



AKTIVITAS ANTIMIKROBA BUNGA PISANG (*Musa* spp.): TINJAUAN LITERATUR BERBASIS SENYAWA BIOAKTIF

Nia Ulfa Madani^{1*}

¹Program Studi Teknologi Pangan, Institut Teknologi dan Kesehatan Aspirasi, Lombok Timur, Indonesia

Article Information

Article history:

Received 10 January 2026

Approved 15 January 2026

Keywords:

Bunga Pisang, *Musa* spp,
Antibakteri, antijamur,
senyawa bioaktif

ABSTRACT

Banana flowers (*Musa* spp.) are plant parts rich in phytochemicals and contain various bioactive compounds, including phenolics, flavonoids, anthocyanins, bioactive proteins, phytosterols, triterpenoids, and dietary fiber. This review assesses the antimicrobial activity of banana flowers based on literature published between 2017 and 2025. A descriptive–qualitative analysis was conducted to examine the relationship between the bioactive compound profile and antimicrobial potential against bacteria and fungi. The findings indicate that phenolics and flavonoids are the dominant compounds contributing to antibacterial and antifungal activities, followed by protein fractions and lipophilic compounds. Reported antibacterial activity generally exhibited a stronger response against Gram-positive bacteria, with *Staphylococcus aureus* being the most frequently investigated model organism, while antifungal potential was observed against *Aspergillus* species. The proposed bioactive mechanisms include disruption of cell membrane integrity, increased permeability, enzyme inhibition, and interference with cellular metabolism. Overall, these findings suggest that banana flowers have promising potential as natural antimicrobial agents for applications in functional foods and health, although further comprehensive studies are still required.

ABSTRAK

Bunga pisang (*Musa* spp.) merupakan bagian tanaman yang kaya akan fitokimia dan mengandung berbagai senyawa bioaktif, termasuk fenolik, flavonoid, antosianin, protein bioaktif, fitosterol, triterpenoid, dan serat pangan. Tinjauan ini mengevaluasi aktivitas antimikroba bunga pisang berdasarkan literatur yang dipublikasikan pada periode 2017–2025. Analisis dilakukan secara deskriptif-kualitatif untuk menelaah keterkaitan antara komposisi senyawa bioaktif dengan kemampuan antimikroba terhadap bakteri dan jamur. Hasil kajian menunjukkan bahwa fenolik dan flavonoid merupakan senyawa dominan yang berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri dan antijamur, diikuti oleh fraksi protein serta senyawa lipofilik. Aktivitas antibakteri yang dilaporkan umumnya menunjukkan respons kuat terhadap bakteri Gram positif, dengan *Staphylococcus aureus* sebagai organisme model yang paling sering diuji, sedangkan potensi antijamur teramati pada spesies *Aspergillus*. Mekanisme bioaktif yang diusulkan meliputi gangguan

struktur membran sel, peningkatan permeabilitas, inhibisi enzim, dan hambatan terhadap proses metabolisme. Secara keseluruhan, temuan ini menegaskan bahwa bunga pisang berpotensi dikembangkan sebagai sumber senyawa antimikroba alami untuk aplikasi dalam pangan fungsional dan kesehatan, meskipun diperlukan penelitian lanjutan yang lebih komprehensif.

© 2022 SAINTEKES

*Corresponding author email: ulva.madani01@gmail.com

PENDAHULUAN

Pisang (*Musa* spp.) merupakan komoditas tropis dengan produksi dan nilai ekonomi tinggi (Gayathry & John, 2024; Zou *et al.*, 2022). Namun, proses produksi dan konsumsi menghasilkan limbah, seperti batang semu, daun, kulit buah, dan bunga pisang. Di antara bagian tersebut, bunga pisang (*banana inflorescence*) masih kurang dimanfaatkan dan sering dibuang, meskipun secara tradisional telah digunakan sebagai bahan pangan dan pengobatan di beberapa negara (Lau *et al.*, 2020; Senevirathna & Karim, 2024). Kondisi ini menyebabkan pemborosan dan menjadi tantangan bagi keberlanjutan pengelolaan sumber daya pangan.

