

Uji In Vitro Potensi Prebiotik Kombinasi Pati Kulit Pisang Ambon (*Musa acuminata* AAA) dan Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Lam)

In Vitro Assessment of the Prebiotic Potential of Ambon Banana Peel (*Musa acuminata* AAA) and Purple Sweet Potato *Ipomoea batatas* L. Lam) Starch Combination

Bertha Rusdi^{1,*}, Irene Yuliani Trinita², Umi Yuniarni², Ratih Aryani²

¹Program Studi Pendidikan Profesi Apoteker, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

²Program Studi Farmasi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Bandung, Bandung, Jawa Barat, Indonesia

*Email Korespondensi: bertha.rusdi@unisba.ac.id

Abstrak

Pati kulit pisang Ambon (*Musa acuminata* AAA) dan ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) diketahui memiliki aktivitas prebiotik secara in vitro. Pada penelitian ini dilakukan evaluasi aktivitas prebiotik dari kombinasi pati kulit pisang Ambon dan ubi jalar ungu terhadap pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* dan *Escherichia coli*, yang bertujuan untuk mengetahui apakah potensi prebiotik kombinasi kedua pati lebih baik dibanding pati tunggalnya. Pertumbuhan bakteri uji diamati dengan mengukur selisih nilai serapan pada panjang gelombang 600 nm (OD₆₀₀) setelah biakan ditambahkan pati selama 24 jam serta menghitung nilai Indeks Prebiotik (Prebiotic Index/PI). Hasil penelitian menunjukkan bahwa kombinasi pati 1: 1 menunjukkan sinergi yang positif dalam meningkatkan aktivitas prebiotik dibandingkan dengan pati tunggal. Nilai PI kombinasi adalah sebesar 1,796 sedangkan kulit pisang Ambon adalah 1,03 dan ubi jalar ungu adalah 0,04. Temuan ini mengindikasikan bahwa kombinasi pati kulit pisang Ambon dan ubi jalar ungu berpotensi untuk dikembangkan sebagai suplemen prebiotik dari bahan baku alami.

Kata Kunci: Indeks prebiotik, *Lactobacillus acidophilus*, *Escherichia coli*, ubi jalar ungu, kulit pisang ambon

Abstract

Content Starches from Ambon banana peel (*Musa acuminata* AAA) and purple sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) show in vitro prebiotic activity. This study examined the prebiotic potential of their combined formulation on *Lactobacillus acidophilus* and *Escherichia coli* growth. Bacterial growth was assessed via optical density at 600 nm (OD₆₀₀) after 24 hours, and the Prebiotic Index (PI) was

calculated. The 1:1 starch combination showed a synergistic effect, enhancing prebiotic activity compared to each starch alone. The combination achieved a PI of 1.796, while Ambon banana peel starch and purple sweet potato starch recorded PI values of 1.03 and 0.04, respectively. These results suggest that combining both starches significantly improves prebiotic efficacy, indicating their potential as a natural prebiotic supplement.

Keywords: Prebiotic index, *Lactobacillus acidophilus*, *Escherichia coli*, Purple sweet potato, Ambon banana peel

Diterima: 28 November 2025

Disetujui: 17 Desember 2025

DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v7i6.2596>



Copyright (c) 2025, Jurnal Sains dan Kesehatan (J. Sains Kes.).
Published by Faculty of Pharmacy, University of Mulawarman, Samarinda, Indonesia.
This is an Open Access article under the CC-BY-NC License.

