

**KARAKTERISASI FILM INDIKATOR BERBASIS TEPUNG BIJI JALI
(*Coix lacryma-jobi* L.) DAN EKSTRAK BUNGA PACAR AIR (*Impatiens
balsamina*) SEBAGAI SMART PACKAGING UNTUK PEMANTAUAN
KESEGERAN IKAN KEMBUNG**

SKRIPSI

Disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia



disusun Oleh :

Rahmahani Alfathia Fadhilah (1900725)

**PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA
BANDUNG
2023**

**Karakterisasi Film Indikator berbasis Tepung Biji Jali (*Coix Lacryma-jobi*
L.) dan Ekstrak Bunga Pacar Air (*Impatiens balsamina*) sebagai *Smart*
Packaging Untuk Pemantauan Kesegaran Ikan Kembung**

Oleh:

Rahmahani Alfathia Fadhilah

**Sebuah skripsi yang diajukan untuk memenuhi salah satu syarat
memperoleh gelar Sarjana Sains (S.Si) pada Program Studi Kimia di
Departemen Pendidikan Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu
Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia**

© Rahmahani Alfathia Fadhilah 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang

**Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,
dengan dicetak ulang, di foto kopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis**

LEMBAR PENGESAHAN

**Karakterisasi Film Indikator berbasis Tepung Biji Jali (*Coix lacryma-jobi* L.)
dan Ekstrak Bunga Pacar Air (*Impatiens balsamina*) sebagai *Smart
Packaging* untuk Pemantauan Kesegaran Ikan Kembung**

Oleh,
Rahmahani Alfathia Fadhilah
1900725

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing 1



Drs. Ali Kusrijadi, M.Si.
NIP. 196706291992031001

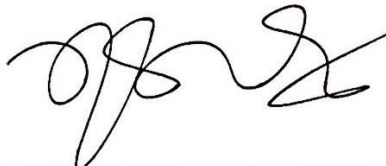
Pembimbing 2



Prof. Dr. F.M. Titin Supriyanti, M.Si.
NIP. 195810141986012001

Mengetahui,

Ketua Prodi Kimia FPMIPA UPI



Prof. Dr. Fitri Khoerunissa, M.Si.
NIP. 197806282001122001

Halaman Pernyataan tentang Keaslian Skripsi dan Pernyataan Bebas Plagiarisme

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul "**Karakterisasi Film Indikator berbasis Tepung Biji Jali (*Coix Lacryma-jobi L.*) dan Ekstrak Bunga Pacar Air (*Impatiens balsamina*) sebagai *Smart Packaging* Untuk Pemantauan Kesegaran Ikan Kembung**" ini beserta seluruh isinya adalah benar-benar karya saya sendiri. Saya tidak melakukan penjiplakan atau pengutipan dengan cara-cara yang tidak sesuai dengan etika ilmu yang berlaku dalam masyarakat keilmuan. Atas pernyataan ini, saya siap menanggung risiko/sanksi apabila di kemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 21 Agustus 2023

Rahmahani Alfathia Fadhilah

KATA PENGANTAR

Puji serta syukur penulis panjatkan ke hadirat Allah SWT atas segala rahmat dan karunia-Nya penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa shalawat serta dalam semoga tercurah limpahkan kepada Nabi besar Muhammad SAW.

Skripsi yang berjudul “**Karakterisasi Film Indikator berbasis Tepung Biji Jali (*Coix Lacryma-jobi L.*) dan Ekstrak Bunga Pacar Air (*Impatiens balsamina*) sebagai *Smart Packaging* Untuk Pemantauan Kesegaran Ikan Kembang**” ini disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia.

Penulis menyadari bahwa masih banyak kekurangan dan keterbatasan dalam skripsi ini. Oleh karena itu diharapkan adanya kritik dan saran yang membangun dari semua pihak. Penulis berharap skripsi ini dapat bermanfaat bagi penulis, pembaca dan peneliti selanjutnya.

Bandung, 21 Agustus 2023

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa yang berkat rahmat dan Karunia-Nya berupa kesehatan bagi penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Tidak lupa juga penulis berterima kasih kepada berbagai pihak yang ikut serta memberikan bimbingan, dukungan dan motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan:

1. Kedua orang tua penulis beserta keluarga yang selalu memberikan doa, dukungan, kasih sayang dan segalanya kepada penulis selama menempuh perjalanan akademik;
2. Bapak Drs. Ali Kusrijadi, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memotivasi penulis hingga selesainya penyusunan skripsi;
3. Ibu Prof. Dr. F.M. Titin Supriyanti, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bantuan selama penyusunan skripsi;
4. Ibu Prof. Dr. Fitri Khoerunnisa, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI;
5. Segenap dosen dan staff Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam;
6. Teman-teman yang telah memberikan bantuan, semangat, motivasi, dan dukungan dalam pengerjaan menyelesaikan skripsi ini;
7. Semua pihak yang turut membantu dalam penyelesaian skripsi ini, baik secara langsung maupun tidak langsung.

Penulis berharap semoga skripsi ini dapat menambah wawasan dan bermanfaat bagi pembaca dan masyarakat luas serta menjadi amal jariyah bagi penulis. Skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun agar kedepannya penulis dapat menjadi lebih baik.

Bandung, 21 Agustus 2023

Penulis

ABSTRAK

Kualitas pangan segar dalam kemasan sulit diidentifikasi secara dini dan menimbulkan keraguan konsumen akan kesegaran produk yang dikemas. Oleh karena itu, diperlukan alternatif kemasan yang mampu menginformasikan kesegaran pangan secara *real-time*, salah satunya adalah *smart packaging* dalam bentuk film indikator. Penelitian ini bertujuan untuk mengembangkan film indikator berbasis tepung biji jali (*Coix lacryma-jobi* L.) dan ekstrak bunga pacar air (*Impatiens balsamina*), serta menyelidiki karakteristik dan kemampuannya dalam pemantauan kesegaran ikan kembung. Metode yang digunakan meliputi persiapan dan karakterisasi bahan baku menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pembuatan film indikator dengan konsentrasi ekstrak bunga pacar air (EBPA) 1%, 2%, 3%, 4% dan 5% (b/b), penentuan film terbaik dalam memantau kesegaran ikan kembung, serta karakterisasi film menggunakan spektrofotometer FTIR, pengujian sifat fisik, mekanik, dan ketahanan film. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EBPA berhasil di ekstrak dan mampu berubah warna pada pH 1-12, dengan kadar antosianin 1644,43 mg/L. Film indikator dengan konsentrasi EBPA 1%, 2%, 3%, 4%, dan 5% (b/b) berhasil dibuat. Film indikator EBPA 4% terpilih sebagai film terbaik yang mampu menginformasikan kesegaran ikan kembung selama penyimpanan melalui perubahan warna. Karakteristik film indikator EBPA menunjukkan nilai ketebalan, kekuatan tarik dan laju transmisi uap air yang lebih rendah, serta nilai kelarutan, *swelling* dan perpanjangan putus yang lebih tinggi dibanding film kontrol. Secara keseluruhan, tepung biji jali dan ekstrak bunga pacar air berhasil membentuk film indikator yang baik dan mampu memberikan informasi kesegaran ikan kembung.

