

Evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada Permen Kunyah Berbasis Kedelai– Apel (Soyabites) dan Kesesuaiannya terhadap Ambang Cemar Mikrobiologis

Fathina Kamilia Fasa

Universitas Brawijaya, Indonesia

Email: fathinakamiliaf@gmail.com

Abstract

Chewing candy products require microbiological evaluation as a prerequisite for quality and safety. SOYABITES was developed as an innovative chewing candy made from soybean extract and manalagi apple as a functional snack that supports oral hygiene. This study focused on testing the Total Plate Count (TPC) as the primary parameter to assess the microbiological quality of SOYABITES and evaluate its compliance with contamination limits for the soft candy category. The research aim to measure the Total Plate Count (TPC) of SOYABITES and assess its compliance with contamination limits according to PerBPOM No. 13 of 2019 for the soft candy category. TPC was tested using the pour-plate method on Plate Count Agar (PCA). Sample suspension was serially diluted and poured 1 mL per plate, then incubated at 35 ± 1 °C for 48 hours. Colonies were counted on plates with 30-300 colonies and expressed as CFU/g. The TPC of Soyabites was 1.9×10^3 CFU/g. The value meets the contamination limit for the soft candy category according to PerBPOM No. 13 of 2019. At the time of testing, SOYABITES met the TPC criteria for candy products. The study did not evaluate nutritional composition or clinical outcomes; conclusions are limited to TPC.

Keywords:

total plate count; microbiological contamination; chewing candy; food safety; preventive dentistry.

Kata Kunci:

angka lempeng total; cemaran mikrobiologis; permen kunyah; keamanan pangan; kedokteran gigi preventif.

Abstrak

Produk permen kunyah memerlukan evaluasi mikrobiologis sebagai prasyarat mutu dan keamanan. SOYABITES dikembangkan sebagai permen kunyah inovatif berbahan dasar ekstrak kedelai dan apel manalagi sebagai camilan fungsional pendukung kebersihan rongga mulut. Penelitian ini difokuskan pada pengujian Angka Lempeng Total (ALT) sebagai parameter utama untuk menilai kualitas mikrobiologis SOYABITES dan menilai kesesuaiannya terhadap ambang cemaran untuk kategori permen lunak. Tujuan penelitian untuk mengukur Angka Lempeng Total (ALT) SOYABITES dan menilai kesesuaiannya terhadap ambang cemaran menurut PerBPOM No. 13 Tahun 2019 untuk kategori permen lunak. ALT diuji dengan metode pour-plate pada Plate Count Agar (PCA). Suspensi sampel diserialkan dan dituang 1 mL per cawan, diinkubasi pada 35 ± 1 °C selama 48 jam. Koloni dihitung pada cawan 30-300 koloni dan dinyatakan CFU/g. ALT Soyabites sebesar $1,9 \times 10^3$ CFU/g. Nilai tersebut memenuhi ambang cemaran untuk kategori permen lunak menurut PerBPOM No. 13 Tahun 2019. Pada saat pengujian, SOYABITES memenuhi kriteria ALT untuk produk permen. Penelitian tidak mengevaluasi komposisi gizi maupun luaran klinis; kesimpulan dibatasi pada ALT.

PENDAHULUAN

Kesehatan gigi dan mulut merupakan salah satu bagian penting dari kesehatan umum seseorang (Wijayanti, 2023). Menurut *World Health Organization* (2023), lebih dari 3,5 miliar orang di seluruh dunia mengalami gangguan kesehatan mulut, dengan karies gigi menjadi

kondisi paling umum di antara penyakit tidak menular. Selain karies, penyakit periodontal, kehilangan gigi, dan infeksi rongga mulut juga berkontribusi besar terhadap beban penyakit global. Rendahnya kesadaran masyarakat terhadap pentingnya menjaga kebersihan mulut dan keterbatasan akses terhadap layanan kesehatan gigi menjadi faktor utama yang memperburuk kondisi ini (Ramya *et al.*, 2020).

Dalam konteks pencegahan penyakit gigi dan mulut, pendekatan promotif dan preventif berbasis nutrisi mulai mendapat perhatian luas. Pola makan sehat, konsumsi bahan pangan alami, serta pengembangan produk fungsional berperan penting dalam menjaga keseimbangan mikrobiota oral dan meningkatkan daya tahan jaringan mulut terhadap infeksi. Menurut Peres *et al.* (2019) dan Watt *et al.* (2019), intervensi nutrisi yang tepat dapat menjadi strategi efektif untuk menekan angka kejadian penyakit gigi secara populasi melalui perbaikan pola konsumsi dan inovasi produk pangan.

Apel manalagi (*Malus domestica*) merupakan salah satu komoditas hortikultura unggulan di Jawa Timur yang telah menjadi ikon Kota Wisata Batu (Nastiti *et al.*, 2024). Varietas apel ini banyak dibudidayakan dan ketersediaannya melimpah sepanjang tahun, sehingga menjamin pasokan bahan baku secara berkelanjutan dengan harga yang kompetitif dibandingkan buah impor. Selain itu, apel manalagi memiliki cita rasa manis, tekstur renyah, serta aroma khas yang disukai masyarakat, sehingga berpotensi meningkatkan penerimaan sensori produk olahan pangan fungsional. Dari sisi ekonomi, pemanfaatan apel manalagi juga mampu memberikan nilai tambah melalui penguatan branding kearifan lokal dan pemberdayaan petani sebagai bagian dari upaya mendukung industri pangan daerah yang berkelanjutan (Nastiti *et al.*, 2024). Apel manalagi juga mengandung polifenol dan flavonoid yang dapat menghambat aktivitas enzim glukosiltransferase *Streptococcus mutans*, sehingga berperan menurunkan pembentukan biofilm dan plak gigi sebagai faktor utama terjadinya karies (Yanagida *et al.*, 2000).

