

Utilization of Wheat Flour (*Triticum aestivum* L.) as Growth Media for *Staphylococcus epidermidis* and *Salmonella typhimurium*.

Pemanfaatan Tepung Gandum (*Triticum aestivum* L.) Sebagai Media Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus epidermidis* dan *Salmonella typhimurium*

Hafizh Dafa Mulya Kiswara¹⁾, Chylen Setiyo Rini *,¹⁾

¹⁾Program Studi D-IV Teknologi Laboratorium Medis, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo, Indonesia

* Email Penulis Korespondensi: chylensetiyorini@umsida.ac.id

Abstract: Media are substrates that provide the nutrients required for the growth of microorganisms. The high cost of ready-to-use culture media has encouraged research into alternative media that are economical and readily available. Protein is one of the essential components required for bacterial growth. This nutrient can be obtained from grains, one of which is wheat (*Triticum aestivum* L.). This study aimed to determine whether wheat flour can be used as an alternative culture medium for the growth of *Staphylococcus epidermidis* and *Salmonella typhimurium*. The study employed a laboratory experimental design. The wheat flour used in this study was obtained from e-commerce, with variations of 2 g (P1), 4 g (P2), 6 g (P3), and 8 g (P4). Nutrient Agar (NA) was used as the positive control (P5), while bacteriological agar was used as the negative control (P6). The study was conducted from July to August 2025 at the Bacteriology Laboratory, Faculty of Health Sciences, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. The Total Plate Count (TPC) method was used to determine the number of bacterial colonies. The results showed that the average number of *S. epidermidis* colonies was 328 colonies in P1, 252 colonies in P2, 192 colonies in P3, and 142 colonies in P4, while the NA medium produced an average of 387.2 colonies. For *S. typhimurium*, the average number of colonies was 273 colonies in P1, 223 colonies in P2, 185 colonies in P3, and 125 colonies in P4, while the NA medium produced an average of 368.5 colonies. Each treatment showed a significance value of <0.05 , indicating that variations in wheat flour significantly affected the number of bacterial colonies among the treatment groups. In conclusion, although the number of bacterial colonies produced on wheat flour media was lower than that on NA medium, wheat flour is feasible for use as an alternative culture medium because the growth of both bacteria remained within the criteria of the Standard Plate Count.

Keywords: Alternatif media, Wheat flour, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella typhimurium*, TPC

Abstrak: Media adalah tempat pertumbuhan mikroorganisme yang mengandung nutrisi. Tingginya biaya media instan menjadikan dasar bagi penelitian untuk mencari alternatif media yang ekonomis dan mudah diperoleh. Salah satu komponen krusial bagi pertumbuhan bakteri adalah protein. Kandungan tersebut dapat diperoleh dari biji-bijian salah satunya gandum (*Triticum aestivum* L.). Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bahwa tepung gandum dapat digunakan sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *S. epidermidis* dan *S. typhimurium* dengan desain penelitian eksperimental laboratorium, tepung gandum yang digunakan diperoleh dari e-commerce, variasi tepung gandum yang digunakan yaitu 2 gram (P1), 4 gram (P2), 6 gram (P3), 8 gram (P4), serta kontrol positif menggunakan NA (P5) dan kontrol negatif menggunakan bakteriologi agar (P6). Penelitian ini dilakukan pada bulan Juli-Agustus tahun 2025 di laboratorium Bakteriologi Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Metode penelitian yang digunakan adalah Total Plate Count (TPC) untuk menghitung jumlah koloni. Berdasarkan hasil pengujian, pada bakteri *S. epidermidis* pada perlakuan 1 memiliki rata-rata 328 koloni, perlakuan 2 memiliki rata-rata 252 koloni, perlakuan 3 memiliki rata-rata 192 koloni, perlakuan 4 memiliki rata-rata 142 koloni, sementara pada media NA memiliki rata-rata 387,2 koloni. Pada bakteri *S. typhimurium* perlakuan 1 memiliki rata-rata 273 koloni, perlakuan 2 memiliki rata-rata 223 koloni, perlakuan 3 memiliki rata-rata 185 koloni, perlakuan 4 memiliki rata-rata 125 koloni, sementara pada media NA memiliki rata-rata 368,5 koloni. Tiap – tiap perlakuan memiliki nilai signifikan $< 0,05$ yang berarti adanya perbedaan variasi tepung memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah koloni bakteri antar kelompok perlakuan. Kesimpulan dari penelitian ini adalah meskipun jumlah koloninya lebih sedikit daripada NA, media tepung gandum layak digunakan sebagai media alternatif karena pertumbuhan kedua bakteri tersebut tetap memenuhi Standar Plate Count.

Kata Kunci : Media alternatif, Tepung gandum, *Staphylococcus epidermidis*, *Salmonella typhimurium*, TPC

I. PENDAHULUAN

Mikroorganisme adalah makhluk hidup yang dapat ditemukan di berbagai tempat dengan jumlah yang sangat banyak. Salah satu mikroorganisme kosmopolit adalah bakteri yang hadir dalam berbagai jumlah, jenis, dan sifat di hampir setiap lokasi. Karena keberadaannya yang melimpah, banyak bakteri hingga kini belum dapat diidentifikasi secara lengkap [1]. Mikroorganisme memerlukan nutrisi, sumber energi, dan kondisi lingkungan tertentu untuk dapat tumbuh dan berkembang biak. Mikroba dapat beradaptasi dengan habitat yang paling sesuai dengan kebutuhannya. Bakteri akan tumbuh dengan baik dalam media yang mengandung semua nutrisi yang dibutuhkan, memiliki pH yang tepat, bebas dari zat penghambat, dan harus dalam keadaan steril [2]. Beragam jenis bakteri memiliki karakteristik dan tingkat patogenitas yang berbeda-beda. Beberapa di antaranya merupakan flora normal yang dapat menjadi patogen oportunistik, sedangkan yang lain merupakan patogen yang secara langsung menyebabkan penyakit pada manusia seperti *Salmonella sp*, *Staphylococcus sp*, *Escherichia coli*, *Klebsiella sp*, *Bacillus sp*. Salah satu dari bakteri patogen oportunistik adalah *S.epidermidis* dan *S.typhimurium*.

