

**Pembuatan Film berbasis Tepung Biji Hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) dan
Ekstrak Bunga Kencana Ungu (*Ruellia simplex*) sebagai Indikator
Kerusakan Udang**

SKRIPSI

Disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia



Oleh:

Permata Maratussolihah

NIM 1903678

**KELOMPOK BAHAN KAJIAN KIMIA MAKANAN
PROGRAM STUDI KIMIA
FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU
PENGETAHUAN ALAM
UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA**

2023

**Pembuatan Film berbasis Tepung Biji Hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) dan
Ekstrak Bunga Kencana Ungu (*Ruellia simplex*) sebagai Indikator
Kerusakan Udang**

Oleh :

Permata Maratussolihah

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

© Permata Maratussolihah 2023

Universitas Pendidikan Indonesia

Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian,

Permata Maratussolihah, 2023

**PEMBUATAN FILM BERBASIS TEPUNG BIJI HANJELI (*Coix lacryma-jobi*) DAN EKSTRAK BUNGA
KENCANA UNGU (*Ruellia simplex*) SEBAGAI INDIKATOR KERUSAKAN UDANG**

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

LEMBAR PENGESAHAN

**Pembuatan Film berbasis Tepung Biji Hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) dan
Ekstrak Bunga Kencana Ungu (*Ruellia simplex*) sebagai Indikator
Kerusakan Udang**

Oleh,
Permata Maratussolihah
1903678

Disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing 1



Drs. Ali Kusrijadi, M.Si.

NIP.196706291992031001

Pembimbing 2



Dra. Hj. Zackiyah, M.Si.

NIP. 195912291991012001

Mengetahui

Ketua Prodi Kimia FPMIPA UPI



Prof. Fitri Khoerunnisa, Ph.D

NIP. 197806282001122001

**Halaman Pernyataan tentang Keaslian Skripsi dan Pernyataan Bebas
Plagiarisme**

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi/tesis/disertasi dengan judul "**Pembuatan Film berbasis Tepung Biji Hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) dan Ekstrak Bunga Kencana Ungu (*Ruellia simplex*) sebagai Indikator Kerusakan Udang**" 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, Agustus 2023



Permata Maratussolihah

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 “**Pembuatan Film berbasis Tepung Biji Hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) dan Ekstrak Bunga Kencana Ungu (*Ruellia simplex*) sebagai Indikator Kerusakan Udang**” 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, Agustus 2023

UCAPAN TERIMA KASIH

Segala puji dan syukur penulis panjatkan kepada Allah SWT yang berkat rahmat dan Karunia-Nya berupa kesehatan bagi penulis, sehingga penulis dapat menyelesaikan skripsi ini. Skripsi ini berjudul **“Pembuatan Film berbasis Tepung Biji Hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) dan Ekstrak Bunga Kencana Ungu (*Ruellia simplex*) sebagai Indikator Kerusakan Udara”** disusun untuk memperoleh gelar Sarjana Sains pada Program Studi Kimia Fakultas Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam Universitas Pendidikan Indonesia. Tidak lupa juga penulis berterima kasih kepada berbagai pihak yang ikut serta memberikan bimbingan, dukungan dan motivasi sehingga skripsi ini dapat diselesaikan:

1. Ibu Prof. Fitri Khoerunnisa, Ph. D selaku Ketua Program Studi Kimia FPMIPA Universitas Pendidikan Indonesia;
2. Ibu Prof. Dr. Florentina Maria Titin Supriyanti, M.Si. selaku Ketua KBK Kimia Makanan.
3. Bapak Drs. Ali Kusrijadi, M.Si. dan Ibu Dra. Hj. Zackiyah, M.Si. sebagai dosen pembimbing skripsi atas bimbingan, arahan, dan bantuan yang telah diberikan selama penyusunan skripsi ini;
4. Keluarga tercinta, Ibu, Bapak, Kakak, dan Nenek atas doa, dukungan, dan kasih sayang yang diberikan kepada penulis selama menempuh perjalanan akademik;
5. Teman-teman yang telah berjuang bersama dan saling memberikan dukungan selama menyelesaikan skripsi ini;
6. Dinas Pendidikan Provinsi Jawa Barat atas beasiswa *Jabar Future Leaders Scholarship* yang telah diberikan selama empat tahun masa kuliah.
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. Amin. Skripsi ini masih memiliki kekurangan, oleh karena itu penulis berharap adanya kritik dan saran yang membangun agar kedepannya penulis dapat menjadi lebih baik.