Cara Sitasi:

Rusdi, B., Trinita, I. Y., Yuniarni, U., Aryani, R., 2025. Uji In Vitro Potensi Prebiotik Kombinasi Pati Kulit Pisang Ambon (*Musa acuminata* AAA) dan Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Lam). *J. Sains Kes.*, 7(6). 471-476. DOI: <https://doi.org/10.25026/jsk.v7i6.2596>

1 Pendahuluan

Prebiotik merupakan senyawa pangan yang tidak tercerna oleh sistem pencernaan inang, namun mampu memberikan dampak positif bagi kesehatannya. Senyawa ini bekerja dengan menstimulasi pertumbuhan dan aktivitas mikroorganisme menguntungkan, terutama *Lactobacillus* dan *Bifidobacterium*, sekaligus menekan pertumbuhan mikroorganisme patogen di saluran cerna. Mekanisme tersebut berhubungan dengan kemampuan prebiotik meningkatkan produksi asam lemak rantai pendek (*short-chain fatty acids*/SCFA) yang menurunkan pH usus dan menyediakan sumber energi bagi mikrobiota bermanfaat [1].

Sejumlah penelitian telah menunjukkan bahwa konsumsi prebiotik dapat berkontribusi pada pencegahan dan pengelolaan berbagai gangguan kesehatan, seperti diare, sembelit, penyakit radang usus, gangguan hati, serta peningkatan penyerapan mineral dan kesehatan tulang [2]. Selain itu, peningkatan produksi SCFA yang dihasilkan dari fermentasi

prebiotik diketahui berperan penting dalam regulasi metabolisme karbohidrat, pengendalian berat badan, serta pencegahan penyakit metabolik seperti diabetes melitus tipe II dan penyakit kardiovaskular [3].

Sumber prebiotik banyak ditemukan pada bahan pangan alami seperti sayur, buah, dan umbi-umbian, namun pemanfaatan limbah pangan sebagai sumber prebiotik juga mulai banyak dikembangkan. Salah satu bahan yang berpotensi adalah kulit pisang Ambon (*Musa acuminata* AAA), yang mengandung pati dengan aktivitas prebiotik in vitro. Penelitian terdahulu melaporkan bahwa pati kulit pisang Ambon mampu meningkatkan pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* dan menurunkan populasi *Escherichia coli* [4]. Selain itu, pati dari kulit pisang Ambon juga dilaporkan memiliki aktivitas prebiotik terhadap mikrobiota kulit, yakni menghambat pertumbuhan *Propionibacterium acnes* serta meningkatkan jumlah *Staphylococcus epidermidis*, sehingga berpotensi menjaga keseimbangan mikrobiota kulit [5].

Bahan alami lain yang diketahui memiliki potensi prebiotik adalah ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.), meningkatkan pertumbuhan bakteri menguntungkan *Bifidobacterium* dan *Lactobacillus* secara in vitro [6], [7]. Penelitian sebelumnya juga menunjukkan bahwa oligosakarida dari ubi jalar ungu dapat mendukung pertumbuhan bakteri asam laktat pada produk sinbiotik seperti yoghurt [8].

Melihat potensi keduanya, kombinasi pati kulit pisang Ambon dan pati ubi jalar ungu diduga dapat menghasilkan efek sinergis yang lebih tinggi dibandingkan jika digunakan secara terpisah. Oleh karena itu, penelitian ini dilakukan untuk mengevaluasi aktivitas prebiotik in vitro dari kombinasi kedua sumber pati tersebut terhadap pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* sebagai bakteri probiotik dan *Escherichia coli* sebagai bakteri oportunistik.

Hasil penelitian ini diharapkan dapat memberikan kontribusi ilmiah terhadap pengembangan bahan prebiotik alami berbasis sumber daya lokal, serta menjadi dasar bagi formulasi suplemen prebiotik alami dan produk sinbiotik.

2 Metode Penelitian

2.1 Pembuatan Pati Ubi Jalar Ungu

Umbi ubi jalar ungu diperoleh dari produsen Ubi Cilembu Tawekal Mandiri, Desa Cilembu, Pamulihan, Tanjungsari, Sumedang. Ekstraksi pati dilakukan dengan metode basah menurut [9] dengan modifikasi. Umbi ubi jalar ungu dicuci bersih, dikupas, dan dipotong kecil, kemudian direndam dalam air bersih selama 30 menit. Potongan ubi diblender hingga menjadi bubur halus, lalu diekstraksi dengan penambahan air (1:1 v/v) dan diaduk homogen. Campuran diperas menggunakan kain batis, dan filtrat yang diperoleh diendapkan selama dua hari. Endapan pati kemudian dikeringkan dalam oven pada suhu 60 °C selama tiga hari, digiling, dan diayak menggunakan mesh 80 hingga diperoleh pati halus. Rendemen dihitung berdasarkan persentase berat pati terhadap berat awal sampel.