Kata kunci: film indikator, *smart packaging*, tepung biji jali, ekstrak bunga pacar air, kesegaran ikan kembung.

ABSTRACT

The quality of packaged fresh food is difficult to identify early and raises doubts among consumers about its freshness. Therefore, alternative packaging that can directly inform food freshness is needed, such as smart packaging in the form of indicator films. This study aims to develop an indicator film based on jali seed flour (*Coix lacryma-jobi* L.) and pacar air flower extract (*Impatiens balsamina*). Their characteristics and abilities in monitoring mackerel freshness were also investigated. The method used includes the preparation and characterization of raw material using a UV-Vis spectrophotometer, manufacture indicator films with concentrations of pacar air flower extract (EBPA) 1%, 2%, 3%, 4% and 5% (w/w), determining the best film in monitoring freshness of mackerel, characterizing the film using FTIR spectrophotometer, investigate the physical, mechanical, and resistance properties of the film. The results showed that EBPA was successfully extracted and was able to change color at pH 1-12, with anthocyanin levels of 1644.43 mg/L. Indicator films with EBPA concentrations of 1%, 2%, 3%, 4%, and 5% (w/w) were successfully produced. The 4% EBPA indicator film was selected as the best film which is able to inform mackerel freshness during storage through color changes. The characteristics of the EBPA indicator film showed lower thickness, tensile strength and water vapor transmission rate, followed by higher solubility, swelling and elongation at break values than the control film. Overall, jali seed flour and EBPA succeeded in forming a good indicator film and were able to provide information on the freshness of mackerel.

Keywords: indicator film, smart packaging, jali seed flour, pacar air flower extract, mackerel freshness.

DAFTAR ISI

Halaman Pernyataan tentang Keaslian Skripsi dan Pernyataan Bebas Plagiarisme	iii
KATA PENGANTAR	iv
UCAPAN TERIMA KASIH	v
ABSTRAK	vi
<i>ABSTRACT</i>	vii
DAFTAR ISI	viii
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR TABEL	xiii
DAFTAR LAMPIRAN	xiv
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1. Latar Belakang	1
1.2. Rumusan Masalah	4
1.3. Tujuan Penelitian	4
1.4. Manfaat Penelitian	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA	6
2.1. <i>Smart packaging</i>	6
2.2. Film Indikator	6
2.3.1. Definisi dan kegunaan film indikator	6
2.3.2. Komponen penyusun film indikator	7
2.3. Biji Tanaman Jali (<i>Coix lacryma-jobi</i> L.)	10
2.3.1. Klasifikasi dan Morfologi Biji Jali	10
2.3.2. Kandungan gizi biji jali	11
2.4. Pati	12
2.4.1. Karakteristik dan kegunaan pati untuk film kemasan	13
2.5. Bunga Pacar Air (<i>Impatiens balsamina</i>)	14
2.6. Antosianin	15
2.6.1. Antosianin Bunga Pacar Air (<i>Impatiens balsamina</i>)	17
2.7. Indikator Kerusakan Pangan Berprotein: Ikan Segar	18
2.8. Ikan Kembung (<i>Rastrelliger sp.</i>)	19

Rahmahani Alfathia Fadhilah, 2023

KARAKTERISASI FILM INDIKATOR BERBASIS TEPUNG BIJI JALI (*Coix lacryma-jobi* L.) DAN EKSTRAK BUNGA PACAR AIR (*Impatiens balsamina*) SEBAGAI SMART PACKAGING UNTUK PEMANTAUAN KESEGARAN IKAN KEMBUNG

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

2.9. Sistem Warna CIE <i>LAB</i>	21
BAB III METODE PENELITIAN	23
3.1. Waktu dan Tempat	23
3.2. Alat	23
3.3. Bahan.....	23
3.4. Bagan Alir Penelitian	23
3.5. Tahapan Penelitian	24
3.5.1. Karakterisasi ekstrak bunga pacar air (<i>Impatiens balsamina</i>)	24
3.5.2. Aplikasi dan Penentuan Film Indikator dengan Konsentrasi EBPA Terbaik	26
3.5.3. Karakterisasi Film.....	28
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	31
4.1. Karakterisasi Ekstrak Bunga Pacar Air (<i>Impatiens balsamina</i>).....	31
4.1.1. Ekstraksi antosianin dalam bunga pacar air.....	31
4.1.2. Karakterisasi perubahan warna antosianin pada berbagai pH	33
4.1.3. Penentuan <i>Total Antocyanin Content</i> (TAC).....	33
4.2. Aplikasi dan Penentuan Film Indikator dengan Konsentrasi EBPA Terbaik	37
4.2.1. Pembuatan film	37
4.2.2. Penentuan film indikator dengan konsentrasi ekstrak bunga pacar air (EBPA) terbaik	40
4.3. Karakterisasi Film Kontrol dan Film Indikator Terbaik	48
4.3.1. Karakterisasi sifat fisik	48
4.3.2. Karakterisasi sifat mekanik.....	54
4.3.3. Karakterisasi struktur film dengan FTIR	48
4.3.4. Tingkat <i>release</i> antosianin dari film indikator.....	57
BAB V SIMPULAN DAN SARAN	59
5.1. Simpulan.....	59
5.2. Saran.....	59
DAFTAR PUSTAKA	60
LAMPIRAN	74
Lampiran 1. Data Penelitian	74

Rahmahani Alfathia Fadhilah, 2023

KARAKTERISASI FILM INDIKATOR BERBASIS TEPUNG BIJI JALI (*Coix lacryma-jobi* L.) DAN EKSTRAK BUNGA PACAR AIR (*Impatiens balsamina*) SEBAGAI SMART PACKAGING UNTUK PEMANTAUAN KESEGARAN IKAN KEMBUNG