Bandung, Agustus 2023

Penulis

Permata Maratussolihah, 2023

PEMBUATAN FILM BERBASIS TEPUNG BIJI HANJELI (*Coix lacryma-jobi*) DAN EKSTRAK BUNGA KENCANA UNGU (*Ruellia simplex*) SEBAGAI INDIKATOR KERUSAKAN UDANG
Universitas Pendidikan Indonesia | repository.upi.edu | perpustakaan.upi.edu

ABSTRAK

Kerusakan udang segar ditandai dengan proses degradasi protein yang dapat meningkatkan pH udang, dan menghasilkan amina biogenik yang berbahaya jika dikonsumsi berlebihan oleh konsumen. Pendeteksian dini kerusakan udang dilakukan untuk menjaga keamanan pangan, salah satunya dengan menggunakan film indikator. Penelitian ini membuat film indikator berbasis tepung biji hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) dan penambahan ekstrak bunga *Ruellia simplex* (EBRS). Penelitian bertujuan untuk mengarakterisasi bahan baku film indikator yang terdiri dari tepung biji hanjeli dan ekstrak bunga *Ruellia simplex* (EBRS), mengetahui konsentrasi optimum EBRS agar film indikator efektif dalam memantau kerusakan udang, dan mengetahui karakteristik sifat film. Metode penelitian terdiri dari ekstraksi dan karakterisasi EBRS, pembuatan film kontrol hanjeli dan film indikator dengan konsentrasi EBRS 6%, 8%, dan 10% (b/b), optimasi konsentrasi EBRS berdasarkan parameter CIELAB, dan mengarakterisasi sifat fisik, mekanik, dan struktur film kontrol dan film optimum. Hasil menunjukkan bahwa larutan EBRS mengalami perubahan warna seiring perubahan pH dari 1 hingga 12, dan diperoleh kadar antosianin pada larutan ekstrak sebesar 1037 mg/L. Film indikator EBRS 8% adalah yang efektif menginformasikan perubahan kesegaran udang melalui perubahan warna film, yaitu udang segar (film berwarna ungu), udang hampir rusak (film berwarna abu-abu), dan udang rusak (film berwarna hijau). Hasil karakteristik film kontrol dan film indikator EBRS 8% (b/b) menunjukkan bahwa penambahan EBRS menurunkan nilai kekuatan tarik, meningkatkan sifat kelarutan, swelling, nilai perpanjangan putus tetapi tidak mempengaruhi ketebalan dan sifat laju transmisi uap air film. Penambahan EBRS 8% (b/b) pada film berbasis tepung biji hanjeli, menghasilkan film indikator yang mampu mengomunikasikan pendeteksian dini terkait kerusakan udang.

Kata kunci: Film Indikator, Tepung biji hanjeli, Bunga *Ruellia simplex*, Parameter warna CIELAB, Kerusakan udang.

ABSTRACT

*Indications of shrimp spoilage are the increase in shrimp pH due to protein degradation, and the production of biogenic amines that endanger consumer health. Therefore, early detection of shrimp spoilage is important to maintain food safety. In this study, a film based on hanjeli seed flour (*Coix lacryma-jobi*) was developed into an indicator film with the addition of *Ruellia simplex* flower extract. It aims to characterization of indicator film raw materials, to determine the optimum concentration of EBRS for an effective indicator film in monitoring shrimp spoilage, and to determine the film properties. The research method consisted of extraction and characterization of EBRS, preparation of hanjeli control film and indicator film with EBRS concentration of 6%, 8% and 10% (w/w), optimization of EBRS concentration based on CIELAB parameters, and characterization of control film and optimum film indicator properties. The results show that the EBRS changes color as the pH changes from 1 to 12, and the anthocyanin content in EBRS is 1037 mg/L. The 8% EBRS indicator film is effective in monitoring shrimp deterioration through changes in film color: fresh (purple), almost spoiled (gray), and spoiled (green). The property test results showed that the addition of EBRS decreased the tensile strength value, increased the solubility, swelling, and elongation at break value, but does not affect film thickness and water vapor transmission rate of the film. The addition of EBRS 8% (b/b) to a hanjeli film produces an indicator film that can detect shrimp deterioration earlier.*

Keywords: *Indicator film, Hanjeli seed flour, *Ruellia simplex* flower, CIELAB colour parameters, Shrimp spoilage.*