2.2 Pembuatan Pati Kulit Pisang Ambon

Kulit pisang Ambon (*Musa acuminata* AAA) yang diperoleh dari salah satu produsen

bolu pisang di Kota Bandung. Pembuatan pati kulit pisang mengikuti prosedur [5]. Kulit pisang dipotong kecil, dicuci bersih, lalu dikeringkan dalam oven pada suhu 55,5 °C selama tujuh jam. Setelah kering, sampel direndam semalaman dalam larutan NaOH dan aquadest (1:1 v/v), kemudian dicuci tiga kali dengan aquadest hingga netral. Sampel digiling menggunakan blender berkecepatan tinggi, disaring, dan diendapkan selama satu hari. Endapan pati dikeringkan pada suhu 65 °C selama tiga hari, kemudian dihaluskan dan diayak (mesh 80).

2.3 Uji Aktivitas Prebiotik In Vitro

Bakteri uji yang digunakan adalah *Lactobacillus acidophilus* (ATCC 4356) dan *Escherichia coli* (ATCC 25922) yang diperoleh dari Laboratorium Mikrobiologi Farmasi, Universitas Islam Bandung. Media pertumbuhan bakteri disiapkan dengan melarutkan *Nutrient Agar* (10 g/500 mL) untuk *E. coli* dan *Man Rogosa Sharpe Agar* (31 g/500 mL) untuk *L. acidophilus* dalam aquadest, kemudian disterilisasi menggunakan autoklaf. Media cair uji disiapkan dengan melarutkan *Nutrient Broth* (4 g/500 mL) dan *MRS Broth* tanpa glukosa (14,5 g/500 mL), lalu disterilisasi dengan prosedur yang sama.

Peremajaan bakteri dilakukan dengan menggosokkan *E. coli* pada media miring NA dan *L. acidophilus* pada media miring MRSa, kemudian diinkubasi pada suhu 37 °C selama 18–24 jam. Suspensi bakteri uji dibuat dengan mengambil koloni segar, disuspensikan dalam 100 mL media cair masing-masing, dan kekeruhannya disesuaikan dengan standar McFarland 0,5 ($OD_{600} = 0,08-0,1$ setara $1,5 \times 10^8$ CFU/mL).

Larutan uji pati disiapkan dengan konsentrasi 2% (b/v) untuk masing-masing sampel. Kombinasi dibuat dengan perbandingan 1:1 (0,5% pati ubi jalar ungu + 0,5% pati kulit pisang Ambon). Pengujian dilakukan pada media NB untuk *E. coli* dan MRSB tanpa glukosa untuk *L. acidophilus*. Setiap media (5 mL) ditambahkan suspensi bakteri (5 mL), diinkubasi pada suhu 37 °C selama 24 jam, dan perubahan kekeruhan diukur dengan spektrofotometer UV-Vis (Shimadzu UV-1280 Mini) pada panjang gelombang 600 nm (OD_{600}).

Indeks prebiotik (Prebiotic Index, PI) dihitung berdasarkan persamaan [10] dan [11],

dengan membandingkan peningkatan OD₆₀₀ bakteri probiotik dan penurunan OD₆₀₀ bakteri patogen terhadap kontrol glukosa dan kontrol tanpa glukosa.

2.4 Analisis Data

Semua pengujian dilakukan dalam tiga ulangan. Data hasil pengukuran dianalisis secara statistik menggunakan uji Kruskal-Wallis, dan bila terdapat perbedaan signifikan dilanjutkan dengan uji Tukey untuk menentukan perbedaan nyata antar kelompok perlakuan terhadap kontrol.