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian 84

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Tanaman jali (<i>Coix lacryma-jobi</i> L.) (Illahi dkk, 2021).....	10
Gambar 2.2. Morfologi biji jali (<i>Coix lacryma-jobi</i> L.). (a) var. <i>lacryma-jobi</i> ; (b) var. <i>ma-yuen</i> (Jiang dkk, 2008).	11
Gambar 2.3. Struktur molekul amilosa dan amilopektin. (a) amilosa; (b) amilopektin (Kalita & Netravali, 2017).....	12
Gambar 2.4. Tanaman bunga pacar air (<i>Impatiens balsamina</i>) (Lim, 2014).....	15
Gambar 2.5. Morfologi bunga pacar air (<i>Impatiens balsamina</i>) merah.....	15
Gambar 2.6. Perubahan struktur antosianin pada berbagai pH (Castañeda-Ovando dkk, 2009).	16
Gambar 2.7. Perubahan warna antosianin bunga pacar air merah (<i>Impatiens balsamina</i>) pada pH 1-14 (Aminah dkk, 2019).....	18
Gambar 2.8. Mekanisme degradasi protein pada pembusukan ikan segar oleh bakteri (Zhuang dkk, 2020).	19
Gambar 2.9. Morfologi ikan kembung (<i>Rastrelliger</i> sp.) (Muto dkk, 2016).....	20
Gambar 3.1. Bagan alir penelitian.	24
Gambar 4.1. Hasil ekstrak bunga pacar air (EBPA) dengan ekstraksi menggunakan berbagai pelarut.....	31
Gambar 4.2. Uji perubahan warna antosianin dalam ekstrak bunga pacar air berbagai pelarut pada pH 1-12. (a) aquades; (b) CH ₃ COOH 0,1 M; (c) HCl 0,1 M; (d) etanol 95%.	32
Gambar 4.3. Hasil ekstrak bunga pacar air (EBPA) setelah dipekatkan.	33
Gambar 4.4. Perubahan warna ekstrak bunga pacar air (EBPA) pada berbagai pH. (a) hasil dari penelitian yang dilakukan pada pH 1-12; (b) hasil dari penelitian yang dilakukan oleh Aminah dkk (2014) pada pH 1-14.	35
Gambar 4.5. Perubahan struktur antosianin pada berbagai pH.	36
Gambar 4.6. Spektrum UV-Vis ekstrak antosianin bunga pacar air pada pH 1-12.	37
Gambar 4.7. Film kontrol dari tepung biji jali.....	38
Gambar 4.8. Skema ilustrasi ikatan hidrogen antara pati dan gliserol (Esmaeili dkk, 2017).	39

Rahmahani Alfathia Fadhilah, 2023

KARAKTERISASI FILM INDIKATOR BERBASIS TEPUNG BIJI JALI (*Coix lacryma-jobi* L.) DAN EKSTRAK BUNGA PACAR AIR (*Impatiens balsamina*) SEBAGAI SMART PACKAGING UNTUK PEMANTAUAN KESEGARAN IKAN KEMBUNG

Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

Gambar 4.9. Film indikator EBPA berbagai konsentrasi.	39
Gambar 4.10. Interaksi intermolekuler antara pati dan antosianin (Qin dkk, 2019).	40
Gambar 4.11. Perubahan warna film indikator EBPA berbagai konsentrasi pada perubahan pH 1-12.....	41
Gambar 4.12. Pengaplikasian film indikator EBPA berbagai konsentrasi pada fillet ikan kembung.....	43
Gambar 4.13. Ilustrasi penerapan dan panduan perubahan warna film indikator dalam <i>smart packaging</i> untuk pemantauan kesegaran ikan.....	47
Gambar 4.14. Hasil uji Nessler larutan sampel ikan kembung pada akhir penyimpanan.....	47
Gambar 4.15. Spektrum FTIR. (a) Tepung biji jali; (b) EBPA; (c) Film kontrol; dan (d) Film indikator EBPA 4%.	49
Gambar 4.16. Ilustrasi interaksi antarmolekul dalam film indikator EBPA.....	50
Gambar 4.17. Tingkat <i>release</i> antosianin dari film indikator EABPA 4% dalam media air selama 9 jam.	57
Gambar 4.18. Pengujian keberadaan antosianin dengan perubahan warna film indikator EBPA 4% menggunakan <i>buffer</i> pH 2. (a) sebelum ditetes <i>buffer</i> pH 2; (b) setelah ditetes <i>buffer</i> pH 2.	58

DAFTAR TABEL

Tabel 4.1. Nilai ΔE ekstrak berbagai pelarut pada pH 6 ke 7.	32
Tabel 4.2. Nilai rerata ΔE film indikator EBPA berbagai konsentrasi pada perubahan pH.....	42
Tabel 4.3. Perubahan warna film indikator EBPA berbagai konsentrasi pada aplikasi penyimpanan fillet ikan kembung suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$).	43
Tabel 4.4. Perubahan warna film indikator EBPA berbagai konsentrasi pada aplikasi penyimpanan filet ikan kembung suhu <i>chiller</i> ($\pm 4^{\circ}\text{C}$).	44
Tabel 4.5. Perubahan warna dan ΔE film indikator EBPA 4% dan 5% pada aplikasi penyimpanan <i>fillet</i> ikan kembung suhu ruang ($\pm 25^{\circ}\text{C}$).....	46
Tabel 4.6. Perubahan warna dan ΔE film indikator EBPA 4% dan 5% pada aplikasi penyimpanan <i>fillet</i> ikan kembung suhu <i>chiller</i> ($\pm 4^{\circ}\text{C}$).	46
Tabel 4.7. Karakteristik sifat fisik film kontrol dan film indikator EBPA 4%. ...	51
Tabel 4.8. Ketebalan film kontrol dan film indikator EBPA 4%.	52
Tabel 4.9. Tingkat <i>swelling</i> film kontrol dan film indikator EBPA 4%.....	52
Tabel 4.10. Kelarutan film kontrol dan film indikator 4%.....	53
Tabel 4.11. Nilai Laju transmisi uap air film kontrol dan film indikator EBPA 4%.	54
Tabel 4.12. Karakteristik sifat mekanik film kontrol dan film indikator EBPA 4%.	55
Tabel 4.13. Kekuatan tarik film kontrol dan film indikator EBPA 4%.....	55
Tabel 4.14. Perpanjangan putus film kontrol dan film indikator EBPA 4%.....	56

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1. Data Penelitian.....	74
Lampiran 2. Dokumentasi Penelitian.....	84

