando, Kemala, BEM, seluruh Fakultas di Unsri yang membantu dan menemani semasa masa perkuliahan.
 17. Teman-teman angkatan teknologi hasil perikanan 2019 atas segala kenangan yang sudah kita lewati serta bantuan yang kalian berikan kepada penulis.
 18. Kepada keluarga Bang Reza Pahlefi yang selalu membantu disaat susah, memperbaiki gizi kawan-kawan, dan memberikan suasana keluarga di tanah perantauan.
 19. Kepada bang Agus, mba Atika, kak Juantri, mas Haris, kak Kevin, mba Nia, mas Habib yang telah membantu proses penelitian dan memberi masukan dalam penyusunan Skripsi.

Penulis menyadari bahwa Skripsi ini jauh dari kesempurnaan oleh karena itu kritik dan saran dari pembaca sangat diharapkan yang sifatnya membangun. Penulis juga mengharapkan semoga penulisan Skripsi ini dapat bermanfaat bagi semua orang.

Indralaya, 30 September 2023



Penulis

DAFTAR ISI

	Halaman
<i>SUMMARY</i>	ii
RINGKASAN.....	iii
LEMBAR PENGESAHAN.....	v
PERNYATAAN INTEGRITAS	vii
RIWAYAT HIDUP.....	viii
KATA PENGANTAR.....	ix
DAFTAR ISI	xii
DAFTAR GAMBAR.....	xiv
DAFTAR TABEL	xv
DAFTAR LAMPIRAN	xvi
BAB 1 PENDAHULUAN.....	1
1.1. Latar Belakang.....	1
1.2. Kerangka Pemikiran	2
1.3. Tujuan Penelitian	5
1.4. Manfaat	5
BAB 2 TINJAUAN PUSTAKA.....	5
2.1. Lotus	5
2.2. Pati	6
2.3. Edible Film	7
2.4. Nanopartikel Seng Oksida (NP-ZnO).....	9
2.5. Gliserol	11
BAB 3 PELAKSANAAN PENELITIAN	12
3.1. Tempat dan Waktu.....	12
3.2. Alat dan Bahan	12
3.3. Metode Penelitian	12
3.4. Cara Kerja.....	13
3.4.1. Proses Pembuatan Pati Biji Lotus.....	13
3.4.2. Proses Pembuatan <i>Edible Film</i>	13
3.5. Parameter yang Diuji	14

3.5.1. Uji <i>Water Absorption</i>	14
3.5.2. <i>Water Vapour Transmission Rate (WVTR)</i>	15
3.5.3. Uji Kekuatan Tarik (ASTM D 882-09, 2010)	15
3.5.4. Uji Derajat Putih	16
3.5.5. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	16
3.6. Analisis Data.....	17
BAB 4 HASIL DAN PEMBAHASAN	17
4.1. <i>Water Absortion (WA)</i>	17
4.2. <i>Water Vapour Transmission Rate (WVTR)</i>	18
4.3. Derajat Putih	20
4.4. Kuat Tarik.....	22
4.5. <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	24
4.6. <i>Fourier Transmission Infra Red (FT-IR)</i>	26
BAB 5 KESIMPULAN DAN SARAN	29
5.1. Kesimpulan	29
5.2. Saran	29
DAFTAR PUSTAKA	30

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 2.1. Tumbuhan Lotus.....	5
Gambar 4.1. Hasil Uji <i>Water Absorption</i>	17
Gambar 4.2. Rerata Laju Transmisi Uap Air	19
Gambar 4.3. Rerata Uji Derajat Putih	20
Gambar 4.4. Hasil Pengukuran Kuat Tarik	22
Gambar 4.5. Mikrostruktur SEM (a) NP-ZnO dan Gliserol, (b) Gliserol, (c) NP-ZnO.....	24
Gambar 4.6. Hasil FT-IR Edible Film (F1), Hasil FT-IR Edible Film (F2), Hasil FT-IR NP-ZnO (F3).....	26

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 4.1. Data FT-IR <i>Edible Film</i> Berbasis Pati Biji Lotus dengan Penambahan NP-ZnO dan Gliserol	27

DAFTAR LAMPIRAN

	Halaman
Lampiran 1 <i>Edible Film</i> Berbasis Pati Biji Lotus.....	35
Lampiran 2. Proses Pembuatan Pati Biji Lotus	36
Lampiran 3. Uji <i>Water Absorption</i>	37
Lampiran 4. Uji <i>Water Vapour Transmition Rate (WVTR)</i>	39
Lampiran 5. Uji Derajat Putih.....	42
Lampiran 6. Uji Kuat Tarik.....	44
Lampiran 7. Uji <i>Scanning Electron Microscope (SEM)</i>	45

