

Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dari Yoghurt Komersial YK

Isolation and Characterization of Lactic Acid Bacteria from Commercial Yoghurt YK

Avrielle Mauliaraudhah Farmudya¹⁾, Unaisah¹⁾, Salman Ahmad Torik¹⁾, Megga Ratnasari Pikoli¹⁾

¹⁾Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta
Jl. Ir. H. Djuanda No.95, Ciputat, Tangerang Selatan, Banten, Indonesia 15412
Email: avriellemf.05@gmail.com

ABSTRAK

Yoghurt merupakan produk fermentasi susu yang mengandung bakteri asam laktat (BAL) seperti *Lactobacillus casei* yang berperan dalam menjaga kesehatan saluran pencernaan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengkarakterisasi BAL dari yoghurt komersial merek YK serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan Standar Nasional Indonesia (SNI) berdasarkan jumlah bakteri dan nilai pH. Isolasi dilakukan dengan metode sebar pada media selektif MRSA, disertai pengamatan morfologi koloni, morfologi sel, dan pewarnaan sederhana. Hasil penelitian menunjukkan bahwa pH rata-rata yoghurt sebesar 2,89, sesuai dengan kisaran standar produk fermentasi. Koloni yang tumbuh memiliki ciri khas *L. casei* berupa bentuk sirkular, permukaan datar, tepi halus, dan warna putih kusam. Hasil pewarnaan sederhana menunjukkan bakteri berbentuk batang, tersusun berantai pendek, dan bersifat Gram positif. Perhitungan Total Plate Count (TPC) menunjukkan jumlah BAL sebesar $2,98 \times 10^7$ CFU/mL, memenuhi persyaratan minimal BAL menurut SNI yaitu $\geq 10^7$ CFU/mL. Berdasarkan hasil tersebut, dapat disimpulkan bahwa yoghurt komersial YK memenuhi kriteria mutu mikrobiologis sesuai SNI dan berpotensi sebagai produk probiotik yang aman serta berkualitas.

Keywords: Bakteri asam laktat; Isolasi; Karakterisasi; *Lactobacillus casei*

PENDAHULUAN

Yoghurt merupakan suatu produk hasil fermentasi susu menggunakan bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus casei* atau bakteri lain dengan atau tanpa penambahan bahan pangan lain dan bahan tambahan pangan yang diizinkan BSN (Badan Standarisasi Nasional, 2009). Proses fermentasi ini tidak hanya memberikan cita rasa khas dan tekstur yang kental, tetapi juga meningkatkan daya simpan serta nilai gizi dari produk susu tersebut. Bakteri asam laktat (BAL) merupakan bakteri gram positif berbentuk kokus dan batang, bersifat aerobik hingga anaerobik. BAL tidak memiliki spora dan sitokrom. BAL memerlukan nutrisi yang kompleks seperti asam amino, vitamin B1, B6, B12, biotin, purin, dan pirimidin (Kasi, 2017). BAL telah banyak digunakan sebagai kultur starter

untuk berbagai fermentasi daging, susu, sayur, dan kacang-kacangan (Kusumawati, 2018). Peran utama bakteri ini adalah mengawetkan bahan pangan dengan cara menghasilkan asam laktat, asam asetat, etanol, CO₂, dan bakteriosin (Desmazeaud, 2016).

Bakteri asam laktat memiliki efek pengawetan karena menghasilkan senyawa yang dapat menghambat pertumbuhan berbagai mikroba. Sebagian besar efek antimikroba ini disebabkan oleh pembentukan asam laktat dan asam asetat serta penurunan pH yang diakibatkannya. Selain itu, bakteri asam laktat juga menghasilkan senyawa penghambat lainnya seperti hidrogen peroksida, diasetil, karbon dioksida, reuterin, dan bakteriosin (De Vuyst & Vandamme, 2017).