S.epidermidis adalah salah satu spesies bakteri dari genus *Staphylococcus* yang dapat menyebabkan infeksi oportunistik, terutama pada individu dengan sistem kekebalan yang lemah. Bakteri ini memiliki beberapa karakteristik seperti bersifat fakultatif, gram positif, berbentuk kokus, dan berukuran 0,5 – 1,5 µm. Secara alami, bakteri ini ditemukan pada kulit dan membran mukosa manusia. Infeksi *S.epidermidis* dapat terjadi ketika bakteri ini membentuk biofilm pada alat medis di rumah sakit, yang kemudian dapat menyebabkan pasien lain di sekitar lingkungan tersebut terinfeksi nosokomial [3]. Bakteri *S.epidermidis* karena dalam 5 tahun terakhir bakteri ini semakin sering diidentifikasi sebagai penyebab infeksi nosokomial, terutama pada pasien dengan kondisi imunokompromais, neonatus, serta pasien yang menggunakan alat medis invasif [4]. Karena infeksi nosokomial masih menjadi perhatian di dunia kesehatan dan dapat merugikan pasien yang dirawat di rumah sakit di seluruh dunia. Pada negara berkembang sekitar 10 per 100 pasien yang dirawat menderita infeksi nosokomial, sedangkan pada negara maju sekitar 7 per 100 pasien yang dirawat menderita infeksi nosokomial [5]. Berdasarkan penelitian yang dilakukan [6] pada RSUD Undata Palu bertempat di Instalasi Radiologi maka didapatkan kesimpulan yaitu variasi bakteri di Instalasi Radiologi RSUD Undata Palu, terdapat 5 jenis bakteri yaitu, 7 sampel *Staphylococcus epidermidis* (29,17%), 5 sampel *Staphylococcus aureus* (20,83%), 6 sampel *Klebsiella sp* (25%), 3 sampel *Enterobacter sp* (12,5%), dan 3 sampel *Escherichia Coli* (12,5%). Bakteri terbanyak dari variasi bakteri tersebut yang dilakukan pada 3 ruang penelitian di Instalasi Radiologi adalah *S.epidermidis*, bakteri tersebut adalah flora normal yang biasa menyebabkan infeksi terutama pada pasien – pasien dengan imun yang lemah.

S.typhimurium merupakan bakteri gram negatif berbentuk batang, tidak berspora, berukuran 1-3,5 µm x 0,5 - 0,8 µm, dengan koloni rata-rata 2-4 mm [7]. *Salmonella enterica serovar typhimurium* merupakan salah satu bakteri *Salmonella* yang paling sering mengakibatkan infeksi *Nontyphoidal salmonellosis* (NTS) yang berhubungan dengan penyakit pada manusia, termasuk gastroenteritis akut. Bakteri *S.typhimurium* ini adalah penyebab penyakit gastroenteris atau keracunan makanan yang paling umum di dunia dan bakteri ini resisten terhadap berbagai obat sehingga mengakibatkan infeksi aliran darah. Karena kemampuan beradaptasi bakteri *S.typhimurium* membuat tantangan kesehatan masyarakat yang penting [8]. Infeksi *S.typhimurium* dimulai ketika organisme ini dikonsumsi melalui makanan atau air yang terkontaminasi. Makanan bisa terkontaminasi oleh patogen selama tahap pra-panen, panen, dan pasca-panen yang menyebabkan infeksi *Salmonella* invasif dan parah, seperti bakteremia dan sepsis, infeksi tersebut sering terjadi pada populasi yang memiliki sistem imun lemah, dan dapat menyebabkan rawat inap sampai kematian. *Salmonella* memiliki kemampuan bertahan yang tinggi terhadap lingkungan baru mengakibatkan bakteri tersebut sulit untuk dihilangkan dari rantai makanan [9]. Pada tahun 2023-2024 infeksi *Salmonella typhimurium* ditemukan di California dan empat Negara bagian lain sebanyak 171 kasus yang dimana 70% terjadi pada anak-anak dan remaja berusia <18 tahun [10]. Sebagai makhluk hidup mikroorganisme seperti bakteri membutuhkan tempat untuk tumbuh dan berkembang untuk siklus hidupnya. Pada laboratorium bakteriologi agar bisa mempelajari sifat – sifat bakteri memerlukan suatu substansi yang sudah diatur nutrisinya untuk tempat pertumbuhan bakteri yang disebut media [11].

Media adalah bahan yang terdiri dari campuran nutrisi yang digunakan untuk menumbuhkan mikroorganisme, seperti bakteri, jamur, dan lainnya. Media dapat mendukung mikroorganisme dengan baik jika memenuhi syarat seperti kelembapan yang cukup, pH yang tepat, kadar oksigen yang baik, kondisi steril, dan mengandung semua nutrisi yang mudah diakses oleh mikroorganisme [12]. Nutrisi yang diperlukan mikroorganisme untuk pertumbuhannya meliputi karbon, nitrogen, unsur non-logam seperti sulfur dan fosfor, serta unsur logam seperti kalsium, seng, natrium, kalium, tembaga, mangan, magnesium, dan besi [13]. Pada saat ini masih banyak laboratorium menggunakan media instan yang diproduksi oleh pabrik tertentu dan sudah dalam bentuk siap pakai, tetapi harganya sangat mahal, higroskopis, dan hanya dapat ditemukan di lokasi-lokasi tertentu saja [14]. Di Indonesia banyak sekali sumber daya alam yang belum dimanfaatkan. Sehingga dapat digunakan sebagai bahan media alternatif untuk pertumbuhan bakteri [15].