BAB 1

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Indonesia memiliki lahan rawa yang sangat luas yaitu mencapai 33,4 juta ha (BBSDLP, 2006). Lahan rawa di Indonesia banyak ditumbuhi tanaman Lotus (*Nelumbo nucifera*). Lotus adalah tanaman yang tumbuh di wilayah rawa atau di air yang menggenang. Tanaman ini memiliki akar yang mencapai hingga ke dasar perairan. Menurut penelitian yang dilakukan oleh Indraya (2005), biji lotus mengandung beragam mineral, termasuk magnesium (9,20%), tembaga (0,0042%), seng (0,0840%), mangan (0,356%), besi (0,1990%), kromium (0,0042%), natrium (1,00%), kalium (28,5%), dan kalsium (22,10%). Selain itu, biji lotus juga mengandung nutrisi lain seperti total protein (2,7%), lemak (72,17%), serat kasar (10,60%), abu (4,50%), karbohidrat mentah (1,93%), dan memiliki nilai energi sekitar 348,45 kkal per 100 gram. Biji lotus kaya akan kandungan protein, asam lemak tak jenuh, mineral, dan pati. Selain itu, biji ini juga mengandung senyawa antioksidan seperti flavonoid, tanin, dan saponin (Baehaki et al., 2015). Hasil penanganan terbaik yang ditemukan melibatkan pengeringan dengan suhu sekitar 45°C, menghasilkan pati dari biji lotus dengan tingkat rendemen sekitar 8,98%. Pati ini memiliki tingkat derajat putih sebesar 93,17%, kadar air sekitar 9,81%, kadar abu sekitar 0,36%, kadar pati sekitar 84,25%, dan kadar amilosa sekitar 54,89% (Safitri, 2021).

Adanya kesadaran masyarakat akan konsumsi makanan yang sehat dan ramah lingkungan menjadikan peluang penerapan teknologi pengawetan makanan melalui pengemasan *edible film*. Pati termasuk kelompok hidrokoloid yang banyak digunakan dalam pembuatan *edible film* dikarenakan mudah di dapat dan harganya murah. *Edible film* yang terbuat dari pati memiliki kemampuan untuk membentuk film yang memiliki kekuatan yang memadai, tanpa bau, rasa, atau warna yang mencolok, tidak beracun, dan dapat terdegradasi. Film ini juga memiliki tingkat kejernihan yang tinggi. Namun, ada kelemahan yang perlu diperhatikan, yaitu kecenderungan mudah retak, ketahanan terhadap air yang rendah, dan sifat penghalang terhadap uap air yang kurang optimal. Hal ini disebabkan oleh sifat

hidrofilik dari pati yang dapat memengaruhi stabilitas dan karakteristik mekanis dari *film* ini (Garcia *et al.*, 2011).

Untuk meningkatkan sifat *film* yang terbuat dari pati biji lotus, salah satu metodenya adalah mencampurkan bahan pengisi berukuran nano ke dalam biopolimer atau menambahkan *plasticizer*. Ini menghasilkan polimer yang aman untuk konsumsi yang dikenal sebagai bionano komposit (Yoksan dan Chiracanchi, 2010). Bionano komposit adalah materi inovatif yang terdiri dari matriks polimer dan bahan pengisi berukuran nano (dengan ukuran kurang dari atau sama dengan 100 nanometer). Komponen ini dapat memperbaiki sifat fungsional, struktur morfologi, dan stabilitas matriks polimer yang digunakan dalam pembuatan *film* (Slavutsky dan Bertuzzi 2014). Distribusi partikel nano polimer dapat membuat sifat mekanis, *barrier*, dan termal dari polimer tersebut meningkat (Yadollahi *et al.*, 2014). Salah satu bahan penguat berukuran nano yang banyak digunakan adalah nanopartikel Seng Oksida (NP-ZnO). NP-ZnO merupakan bahan semikonduktor yang baik digunakan sebagai fotokatalis untuk mendegradasi polutan organik dan dapat meningkatkan aktivitas fotokatalitik dalam proses degradasi keberadaan bakteri (Anggita, 2020).

1.2. Kerangka Pemikiran

Biji lotus merupakan salah satu sumber pangan yang kaya akan nutrisi. Menurut (Wu *et al.*, 2007) Biji lotus mengandung berbagai nutrisi seperti protein, asam lemak tak jenuh, mineral, dan pati. Di berbagai negara, telah banyak dilakukan penelitian tentang pati yang berasal dari biji lotus. Penelitian-penelitian ini melibatkan beragam metode eksperimental dan penambahan berbagai bahan tertentu untuk menghasilkan hasil yang bervariasi. Penelitian mengenai pembuatan pati dari biji lotus sebagai bahan baku pembuatan *film* bionanokomposit belum pernah dilakukan. Pati biji lotus merupakan salah satu bahan yang dapat dijadikan sebagai bahan dasar pembuatan *edible film* berbasis polisakarida yang efektif sebagai penahan gas