DAFTAR PUSTAKA

- Abdollahi, M., Alboofetileh, M., Behrooz, R., Rezaei, M., & Miraki, R. (2013). Reducing water sensitivity of alginate bio-nanocomposite film using cellulose nanoparticles. *International Journal of Biological Macromolecules*, *54*(1), 166–173.
- Abràmoff, M. D., Magalhães, P. J., & Ram, S. J. (2004). Image processing with ImageJ. *Biophotonics International*, *11*(7), 36–42.
- Ahmed, I., Lin, H., Zou, L., Li, Z., Brody, A. L., Qazi, I. M., Lv, L., Pavase, T. R., Khan, M. U., Khan, S., & Sun, L. (2018). An overview of smart packaging technologies for monitoring safety and quality of meat and meat products. *Packaging Technology and Science*, *31*(7), 449–471.
- Alfian, A., Wahyuningtyas, D., & Sukmawati, P. D. (2020). Pembuatan edible film dari pati kulit singkong menggunakan plasticizer sorbitol dengan asam sitrat sebagai crosslinking agent (Variasi Penambahan Karagenan dan Penambahan Asam Sitrat). *Jurnal Inovasi Proses*, *5*(2), 46–56.
- Alves, V. D., Mali, S., Beléia, A., & Grossmann, M. V. E. (2007). Effect of glycerol and amylose enrichment on cassava starch film properties. *Journal of Food Engineering*, *78*(3), 941–946.
- Amalia, B., Mailisa, T., Karima, R., & Herman, R. (2021). Karakterisasi label kolorimetrik dari karagenan/nanofiber selulosa dan ekstrak ubi ungu untuk indikator kerusakan pangan. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, *43*(2), 66–74.
- Amanah, H. Z., Joshi, R., Masithoh, R. E., Choung, M. G., Kim, K. H., Kim, G., & Cho, B. K. (2020). Nondestructive measurement of anthocyanin in intact soybean seed using Fourier Transform Near-Infrared (FT-NIR) and Fourier Transform Infrared (FT-IR) spectroscopy. *Infrared Physics & Technology*, *111*, 103477.
- Aminah, N. S., Wardana, A. P., Kristanti, A. N., Safitri, B. V., & Rosa, M. (2019). Application of flower color variations to *impatiens balsamina* L. As an environmentally friendly acid-base indicator. *Rasayan Journal of Chemistry*, *12*(4), 2116–2123.

- Anandito, R. B. K., Nurhartadi, E., & Bukhori, A. (2012). Pengaruh gliserol terhadap karakteristik edible film berbahan dasar tepung jali (*Coix lacryma-jobi* L.). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(2), 17–23.
- Anggriani, R., Ain, N., Adnan, S., & Novianto, M. F. (2017). IDENTIFIKASI FITOKIMIA DAN KARAKTERISASI ANTOSIANIN DARI SABUT KELAPA HIJAU (*COCOS NUCIFERA* L VAR VARIDIS). *Jurnal Teknologi Pertanian*, 18(3), 162–172.
- Anker, M., Stading, M., & Hermansson, A. M. (2000). Relationship between the Microstructure and the Mechanical and Barrier Properties of Whey Protein Films. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 48(9), 3806–3816.
- ASTM. (2010). Standard test methods for tensile properties of thin plastic sheeting, method D882-10. - Penelusuran Google. In *Annual Book of ASTM Standards; American Society for Testing and Materials*. West Conshohocken.
- Balbinot-Alfaro, E., Craveiro, D. V., Lima, K. O., Costa, H. L. G., Lopes, D. R., & Prentice, C. (2019). Intelligent Packaging with pH Indicator Potential. *Food Engineering Reviews*, 11(4), 235–244.
- Basiak, E., Lenart, A., & Debeaufort, F. (2017). Effect of starch type on the physico-chemical properties of edible films. *International Journal of Biological Macromolecules*, 98, 348–356.
- Bekhit, A. E. D. A., Holman, B. W. B., Giteru, S. G., & Hopkins, D. L. (2021). Total volatile basic nitrogen (TVB-N) and its role in meat spoilage: A review. *Trends in Food Science & Technology*, 109, 280–302.
- Beldman, G., Gruppen, H., Linssen, J. P. H., Schols, H. A., Vincken, J. P., & Voragen, A. G. J. (2011). *Food Chemistry: Carbohydrates, Proteins, Lipids, Enzymes, Phenolic Compounds*. Wageningen University.
- BeMiller, J. N. (2008). Hydrocolloids. *Gluten-Free Cereal Products and Beverages*, 203–215.
- Biji, K. B., Ravishankar, C. N., Mohan, C. O., & Srinivasa Gopal, T. K. (2015). Smart packaging systems for food applications: a review. *Journal of Food Science and Technology*, 52(10), 6125–6135.
- Bole, S., Wahengbam, S., Rana, N. K., Kundu, S., & Vedamurthy, A. B. (2014). Phytochemical Screening and Biological Activities of *Impatiens balsamina*. L

- seeds. *International Journal of Fundamental and Applied Sciences (IJFAS)*, 3(2), 25–29.
- Cai, J., Chen, Q., Wan, X., & Zhao, J. (2011). Determination of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content and Warner–Bratzler shear force (WBSF) in pork using Fourier transform near infrared (FT-NIR) spectroscopy. *Food Chemistry*, 126(3), 1354–1360.
- Castañeda-Ovando, A., Pacheco-Hernández, M. de L., Páez-Hernández, M. E., Rodríguez, J. A., & Galán-Vidal, C. A. (2009). Chemical studies of anthocyanins: A review. *Food Chemistry*, 113(4), 859–871.
- Castillo, L. A., López, O. V., García, M. A., Barbosa, S. E., & Villar, M. A. (2019). Crystalline morphology of thermoplastic starch/talc nanocomposites induced by thermal processing. *Heliyon*, 5(6), e01877.
- Cazón, P., Velazquez, G., Ramírez, J. A., & Vázquez, M. (2017). Polysaccharide-based films and coatings for food packaging: A review. *Food Hydrocolloids*, 68, 136–148.
- Chaisricharoenkul, J., Tongta, S., & Intarapichet, K.-O. (2011). Structure and chemical and physicochemical properties of Job’s tear (*Coix lacryma-jobi* L.) kernels and flours. *Suranaree J. Sci. Technol*, 18(2), 109–122.
- Chen, H. zhi, Zhang, M., Bhandari, B., & Yang, C. hui. (2020). Novel pH-sensitive films containing curcumin and anthocyanins to monitor fish freshness. *Food Hydrocolloids*, 100, 105438.
- Choi, I., Lee, J. Y., Lacroix, M., & Han, J. (2017). Intelligent pH indicator film composed of agar/potato starch and anthocyanin extracts from purple sweet potato. *Food Chemistry*, 218, 122–128.
- Dangles, O., & Fenger, J. A. (2018). The Chemical Reactivity of Anthocyanins and Its Consequences in Food Science and Nutrition. *Molecules* 2018, VoL. 23, Page 1970, 23(8), 1970.
- Dehghani, S., Hosseini, S. V., & Regenstein, J. M. (2018). Edible films and coatings in seafood preservation: A review. *Food Chemistry*, 240, 505–513.
- Duarte, A. M., Silva, F., Pinto, F. R., Barroso, S., & Gil, M. M. (2020). Quality Assessment of Chilled and Frozen Fish—Mini Review. *Foods* 2020, VoL. 9, Page 1739, 9(12), 1739.