Beberapa studi menunjukkan bahwa bunga pisang kaya akan senyawa bioaktif, termasuk fenolik, flavonoid, antosianin, saponin, steroid, fitosterol, protein bioaktif, dan serat pangan. Berbagai analisis kromatografi, seperti HPLC, LC-MS, dan UPLC-PDA, mengidentifikasi senyawa penting seperti asam galat, asam protokatekuat, asam trans-sinamat, asam ferulat, epikatekin, asam siringat, kaempferol, serta berbagai antosianin pada beragam kultivar bunga pisang (Gayathry & John, 2024; Oktaviani *et al.*, 2025; Senevirathna & Karim, 2024; Silva *et al.*, 2025). Kandungan senyawa bioaktif dapat berbeda tergantung varietas, bagian bunga, metode pengeringan, dan teknik ekstraksi.

Berdasarkan profil senyawa bioaktifnya, bunga pisang menunjukkan berbagai aktivitas biologis, terutama aktivitas antioksidan.

Aktivitas ini dibuktikan melalui metode DPPH, ABTS, FRAP, dan uji penangkapan radikal lainnya, baik pada ekstrak maupun produk pangan berbasis bunga pisang (Amornlerdpison *et al.*, 2020; Panyayong & Srikaeo, 2022; Rodrigues *et al.*, 2020). Selain itu, bunga pisang juga menunjukkan potensi aktivitas antidiabetes, antiinflamasi, antikanker, osteogenik, dan neuroprotektif, sehingga berpotensi dikembangkan sebagai bahan pangan fungsional dan nutrasetikal (Rai *et al.*, 2021; Senevirathna *et al.*, 2024; Sutjiatmo *et al.*, 2021).

Sebaliknya, kajian mengenai aktivitas antimikroba bunga pisang masih terbatas dan belum dirangkum secara komprehensif. Beberapa studi melaporkan bahwa protein bunga pisang yang mengandung asam amino aromatik, seperti tirosin dan triptofan, serta ikatan amida berkontribusi terhadap aktivitas antibakteri pada bakteri Gram positif dan Gram negatif (Sitthiya *et al.*, 2018). Selain itu, senyawa fenolik, flavonoid, dan antosianin diketahui memiliki mekanisme antimikroba melalui gangguan membran sel, inaktivasi enzim, dan denaturasi protein, mengindikasikan potensi aktivitas antimikroba yang masih belum dikaji secara optimal (Ambujakshan & Baskaran, 2025; Gayathry & John, 2024; Senevirathna *et al.*, 2024).

Oleh karena itu, tinjauan ini merangkum laporan mengenai aktivitas antimikroba bunga pisang (*Musa* spp.) berdasarkan senyawa bioaktifnya. Kajian difokuskan pada kelompok

senyawa utama yang berkontribusi terhadap aktivitas antimikroba. Temuan ini diharapkan memberikan gambaran mengenai potensi bunga pisang sebagai sumber antimikroba alami.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini menggunakan pendekatan tinjauan literatur untuk menelaah aktivitas antimikroba bunga pisang (*Musa spp.*) berdasarkan kandungan senyawa bioaktifnya. Literatur yang dianalisis meliputi artikel penelitian dan ulasan terbitan 2017–2025 yang membahas senyawa fenolik, flavonoid, antosianin, protein bioaktif, serat fungsional, serta aktivitas biologis terkait. Seluruh literatur dianalisis secara deskriptif-kualitatif untuk menghubungkan profil senyawa bioaktif dengan potensi aktivitas antimikroba bunga pisang.

HASIL DAN PEMBAHASAN

1. Profil Senyawa Bioaktif Bunga Pisang

Bunga pisang (*banana inflorescence*) dikenal sebagai sumber senyawa bioaktif dengan komposisi kimia yang kompleks dan beragam. Berbagai studi melaporkan bahwa bagian tanaman ini mengandung kelompok senyawa polar dan non-polar, termasuk polifenol, flavonoid, fitosterol, triterpenoid, asam lemak, serta komponen serat pangan fungsional. Keberagaman komponen tersebut menjadikan bunga pisang berpotensi dikembangkan sebagai bahan pangan fungsional dan sumber senyawa bioaktif alami (Lau *et al.*, 2020).