DAFTAR ISI

KATA PENGANTAR	i
UCAPAN TERIMA KASIH.....	ii
ABSTRAK	iii
<i>ABSTRACT</i>	iv
DAFTAR ISI.....	v
DAFTAR TABEL.....	vii
DAFTAR GAMBAR	viii
DAFTAR LAMPIRAN	ix
BAB I PENDAHULUAN.....	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	2
1.3 Tujuan Penelitian.....	3
1.4 Manfaat Penelitian.....	3
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	3
BAB II KAJIAN PUSTAKA	4
2.1 Film	4
2.1.1 Pati Sebagai Bahan Baku Film	4
2.1.2 Film Indikator	6
2.2 Biji Hanjeli (<i>Coix lacryma-jobi L.</i>)	7
2.3 Bunga Kencana Ungu (<i>Ruellia simplex</i>) sebagai Sumber Antosianin	9
2.3.1 Pigmen Antosianin.....	10
2.3.2 Sensitivitas Antosianin terhadap Perubahan pH.....	13
2.4 Kerusakan Udang	14
2.5 Citra dan Model Warna RGB dan CIEL*a*b*	15
BAB III METODE PENELITIAN.....	18
3.1 Waktu dan Tempat	18
3.2 Alat dan Bahan	18
3.3 Bagan Alir Penelitian Prosedur Penelitian	18
3.4 Prosedur Penelitian.....	19
3.4.1 Ekstraksi dan Karakterisasi Ekstrak Bunga <i>Ruellia simplex</i> (EBRS)...	19

3.4.2 Pembuatan dan Optimasi Konsentrasi Konsentrasi Ekstrak Bunga <i>Ruellia simplex</i> (EBRS) pada Film Indikator	21
3.4.3 Karakterisasi Sifat Film	22
BAB IV HASIL DAN PEMBAHASAN	25
4.1 Karakteristik Bahan Baku Film Indikator	25
4.1.1 Spektrum FTIR Tepung Biji Hanjeli	25
4.1.2 Karakteristik Ekstrak bunga <i>Ruellia simplex</i> (EBRS)	26
4.2 Pembuatan dan Optimasi Konsentrasi EBRS pada Film Indikator	30
4.2.2 Uji Sensitivitas Film Indikator terhadap perubahan pH	31
4.2.3 Optimasi Konsentrasi Ekstrak Bunga <i>Ruellia simplex</i> (EBRS) pada Film Indikator dalam Pemantauan Kerusakan Udang	33
4.3 Karakteristik Film Kontrol dan Film Indikator EBRS	37
4.3.1 Sifat Fisik Film	37
4.3.2 Sifat Mekanik Film	41
4.3.3 Spektrum FTIR (<i>Fourier Transform Infrared</i>)	42
BAB V SIMPULAN DAN REKOMENDASI	46
5.1 Simpulan	46
5.2 Rekomendasi	46
DAFTAR PUSTAKA	47
LAMPIRAN	57

DAFTAR TABEL

Tabel 3.1. Pembuatan Larutan Buffer pH 1-12	20
Tabel 3.2. Rancangan percobaan uji efektivitas film deteksi kerusakan udang ..	22
Tabel 4.1. Respon warna film indikator EBRS 6%, 8%, 10% pada pH 1-12	32
Tabel 4.2. Data pengujian film indikator EBRS 6% 8% 10% dalam memantau kerusakan udang pada penyimpanan suhu ruang	33
Tabel 4.2. Data pengujian film indikator EBRS 6% 8% 10% dalam memantau kerusakan udang pada penyimpanan suhu <i>chiller</i> 4 °C.....	33
Tabel 4.4. Hasil uji ketebalan film kontrol hanjeli dan film indikator EBRS 8%	37
Tabel 4.5. Hasil uji kelarutan film kontrol hanjeli dan film indikator EBRS 8%	38
Tabel 4.6. Hasil uji laju transmisi uap air film kontrol hanjeli dan film indikator EBRS 8%	39
Tabel 4.7. Hasil uji <i>swelling</i> film kontrol hanjeli dan film indikator EBRS 8%	40
Tabel 4.8. Hasil uji mekanik film kontrol hanjeli dan film indikator EBRS 8% .	42
Tabel 4.9. Identifikasi gugus fungsi pada spektrum FTIR	44

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1. Struktur penyusun pati.....	5
Gambar 2.2. Perubahan warna sebagai respon terhadap variasi pH.....	6
Gambar 2.3. Morfologi (a) tanaman hanjeli (b) biji dan kulit biji hanjeli.....	7
Gambar 2.4. Bunga kencana ungu (<i>Ruellia simplex</i>)	10
Gambar 2.5. Struktur kation flavylum.....	11
Gambar 2.6. Struktur Antosianidin dasar	11
Gambar 2.7. Perubahan struktur antosianin.....	13
Gambar 2.8. Ilustrasi model warna RGB	16
Gambar 2.9. Konversi nilai RGB ke CIELAB	17
Gambar 3.1. Diagram alir prosedur penelitian	19
Gambar 4.1. Spektrum FTIR tepung biji hanjeli (a); pati biji hanjeli (b).....	25
Gambar 4.2. Perubahan Warna Ekstrak Bunga <i>Ruellia simplex</i> (EBRS)	27
Gambar 4.3. a) Perubahan struktur antosianin b) Spektrum Serapan Ekstrak Bunga <i>Ruellia simplex</i> dalam Kisaran pH 1,0-12,0.....	28
Gambar 4.4. Panjang gelombang sinar tampak & komplementer	30
Gambar 4.5. Hasil pembuatan film kontrol hanjeli	30
Gambar 4.6. Proses degradasi protein & pembentukan amonia.....	36
Gambar 4.7. Warna film indikator EBRS 8% (b/b) dalam mendeteksi kerusakan udang	36
Gambar 4.8. Grafik release antosianin dari film indikator EBRS 8% (b/b).....	41
Gambar 4.9. Spektrum FTIR a) tepung biji hanjeli; b) film kontrol hanjeli; c)film indikator EBRS 8% (b/b); d) EBRS.....	43
Gambar 4.10. Interaksi intermelokul antara antosianin dengan pati	45