3 Hasil dan Pembahasan

Berdasarkan hasil determinasi, sampel yang digunakan teridentifikasi sebagai *Ipomoea batatas* (L.) Lam. atau ubi jalar ungu, dengan nomor sertifikat determinasi (160/IT1.C11.2/TA.00/2024). Adapun sampel kulit pisang Ambon yang digunakan telah ditetapkan pada penelitian sebelumnya sebagai *Musa acuminata* 'AAA' dengan nomor sertifikat (5214/IT1.C11.2/TA.00/2022). Hasil ekstraksi 7,25 kg ubi jalar ungu segar diperoleh 736 g pati dengan rendemen sebesar 10,15%. Nilai ini sedikit lebih rendah dibandingkan hasil penelitian [12] sebesar 12,5%, yang kemungkinan disebabkan oleh perbedaan umur panen dan kondisi tanaman. Sementara itu, dari 5,42 kg kulit pisang Ambon dihasilkan 11,44 g pati (rendemen 0,21%), yang lebih rendah dibandingkan hasil penelitian [4] sebesar 0,67%. Perbedaan rendemen tersebut dapat dipengaruhi oleh tingkat kematangan dan waktu penyimpanan bahan. Menurut [13], kematangan dan lama penyimpanan buah dapat memengaruhi kadar karbohidrat dan keasaman, di mana proses pematangan menyebabkan hidrolisis pati menjadi gula sederhana seperti glukosa dan fruktosa. Meskipun sumber kulit pisang yang digunakan pada penelitian ini sama dengan penelitian [4], namun karena bahan yang digunakan berasal dari limbah industri bolu pisang dengan tingkat kematangan tidak seragam, hal ini diduga menyebabkan variasi hasil rendemen pati [4].

Uji aktivitas prebiotik dilakukan menggunakan metode turbidimetri untuk mengamati pertumbuhan *Lactobacillus acidophilus* (bakteri probiotik) dan *Escherichia coli* (bakteri oportunistik) melalui pengukuran

nilai Optical Density (OD₆₀₀) menggunakan spektrofotometer UV-Vis. Nilai OD₆₀₀ mencerminkan tingkat kekeruhan yang berbanding lurus dengan jumlah sel bakteri [14]

Hasil pengukuran selisih nilai OD₆₀₀ setelah inkubasi 24 jam disajikan pada Tabel I. Secara statistika, terdapat perbedaan yang nyata antara OD₆₀₀ biakan *L. acidophilus* maupun *E. coli* kelompok kontrol dengan kelompok uji. Pada kelompok kontrol, terjadi pertambahan jumlah bakteri *L. acidophilus* dan *E. coli* yang ditandai selisih nilai OD₆₀₀ yang positif. Kontrol positif (glukosa 1%), terjadi peningkatan OD₆₀₀ yang secara statistik signifikan lebih tinggi dibandingkan kontrol negatif maupun uji, menunjukkan bahwa glukosa berperan sebagai substrat energi bagi pertumbuhan kedua jenis bakteri [15], [16]. Sementara itu, kelompok kombinasi pati ubi jalar ungu 0,5% dengan kulit pisang Ambon 0,5% menekan pertumbuhan *E. coli* dan meningkatkan *L. acidophilus*. Hal ini menunjukkan pati secara selektif mampu meningkatkan pertumbuhan bakteri menguntungkan, yang menjadi indikator aktivitas prebiotik. Nilai PI dari kombinasi pati adalah 1,80.

Pada penelitian kami sebelumnya, yang menggunakan pati kulit pisang Ambon dan ubi jalar ungu yang sama dengan penelitian ini, diketahui bahwa pati kulit pisang Ambon memiliki nilai PI sebesar 1,03, sedangkan pati ubi jalar ungu sebesar 0,04 [7]. Dengan membandingkan nilai PI, maka dapat disimpulkan bahwa kombinasi pati memberikan efek sinergis meningkatkan potensi prebiotik dari pati tunggalnya.