Media alternatif pertumbuhan bakteri merujuk pada suatu media yang digunakan untuk menumbuhkan serta mengkulturkan bakteri yang tidak menggunakan bahan-bahan standar, seperti *Nutrient agar* atau *Nutrient broth*, tetapi memanfaatkan bahan alternatif yang lebih ekonomis, mudah diakses, atau mengandung nutrisi yang sesuai untuk mendukung pertumbuhan bakteri [16]. Sumber daya alam yang bisa digunakan sebagai media penanaman adalah jenis buah-buahan, sayur-sayuran, umbi-umbian, dan biji-bijian. Berbagai jenis biji-bijian yang dapat digunakan salah satunya yaitu gandum. gandum merupakan tanaman sereal yang digunakan sebagai bahan baku tepung terigu untuk membuat roti, kue, spageti, dan makaroni [17]. Tepung gandum berasal dari gandum utuh yang digiling hingga lembut. Gandum mempunyai tiga lapisan berbeda yaitu bran, germ, dan endosperm [18]. Tepung gandum utuh dibuat dari biji gandum yang belum dimurnikan dari lapisan bran (lapisan luar dari biji), sehingga masih memiliki lapisan coklat di sekitarnya. Selain itu, tepung ini mengandung nutrisi yang meliputi karbohidrat 60-80%, protein 6-17%, lemak 1,5-2,0% [19]. Banyak penelitian yang sudah menggunakan sumber daya alam sebagai media alternatif seperti kentang (*Solanum tuberosum* L) dan jagung (*Zea mays*) sebagai media alternatif pengganti media Nutrien Agar dalam pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus*. Dengan hasil perhitungan jumlah koloni di tiap media, diperoleh rata-rata yang berbeda pada Nutrient Agar koloni *Staphylococcus aureus* rata-rata berjumlah 16,3, pada media kentang 134, dan pada media jagung 18,4. [20]. Tepung mocaf (*Modified Cassava Flour*) sebagai media kultur alternatif untuk pertumbuhan bakteri *Escherichia coli* dan *Bacillus cereus*. Hasil penelitian menunjukkan bahwa rata-rata jumlah koloni kontrol positif dari bakteri *Escherichia coli* sebesar $22,5 \times 10^5$ CFU/mL sedangkan kontrol positif dari bakteri *Bacillus cereus* sebesar $20,25 \times 10^5$ CFU/mL [21]. Kacang kedelai sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *Pseudomonas aeruginosa* [22].

Efektivitas suatu media alternatif bisa dievaluasi menggunakan metode *Total Plate Count* (TPC), yaitu metode perhitungan jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media agar untuk menentukan tingkat pertumbuhan mikroorganisme [23]. *Total plate count* (TPC) adalah metode yang sudah dikembangkan oleh *Association of Official Analytical Chemists* (AOAC) dan *American Public Health Association* (APHA). Metode ini memiliki prinsip apabila sel bakteri yang ditumbuhkan pada media agar akan berkembang biak dan membentuk beberapa koloni yang dapat dilihat secara langsung tanpa menggunakan mikroskop dan untuk menghitung jumlah koloni dapat menggunakan alat *colony counter* [24]. Penelitian [25] mengenai potensi pemanfaatan tepung jagung, kacang hijau, dan ubi cilembu sebagai media kultur bakteri *E. coli*. Hasil pertumbuhan koloni bakteri *E. coli* menggunakan metode TPC menunjukkan jumlah koloni kacang hijau yang paling banyak tumbuh sebesar 162×10^5 CFU/ml pada konsentrasi 4,54%, pada media jagung tumbuh sebanyak 63×10^5 CFU/ml pada konsentrasi 7,5% dan pada media ubi cilembu sebanyak 46×10^5 CFU/ml pada konsentrasi 30%. Menunjukkan bahwa tepung jagung, kacang hijau dan ubi cilembu mampu menjadi media alternatif yang baik untuk menumbuhkan bakteri *E. coli*. Penelitian [26] juga membuktikan bahwa tepung sayuran seperti wortel, kubis, tomat dapat dimanfaatkan sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *S.aureus* dan *E. coli* dan pertumbuhan jumlah koloni dihitung menggunakan metode TPC. Hasil perhitungan jumlah koloni *Staphylococcus aureus* yang tumbuh adalah pada formula A 2×10^5 , formula B 36×10^5 , formula C 1×10^5 , formula D 1×10^5 , formula E 2×10^5 . Sedangkan jumlah koloni *Escherichia coli* yang tumbuh adalah formula A 28×10^5 , formula B 53×10^5 , formula C 18×10^5 , formula D 12×10^5 , formula E 14×10^5 . Pada penelitian [27] jagung manis sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *E.coli* dan *S.aureus* dengan menggunakan metode perhitungan TPC. Hasil penelitian menunjukkan bahwa *E.coli* dan *S.aureus* dapat tumbuh optimal pada media alternatif. Berdasarkan latar belakang maka tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui bahwa tepung gandum dapat digunakan sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *S.epidermidis* dan *S.typhimurium*.