- Esmacili, M., Pircheraghi, G., & Bagheri, R. (2017). Optimizing the mechanical and physical properties of thermoplastic starch via tuning the molecular microstructure through co-plasticization by sorbitol and glycerol. *Polymer International*, *66*(6), 809–819.
- Farahnaky, A., Saberi, B., & Majzoobi, M. (2013). Effect of Glycerol on Physical and Mechanical Properties of Wheat Starch Edible Films. *Journal of Texture Studies*, *44*(3), 176–186.
- Fitriani, N. R., Rahmadhani, D., & Fatimatuzzahro. (2022). Intellingent packaging sebagai smart technology produk pangan dalam perspektif sains dan islam. *PROSIDING KONFERENSI INTEGRASI INTERKONEKSI ISLAM DAN SAINS (KIIS)*, *4*(1), 80–86.
- Giusti, M. M., & Wrolstad, R. E. (2001). Anthocyanins. Characterization and measurement with UV-visible spectroscopy. *Current Protocols in Food Analytical Chemistry*, *1*, 1–13.
- Granato, D., & Masson, M. L. (2010). Instrumental color and sensory acceptance of soy-based emulsions: a response surface approach. *Food Science and Technology*, *30*(4), 1090–1096.
- Handayani, F., Sumarmiyati, S., & Rahayu, S. P. (2019). Morphological characteristic of local accessions job's tears (*Coix lacryma-jobi*) of East Kalimantan. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, *5*(2), 228–233.
- Han, J. H. (2014). Edible Films and Coatings: A Review. *Innovations in Food Packaging: Second Edition*, 213–255.
- Hu, Y., Topolkaraev, V., Hiltner, A., & Baer, E. (2001). Measurement of water vapor transmission rate in highly permeable films. *Journal of Applied Polymer Science*, *81*, 1624–1633.
- Hu, Y., Topolkaraev, V., Hiltner, A., & Baer, E. (2001). Measurement of water vapour transmission rate in high permeable film. *Journal of Applied Polymer Science*, *81*, 1624–1633.
- Igbokwe, C. J., Wei, M., Feng, Y., Duan, Y., Ma, H., & Zhang, H. (2022). Coix Seed: A Review of Its Physicochemical Composition, Bioactivity, Processing,

- Application, Functionality, and Safety Aspects. *Food Reviews International*, 38(S1), 921–939.
- Illahi, A. K., Yusniwati, Y., & Swasti, E. (2021). Eksplorasi dan karakterisasi Hanjeli (*Coix lacryma-jobi* L) di Kabupaten Limpa Puluh Kota. *LUMBUNG*, 20(1), 1–13.
- Indrawati, T., Larasati, T. A., Mulyani, A. N., & Wenas, D. M. (2020). Formulation Nails Color Gel Peel-Off Using Pacar Air (*Impatiens balsamina* L.) Leaf Extract and Sodium Carboxy Methyl Cellulose. *JURNAL ILMU KEFARMASIAN INDONESIA*, 18(2), 207–212.
- Irawanto, R., Lestari, D. A., & Hendrian, R. (2017). Jali (*Coix lacryma-jobi* L.): Seeds, germination, and its potential. *Prosiding Seminar Nasional Masyarakat Biodiversitas Indonesia*, 3(1), 147–153.
- Jeong, H., Park, J., & Kim, H. (2013). Determination of NH⁺ in environmental water with interfering substances using the modified nessler method. *Journal of Chemistry*.
- Jiang, G., Hou, X., Zeng, X., Zhang, C., Wu, H., Shen, G., Li, S., Luo, Q., Li, M., Liu, X., Chen, A., Wang, Z., & Zhang, Z. (2020). Preparation and characterization of indicator films from carboxymethyl-cellulose/starch and purple sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) lam) anthocyanins for monitoring fish freshness. *International Journal of Biological Macromolecules*, 143, 359–372.
- Jiang, H. E., Wang, B., Li, X., Lü, E. G., & Li, C. sen. (2008). A consideration of the involucre remains of *Coix lacryma-jobi* L. (Poaceae) in the Sampula Cemetery (2000 years BP), Xinjiang, China. *Journal of Archaeological Science*, 35(5), 1311–1316.
- Kalita, D., & Netravali, A. N. (2017). Thermoset Resin Based Fiber Reinforced Biocomposites. In K. Mittal & T. Bahners (Eds.), *Textile Finishing: Recent Developments and Future Trends* (pp. 423–484). John Wiley & Sons, Ltd.
- Kanatt, S. R. (2020). Development of active/intelligent food packaging film containing *Amaranthus* leaf extract for shelf life extension of chicken/fish during chilled storage. *Food Packaging and Shelf Life*, 24, 100506.