Selain apel manalagi, kedelai (*Glycine max*) dipilih sebagai bahan utama karena dikenal sebagai sumber protein nabati berkualitas tinggi yang mengandung asam amino esensial lengkap, serat pangan, serta berbagai senyawa bioaktif yang bermanfaat bagi kesehatan (Messina, 2016). Isoflavon dalam kedelai berperan sebagai antioksidan, antiinflamasi, serta antimikroba yang mampu menghambat pertumbuhan bakteri patogen rongga mulut seperti *Streptococcus mutans* (Kikuchi *et al.*, 2018). Keamanan konsumsi kedelai juga relatif baik karena prevalensi alerginya lebih rendah dibandingkan susu sapi maupun kacang tertentu. Studi Kattan *et al.* (2011) melaporkan bahwa alergi terhadap kedelai hanya sekitar 1,2% pada anak dengan kondisi atopik dan sekitar 0,4% pada konsumen formula berbasis kedelai, sehingga kedelai termasuk pilihan bahan yang lebih inklusif bagi kelompok rentan alergi.

Kombinasi kandungan bioaktif kedelai dan apel manalagi tersebut memberikan potensi sinergis dalam menjaga keseimbangan mikrobiota oral secara alami sekaligus mendukung kesehatan gigi dan mulut. Berdasarkan potensi kesehatan dan keunggulan bahan baku lokal tersebut, dikembangkanlah SOYABITES, permen kunyah inovatif berbahan dasar ekstrak kedelai dan apel manalagi sebagai camilan fungsional pendukung kebersihan rongga mulut. Formulasinya terdiri atas $\pm 46\%$ ekstrak kedelai dan $\pm 46\%$ ekstrak apel manalagi, ditambahkan gelatin untuk membentuk tekstur kenyal serta erythritol sebagai pemanis non-kariogenik sehingga aman bagi enamel. Proses pengolahan dilakukan melalui ekstraksi suhu rendah dan

Fathina Kamilia Fasa

Evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada Permen Kunyah Berbasis Kedelai– Apel (Soyabites) dan Kesesuaiannya terhadap Ambang Cemaran Mikrobiologis

pencampuran homogen untuk menjaga stabilitas nutrisi, aktivitas bioaktif, serta mutu organoleptik produk akhir.

Penelitian terdahulu menunjukkan bahwa polifenol apel mampu menghambat enzim glukosiltransferase *Streptococcus mutans* (Yanagida *et al.*, 2000), sementara isoflavon kedelai memiliki aktivitas antimikroba terhadap bakteri patogen rongga mulut yang sama (Kikuchi *et al.*, 2018), sehingga keduanya berpotensi dikembangkan sebagai produk permen kunyah fungsional. Dalam konteks pengembangan produk tersebut, Phuphaniat (2023) mengkaji peran permen kunyah bebas gula dalam pencegahan karies melalui peningkatan aliran saliva dan pemulihan pH plak, sedangkan Mäkinen (2010) serta de Cock *et al.* (2016) menegaskan efektivitas erythritol dalam menekan pertumbuhan *S. Mutans* dan menurunkan berat plak secara signifikan dibandingkan gula alkohol lainnya. Dari aspek keamanan mikrobiologis, berbagai penelitian menyoroti pentingnya pengujian Angka Lempeng Total (ALT) sebagai indikator hygiene produksi, dengan temuan cemaran tinggi ($\geq 10^5$ CFU/g) pada jajanan kantin (Astuty *et al.*, 2024), potensi kontaminasi *E. Coli* dan coliform pada produk kedelai tanpa pemanasan (Kukułowicz & Kornaga, 2019), serta penerapan ALT dalam evaluasi keamanan pangan di berbagai konteks (Martoyo *et al.*, 2014; Yunita *et al.*, 2015; Rahmawati *et al.*, 2018; Sholehah *et al.*, 2025), yang seluruhnya menegaskan urgensi pengujian ALT dalam penjaminan mutu produk pangan termasuk SOYABITES.

Meskipun berbagai penelitian telah mengkaji potensi kedelai dan apel secara terpisah sebagai agen antimikroba oral serta menguji keamanan mikrobiologis berbagai produk pangan, belum ditemukan penelitian yang secara spesifik mengevaluasi keamanan mikrobiologis produk permen kunyah yang mengkombinasikan ekstrak kedelai dan apel manalagi sebagai bahan utama. Penelitian Rochani *et al.* (2023) mengembangkan model bisnis untuk stasiun pengisian baterai, Wu *et al.* (2022) fokus pada perspektif perusahaan utilitas, dan Afentoulis *et al.* (2022) pada aspek teknis agregator, yang seluruhnya berada di luar ranah pangan fungsional. Dengan demikian, terdapat kekosongan penelitian yang menguji parameter keamanan dasar seperti ALT pada produk inovatif berbasis kedelai-apel yang dirancang khusus untuk mendukung kesehatan gigi dan mulut.

Kebaruan penelitian ini terletak pada evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada SOYABITES sebagai produk permen kunyah fungsional pertama yang mengintegrasikan ekstrak kedelai dan apel manalagi dengan pemanis erythritol. Penelitian ini mengisi celah dengan menyediakan data empiris tentang keamanan mikrobiologis produk inovatif tersebut, sekaligus menilai kesesuaiannya terhadap ambang cemaran yang ditetapkan dalam PerBPOM No. 13 Tahun 2019. Dengan demikian, penelitian ini tidak hanya berkontribusi pada pengembangan produk pangan fungsional berbasis bahan lokal, tetapi juga memperkuat landasan ilmiah bagi rekomendasi penggunaannya dalam praktik kedokteran gigi preventif.