Polifenol dilaporkan sebagai kelompok senyawa dominan dalam bunga pisang, yang tersusun atas asam fenolat dan flavonoid. Asam fenolat utama yang teridentifikasi meliputi gallic acid, protocatechuic acid, vanillic acid, syringic acid, ferulic acid, p-coumaric acid, caffeic acid, chlorogenic acid, dan sinapic acid, yang menunjukkan dominasi fenolik sederhana dalam profil kimianya (Senevirathna & Karim, 2024; Silva *et al.*, 2025). Senyawa-senyawa tersebut masih terdeteksi pada ekstrak dan

produk mikroenkapsulasi, meskipun mengalami penurunan kadar akibat proses pengolahan (Gayathry & John, 2024).

Selain asam fenolat, fraksi flavonoid merupakan komponen penting lain dalam bunga pisang. Berbagai flavonoid seperti catechin, epicatechin, quercetin, rutin, isoquercetin, hesperidin, dan epigallocatechin gallate merupakan komponen penting bunga pisang. Catechin dan isoquercetin dilaporkan sebagai flavonoid dominan pada bunga pisang kering, dengan senyawa fenolik lain terdeteksi dalam jumlah lebih rendah (Amornlerdpison *et al.*, 2020). Komposisi dan konsentrasi flavonoid bervariasi antar varietas serta dipengaruhi oleh metode ekstraksi, di mana ultrasound-assisted extraction dilaporkan meningkatkan perolehan senyawa fenolik dan memungkinkan deteksi senyawa lain seperti serotonin dan L-tryptophan (Oktaviani *et al.*, 2025).

Distribusi senyawa bioaktif bunga pisang dipengaruhi oleh bagian jaringan yang digunakan, di mana ekstrak bunga jantan dilaporkan memiliki kandungan fenolik dan flavonoid lebih tinggi dibandingkan braktea dan rachis (Rodrigues *et al.*, 2020). Selain komponen fenolik, bunga pisang juga mengandung senyawa lipofilik, terutama fitosterol seperti β -sitosterol, campesterol, dan stigmasterol, yang menunjukkan keberadaan senyawa bioaktif non-polar (Lau *et al.*, 2020). Fraksi lipofilik tersebut juga dilaporkan mengandung triterpenoid, termasuk turunan cycloartane, sehingga memperkaya keragaman senyawa bioaktif bunga pisang (Zou *et al.*, 2022).

Di samping itu, serat pangan merupakan komponen penting lain dalam bunga pisang, dengan fraksi serat larut yang kaya galaktosa dan serat tidak larut yang didominasi xilosa sebagai indikasi keberadaan hemiselulosa tipe xilan (Ambujakshan & Baskaran, 2025). Kombinasi polifenol, flavonoid, fitosterol, triterpenoid, dan serat pangan membentuk profil

fitokimia yang kompleks dan saling melengkapi. Keragaman senyawa tersebut mendasari berbagai aktivitas biologis bunga pisang yang telah dilaporkan, termasuk aktivitas antioksidan, antiinflamasi, dan antimikroba (Zou *et al.*, 2022).



Gambar 1. Senyawa Bioaktif Bunga Pisang

2. Aktivitas Antimikroba Bunga Pisang

Aktivitas antimikroba bunga pisang telah dilaporkan secara luas dalam berbagai penelitian, baik yang berkaitan dengan fraksi protein maupun metabolit sekundernya. Sitthiya *et al.* (2018), melaporkan bahwa protein bunga pisang hasil ekstraksi alkali menunjukkan aktivitas antibakteri terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif berdasarkan uji difusi sumur, dengan *Staphylococcus aureus* menunjukkan tingkat sensitivitas yang lebih tinggi dibandingkan *Escherichia coli*, terutama pada konsentrasi rendah. Perbedaan respons ini dikaitkan dengan karakteristik dinding sel bakteri, di mana bakteri Gram positif yang tidak memiliki membran luar cenderung lebih rentan terhadap protein dan peptida antimikroba bermuatan kationik (Sitthiya *et al.*, 2018).

Selain fraksi protein, aktivitas antibakteri bunga pisang juga berhubungan erat dengan kandungan metabolit sekundernya, khususnya senyawa fenolik dan flavonoid. Tin *et al.* (2020), melaporkan bahwa fraksi polar bunga pisang (*Musa acuminata* × *balbisiana*) menunjukkan aktivitas antibakteri yang kuat terhadap *Staphylococcus aureus* dengan nilai MIC yang rendah, serta mengidentifikasi proantosianidin dengan unit utama epigallocatechin sebagai

senyawa aktif. Temuan tersebut didukung oleh Correa *et al.* (2017), yang menunjukkan bahwa ekstrak bunga pisang yang diperoleh menggunakan pelarut polar, seperti etanol dan metanol, memiliki aktivitas antibakteri yang lebih tinggi dibandingkan ekstrak non-polar, terutama terhadap bakteri Gram positif, yang menegaskan peran dominan senyawa fenolik dalam aktivitas antimikroba.