Tabel 1 Selisih nilai OD₆₀₀ setelah inkubasi 24 jam

Kelompok	Selisih nilai OD ₆₀₀ (T ₂₄ -T ₀) pada biakan	
	<i>L. acidophilus</i>	<i>E. coli</i>
Kontrol positif	1,932 ± 0,039	0,904 ± 0,007
Kontrol negatif	0,631 ± 0,021	0,236 ± 0,007
Uji	0,710 ± 0,201*	-0,332 ± 0,159*

T₂₄ adalah 24 jam inkubasi. T₀ adalah 0 jam inkubasi. Uji adalah kombinasi pati ubi jalar ungu 0,5% dengan kulit pisang Ambon 0,5%. Tanda asterik(*) menunjukkan perbedaan signifikan dengan kontrol (P < 0,05)

Efek sinergis antara pati kulit pisang Ambon dan pati ubi jalar ungu diduga berkaitan dengan perbedaan struktur granula dan tingkat

resistensi terhadap hidrolisis enzimatis dari masing-masing pati. Pati kulit pisang diketahui memiliki granula berukuran relatif kecil (sekitar 17 μM) dengan struktur kristalin dan kandungan amilosa tinggi, yang menyebabkan pati ini bersifat resisten terhadap hidrolisis [17]. Pada kondisi in vitro, hal ini menyebabkan pati tersebut terfermentasi secara lambat oleh bakteri probiotik, sehingga menyediakan sumber energi yang bertahan lebih lama selama masa inkubasi. Dugaan tersebut didukung hasil penelitian efek prebiotik dari kulit pisang varietas Kluai Namwa Luang (*Musa sapientum* Linn, ABB group) melaporkan bahwa pati dari pisang menunjukkan pertumbuhan *Lactobacillus sp.* meningkat setelah beberapa jam inkubasi [18]. Pada saluran cerna, pati resisten ini difermentasi oleh bakteri probiotik di usus besar menjadi SCFA yang berperan dalam menurunkan pH usus dan mendukung pertumbuhan mikroba menguntungkan [19], [20]. Sebaliknya, pati ubi jalar ungu dilaporkan mengandung *rapidly digestible starch* (RDS) dalam komposisi yang tinggi yaitu 40,66% hingga 85,5% [21]–[23]. RDS adalah pati yang mudah terhidrolisis menjadi glukosa [21], sehingga dapat menyediakan sumber energi yang lebih cepat bagi pertumbuhan awal bakteri probiotik. Kombinasi kedua jenis pati dengan tingkat resistensi berbeda ini memungkinkan tersedianya sumber karbon yang lebih beragam dan berkesinambungan bagi mikroorganisme probiotik, yang pada akhirnya meningkatkan aktivitas prebiotik secara keseluruhan.

4 Kesimpulan

Kombinasi pati kulit pisang Ambon (*Musa acuminata* AAA) dan pati ubi jalar ungu (*Ipomoea batatas* L.) menunjukkan aktivitas prebiotik in vitro yang lebih tinggi dibandingkan penggunaan tunggal. Nilai PI kombinasi keduanya mencapai 1,80, sedangkan pati kulit pisang Ambon dan pati ubi jalar ungu masing-masing memiliki PI sebesar 1,03 dan 0,04. Hasil ini menunjukkan adanya efek sinergis yang meningkatkan pertumbuhan *L. acidophilus* dan menekan *E. coli*, sehingga kombinasi kedua pati berpotensi dikembangkan sebagai sumber alami prebiotik untuk pangan fungsional atau suplemen.

5 Pernyataan

5.1 Ucapan Terima Kasih

Terima kasih kepada Program Studi Pendidikan Profesi Apoteker, Universitas Islam Bandung karena telah memberikan dana untuk penelitian ini (Nomor kontrak: 03/PEN-PKM/IX/2023)

5.2 Penyanggah Dana

Program Studi Pendidikan Profesi Apoteker, Universitas Islam Bandung

5.3 Kontribusi Penulis

Bertha Rusdi berkontribusi dalam merancang penelitian, melakukan supervisi terhadap pelaksanaan eksperimen, dan merevisi manuskrip.

Irene Yuliani Trinita melakukan eksperimen dan menulis draft awal manuskrip.

Umi Yuniarni berperan dalam supervisi eksperimen dan revisi manuskrip.

Ratih Aryani berkontribusi dalam proses revisi manuskrip..

5.4 Konflik Kepentingan

Semua penulis menyatakan bahwa tidak ada konflik kepentingan dalam penelitian ini.

6 Daftar Pustaka

- [1] L. K. Sarao and M. Arora, "Probiotics, prebiotics, and microencapsulation: A review," *Crit. Rev. Food Sci. Nutr.*, vol. 57, no. 2, pp. 344–371, Jan. 2017, doi: 10.1080/10408398.2014.887055.
- [2] G. Oliveira and I. González-Molero, "An update on probiotics, prebiotics and symbiotics in clinical nutrition.," *Endocrinol. y Nutr. organo la Soc. Esp. Endocrinol. y Nutr.*, vol. 63, no. 9, pp. 482–494, Nov. 2016, doi: 10.1016/j.endonu.2016.07.006.
- [3] R. Gyawali, N. Nwamaioha, R. Fiagbor, T. Zimmerman, R. Newman, and S. Ibrahim, "The Role of Prebiotics in Disease Prevention and Health Promotion," 2019, pp. 151–167.
- [4] B. Rusdi and U. Yuniarni, "Prebiotic Activity of Ambon Banana (*Musa acuminata* (AAA Group)'Ambon') Peel Starch Against *Lactobacillus acidophilus* and *Escherichia coli* In Vitro," *FITOFARMAKA J. Ilm. Farm.*, vol. 13, no. 2, pp. 97–104, 2024.
- [5] B. Rusdi, R. Ariyani, and U. Yuniarni, "The Effect of Prebiotic Starch and Pectin from Ambon Banana Peel (*Musa acuminata* aaa) on the Growth of Skin Microbiota Bacteria In Vitro," *Pharmacol. Clin. Pharm. Res.*, vol. 8, no. 2, pp.

- 130–137, 2023, doi: 10.15416/pcpr.v8i3.49261.
- [6] T. M. R. de Albuquerque, M. Magnani, M. D. S. Lima, L. R. C. Castellano, and E. L. de Souza, "Effects of digested flours from four different sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) root varieties on the composition and metabolic activity of human colonic microbiota in vitro.," *J. Food Sci.*, vol. 86, no. 8, pp. 3707–3719, Aug. 2021, doi: 10.1111/1750-3841.15852.
- [7] I. Y. Trinita, B. Rusdi, and U. Yuniarni, "Aktivitas Prebiotik Pati Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L. Lam) dan Kulit Pisang Ambon (*Musa acuminata* AAA) terhadap *Lactobacillus acidophilus* dan *Escherichia coli* Secara In Vitro," *Bandung Conf. Ser. Pharm.*, vol. 4, no. 2, pp. 898–905, 2024, [Online]. Available: <https://doi.org/10.29313/bcsp.v4i2.15050>.
- [8] A. I. N. Tari, C. B. Handayani, and S. Hartati, "Sinbiotik Ekstrak Ubi Ungu dan Probiotik Lokal pada Yogurt: Kesehatan Pencernaan, Hematologi, dan Sistem Imun," *agriTECH*, vol. 40, no. 4, pp. 312–321, 2021.
- [9] I. Irhami, C. Anwar, and M. Kemalawaty, "Karakterisasi Sifat Fisikokimia Pati Ubi Jalar dengan Mengkaji Jenis Varietas Dan Lama Pengeringan," *J. Teknol. Pertan.*, vol. 20, no. 1, pp. 33–44, 2019.
- [10] J. Huebner, R. L. Wehling, A. Parkhurst, and R. W. Hutkins, "Effect of processing conditions on the prebiotic activity of commercial prebiotics," *Int. Dairy J.*, vol. 18, no. 3, pp. 287–293, 2008, doi: <https://doi.org/10.1016/j.idairyj.2007.08.013>.
- [11] S. Di Lodovico *et al.*, "Prebiotic Combinations Effects on the Colonization of Staphylococcal Skin Strains.," *Microorganisms*, vol. 9, no. 1, Dec. 2020, doi: 10.3390/microorganisms9010037.
- [12] Y. Yuliansar, R. Ridwan, and H. Hermawati, "Karakterisasi pati ubi jalar putih, orange, dan ungu," *J. Saintis*, vol. 1, no. 2, pp. 1–13, 2020.
- [13] M. A. Solihin, S. R. P. Sitorus, A. Sutandi, and W. Widiatmaka, "Karakteristik lahan dan kualitas kemanisan ubi jalar Cilembu," *J. Pengelolaan Sumberd. Alam dan Lingkungan. (Journal Nat. Resour. Environ. Manag.*, vol. 7, no. 3, pp. 251–259, 2017.
- [14] P. Mira, P. Yeh, and B. G. Hall, "Estimating microbial population data from optical density," *PLoS One*, vol. 17, no. 10, p. e0276040, Oct. 2022, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0276040>.
- [15] X. Nochebuena-Pelcastre *et al.*, "Development of a low pollution medium for the cultivation of lactic acid bacteria," *Heliyon*, vol. 9, no. 12, Dec. 2023, doi: 10.1016/j.heliyon.2023.e22609.
- [16] O. E. Carreón-Rodríguez, G. Gosset, A. Escalante, and F. Bolívar, "Glucose Transport in *Escherichia coli*: From Basics to Transport Engineering," *Microorganisms*, vol. 11, no. 6, 2023, doi: 10.3390/microorganisms11061588.
- [17] Z. Li, K. Guo, L. Lin, W. He, L. Zhang, and C. Wei, "Comparison of Physicochemical Properties of Starches from Flesh and Peel of Green Banana Fruit.," *Molecules*, vol. 23, no. 9, Sep. 2018, doi: 10.3390/molecules23092312.
- [18] P. Jaiturong *et al.*, "Physicochemical and prebiotic properties of resistant starch from *Musa sapientum* Linn., ABB group, cv. Kluai Namwa Luang," *Heliyon*, vol. 6, no. 12, p. e05789, 2020, [Online]. Available: <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2020.e05789>.
- [19] Y. P. Silva, A. Bernardi, and R. L. Frozza, "The Role of Short-Chain Fatty Acids From Gut Microbiota in Gut-Brain Communication," *Front. Endocrinol. (Lausanne)*, vol. 11, no. January, pp. 1–14, 2020, doi: 10.3389/fendo.2020.00025.
- [20] B. U. Metzler-Zebeli *et al.*, "Resistant starch reduces large intestinal pH and promotes fecal lactobacilli and bifidobacteria in pigs," *Animal*, vol. 13, no. 1, pp. 64–73, 2019, doi: <https://doi.org/10.1017/S1751731118001003>.
- [21] H. Yong, X. Wang, J. Sun, Y. Fang, J. Liu, and C. Jin, "Comparison of the structural characterization and physicochemical properties of starches from seven purple sweet potato varieties cultivated in China," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 120, pp. 1632–1638, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2018.09.182>.
- [22] L. Zhang, L. Zhao, X. Bian, K. Guo, L. Zhou, and C. Wei, "Characterization and comparative study of starches from seven purple sweet potatoes," *Food Hydrocoll.*, vol. 80, pp. 168–176, 2018, doi: <https://doi.org/10.1016/j.foodhyd.2018.02.006>.
- [23] P. T. B. Trung, L. B. B. Ngoc, P. N. Hoa, N. N. T. Tien, and P. Van Hung, "Impact of heat-moisture and annealing treatments on physicochemical properties and digestibility of starches from different colored sweet potato varieties," *Int. J. Biol. Macromol.*, vol. 105, pp. 1071–1078, 2017, doi: <https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2017.07.131>.