Dalam pengembangan produk pangan olahan seperti permen kunyah, keamanan mikrobiologis merupakan aspek krusial yang menentukan mutu dan kelayakan konsumsi. Produk yang dikonsumsi secara langsung tanpa pemanasan memiliki risiko kontaminasi mikroba yang dapat memengaruhi keamanan serta umur simpan produk. Oleh karena itu, setiap produk pangan fungsional, termasuk SOYABITES, harus melalui proses evaluasi mikrobiologis sesuai standar yang ditetapkan oleh Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM). BPOM RI (2021) menetapkan parameter evaluasi keamanan mikrobiologis bagi produk pangan olahan, salah satunya melalui pengujian Angka Lempeng

Fathina Kamilia Fasa

Evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada Permen Kunyah Berbasis Kedelai–Apel (SOYABITES) dan Kesesuaiannya terhadap Ambang Cemar Mikrobiologis

Total (ALT). Metode ini digunakan untuk mengukur jumlah total mikroorganisme aerob mesofilik dalam produk, yang menjadi indikator umum kebersihan proses produksi dan potensi risiko kontaminasi. Nilai ALT yang melebihi batas standar menunjukkan adanya kemungkinan ketidakhigienisan atau ketidakterkendalian proses pengolahan pangan.

Penelitian ini difokuskan pada pengujian Angka Lempeng Total (ALT) sebagai parameter utama untuk menilai kualitas mikrobiologis SOYABITES. Fokus pada ALT memberikan gambaran menyeluruh terhadap kebersihan dan keamanan produk tanpa memerlukan pengujian spesifik patogen. Pendekatan ini dipilih karena ALT dianggap sebagai indikator paling umum dan efisien untuk menilai kepatuhan produk pangan terhadap standar keamanan mikrobiologis nasional. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur ALT SOYABITES dan menilai kesesuaiannya terhadap ambang cemar untuk kategori permen. Hasil penelitian diharapkan dapat menunjukkan apakah SOYABITES memenuhi standar keamanan mikrobiologis BPOM RI (2021) serta memberikan bukti empiris yang mendukung kelayakan produk ini sebagai pangan fungsional yang aman, higienis, dan potensial dalam mendukung kesehatan gigi dan mulut masyarakat.

Penelitian ini bertujuan untuk mengevaluasi tingkat cemar mikrobiologis pada permen kunyah berbasis kedelai–apel (SOYABITES) melalui pengukuran Angka Lempeng Total (ALT) guna menentukan kesesuaiannya dengan ambang batas cemar untuk kategori permen berdasarkan PerBPOM No. 13 Tahun 2019. Secara teoritis, penelitian ini diharapkan dapat memperkuat pemahaman tentang potensi bahan alami sebagai pangan fungsional yang aman dalam mendukung kesehatan gigi dan mulut serta memperkaya literatur tentang keamanan mikrobiologis produk inovatif berbasis pangan. Adapun manfaat praktisnya mencakup penyediaan rekomendasi berbasis bukti bagi praktisi kedokteran gigi dalam strategi preventif, memberikan pilihan produk aman berbahan alami bagi masyarakat, menjadi landasan bagi penelitian lanjutan terkait formulasi pangan fungsional, serta memperkaya bahan ajar di institusi pendidikan mengenai evaluasi keamanan mikrobiologis produk pangan fungsional untuk kesehatan gigi dan mulut.

METODE PENELITIAN

Desain Penelitian

Rancangan penelitian ini merupakan penelitian deskriptif kuantitatif yang dilakukan dengan pendekatan laboratorium untuk mengevaluasi keamanan mikrobiologis SOYABITES menggunakan metode Angka Lempeng Total (ALT).

Waktu dan Tempat Penelitian

Penelitian ini dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Brawijaya pada bulan Juli 2024.

Sampel

Sampel yang diuji adalah produk SOYABITES *batch 2* yang diproduksi pada 7 Juli 2024, dengan berat total 55 g.

Prosedur Penelitian

1. Prosedur Pembuatan SOYABITES

Prosedur pembuatan SOYABITES adalah sebagai berikut:

Fathina Kamilia Fasa

Evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada Permen Kunyah Berbasis Kedelai– Apel (Soyabites) dan Kesesuaiannya terhadap Ambang Cemaran Mikrobiologis

- 1) Kedelai yang telah dipilih direndam selama 8 jam. Lalu, kedelai dikupas dan dicuci hingga bersih dengan tujuan menghilangkan kotoran, kulit ari, serta mengurangi kemungkinan kontaminasi mikroba.
- 2) Apel manalagi dipersiapkan dengan cara dikupas kulitnya, dicuci hingga bersih, lalu dipotong menjadi ukuran kecil. Proses ini dilakukan untuk mempermudah tahap pengeringan.
- 3) Kedelai dan apel yang sudah dipersiapkan kemudian dikeringkan menggunakan oven selama 24 jam. Tahap pengeringan ini bertujuan untuk menurunkan kadar air bahan sehingga mencegah pertumbuhan mikroorganisme.
- 4) Setelah kering, kedelai dan apel ditambahkan air secukupnya, kemudian diblender hingga halus dan diperas untuk mendapatkan ekstraknya..
- 5) Ekstrak kedelai dan apel kemudian dicampurkan dalam satu wadah, lalu ditambahkan eritritol sebagai pemanis rendah kalori serta sodium benzoat sebagai bahan pengawet alami. Campuran ini dipanaskan pada suhu 40 °C selama 10 menit.
- 6) Gelatin sebagai bahan pembentuk tekstur didispersikan terlebih dahulu dalam air dingin hingga mengembang, kemudian dipanaskan hingga mencair. Lalu, ditambahkan dalam campuran ekstrak apel dan kedelai, kemudian diaduk pada suhu 70 °C hingga tercapai campuran yang homogen.
- 7) Apabila sudah homogen, kemudian dituangkan ke dalam cetakan sesuai ukuran yang diinginkan dan disimpan dalam lemari pendingin hingga mengeras.
- 8) Setelah mengeras, SOYABITES dikeluarkan dari cetakan dan dikemas secara higienis.