Salah satu produk yoghurt komersial yang populer di masyarakat adalah YK. Produk ini diklaim memiliki manfaat kesehatan karena kandungan bakteri hidupnya. YK merupakan minuman susu yang terdiri dari suspensi satu spesies bakteri hidup, *Lactobacillus casei* Shirota, dalam susu skim yang dimaniskan secara artifisial. YK telah terbukti aman tanpa efek samping pada anak-anak yang sehat dengan kekebalan tubuh yang lemah bila diberikan setiap hari hingga sebulan. Selain itu, dimasukkannya pemanis dalam YK meningkatkan palatabilitas dan kepatuhan saat diberikan kepada anak-anak. Strain *Lactobacillus casei* Shirota (LcS), yang terkandung dalam minuman susu fermentasi probiotik YK, memiliki sejarah lebih dari 75 tahun dalam hal konsumsi yang aman dan manfaat kesehatan yang terbukti, didukung oleh penelitian ilmiah yang luas yang difokuskan terutama pada pengurangan penyakit usus fungsional dan infeksius.

Namun demikian, untuk menjamin kualitas dan keamanan konsumsi, penting untuk memastikan bahwa produk tersebut memenuhi standar mutu seperti yang ditetapkan dalam Standar Nasional Indonesia (SNI) Yoghurt. Penelitian ini bertujuan untuk mengetahui apakah produk YK memenuhi standar SNI yoghurt berdasarkan konsentrasi bakteri dan nilai pH, melalui proses isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat. Karakterisasi dilakukan berdasarkan jumlah koloni, morfologi koloni dan sel, serta pengamatan melalui pewarnaan sederhana. Selain itu, dilakukan pula pengukuran pH sebagai parameter pendukung.

METODE PENELITIAN

Penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi bakteri asam laktat (BAL) dari produk yoghurt komersial merek YK serta mengevaluasi kesesuaiannya dengan Standar Nasional Indonesia (SNI). Penelitian dilaksanakan pada bulan April 2025 di Pusat Laboratorium Terpadu, UIN Syarif Hidayatullah Jakarta. Subjek penelitian berupa tiga kemasan berbeda dari produk yoghurt YK yang diperoleh dari pasaran. Penelitian diawali dengan tahap persiapan sampel dan pemeriksaan pH, di mana masing-masing 1 gram yoghurt diambil

dari setiap kemasan dan diuji tingkat keasamannya menggunakan pH meter digital. Nilai pH dibandingkan dengan standar SNI untuk mengetahui kualitas produk.

Tahap selanjutnya adalah isolasi dan kultivasi BAL. Sebanyak 1 mL yoghurt diambil secara aseptis dari sampel yang telah dihomogenkan (3 gram) dan diencerkan secara berseri menggunakan larutan NaCl fisiologis 0,85% hingga pengenceran 10^{-6} . Sebanyak 0,1 mL dari pengenceran ke-3, ke-5, dan ke-6 diinokulasikan ke dalam cawan petri berisi media selektif MRSA steril menggunakan metode sebar (spread plate) dengan alat dryglasky. Cawan diinkubasi pada suhu 37°C selama 48 jam. Setelah inkubasi, koloni yang tumbuh diamati secara makroskopis berdasarkan bentuk, tepi, elevasi, warna, dan permukaan koloni, serta dihitung jumlah pertumbuhannya. Perhitungan jumlah BAL dilakukan dengan metode Total Plate Count (TPC) menggunakan rumus standar: **Jumlah bakteri (CFU/mL) = jumlah koloni $\times$ 1/pengenceran $\times$ 10** (untuk konversi volume inokulasi 0,1 mL).

Identifikasi morfologi sel dilakukan secara mikroskopis menggunakan pewarnaan sederhana. Koloni tunggal diambil dari hasil inkubasi cawan pengenceran 10^{-5} dan dibuat preparat apus pada kaca objek. Setelah difiksasi dengan pemanasan ringan, kaca objek ditetesi gentian violet selama satu menit, kemudian dibilas dengan aquadest. Sediaan diamati di bawah mikroskop cahaya dengan pembesaran 1000x menggunakan minyak imersi. Data yang diperoleh dianalisis secara deskriptif untuk menggambarkan karakteristik koloni dan morfologi sel BAL, serta dibandingkan dengan standar karakteristik *Lactobacillus casei* yang telah diketahui.