DAFTAR LAMPIRAN

LAMPIRAN 1 DATA PERHITUNGAN.....	57
1.1 Perhitungan Kadar Antosianin Metode pH Diferensial.....	57
1.2 Uji Ketebalan.....	57
1.3 Uji Kelarutan	58
1.4 Uji <i>Swelling</i>	58
1.5 Uji Laju Transmisi Uap Air/ WVTR.....	58
LAMPIRAN 2 PERUBAHAN NILAI PH UDANG	60
LAMPIRAN 3 APLIKASI FILM PADA UDANG	61
LAMPIRAN 4 PERUBAHAN WARNA PARAMETER	64
4.1 Nilai Perubahan Warna Film Indikator dalam pH 1-12.....	64
4.2 Parameter warna (CIELAB) dari film indikator EBRS 6,8, dan 10% (b/b) yang diaplikasikan pada udang penyimpanan suhu ruang dan suhu chiller 4 °C	65
LAMPIRAN 5 HASIL UJI INSTRUMEN	66
5.1 Spektrum Uv Vis Ekstrak Bunga <i>Ruellia simplex</i> (EBRS)	66
5.2 Spektrum FTIR.....	70
5.3 Data Uji Mekanik.....	74
LAMPIRAN 6 DOKUMENTASI PENELITIAN	75

DAFTAR PUSTAKA

- Anandito, R. B. K., Nurhartadi, E., & Bukhori, A. (2012). Effect of Glycerol on the Characteristics of Edible Film from Jali (*Coix Lacryma-Jobi L.*) Flour. *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, *V*(2), 17–23.
- Annas, T. (2019). Perbandingan Model Warna RGB, HSL dan HSV Sebagai Fitur dalam Prediksi Cuaca pada Citra Langit menggunakan K-Means. In *Journal of Physics: Conference Series* (Vol. 755, p. 011001).
- ASTM. (2010). Standard Test Methods for Tensile Properties of Thin Plastic Sheeting, Method D882-10. Dalam *Annual Book of ASTM Standards; American Society for Testing and Materials*. USA: West Conshohocken.
- Astrianda, N. (2020). Klasifikasi Kematangan Buah Tomat Dengan Variasi Model Warna Menggunakan Support Vector Machine. *VOCATECH: Vocational Education and Technology Journal*, *1*(2), 110-117.
- Azman, E. M., Yusof, N., Chatzifragkou, A., & Charalampopoulos, D. (2022). Stability enhancement of anthocyanins from blackcurrant (*Ribes nigrum L.*) pomace through intermolecular copigmentation. *Molecules*, *27*(17), 5489.
- Biji KB, Ravishankar CN, Venkateswarlu R, Mohan CO, Srinivasa Gopal TK (2016) Biogenic amines in seafood: a review. *J Food Sci Technol* *53*(5):2210–2218.
- Cheng, M., Yan, X., Cui, Y., Han, M., Wang, Y., Wang, J., & Wang, X. (2022). Characterization and release kinetics study of active packaging films based on modified starch and red cabbage anthocyanin extract. *Polymers*, *14*(6), 1214.
- 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.
- Chothani, D. L., Patel, M. B., Mishira, S. H., & Vaghasiya, H. U. (2010). Review on *Ruellia tuberosa* (cracker plant). *Pharmacognosy Journal*, *2*(12), 506–512. [https://doi.org/10.1016/S0975-3575\(10\)80040-9](https://doi.org/10.1016/S0975-3575(10)80040-9).
- Colussi, R., Pinto, V. Z., El Halal, S. L. M., Biduski, B., Prietto, L., Castilhos, D. D., Zavareze, E. da R., & Dias, A. R. G. (2017). Acetylated Rice Starches Films with Different Levels of Amylose: Mechanical, Water Vapor Barrier,