2. Prosedur Uji Mikrobiologis (ALT)

Prosedur uji mikrobiologis (ALT) adalah sebagai berikut (Tarigan *et al.*, 2024):

- 1) Tahapan pengenceran sampel:
 - a. Ditimbang 1 g sampel SOYABITES, kemudian disuspensikan dalam 9 mL NaCl 0,85% (pengenceran 10^{-1}).
 - b. Disiapkan tabung berisi 9 mL NaCl 0,85% untuk serial pengenceran berikutnya.
 - c. Dipipet 1 mL dari pengenceran 10^{-1} ke tabung berikutnya untuk memperoleh pengenceran 10^{-2} , dicampur homogen.
 - d. Dilanjutkan hingga diperoleh pengenceran 10^{-3} dan 10^{-4} .
- 2) Sebanyak 1 mL dari masing-masing pengenceran dituang ke cawan petri steril, kemudian ditambahkan ± 15 mL PCA suhu 45–50 °C, dan dicampurkan secara merata. Penanaman dilakukan duplo.
- 3) Setelah media PCA memadat, cawan petri dibalik, dan diinkubasi pada 35 ± 1 °C selama 48 jam.
- 4) Koloni dihitung pada cawan yang memenuhi kriteria 30-300 koloni. Hasil dilaporkan dalam CFU/g menggunakan rumus:

$$N = \frac{\sum C}{(V \times n \times d)}$$

Keterangan:

- N = jumlah mikroba (CFU/g)
- $\sum C$ = jumlah total koloni dari cawan yang memenuhi syarat hitung
- V = volume suspensi yang dituang ke cawan (mL)

- n = jumlah cawan yang dihitung
- d = faktor pengenceran

Analisis Data

Pada penelitian ini, data yang diperoleh dari hasil penelitian akan disajikan dalam bentuk tabel. Hasil dari penelitian ini akan dibandingkan dengan peraturan BPOM No. 13 Tahun 2019 tentang Batas Cemar Mikroba pada Pangan Olahan. Dalam regulasi tersebut, produk SOYABITES termasuk dalam kategori permen lunak dengan batas aman Angka Lempeng Total (ALT) yang diperbolehkan berada pada $10^2 - 10^4$ koloni/gram.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Analisis total mikroba setelah dilakukan pengujian sebanyak satu kali diperoleh hasil yaitu semua sampel memiliki total mikroba yang berada di bawah ambang batas maksimum cemaran mikroba sehingga termasuk dalam kategori aman untuk dikonsumsi.

Tabel 1. Hasil Uji Angka Lempeng Total (ALT)

Sampel	Angka Lempeng Total (ALT)	Batas Maksimum
SOYABITES	$1,9 \times 10^3$	10^2-10^4 koloni/g

Sumber Data: Hasil uji laboratorium (Lab. Mikrobiologi Klinik FK UB, 2024)

Hasil uji Angka Lempeng Total (ALT) pada SOYABITES menunjukkan nilai sebesar $1,9 \times 10^3$ CFU/g. Nilai ini berada dalam rentang batas cemaran mikroba yang diperbolehkan untuk kategori permen lunak, yaitu 10^2-10^4 koloni/g sesuai BPOM No. 13 Tahun 2019.

Interpretasi Hasil ALT dan Kesesuaian terhadap Ambang Cemar

Nilai Angka Lempeng Total (ALT) pada produk SOYABITES yang diperoleh sebesar $1,9 \times 10^3$ CFU/g menunjukkan bahwa jumlah mikroorganisme aerob mesofilik masih memenuhi batas maksimum cemaran mikroba berdasarkan PerBPOM No. 13 Tahun 2019, yaitu 10^2-10^4 CFU/g untuk kategori permen lunak (BPOM, 2019). Hasil ini menggambarkan bahwa kondisi hygiene proses produksi berada pada tingkat yang baik serta pengendalian kontaminasi berjalan efektif pada saat uji dilakukan.

Keberhasilan ini tidak terlepas dari penerapan langkah sanitasi bahan baku serta teknik pengolahan yang tepat. Proses pencucian dan pengeringan yang dilakukan terbukti mampu menurunkan kadar air dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Sugianti *et al.*, 2019). Perlakuan pemanasan hingga ± 70 °C selama proses produksi juga berperan sebagai pasteurisasi, di mana suhu tersebut efektif menginaktivasi sebagian besar sel vegetatif bakteri sambil mempertahankan mutu produk (Berk, 2009; Paine & Paine, 1992). Pengeringan lebih lanjut menurunkan aktivitas air sehingga mikroba tidak dapat berkembang optimal.

Selain itu, penambahan erythritol sebagai pemanis poliol memberi manfaat tambahan sebagai agen antimikroba. Eritritol diketahui dapat menghambat pertumbuhan *Streptococcus* mutans melalui penurunan adhesi sel dan penekanan ekspresi gen biofilm (Park *et al.*, 2014), sehingga berkontribusi dalam mengontrol populasi mikroba pada produk. Asam benzoat sebagai pengawet alami memiliki mekanisme kerja yang mencakup gangguan membran sel,

Fathina Kamilia Fasa

Evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada Permen Kunyah Berbasis Kedelai–Apel (Soyabites) dan Kesesuaiannya terhadap Ambang Cemar Mikrobiologis

penurunan pH intraseluler, hingga penghambatan aktivitas enzim mikroba, terutama pada lingkungan asam seperti produk pangan berbasis buah (Chipley, 2020).

Keberhasilan pengendalian cemaran mikroba ini juga berkaitan erat dengan penerapan sistem *Good Manufacturing Practices* (GMP) dan *Sanitation Standard Operating Procedures* (SSOP) selama proses produksi, serta pemahaman prinsip *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) untuk mencegah kontaminasi silang (Ho & Sandoval, 2020; de Oliveira *et al.*, 2016). Implementasi sistem mutu ini terbukti efektif menekan cemaran yang berasal dari lingkungan produksi yang menjadi tantangan pada industri pangan.