- Kanatt, S. R. (2021). Active/smart carboxymethyl cellulose-polyvinyl alcohol composite films containing rose petal extract for fish packaging. *International Journal of Food Science & Technology*, 56(11), 5753–5761.
- Kang, J. H., & Song, K. Bin. (2019). Characterization of Job's tears (*Coix lachryma-jobi* L.) starch films incorporated with clove bud essential oil and their antioxidant effects on pork belly during storage. *LWT*, 111, 711–718.
- Kang, N. W., Kim, M. H., Sohn, S. Y., Kim, K. T., Park, J. H., Lee, S. Y., Lee, J. Y., & Kim, D. D. (2018). Curcumin-loaded lipid-hybridized cellulose nanofiber film ameliorates imiquimod-induced psoriasis-like dermatitis in mice. *Biomaterials*, 182, 245–258.
- Kanha, N., Osiriphun, S., Rakariyatham, K., Klangpetch, W., & Laokuldilok, T. (2022). On-package indicator films based on natural pigments and polysaccharides for monitoring food quality: a review. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 102(15), 6804–6823.
- Kapilraj, N., Keerthanan, S., & Sithambaresan, M. (2019). Natural Plant Extracts as Acid-Base Indicator and Determination of Their pKa Value. *Journal of Chemistry*, 2019.
- Kawai, K., Takato, S., Sasaki, T., & Kajiwara, K. (2012). Complex formation, thermal properties, and in-vitro digestibility of gelatinized potato starch–fatty acid mixtures. *Food Hydrocolloids*, 27(1), 228–234.
- Khoo, H. E., Azlan, A., Tang, S. T., & Lim, S. M. (2017). Anthocyanidins and anthocyanins: colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *SNF Swedish Nutrition Foundation*, 61.
- Kundariati, M., & Izza, J. N. (2021). Identifikasi Struktur Morfologi Tanaman Pacar Air (*Impatiens balsamina*) sebagai Sumber Belajar Mata Kuliah Struktur dan Perkembangan Tumbuhan Mahasiswa Calon Guru Biologi Universitas Negeri Malang. *Jurnal Biologi Dan Pembelajarannya (JB&P)*, 8(2), 54–63.
- Kurek, M., Garofulić, I. E., Bakić, M. T., Ščetar, M., Uzelac, V. D., & Galić, K. (2018). Development and evaluation of a novel antioxidant and pH indicator film based on chitosan and food waste sources of antioxidants. *Food Hydrocolloids*, 84, 238–246.

- Kuswandi, B., Maryska, C., Jayus, Abdullah, A., & Heng, L. Y. (2013). Real time on-package freshness indicator for guavas packaging. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 7(1), 29–39.
- Liang, J., & Ludescher, R. D. (2015). Effects of glycerol on the molecular mobility and hydrogen bond network in starch matrix. *Carbohydrate Polymers*, 115, 401–407.
- Li, H., Chen, Q., Zhao, J., & Wu, M. (2015). Nondestructive detection of total volatile basic nitrogen (TVB-N) content in pork meat by integrating hyperspectral imaging and colorimetric sensor combined with a nonlinear data fusion. *LWT - Food Science and Technology*, 63(1), 268–274.
- Li, J., & Corke, H. (1999). Physicochemical Properties of Normal and Waxy Job's Tears (*Coix lachryma-jobi* L.) Starch. *Cereal Chemistry*, 76(3), 413–416.
- Lim, L. I., Tan, H. L., & Pui, L. P. (2021). Development and characterization of alginate-based edible film incorporated with hawthorn berry (*Crataegus pinnatifida*) extract. *Journal of Food Measurement and Characterization*, 15(3), 2540–2548.
- Lim, T. K. (2014). *Impatiens balsamina*. *Edible Medicinal And Non-Medicinal Plants*, 7, 537–547.
- Liu, J., Wang, H., Wang, P., Guo, M., Jiang, S., Li, X., & Jiang, S. (2018). Films based on κ -carrageenan incorporated with curcumin for freshness monitoring. *Food Hydrocolloids*, 83, 134–142.
- Liu, L., Duncan, N. A., Chen, X., & Cui, J. (2019). Exploitation of job's tears in Paleolithic and Neolithic China: Methodological problems and solutions. *Quaternary International*, 529, 25–37.
- Liu, X., Zhang, B., Xu, J. H., Mao, D. Z., Yang, Y. J., & Wang, Z. W. (2017). Rapid determination of the crude starch content of Coix seed and comparing the pasting and textural properties of the starches. *Starch - Stärke*, 69(1–2), 1600115.
- Li, Y., Wu, K., Wang, B., & Li, X. (2021). Colorimetric indicator based on purple tomato anthocyanins and chitosan for application in intelligent packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 174, 370–376.

- Mansour, M., Salah, M., & Xu, X. (2020). Effect of microencapsulation using soy protein isolate and gum arabic as wall material on red raspberry anthocyanin stability, characterization, and simulated gastrointestinal conditions. *Ultrasonics Sonochemistry*, *63*, 104927.
- Marpaung, A. M., Djani, D. P., & Rahmawati, D. (2021). Anthocyanin from Bauhinia purpurea flower: extraction, color characteristics and stability. *Indonesian Food and Nutrition Progress*, *17*(1), 1–5.
- Masahid, A. D., Belgis, M., & Agesti, H. V. (2021). Functional Properties of Adlay Flour (*Coix lacryma-jobi* L. var. Ma-yuen) Resulting from Modified Durations of Fermentation Using *Rhizopus oligosporus*. *International Journal on Food, Agriculture and Natural Resources*, *2*(2), 1–6.
- Mikołajczyk-Bator, K., & Pawlak, S. (2016). The effect of thermal treatment on antioxidant capacity and pigment contents in separated betalain fractions. *Acta Sci. Pol. Technol. Aliment*, *15*(3), 257–265.
- Miles, C. D., & Hagen, C. W. (1968). The Differentiation of Pigmentation in Flower Parts, IV. Flavonoid Elaborating Enzymes From Petals of *Impatiens balsamina* s. *Plant Physiology*, *43*(9), 1347–1354.
- Müller, P., & Schmid, M. (2019). Intelligent Packaging in the Food Sector: A Brief Overview. *Foods 2019, Vol. 8, Page 16*, *8*(1), 16.
- Musso, Y. S., Salgado, P. R., & Mauri, A. N. (2017). Smart edible films based on gelatin and curcumin. *Food Hydrocolloids*, *66*, 8–15.
- Muto, N., Alama, U. B., Hata, H., Guzman, A. M. T., Cruz, R., Gaje, A., Traifalgar, R. F. M., Kakioka, R., Takeshima, H., Motomura, H., Muto, F., Babaran, R. P., & Ishikawa, S. (2016). Genetic and morphological differences among the three species of the genus *Rastrelliger* (Perciformes: Scombridae). *Ichthyological Research*, *63*(2), 275–287.
- Nafisyah, A. L., Tjahjaningsih, W., Kusdarwati, R., & Abdillah, A. A. (2015). Pengaruh alga merah (*Kappaphycus alvarezii*) terhadap mutu ikan kembung (*Rastrelliger* sp.). *Jurnal Ilmiah Perikanan Dan Kelautan*, *7*(1), 87–93.
- Nisa, K., & Asadullah, K. (2011). Seasonal variation in chemical composition of the Indian mackerel (*Rastrelliger kanagurta*) from Karachi Coast. *Iranian Journal of Fisheries Sciences*, *10*(1), 67–74.