- Thermal, and Biodegradability Properties. *Food Chemistry*, 221, 1614–1620. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.10.129>.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (Eds.). (2007). *Fennema's food chemistry fifth Edition*. Boca Raton: CRC press.
- Dangles, O., & Fenger, J. A. (2018). The chemical reactivity of anthocyanins and its consequences in food science and nutrition. *Molecules*, 23(8), 1970.
- Deden, M., Rahim, A., & Asrawaty, A. (2020). Sifat Fisik dan Kimia Edible Film Pati Umbi Gadung pada Berbagai Konsentrasi. *Jurnal Pengolahan Pangan*, 5(1), 26-33.
- de Abreu, D. A. P., Cruz, J. M., & Losada, P. P. (2012). Active and Intelligent Packaging for the Food Industry. *Food Reviews International*, 28(2), 146–187. <https://doi.org/10.1080/87559129.2011.595022>.
- de Oliveira Filho, J. G., Braga, A. R. C., de Oliveira, B. R., Gomes, F. P., Moreira, V. L., Pereira, V. A. C., & Egea, M. B. (2021). The Potential of Anthocyanins in Smart, Active, and Bioactive Eco-Friendly Polymer-Based Films: A Review. *Food Research International*, 142, 110202.
- Damodaran, S., Parkin, K. L., & Fennema, O. R. (2007). *Fennema's Food Chemistry Fifth Edition*. Boca Raton: CRC press.
- Erna, K. H., Felicia, W. X. L., Vonnice, J. M., Rovina, K., Yin, K. W., & Nur'Aqilah, M. N. (2022). Synthesis and physicochemical characterization of polymer film-based anthocyanin and starch. *Biosensors*, 12(4), 211.
- Freyre, R., Moseley, A., Knox, G. W., & Wilson, S. B. (2012). Fruitless *Ruellia simplex* R10-102 ('Mayan Purple') and R10-108 ('Mayan White'). *HortScience*, 47(12), 1808-1814.
- Freyre, R., Wilson, S. B., Knox, G. W., Uzdevenes, C., Gu, L., & Quesenberry, K. H. (2015). Breeding and genetic studies of *Ruellia simplex* (Mexican petunia). In XXV International EUCARPIA Symposium Section Ornamentals: Crossing Borders 1087 (pp. 113-120).
- Fu, X., Wu, Q., Wang, J., Chen, Y., Zhu, G., & Zhu, Z. (2021). Spectral Characteristic, Storage Stability and Antioxidant Properties of Antiosianin Extracts from Flowers of Butterfly Pea (*Clitoria ternatea* L.). *Molecules*, 26(22), 7000.

- Gökoğlu, N., & Gökoğlu, N. (2021). Crustacean shellfish. Shellfish processing and preservation, 7-127.
- Harborne, J. B. (2013). The flavonoids: advances in research since 1980.
- Hassan, B., Chatha, S. A. S., Hussain, A. I., Zia, K. M., & Akhtar, N. (2018). Recent Advances on Polysaccharides, Lipids and Protein Based Edible Films and Coatings: A Review. *International Journal of Biological Macromolecules*, 109, 1095–1107. <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.11.097>.
- Henning, F. G., Ito, V. C., Demiate, I. M., & Lacerda, L. G. (2022). Non-conventional starches for biodegradable films: A review focussing on characterisation and recent applications in food packaging. *Carbohydrate Polymer Technologies and Applications*, 4, 100157.
- Hernández-Fernández, N., Adriano-Anaya, L., Salvador-Figueroa, M., Betancur-Ancona, D., & Vázquez-Ovando, A. (2016). Impact of Organic Fertilization on Physicochemical and Functional Properties of Cassava Starch. *Starch-Stärke*, 68(5-6), 549-557.
- Hidayah, N., Syamwil, R., & Nurrohmah, S. (2022). Pemanfaatan Gulma Kencana Ungu (*Ruellia Tuberosa L*) sebagai Pewarna Alami Kain Sutera Menggunakan Proses Post Mordanting. *Fashion and Fashion Education Journal*, 11(1), 1–4.
- Igbokwe, C. J., Wei, M., Feng, Y., Duan, Y., Ma, H., & Zhang, H. (2021). Coix Seed: A Review of Its Physicochemical Composition, Bioactivity, Processing, Application, Functionality, and Safety Aspects. *Food Reviews International*, 1–19. <https://doi.org/10.1080/87559129.2021.1892129>.
- Irsyam, A. S. D., Mountara, A., Dewi, A. P., Hariri, M. R., Peniwidiyanti, P., Irwanto, R. R., & Anshori, Z. Al. (2022). Keberadaan *Ruellia simplex* (Acanthaceae) Ternaturalisasi di Pulau Jawa. *Al-Kauniah: Jurnal Biologi*, 15(1), 140–150. <https://doi.org/10.15408/kauniah.v15i1.18125>
- Japanese Industrial Standard. (2019). General Rules of Plastic Films for Food Pacakaging. Japan: Japanese Sandards Association.
- Kampeerapappun, P., Phattararittigul, T., Jittrong, S., & Kullachod, D. (2011). Effect of Chitosan and Mordants on Dyeability of Cotton Fabrics With *Ruellia Tuberosa Linn*. *Chiang Mai Journal of Science*, 38(1), 95–104.