Jika dibandingkan dengan penelitian lain, misalnya jajanan kantin di Ambon yang memiliki ALT $\geq 10^5$ CFU/g (Astuty *et al.*, 2024), maka kinerja pengendalian mikrobiologis pada SOYABITES jauh lebih optimal. Kondisi ini sangat penting mengingat pangan berbasis kedelai yang tidak dipanaskan berisiko mengandung bakteri patogen seperti *E. Coli* dan coliform (Kukułowicz & Kornaga, 2019), sehingga perlakuan panas dan pengeringan yang dilakukan menjadi upaya pencegahan kontaminasi yang krusial.

Implikasi untuk Keamanan Pangan

Hasil pengujian menunjukkan bahwa nilai ALT SOYABITES sebesar $1,9 \times 10^3$ CFU/g masih berada dalam rentang ambang batas yang diperbolehkan untuk kategori permen lunak menurut PerBPOM No. 13 Tahun 2019, sehingga produk dapat dinyatakan aman dari aspek beban mikroba mesofilik pada saat pengujian (BPOM, 2019). Meskipun demikian, pengawasan berkala tetap diperlukan untuk menjamin konsistensi mutu mikrobiologis selama distribusi dan penyimpanan produk. Rendahnya jumlah kontaminan mikroba pada produk ini mencerminkan penerapan pengolahan yang tepat, seperti pencucian dan pengeringan bahan baku yang efektif menurunkan kadar air dan menghambat pertumbuhan mikroorganisme (Sugianti *et al.*, 2019). Perlakuan panas pada kisaran pasteurisasi (70-100 °C) juga menghasilkan inaktivasi sebagian besar bakteri vegetatif (Berk, 2009; Paine & Paine, 1992). Kontribusi tambahan berasal dari pemanfaatan erythritol yang memiliki efek antimikroba terhadap *Streptococcus mutans* melalui penghambatan adhesi dan pembentukan biofilm (Mäkinen, 2010), serta asam benzoat yang mengganggu metabolisme mikroba dalam kondisi asam (Chipley, 2020).

Implikasi keamanan pangan yang positif ini memperlihatkan konsistensi dengan standar sistem manajemen mutu seperti GMP, SSOP, dan HACCP, yang berperan dalam mencegah kontaminasi silang selama proses formulasi dan pengemasan (Ho & Sandoval, 2020; de Oliveira *et al.*, 2016). Penekanan upaya sanitasi sangat penting mengingat pangan berbasis kedelai tanpa pemanasan berpotensi mengandung *E. Coli* dan coliform (Kukułowicz & Kornaga, 2019). Dibandingkan dengan temuan Astuty *et al.* (2024) tentang cemaran tinggi ($\geq 10^5$ CFU/g) pada jajanan kantin, hasil penelitian ini menunjukkan bahwa SOYABITES berada dalam kondisi higienis yang jauh lebih baik. Namun demikian, untuk memastikan keamanan pangan yang komprehensif dan berkelanjutan, diperlukan beberapa catatan metodologis. Penelitian ini baru mengevaluasi ALT sebagai indikator mikroba aerob mesofilik, sehingga panel pengujian mikrobiologi yang lebih luas seperti *Enterobacteriaceae*, kapang, khamir, dan *Salmonella* perlu dilakukan sebagai langkah validasi tambahan (Wulandari & Pawenang, 2023; Rana *et al.*, 2021). Selain itu, parameter fisikokimia seperti pH dan aktivitas

air yang memiliki peran utama dalam stabilitas mikrobiologi pangan, belum diukur dan perlu ditinjau dalam pengujian lanjutan.

Perspektif Kedokteran Gigi: Penilaian Teoritik dan Implikasi Klinis

1) Appraisal Teoretik Potensi Kariogenik dan Erosif

Berdasarkan landasan teori pada tinjauan pustaka, profil risiko dan manfaat SOYABITES terhadap kesehatan gigi dan mulut bersifat multidimensional. Dari aspek kariogenik, formulasi yang menggunakan erythritol sebagai pemanis utama dapat dianggap lebih aman dibandingkan sukrosa karena tidak dapat difermentasi oleh *Streptococcus mutans* serta tidak menurunkan pH plak secara signifikan. Erythritol juga terbukti menekan adhesi sel bakteri, menghambat ekspresi gen virulensi, dan mengurangi pembentukan biofilm patogen (Mäkinen, 2010; Phuphaniat, 2023; do Prado *et al.*, 2022; Kim *et al.*, 2021a; Valizadeh *et al.*, 2021). Selain itu, karakteristik tekstur chewy mampu meningkatkan aliran saliva, mempercepat pemulihan pH, membantu proses self-cleansing dan remineralisasi, sehingga berkontribusi sebagai faktor protektif terhadap demineralisasi enamel (Phuphaniat, 2023).

Namun demikian, terdapat sejumlah faktor risiko potensial yang perlu dicermati. Retensi oral yang lebih lama pada produk kunyah dapat memperpanjang durasi paparan biofilm terhadap substrat, terutama jika konsumsinya dilakukan berulang di luar waktu makan yang memperbesar peluang terjadinya demineralisasi secara kumulatif (Phuphaniat, 2023). Kandungan apel dalam produk membawa potensi erosi karena memiliki asam organik seperti malat dan sitrat yang mampu menurunkan pH saliva hingga melewati batas kritis enamel $\leq 5,5$ (Jauhary, 2016; Penda *et al.*, 2015; Nadira *et al.*, 2024). Beberapa asam buah juga memiliki *titratable acidity* yang tinggi, sehingga dapat mempertahankan kondisi lingkungan mulut tetap asam dalam jangka lebih lama dan menghambat aksi buffer saliva (Bors *et al.*, 2025; Lussi *et al.*, 2023).

Dengan demikian, profil SOYABITES menunjukkan kombinasi faktor protektif dan risiko, sehingga implikasi klinisnya belum dapat ditentukan hanya berdasarkan komposisi dan teori semata. Untuk memperoleh kesimpulan yang akurat mengenai potensi kariogenik maupun erosifnya, diperlukan evaluasi empiris tambahan yang bersifat *in vivo* maupun laboratorik.

Implikasi Klinis untuk Edukasi Pasien

Meskipun penelitian ini tidak secara langsung mengevaluasi luaran klinis, pemahaman teoritik mengenai mekanisme non-kariogenik poliol serta pengaruhnya terhadap dinamika pH plak dan proses remineralisasi memberikan dasar kuat bagi rekomendasi edukasi pasien dalam praktik pencegahan karies. Produk pangan berbasis erythritol dan xylitol yang tidak difermentasi oleh bakteri kariogenik (Phuphaniat, 2023; Mäkinen, 2010) sebaiknya direkomendasikan sebagai pengganti camilan sukrosa, bukan sebagai tambahan yang dapat meningkatkan total paparan substrat fermentable. Prinsip moderasi frekuensi konsumsi menjadi penting karena paparan karbohidrat berulang memperpanjang penurunan pH plak ke zona kritis enamel ($\leq 5,5$) dan dentin ($\leq 6,5$) sehingga memperbesar risiko demineralisasi kumulatif (Jauhary, 2016; Penda *et al.*, 2015; Nadira *et al.*, 2024). Selain regulasi frekuensi dan waktu konsumsi, strategi mitigasi pasca-paparan juga perlu ditekankan dalam edukasi. Minum air putih setelah mengonsumsi produk poliol membantu pembilasan residu dan mempercepat pemulihan pH rongga mulut. Apabila produk memiliki sifat asam karena

Fathina Kamilia Fasa

Evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada Permen Kunyah Berbasis Kedelai–Apel (Soyabites) dan Kesesuaiannya terhadap Ambang Cemar Mikrobiologis

formulasi pangan tertentu, menyikat gigi ditunda sekitar 30 menit untuk mencegah abrasi mekanis pada enamel yang sedang mengalami demineralisasi sementara. Penggunaan pasta gigi berfluor tetap dianjurkan sebagai dukungan remineralisasi melalui peningkatan saturasi ion kalsium dan fosfat pada pelikel (Mäkinen, 2010).

Selain manfaatnya terhadap pencegahan karies dan potensi peningkatan remineralisasi, edukasi juga harus menyertakan informasi mengenai keamanan saluran cerna. Konsumsi poliol berlebih dapat menimbulkan flatulensi, ketidaknyamanan abdomen, hingga diare osmotik karena mekanisme penarikan air ke dalam lumen usus (Lenhart & Chey, 2022). Efek ini bersifat *dose-dependent* dan lebih nyata pada individu dengan sensitivitas gastrointestinal seperti pasien IBS (*Irritable Bowel Syndrome*), sehingga tenaga kesehatan perlu mengkomunikasikan batas konsumsi yang aman dan rasional. Dalam konteks efektivitas, uji klinis menunjukkan bahwa xylitol dosis total 5-10 g per hari yang dikonsumsi 3–5 kali setelah makan mampu memberikan penurunan insidensi karies yang signifikan (ALHumaid & Bamashmous, 2022). Keseluruhan rekomendasi ini diharapkan dapat mendukung pemanfaatan poliol secara tepat guna sebagai strategi pencegahan primer berbasis perubahan perilaku konsumsi yang rasional dan berlandaskan bukti ilmiah.

Keterbatasan Penelitian

Penelitian ini memiliki sejumlah keterbatasan yang perlu dipertimbangkan dalam menginterpretasikan hasil. Pengujian keamanan mikrobiologis pada SOYABITES dilakukan pada satu *batch* dengan ulangan yang terbatas, sehingga data yang diperoleh masih bersifat representasi awal dan belum mampu menggambarkan variasi produksi secara menyeluruh. Kondisi ini membatasi kemampuan generalisasi hasil terhadap populasi produk dalam skala industri. Ruang lingkup parameter mikrobiologi yang diuji juga masih terbatas pada Angka Lempeng Total (ALT). Analisis tambahan yang lazim digunakan untuk menilai keamanan pangan, seperti *Enterobacteriaceae*, kapang-khamir, maupun deteksi patogen seperti *Salmonella* dan *Staphylococcus aureus*, belum dilakukan. Dengan demikian, kesimpulan yang dihasilkan baru sebatas indikasi awal dan memerlukan verifikasi melalui pengujian yang lebih lengkap.

Selain itu, penelitian tidak memasukkan pengukuran parameter fisikokimia seperti pH dan aktivitas air yang berperan dalam menentukan potensi pertumbuhan mikroba selama penyimpanan. Tanpa data tersebut, pembahasan mengenai potensi kariogenik dan efek penghambatan mikroba oleh poliol masih bersifat kajian teori dan belum tervalidasi langsung pada produk. Mutu sensori juga belum dinilai karena penelitian ini berfokus pada aspek keamanan mikrobiologis. Parameter organoleptik seperti rasa, aroma, warna, dan tekstur tidak menjadi variabel pengamatan serta tidak memengaruhi hasil ALT secara langsung. Di sisi lain, absennya uji organoleptik menyebabkan tingkat penerimaan dan preferensi konsumen terhadap produk belum dapat disimpulkan. Pelaksanaan uji sensori memerlukan desain metodologis dan panelis khusus yang berada di luar cakupan studi ini. Evaluasi kandungan gizi dan uji klinis untuk mengamati pengaruh konsumsi SOYABITES terhadap kesehatan gigi maupun status gizi konsumen juga belum dilakukan, sehingga manfaat fungsional dan klaim kesehatan produk masih memerlukan dukungan empiris. Di samping itu, stabilitas selama penyimpanan tidak dianalisis, padahal karakteristik mikrobiologis produk dapat berubah seiring waktu dan memengaruhi keamanan hingga masa konsumsi.