Pengolahan pati biji lotus (*Nelumbo Nucifera*) menjadi bahan *edible film* bionanokomposit merupakan pemanfaatan ketersediaan bahan baku biji lotus yang banyak tersedia di lingkungan rawa. Menurut (Sagnelli *et al.*, 2016), sifat fisik *film* berbahan pati memiliki kelemahan terhadap panas dan air. Hal ini diakibatkan oleh

sifat pati mudah menyerap air dan tidak tahan terhadap suhu tinggi. *Edible film* berbasis pati biji lotus memiliki kelebihan antara lain bahannya murah, bersifat *biodegradable* tidak berwarna, tidak berbau, akan tetapi memiliki kelemahan antara lain *film* mudah rusak, resistensi terhadap air, dan sifat penghalang dari uap air rendah sehingga untuk memperbaiki kondisi tersebut dilakukan beberapa cara antara lain dengan penambahan bahan pemplastis, bahan pengisi berukuran nano.

Satu strategi untuk meningkatkan kinerja *film* yang terbuat dari pati adalah dengan mencampurkan *filler* dengan ukuran nano ke dalam biopolimer, yang pada akhirnya membentuk polimer nanokomposit (Yoksan dan Chiracanchai, 2010). Polimer nanokomposit merupakan bahan baru yang terdiri dari matriks polimer dan partikel *filler* dengan ukuran dalam skala nano (kurang dari atau sama dengan 100 nanometer). Kehadiran struktur nano ini diketahui dapat meningkatkan sifat fungsional, morfologi, dan stabilitas dari matriks polimer yang digunakan sebagai bahan film (Slavutsky dan Bertuzzi, 2014). Distribusi partikel nano dalam matriks polimer dan interaksi antara partikel nano tersebut dengan polimer dapat memperbaiki sifat mekanis, sifat penghalang, dan sifat termal dari komposit polimer (Yadollahi *et al.*, 2014).

Nanopartikel seng oksida (NP-ZnO) banyak digunakan dalam industri makanan karena sifatnya yang aman untuk dikonsumsi, mudah terurai menjadi ion setelah dikonsumsi (FDA, 2011), dan efektif sebagai antimikroba. NP-ZnO bisa digunakan sebagai sumber suplementasi zinc (Zn) yang aman serta untuk fortifikasi makanan, karena setelah dikonsumsi, ia akan terurai menjadi ion Zn. Selain berperan sebagai sumber fortifikasi, NP-ZnO juga memiliki kemampuan untuk memperpanjang masa simpan produk pangan. Kemampuan antimikroba pada bahan kemasan makanan dapat berinteraksi dengan produk pangan itu sendiri untuk menghambat pertumbuhan mikroorganisme yang mungkin ada pada permukaan bahan makanan (Kanmani dan Rhim, 2014). Dalam penelitian yang dilakukan oleh Liu pada tahun 2005, seperti yang dikutip dalam Arriany pada tahun 2009, digunakan gliserol sebagai *plasticizer* dengan konsentrasi antara 20 hingga 70% dalam pembuatan *edible film* yang terdiri dari campuran pati (*starch*), gelatin, dan natrium alginat.

Gliserol adalah senyawa organik dengan berat molekul rendah yang sering digunakan dengan tujuan mengurangi kekakuan polimer (Ward dan Hadley, 1993) yang pada saat yang sama meningkatkan fleksibilitas dan ekstensibilitasnya (Ferry, 1980). Ada berbagai jenis *plasticizer* yang dapat digunakan dalam pembuatan *edible film*, termasuk gliserol, lilin lebah, polivinil alkohol, sorbitol, dan lain sebagainya.

1.3. Tujuan Penelitian

Tujuan dari penelitian ini adalah untuk menganalisis sifat fungsional kemasan *film* berbasis pati biji lotus (*Nelumbo nucifera*) dengan penambahan NP-ZnO dan gliserol sebagai agen penguat.

1.4. Manfaat

Penelitian ini diharapkan dapat menambah informasi pengembangan selanjutnya kepada masyarakat mengenai pemanfaatan pati biji lotus sebagai bahan baku *edible film* dengan agen penguat NP-ZnO dan gliserol yang diharapkan dapat mengurangi penggunaan bahan sintetik yang dapat mengganggu Kesehatan sebagai bahan pengemas maupun bahan pengawet makanan.