HASIL PENELITIAN DAN PEMBAHASAN

Pemeriksaan pH

Hasil menghitung pH dari tiga sampel yoghurt yang dikemas berbeda menunjukkan nilai pH berkisar antara 3,03 hingga 2,96. Nilai pH ini diperoleh dengan menggunakan alat ukur pH meter. Berikut adalah tabel hasil pengukuran,

Tabel 1. Tabel Hasil Pengukuran pH Ketiga Kemasan Yoghurt YK.

Batch Yoghurt	Nilai pH
1	3,03
2	2,98
3	2,96

Rata-rata	2,99
------------------	-------------

Berdasarkan hasil pengukuran pH pada tiga batch produk yoghurt bermerek YK, diperoleh nilai pH berkisar antara 2,96 hingga 3,03 dengan rata-rata sebesar 2,99 (Tabel 1). Nilai ini menunjukkan bahwa seluruh sampel memiliki tingkat keasaman yang cukup tinggi. Keasaman tersebut merupakan karakteristik umum pada produk hasil fermentasi bakteri asam laktat seperti *Lactobacillus casei*, yang menghasilkan asam laktat sebagai produk metabolisme. pH yang rendah berperan penting dalam menjaga kestabilan mikrobiologis produk, karena mampu menghambat pertumbuhan mikroorganisme patogen dan pembusuk yang tidak tahan terhadap kondisi asam (Kimura, 2019).

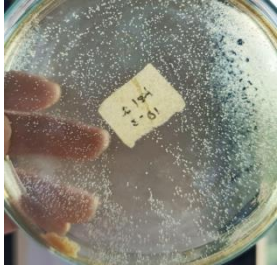
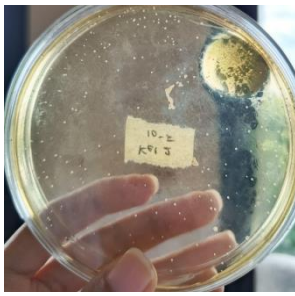
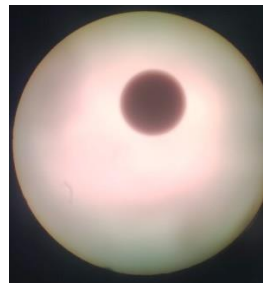
Jika dibandingkan dengan standar mutu minuman probiotik menurut Standar Nasional Indonesia (SNI) 2981:2009, rentang pH yang diperbolehkan adalah antara 3,80 hingga 4,50. Meskipun pH produk YK terukur lebih rendah dari batas bawah standar tersebut, yaitu di bawah 3,80, produk ini tetap memenuhi batas atas maksimum (<4,50), sehingga masih dianggap aman dikonsumsi dari aspek keasaman. Namun demikian, pH yang terlalu rendah dapat mempengaruhi kenyamanan sensori konsumen, seperti rasa terlalu asam. Oleh karena itu, produsen perlu menyesuaikan proses fermentasi atau lama penyimpanan agar tetap dalam rentang pH optimal tanpa mengorbankan viabilitas bakteri probiotik yang dikandungnya.

Isolasi dan Kultivasi Bakteri Asam Laktat (BAL)

Berdasarkan metode *culture-dependent* yang dilakukan pada pengujian ini, isolasi bakteri asam laktat (BAL) dari sampel yoghurt komersial YK menunjukkan keberhasilan dalam pertumbuhan koloni pada media selektif MRS agar. Pertumbuhan koloni diamati setelah inkubasi selama 48 jam pada suhu 37°C. Berikut adalah tabel hasil pertumbuhan koloni pengenceran ke-3, 5, dan 6.

Tabel 2. Hasil Pengamatan Koloni dari Pengenceran Berseri 10^{-3} , 10^{-5} , 10^{-6} .