II. METODE

Jenis penelitian ini adalah penelitian yang bersifat eksperimental laboratorium dengan teknik observasi pengamatan langsung untuk mengamati efektivitas tepung gandum (*Triticum aestivum* L.) sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *S.epidermidis* dan *S. typhimurium*. Sampel yang digunakan adalah tepung gandum hasil dari produk olahan gandum (*Triticum aestivum* L.). Bakteri *Staphylococcus epidermidis* (ATCC-12228) dan *Salmonella typhimurium* (ATCC14028 PK/5) didapat dari e-commerce.

Penelitian dilaksanakan pada bulan Juli-Agustus 2025 dilaksanakan dilaboratorium Bakteriologi, Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Muhammadiyah Sidoarjo. Penelitian telah lulus uji etik di FKG, Universitas Airlangga Surabaya Nomor : 0694/HRECC.FODM/VIII/2025. Penelitian diawali dengan pembuatan media alternatif tepung gandum, kontrol positif dan kontrol negatif. Berat tepung gandum yang digunakan adalah 2 gram (P1), 4 gram (P2), 6 gram (P3), 8 gram (P4). Percobaan dilakukan menggunakan 6 perlakuan dengan pengulangan sebanyak 4 kali (menurut rumus Federer) :

Perlakuan 1 (P1) : Tepung gandum 2 gram + 2 gram bakteriologikal agar + 0,5 gram NaCl + 0,5 gram glukosa + 80 mL aquades

Perlakuan 2 (P2) : Tepung gandum 4 gram + 2 gram bakteriologikal agar + 0,5 gram NaCl + 0,5 gram glukosa + 80 mL aquades

Perlakuan 3 (P3) : Tepung gandum 6 gram + 2 gram bakteriologikal agar + 0,5 gram NaCl + 0,5 gram glukosa + 80 mL aquades

Perlakuan 4 (P4) : Tepung gandum 8 gram + 2 gram bakteriologikal agar + 0,5 gram NaCl + 0,5 gram glukosa + 80 mL aquades

Perlakuan 5 (P5) : *Nutrient Agar* (kontrol +)

Perlakuan 6 (P6) : *Bacteriological Agar* (kontrol -)

Identifikasi bakteri *S.epidermidis* dan *S.typhimurium* yang diperoleh dari e-commerce menggunakan Media *Mannitol Salt Agar* (MSA) dan *Salmonella Shigella Agar* (SSA). Menimbang sebanyak 4,32 gram media MSA dan menimbang sebanyak 2,4 gram media SSA kemudian masing-masing dilarutkan pada 40 mL aquades dalam erlenmeyer. Media dipanaskan hingga benar-benar larut. Kemudian di autoklaf mencapai suhu 121°C, setelahnya dituang di cawan petri kemudian ditunggu hingga padat. Lalu bakteri *S.epidermidis* diinokulasikan pada media MSA dan bakteri *S.typhimurium* diinokulasikan pada media SSA. Kemudian diinkubasi di inkubator maksimal 2x24 jam. Setelah itu diamati secara makroskopis dan mikroskopis.

Pembuatan media *Nutrient Agar* (NA) dengan cara Menimbang sebanyak 1,6 gram media NA kemudian dilarutkan 80 mL aquades dalam erlenmeyer. Media dipanaskan hingga benar-benar larut. Kemudian di autoklaf mencapai suhu 121°C, setelahnya dituang di cawan petri tunggu hingga padat. Lalu bakteri *S.epidermidis* dan bakteri *S.typhimurium* diinokulasikan pada media NA. Kemudian diinkubasi di inkubator maksimal 2x24 jam. Setelah itu diamati secara makroskopis dan mikroskopis.

Pembuatan Suspensi Bakteri *S. typhimurium* dan *S.epidermidis* dilakukan dengan cara pengambilan koloni bakteri dari media NA menggunakan ose dan disuspensikan di dalam tabung yang berisi 7 ml larutan NaCl 0,9% steril. Kekeruhan suspensi bakteri uji dibandingkan dengan kekeruhan *Mac Farland* 0,5 dan diukur pada spektrofotometer *Uv-Vis* dengan panjang gelombang (λ) 600 nm. Nilai absorbansi 0,08-0,1 setara dengan standart *Mac Farland* 0.5 ($1,5 \times 10^8$ CFU/mL) [28].

Pembuatan media alternatif tepung gandum yang diperoleh dari e-commerce dengan merk A, tepung gandum ditimbang masing-masing sebanyak 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram kemudian dilarutkan dalam 100 mL aquades dalam erlenmeyer dengan ditambahkan 2 gram bakteriologikal agar, 0,5 gram NaCl, 0,5 gram glukosa. dipanaskan hingga larut menggunakan bunsen kemudian disterilkan dalam autoclaf mencapai suhu 121°C. Metode inokulasi pada penelitian ini menggunakan *Pour Plate*. Suspensi bakteri dipipet menggunakan mikropipet 1000 μ L, kemudian media tepung gandum dituangkan ke cawan petri ditunggu hingga padat kemudian dimasukkan kedalam inkubator selama 2 x 24 jam.

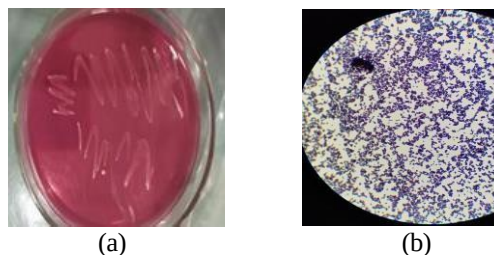
Pengamatan makroskopis pada media alternatif tepung gandum dilakukan setelah 2x24 jam untuk melihat pertumbuhan koloni bakteri *S. epidermidis* dan *S.typhimurium* yang meliputi pengamatan bentuk koloni, jumlah koloni, warna.

