

**PEMBUATAN, UJI KINERJA, DAN KARAKTERISASI FILM
INDIKATOR BERBASIS TEPUNG BIJI HANJELI (*Coix lacryma-jobi*)
DAN EKSTRAK BUAH SENDUDUK BULU (*Clidemia hirta*)**

SKRIPSI

diajukan untuk memenuhi sebagian syarat untuk memperoleh gelar Sarjana Sains
di bidang kimia



oleh

ANNISA RIZKY SALSABILA

NIM. 1900006

PROGRAM STUDI KIMIA

DEPARTEMEN PENDIDIKAN KIMIA

FAKULTAS PENDIDIKAN MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM

UNIVERSITAS PENDIDIKAN INDONESIA

BANDUNG

2023

**PEMBUATAN, UJI KINERJA, DAN KARAKTERISASI FILM
INDIKATOR BERBASIS TEPUNG BIJI HANJELI (*Coix lacryma-jobi*)
DAN EKSTRAK BUAH SENDUDUK BULU (*Clidemia hirta*)**

Oleh
Annisa Rizky Salsabila
1900006

Skripsi ini diajukan untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar Sarjana
Sains pada Program Studi Kimia Departemen Pendidikan Kimia Fakultas
Pendidikan Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam

© Annisa Rizky Salsabila
Universitas Pendidikan Indonesia
Agustus 2023

Hak cipta dilindungi undang-undang

Skripsi ini tidak boleh diperbanyak seluruhnya atau sebagian, dengan dicetak
ulang, difotokopi, atau cara lainnya tanpa izin dari penulis.

ANNISA RIZKY SALSABILA

**PEMBUATAN, UJI KINERJA, DAN KARAKTERISASI FILM
INDIKATOR BERBASIS TEPUNG BIJI HANJELI (*Coix lacryma-jobi*)
DAN EKSTRAK BUAH SENDUDUK BULU (*Clidemia hirta*)**

disetujui dan disahkan oleh pembimbing:

Pembimbing I



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

Pembimbing II



Amelinda Pratiwi, M.Si.
NIP. 920200419910505201

Mengetahui

Ketua Program Studi Kimia FPMIPA UPI



Prof. Fitri Khoerunnisa, M.Si.
NIP. 197806282001122001

PERNYATAAN

Dengan ini saya menyatakan bahwa skripsi dengan judul “**Pembuatan, Uji Kinerja, dan Karakterisasi Film Indikator berbasis Tepung Biji Hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) dan Ekstrak Buah Senduduk Bulu (*Clidemia hirta*)**” 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 dikemudian hari ditemukan adanya pelanggaran etika keilmuan atau ada klaim dari pihak lain terhadap keaslian karya saya ini.

Bandung, 18 Agustus 2023



Annisa Rizky Salsabila

NIM. 1900006

KATA PENGANTAR

Dalam perjalanannya, penyusunan skripsi ini tidak terlepas dari rahmat serta keridaan Allah SWT dan kemuliaan Nabi Muhammad SAW yang senantiasa menaungi langkah demi langkah penulis hingga ke titik ini. Dalam naskah ini, penulis meneliti “Pembuatan, Uji Kinerja, dan Karakterisasi Film Indikator berbasis Tepung Biji Hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) dan Ekstrak Buah Senduduk Bulu (*Clidemia hirta*)”. Tidak sekadar sebagai bentuk kesungguhan penulis dalam menuntaskan kewajiban sebagai mahasiswa studi Kimia FPMIPA di kampus UPI yang penuh dedikasi dalam bidang pendidikan ini, namun juga sekaligus sebagai persembahan seorang anak kepada kedua orang tua yang telah menanamkan kepercayaan, keringat, semangat, serta doa yang jumlah, ukuran, atau pun besarnya tidak terbilang dalam formula apapun yang penulis pelajari di nomenklatur sains.

Untuk masa yang akan datang, tentu doa dan pengharapan senantiasa terpanjat, agar *legacy* ilmu pengetahuan yang telah penulis tuangkan dalam naskah tugas akhir ini, akan menjadi syafaat serta manfaat bagi penulis khususnya, juga bagi umat manusia yang lebih luas selama di dunia atau pun kelak di akhirat.

Bandung, 18 Agustus 2023

Penulis

Annisa Rizky Salsabila

UCAPAN TERIMA KASIH

Bentuk rasa syukur, ungkapan rasa terima kasih, penulis haturkan sudah barang tentu utamanya kepada Allah SWT atas limpahan rahmat dan karunia-Nya, sehingga skripsi ini mampu penulis selesaikan. Tidak lain dan tidak bukan, berikutnya adalah kedua orang tua dan kakak tercinta, mereka adalah anugerah terbaik dalam hidup penulis. Orang-orang luar biasa jasanya selain daripada mereka, tentunya teramat banyak andai harus dituliskan semuanya. Setidaknya, berikut adalah daftar nama yang ingin saya sampaikan rasa terima kasih secara spesifik pada kesempatan ini:

1. Bapak Drs. Ali Kusrijadi, M.Si. selaku dosen pembimbing I yang telah membimbing dan memotivasi penulis hingga selesainya penyusunan skripsi.
2. Ibu Amelinda Pratiwi, M.Si. selaku dosen pembimbing II yang telah memberikan arahan dan bantuan selama penyusunan skripsi.
3. Ibu Prof. Fitri Khoerunnisa, M.Si. selaku Ketua Program Studi Kimia UPI, Ibu Prof. Dr. F.M. Titin Supriyanti, M.Si. selaku Ketua KBK Kimia Makanan UPI, dan Ibu Dr. Siti Aisyah, M.Si. selaku Kepala Laboratorium Riset Kimia UPI yang telah memberikan jalan dalam penyelesaian skripsi ini.
4. Ibu Dr. Heli Siti Halimatul M., M.Si. selaku Pembimbing Akademik yang selalu mendampingi dan memberikan nasihat selama perkuliahan.
5. Segenap Staf dan Laboran Departemen Pendidikan Kimia FPMIPA UPI yang telah memberikan pelayanan terbaik.
6. Mentari Putri Aprilia, Permata Maratussolihah, dan Rahmahani Alfathia Fadhilah selaku teman satu bimbingan yang selalu memberikan bantuan dan menjadi teman diskusi selama penelitian.
7. Thyta Medina Salsabila Erlangga, Diah Indriati, Afviva Nissa, dan Farah Azizah Hanan yang selalu memberikan dukungan serta menjadi tempat berbagi selama proses studi.
8. Ridwan Kharisma Mukti yang bersedia memberikan saran dan bantuan dalam penyusunan skripsi ini.
9. Rekan-rekan Program Studi Kimia Angkatan 2019 yang kebersamaan penulis selama perjalanan perkuliahan.

Semoga Allah SWT senantiasa mengganjar segenap kebaikan yang telah didedikasikan bapak, ibu, saudara semua, dengan bentuk apapun keagungannya sebagai sang Maha Segala.

ABSTRAK

Daging ayam merupakan salah satu makanan yang paling banyak dikonsumsi manusia, namun juga merupakan salah satu makanan yang mudah rusak. Aspek sensori seperti bau, warna, dan munculnya lendir biasanya menjadi indikator kerusakan daging ayam. Hal ini dapat menimbulkan risiko keamanan pangan karena indikator kerusakan secara sensorik dipengaruhi oleh tingkat kerusakan daging dan ketajaman indera individu. Maka, dalam penelitian ini dikembangkan film indikator kerusakan daging ayam berbasis tepung biji hanjeli (*Coix lacryma-jobi*) sebagai sumber pati yang dapat menjadi substrat padat dan ekstrak buah senduduk bulu (*Clidemia hirta*) sebagai sumber antosianin yang dapat menjadi indikator perubahan pH. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui potensi ekstrak buah senduduk bulu (EBSB) sebagai indikator perubahan pH dalam film, mengetahui potensi film tepung biji hanjeli (TBH)-EBSB sebagai film indikator, mengetahui komposisi optimum film TBH-EBSB untuk menjadi film indikator yang efektif dalam memantau kerusakan daging ayam, serta mengetahui karakteristik film optimum. Metode pada penelitian ini meliputi ekstraksi dan karakterisasi EBSB menggunakan spektrofotometer UV-Vis, pembuatan film indikator berbasis TBH dengan penambahan 0, 1, 2, 3, 4, 5% EBSB, karakterisasi film TBH-EBSB terkait warna dan sensitivitas pH, uji kinerja film pada daging ayam untuk mengetahui komposisi optimum EBSB, dan karakterisasi film optimum menggunakan *Fourier-Transform Infrared* (FTIR), pengujian sifat mekanik menggunakan *Universal Testing Machine* (UTM) Instron, pengujian tingkat kelarutan, *swelling*, pelepasan EBSB, serta pengukuran ketebalan. Hasil penelitian menunjukkan bahwa EBSB berpotensi sebagai indikator perubahan pH dalam film dan film TBH-EBSB berpotensi sebagai film indikator. Penambahan 4% EBSB ke dalam film TBH merupakan komposisi optimum film yang efektif sebagai indikator kerusakan daging ayam, dengan karakteristik ketebalan 0,142 mm, kelarutan 20,65%, *swelling* 176,50%, kekuatan tarik 1,33 MPa, elongasi 5,15%, dan tingkat pelepasan EBSB yang stabil mulai jam ke-8.

Kata Kunci: Film indikator, tepung biji hanjeli (*Coix lacryma-jobi*), ekstrak buah senduduk bulu (*Clidemia hirta*)

ABSTRACT

*Chicken meat is one of the most consumed foods, but it is also one of the most perishable foods. The sensory aspect such as smell, color, and the appearance of mucus are usually an indicator of chicken meat spoilage. It can pose a food safety risk because sensory spoilage indicators can be affected by the degree of spoilage of the meat and the acuity of the individual's senses. Therefore, this study develops an indicator film for chicken meat spoilage based on Job's tears (*Coix lacryma-jobi*) flour as a source of starch which can be used as a solid substrate and senduduk bulu fruit (*Clidemia hirta*) extract as a source of anthocyanin which can be an indicator of pH changes. This study aims to determine the potential of senduduk bulu fruit extract (EBSB) as an indicator of pH changes in film, to determine the potential of Job's tears flour (TBH)-EBSB film as a film indicator, to determine the optimum composition of TBH-EBSB film to become an effective indicator film in monitoring chicken meat spoilage, and to determine the optimum film characteristics. The methods in this study included extraction and characterization of EBSB using UV-Vis spectrophotometer, making TBH-based indicator films with the addition of 0, 1, 2, 3, 4, 5% EBSB, characterization of TBH-EBSB films related to color and pH sensitivity, film performance tests on chicken meat to determine the optimum EBSB composition, and characterization optimum film using Fourier-Transform Infrared (FTIR), mechanical properties test using Universal Testing Machine (UTM) Instron, test of solubility, swelling, EBSB release, and thickness measurement. The results showed that EBSB has the potential to be an indicator of pH changes in film and TBH-EBSB film has the potential as film indicator. The addition of 4% EBSB to TBH film is the optimum film composition which effective as an indicator of chicken meat spoilage, with characteristics of 0.142 mm thickness, 20.65% solubility, 176.50% swelling, 1.33 MPa tensile strength, 5.15% elongation, and stable EBSB release rate starting at 8 h.*

Keyword: *Indicator film, Job's tears (*Coix lacryma-jobi*) flour, senduduk bulu fruit (*Clidemia hirta*) extract*

DAFTAR ISI

PERNYATAAN.....	ii
KATA PENGANTAR	iii
UCAPAN TERIMA KASIH.....	iv
ABSTRAK.....	v
<i>ABSTRACT</i>	vi
DAFTAR ISI.....	vii
DAFTAR TABEL.....	x
DAFTAR GAMBAR	xi
DAFTAR LAMPIRAN.....	xiii
BAB I PENDAHULUAN	1
1.1 Latar Belakang Penelitian	1
1.2 Rumusan Masalah Penelitian	3
1.3 Tujuan Penelitian.....	4
1.4 Manfaat Penelitian.....	4
1.5 Struktur Organisasi Skripsi	4
BAB II TINJAUAN PUSTAKA.....	6
2.1 Film Indikator.....	6
2.2 Pati.....	7
2.3 Biji Hanjeli (<i>Coix lacryma-jobi</i>)	8
2.4 Pati dari Biji Hanjeli.....	9
2.5 Antosianin	10
2.6 Buah Senduduk Bulu (<i>Clidemia hirta</i>).....	11
2.7 Antosianin dari Buah Senduduk Bulu	13
2.8 Indikator Kesegaran Daging Ayam.....	14
BAB III METODE.....	16
3.1 Waktu dan Lokasi Penelitian.....	16
3.2 Alat dan Bahan	16

3.2.1 Alat.....	16
3.2.2 Bahan	16
3.3 Bagan Alir Penelitian	16
3.4 Prosedur Penelitian.....	18
3.4.1 Karakterisasi Ekstrak Buah Senduduk Bulu.....	18
3.4.1.1 Pengukuran Kadar Antosianin dalam Ekstrak	18
3.4.1.2 Pengujian Sensitivitas pH Ekstrak dalam Buffer	19
3.4.1.3 Pengukuran Serapan Ekstrak pada Berbagai pH menggunakan Spektrofotometer UV-Vis	20
3.4.2 Karakterisasi Film Tepung Biji Hanjeli-Ekstrak Buah Senduduk Bulu	20
3.4.2.1 Pengukuran Warna Film	20
3.4.2.2 Pengujian Sensitivitas pH Film dalam Buffer.....	21
3.4.3 Uji Kinerja Film Tepung Biji Hanjeli-Ekstrak Buah Senduduk Bulu dalam Memberikan Respons terhadap Perubahan Kualitas Daging Ayam	21
3.4.4 Karakterisasi Film Tepung Biji Hanjeli-Ekstrak Buah Senduduk Bulu Komposisi Optimum	21
3.4.4.1 Analisis Spektrum FTIR (Fourier-Transform Infrared) Film	22
3.4.4.2 Pengukuran Ketebalan Film.....	22
3.4.4.3 Pengujian Kelarutan Film	22
3.4.4.4 Pengujian Swelling (Penyerapan Air) Film	22
3.4.4.5 Pengujian Kekuatan Tarik dan Elongasi Film	23
3.4.4.6 Pengujian Tingkat Pelepasan (Release) Ekstrak Buah Senduduk Bulu dalam Film.....	23
BAB IV TEMUAN DAN PEMBAHASAN	24
4.1 Karakterisasi Ekstrak Buah Senduduk Bulu (EBSB).....	24
4.1.1 Kadar Antosianin dalam EBSB	25
4.1.2 Sensitivitas pH EBSB dalam Buffer	26
4.1.3 Spektrum UV-Vis EBSB pada Berbagai pH	28
4.2 Karakterisasi Film Tepung Biji Hanjeli (TBH) dan TBH-EBSB.....	30
4.2.1 Warna Film TBH dan TBH-EBSB	30
4.2.2 Sensitivitas pH Film TBH dan TBH-EBSB dalam Buffer	31
4.3 Uji Kinerja Film TBH dan TBH-EBSB dalam Memberikan Respons terhadap Perubahan Kualitas Daging Ayam.....	32

4.4 Karakterisasi Film TBH dan TBH-EBSB Komposisi Optimum.....	37
4.4.1 Spektrum FTIR Film TBH dan TBH-EBSB 4	37
4.4.2 Ketebalan Film TBH dan TBH-EBSB 4.....	40
4.4.3 Kelarutan Film TBH dan TBH-EBSB 4.....	40
4.4.4 <i>Swelling</i> (Penyerapan Air) Film TBH dan TBH-EBSB 4	41
4.4.5 Kekuatan Tarik dan Elongasi Film TBH dan TBH-EBSB 4.....	42
4.4.6 Tingkat Pelepasan (<i>Release</i>) EBSB dalam Film TBH-EBSB 4	43
BAB V SIMPULAN, IMPLIKASI, DAN REKOMENDASI	45
5.1 Simpulan.....	45
5.2 Implikasi dan Rekomendasi	45
DAFTAR PUSTAKA	46
LAMPIRAN.....	55

DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 Gugus fungsi pada setiap bilangan gelombang yang ditunjukkan spektrum FTIR pati biji hanjeli (Subroto et al., 2022).....	9
Tabel 2.2 Kandungan senyawa metabolit sekunder ($\mu\text{g}/100$ g berat segar) dalam buah senduduk bulu (Assunção-Júnior, 2022).....	13
Tabel 2.3 Kandungan antosianin ($\mu\text{g}/100$ g berat segar) dalam buah senduduk bulu (Assunção-Júnior, 2022).....	14
Tabel 3.1 Variasi volume bahan baku untuk pembuatan buffer pH 1-12 (Meelapsom et al., 2022).....	19
Tabel 4.1 Nilai parameter warna film TBH dan TBH-EBSB 1, 2, 3, 4, 5.....	31
Tabel 4.2 Respons perubahan warna film TBH dan TBH-EBSB terhadap perubahan pH daging ayam yang disimpan pada suhu $\pm 25^{\circ}\text{C}$	33
Tabel 4.3 Respons perubahan warna film TBH dan TBH-EBSB terhadap perubahan pH daging ayam yang disimpan pada suhu $\pm 4^{\circ}\text{C}$	35
Tabel 4.4 ketebalan film TBH dan TBH-EBSB 4.....	40
Tabel 4.5 Kelarutan film TBH dan TBH-EBSB 4 dalam air.....	41
Tabel 4.6 Swelling film TBH dan TBH-EBSB 4.....	42
Tabel 4.7 Kekuatan tarik dan elongasi film TBH dan TBH-EBSB 4.....	43

DAFTAR GAMBAR

Gambar 2.1 Struktur amilosa (A) dan amilopektin (B) (Chisenga et al., 2019)	7
Gambar 2.2 Tanaman biji hanjeli (A) dan biji hanjeli (B) (Sinday.id)	8
Gambar 2.3 Spektrum FTIR dari pati biji hanjeli (Subroto et al., 2022)	9
Gambar 2.4 Struktur dasar antosianin (Khoo et al., 2017).....	10
Gambar 2.5 Perubahan struktur antosianin yang mempengaruhi warna (Barham et al., 2010).....	11
Gambar 2.6 Tanaman dan buah senduduk bulu (Mounture.com).....	12
Gambar 3.1 Bagan alir penelitian.....	17
Gambar 4.1 Bentuk struktural antosianin yang dominan hadir pada tingkat pH yang berbeda (Lee et al., 2005)	25
Gambar 4.2 Variasi warna EBSB dalam buffer pH 1 sampai 12 yang menunjukkan sifat sensitif pH EBSB.....	26
Gambar 4.3 Variasi warna ekstrak antosianin buah senduduk bulu dalam buffer pH 1, 3, 5, 7 dalam penelitian Larasati et al. (2022)	27
Gambar 4.4 Keseimbangan antara berbagai struktur antosianin yang mempengaruhi warna (Barham et al., 2010)	27
Gambar 4.5 Spektrum UV-Vis EBSB dalam Buffer pH 1 sampai 12	28
Gambar 4.6 Tampilan warna film TBH dan TBH-EBSB 1, 2, 3, 4, 5	30
Gambar 4.7 Perubahan warna film TBH dan TBH-EBSB 1, 2, 3, 4, 5 dalam buffer pH 1-12	32
Gambar 4.8 Perbedaan warna film TBH dan TBH-EBSB saat daging ayam (± 25 °C) mengalami perubahan pH dari 5,86 ke 6,17 yang terjadi saat penyimpanan jam ke-6 dan 12	34
Gambar 4.9 Perbedaan warna film TBH dan TBH-EBSB saat daging ayam (± 4 °C) mengalami perubahan pH dari 5,88 ke 6,04 yang terjadi saat penyimpanan hari ke-2 dan 4.....	36
Gambar 4.10 Bilangan gelombang serta gugus fungsi yang muncul dalam spektrum FTIR EBSB, TBH, Film TBH, dan Film TBH-EBSB 4	38

Gambar 4.11 Dugaan interaksi antarmolekul (ikatan hidrogen) yang terjadi antara pati dan gliserol (Esmaeili et al., 2016).....	39
Gambar 4.12 Dugaan interaksi antarmolekul (ikatan hidrogen) yang terjadi antara pati, gliserol, dan antosianin (Oktaviani, 2022)	39
Gambar 4.13 Tingkat pelepasan (release) EBSB dalam film TBH-EBSB 4 yang ditunjukkan sebagai peningkatan absorbansi seiring bertambahnya waktu.....	44
Gambar 4.14 Film TBH EBSB 4 setelah direndam dalam air selama 10 jam (A) lalu direndam dalam buffer pH 1 (B).....	44

DAFTAR LAMPIRAN

Lampiran 1 Data Perhitungan	55
Lampiran 2 Perubahan Nilai pH Daging Ayam	57
Lampiran 3 Hasil Pengujian Instrumen	58
Lampiran 4 Dokumentasi Penelitian	65

DAFTAR PUSTAKA

- Abral, H., Basri, A., Muhammad, F., Fernando, Y., Hafizulhaq, F., Mahardika, M., & Stephane, I. (2019). A simple method for improving the properties of the sago starch films prepared by using ultrasonication treatment. *Food Hydrocolloids*, 93, 276-283.
- Anandito, R. B. K., & Bukhori, A. (2012). Pengaruh gliserol terhadap karakteristik edible film berbahan dasar tepung jali (*Coix lacryma-jobi L.*). *Jurnal Teknologi Hasil Pertanian*, 5(1).
- Andriana, Y., Indriati, A., Mayasti, N. K. I., Iwansyah, A. C., Anggara, C. E. W., Litaay, C., & Triyono, A. (2021, March). Adlay (*Coix lacryma-jobi*), a potential source alternative to wheat flour: A financial feasibility analysis for small scale production. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 672, No. 1, p. 012032). IOP Publishing.
- Anggri, F. (2015). *Isolasi Antosianin Alami dari Buah Senduduk Bulu (Clidemia hirta (L.) D. Don) dengan Teknik Maserasi sebagai Produk Pewarna Makanan* [Tesis Diploma, Politeknik Negeri Sriwijaya]. Repositori Politeknik Negeri Sriwijaya.
- Arief, M. (2019). Klasifikasi kematangan buah jeruk berdasarkan fitur warna menggunakan metode SVM. *Journal of Computer Science and Visual Communication Design*, 4(1), 9-16.
- AOAC. (2005). AOAC official method 2005.02: total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method. *Official methods of analysis of AOAC International*, 2.
- Assunção-Júnior, S. O., Rodrigues, L. S., Raposo, D. S., Rodrigues, J. G., de Lima, E. J., da Silva, F. M., ... & Bataglion, G. A. (2022). Amazonian Melastomataceae blueberries: Determination of phenolic content, nutritional composition, and antioxidant and anti-glycation activities. *Food Research International*, 158, 111519.
- Badaring, D. R., Sari, S. P. M., Nurhabiba, S., Wulan, W., & Lembang, S. A. R. (2020). Uji ekstrak daun maja (*Aegle marmelos L.*) terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. *Indonesian Journal of Fundamental Sciences*, 6(1), 16.

- Barham, P., Skibsted, L. H., Bredie, W. L., Bom Frøst, M., Møller, P., Risbo, J., ... & Mortensen, L. M. (2010). Molecular gastronomy: a new emerging scientific discipline. *Chemical Reviews*, *110*(4), 2313-2365.
- Baston, O., Tofan, I., Stroia, A. L., Moise, D., & Barna, O. (2008). Refrigerated chicken meat freshness. Correlation between easily hydrolyzable nitrogen, pH value and biogenic amines contents. *The Annals of the University Dunarea de Jos of Galati. Fascicle VI-Food Technology*, *32*, 37-43.
- Chaisiricharoenkul, 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, J., Chen, Y., Ge, H., Wu, C., Pang, J., & Miao, S. (2019). Multi-scale structure, pasting and digestibility of adlay (*Coixlachryma-jobi* L.) seed starch. *Food Hydrocolloids*, *89*, 885-891.
- 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.
- Chisenga, S. M., Workneh, T. S., Bultosa, G., & Alimi, B. A. (2019). Progress in research and applications of cassava flour and starch: a review. *Journal of food science and technology*, *56*(6), 2799-2813.
- 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.
- Cui, C., Ji, N., Wang, Y., Xiong, L., & Sun, Q. (2021). Bioactive and intelligent starch-based films: A review. *Trends in Food Science & Technology*, *116*, 854-869.
- Davoodi, M., Kavooosi, G., & Shakeri, R. (2017). Preparation and characterization of potato starch-thymol dispersion and film as potential antioxidant and antibacterial materials. *International Journal of Biological Macromolecules*, *104*, 173-179.
- Dena, A. S. A., Khalid, S. A., Ghanem, A. F., Shehata, A. I., & El-Sherbiny, I. M. (2021). User-friendly lab-on-paper optical sensor for the rapid detection of bacterial spoilage in packaged meat products. *RSC advances*, *11*(56), 35165-35173.
- Dirpan, A., Latief, R., Syarifuddin, A., Rahman, A. N. F., Putra, R. P., & Hidayat, S. H. (2018, May). The use of colour indicator as a smart packaging system for evaluating mangoes Arummanis (*Mangifera indica* L. var. Arummanisa)

- freshness. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 157, p. 012031). IOP Publishing.
- Dušek, K., Dušková-Smrčková, M., Brent Douglas, C. (2017). *Swelling of Coating Films*. In: Wen, M., Dušek, K. (eds) *Protective Coatings*. Springer, Cham.
- Erna, K. H., Felicia, W. X. L., Vonnie, 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.
- Esmaeili, 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.
- FAOSTAT. (2020). Food and Agriculture Data. <https://www.fao.org/faostat>.
- Feketea, G., & Tsabouri, S. (2017). Common food colorants and allergic reactions in children: Myth or reality?. *Food chemistry*, 230, 578-588.
- Grubben, G. J. H., & Partohardjono, S. (1996). *Plant resources of South-East Asia no. 10: cereals*. Backhuys Publishers.
- Gürler, N., Paşa, S., Alma, M. H., & Temel, H. (2020). The fabrication of bilayer polylactic acid films from cross-linked starch as eco-friendly biodegradable materials: Synthesis, characterization, mechanical and physical properties. *European Polymer Journal*, 127, 109588.
- Ikhwan, A. B. (2015). *Isolasi Antosianin Dengan Metode Maserasi Dari Buah Senduduk Bulu (Clidemia Hirta (L.) D. Don) Sebagai Zat Pewarna Pada Agar-Agar* [Tesis Diploma, Politeknik Negeri Sriwijaya]. Repositori Politeknik Negeri Sriwijaya. <http://eprints.polsri.ac.id/id/eprint/1868>
- Jaelani, A., Dharmawati, S., & Wanda, W. (2014). Berbagai lama penyimpanan daging ayam broiler segar dalam kemasan plastik pada lemari es (suhu 4oc) dan pengaruhnya terhadap sifat fisik dan organoleptik. *Ziraa'ah Majalah Ilmiah Pertanian*, 39(3), 119-128.
- Jeevahan, J., & Chandrasekaran, M. (2019). Nanoedible films for food packaging: A review. *Journal of Materials Science*, 54(19), 12290-12318.
- Kang, J. H., & Song, K. B. (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., & Kim, D. D. (2018). Curcumin-loaded lipid-hybridized cellulose nanofiber film

- ameliorates imiquimod-induced psoriasis-like dermatitis in mice. *Biomaterials*, 182, 245-258.
- Katiyo, W., de Kock, H. L., Coorey, R., & Buys, E. M. (2020). Sensory implications of chicken meat spoilage in relation to microbial and physicochemical characteristics during refrigerated storage. *Lwt*, 128, 109468.
- 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. *Food & nutrition research*, 61(1), 1361779.
- 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.
- Kuswandi, B., Oktaviana, R., Abdullah, A., & Heng, L. Y. (2014). A novel on-package sticker sensor based on methyl red for real-time monitoring of broiler chicken cut freshness. *Packaging technology and science*, 27(1), 69-81.
- Larasati, G.A., Kartawiria, I.S. and Marpaung, A.M., 2022. Anthocyanin Extraction from *Clidemia hirta* (L.) D. Don Fruit and Its Stability During Storage. *Advances in Biological Sciences Research*, 16, pp.150-154.
- Liang, T., Sun, G., Cao, L., Li, J., & Wang, L. (2019). A pH and NH₃ sensing intelligent film based on *Artemisia sphaerocephala* Krasch. gum and red cabbage anthocyanins anchored by carboxymethyl cellulose sodium added as a host complex. *Food hydrocolloids*, 87, 858-868.
- Lee, J., Durst, R. W., Wrolstad, R. E., & Collaborators: Eisele T Giusti MM Hach J Hofsommer H Koswig S Krueger DA Kupina; S Martin SK Martinsen BK Miller TC Paquette F Ryabkova A Skrede G Trenn U Wightman JD. (2005). Determination of total monomeric anthocyanin pigment content of fruit juices, beverages, natural colorants, and wines by the pH differential method: collaborative study. *Journal of AOAC international*, 88(5), 1269-1278.
- 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.
- Lozano-Navarro, J. I., Díaz-Zavala, N. P., Velasco-Santos, C., Martínez-Hernández, A. L., Tijerina-Ramos, B. I., García-Hernández, M., & Reyes-de la Torre, A. I. (2017). Antimicrobial, optical and mechanical properties of chitosan–starch films with natural extracts. *International journal of molecular sciences*, 18(5), 997.

- Loypimai, P., Moongngarm, A., & Chottanom, P. (2016). Thermal and pH degradation kinetics of anthocyanins in natural food colorant prepared from black rice bran. *Journal of food science and technology*, 53(1), 461–470.
- Marpaung, A. M., Andarwulan, N., Hariyadi, P., & Faridah, D. N. (2015, June). Spectral characteristics and color stability of Melastomataceae and Clitoria ternatea L. Extracts. In *17th Food Innovation Asia Conference*.
- Mayasti, N. K. I., Iwansyah, A. C., Indriati, A., Ekafitri, R., & Adriana, Y. (2021, April). Nutritional and physical properties of three varieties of Hanjeli (*Coix lacryma-Jobi*) flour for food diversification and application uses. In IOP Conference Series: Earth and Environmental Science (Vol. 733, No. 1, p. 012132). IOP Publishing.
- Moldovan, B., David, L., Chişbora, C., & Cimpoiu, C. (2012). Degradation Kinetics of Anthocyanins from European Cranberrybush (*Viburnum opulus* L.) Fruit Extracts. Effects of Temperature, pH and Storage Solven. *Molecules*, 17(10), 11655-11666.
- Moradi, M., Tajik, H., Almasi, H., Forough, M., & Ezati, P. (2019). A novel pH-sensing indicator based on bacterial cellulose nanofibers and black carrot anthocyanins for monitoring fish freshness. *Carbohydrate Polymers*, 222, 115030.
- Musso, Y. S., Salgado, P. R., & Mauri, A. N. (2016). Gelatin based films capable of modifying its color against environmental pH changes. *Food Hydrocolloids*, 61, 523-530.
- Ningsih, W. P. (2017). *Karakteristik Permen Jelly Dengan Penambahan Pewarna Alami Dari Berbagai Sumber Tanaman Yang Mengandung Antosianin* [Tesis Diploma, Universitas Andalas]. e-Skripsi Universitas Andalas. <http://scholar.unand.ac.id/id/eprint/28233>.
- Nurmala, T., Qosim, W. A., & Achyar, T. S. (2009). Eksplorasi, Identifikasi dan Analisis Keragaman Plasma Nuftah Tanaman Hanjeli (*Coix lacryma-Jobi* L.) Sebagai Sumber Bahan Pangan Berlemak di Jawa Barat. *Laporan Penelitian Strategis UNPAD*.
- Nurmala, T., & Irwan, A. W. (2007). Pangan Alternatif Berbasis Serealia Minor. *Giratuna. Bandung*.
- 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., & 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.
- Nychas, G. J. E., Skandamis, P. N., Tassou, C. C., & Koutsoumanis, K. P. (2008). Meat spoilage during distribution. *Meat science*, 78(1-2), 77-89.
- Oktaviani, N. S. (2022). Pemanfaatan Ubi Jalar Ungu sebagai Sumber Pati dan Antosianin pada *Edible Smart Packaging* Indikator Kerusakan Daging [Skripsi, Universitas Pendidikan Indonesia]. Repositori Institusi Universitas Pendidikan Indonesia. <http://repository.upi.edu/id/eprint/82324>.
- Pacquit, A., Lau, K. T., McLaughlin, H., Frisby, J., Quilty, B., & Diamond, D. (2006). Development of a volatile amine sensor for the monitoring of fish spoilage. *Talanta*, 69(2), 515-520.
- 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.
- Pratiwi, R., Rahayu, D., & Barliana, M. I. (2016). Pemanfaatan selulosa dari limbah jerami padi (*Oryza sativa*) sebagai bahan bioplastik. *Indonesian Journal of Pharmaceutical Science and Technology*, 3(3), 83-91.
- Priyadarshi, R., Ezati, P., & Rhim, J. W. (2021). Recent advances in intelligent food packaging applications using natural food colorants. *ACS Food Science & Technology*, 1(2), 124-138.
- Priyadarshi, R., & Rhim, J. W. (2020). Chitosan-based biodegradable functional films for food packaging applications. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 62, 102346
- Purba, S. R. (2018). *Pemanfaatan Zat Pewarna Alami dari Buah Senduduk Bulu (Clidemia hirta) sebagai Pengganti Zat Pewarna Sintetik pada Pembuatan Es Krim serta Uji Daya Terimanya* [Skripsi, Universitas Sumatera Utara]. Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/2466>
- 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.
- 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.
- Rahayu, A. P. (2016). *Kajian karakteristik edible film pati hanjeli (coix lacryma-jobi l.) Dengan pengaruh konsentrasi pemlastis sorbitol dan konsentrasi penstabil cmc* [Skripsi, Universitas Pasundan]. Repositori Institusi Universitas Pasundan. <http://repository.unpas.ac.id/id/eprint/28516>
- Ramadan, C. A. (2020). *Pengaruh Pati Ubi Jalar, Karboksimetilselulosa Dan Gliserol Sebagai Edible Coating Terhadap Kualitas Penyimpanan Buah Salak (Salacca zalacca)*. Repositori UPI, Bandung.
- Rodriguez-Amaya, D. B. (2019). Update on natural food pigments-A mini-review on carotenoids, anthocyanins, and betalains. *Food Research International*, 124, 200-205.
- Roy, S., & Rhim, J. W. (2021). Anthocyanin food colorant and its application in pH-responsive color change indicator films. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 61(14), 2297-2325.
- Saha, S., Singh, J., Paul, A., Sarkar, R., Khan, Z., & Banerjee, K. (2020). Anthocyanin profiling using UV-Vis spectroscopy and liquid chromatography mass spectrometry. *Journal of AOAC International*, 103(1), 23-39.
- Safitri, E., Afifah, N., & Sani, N. D. (2019, November). Ruellia tuberosa L Anthocyanin extract as a pH sensitive substance. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science* (Vol. 364, No. 1, p. 012015). IOP Publishing.
- Siagian, H. M. (2020). Pengukuran Indeks Glikemik Bubur Biji Jali-Jali dan Uji Daya Terimanya Sebagai Alternatif Diet Bagi Penderita Diabetes Mellitus [Skripsi, Universitas Sumatera Utara]. Repositori Institusi Universitas Sumatera Utara. <http://repository.usu.ac.id/handle/123456789/31212>
- Smolander, M. (2003). The use of freshness indicators in packaging. *Novel food packaging techniques*, 127-143.
- Subroto, E., Sitha, N., Filianty, F., Indiarso, R., & Sukri, N. (2022). Freeze Moisture Treatment and Ozonation of Adlay Starch (*Coix lacryma-jobi*): Effect on Functional, Pasting, and Physicochemical Properties. *Polymers*, 14(18), 3854.
- 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.

- 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.
- Taghavi, T., Patel, H., & Rafie, R. (2022). Comparing pH differential and methanol-based methods for anthocyanin assessments of strawberries. *Food Science & Nutrition*, *10*(7), 2123-2131.
- Tiwari, P., Kumar, B., Kaur, M., Kaur, G., & Kaur, H. (2011). Phytochemical screening and extraction: a review. *Internationale pharmaceutica scientia*, *1*(1), 98-106.
- Troy, D. J., & Kerry, J. P. (2010). Consumer perception and the role of science in the meat industry. *Meat science*, *86*(1), 214-226.
- 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, Y., Ma, Y., Gao, Y., Liu, Y., & Gao, C. (2022). Poly (lactic acid)-based pH responsive membrane combined with chitosan and alizarin for food packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, *214*, 348-359.
- Wu, D., Zhang, M., Chen, H., & Bhandari, B. (2021). Freshness monitoring technology of fish products in intelligent packaging. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, *61*(8), 1279-1292.
- 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.
- Yong, H., & Liu, J. (2020). Recent advances in the preparation, physical and functional properties, and applications of anthocyanins-based active and intelligent packaging films. *Food Packaging and Shelf Life*, *26*, 100550.
- Yong, H., Liu, J., Kan, J., & Liu, J. (2022). Active/intelligent packaging films developed by immobilizing anthocyanins from purple sweetpotato and purple cabbage in locust bean gum, chitosan and κ -carrageenan-based matrices. *International Journal of Biological Macromolecules*, *211*, 238-248.

- Yong, H., Wang, X., Zhang, X., Liu, Y., Qin, Y., & Liu, J. (2019). Effects of anthocyanin-rich purple and black eggplant extracts on the physical, antioxidant and pH-sensitive properties of chitosan film. *Food hydrocolloids*, 94, 93-104.
- Yong, H., Wang, X., Bai, R., Miao, Z., Zhang, X., & Liu, J. (2019a). Development of antioxidant and intelligent pH-sensing packaging films by incorporating purple-fleshed sweet potato extract into chitosan matrix. *Food Hydrocolloids*, 90, 216-224.
- Yun, D., Cai, H., Liu, Y., Xiao, L., Song, J., & Liu, J. (2019). Development of active and intelligent films based on cassava starch and Chinese bayberry (*Myrica rubra* Sieb. et Zucc.) anthocyanins. *RSC advances*, 9(53), 30905-30916.
- Zhang, J., Zou, X., Zhai, X., Huang, X., Jiang, C., & Holmes, M. (2019). Preparation of an intelligent pH film based on biodegradable polymers and roselle anthocyanins for monitoring pork freshness. *Food Chemistry*, 272, 306-312.
- Zheng, K., Zhang, J., Yang, F., Wang, W., Li, W., & Qin, C. (2022). Properties and biological activity of chitosan-coix seed starch films incorporated with nano zinc oxide and *Artemisia annua* essential oil for pork preservation. *LWT*, 164, 113665.
- Zhou, X., Yu, X., Xie, F., Fan, Y., Xu, X., Qi, J., ... & Zhang, F. (2021). pH-responsive double-layer indicator films based on konjac glucomannan/camellia oil and carrageenan/anthocyanin/curcumin for monitoring meat freshness. *Food Hydrocolloids*, 118, 106695.
- Zikri, A., Desyanti, D., & Susilastri, S. (2021). Pemanfaatan tumbuhan obat oleh masyarakat di hutan kemasyarakatan Pasada Roha Kecamatan Sungai Aur Kabupaten Pasaman Barat. *Strofor Journal*, 5(2).
- 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.