Fathina Kamilia Fasa

Evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada Permen Kunyah Berbasis Kedelai–Apel (Soyabites) dan Kesesuaiannya terhadap Ambang Cemar Mikrobiologis

Mengacu pada hal tersebut, penelitian lanjutan direkomendasikan untuk meningkatkan jumlah ulangan dan memperluas parameter uji, termasuk analisis fisikokimia, panel uji mikroba yang lebih lengkap, serta uji organoleptik untuk menentukan tingkat penerimaan konsumen. Kajian umur simpan dan uji klinis juga diperlukan guna memperkuat dasar ilmiah dalam pengembangan produk SOYABITES sebagai pangan fungsional yang aman, stabil, dan bernilai lebih bagi kesehatan.

KESIMPULAN

Pada saat pengujian, SOYABITES memiliki Angka Lempeng Total (ALT) sebesar $1,9 \times 10^3$ CFU/g dan memenuhi ambang cemar untuk kategori permen lunak sesuai PerBPOM No. 13 Tahun 2019. Penelitian ini tidak mengevaluasi parameter lain seperti komposisi gizi maupun luaran klinis. Oleh karena itu, kesimpulan dibatasi pada hasil ALT. Sebagai saran, perlu dilakukan pengujian mikrobiologis yang lebih komprehensif meliputi *Enterobacteriaceae*, kapang-khamir, serta patogen seperti *Salmonella* dan *Staphylococcus aureus* pada batch produksi yang berbeda untuk memastikan konsistensi mutu produk. Penelitian lanjutan juga disarankan untuk mengukur parameter fisikokimia seperti pH dan aktivitas air yang berperan dalam stabilitas mikrobiologis selama penyimpanan, serta melakukan uji organoleptik untuk menilai tingkat penerimaan konsumen. Selain itu, uji klinis diperlukan untuk membuktikan efektivitas SOYABITES dalam mendukung kesehatan gigi dan mulut secara empiris, sehingga produk ini dapat direkomendasikan sebagai pangan fungsional yang aman dan bermanfaat dalam praktik kedokteran gigi preventif.

REFERENSI

- ALHumaid, J. & Bamashmous, M. (2022) 'Meta-analysis on the Effectiveness of Xylitol in Caries Prevention', *Journal of International Society of Preventive & Community Dentistry*, 12(2), pp. 133–138. doi:10.4103/jispcd.JISPCD_164_21.
- Astuty, E., Wahyuli, A. & Noya, F.C., 2024. Analisis mikrobiologis jajanan makanan di kantin Pujasera Universitas Pattimura Ambon. *Jurnal SAGO Gizi dan Kesehatan*, [online] 6(1). Available at: <https://doi.org/10.30867/gikes.v6i1.1956>
- Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia (BPOM) (2021) *Peraturan Kepala BPOM tentang Persyaratan Mikrobiologi dalam Pangan Olahan*. Available at: <https://www.pom.go.id> (Accessed: 25 May 2025).
- Berk, Z. (2009). Chapter 17 – Thermal processing. In *Food process engineering and technology* (pp. 355–373). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-373660-4.00017-X>
- Bors, A., Beresescu, L. & Beresescu, G. (2025) 'Erosive impact of acidic "healthy" beverages on dental enamel: A systematic review (2013–2025)', *Preprints.org*. <https://doi.org/10.20944/preprints202505.1016.v1>
- de Cock, P. et al. (2016) 'Erythritol is more effective than xylitol and sorbitol in managing oral health endpoints', *International Journal of Dentistry*, Article ID 9868421. doi:10.1155/2016/9868421.
- do Prado, F.G. et al. (2022) 'Fermented soy products and their potential health benefits: A review', *Microorganisms*, 10, p.1606. <https://doi.org/10.3390/microorganisms10081606>

Fathina Kamilia Fasa

Evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada Permen Kunyah Berbasis Kedelai–Apel (Soyabites) dan Kesesuaiannya terhadap Ambang Cemaran Mikrobiologis

- Ho, K.L.G., Sandoval, A. (2020). Sanitation Standard Operating Procedures (SSOPs). In: Demirci, A., Feng, H., Krishnamurthy, K. (eds) Food Safety Engineering. Food Engineering Series. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-42660-6_7
- Jauhary, H., 2016. *Sehat Tanpa Obat dengan Apel*. Yogyakarta: Rapha Publishing.
- Kattan, J.D., Cocco, R.R. & Järvinen, K.M. (2011), 'Milk and soy allergy', *Pediatric Clinics of North America*, vol. 58, no. 2, pp. 407–x. <https://doi.org/10.1016/j.pcl.2011.02.005>
- Kikuchi, M., Tanaka, S. & Kawai, S., 2018. Effects of soybeanisoflavones on oral health: A review. *Nutrients*, 10(4), p.514. <https://doi.org/10.3390/nu10040514>
- Kim, I.S., Kim, C.H. & Yang, W.S., 2021a. Physiologically active molecules and functional properties of soybeans in human health—A current perspective. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, p.4054. <https://doi.org/10.3390/ijms22084054>
- Kim, I.S., Yang, W.S. & Kim, C.H., 2021b. Beneficial effects of soybean-derived bioactive peptides. *International Journal of Molecular Sciences*, 22, p.168570. <https://doi.org/10.3390/ijms22168570>
- Kukułowicz, A. & Kornaga, P., 2019. Assessment of the Microbiological Quality of Soy Cold Cuts. *Journal of Quality Science*, No. 110. Available at: <https://doi.org/10.26408/110.02>
- Lenhart, A. & Chey, W.D. (2017) 'A systematic review of the effects of polyols on gastrointestinal health and irritable bowel syndrome', *Advances in Nutrition*, 8(4), pp. 587–596. doi: 10.3945/an.117.015560.
- Lussi, A., Schlueter, N., Rakhmatullina, E. & Ganss, C. (2011) 'Dental erosion – an overview with emphasis on chemical and histopathological aspects', *Caries Research*, 45(Suppl. 1), pp. 2–12. <https://doi.org/10.1159/000325915>.
- Mäkinen, K.K., 2010. Sugar alcohols, caries incidence, and remineralization of caries lesions: A literature review. *International Journal of Dentistry*, 2010, p.981072. <https://doi.org/10.1155/2010/981072>
- Martoyo, P.Y., Dewanti-Hariyadi, R. & Rahayu, W.P., 2014. Kajian standar cemaran mikroba dalam pangan di Indonesia. *Jurnal Standardisasi*, 16(2), Available at: <http://repository.ipb.ac.id/handle/123456789/69824>
- Messina, M., 2016. Soy and health update: Evaluation of the clinical and epidemiologic literature. *Nutrients*, 8(12), p.754. <https://doi.org/10.3390/nu8120754>
- Nadira, R., Sari, M.R. & Sari, E., 2024. The effectiveness of chewing apples on the plaque index in primary school children (literature study). *International Journal of Health Sciences (IJHS)*, 2(2). <https://doi.org/10.59585/ijhs>
- Oliveira, C.A.F. de, Cruz, A.G. da, Tavolaro, P. and Corassin, C.H., 2016. Food safety: Good Manufacturing Practices (GMP), Sanitation Standard Operating Procedures (SSOP), Hazard Analysis and Critical Control Point (HACCP). In: *Antimicrobial Food Packaging*. Elsevier, pp. 129–139. <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-800723-5.00010-3>
- Paine, F. A., & Paine, H. Y. (1992). Dried and moisture sensitive foods. In *A handbook of food packaging* (pp. 296–314). Springer. https://doi.org/10.1007/978-1-4615-2103-2_17
- Penda, P.A.C., Kaligis, S.H.M. & J., 2015. Perbedaan indeks plak sebelum dan sesudah pengunyahan buah apel. *Jurnal e-GiGi (eG)*, 3(2), pp.380–386. doi: 10.35790/eg.3.2.2015.9631