- Kang, J. H., & Song, K. Bin. (2019). Characterization of Job's Tears (*Coix lacryma-jobi L.*) Starch Films Incorporated with Clove Bud Essential Oil and Their Antioxidant Effects on Pork Belly During Storage. *Lwt*, *111*(March), 711–718. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.05.102>.
- Kang, N. W., Kim, M. H., Sohn, S. Y., Kim, K. T., Park, J. H., Lee, S. Y., & Kim, D. D. (2018). Curcumin-Loaded Lipid-Hybridized Cellulose Nanofiber Film Ameliorates Imiquimod-Induced Psoriasis-Like Dermatitis in Mice. *Biomaterials*, *182*, 245-258.
- Karim, K. M. A., Rahman, M. M., Rahman, M. A., Mian, S. S., & Khan, S. A. (2021). Assessment of shrimp pH at different stages of processing and storage. *Journal of Food Process Engineering*, *44*(5), e13534.
- Khopkar, S. (1990). Konsep Dasar Kimia Analitik. In S. Khopkar, & D. S. Siregar (Ed.), *Konsep Dasar Kimia Analitik* (A.Saptorahardjo, Trans., 1 ed., pp. 1-429). Jakarta, Indonesia: Penerbit Universitas Indonesia (UI-Press). Retrieved February 7, 2021.
- Kim, S. H., Sunwoo, I. Y., Hong, H. J., Awah, C. C., Jeong, G. T., & Kim, S. K. (2019). Lipid and unsaturated fatty acid productions from three microalgae using nitrate and light-emitting diodes with complementary LED wavelength in a two-phase culture system. *Bioprocess and biosystems engineering*, *42*, 1517-1526.
- Kumar, S. V., Kumar, S. S., & Sivakumar, S. (2019). Studies on the effects of different storage conditions on the pH and shelf life of raw and cooked shrimp. *Journal of Fisheries and Aquatic Science*, *14*(2), 149-155.
- Kuswandi, B., Maryska, C., Abdullah, A., & Heng, L. Y. (2013). Real Time on-Package Freshness Indicator For Guavas Packaging. *Journal of Food Measurement and Characterization*, *7*, 29-39.
- Lakkham, K., Wangsomnuk, P., & Aromdee, C. (2009). Identification and Quality of Four Varieties of Adlay. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, *31*(4), 425–431.
- Lauer, M. K., & Smith, R. C. (2020). Recent Advances in Starch-Based Films toward Food Packaging Applications: Physicochemical, Mechanical, and

- Functional Properties. *Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety*, 19(6), 3031–3083. <https://doi.org/10.1111/1541-4337.12627>.
- 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. <https://doi.org/10.1094/CCHEM.1999.76.3.413>.
- Li, A., Xiao, R., He, S., An, X., He, Y., Wang, C., ... & He, J. (2019). Research Advances of Purple Sweet Potato Anthocyanins: Extraction, Identification, Stability, Bioactivity, Application, and Biotransformation. *Molecules*, 24(21), 3816.
- 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.
- Listyarini, A., Sholihah, W., & Imawan, C. (2018). A Paper-based Colorimetric Indicator Label using Natural Dye for Monitoring Shrimp Spoilage. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 367(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/367/1/012045>.
- Listyarini, Arie, Fauzia, V., & Imawan, C. (2020). A Simple Paper-Based Color Change Label Using Plant Extracts for Ammonia Gas Detection. *Journal of Physics: Conference Series*, 1528(1), 1–7. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/1528/1/012056>.
- Liu, X., Yang, Y. J., & Wang, Z. W. (2018). Structure Characteristics of Coix Seeds Prolamins And Physicochemical And Mechanical Properties of Their Films. *Journal of Cereal Science*, 79, 233–239.
- 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/Staerke*, 69(1–2), 1–8. <https://doi.org/10.1002/star.201600115>.
- Mahubessy, M., Riry, J., & Madubun, E. (2022). Identifikasi Tumbuhan Bawah di Dusung pada Ketinggian Tempat yang Berbeda di Dusung Hative Besar, Kecamatan Teluk Ambon, Kota Ambon. *Jurnal Pertanian Kepulauan*, 6(1), 38-50.