- Nurdiani, R., Yufidasari, H. S., & Sherani, J. S. (2019). Effect of Pectin on the Characteristics of Edible Film from Skin Gelatin of Red Snapper (*Lutjanus argentimaculatus*). *Jurnal Pengolahan Hasil Perikanan Indonesia*, 22(1), 174–186.
- Nurmala, T. (2011). Potensi dan Prospek Pengembangan Hanjeli (*Coix lacryma jobi* L) sebagai Pangan Bergizi Kaya Lemak untuk Mendukung Diversifikasi Pangan Menuju Ketahanan Pangan Mandiri. *JURNAL PANGAN*, 20(1), 41–48.
- Nuronyah, H., Kuswandi, B., & Rosita Puspaningtyas Fakultas Farmasi Universitas Jember Jln Kalimantan, A. (2022). Pengembangan Edible Sensor Berbasis Antosianin Kubis Merah (*Brassica oleracea* var *capitata* L.) untuk Monitoring Kesegaran Fillet Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Pustaka Kesehatan*, 10(2), 75–80.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2012). Colour Measurement and Analysis in Fresh and Processed Foods: A Review. *Food and Bioprocess Technology* 2012 6:1, 6(1), 36–60.
- Patri, Moh. Y. (2018). Penentuan Kadar Ammonia (NH₃) pada Limbah Cair K-36 dalam Rangka Pengendalian Pencemaran Lingkungan. *ALKIMIA : Jurnal Ilmu Kimia Dan Terapan*, 2(2), 32–36.
- Păușescu, I., Dreavă, D. M., Bîțcan, I., Argetoianu, R., Dăescu, D., & Medeleanu, M. (2022). Bio-Based pH Indicator Films for Intelligent Food Packaging Applications. *Polymers*, 14(17), 3622.
- Pelissari, F. M., Ferreira, D. C., Louzada, L. B., dos Santos, F., Corrêa, A. C., Moreira, F. K. V., & Mattoso, L. H. (2019). Starch-Based Edible Films and Coatings: An Eco-friendly Alternative for Food Packaging. *Starches for Food Application: Chemical, Technological and Health Properties*, 359–420.
- Pérez, S., & Bertoft, E. (2010). The molecular structures of starch components and their contribution to the architecture of starch granules: A comprehensive review. *Starch - Stärke*, 62(8), 389–420.
- Pires, E. de O., Pereira, E., Carochi, M., Pereira, C., Dias, M. I., Calhelha, R. C., Ćirić, A., Soković, M., Garcia, C. C., Ferreira, I. C. F. R., Caleja, C., & Barros, L. (2021). Study on the Potential Application of *Impatiens balsamina* L. Flowers Extract as a Natural Colouring Ingredient in a Pastry Product. *International*

Journal of Environmental Research and Public Health 2021, Vol. 18, Page 9062, 18(17), 9062.

- Pirsa, S. (2020). Biodegradable film based on pectin/Nano-clay/methylene blue: Structural and physical properties and sensing ability for measurement of vitamin C. *International Journal of Biological Macromolecules*, 163, 666–675.
- Pourjavaher, S., Almasi, H., Meshkini, S., Pirsa, S., & Parandi, E. (2017). Development of a colorimetric pH indicator based on bacterial cellulose nanofibers and red cabbage (*Brassica oleraceae*) extract. *Carbohydrate Polymers*, 156, 193–201.
- Prasetyo, A. E., Widhi, A., & Widayat, W. (2012). Potensi Gliserol Dalam Pembuatan Turunan Gliserol Melalui Proses Esterifikasi. *Jurnal Ilmu Lingkungan Undip*, 10(1), 26–31.
- Prietto, L., Mirapalhete, T. C., Pinto, V. Z., Hoffmann, J. F., Vanier, N. L., Lim, L. T., Guerra Dias, A. R., & da Rosa Zavareze, E. (2017). pH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage. *LWT*, 80, 492–500. h
- Priyadarshi, R., Ezati, P., & Rhim, J. W. (2021). Recent Advances in Intelligent Food Packaging Applications Using Natural Food Colorants. *ACS Food Science and Technology*, 1(2), 124–138.
- Qin, Y., Liu, Y., Yong, H., Liu, J., Zhang, X., & Liu, J. (2019). Preparation and characterization of active and intelligent packaging films based on cassava starch and anthocyanins from *Lycium ruthenicum* Murr. *International Journal of Biological Macromolecules*, 134, 80–90.
- Rhim, J. W., & Ng, P. K. W. (2007). Natural Biopolymer-Based Nanocomposite Films for Packaging Applications. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 47(4), 411–433.
- Rotariu, L., Lagarde, F., Jaffrezic-Renault, N., & Bala, C. (2016). Electrochemical biosensors for fast detection of food contaminants – trends and perspective. *TrAC Trends in Analytical Chemistry*, 79, 80–87.
- Roy, S., & Rhim, J. W. (2020). Anthocyanin food colorant and its application in pH-responsive color change indicator films. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(14), 2297–2325.

- Safitri, E., Afifah, N., Khairi, Lelifajri, Nazaruddin, Susilawati, & Sani, N. D. (2019). *Ruellia tuberosa* L Anthocyanin extract as a pH sensitive substance. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 364(1), 012015.
- Shahbazi, Y. (2017). The properties of chitosan and gelatin films incorporated with ethanolic red grape seed extract and *Ziziphora clinopodioides* essential oil as biodegradable materials for active food packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, 99, 746–753.
- Shao, P., Liu, L., Yu, J., Lin, Y., Gao, H., Chen, H., & Sun, P. (2021). An overview of intelligent freshness indicator packaging for food quality and safety monitoring. *Trends in Food Science & Technology*, 118, 285–296.
- Silvia, R., Waryani, S. W., & Hanum, F. (2014). Pemanfaatan kitosan dari cangkang rajungan (*Portonus sanguinolentus* L.) sebagai pengawet ikan kembung (*Rastrelliger* sp) dan ikan lele (*Clarias Batrachus*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(4), 18–24.
- Singh, S., Gaikwad, K. K., & Lee, Y. S. (2018). Anthocyanin - A Natural Dye for Smart Food Packaging Systems. *KOREAN JOURNAL OF PACKAGING SCIENCE & TECHNOLOGY*, 24(3), 167–180.
- Siswoyo, B. H., Hasan, U., & Manullang, H. M. (2021). Budidaya ikan lele dengan teknologi bioflok di kelurahan nelayan indah. *RESWARA: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat*, 2(1), 1–6.
- Sitepu, S. B. P., Harsojuwono, B. A., & Hartiati, A. (2021). Pengaruh Campuran dan Rasio Bahan Pembentuk Komposit terhadap Karakteristik Komposit Bioplastik. *Jurnal Rekayasa Dan Manajemen Agroindustri*, 9(2), 157–165.
- Subramanian, K., Logaraj, H., Ramesh, V., Mani, M., Balakrishnan, K., Selvaraj, H., Pugazhvendan, S. R., Velmurugan, S., & Aruni, W. (2022). Intelligent pH Indicative Film from Plant-Based Extract for Active Biodegradable Smart Food Packing. *Journal of Nanomaterials*, 2022, 1–8.
- Subroto, E., Filianty, F., Indiarto, R., & Andita Shafira, A. (2022). Physicochemical and functional properties of modified adlay starch (*Coix lacryma-jobi*) by microwave and ozonation. *International Journal of Food Properties*, 25(1), 1622–1634.