DAFTAR PUSTAKA

- Abdullah, M., Virgus Y., Nirmin, dan Khairurrijal. 2008. Review: Sintesis Nanomaterial. *Jurnal Nanosains dan Nanoteknologi*. 1(2): 33-57.
- Abreu, A.S., Oliveira, M., de Sa A, Rodrigues, R.M., Cerqueira, M.A., Vicente, A.A. dan Machado, A.V. 2015. Antibacterial Nanostructured Starch Based Films For Packaging. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 129(34): 127-134.
- Agromedia Redaksi. 2008. *Ensiklopedia Tanaman Hias*. Jakarta: PT. Agromedia Pustaka.
- Al-Awwaly, K.U.A., Manab, dan Wahyuni, E. 2010. Pembuatan Edible Film Protein Whey: Kajian Rasio Protein dan Gliserol Terhadap Sifat Fisik dan Kimia. *Jurnal Ilmu dan Teknologi Hasil Ternak*. 5(1): 45-56.
- Amegovu, A.K., Sserunjogi, M.L., Ogowok, P. dan Makokha, V. 2012. Nucleotide Degradation Products, Total Volatile Basic Nitrogen, Sensory and Microbiological Quality of Nile Perch (*Latesniloticus*) Fillets Under Chilled Storage. *Journal of Microbiology, Biotechnology and Food Science*. 2(2): 653-666.
- American Society for Testing and Materials. 1995. *Standard Test Methods for Water Vapor Transmission of Materials*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials. 2010. *Standard Test Method for Water Absorption of Plastics*. Philadelphia: ASTM.
- American Society for Testing and Materials. 2005. *Standard Test Method for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting*. Philadelphia: ASTM.
- Andiyana, Y., Suyatna, N.E. dan Suliantari. 2016. Physico-mechanical Properties of Starch-Based Nanocomposite Film Incorporated With Hydrothermally Synthesized Zinc Oxide Nanoparticles. *Journal of Materials Science Forum*. 872: 162-167.
- Anggita, S.R. 2020. Deposisi ZnO Doping Ag Pada Substrat Aluminium Foil Untuk Degradasi Methylene Blue. *Jurnal Teori dan Aplikasi Fisika*. 8(1): 51-60.
- Anggraini, L. 2022. Kemampuan Laju Transmisi Uap dan Biodegradasi Edible Straw Dari Pati Umbi (Ganyong, Garut, Kimpul) dan Gelatin Ikan. *Jurnal Keteknik Pertanian Tropis dan Biosistem*. 10(3): 226-235.
- Anitha, S., Brabu, B., Thiruvadigal, D.J., Gopalakrishnan, C. dan Natarajan, T.S. 2012. Optical Bactericidal and Water Repellent Properties of Electrospun Nano Composite Membranes of Cellulose Acetate and ZnO. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 87:1065-1072.
- Apriyani, M. dan Sedyadi, E. 2015. Sintesis dan Karakterisasi Plastik Biodegradable Dari Pati Onggok Singkong Dan Ekstrak Lidah Buaya (*Aloe vera*) Dengan Plasticizer Gliserol. *Jurnal Sains Dasar*. 4(2): 145-152.

- Apriyanti, A.F., Mahatmanti, F.W. dan Sugiyono W. 2013. Kajian sifat fisik-mekanis dan antibakteri plastik kitosan termodifikasi gliserol. *Journal of Chemistry Science Indonesia*. 2(2): 148-153.
- Arabi, F., Imandar, M., Negahdary, M., Noughabi, M.T., Akbari-dastjerdi, H. dan Fazilati, M. 2012. Investigation Anti-Bacterial Effect of Zinc Oxide Nanoparticles Upon Life of *Listeria Monocytogenes*. *Annals of Biological Research*. 3(7): 3679-3685.
- Ariska, R.E. dan Suyatno. 2015. Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film Dari Pati Bonggol Pisang dan Karagenan Dengan Plasticizer Gliserol. *Jurnal Kimia FMIPA Universitas Negeri Surabaya*. 10(1): 13-17.
- Aryanti, N., Yovita, A.K. dan Wida, R. 2017. Pati Talas (*Colocasia Esculenta (L.) Schott*) Sebagai Alternatif Sumber Pati Industri. *Jurnal Momentum*. 13(1): 46-52.
- Association of Official Analytical Chemist. 2005. *Official Methods of Analysis of AOAC International*. Gaithersburg: AOAC.
- Avella, M., Buzarovska, A., Errico, M.E., Gentile, Gennaro. dan Grozdanov, A. 2009. Eco-Challenges of Bio-Based Polymer Composites. *Journal Materials*. 2(3): 911-925.
- Baehaki, A. Shanti, D.L. dan Winda, A. 2015. Kandungan Fitokimia Biji Lotus (*Nelumbo nucifera* Gertn.) Dari Perairan Rawa. *Prosiding Seminar Nasional Lahan Suboptimal*. 1-5.
- Balai Besar Penelitian dan Pengembangan Sumberdaya Lahan Pertanian. 2006. *Karakteristik dan Pengelolaan Lahan Rawa*. Bogor: BBSDLP.
- Barret, A.H., Briggs, J., Richardson, M. dan Reed, T. 2002. Texture and Storage Stability of Process Beef Stick as Affected by Glycerol and Moisture Levels. *Journal Food Science*. 63(1): 84-47.
- Bauermann, L.P., Bill, J. dan Aldinger, F. 2006. Bio-Friendly Synthesis of ZnO Nanoparticles In Aqueous Solution At Near-Neutral pH and Low Temperature. *Journal Physical Chemistry*. 110(10): 5182-5185.
- Bergo, P.V.A., Carvalho, R.A., Sobral, P.J.A., dos Santos, R.M.C., da Silva, F.B.R., Prison, J.M., Solorza-Feria, J. dan Habitante, A.M.Q.B. 2008. Physical Properties of Edible Films Based On Cassava Starch as Affected By The Plasticizer Concentration. *Journal Packaging Technology and Science*. 21(1): 85-89.
- Berizi, E., Hosseinzadeh, S. dan Shekarforoush, S.S. 2018. Microbial, Chemical, Textural and Sensory Properties of Coated Rainbow Trout By Chitosan Combined With Pomegranate Peel Extract During Frozen Storage. *International Journal of Biology Macromolecul*. 106: 1004-1013.
- Cao, N., Fu, Y. dan He, J. 2007. Mechanical Properties of Gelatin Films Cross-Linked, Respectively, By Ferulic Acid and Tannin Acid. *Journal of Food Hydrocolloids*. 21(3): 575-584.