Teknik analisa data dengan cara mengumpulkan data primer yaitu hasil perhitungan jumlah koloni bakteri yang tumbuh pada media tepung gandum menggunakan Colony counter dengan syarat koloni dihitung sebagai 1 koloni bakteri dalam metode TPC : terlihat sebagai satuan bulatan terpisah, tidak tumpang tindih dengan koloni lain, berada pada rentang 30 – 300 koloni per cawan petri [29] dan data yang diperoleh dianalisis menggunakan uji statistik *Two Way Anova* dengan software SPSS Statistic 26.0 dengan taraf kepercayaan 95% atau $\alpha = 0,05$. Uji normalitas menggunakan uji Shapiro-Walk kemudian uji homogenitas menggunakan *Levene's test*. lalu uji menggunakan uji Friedmann karena tidak homogen dan tidak normal sebagai alternatif uji non parametrik dari *Two Way Anova* untuk mengetahui apakah terdapat perbedaan jumlah koloni bakteri pada berbagai kelompok perlakuan, selanjutnya uji *Post-Hoc* menggunakan uji *Wilcoxon Signed-Rank Test*.

III. HASIL DAN PEMBAHASAN

A. Hasil Identifikasi Bakteri *S.epidermidis* dan *S.typhimurium*

Identifikasi *S.epidermidis* dilakukan melalui serangkaian pengujian mikrobiologi, meliputi pengamatan mikroskopis, makroskopis dan pewarnaan gram pada media *Mannitol salt agar* (MSA) pada **Gambar 1**. Hasil pengamatan makroskopis menunjukkan bakteri *S.epidermidis* memiliki bentuk tidak beraturan menonjol, dan memiliki warna putih susu, dan warna media MSA tidak berubah karena bakteri *S.epidermidis* tidak bisa memfermentasi Mannitol. Hasil pengamatan mikroskopis pada pewarnaan gram berbentuk bulat (kokus) dan berwarna ungu.



Gambar 1. (a) Pengamatan makroskopis bakteri *S.epidermidis* pada media MSA
(b) Pengamatan mikroskopis pada perbesaran 100× setelah pewarnaan gram.

Identifikasi *S.typhimurium* dilakukan melalui serangkaian pengujian mikrobiologi, meliputi pengamatan mikroskopis, makroskopis dan pewarnaan gram pada media *S.typhimurium Shigela Agar* (SSA) pada **Gambar 2**. Hasil pengamatan menunjukkan bakteri *S.typhimurium* memiliki bentuk tidak beraturan dan berwarna bening. Hasil mikroskopis pada pewarnaan gram berbentuk batang dan berwarna merah.



Gambar 2. (a) Pengamatan makroskopis bakteri *S.epidermidis* pada media MSA
(b) Pengamatan mikroskopis 100× setelah pewarnaan gram.

B. Pengamatan Makroskopis Pada Tepung Gandum

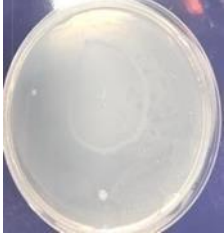
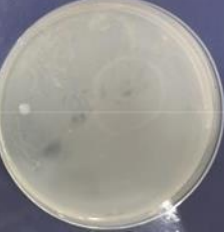
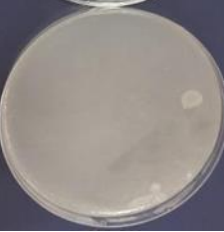
Hasil pengamatan secara makroskopis bakteri *S.epidermidis* (ATCC-12228) dan *S. typhimurium* (ATCC-14028 PK/5) pada media tepung kentang setelah dilakukan inkubasi selama 1 x 24 jam diperoleh hasil yang menunjukkan pertumbuhan koloni pada **Tabel 1** dan **Tabel 2**.

Berdasarkan **Tabel 1 dan 2** kelompok konsentrasi kontrol+, kontrol-, 2 gram, 4 gram, 6 gram, 8 gram menunjukkan bentuk koloni bakteri *S.typhimurium* dan *S.epidermidis* yang seragam yaitu bentuk *circular*, tepi *undulate*, elevasi *flat*, warna putih susu. Karakteristik koloni pada konsentrasi tepung gandum sama dengan koloni di media NA dengan pertumbuhan jumlah koloni yang berbeda. Hal ini sejalan dengan penelitian [30] yang melaporkan bahwa tidak terdapat perbedaan yang signifikan pada pertumbuhan *Staphylococcus aureus* di berbagai media alternatif tepung. Keseragaman tersebut menunjukkan bahwa kandungan nutrisi dalam tepung sudah cukup untuk mendukung pertumbuhan bakteri. Penelitian [31] rata-rata pertumbuhan koloni pada media ubi jalar putih hampir sama koloni yang pada media NA berwarna putih susu berbentuk bulat berukuran kecil, mengkilap dan memiliki permukaan yang rata serta media berwarna kuning sedangkan koloni yang tumbuh pada media tepung ubi jalar putih berwarna putih susu, ada yang berbentuk bulat tetapi menyebar, berukuran besar memiliki permukaan yang tidak rata serta media berwarna putih. Namun penyebaran koloni tunggal tidak merata ke seluruh permukaan media, hanya setengah dari luas permukaan media nya sedangkan sisanya terbentuk spreader atau koloni yang menyatu dan besar. Hal ini didukung oleh penelitian [32] bahwa karakteristik koloni pada media alternatif ubi jalar putih dan ubi jalar kuning mendekati dengan karakteristik koloni yang ada pada media NA dengan pertumbuhan yang sedikit lebih lambat.

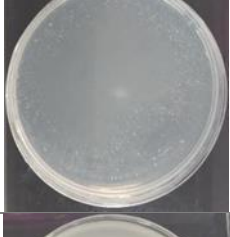
Koloni bakteri terbentuk dari proliferasi sel tunggal yang menghasilkan koloni yang terlihat dipermukaan media agar. Dalam praktis mikrobiologi, identifikasi awal suatu spesies umumnya didasarkan pada pengamatan morfologi makroskopis koloni bakteri. Parameter utama yang dievaluasi meliputi ukuran koloni, yang berkisar dari *punctiform* (< 1 mm) hingga kategori besar (> 6 mm). Selain itu, bentuk koloni juga diklasifikasikan menjadi *circular*, *irregular*, *rhizoid*, atau *filamentous*. Karakteristik elevasi menentukan ketinggian koloni terhadap permukaan agar, seperti tipe *flat*, *raised*, atau *convex*. Pola pertumbuhan pada pinggiran koloni diamati melalui parameter margin yang mencakup tipe *entire*, *undulate*, *lobate*, dan *serrate*. Terakhir, aspek warna atau pigmentasi mencerminkan hasil aktivitas metabolik spesifik, misalnya produksi pigmen *karotenoid* (kuning-oranye), *violacein* (ungu), atau melanin (hitam) [33]. Tepung gandum yang dijadikan media memiliki komposisi nutrisi yang lebih kompleks meliputi karbohidrat, protein dan lemak [19] menjadikannya kurang optimal untuk pertumbuhan mikroorganisme. Sehingga berakibat pada waktu inkubasi yang menjadi lebih lama agar koloni bakteri terlihat atau teramati dengan jelas [34]. Koloni yang terbentuk pada media tepung gandum cenderung berukuran kecil, dan warna media yang keruh (putih susu) mengakibatkan pengamatan menjadi lebih sulit. Selain itu, warna keruh pada media dapat memengaruhi pigmentasi koloni bakteri, yang menyebabkan koloni tampak berwarna putih susu [35]. Pigmentasi warna putih susu pada bakteri *S.typhimurium* dan *S.epidermidis* seluruh

perlakuan mengindikasikan bahwa pigmen koloni yang tumbuh pada media tepung gandum cenderung seragam. Selain itu, laju pertumbuhan bakteri dipengaruhi secara langsung oleh ketersediaan nutrisi. Dengan terpenuhinya kebutuhan nutrisi, metabolisme bakteri dapat berlangsung secara efisien, sehingga proses proliferasi sel dapat berjalan dengan optimal [25].

Tabel 1. Pertumbuhan dan Makroskopis Bakteri *S.epidermidis*

Kelompok Konsentrasi	Makroskopis	Bentuk Koloni
P1 (2 gram)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P2 (4 gram)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P3 (6 gram)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P4 (8 gram)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P5 (Bakteriologi Agar)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P6 (Nutrient Agar)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu

Tabel 2. Pertumbuhan dan Makroskopis *S. typhimurium*

Kelompok Konsentrasi	Makroskopis	Bentuk Koloni
P1 (2 gram)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P2 (4 gram)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P3 (6 gram)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P4 (8 gram)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P5 (Bakteriologi Agar)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu
P6 (Nutrient Agar)		Circular, Undulate, Flat, Pin point, Putih susu

Tabel 3 Hasil pengamatan pertumbuhan bakteri *S.epidermidis* dan *S. typhimurium* pada media tepung gandum

Konsentrasi Tepung Gandum <i>S.epidermidis</i>	Jumlah Koloni/ cawan pada Pengulangan Sampel				Mean $\pm$ SD CFU/mL
	1	2	3	4	
Perlakuan 1 (2 gram)	327	356	297	332	328 $\pm$ 24,84
Perlakuan 2 (4 gram)	257	261	298	191	251,75 $\pm$ 44,51
Perlakuan 3 (6 gram)	221	197	172	179	192,25 $\pm$ 22,14
Perlakuan 4 (8 gram)	153	137	129	148	141,75 $\pm$ 10,46
Perlakuan 5 (K -)	226	243	268	274	252,75 $\pm$ 21,63
Perlakuan 6 (K +)	387	373	391	398	387,25 $\pm$ 10,84
Konsentrasi Tepung Gandum <i>S.typhimurium</i>	Jumlah Koloni/ cawan pada Pengulangan Sampel				Mean $\pm$ SD CFU/mL
	1	2	3	4	
Perlakuan 1 (2 gram)	289	263	277	257	271,50 $\pm$ 29,79
Perlakuan 2 (4 gram)	227	219	231	213	222,50 $\pm$ 8,06
Perlakuan 3 (6 gram)	183	191	179	187	185,00 $\pm$ 5,16
Perlakuan 4 (8 gram)	125	131	119	127	125,50 $\pm$ 5,00
Perlakuan 5 (K -)	137	124	129	132	130,50 $\pm$ 5,45
Perlakuan 6 (K +)	375	381	356	362	368,50 $\pm$ 11,51

Bakteri *S.epidermidis* pada Perlakuan 1 memiliki rata-rata 328 koloni, Perlakuan 2 memiliki rata-rata 252 koloni, Perlakuan 3 memiliki rata-rata 192 koloni, Perlakuan 4 memiliki rata-rata 142 koloni. Pada bakteri *S.typhimurium* Perlakuan 1 memiliki rata-rata 273 koloni, Perlakuan 2 memiliki rata-rata 223 koloni, Perlakuan 3 memiliki rata-rata 185 koloni, Perlakuan 4 memiliki rata-rata 125 koloni. Terdapat perbedaan jumlah koloni bakteri yang ditunjukkan pada konsentrasi media tepung gandum. Dan perlakuan yang paling baik untuk pertumbuhan bakteri adalah perlakuan 1 yaitu 2 gram dengan rata-rata 328 koloni untuk *S.epidermidis* yang dimana pertumbuhan jumlah koloni mendekati perlakuan 6 yaitu K+ dengan rata-rata 387 koloni, dan *S.typhimurium* dengan rata-rata 273 koloni dimana pertumbuhan jumlah koloni mendekati perlakuan 6 yaitu K+ dengan rata-rata 368 koloni.

Tabel 4 Hasil uji Normalitas dan Homogenitas

Uji Statistik	Nilai Statistik	df	Sig.
Shapiro-Wilk	0,936	48	0,012
Levene's Test (Based on Mean)	17,813	5 dan 42	0,000

Berdasarkan **Tabel 4** hasil uji Shapiro-Wilk, data jumlah koloni bakteri tidak terdistribusi normal ($p = 0.012$). Transformasi data secara logaritmik juga tidak menghasilkan distribusi normal, sehingga analisis selanjutnya dilakukan dengan uji nonparametrik. Selain itu, hasil uji Levene menunjukkan bahwa varians data antar kelompok tidak homogen ($p = 0,000$)

Tabel 5 Hasil Uji Friedman

Total N	Statistik Uji	df	Asymp. Sig. (2-sided test)
48	86,261	2	0,000

Analisis dilanjutkan menggunakan uji Friedman sebagai alternatif nonparametrik dari Two-Way ANOVA. Berdasarkan **Tabel 5** hasil uji Friedman menunjukkan adanya perbedaan yang signifikan antar kelompok perlakuan 0,000 ($p < 0.05$).

Tabel 6 Hasil Uji Wilcoxon Signed Ranked Test

Perbandingan	Z	Asymp. Sig. (2-tailed)
Jenis Bakteri – Jumlah Koloni Bakteri	-6,031	0,000
Jumlah Koloni Bakteri – Kelompok	-6,031	0,000

Selanjutnya dilakukan uji post-hoc Wilcoxon Signed Rank Test pada **Tabel 6** menghasilkan nilai $Z = -6,031$ dengan nilai signifikansi 0,000 ($p < 0,05$). Hasil tersebut menunjukkan bahwa perbedaan variasi tepung yang diberikan memberikan pengaruh yang signifikan terhadap jumlah koloni bakteri.

Tabel 3 menunjukkan tepung gandum memiliki potensi yang signifikan sebagai media alternatif untuk mendukung pertumbuhan bakteri *S.typhimurium* dan *S.epidermidis*. Karakteristik koloni yang diamati secara makroskopis meliputi jumlah dan warna koloni. Koloni bakteri yang terbentuk pada media kontrol positif (K+) dalam penelitian ini terlihat sangat jelas dan mudah diamati. Hal ini disebabkan oleh sifat media kontrol positif sebagai media yang sangat umum digunakan untuk pertumbuhan bakteri, sehingga mampu mendukung proses pertumbuhan secara optimal. Media kontrol positif yang digunakan adalah *Nutrient Agar* (NA), yaitu media umum yang sering digunakan untuk pertumbuhan bakteri. Media NA memiliki kandungan nutrisi yang tinggi, meliputi ekstrak daging, ekstrak ragi, dan protein sederhana yang sangat dibutuhkan untuk perkembangan bakteri. Secara spesifik, ekstrak daging sapi berfungsi sebagai sumber esensial (karbon, nitrogen, oksigen, mineral, dan vitamin), sedangkan pepton menyediakan sumber protein yang menyediakan unsur karbon, nitrogen, oksigen, dan sulfida bagi pertumbuhan bakteri [21]. Hal ini didukung oleh Penelitian [36] menunjukkan bahwa pertumbuhan bakteri pada media NA jauh lebih cepat dibandingkan pada tepung gandum. Hal ini terjadi karena media NA sudah teruji secara klinis sebagai lingkungan optimal untuk pertumbuhan bakteri, sehingga proses metabolisme berlangsung lebih efisien. Media Bacteriologikal agar digunakan sebagai kontrol negatif karena media ini merupakan media murni yang berkualitas tinggi dan tidak memiliki kandungan nutrisi lengkap sehingga cocok digunakan karena tidak mengganggu pertumbuhan mikroba [37]. Pertumbuhan bakteri pada penelitian ini memperlihatkan hasil yang berbeda-beda. Hal ini dapat dihubungkan dengan komposisi nutrisi media yang lebih kompleks karena gandum memiliki kandungan nutrisi seperti karbohidrat, protein dan lemak yang berperan penting dalam mendukung kelangsungan hidup mikroorganisme [19]. Penambahan glukosa berfungsi sebagai sumber nutrisi yang dapat mendukung pertumbuhan bakteri, karena kandungan nutrisi pada media alternatif cenderung kurang stabil. Bacteriologikal agar ditambahkan sebagai bahan pematat media sehingga bakteri dapat tumbuh dan membentuk koloni dengan baik. Sementara itu, NaCl berperan dalam menjaga keseimbangan tekanan osmotik sel agar tetap optimal, sehingga dapat mencegah terjadinya lisis sel akibat masuknya air secara berlebihan maupun plasmolisis akibat kehilangan air dari dalam sel. Kandungan nutrisi yang kompleks dan berbeda dalam media dapat memengaruhi cepat atau lambatnya pertumbuhan mikroorganisme. Karena sel mikroba membutuhkan waktu lebih lama untuk memecah bagian yang kompleks menjadi bentuk sederhana yang mudah diserap, dan digunakan untuk pembentukan seluler dan produksi energi [38]. Pada *S.epidermidis* menunjukkan laju pertumbuhan lebih cepat pada media alternatif dibandingkan *S.typhimurium* yang dapat dijelaskan melalui adaptasi metabolik dan strategi regulasi nutrisi pada kedua bakteri. Sebagai mikroorganisme residen pada kulit, *S.epidermidis* memiliki fleksibilitas metabolik yang adaptif dalam memanfaatkan beragam sumber karbon, seperti laktosa, maltosa, dan fruktosa, pada media minimal secara efisien. Kemampuan adaptasi ini dibuktikan melalui model metabolik yang sukses mensimulasikan pertumbuhan optimal bakteri, bahkan saat menggunakan glukosa sebagai satu-satunya sumber karbon [39][40]. Pada *S.typhimurium* Transisi dari media kaya nutrisi ke media minimal memicu terjadinya penataan ulang jaringan metabolik (*metabolic rewiring*). Karena hal tersebut berdampak pada penurunan laju pertumbuhan bakteri akibat adanya reorganisasi seluler untuk mengaktifkan jalur virulensi. Proses tersebut memicu akumulasi asam amino intraseluler yang pada akhirnya menghambat proses translasi protein [41][42].