- Sukmawati, S., Badaruddin, I., Dewi, N. K., Situmorang, N., Mahfut, M., & Mustapa, F. (2021). Analysis of Organoleptic and Coliform Value in Fresh Mackerel (*Rastrelliger Sp.*) Fish in Tpi Sorong City. *Journal of Physics: Conference Series*, 1764(1).
- Tong, Q., Xiao, Q., & Lim, L. T. (2013). Effects of glycerol, sorbitol, xylitol and fructose plasticisers on mechanical and moisture barrier properties of pullulan–alginate–carboxymethylcellulose blend films. *International Journal of Food Science & Technology*, 48(4), 870–878.
- Ulfariati, C., Yusmanizar, Y., & Ratna, R. (2022). Karakteristik Edible Film dari Gelatin Ceker Ayam. *Jurnal Ilmiah Pertanian*, 7(4), 775–780.
- Umaraw, P., & Verma, A. K. (2017). Comprehensive review on application of edible film on meat and meat products: An eco-friendly approach. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 57(6), 1270–1279.
- Vankar, P. S., & Srivastava, J. (2010). Evaluation of anthocyanin content in red and blue flowers. *International Journal of Food Engineering*, 6(4).
- Vidana Gamage, G. C., Lim, Y. Y., & Choo, W. S. (2021). Anthocyanins From *Clitoria ternatea* Flower: Biosynthesis, Extraction, Stability, Antioxidant Activity, and Applications. *Frontiers in Plant Science*, 12, 792303.
- Vieira, M. G. A., Da Silva, M. A., Dos Santos, L. O., & Beppu, M. M. (2011). Natural-based plasticizers and biopolymer films: A review. *European Polymer Journal*, 47(3), 254–263.
- Wahyuningsih, S., Wulandari, L., Wartono, M. W., Munawaroh, H., & Ramelan, A. H. (2017). The Effect of pH and Color Stability of Anthocyanin on Food Colorant. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 193(1), 012047.
- Wallace, T. C., & Giusti, M. M. (2019). Anthocyanins—Nature’s Bold, Beautiful, and Health-Promoting Colors. *Foods 2019*, Vol. 8, Page 550, 8(11), 550.
- Wang, H., Li, J., Tao, W., Zhang, X., Gao, X., Yong, J., Zhao, J., Zhang, L., Li, Y., & Duan, J. ao. (2018). *Lycium ruthenicum* studies: Molecular biology, Phytochemistry and pharmacology. *Food Chemistry*, 240, 759–766.

- Wang, X., Yong, H., Gao, L., Li, L., Jin, M., & Liu, J. (2019). Preparation and characterization of antioxidant and pH-sensitive films based on chitosan and black soybean seed coat extract. *Food Hydrocolloids*, 89, 56–66.
- Waryani, S. W., Silvia, R., & Hanum, F. (2014). Pemanfaatan kitosan dari cangkang bekicot (*Achatina fulica*) sebagai pengawet ikan kembung (*Rastrelliger sp*) dan ikan lele (*Clarias batrachus*). *Jurnal Teknik Kimia USU*, 3(4), 51–57.
- Whistler, R. L., & Daniel, J. R. (2000). Starch. *Kirk-Othmer Encyclopedia of Chemical Technology*, 1–18.
- Wrolstad, R. E., Durst, R. W., & Lee, J. (2005). Tracking color and pigment changes in anthocyanin products. *Trends in Food Science & Technology*, 16(9), 423–428.
- Wu, L. T., Tsai, I. L., Ho, Y. C., Hang, Y. H., Lin, C., Tsai, M. L., & Mi, F. L. (2021a). Active and intelligent gellan gum-based packaging films for controlling anthocyanins release and monitoring food freshness. *Carbohydrate Polymers*, 254, 117410.
- Wu, L. T., Tsai, I. L., Ho, Y. C., Hang, Y. H., Lin, C., Tsai, M. L., & Mi, F. L. (2021b). Active and intelligent gellan gum-based packaging films for controlling anthocyanins release and monitoring food freshness. *Carbohydrate Polymers*, 254, 117410.
- Xavier, M. F., Lopes, T. J., Quadri, M. G. N., & Quadri, M. B. (2008). Extraction of red cabbage anthocyanins: optimization of the operation conditions of the column process. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 51(1), 143–152.
- Zhai, X., Shi, J., Zou, X., Wang, S., Jiang, C., Zhang, J., Huang, X., Zhang, W., & Holmes, M. (2017). Novel colorimetric films based on starch/polyvinyl alcohol incorporated with roselle anthocyanins for fish freshness monitoring. *Food Hydrocolloids*, 69, 308–317.
- Zhang, Z., Pang, X., Ji, Z., & Jiang, Y. (2001). Role of anthocyanin degradation in litchi pericarp browning. *Food Chemistry*, 75(2), 217–221.
- Zheng, L., Liu, L., Yu, J., & Shao, P. (2022). Novel trends and applications of natural pH-responsive indicator film in food packaging for improved quality monitoring. *Food Control*, 134, 108769.

Zhou, L., & Boyd, C. E. (2016). Comparison of Nessler, phenate, salicylate and ion selective electrode procedures for determination of total ammonia nitrogen in aquaculture. *Aquaculture*, 450, 187–193.

Zhuang, S., Hong, H., Zhang, L., & Luo, Y. (2021). Spoilage-related microbiota in fish and crustaceans during storage: Research progress and future trends. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 20(1), 252–288.