- Cho, N., Fu, Y. dan He, J. 2013. Mechanical Properties of Gelatin Films Cross-Linked, Respectively By Ferulic Acid and Tannin Acid. *Journal of Food Hydrocolloids*. 21(4): 575-584.
- Coniwanti, P., Laila, L. dan Alfira, M.R. 2014. Pembuatan Film Plastik Biodegradabel Dari Pati Jagung Dengan Penambahan Kitosan dan Pemplastis Gliserol. *Jurnal Teknik Kimia*. 20(4): 22-30.
- Damat. 2008. Efek Jenis dan Konsentrasi Plasticizer Terhadap Karakteristik Edible Film Dari Pati Garut Butirat. *Jurnal Agriteknologi*. 16(3): 333-339.
- Darni, Y. Dan Utami, H. 2010. Studi Pembuatan dan Karakteristik Sifat Mekanik dan Hidrofobisitas Bioplastik dari Pati Sorgum. *Jurnal Rekayasa Kimia dan Lingkungan* 7(4): 88-93.
- Duncan, T.V. 2011. Applications of Nanotechnology In Food Packaging and Food Safety: Barrier Materials, Antimicrobials and Sensors. *Journal of Colloid Interface Science*. 363: 1–24.
- Egharevba, H.O. 2019. *Chemical Properties of Starch and Its Application in the Food Industry*. Nigeria: NIPRD.
- Food Drug Admisnistration. 2003. *Food Drug Administration FDA I* [online]. <http://www.fda.gov/downloads/ucm055542.pdf> [diakses pada tanggal 07 Juni 2023].
- Garcia, N. L., Ribba, L., Dufresne, A., Aranguren, M. dan Goyanes, S. 2011. Effect of Glycerol On The Morphologi of Nanocomposites Made from Thermoplastic Starch and Starch Nanocrystals. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 84(1): 203-210.
- Gennadios, A. dan Weller, C.L. 1990. Edible Films and Coating From Wheat and Corn Proteins. *Journal of Food Technology*. 44(10): 63-69.
- Guilbert, S., Gontard, N. dan Gorris, L.G.M. 1996. Prolongation of The Shelf Life Perishable Food Products Using Biodegradable Films and Coatings. *Journal of Food Science Technology*. 29(2): 10-17.
- Guilbert, S.S. dan Biquet, B. 1990. *Edible Films and Coatings for Food Applications*. London: Springer.
- Hidayat, O., Sutarno, N., Suhara, dan Sunjaya, Y. 2004. *Dasar-Dasar Entomologi*. Jakarta: JICA.
- Indrayan, A.K., et al. 2005. Detemination of Nutrive Value and Analysis of Mineral Element for Same Medicinally Valued Plant From Ultraranchal. *Journal of Current Science*. 89: 1252-1255.
- Iriani, E.S., Widayanti, S.M., Miskiyah, dan Juniawati. 2014. Pengaruh Ekstrak Bawang Putih Terenkapsulasi Terhadap Karakteristik Kemasan Mikroba. *Jurnal Kimia Kemasan*. 36(2): 271-280.
- Jacobs, H. dan Delcour, J.A. 1998. Hydrothermal Modifications of Granular Starch With Retention of The Granular Structure. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*. 46(8): 2895– 2905.

- Kanmani, P. dan Rhim, J.W. 2014. Properties and Characterization of Bionanocomposite Films Prepared With Various Biopolymers and ZnO Nanoparticles. *Journal of Carbohydrate Polymer*. 106(2): 190-199.
- Karmakar, R., Ban, D.K. dan Ghosh, U. 2014. Comparative Study of Native and Modified Starches Isolated From Conventional and Nonconventional Sources. *International Journal of Food Research*. 21(2): 597-602.
- Karneta, R., Rejo, A., Priyanto, G. dan Pambayun, R. 2013. Difusivitas Panas dan Umur Simpan Pempek Lenjer. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 1(1): 131-141.
- Kristian, J., Zain, S., Nurjanah, S., Widyasanti, A. dan Putri, S.H. 2016. Pengaruh Lama Ekstraksi Terhadap Rendemen Dan Mutu Minyak Bunga Melati Putih Menggunakan Metode Ekstraksi Pelarut Menguap (*Solvent Extraction*). *Jurnal Teknotan*. 10(2): 34-43.
- Krochta, J.M., Baldwin, E.A. dan Carriedo, M.N. 1994. *Edible Coatings and Films to Improve Food Quality*. London: CRC Press.
- Kurniawati, I. 2015. Karakteristik Maltodekstrin Biji Nangka Dengan Hidrolisis Enzim α -Amilase. *Jurnal Profesi*. 13(1): 25-45.
- Kusnadi, J.P. dan Budyanto. 2013. *Formulasi Edible Film Antibacterial Active Packaging Dengan Penambahan Ekstrak Antibakteri Daun Jati*. Skripsi. Universitas Brawijaya.
- Kusriani, R.H. Rahmawati, I. dan Musfiroh, I. 2014. Karakterisasi Pati Biji Buah Durian, Biji Buah Nangka, dan Biji Buah Alpukat. *Jurnal Farmasi Galenika*. 1(1): 8-16.
- Liu, L., Kerry, J.F. dan Joseph, P.K. 2005. Selection of Optimum Extraction Technology Parameters in The Manufacture of Edible/Biodegradable Packaging film Derivated From Food-Based Polymers. *Journal of Food, Agriculture and Environment*. 3(4): 51-58.
- Liu, Y., He, L., Mustapha, A., Li, H.Q., Hu, Z. dan Lin, M. 2009. Antibacterial Activities of Zinc Oxide Nanoparticles Against *Escherichia coli* O157:H7. *Journal of Applied Microbiology*. 107(9): 1193-1201.
- Magandhi, M. 2015. Tumbuhan Air Berpotensi Obat Koleksi Kebun Raya Bogor. *Jurnal Warta Kebun Raya*. 13(1): 30-34.
- Maizura, M., Fazilah, A., Norziah, M.H. dan Karim, A.A. 2007. Antibacterial Activity and Mechanical Properties of Partially Hydrolyzed Sago Starch-Alginate Edible Film Containing Lemongrass Oil. *Journal of Food Science*. 15(2): 233-236.
- Miskiyah, Juniawawati, dan Iriani E.S. 2015. Potensi Edible Film Antimikroba Sebagai Pengawet Daging. *Jurnal Buletin Peternakan*. 39(2): 129-141.
- Murdianto, Wiwit, dan Marseno, D.W. 2005. *Sifat Fisik dan Mekanik Edible Film dari Ekstrak Daun Janggolan (Mesona palustris BI) dan Penggunaannya Sebagai Edible Film*. Skripsi. Universitas Gadjah Mada.