Kecenderungan ini juga dilaporkan oleh Nhon *et al.* (2025), melalui evaluasi aktivitas antimikroba berbagai bagian *Musa balbisiana* menggunakan metode MIC dan MBC. Meskipun aktivitas antibakteri ekstrak bunga relatif lebih rendah dibandingkan bagian biji dan bonggol, ekstrak bunga tetap menunjukkan kemampuan menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif maupun Gram negatif, dengan peningkatan aktivitas seiring bertambahnya konsentrasi ekstrak, yang mencerminkan aktivitas antibakteri pada tingkat sedang. Selain itu, ekstrak bunga pisang juga dilaporkan memiliki potensi antijamur terhadap *Aspergillus niger* dan *Aspergillus flavus*, di mana peningkatan konsentrasi ekstrak diikuti oleh peningkatan daya hambat. Aktivitas antijamur tersebut dikaitkan dengan keberadaan senyawa bioaktif, terutama polifenol dan saponin, yang berperan dalam merusak integritas membran sel jamur serta mengganggu fungsi metabolisme seluler (Nhon *et al.*, 2025).

3. Mekanisme Antimikroba Bunga Pisang

Mekanisme kerja senyawa bioaktif, terutama senyawa fenolik yang berasal dari bahan alami seperti bunga pisang, sampai saat ini belum sepenuhnya diketahui. Namun, berbagai penelitian menunjukkan bahwa aktivitas antimikroba senyawa fenolik umumnya berkaitan dengan kemampuannya merusak membran sel mikroba. Paparan senyawa fenolik dapat meningkatkan permeabilitas membran sel, yang pada awalnya bersifat sementara, tetapi dapat berkembang menjadi kerusakan permanen. Akibatnya,

komponen penting di dalam sel keluar, sehingga sel mikroba mengalami kematian (Rempe *et al.*, 2017).

Interaksi senyawa fenolik dengan sel mikroba sangat dipengaruhi oleh struktur kimianya, terutama gugus hidroksil ($-OH$) dan sifat hidrofobisitas yang memungkinkan senyawa ini membentuk ikatan hidrogen, menempel pada permukaan sel, menembus membran, serta mengganggu pH dan metabolisme intraseluler. Perbedaan struktur dinding sel menyebabkan respons mikroba yang berbeda, di mana bakteri Gram-negatif umumnya lebih resisten terhadap fenolik hidrofobik karena adanya membran luar sebagai penghalang tambahan. Selain merusak membran, senyawa fenolik juga dapat menghambat faktor virulensi, menurunkan fluiditas membran, mengganggu sintesis asam nukleat dan dinding sel, serta menghambat metabolisme energi. Efektivitas aktivitas antimikroba sangat dipengaruhi oleh jumlah dan posisi gugus hidroksil pada struktur senyawa, dan dalam bentuk tidak terdisosiasi pada pH rendah, asam fenolat mampu melewati lapisan fosfolipid, menurunkan pH intraseluler, serta mengganggu sintesis biomolekul penting (Oulahal & Degraeve, 2022; Takó *et al.*, 2020).

Selain memiliki aktivitas antibakteri, senyawa fenolik juga bersifat antijamur. Senyawa ini dilaporkan mampu menghambat pembentukan glukukan dan kitin yang merupakan komponen utama dinding sel jamur, sehingga struktur sel menjadi tidak stabil. Senyawa fenolik juga dapat merusak membran sel jamur, menyebabkan kebocoran isi sel, serta mengganggu metabolisme asam nukleat melalui gangguan fungsi mitokondria dan enzim metabolik (Liu *et al.*, 2021). Aktivitas antijamur tersebut terutama berkaitan dengan keberadaan gugus hidroksil ($-OH$) dan karbonil ($C=O$) yang memungkinkan terjadinya interaksi kuat dengan protein pada membran sel jamur. Pada berbagai bagian tanaman *Musa balbisiana*, termasuk

bunga, aktivitas antijamur tidak hanya disebabkan oleh satu jenis senyawa fenolik, tetapi juga oleh efek sinergis dari berbagai senyawa bioaktif yang terkandung di dalamnya (Nhon *et al.*, 2025).