Fathina Kamilia Fasa

Evaluasi Angka Lempeng Total (ALT) pada Permen Kunyah Berbasis Kedelai– Apel (Soyabites) dan Kesesuaiannya terhadap Ambang Cemaran Mikrobiologis

- Peres, M.A. et al. (2019) ‘Oral diseases: A global public health challenge’, *The Lancet*, 394(10194), pp.249–260. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31146-8](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31146-8)
- Phuphaniat, M. (2023) *The role of sugar-free chewing gum in dental caries prevention*. IntechOpen. doi:10.5772/intechopen.109067.
- Rahmawati, S., Aulia, U., Farahdiba, A.U., Alfian, O. & Adhly, R., 2018. Identifikasi total coliform, E. coli dan Salmonella spp. sebagai indikator sanitasi makanan kantin di lingkungan Kampus Terpadu Universitas Islam Indonesia. *Jurnal Sains & Teknologi Lingkungan*, 10, pp.101–114. <https://doi.org/10.20885/jstl.vol10.iss2.art3>
- Ramya, K., Ramesh, A. & Poornima, P., 2020. Awareness and practice of oral hygiene among elderly population – A cross-sectional study. *Journal of Family Medicine and Primary Care*, 9(1), pp.187–191. https://doi.org/10.4103/jfmpe.jfmpe_831_19
- Rana, Y. S., Eberly, P. M., Suehr, Q. J., Hildebrandt, I. M., Marks, B. P., & Snyder, A. B. (2021). Survival of Escherichia coli O157:H7 during Moderate Temperature Dehydration of Plant-Based Foods. https://doi.org/10.3390/FOODS10092162_
- Sholehah, N. U. A., Rukaya, B. E. and Syuhada, S. (2025) “Studi Mikrobiologi pada Jajanan Kaki Lima di Sekolah Dasar Kecamatan Tarakan Barat: Implikasi bagi Keamanan Pangan”, *Bioscientist : Jurnal Ilmiah Biologi*, 13(1), pp. 264–271. doi: 10.33394/bioscientist.v13i1.15038.
- Sugianti, G.R., Wirawan, I.M.A. & Utami, N.W.A., 2019. Microbiological quality, hygiene, and sanitation of the production processes of a traditional beverage at tourism areas in Bali. *Journal of UOEH*, 41(4), pp.353–362. <https://doi.org/10.7888/juoeh.41.353>
- Tarigan, R.E. et al., 2024. *Analisis makanan dan minuman*. Purbalingga: Eureka Media Aksara. Available at:<https://repository.penerbiteureka.com/media/publications/568382-analisis-makanan-dan-minuman-2712f3f4.pdf>
- Valizadeh, M. et al. (2021) ‘Uses of soybean isoflavonoids in dentistry’, *Journal of Dental Sciences*, 12, pp.1–13. <https://doi.org/10.1016/j.jds.2021.11.020>
- Watt, R.G. et al. (2019) ‘Ending the neglect of global oral health’, *The Lancet*, 394(10194), pp.261–272. [https://doi.org/10.1016/S0140-6736\(19\)31133-X](https://doi.org/10.1016/S0140-6736(19)31133-X)
- Wijayanti, H. N. (2023). Edukasi kesehatan gigi dan mulut dalam upaya meningkatkan kesehatan gigi pada anak sekolah dasar. *Room of Civil Society Development*, 2(4), 153–160.
- Wulandari, R., & Pawenang, Eram T. (2023). Personal Hygiene dan Sanitasi Pabrik Serta Keberadaan Bakteri Coliform pada Air Rendaman Tahu. *Jurnal Penelitian Dan Pengembangan Kesehatan Masyarakat Indonesia*. <https://doi.org/10.15294/jppkmi.v4i2.70869>
- Yunita, M., Hendrawan, Y. & Yulianingsih, R., 2015. Analisis kuantitatif mikrobiologi pada makanan penerbangan (Aerofood ACS) Garuda Indonesia berdasarkan TPC (Total Plate Count) dengan metode pour plate. Available at: <https://api.semanticscholar.org/CorpusID:108904557>