Pengenceran	Jumlah koloni	Gambar Koloni	Gambar Koloni (Mikroskop Perbesaran 40x)
--------------------	----------------------	----------------------	---

10^{-3}	>300		-
10^{-5}	283		
10^{-6}	45		-

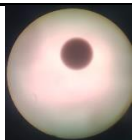
Isolasi dan kultivasi BAL pada pengujian ini menggunakan metode *culture-dependent*, yakni metode yang mengandalkan pertumbuhan mikroorganisme di media kultur untuk identifikasi, enumerasi, atau isolasi. Media MRSA (*de Man, Rogosa, and Sharpe agar*) digunakan sebagai media pertumbuhan karena merupakan media selektif yang mengandung glukosa, pepton, ekstrak daging, ammonium sitrat dan magnesium sulfat, ditambah dengan Tween 80 dan asam asetat. Komponen-komponen ini membantu menurunkan pH dan mendukung proliferasi bakteri asam laktat, sementara menghambat pertumbuhan bakteri kontaminan non-asam laktat (Setya et al., 2018). Keunggulan MRSA terletak pada kemampuannya mempertahankan pH rendah yang sesuai untuk pertumbuhan BAL seperti *Lactobacillus spp.*

Prosedur isolasi dilakukan dengan melakukan *serial dilution* (pengenceran berseri) terhadap sampel YK menggunakan larutan fisiologis steril hingga pengenceran 10^{-6} . Setelah itu, sebanyak 0,1 mL dari tingkat pengenceran 10^{-3} , 10^{-5} , 10^{-6} diinokulasikan ke permukaan media MRSA dalam cawan petri, kemudian disebar secara merata menggunakan batang *dryglasky* kaca steril (*spread plate method*). Cawan diinkubasi dalam kondisi anaerobik pada suhu 37°C selama 48 jam. Setelah inkubasi, koloni yang

tumbuh diamati secara makroskopis untuk dianalisis morfologinya, dan sebagian koloni diambil untuk dilakukan pewarnaan Gram serta uji mikroskopis lanjutan. Metode *spread plate* memungkinkan distribusi koloni yang lebih merata di permukaan media, memudahkan pengamatan dan perhitungan jumlah koloni (Yulianingsih et al., 2021).

Berikut adalah hasil pengamatan morfologi koloni isolasi dan kultivasi BAL yang diperoleh pada cawan petri isolat pengenceran 10^{-5} .

Tabel 3. Hasil Uji Karakteristik Morfologi Koloni dari Isolasi BAL Pengenceran 10^{-5} .

Kode Isolat	Gambar	Ciri Koloni Bakteri					
		Warna	Ukuran	Bentuk	Elevasi	Permukaan	Margin
A		Putih	Punctiform	Sirkular	Convex	Dull	Entire lobate

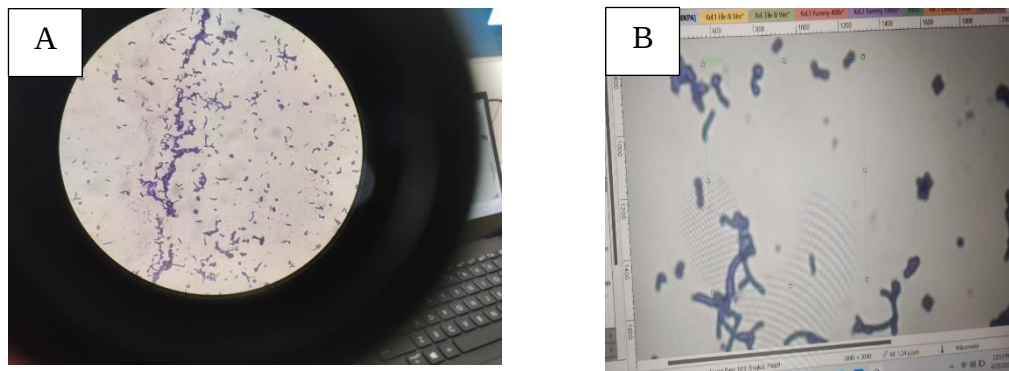
Hasil pengamatan terhadap morfologi koloni bakteri yang tumbuh pada media MRSA (*de Man, Rogosa, and Sharpe Agar*) menunjukkan karakteristik khas yang dapat diasosiasikan dengan bakteri asam laktat, khususnya *Lactobacillus casei*. Hasil pengamatan morfologi koloni (Tabel 3) sesuai dengan deskripsi koloni *Lactobacillus casei* dalam beberapa studi terdahulu, yang mana membentuk koloni dengan bentuk sirkular, permukaan cembung, margin *entire lobate*, dan warna putih hingga krem yang tidak tembus cahaya (Farzand et al., 2021). Dengan mempertimbangkan kemiripan karakteristik koloni yang diamati dengan literatur referensi, serta dukungan dari media selektif MRSA yang dirancang secara spesifik untuk mendukung pertumbuhan *Lactobacillus spp.*, maka dapat disimpulkan bahwa isolat yang diperoleh merupakan *Lactobacillus casei*.

Hasil perhitungan jumlah koloni bakteri dengan menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC) menunjukkan bahwa populasi *Lactobacillus casei* dalam sampel yoghurt YK mencapai $2,98 \times 10^7$ CFU/mL, berdasarkan hasil hitung dari pengenceran 10^{-5} dan 10^{-6} . Nilai ini masih berada dalam rentang yang lazim ditemukan pada produk-produk yoghurt dan minuman probiotik komersial, yang mana konsentrasi bakteri asam laktat (BAL) standarisasi SNI 2981:2009 berkisar antara 10^7 hingga 10^9 CFU/mL (BSN, 2019). Populasi mikroorganisme pada tingkat ini dianggap mencukupi untuk memberikan efek probiotik yang bermanfaat bagi tubuh manusia, seperti membantu menjaga keseimbangan mikrobiota usus, meningkatkan daya tahan tubuh, serta memperbaiki fungsi pencernaan.

Konsentrasi BAL yang optimal sangat penting karena efektivitas probiotik sangat bergantung pada jumlah sel hidup yang dapat mencapai saluran cerna dalam keadaan aktif (Surono, 2015).

Identifikasi Bakteri Asam Laktat (BAL)

Setelah pengamatan koloni, identifikasi selanjutnya dilakukan dengan pewarnaan sederhana menggunakan zat warna *gentian violet*. Pewarna ini digunakan dalam prosedur pewarnaan sederhana untuk membedakan jenis bakteri berdasarkan komposisi dinding selnya. Bakteri Gram positif, seperti *Lactobacillus casei*, memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal sehingga mampu menahan warna *gentian violet* dan tampak ungu ketika diamati di bawah mikroskop. Prosedur pewarnaan ini juga membantu dalam mengidentifikasi morfologi sel, seperti bentuk batang dan susunan sel, yang menjadi ciri khas spesies tertentu (Suryani & Hartono, 2017). Berikut hasil pengamatan mikroskopis dari bakteri asam laktat yang terkandung pada yoghurt YK, yang diduga merupakan *Lactobacillus casei*.



Gambar 1. Hasil Pewarnaan Sederhana *gentian violet* pada Isolat A dan Karakterisasi Bakteri Asam Laktat dengan Mikroskop. A) Morfologi isolat A yang diperoleh langsung dengan mikroskop. B) Morfologi isolat A yang diperoleh dengan *software*.

Pengamatan mikroskopis terhadap isolat bakteri yang telah menjalani proses pewarnaan sederhana menunjukkan bahwa sel-sel bakteri mampu menyerap zat warna *gentian violet* sehingga sel nampak berwarna ungu, yang mengindikasikan bahwa bakteri tersebut tergolong dalam kelompok Gram positif. Pewarnaan ini memanfaatkan sifat struktural dinding sel yang kaya akan peptidoglikan, di mana *gentian violet* dapat tertahan kuat dalam lapisan tebal tersebut. Selain karakter pewarnaan, bentuk morfologis yang

diamati adalah batang (*bacillus*), dengan pola penyusunan yang bervariasi mulai dari sel tunggal, berpasangan (diplobasil), hingga membentuk rantai pendek (streptobasil). Ciri-ciri ini konsisten dengan morfologi khas *Lactobacillus casei*, yang dikenal sebagai bakteri Gram positif, berbentuk batang, tidak membentuk spora, dan bersifat anaerob fakultatif (Zhao et al., 2021).

Susunan sel yang membentuk rantai pendek secara fisiologis mencerminkan kemampuan *L. casei* dalam berkolonisasi pada permukaan mukosa saluran pencernaan, khususnya di area usus halus dan usus besar. Adaptasi morfologi ini memfasilitasi kemampuan adhesi terhadap epitel usus, yang merupakan prasyarat penting bagi bakteri probiotik untuk menetap dan berfungsi secara efektif dalam mikrobiota inang (Hill et al., 2014). Selain itu, struktur dinding sel Gram positif yang tebal dan terdiri dari lapisan peptidoglikan berperan krusial dalam meningkatkan resistensi bakteri terhadap tekanan osmotik, enzim pencernaan, serta kondisi asam ekstrim di lambung, yang sering kali menjadi hambatan utama bagi kelangsungan hidup mikroorganisme dalam sistem pencernaan manusia (Ibrahim et al., 2021).

Klasifikasi ilmiah dari bakteri *L. casei* berdasarkan taksonomi NCBI (*National Center for Biotechnology Information*) adalah sebagai berikut, Domain: Bacteria; Kingdom: Bacillati; Filum: Bacillota; Kelas: Bacilli; Ordo: Lactobacillales; Famili: Lactobacillaceae; Genus: *Lactobacillus*; Spesies: *Lactobacillus casei*.

Bakteri ini merupakan bakteri yang penting dalam pembentukan asam laktat. Seperti bakteri asam laktat lain, *L. casei* toleran terhadap asam, tidak bisa mensintesis perfrin, dan melakukan fermentasi dengan asam laktat sebagai metabolit akhir yang utama. Bakteri ini membentuk gerombolan dan merupakan bagian dari spesies heterofermentatif fakultatif. Pertumbuhan *L. casei* pada suhu 15°C. *L. casei* mampu memfermentasi gula heksosa melalui jalur Embden-Meyerhof serta pentosa melalui jalur 6-fosfoglukonat–fosfoketolase, dengan asam laktat sebagai produk utama. Bakteri ini sangat toleran terhadap kondisi asam dan memiliki kemampuan adaptasi yang tinggi sehingga dapat ditemukan di berbagai produk pangan segar maupun fermentasi. *L. casei* karena mampu memecah protein, karbohidrat, dan lemak dalam makanan, dan menolong penyerapan elemen penting dan nutrisi seperti mineral, asam amino, dan vitamin yang dibutuhkan manusia dan hewan untuk bertahan hidup (Evillya, 2010).

Lactobacillus casei diketahui memiliki berbagai aktivitas biologis positif, seperti stimulasi sistem imun, produksi senyawa antimikroba (bakteriosin), dan kompetisi terhadap patogen usus, menjadikannya salah satu spesies yang sering digunakan dalam industri pangan dan kesehatan. Kemampuan bertahan hidup dalam lingkungan gastrointestinal yang keras merupakan salah satu indikator penting dalam pemilihan probiotik, karena hanya bakteri yang dapat mencapai usus dalam keadaan aktif yang mampu memberikan manfaat kesehatan. (Dong et al., 2019). Hasil pengamatan mikroskopis ini tidak hanya mendukung identifikasi taksonomi awal isolat sebagai *L.*

casei, tetapi juga memperkuat pemahaman akan relevansi morfologis dan fisiologisnya dalam konteks aplikatif sebagai bakteri probiotik yang potensial.

Dengan demikian, evaluasi kuantitatif terhadap keberadaan dan jumlah *Lactobacillus casei* dalam produk YK tidak hanya berfungsi sebagai penilaian mutu internal, tetapi juga sebagai bentuk verifikasi kepatuhan terhadap standar nasional yang berlaku. Selain itu, pengujian ini penting untuk memastikan bahwa konsumen menerima manfaat optimal dari konsumsi produk probiotik, sesuai dengan klaim fungsional yang tercantum dalam label dan strategi promosi produk. Oleh karena itu, analisis terhadap parameter ini merupakan bagian integral dari pengawasan mutu dan perlindungan konsumen dalam industri pangan fermentasi.

PENUTUP

Berdasarkan hasil isolasi dan karakterisasi, dapat disimpulkan bahwa produk yoghurt komersial YK mengandung bakteri asam laktat yang didominasi oleh *Lactobacillus casei*. Bakteri ini menunjukkan karakteristik morfologi koloni yang khas, berbentuk sirkular, berwarna putih kusam, dan Gram positif berbentuk batang. Hasil perhitungan Total Plate Count (TPC) menunjukkan bahwa konsentrasi bakteri mencapai $2,98 \times 10^7$ CFU/mL, yang memenuhi persyaratan minimal SNI untuk minuman fermentasi probiotik. Selain itu, nilai pH rata-rata sebesar 2,99 juga sesuai dengan standar yoghurt fermentasi. Dengan demikian, produk yoghurt YK dinyatakan memenuhi standar mutu mikrobiologis dan memiliki potensi probiotik yang baik.

Untuk memastikan identifikasi spesifik hingga tingkat spesies dan meningkatkan akurasi hasil, disarankan melakukan identifikasi lanjutan menggunakan pendekatan melalui metode *non-culture dependent*, seperti PCR. Proses dimulai dari ekstraksi DNA total melalui homogenisasi dan lisis sel dengan enzim lisozim serta proteinase K, diikuti pemurnian menggunakan kit atau metode fenol-kloroform. DNA yang diperoleh kemudian diamplifikasi menggunakan PCR dengan primer universal atau spesifik genus *Lactobacillus*, lalu hasilnya diverifikasi melalui elektroforesis. Produk PCR selanjutnya disekuensing dan dibandingkan dengan database genetik seperti NCBI GenBank menggunakan BLAST untuk memastikan spesies bakteri.

Selain itu, pada aspek keasaman atau pH, meskipun produk ini tetap memenuhi batas atas maksimum (<4,50) yang mana masih dianggap aman dikonsumsi dari aspek keasaman, akan tetapi pH yang terlalu rendah dapat mempengaruhi kenyamanan sensori konsumen, seperti rasa terlalu asam. Oleh karena itu, sebaiknya produsen perlu mengevaluasi kembali kadar keasaman produk ini dengan menyesuaikan proses fermentasi atau lama penyimpanan agar tetap dalam rentang pH optimal tanpa mengorbankan viabilitas bakteri probiotik yang dikandungnya.

REFERENSI

- Badan Standardisasi Nasional. (2019). *SNI 01-2981-2009: Minuman Fermentasi*. Jakarta: BSN.
- Desmazeaud, M. (2016). Lactic acid bacteria in food: use and safety. *Cahiers Agricultures*, 5(5): 331-342.
- De Vuyst, L. & Vandamme, E. J. (2017). *Antimicrobial potential of lactic acid bacteria. Bacteriocins of lactic acid bacteria: microbiology, genetic and application*. Blackie Academic & Professional. London.
- Dong, H., Rowland, I., Tuohy, K., & Thomas, L. V. (2019). The impact of *Lactobacillus casei* Shirota on the gut microbiota of healthy adults: A randomized, double-blind, placebo-controlled study. *Journal of Functional Foods*, 58, 342–351.
- Hill, C., Guarner, F., Reid, G., Gibson, G. R., Merenstein, D. J., Pot, B., & Sanders, M. E. (2014). Expert consensus document: The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic. *Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology*, 11(8), 506–514.
- Farzand, A., Ayaz, M., Ali, Q., Khan, A. R., Ling, H., & Gao, X. (2021). Nematicidal volatiles from *Bacillus atrophaeus* GBSC56 promote growth and stimulate induced systemic resistance in tomato against *Meloidogyne incognita*. *International Journal of Molecular Sciences*, 22(9), 5049.
- H. A. Jonathan, I. N. Fitriawati, I. I. Arief, M. S. Soenarno, & R. H. Mulyono. (2022). Fisikokimia, mikrobiologi dan organoleptik yogurt probiotik dengan penambahan buah merah (*Pandanus conodeous* L.). *Jurnal Ilmu Produksi dan Teknologi Hasil Peternakan*, 10(1), 34–41.
- Ibrahim, F., Ruvio, A., Granlund, L., Salminen, S., Ouwehand, A. C., & Saxelin, M. (2021). Survival of probiotic bacteria in the gastrointestinal tract: Does transit time matter?. *Beneficial Microbes*, 12(1), 19–30.
- Kasi, P. D., Ariandi A, & Mutmainnah, H. (2017). Uji antibakteri isolat bakteri asam laktat yang diisolasi dari limbah cair sagu terhadap bakteri patogen. *Biotropika: Journal of Tropical Biology*, 5(3), 97-101.

- Kimura, B. (2019). How pH influences microbial growth and organic acids as antimicrobials. Retrieved from <https://foodmicrobe-basic.com/>
- Kusumawati, N. (2018). Peranan bakteri asam laktat dalam menghambat *Listeria monocytogenes* pada bahan pangan. *Jurnal Teknologi Pangan dan Gizi*, 1(1).
- Nurhidayati, F., Isnansetyo, A., & Ratnaningrum, D. (2018). Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari susu fermentasi. *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 5(1), 23–30.
- Puspita, A., Widyarti, S., & Nugroho, R. A. (2022). Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat dari produk fermentasi. *Jurnal Biologi Tropis*, 22(1), 12–20.
- Ramadhani, A., & Arbianti, R. (2020). Produksi Asam Laktat oleh *Lactobacillus* menggunakan media MRS. *Jurnal Teknologi Industri Pertanian*, 30(2), 145–152.
- Sari, N. P., Pramita, D. A., & Wulandari, S. (2021). Identifikasi *Lactobacillus casei* pada produk yoghurt menggunakan PCR dan sekuensing gen 16S rRNA. *Jurnal Mikrobiologi Indonesia*, 9(3), 121–127.
- Schoch CL, et al. NCBI Taxonomy: A comprehensive update on curation, resources and tools. *Database (Oxford)*. 2020: [baaa062](#). PubMed: [32761142](#) PMC: [PMC7408187](#).
- Setya, A., Rosyidah, A., & Rahayu, E. S. (2018). Isolasi dan karakterisasi bakteri asam laktat dari susu fermentasi dengan media selektif MRSA (De Man Rogosa and Sharpe Agar). *Jurnal Bioteknologi & Biosains Indonesia*, 5(1), 25–31.
- Surono, I. S. (2015). *Probiotik untuk Kesehatan dan Pencegahan Penyakit*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Suryani, E., & Hartono, D. (2017). Identifikasi bakteri asam laktat berdasarkan morfologi koloni dan pewarnaan gram. *Jurnal Biologi Tropis*, 17(2), 123–130.
- Utami, K. S., Aulanni'am, & Mahdi, C. (2020). Potential of *Lactobacillus casei* Shirota Strain Probiotic toward total cholesterol levels and SOD activity in rat with high cholesterol diet. *Molekul: Jurnal Ilmiah Kimia*, 15(1), 1–8.
- Wibowo, R. A., Nurhidayati, & Hidayat, T. (2020). Kesesuaian jumlah bakteri asam laktat pada produk minuman probiotik terhadap standar mutu. *Jurnal Pangan dan Agroindustri*, 8(3), 101–107.
- Yulianingsih, T., Pratiwi, D. A., & Mulyani, S. (2021). Isolasi dan identifikasi bakteri asam laktat dari yoghurt menggunakan metode spread plate pada media MRSA. *Jurnal Biologi dan Pembelajarannya*, 8(2), 102–110.

Zhao, W., Wang, Y., Liu, M., Liu, Q., & Liu, G. (2021). Characterization of *Lactobacillus casei* strain from dairy product with probiotic potential. *LWT - Food Science and Technology*, 138, 110693.