SIMPULAN

Bunga pisang mengandung profil fitokimia yang kompleks, terutama polifenol, flavonoid, fitosterol, triterpenoid, dan serat pangan, yang berkontribusi terhadap aktivitas biologisnya. Berbagai penelitian menunjukkan bahwa ekstrak bunga pisang memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri Gram positif dan Gram negatif serta memiliki potensi antijamur, dengan efektivitas yang dipengaruhi oleh komposisi senyawa dan konsentrasi ekstrak. Aktivitas tersebut terutama dikaitkan dengan senyawa fenolik yang bekerja melalui mekanisme gangguan membran sel mikroba, peningkatan permeabilitas, dan gangguan metabolisme intraseluler, serta pada jamur menghambat pembentukan glukukan dan kitin. Secara keseluruhan, keragaman senyawa bioaktif dan mekanisme antimikroba yang relevan menunjukkan bahwa bunga pisang berpotensi dikembangkan sebagai sumber senyawa bioaktif alami untuk aplikasi di bidang pangan fungsional dan kesehatan.

DAFTAR PUSTAKA

- Ambujakshan, A., & Baskaran, R. (2025). Insoluble and soluble dietary fiber from banana (*Musa spp.* Grand naine) flower and bract as potential functional ingredients: In vitro studies on functional, adsorption and antioxidant properties. *Food Chemistry*, 495, 146334. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2025.146334>
- Amornlerdpison, D., Choommongkol, V., Narkprasom, K., & Yimyan, S. (2020). Bioactive Compounds and Antioxidant Properties of Banana Inflorescence in a Beverage for Maternal Breastfeeding.

- Applied Sciences*, 11(1), 343.
<https://doi.org/10.3390/app11010343>
- Correa, M., Bombardelli, M. C. M., Fontana, P. D., Bovo, F., Messias-Reason, I. J., Maurer, J. B. B., & Corazza, M. L. (2017). Bioactivity of extracts of *Musa paradisiaca* L. obtained with compressed propane and supercritical CO₂. *The Journal of Supercritical Fluids*, 122, 63–69.
<https://doi.org/10.1016/j.supflu.2016.12.004>
- Gayathry, K. S., & John, J. A. (2024). Physical, functional and bioactive properties of microencapsulated powders from banana pseudostem and inflorescence extracts. *Food Production, Processing and Nutrition*, 6(1), 74.
<https://doi.org/10.1186/s43014-024-00251-7>
- Lau, B. F., Kong, K. W., Leong, K. H., Sun, J., He, X., Wang, Z., Mustafa, M. R., Ling, T. C., & Ismail, A. (2020). Banana inflorescence: Its bio-prospects as an ingredient for functional foods. *Trends in Food Science & Technology*, 97, 14–28.
<https://doi.org/10.1016/j.tifs.2019.12.023>
- Liu, Y., Benohoud, M., Galani Yamdeu, J. H., Gong, Y. Y., & Orfila, C. (2021). Green extraction of polyphenols from citrus peel by-products and their antifungal activity against *Aspergillus flavus*. *Food Chemistry: X*, 12, 100144.
<https://doi.org/10.1016/j.fochx.2021.100144>
- Nhon, H. T. N., Dieu, D. K., Dao, D. T. A., & Anh, L. T. H. (2025). Antibacterial and Antifungal Activities of *Musa balbisiana* Parts. *Food Science & Nutrition*, 13(8), e70732.
<https://doi.org/10.1002/fsn3.70732>
- Oktaviani, N. M. D., Harun, M. U., Oktavirina, V., B Prabawati, N., Manikharda, Setyaningsih, W., & Palma, M. (2025). Ultrasound-Assisted Extraction of Antioxidants and Neuroprotective Compounds from Banana Flowers via Simplex-Centroid Solvent Optimization. *BIO Web of Conferences*, 187, 03004.
<https://doi.org/10.1051/bioconf/202518703004>
- Oulahal, N., & Degraeve, P. (2022). Phenolic-Rich Plant Extracts With Antimicrobial Activity: An Alternative to Food Preservatives and Biocides? *Frontiers in Microbiology*, 12, 753518.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2021.753518>
- Panyayong, C., & Srikaeo, K. (2022). Foods from banana inflorescences and their antioxidant properties: An exploratory case in Thailand. *International Journal of Gastronomy and Food Science*, 28, 100436.
<https://doi.org/10.1016/j.ijgfs.2021.100436>
- Rai, R., Kumar, S., Singh, K. B., Khanka, S., Singh, Y., Arya, K., Kanojiya, S., Maurya, R., & Singh, D. (2021). Extract and fraction of *Musa paradisiaca* flower have osteogenic effect and prevent ovariectomy induced osteopenia. *Phytomedicine*, 93, 153750.
<https://doi.org/10.1016/j.phymed.2021.153750>
- Rempe, C. S., Burris, K. P., Lenaghan, S. C., & Stewart, C. N. (2017). The Potential of Systems Biology to Discover Antibacterial Mechanisms of Plant Phenolics. *Frontiers in Microbiology*, 8.
<https://doi.org/10.3389/fmicb.2017.00422>
- Rodrigues, A. S., Kubota, E. H., Da Silva, C. G., Dos Santos Alves, J., Hautrive, T. P., Rodrigues, G. S., & Campagnol, P. C. B. (2020). Banana inflorescences: A cheap raw material with great potential to be used as a natural antioxidant in meat products. *Meat Science*, 161, 107991.
<https://doi.org/10.1016/j.meatsci.2019.107991>
- Senevirathna, N., Hassanpour, M., O'Hara, I., & Karim, A. (2024). Extraction, Isolation, Identification, and Characterization of

- Anthocyanin from Banana Inflorescence by Liquid Chromatography-Mass Spectroscopy and Its pH Sensitivity. *Biomimetics*, 9(11), 702. <https://doi.org/10.3390/biomimetics9110702>
- Senevirathna, N., & Karim, A. (2024). Banana inflorescence as a new source of bioactive and pharmacological ingredients for food industry. *Food Chemistry Advances*, 5, 100814. <https://doi.org/10.1016/j.focha.2024.100814>
- Silva, A. N. M., Oliveira, J. S., Barros, B. C. B., & Feiten, M. C. (2025). Development, characterization, and sensory acceptability of plant-based pâté formulations made of banana inflorescence. *Discover Food*, 5(1), 314. <https://doi.org/10.1007/s44187-025-00618-w>
- Sitthiya, K., Devkota, L., Sadiq, M. B., & Anal, A. K. (2018). Extraction and characterization of proteins from banana (*Musa Sapientum* L) flower and evaluation of antimicrobial activities. *Journal of Food Science and Technology*, 55(2), 658–666. <https://doi.org/10.1007/s13197-017-2975-z>
- Sutjiatmo, A. B., Widowati, W., Sumiati, I., Priestu, T., Arumwardana, S., Kusuma, H. S. W., & Azizah, A. M. (2021). Antioxidant and Anticancer Potential of Raja Bulu Banana Peel and Heart (*Musa acuminata* Colla (AAB group)) Ethanol Extracts in MCF-7 Cell Lines. *Majalah Obat Tradisional*, 26(1), 49. <https://doi.org/10.22146/mot.55333>
- Takó, M., Kerekes, E. B., Zambrano, C., Kotogán, A., Papp, T., Krisch, J., & Vágvölgyi, C. (2020). Plant Phenolics and Phenolic-Enriched Extracts as Antimicrobial Agents against Food-Contaminating Microorganisms. *Antioxidants*, 9(2), 165. <https://doi.org/10.3390/antiox9020165>
- Tin, H. S., Padam, B. S., & Chye, F. Y. (2020). Elucidation of Antibacterial Compounds from Inflorescences of Banana (*Musa balbisiana* cv. Saba) Using Liquid Chromatography-Tandem Mass Spectrometry. *Current Nutrition & Food Science*, 16(7), 1130–1140. <https://doi.org/10.2174/1573401316666200120125601>
- Zou, F., Tan, C., Zhang, B., Wu, W., & Shang, N. (2022). The Valorization of Banana By-Products: Nutritional Composition, Bioactivities, Applications, and Future Development. *Foods*, 11(20), 3170. <https://doi.org/10.3390/foods11203170>