- McHugh, T.H. (1993). Hydrophilic Edible films : Modified Procedure for Water Vapor Permeability and Explanation of Thickness Effects. *Journal of Food Science*. Vol. 58, No.4.
- Meelapsom, R., Rattanakaroornjit, W., Prakobkij, A., Malahom, N., Supasorn, S., Ruangchai, S., & Jarujamrus, P. (2022). Smartphone-Assisted Colorimetric Determination of Iron Ions in Water by Using Anthocyanin from *Ruellia tuberosa* L. as a Green Indicator and Application for Hands-on Experiment Kit. *Journal of Chemical Education*, 99(4), 1660–1671.
- Mendoza, J., Cruz, L., Freitas, V. D., Pina, F., & Basílio, N. (2021). Anthocyanin Color Stabilization by Host-Guest Complexation with p-Sulfonatocalix [n] arenes. *Molecules*, 26(17), 5389.
- Meng, Y., Luo, H., Dong, C., Zhang, C., He, Z., Long, Z., & Cha, R. (2020). Hydroxypropyl Guar/Cellulose Nanocrystal Film with Ionic Liquid and Anthocyanin for Real-Time and Visual Detection of NH₃. *ACS Sustainable Chemistry and Engineering*, 8(26), 9731–9741.
- Mohammadlinejhad, S., Almasi, H., & Moradi, M. (2020). Immobilization of *Echium amoenum* anthocyanins into bacterial cellulose film: A novel colorimetric pH indicator for freshness/spoilage monitoring of shrimp. *Food Control*, 113, 107169.
- Nazaruddin, N., Afifah, N., Bahi, M., Susilawati, S., Sani, N. D. M., Esmaeili, C., Iqhrammullah, M., Murniana, M., Hasanah, U., & Safitri, E. (2021). A Simple Optical Ph Sensor Based on Pectin And *Ruellia tuberosa* L-Derived Anthocyanin for Fish Freshness Monitoring. *F1000Research*, 10. <https://doi.org/10.12688/f1000research.52836.2>.
- Nuronyah, H., Kuswandi, B., & Puspaningtyas, A. R. (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.
- Nussinovitch, A. (2009). Biopolymer Films & Composite Coatings. Dalam *Modern Biopolymer Science: Bridging the Divide between Fundamental Treatise and Industrial Application* (hlm. 295-326). <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-374195-0.00010-0>

- Oliveira Filho, J. G. de, Braga, A. R. C., Oliveira, B. R. de, Gomes, F. P., Moreira, V. L., Pereira, V. A. C., & Egea, M. B. (2021). The Potential of Anthocyanins in Smart, Active, and Bioactive Eco-Friendly Polymer-Based Films: A Review. *Food Research International*, 142.
- Onyeaka, H., Obileke, K., Makaka, G., & Nwokolo, N. (2022). Current research and applications of starch-based biodegradable films for food packaging. *Polymers*, 14(6), 1126.
- Pathare, P. B., Opara, U. L., & Al-Said, F. A. J. (2013). Colour measurement and analysis in fresh and processed foods: a review. *Food and bioprocess technology*, 6, 36-60.
- Pavia, D.L., Lampman, G.M., Kriz, G.S., Engel, R.G. (2011). *Organic Laboratory Techniques*. USA: Brooks/Cole.
- 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.
- 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.
- Pudjiastuti, W., Listyarini, A., & Rizki, M. I. (2013). Pengaruh Laju Transmisi Uap Air Polimer Blend Polibutilen Suksinat (PBS) dan Linear Low Density Polyethylene (LLDPE) Terhadap Umur Simpan Sup Krim Instan Rasi. *Jurnal Kimia dan Kemasan*, 35(1), 1-5.
- Putri, L. A., Sari, P. M., Sulistyarti, H., Sabarudin, A., & Sulisty, E. (2022). Determination of Total Ammonia Nitrogen by Gas-Diffusion Flow Injection Analysis (GD-FIA)-Spectrophotometry using Minnieroot Flower (*Ruellia tuberosa*) as Natural Reagent. *Makara Journal of Science*, 26(4), 263–272. <https://doi.org/10.7454/mss.v26i4.1344>
- Putri, O. D., Pertiwi, D. W., & Widjajani, B. W. (2019). Utilization of Anthocyanin Extracted from Pletekan (*Ruelliatuberosa* L.) in Determination Soil pH. *Journal of Tropical Horticulture*, 2(2), 34.
- 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.
- Rodrigues, C., Souza, V. G. L., Coelho, I., & Fernando, A. L. (2021). Bio-based sensors for smart food packaging—Current applications and future trends. *Sensors*, 21(6), 2148.
- Ruiz-Capillas, C., & Herrero, A. M. (2019). Impact of biogenic amines on food quality and safety. *Foods*, 8(2), 62.
- 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). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/364/1/012015>
- Sani, M.A, Azizi-Lalabadi, M., Tavassoli, M., Mohammadi, K., & McClements, D. J. (2021). Recent Advances in the Development of Smart and Active Biodegradable Packaging Materials. *Nanomaterials*, 11(5), 1–34. <https://doi.org/10.3390/nano11051331>
- Sholihah, W., Listyarini, A., Fitriana, R., & Imawan, C. (2019). A Paper-Based Visual Indicator for Detection of Ammonia Using *Ruellia simplex*. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 496(1). <https://doi.org/10.1088/1757-899X/496/1/012050>.
- Sianturi, G. L. R., Trisnawati, E. W., Koketsu, M., & Suryanti, V. (2023). Chemical constituents and antioxidant activity of Britton's wild petunia (*Ruellia brittoniana*) flower. *Biodiversitas Journal of Biological Diversity*, 24(7).
- Sinaga, A. S. (2019). Segmentasi ruang warna L* a* b. *Jurnal Mantik Penusa*, 3(1, Juni), 43-46.
- 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.
- Sipahutar, Y. H., Ramli, H. K., Kristiani, M. G. E., Prabowo, D. G., Suryanto, M. R., & Pratama, R. B. (2019, December). Chemical composition of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) cultivated from intensive farming and traditional farming at Bulukumba regency, South Sulawesi. In IOP

- Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 399, No. 1, p. 012125). IOP Publishing.
- Socaciu, M. I., Fogarasi, M., Semeniuc, C. A., Socaci, S. A., Rotar, M. A., Mureşan, V., ... & Vodnar, D. C. (2020). Formulation and characterization of antimicrobial edible films based on whey protein isolate and tarragon essential oil. *Polymers*, 12(8), 1748.
- Sohany, M., Tawakkal, I. S. M. A., Ariffin, S. H., Shah, N. N. A. K., & Yusof, Y. A. (2021). Characterization of anthocyanin associated purple sweet potato starch and peel-based pH indicator films. *Foods*, 10(9), 2005.
- Subroto, E., Filianty, F., Indiarso, 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.
- Sudheesh, C., Sunooj, K. V., Sasidharan, A., Sabu, S., Basheer, A., Navaf, M., ... & George, J. (2020). Energetic neutral N₂ atoms treatment on the kithul (*Caryota urens*) starch biodegradable film: Physico-chemical characterization. *Food Hydrocolloids*, 103, 105650.
- Sultan, M., Hafez, O. M., Saleh, M. A., & Youssef, A. M. (2021). Smart Edible Coating Films Based on Chitosan and Beeswax–Pollen Grains for the Postharvest Preservation of Le Conte Pear. *RSC advances*, 11(16), 9572-9585.
- Taghinia, P., Abdolshahi, A., Sedaghati, S., & Shokrollahi, B. (2021). Smart Edible Films Based on Mucilage of *Lallemantia Iberica* Seed Incorporated with Curcumin for Freshness Monitoring. *Food Science & Nutrition*, 9(2), 1222-1231.
- Tejaputri, N. A., Arsianti, A., Qorina, F. O. N. A., & Fithrotunnisa, Q. (2019). Phytochemical analysis and antioxidant properties by DPPH radical scavenger activity of *Ruellia brittoniana* flower. *International Journal of Applied Pharmaceutics*, 11(6), 24-28.
- 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(), 1–17.
<https://doi.org/10.3389/fpls.2021.792303>.
- Wang, H., Li, J., Tao, W., Zhang, X., Gao, X., Yong, J., & Duan, J. A. (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.
- Wu, L. T., Tsai, I. L., Ho, Y. C., Hang, Y. H., Lin, C., Tsai, M. L., & Mi, F. L. (2021). Active and Intelligent Gellan Gum-Based Packaging Films for Controlling Anthocyanins Release and Monitoring Food Freshness. *Carbohydrate Polymers*, 254, 117410.
<https://doi.org/10.1016/j.carbpol.2020.117410>.
- Yang, H., Peng, P., Sun, Q., Zhang, Q., Ren, N., Han, F., & She, D. (2020). Developed Carbon Nanotubes/Gutta Percha Nanocomposite Films With High Stretchability and Photo-Thermal Conversion Efficiency. *Journal of Materials Research and Technology*, 9(4), 8884-8895.
- Zhang, K., Huang, T. S., Yan, H., Hu, X., & Ren, T. (2020). Novel pH-sensitive films based on starch/polyvinyl alcohol and food anthocyanins as a visual indicator of shrimp deterioration. *International Journal of Biological Macromolecules*, 145, 768-776.
- Zhang, R., Wang, X., & Cheng, M. (2018). Preparation and characterization of potato starch film with various size of nano-SiO₂. *Polymers*, 10(10), 1172.
- 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.
- Zhuang, Y., & Manzitto-Tripp, E. A. (2022). Co-expression network analyses of anthocyanin biosynthesis genes in *Ruellia* (Wild Petunias; Acanthaceae). *BMC Ecology and Evolution*, 22(1), 1-17.
- Zulfikar, R. (2020). Modifikasi Pati Aren (*Arrengha Pinnata* Merr.) dengan Asam Stearat dan Aplikasinya Sebagai Salut Lapis Tipis Tablet Vitamin C. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta.