UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

DAFTAR PUSTAKA

Abdullah, J. Cai, M. A. Hafeez, Q. Wang, S. Farooq, Q. Huang, W. Tian, dan J. Xiao. 2022. Biopolymer-based functional films for packaging applications: a review. *Frontiers in Nutrition*, *9*, 1–20.

Achmadi, E. R. 2023. Strategi Mengelola Kemasan Cerdas pada Pangan. *Journal of Food and Agricultural Product*, *3*(1), 9–26.

Amalia, B., T. Mailisa, R. Karima, dan S. Herman. 2021. Karakterisasi label kolorimetrik dari karagenan/nanofiber selulosa dan ekstrak ubi ungu untuk indikator kerusakan pangan. *Jurnal Kimia Dan Kemasan*, *43*(2), 66–74.

Amaregouda, Y., & Kamanna, K. 2023. Preparation and characterization of indicator films from chitosan/polyvinyl alcohol incorporated *Stachytarpheta jamaicensis* anthocyanins for monitoring chicken meat freshness. *Sustainable Food Technology*, *1*(5), 738–749.

Amin, U., M. U. Khan, Y. Majeed, M. Rebezov, M. Khayrullin, E. Bobkova, M. A. Shariati, I. M. Chung, dan M. Thiruvengadam. 2021. Potentials of polysaccharides, lipids and proteins in biodegradable food packaging applications. *International Journal of Biological Macromolecules*, *183*, 2184–2198.

Amperawati, S., P. Hastuti, Y. Pranoto, dan U. Santoso. 2019. Efektifitas frekuensi ekstraksi serta pengaruh suhu dan cahaya terhadap antosianin dan daya antioksidan ekstrak kelopak rosella (*Hibiscus sabdariffa* L.). *Jurnal Aplikasi Teknologi Pangan*, *8*(1), 38–45.

Andini, N. L. K. A. G. P., G. A. K. D. Puspawati, dan K. A. Nocianitri. 2023. Stabilitas antosianin serbuk terung belanda (*Solanum betaceum* Cav.) terkopigmentasi dan terenkapsulasi dengan perubahan pH. *Itepa: Jurnal Ilmu Dan Teknologi Pangan*, *12*(2), 347–360.

Apriliani, A. K., A. R. Hafsari, dan Y. Suryani. 2019. Pengaruh penambahan gliserol dan kitosan terhadap karakteristik edible film dari kombucha teh hijau (*Camelia sinensis* L.). *Proceeding Biology Education Converence*, *16*(1), 275–279.

Aranaz, I., A. R. Alcántara, M. C. Civera, C. Arias, B. Elorza, A. H. Caballero, dan N. Acosta. 2021. Chitosan: An overview of its properties and applications. In *Polymers* (Vol. 13, Issue 19, pp. 1–27). MDPI.

Aulia, A. F., E. Rochima, S. R. Anggraeni, dan S. S. Kusumah. 2023. Potential Biodegradable Sticker Based on Carrageenaan and Chitosan with Addition of Lauric Acid: A Mini Review. *Asian Journal of Fisheries and Aquatic Research*, *25*(4), 76–84.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Avila, L. B., E. R. C. Barreto, C. C. Moraes, M. M. Morais, dan G. S. da Rosa. 2022. Promising new material for food packaging: an active and intelligent carrageenan film with natural jaboticaba additive. *Foods*, *11*(6), 1–15.

Ayvaz, H., T. Cabaroglu, A. Akyildiz, C. U. Pala, R. Temizkan, E. Ağçam, Z. Ayvaz, A. Durazzo, M. Lucarini, R. Direito, dan Z. Diaconeasa. 2023. Anthocyanins: metabolic digestion, bioavailability, therapeutic effects, current pharmaceutical/industrial use, and innovation potential. *Antioxidants*, *12*(1).

Azman, N. H., W. M. Khairul, dan N. M. Sarbon. 2022. A comprehensive review on biocompatible film sensor containing natural extract: active/intelligent food packaging. *Food Control*, *141*, 1–17.

Balbinot-Alfaro, E., D. V. Craveiro, K. O. Lima, H. L. G. Costa, D. R. Lopes, dan C. Prentice. 2019. Intelligent packaging with pH indicator potential. *Food Engineering Reviews*, *11*(4), 235–244.

Bangun, G. I. 2023. Pengaruh Rasio Volume Larutan Kitosan-Karagenan Terhadap Sifat Fisik Dan Kimia Bioplastik. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Skripsi.

Bao, Y., H. Cui, J. Tian, Y. Ding, Q. Tian, W. Zhang, M. Wang, Z. Zang, X. Sun, D. Li, X. Si, dan B. Li. 2022. Novel pH sensitivity and colorimetry-enhanced anthocyanin indicator films by chondroitin sulfate co-pigmentation for shrimp freshness monitoring. *Food Control*, *131*, 108441.

Basuki, B. R., dan Sanjaya, I. G. M. 2009. Sintesis ikat silang kitosan dengan glutaraldehid serta identifikasi gugus fungsi dan derajat deasetilasinya. *Jurnal Ilmu Dasar*, *10*(1), 93–101.

Becerril, R., C. Nerín, dan F. Silva. 2021. Bring some colour to your package: Freshness indicators based on anthocyanin extracts. *Trends in Food Science and Technology*, *111*, 495–505.

Boonmahitthisud, A., T. Wongjampee, dan S. Tanpichai. 2025. pH-responsive cross-linked chitin nanofiber-reinforced chitosan films with red cabbage anthocyanins for intelligent food packaging: Properties, freshness monitoring, and stability. *Carbohydrate Polymers*, *356*, 1–18.

Bulathsinghala, R. L., A. Ravichandran, H. Zhao, W. Ding, dan R. D. I. G. Dharmasena. 2024. The intrinsic impact of dielectric constant on output generation of triboelectric nanogenerators. *Nano Energy*, *123*, 109383.

Bustamante-Bernedo, M. S., L. L. Félix, E. Gutiérrez-Pineda, N. L. Huamán-Castilla, J. L. Solis, M. M. G. León, I. R. Montoya-Matos, J. C. Yacono-Llanos, dan D. G. Pacheco-Salazar. 2025. Development of antioxidant films based on anthocyanin microcapsules extracted from purple corn cob and incorporated into a chitosan matrix. *International Journal of Biological Macromolecules*, *284*, 1–12.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Carlos-Salazar, M. J., dan Valderrama-Negrón, A. C. 2017. Release of anthocyanins from chitosan films cross-linked with sodium tripolyphosphate. *Revista de La Sociedad Quimica Del Peru*, *83*(1), 115–125.

Chen, Z. Li, D. Ren, X. Wu, dan D. Xu. 2025. Improved sensitivity of freshness indicator based on purple sweet potato anthocyanins through pH optimization and its application in flesh food monitoring during logistics. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, *100*, 1–10.

Chen, M., T. Yan, Q. Jiang, J. Li, U. Ali, Y. Miao, S. Farooq, Y. Hu, dan H. Zhang. 2025. Real-time shrimp freshness detection by anthocyanin-enriched wheat gluten/gelatin electrospun nanofiber films. *Food Chemistry*, *469*, 142542.

Cheng, C. J., dan Jones, O. G. 2017. Stabilizing zein nanoparticle dispersions with ι-carrageenan. *Food Hydrocolloids*, *69*, 28–35.

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. https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2016.09.050

Chu, B.-S., J. D. Wilkin, M. House, M. Roleska, dan M. A. Lemos. 2016. Effect of Sucrose on Thermal and pH Stability of *Clitoria ternatea* Extract. *International Journal of Food Processing Technology*, *3*(1), 11–17.

Dalle, D., H. Natsir, dan S. Dali. 2021. Analisis total volatile base (TVB) dan uji organoleptik nugget ikan dengan penambahan kitosan 2,5%. *IJCA (Indonesian Journal of Chemical Analysis)*, *4*(1), 1–10.

De Azeredo, H. M. C., M. F. Rosa, M. De Sá, M. Souza Filho, dan K. Waldron. 2014. The use of biomass for packaging films and coatings. *Advances in Biorefineries*, 819–874.

Dou, H., W. Zhu, S. Chen, Y. Zou, dan X. Xia. 2025. Studies on quality deterioration and metabolomic changes in oysters induced by spoilage bacteria during chilled storage. *Foods*, *14*(2), 1–15.

Du, H., J. Wu, K. X. Ji, Q. Y. Zeng, M. W. Bhuiya, S. Su, Q. Y. Shu, H. X. Ren, Z. A. Liu, dan L. S. Wang. 2015. Methylation mediated by an anthocyanin, O-methyltransferase, is involved in purple flower coloration in Paeonia. *Journal of Experimental Botany*, *66*(21), 6563–6577.

El Husna, N., M. Novita, dan S. Rohaya. 2013. Kandungan antosianin dan aktivitas antioksidan ubi jalar ungu segar dan produk olahannya. *AGRITECH*, *33*(3), 296–302.

Fadhli, I., E. N. Dewi, dan A. S. Fahmi. 2022. Aplikasi methyl red sebagai label indikator kesegaran ikan bandeng (*Chanos chanos*) pada suhu penyimpanan dingin yang berbeda. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Perikanan*, *4*(1), 15–23.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Fardhyanti, D. S., dan Syara, S. J. 2015. Karakterisasi edible film berbahan dasar ekstrak karagenan dari rumput laut (*Eucheuma Cottonii*). *Jurnal Bahan Alam Terbarukan*, *4*(2), 68–73.

Fathmawati, D., M. R. P. Abidin, dan A. Roesyadi. 2014. Studi kinetika pembentukan karaginan dari rumput laut. *Jurnal Teknik Pomits*, *3*(1), F27-F-32.

Fatimatuzahro, D., D. A. Tyas, dan S. Hidayat. 2019. Pemanfaatan ekstrak kulit ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.) sebagai bahan pewarna alternatif untuk pengamatan mikroskopis *Paramecium* sp. dalam pembelajaran biologi. *Al-Hayat: Journal of Biology and Applied Biology*, *2*(1), 106–112.

Favian, E. 2021. *Pengaruh Konsentrasi Karagenan Terhadap Karakteristik Bioplastik Kitosan Sebagai Biopolimer Penyusun Plastik Ramah Lingkungan*. Fakultas Pertanian. Universitas Gadjah Mada. Skripsi.

Firman, B. H., H. K. Nurul, dan R. H. Annisaa. 2018. Ekstraksi karaginan dari rumput laut *Euchemuma cottonii* dengan bantuan gelombang ultrasonik. *Prosiding Seminar Hasil Penelitian (SNP2M)*, *3*(1), 126–131.

Fitriani, D. E., B. Kuswandi, dan L. Wulandari. 2022. Penggunaan Indikator Film Edible berbasis Antosianin *Hibiscus rosa-sinensis* L untuk Monitoring Kesegaran Tomat Ceri. *Journal Pustaka Kesehatan*, *10*(1), 26–32.

Fransiska, D., dan Reynaldi, A. 2020. Karakteristik hidrogel dari iota karaginan dan pva (poly-vinyl alcohol) dengan metode freezing-thawing cycle. *Jambura Fish Processing Journal*, *1*(1), 28–36.

Gafar, F., Y. Y. E. Oessoe, dan J. Ch. E. Lamaega. 2022. Pemanfaatan kulit ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) dalam pembuatan nata de batatas. *Jurnal Teknologi Pertanian*, *1*, 1–7.

Gasti, T., S. Dixit, O. J. D'souza, V. D. Hiremani, S. K. Vootla, S. P. Masti, R. B. Chougale, dan R. B. Malabadi. 2021. Smart biodegradable films based on chitosan/methylcellulose containing *Phyllanthus reticulatus* anthocyanin for monitoring the freshness of fish fillet. *International Journal of Biological Macromolecules*, *187*, 451–461.

Ge, Y., Y. Li, Y. Bai, C. Yuan, C. Wu, dan Y. Hu. 2020. Intelligent gelatin/oxidized chitin nanocrystals nanocomposite films containing black rice bran anthocyanins for fish freshness monitorings. *International Journal of Biological Macromolecules*, *155*, 1296–1306.

Golasz, L. B., J. Da. Silva, dan S. Botelho Da Silva. 2013. Film with anthocyanins as an indicator of chilled pork deterioration. *Ciênc. Tecnol. Aliment*, *33*(1), 155–162.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Guo, H., H. Luo, C. Huang, J. Zheng, F. Liu, J. Ou, dan S. Ou. 2025. High loading of anthocyanin on chitosan films by acrolein for sensitive monitoring of meat freshness. *Food Chemistry*, *477*, 1–12.

Hailu, F. W., S. W. Fanta, A. A. Tsige, dan M. A. Delele. 2025. Development of simple and biodegradable pH indicator films from cellulose and anthocyanin. *Discover Sustainability*, *6*(1), 1–12.

Halimatussakdiah. 2021. Bahan Ajar Mekanisme Reaksi Senyawa Organik. Universitas Samudra. Aceh.

Hao, J., J. Wang, J. Wang, S. Wang, C. Zhao, dan Z. Fan. 2025. A novel multifunctional bioactive film based on *Gelidium Amausli* polysaccharide incorporated with lingonberry anthocyanin for fish freshness monitoring and preservation. *LWT*, *215*.

He, Y., L. Lu, Y. Lin, R. Li, Y. Yuan, X. Lu, Y. Zou, W. Zhou, Z. Wang, dan J. Li. 2022. Intelligent pH-sensing film based on polyvinyl alcohol/cellulose nanocrystal with purple cabbage anthocyanins for visually monitoring shrimp freshness. *International Journal of Biological Macromolecules*, *218*, 900–908.

Huang, S., G. Wang, H. Lin, Y. Xiong, X. Liu, dan H. Li. 2021. Preparation and dynamic response properties of colorimetric indicator films containing pH-sensitive anthocyanins. *Sensors and Actuators Reports*, *3*, 100049.

Hudha, M. I., R. Sepdwiyanti, dan S. D. Sari. 2012. Ekstraksi karaginan dari rumput laut (*Eucheuma spinosum*) dengan variasi suhu pelarut dan waktu operasi. *Jurnal Berkala Ilmiah Teknik Kimia*, *1*(1), 17–20.

Huri, D., dan Nisa, F. C. 2014. Pengaruh konsentrasi gliserol dan ekstrak ampas kulit apel terhadap karakteristik fisik dan kimia edible film. *Jurnal Pangan Dan Agroindustri*, *2*(4), 29–40.

Ibrahim, U. K., I. I. Muhammad, dan R. M. Salleh. 2011. The effect of pH on color behavior of *brassica oleracea* anthocyanin. *Journal of Applied Sciences*, *11*(13), 2406–2410.

Ifadah, R. A., P. Rizkia Warapsari Wiratara, dan C. Anam Afgani. 2021. Ulasan ilmiah: antosianin dan manfaatnya untuk kesehatan. *Jurnal Teknologi Pengolahan Pertanian*, *3*(2), 11–21.

Ismillayli, N., S. Hadi, I. G. A. S. Andayani, R. Honiar, B. Mariana, R. K. Sanjaya, dan D. Hermanto. 2021. Synthesize of self-electrostatic interaction chitosan-carrageenan membrane and its properties. *Journal of Physics: Conference Series*, *1943*(1).

Jancikova, S., E. Jamróz, P. Kulawik, J. Tkaczewska, dan D. Dordevic. 2019. Furcellaran/gelatin hydrolysate/rosemary extract composite films as active and intelligent packaging materials. *International Journal of Biological Macromolecules*, *131*, 19–28.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Jiang, X. Hou, X. Zeng, C. Zhang, H. Wu, G. Shen, S. Li, Q. Luo, M. Li, X. Liu, A. Chen, Z. Wang, dan Z. Zhang. 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, S., C. Qiao, R. Liu, Q. Liu, J. Xu, dan J. Yao. 2023. Structure and properties of citric acid cross-linked chitosan/poly(vinyl alcohol) composite films for food packaging applications. *Carbohydrate Polymers*, *312*, 120842.

Jiang, Y. Yang, W. Y. Sheng, L. Yang, H. Yang, T. Tang, C. Wang, dan Y. Tian. 2024. Preparation and characterization of κ-carrageenan/dextran films blended with nano-ZnO and anthocyanin for intelligent food packaging. *International Journal of Biological Macromolecules*, *282*, 1–15.

Kaewprachu, P., C. Jaisan, S. Rawdkuen, dan K. Osako. 2024. Colorimetric indicator films based on carboxymethyl cellulose and anthocyanins as a visual indicator for shrimp freshness tracking. *Heliyon*, *10*(11), 1–11.

Khan, M. I., dan Liu, J. 2022. Plant betalains: Recent applications in food freshness monitoring films. *Food Packaging and Shelf Life*, *34*, 1–20.

Khoo, H. E., A. Azlan, S. T. Tang, dan S. M. Lim. 2017. Anthocyanidins and anthocyanins: Colored pigments as food, pharmaceutical ingredients, and the potential health benefits. *Food and Nutrition Research*, *61*, 1–21.

Kim, S. H., E. J. Jung, D. L. Hong, S. E. Lee, Y. B. Lee, S. M. Cho, dan S. B. Kim. 2020. Quality assessment and acceptability of whiteleg shrimp (*Litopenaeus vannamei*) using biochemical parameters. *Fisheries and Aquatic Sciences*, *23*(21), 1–10.

Kossyvaki, D., M. Contardi, A. Athanassiou, dan D. Fragouli. 2022. Colorimetric indicators based on anthocyanin polymer composites: a review. *Polymers*, *14*(19), 1–34.

Kunnaryo, H. J. B., dan Wikandari, P. R. 2021. Antosianin dalam produksi fermentasi dan perannya sebagai antioksidan. *UNESA Journal of Chemistry*, *10*(1), 24–36.

Kurek, M., I. E. Garofulić, M. T. Bakić, M. Ščetar, V. D. Uzelac, dan K. Galić. 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.

Kurniasari, F. N., Y. Rahmi, C. I. P. Devina, N. R. Aisy, dan A. R. Cempaka. 2021. Perbedaan kadar antosianin ubi ungu segar dan tepung ubi ungu varietas lokal dan antin 3 pada beberapa alat pengeringan. *Journal of Nutrition Collage*, *10*(4), 313–320.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Kuswandi, B., Y. Wicaksono, Jayus, A. Abdullah, L. Y. Heng, dan M. Ahmad. 2011. Smart packaging: sensors for monitoring of food quality and safety. *Sensing and Instrumentation for Food Quality and Safety*, *5*(3–4), 137–146.

Lantara, D., R. Kalla, dan I. Asnawi. 2019. Produksi akrolein dengan proses degradasi menggunakan gelombang suara. *Journal Of Chemical Process Engineering*, *4*(2), 97–102.

Lapornik, B., M. Prošek, dan A. G. Wondra. 2005. Comparison of extracts prepared from plant by-products using different solvents and extraction time. *Journal of Food Engineering*, *71*(2), 214–222.

Latiff, N. F., M. I. Shaik, N. J. Mohamad, W. M. Khairul, A. I. Daud, B. Nurhadi, dan N. M. Sarbon. 2025. Recent advances in green halochromic smart film packaging: investigating the natural colorant as biosensor in smart film packaging for real-time meat freshness monitoring. *Food Control*, *172*, 111157.

Lee, Y. M., Y. Yoon, H. Yoon, H. M. Park, S. Song, dan K. J. Yeum. 2017. Dietary anthocyanins against obesity and inflammation. *Nutrients*, *9*(10), 1–15.

Leiwakabessy, J., W. Batmomolin, B. Br. Silaban, dan M. N. Mailoa. 2024. Penurunan mutu ikan segar hasil budidaya keramba jaring apung di Teluk Ambon pada suhu kamar. *AGRITEKNO: Jurnal Teknologi Pertanian*, *13*(1), 102–109.

Lemae, dan Lasmi, L. 2019. Studi pengaruh kemunduran mutu terhadap kandungan gizi ikan betok (*Anabas testudineus*) dari daerah mandor. *Octopus: Jurnal Ilmu Perikanan*, *8*(1), 20–26.

Li, C., D. Yun, Z. Wang, F. Xu, C. Tang, dan J. Liu. 2022. Development of shrimp freshness indicating films by embedding anthocyanins-rich *Rhododendron simsii* flower extract in locust bean gum/polyvinyl alcohol matrix. *Materials*, *15*(21), 1–16. h

Li, R., D. Zhuang, H. Feng, S. Wang, dan J. Zhu. 2023. Novel “all-in-one” multifunctional gelatin-based film for beef freshness maintaining and monitoring. *Food Chemistry*, *418*, 136003.

Lin, D., L. C. Sun, Y. L. Chen, G. M. Liu, S. Miao, dan M. J. Cao. 2022. Shrimp spoilage mechanisms and functional films/coatings used to maintain and monitor its quality during storage. *Trends in Food Science and Technology*, *129*, 25–37.

Liu, B., J. Gao, X. Liu, X. Zhang, X. Zeng, X. Zhang, dan P. Zhao. 2024. Preparation of soybean isolate protein/xanthan gum/agar-Lycium ruthenicum anthocyanins intelligent indicator films and its application in mutton preservation. *International Journal of Biological Macromolecules*, *283*, 1–15.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Liu, C., N. Li, X. An, X. Li, dan Z. Liu. 2025. Pectin/zinc alginate films containing anthocyanins from dragon fruit peel as intelligent pH indicators for shrimp freshness monitor. *International Journal of Biological Macromolecules*, *285*.

Liu, D., C. Zhang, Y. Pu, S. Chen, L. Liu, Z. Cui, dan Y. Zhong. 2022. Recent advances in pH-responsive freshness indicators using natural food colorants to monitor food freshness. *Foods*, *11*(13), 1–25.

Liu, J., Huang, J., Ying, Y., Hu, L., & Hu, Y. (2021). pH-sensitive and antibacterial films developed by incorporating anthocyanins extracted from purple potato or roselle into chitosan/polyvinyl alcohol/nano-ZnO matrix: Comparative study. *International Journal of Biological Macromolecules*, *178*, 104–112. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2021.02.115

Luo, Q., M. A. Hossen, Y. Zeng, J. Dai, S. Li, W. Qin, dan Y. Liu. 2022. Gelatin-based composite films and their application in food packaging: A review. In *Journal of Food Engineering* (Vol. 313). Elsevier Ltd.

Ma, Q., L. Du, dan L. Wang. 2017. Tara gum/polyvinyl alcohol-based colorimetric NH3 indicator films incorporating curcumin for intelligent packaging. *Sensors and Actuators, B: Chemical*, *244*, 759–766.

Ma, Y., Wen, L., Liu, Y., Du, P., Hu, P., Cao, J., & Wang, W. (2024). Chitosan-Enhanced pH-Sensitive Anthocyanin Indicator Film for the Accurate Monitoring of Mutton Freshness. *Polymers*, *16*(6). https://doi.org/10.3390/polym16060849

Maharani, I. Pratiwi, dan Y. Sudaryati Soeka. 2003. Komposisi nutrisi, kandungan senyawa bioaktif dan uji hedonik kue tepung ubi ungu (*Ipomoea batatas* cultivar Ayamurasaki) fermentasi. *Jurnal Biologi Indonesia*, *19*(1), 43–56.

Mahmudatussa'adah, A., D. Fardiaz, N. Andarwulan, dan F. Kusnandar. 2014. Karakteristik warna dan aktivitas antioksidan antosianin ubi jalar ungu. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, *25*(2), 176–184.

Maryuni, A. E., S. Mangiwa, dan W. K. Dewi. 2018. Karakterisasi bioplastik dari karaginan dari rumput laut merah asal kabupaten biak yang dibuat dengan metode *blending* menggunakan pemlastis sorbitol. *Jurnal Avogadro*, *2*(1), 9–16.

Mawarni, R. P., F. W. Mahatmanti, Harjono, dan M. Alauhdin. 2024. Biopolymers of chitosan-anthocyanin from purple sweet potatoes (*Ipomoea Batatas* L.) extract and their interaction with formalin. *J. Chem. Sci*, *13*(1), 71–83.

Merz, B., C. Capello, G. C. Leandro, D. E. Moritz, A. R. Monteiro, dan G. A. Valencia. 2020. A novel colorimetric indicator film based on chitosan, polyvinyl alcohol and anthocyanins from jambolan (*Syzygium cumini*) fruit for monitoring shrimp freshness. *International Journal of Biological Macromolecules*, *153*, 625–632.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Miao, Y., Z. Chen, J. Zhang, N. Li, Z. Wei, Y. Zhang, X. Wu, J. Liu, Q. Gao, X. Sun, Q. Sun, dan J. Zhang. 2023. Exopolysaccharide riclin and anthocyanin-based composite colorimetric indicator film for food freshness monitoring. *Carbohydrate Polymers*, *314*, 1–16.

Mierza, V., B. N. Annisa, A. E. Agustin, C. N. Sa'adah, F. Prasetyo, dan C. F. Lubis. 2022. Standardization of Anthocyanin Compounds in Plants in Indonesia: Literature Review. *Jurnal Eduhealth*, *13*(02), 942–949.

Nadi, M., S. M. A. Razavi, dan D. Shahrampour. (2023). Fabrication of green colorimetric smart packaging based on basil seed gum/chitosan/red cabbage anthocyanin for real-time monitoring of fish freshness. *Food Science and Nutrition*, *11*(10), 6360–6375.

Nettey-Oppong, E. E., R. Muhammad, D. Yoo, S. H. Hwang, A. Ali, C. S. Mwita, H. W. Jeong, S. W. Kim, Y. S. Seok, dan S. H. Choi. 2025. The Use of Biomass-Derived Chitosan for Colorimetric pH Detection. *Photonics*, *12*(3), 1–34.

Nistor, M., R. Pop, A. Daescu, A. Pintea, C. Socaciu, dan D. Rugina. 2022. Anthocyanins as key phytochemicals acting for the prevention of metabolic diseases: an overview. *Molecules*, *27*(13), 1–37.

Nurhayati, T., W. Trilaksani, dan M. Zaenuri, M. 2015. Inhibitor katepsin alami untuk menghambat kemunduran mutu ikan bandeng selama penyimpanan suhu dingin. *Jurnal Ilmu Dan Teknologi Kelautan Tropis*, *7*(2), 521–534.

Nurilmala, M., Nurjanah, A. Fatriani, A. R. Indarwati, dan R. M. Pertiwi. 2021. Kemunduran mutu ikan baronang (*Siganus javus*) pada penyimpanan suhu chilling. *Jurnal Teknologi Perikanan Dan Kelautan*, *12*(1), 93–101.

Nurtiana, W. 2019. Anthocyanin as natural colorant: a review. *Food ScienTech Journal*, *1*(1), 1.

Patrisiya, B., N. Oktavia, M. N. Zhorif, dan A. D. Priyanto. 2023. Effect of chitooligosaccharide characteristics from several types of shells on prebiotic activity : a brief review. *Journal of Tropical Food and Agroindustrial Technology*, *4*(02), 37–45.

Pires, A. F., O. Díaz, A. Cobos, dan C. D. Pereira. 2024. A review of recent developments in edible films and coatings–focus on whey-based materials. *Foods*, *13*(16), 1–24.

Pooja, N., S. Banik, I. Chakraborty, H. C. Sudeeksha, S. S. Mal, P. Srisungsitthisunti, A. Patil, K. K. Mahato, dan N. Mazumder. 2024. Comparative analysis of biopolymer films derived from corn and potato starch with insights into morphological, structural and thermal properties. *Discover Sustainability*, *5*(1), 1–19.

Pramesti, S. T., Khabibi, dan N. B. A. Prasetya. 2012. Pemanfaatan kitosan termodifikasi asam askorbat sebagai adsorben ion Logam Besi(III) dan Kromium(III). *Jurnal Kimia Sains dan Aplikasi*, *15*(2), 70–75.

Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran
Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Prietto, L., T. C. Mirapalhete, V. Z. Pinto, J. F. Hoffmann, N. L. Vanier, L. T. Lim, A. R. G. Dias, dan E. da R. Zavareze. 2017. pH-sensitive films containing anthocyanins extracted from black bean seed coat and red cabbage. *LWT*, *80*, 492–500.

Priska, M., N. Peni, L. Carvallo, dan Y. D. Ngapa. 2018. Review: antosianin dan pemanfaatannya. *Cakra Kimia*, *6*(2), 79–97.

Puspitasari, A. W., U. Sasole, I. B. Hismayasari, Ernawati, A. S. Abadi, dan D. Nurhasanah. 2022. Kemunduran mutu ikan nila (*Oreochromis niloticus*) segar pada suhu ruang. *Jurnal Ilmu Perikanan Dan Kelautan*, *4*(2), 72–77.

Pustiari, P. A., N. P. E. Leliqia, dan N. P. A. D. Wijayanti. 2014. Penentuan rendemen antosianin total ekstrak kulit buah manggis (*Garcinia mangostana* L.) dengan pengeringan oven. *Jurnal Farmasi Udayana*, *3*(2), 9–12.

Putra, R. A. 2021. Ekstraksi antosianin ubi jalar ungu (*Ipomea batatas* L.) Dengan beberapa tingkat konsentrasi etanol. Universitas Jambi.

Qin, Y., Y. Liu, H. Yong, J. Liu, X. Zhang, dan J, Liu. 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.

Qin, Y., Y. Wang, Z. Tang, K. Chen, Z. Wang, G. Cheng, H. Chi, dan T. Soteyome. 2024. A pH-sensitive film based on chitosan/gelatin and anthocyanin from *Zingiber striolatum* diels for monitoring fish freshness. *Food Chemistry: X*, *23*, 1–10.

Rahayu, P., dan Khabibi. 2016. Adsorpsi ion logam Nikel(II) oleh kitosan termodifikasi tripolifosfat. *Jurnal Kimia Sains Dan Aplikasi*, *19*(1), 21–26.

Rahmawati, P. A., D. Muthi, A. Dewi, M. Luthfi, dan F. Hanif. 2024. Pemanfaatan edible film dan edible coating sebagai eco friendly packaging pengganti kemasan sintetis. *Journal Agrifoodtech*, *3*(1), 9–21.

Rahmawati, S., N. Hikma, S. Aminah, A. W. M. Diah, dan Magfirah. 2024. Evaluating *Torenia fournieri* flower extract as a natural acid-base titration indicator. *International Journal of Design and Nature and Ecodynamics*, *19*(2), 497–503.

Ramadhani, A. A., dan Firdhausi, N. F. 2021. Potensi limbah sisik ikan sebagai kitosan dalam pembuatan bioplastik. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*, *6*(2), 90–95.

Rismiarti, Z. 2022. Optimasi pelarut ekstraksi antosianin dari ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L. Poir) untuk deteksi boraks dalam makanan. *Atmosphere*, *3*(1), 8–13.

Rochima, E. 2007. Karakterisasi kitin dan kitosan asal limbah rajungan cirebon jawa barat. *10*(1), 9–22.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Rohaeti, E., E. W. Laksono, dan A. Rakhmawati. 2018. Mechanical properties and antibacterial activity of cellulose composite based coconut water with addition of glycerol, chitosan, and silver nanoparticle. *Oriental Journal of Chemistry*, *34*(3), 1341–1349.

Rohmah, A. A. Z., A. N. A. Fajrin, dan S. Gunawan. 2022. Aplikasi kitosan berbasis kulit udang sebagai alternatif subtitusi lilin pelapis dalam rangka peningkatan umur simpan buah-buahan: a review. *Halal Research Journal*, *2*(2), 120–136.

Roy, S., dan Rhim, J. W. 2019. Preparation of carrageenan-based functional nanocomposite films incorporated with melanin nanoparticles. *Colloids and Surfaces B: Biointerfaces*, *176*, 317–324.

Saati, E. A., R. Theovilla, B. Simon, dan Aulanni. 2011. Optimalisasi fungsi pigmen bunga mawar sortiran sebagai zat pewarna alami dan bioaktif pada beberapa produk industri. *Jurnal Teknik Industri*, *12*(2), 133–140.

Safitry, A., M. Pramadani, W. Febriani, A. Achyar, dan R. F. Biologi. 2021. Uji organoleptik tempe dari kacang kedelai (*Glycine max*) dan kacang merah (*Phaseolus vulgaris*). *Prosiding SEMNAS BIO*, 358–368.

Sahumena, M. H., Suryani, S., & Pratiwi, W. (2023). Preparasi dan Karakterisasi Sistem Pembawa Liposom dari Ekstrak Etanol Daun Miana (Coleus atropurpureus L. Benth). *Indonesian Journal of Pharmaceutical Education*, *3*(2).

Samber, L. N., H. Semangun, dan B. Prasetyo. 2013. Karakteristik antosianin sebagai pewarna alami. *Proceeding Biology Education Conference: Biology, Science, Environmental, and Learning*, *10*(3), 68–71.

Sampebarra, A. L. 2018. Karakteristik zat warna antosianin dari biji kakao non fermentasi sebagai sumber zat warna alam. *Jurnal Industri Hasil Perkebunan*, *13*(1), 63–70.

Santoni, A., D. Darwis, dan S. Syahri. 2013. Isolasi antosianin dari buah pucuk merah (*Syzygium campanulatum* korth.) serta pengujian antioksidan dan aplikasi sebagai perwarna alami. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*, 1–10.

Santoso, V. R., R. Pramitasari, dan D. S. B. Anugrah, D. S. B. 2023. Development of indicator film based on cassava starch–chitosan incorporated with red dragon fruit peel anthocyanins–gambier catechins to detect banana ripeness. *Polymers*, *15*(17), 1–18.

Saputri, D. R., Y. L. Listyadevi, M. T. Adiwibowo, D. Damayanti, W. A. Auriyani, Y. Fahni, A. Sanjaya, F. Yusupandi, R. Yuniarti, F. A. Zega, F. R. Ikhlas, dan F. R. Ikhlas. 2023. The effect of pH on the color change of anthocyanin compound from butterfly pea flower extract (*Clitoria ternatea*). *Communication in Food Science and Technology*, *2*(2), 54–60.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Saputro, A. N. C., dan Ovita, A. L. (2017). Synthesis and characterization of bioplastic from chitosan-ganyong starch (*Canna edulis*). *Jurnal Kimia Dan Pendidikan Kimi)*, *2*(1), 13.

Sari, P., C. H. Wijaya, D. Sajuthi, dan U. Supratman. 2009. Identifikasi antosianin buah duwet (*Syzygium cumini*) menggunakan kromatografi cair kinerja tinggi-diode array detection. *Jurnal Teknologi Dan Industri Pangan*, *10*(2), 102–108.

Scott, H. R., C. J. Pearson, L. C. Ealley, B. M. Boardman, dan G. M. Peters. 2024. Tuning glycerol plasticization of chitosan with boric acid. *International Journal of Biological Macromolecules*, *258*, 1–8.

Setyorini, D. 2021. Kinetika ekstraksi karaginan eucheuma cottonii menggunakan air subkritis sebagai pelarut. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Industri (SNTI)*, *8*(1), 409–414.

Shaik, M. I., M. F. Azhari, dan N. M. Sarbon. 2022. Gelatin-based film as a color indicator in food-spoilage observation: a review. *Foods*, *11*(23), 3797.

Sipahutar, Y. H., M. R. Suryanto, H. K. Ramli, R. B. Pratama, dan M. Irsyad. 2020. Laju melanosis udang vanamei (*Litopenaeus vannamei*) pada tambak intensif dan tambak tradisional di Kabupaten Bulukumba, Sulawesi Selatan. *Prosiding Simposium Nasional VII Kelautan Dan Perikanan 2020*, 31–41.

Sjamsiah, J. Saokani, dan Lismawati. 2017. Karakteristik edible film dari pati kentang (*Solanum tuberosum* L.) dengan penambahan gliserol. *Al-Kimia*, *5*(2), 181–192.

Srivastava, S., R. Sinha, dan D. Roy. 2004. Toxicological effects of malachite green. *Aquatic Toxicology*, *66*(3), 319–329.

Sugumaran, S., dan Bellan, C. S. 2014. Transparent nano composite PVA-TiO2 and PMMA-TiO2 thin films: Optical and dielectric properties. *Optik*, *125*(18), 5128–5133.

Suhandana, M., dan Nurhayati, T. 2018. Kadar total volatile base, glikogen, katepsin dan *water holding capacity* daging ikan nila (*Oreochromis niloticus*) pada fase kemunduran mutu. *Marinade*, *1*(1), 27–35.

Suprayitno, E. 2020. Kajian kesegaran ikan di pasar tradisional dan modern kota malang. *Journal of Fisheries and Marine Research*, *4*(2), 289–295.

Syafitri, Metusalach, dan Fahrul. 2016. Studi kualitas ikan segar secara organoleptik yang dipasarkan di kabupaten jeneponto. *Jurnal IPTEKS PSP*, *3*(6), 544–552.

Tan, S., C. Zhou, P. Rao, H. Tan, dan J. Wang. 2025. Antioxidant pH-sensitive films incorporating CMC/SA/starch, anthocyanins, and tea polyphenols for monitoring freshness of pork. *Meat Science*, *225*, 1–9.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Thévenot, D. R., K. Toth, R. A. Durst, dan G. S. Wilson. 2001. Electrochemical biosensors: recommended definitions and classification. In *Biosensors & Bioelectronics* (Vol. 16).

Trouillas, P., J. C. Sancho-García, V. De Freitas, J. Gierschner, M. Otyepka, dan O. Dangles. 2016. Stabilizing and modulating color by copigmentation: insights from theory and experiment. *Chemical Reviews*, *116*(9), 4937–4982.

Tuslinah, L., F. Gustaman, M. Rohimah, dan D. Silviani. 2021. Perbandingan stabilitas antosianin ekstrak etanol *Etlingera elatior* (Jack) R.M. Sm. dengan kopigmentasi asam tartrat dan asam galat. *Jurnal Farmasi Sains Dan Praktis*, *7*(3), 233–240.

Uge, N. R., P. N. S. Maspeke, dan S. A. Liputo. 2021. Kajian proses pembuatan edible film dengan penambahan gliserol dari pati jagung motorokiki (*Zea Mays* L.) termodifikasi. *Jambura Journal of Food Technology*, *3*(1), 19–29.

Viscusi, G., E. Lamberti, F. Angilè, L. Di Stasio, C. Gerardi, G. Giovinazzo, G. Vigliotta, dan G. Gorrasi. 2025. Smart pH-sensitive indicators based on rice starch/pectin/alginate loading Lambrusco pomace extract and curcumin to track the freshness of pink shrimps. *International Journal of Biological Macromolecules*, *291*, 1–16.

Wardani, N. I., W. Alahmad, dan P. Varanusupakul. 2024. A review of utilizing anthocyanins as natural reagents for eco-friendly solid-state colorimetric sensors: A green perspective. *Green Analytical Chemistry*, *9*, 100117.

Wati, G. A. S. W. T., L. Suriati, dan A. A. M. Semariyani. 2023. Karakteristik fisiko kimia edible film pulp kopi dengan penambahan kitosan. *Prosiding Seminar Nasional Pertanian*, *3*(2), 1–11.

Wei, Y. C., C. H. Cheng, Y. C. Ho, M. L. Tsai, dan F. L. Mi. 2017. Active gellan gum/purple sweet potato composite films capable of monitoring pH variations. *Food Hydrocolloids*, *69*, 491–502.

Widyastutik, Yunita, Hardani, P. Trida, dan D. P. Sari. 2022. Optimasi Perbandingan Pelarut dan Lama Maserasi terhadap Kadar Total Antosianin Ekstrak Jantung Pisang (*Musa acuminata* x *Musa balbisiana*). *Jurnal Farmasi Indonesia*, *19*(2), 167–175.

Winiati, W., T. Wahyudi, I. Kurniawan, dan R. Yulina Balai. 2012. Peningkatan sifat mekanik serat kitosan melalui proses plastisisasi dengan gliserol setelah proses dehidrasi dengan metanol. *Jurnal Ilmiah Arena Tekstil*, *27*(2), 79–86.

Wu, C., J. Sun, P. Zheng, X. Kang, M. Chen, Y. Li, Y. Ge, Y. Hu, dan J. Pang. 2019. Preparation of an intelligent film based on chitosan/oxidized chitin nanocrystals incorporating black rice bran anthocyanins for seafood spoilage monitoring. *Carbohydrate Polymers*, *222*.

UNIVERSITAS
GADJAH MADA
Formulasi Matriks Biosensor Antosianin Berbahan Dasar Kitosan-Karagenan sebagai Indikator Kesegaran Udang
FERDIAN NUR HADI, Dr. Prihati Sih Nugraheni. S.Pi., M.P.
Universitas Gadjah Mada, 2025 | Diunduh dari http://etd.repository.ugm.ac.id/

Xavier, M. F., T. J. Lopes, M. G. N. Quadri, dan M. B. Quadri. 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.

Xia, W., P. Liu, J. Zhang, dan J. Chen. 2011. Biological activities of chitosan and chitooligosaccharides. *Food Hydrocolloids*, *25*(2), 170–179.

Xie, Y., X. Niu, J. Yang, R. Fan, J. Shi, N. Ullah, X. Feng, dan L. Chen. 2020. Active biodegradable films based on the whole potato peel incorporated with bacterial cellulose and curcumin. *International Journal of Biological Macromolecules*, *150*, 480–491.

Yao, X., D. Yun, F. Xu, D. Chen, dan J. Liu. 2022. Development of shrimp freshness indicating films by immobilizing red pitaya betacyanins and titanium dioxide nanoparticles in polysaccharide-based double-layer matrix. *Food Packaging and Shelf Life*, *33*, 13.

Yapen, M., B. E. Kaseger, dan N. Taher. 2014. Analisa kadar air dan uji organoleptik pada ikan mujair (*Oreochcromis mossambicus*) di pasar bresehati. *Jurnal Media Teknologi Hasil Perikanan*, *2*(2), 71–74.

Yong, H., dan 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*, 1–17.

Yudiono, K. 2011. Ekstraksi antosianin dari ubijalar ungu (*ipomoea batatas* cv. ayamurasaki) dengan teknik ekstraksi subcritical water. *Jurnal Teknologi Pangan*, *2*(1), 1–30.

Yusuf, M., S. Indriati, dan N. F. U. Attahmid. 2018. Karakterisasi antosianin kubis merah sebagai indikator pada kemasan cerdas. *Jurnal Galung Tropika*, *7*(1), 46–55.

Zarina, S., dan Ahmad, I. 2015. Biodegradable composite films based on κ-carrageenan reinforced by cellulose nanocrystal from kenaf fibers. *BioResources*, *10*(1), 256–271.

Zhang, K., T. S. Huang, H. Yan, X. Hu, dan T. Ren. 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, P., Y. Li, S. Chong, S. Yan, R. Yu, R. Chen, J. Si, dan X. Zhang. 2022. Identification and quantitative analysis of anthocyanins composition and their stability from different strains of *Hibiscus syriacus* L. flowers. *Industrial Crops and Products*, *177*, 1–13.