- Nagarajan, S. dan Kuppusamy, K.A. 2013. Extracellular Synthesis of Zinc Oxide Nanoparticle Using Seaweeds of Gulf of Mannar, India. *Journal of Nanobiotechnology*. 11(39): 1-11.
- Nawaz, H., Shad, M.A., Saleem, S., Khan, M.U.A., Nishan, U., Rasheed, T., Bilal, M. dan Iqbal, H.M.N. 2018. Characteristics of Starch Isolated from Microwave Heat Treated Lotus (*Nelumbo nucifera*) Seed Flour. *International Journal of Biological Macromolecules*. 113(1): 219-226.
- Nugroho, A.A., Basito, dan Katri R.B. 2013. Kajian Pembuatan Edible Film Tapioka Dengan Pengaruh Penambahan Pektin Beberapa Jenis Kulit Pisang Terhadap Karakteristik Fisik dan Mekanik. *Jurnal Teknosains Pangan*. 2(1): 73-79.
- Oates, C.G. 1997. Towards and Understanding of Starch Granule Structure and Hydrolysis. *Journal of Trends Food Science and Technology*. 8(1): 375-382.
- Oktafiani, L. 2019. *Kajian Karakteristik Susu Nabati Dari Biji Lotus (Nelumbo nucifera) dan Kedelai (Glycinemax (L.))*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Pamuji, M.W. 2014. *Pengembangan Bionanokomposit Film Berbasis Pati Tapioka dan NP-ZnO Dengan Plasticizer Gliserol*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Peelman, N., Ragaert, P., Meulenaer B.D., Adons, D., Peeters, R., Cardon, L., Impe, F.V., Devlieghere, F. 2013. Application of Bioplastics for Food Packaging. *Journal of Trends in Food Science and Technology*. 32(2): 128-41.
- Petkova, V., Obreshkova, D., Vodenicharov, E., Hadjieva, B., Koleva, N. dan Petkova, E. 2013. Essential Amino Acids-Review of Some of The Contemporary Analytical Methods for Detection. *World Journal of Pharmacy and Pharmaceutical Science*. 2(2): 658-666.
- Pirazuni, F.Q. 2019. *Karakteristik Fisiko-Kimia Produk Emping Biji Seroja*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Pranoto, Y., Salokhe, V.M. dan Rakshit, S.K. 2005. Physical and Antibacterial Properties of Alginate-Based Edible Film Incorporated With Garlic Oil. *International Journal of Food Research*. 38(3): 267- 272.
- Pratama, M. 2016. *Perancangan Label Indikator Bakteri Pathogen Untuk Pemantauan Kualitas Pempek*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Rahadian, M.I. 2015. *Pengembangan Bionanokomposit Film Berbasis Tapioka/Nanopartikel Perak dan Tapioka/Nanopartikel Seng Oksida Dengan Plasticizer Gliserol*. Tesis. Institut Pertanian Bogor.
- Ramirez, D.A., Locatelli, D.A., Gonzalez, R.E., Cavagnaro, P.F. dan Camargo, A.B. 2017. Analytical Methods for Bioactive Sulfur Compounds in Allium: An Integrated Review and Future Directions. *Journal of Food Composition and Analysis*. 61(2): 4-19.
- Rhim, J.W. dan Wang, L.F. 2014. Preparation and Characterization of Carrageenan Based Nanocomposite Films Reinforced With Clay Mineral and Silver Nanoparticles. *Journal of Applied Clay Science*. 97(98): 174-181.

- Rhim, J.W., Wang, L.F. dan Hong, S.I. 2013. Preparation and Characterization of Agar/Silver Nanoparticles Composite Films With Antimicrobial Activity. *Journal of Food Hydrocolloids*. 33(2): 327–335.
- Rindlay-Wastling, A., Stading, M., Hermasson, A.M. dan Gatenthholm, P. 1998. Structure, Mechanical Barrier Properties of Amylase and Amylopectin Films. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 36(3): 217-224.
- Rodriguez, M., Osés, J., Ziani, K. dan Mate, J.I. 2006. Combined Effect of Plasticizer and Surfactants on The Physical Properties of Starch Based Edible Films. *International Journal of Food Research*. 39(8): 840-846.
- Sabarisman, I. 2015. *Pengembangan Film Nanokomposit Berbasis Pectin dan NP-ZnO Serta Aplikasinya Sebagai Pelapis Buah Salak Pondoh Utuh*. Skripsi. Institut Pertanian Bogor.
- Safitri, dan Helda, J. 2021. *Pengaruh Suhu Pengeringan Terhadap Karakteristik Fisikokimia Pati Biji Lotus (Nelumbo nucifera)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Sajilata, M.G., Rekha, S.S. dan Puspha, R.K. 2006. Resistant Starch A Review. *Journal Comprehensive Review in Food Science and Food Safety*. 5(1): 1-17.
- Sari, R.P., Wulandari, S.T. dan Wardhani, D.H. 2013. Pengaruh Penambahan Ekstrak Bawang Putih (*Allium sativum*) Terhadap Karakteristik Edible Film Pati Ganyong (*Canna edulis Kerr*). *Jurnal Teknoogi Kimia Indonesia*. 2(3): 82-87.
- Sarti, M. 2019. *Karakteristik Kimia dan Sensori Tempe dari Biji Lotus (Nelumbo nucifera)*. Skripsi. Universitas Sriwijaya.
- Setiani, W., Sudiarti, T. Dan Rahmidar, L. 2013. Preparasi Dan Karakteristik Edible film dari Poliblend Pati Sukun-Kitosan. *Jurnal Valensi*. 3(2): 100-109.
- Sigma Aldrich. 2023. *IR Spectrum Table and Chart* [online]. <https://www.sigmaaldrich.com> [diakses pada tanggal 03 Juli 2023].
- Silva, M.A.D., Bierhalz, A.C.K. dan Kieckbusch, T.G. 2009. Alginate and Pectin Composite Films Crosslinked With Ca²⁺ Ions: Effect of The Plasticizer Concentration. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 77(4): 736-742.
- Siregar, N.S. 2014. Karbohidrat. *Jurnal Ilmu Keolahragaan*. 13(2): 38-44.
- Slavutsky, A.M. dan Bertuzzi, M.A. 2014. Water Barrier Properties of Starch Film Reinforced With Cellulose Nanocrystals Obtained From Sugarcane Bagasse. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 110(1): 53-61.
- Sorrentino, A., Gorrasi, G. dan Vittoria, V. 2007. Potential Perspectives of Bionanocomposites for Food Packaging Applications. *Journal of Trends Food Science Technology*. 18(2): 84-95.
- Sun, Y., Yang, B., Wu, Y., Liu, Y., Gu, X., Zhang, H., Wang, C., Cao, H., Huang, L. dan Wang, Z. 2015. Structural Characterization and Antioxidant

- Activities of κ -carrageenan Oligosaccharides Degraded By Different Methods. *Journal of Food Chemistry*. 178(1): 311–318.
- Sung, S., Sin, L.T., Tee, T., Bee, S., Rahmat, A.R. 2014. Effect of Allium Sativum Essence Oil As Antimicrobial Agent for Food Packaging Plastic Film. *Journal of Innovative Food Science and Emerging Technologies*. 26(2): 406-414.
- Supeni, G. 2012. Pengaruh Formulasi Edible Film dari Karagenan Terhadap Sifat Mekanik dan Barrier. *Jurnal Kimia dan Kemasan*. 34(2): 282.
- Suyatma, N.E., Ishitakawa, Y. dan Kitazawa, H. 2014. Nanoreinforcement of Pectin Film To Enhance Its Functional Packaging Properties By Incorporating ZnO Nanoparticles. *Journal of Advanced Materials Research*. 845(3): 451-456.
- Syarifuddin, A. dan Yunianta. 2015. Karakterisasi Edible Film Dari Pektin Albedo Jeruk Bali dan Pati Garut. *Jurnal Pangan Agroindustri*. 3(4): 1538-1547.
- Valero, A., Perez-Rodriguez, F., Carrasco, E., Fuentes-Alventosa, J.M. dan Garcia-Gimeno, R.M. 2009. Modeling The Growth Boundaries of Staphylococcus Aureus: Effect of Temperature, pH and Water Activity. *International Journal of Food Microbiology*. 133(2): 186-194.
- Wardana, A.A. 2016. *Pembuatan Pelapis Bionanokomposit Dari Tapioka, NP-ZnO dan Asam Stearat Serta Aplikasinya Pada Manga Terolah Minimal*. Bogor: Institut Pertanian Bogor.
- Wardhani, R.A.K., Rudyarjo, D.I. dan Supardi, A. 2011. *Sintesis dan Karakterisasi Bioselulosa-Kitosan Dengan Penambahan Gliserol Sebagai Plasticizer*. Skripsi. Universitas Airlangga.
- Winarno, F.G. 1997. *Kimia Pangan dan Gizi*. Jakarta: PT. Gramedia.
- Wong, K.K.Y. dan Liu, X. 2010. Silver Nanoparticle-The Real “Silver Bullet” in Clinical Medicine. *Journal of Medicinal Chemistry*. 1(2): 125-131.
- Yadollahi, M., Namazi, H. dan Barkhordari, S. 2014. Preparation and Properties of Carboxymethyl Cellulose/Layered Double Hydroxide Bionanocomposite Films. *Journal of Carbohydrate Polymers*. 108(1): 83–90.
- Yamamoto, O., Hotta, M., Sawai, J., Sasamoto, T. dan Kojima, H. 1998. Influence of Powder Characteristic of ZnO on Antibacterial Activity: Effect of Specific Surface Area. *Journal of the Ceramic Society of Japan*. 106(11): 1007–1011.
- Yoksan, R. dan Chirachanchai, S. 2010. Silver Nanoparticle-Loaded Chitosan-Starch Based Films: Fabrication and Evaluation of Tensile, Barrier, and Antimicrobial Properties. *Journal of Materials Science and Engineering C*. 30(6): 891-897.
- Young, H.D. 2003. *Fisika Universitas Edisi 2*. Jakarta: Erlangga.
- Yuhana, M., Normalina, I. dan Sukenda. 2008. Pemanfaatan Ekstrak Bawang Putih Allium Sativum Untuk Pencegahan dan Pengobatan Pada Ikan Patin

- Pangasionodon Hypophthalmus yang Diinfeksi *Aeromonas hydrophila*. *Jurnal Akuakultur Indonesia*. 7(1): 95-107.
- Yunita, M., Hendrawan, Y. dan Yulianingsih, R. 2015. Analisis Kuantitatif Mikrobiologi Pada Makanan Penerbangan (Aerofood ACS) Garuda Indonesia Berdasarkan TPC (Total Plate Count) Dengan Metode Pour Plate. *Jurnal Teknologi Pertanian*. 3(3) :237-248.
- Zhou, G.H., Xu, X.L. dan Liu, Y. 2010. Review: Preservation Technologies for Fresh Meat. *Journal of Meat Science*. 86: 119-129.
- Zhu, F. 2016. Structures, Properties and Applications of Lotus Starches. *Journal of Food Hydrocolloids*. 63: 332 -348.