Perbedaan rata-rata jumlah koloni *S.epidermidis* dan *S.typhimurium* pada tiap-tiap konsentrasi, hal ini disebabkan oleh perbedaan struktur dinding sel kedua jenis bakteri tersebut. Pada bakteri *S.epidermidis* merupakan bakteri Gram-positif yang dinding selnya terdiri dari lapisan peptidoglikan yang tebal dan mengandung asam teikoat, sehingga dapat meningkatkan ketahanan bakteri terhadap tekanan osmotik dan keterbatasan ketersediaan air ketika memanfaatkan media alternatif [42]. Sebaliknya, pada bakteri *S.typhimurium* yang merupakan bakteri Gram-negatif hanya memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis dan tidak mengandung asam teikoat. Meskipun peptidoglikan berfungsi untuk mempertahankan keutuhan sel, dinding sel bakteri Gram-negatif lebih rentan terhadap serangan fisik seperti pemberian antibiotik atau zat antibakteri lainnya akibat lapisan peptidoglikan yang tipis tersebut [26]. Pada perlakuan konsentrasi 6 gram dan 8 gram mengalami penurunan hal ini disebabkan karena kandungan nutrisi yang kompleks (seperti polisakarida atau protein) dan berbeda dalam suatu media dapat mempengaruhi cepat atau lambatnya pertumbuhan mikroorganisme. Karena sel mikroba membutuhkan waktu lebih lama untuk memecah bagian yang kompleks menjadi bentuk sederhana yang mudah diserap, dan digunakan

untuk pembentukan seluler dan produksi energi. Selain kandungan nutrisi, faktor-faktor lingkungan seperti pH, temperatur, aerasi, konsentrasi garam, dan kekuatan ionik medium turut berperan dalam menentukan perbedaan karakteristik pertumbuhan bakteri [38].

Media agar alternatif yang berasal dari tanaman biji-bijian menghasilkan laju pertumbuhan bakteri yang berbeda-beda. Cepat dan lambat pertumbuhan ini dipengaruhi oleh lingkungan dan media yang memiliki kemiripan. Jika kondisi lingkungan dan media sama dengan media sebelumnya, koloni dapat tumbuh dengan cepat tanpa membutuhkan waktu adaptasi. Sebaliknya, jika kondisi lingkungan dan nutrisi berbeda, bakteri membutuhkan waktu adaptasi untuk membentuk enzim-enzim yang diperlukan. Adaptasi ini bisa terjadi sangat lama, khususnya pada saat kultur bakteri dipindah dari media yang banyak nutrisi ke media yang memiliki nutrisi terbatas [43]. Hal ini didukung oleh penelitian [12] Laju pertumbuhan bakteri pada media limbah cair tahu lebih lambat jika dibandingkan dengan media kontrol. Selain faktor nutrisi dan suhu inkubasi, bakteri *Bacillus sp* berada di fase adaptasi yaitu ketika bakteri dipindahkan ke lingkungan baru maka *Bacillus sp* akan mengalami proses adaptasi meliputi sintesis enzim baru yang berada dengan media tumbuh sebelumnya. Respon adaptasi dapat dikarenakan kekurangan nutrisi pada media limbah cair tahu sehingga ukuran bakteri bervariasi. Berdasarkan penelitian [2] menunjukkan koloni yang tumbuh terlihat banyak pada media NA. Hal ini dikarenakan media NA merupakan media yang sudah teruji secara klinis baik untuk pertumbuhan bakteri, sehingga proses pertumbuhan bakteri berlangsung optimal. Sedangkan pada media kacang tanah masih memiliki senyawa nutrisi yang lebih kompleks sehingga pertumbuhannya tidak optimal, seperti pada media NA. Berdasarkan penelitian [32] yang telah dilakukan ubi jalar putih dan ubi jalar kuning dapat dijadikan sebagai media alternatif pertumbuhan bakteri *Staphylococcus aureus* yang memiliki kemampuan yang sama dengan media NA jika ditinjau berdasarkan jumlah koloni yang tumbuh.

VII. SIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil penelitian yang telah dilakukan, dapat disimpulkan bahwa tepung gandum dapat digunakan sebagai media alternatif untuk pertumbuhan bakteri *S.epidermidis* dan *S.thyphimurium*. Konsentrasi paling baik tepung gandum untuk pertumbuhan bakteri *S.epidermidis* dan *S.thyphimurium* adalah perlakuan 1 yaitu 2 gram. Dengan demikian tepung gandum berpotensi sebagai pengganti media pertumbuhan yang lebih ekonomis dan mudah untuk didapatkan. Saran dari penelitian ini perlu dilakukan penelitian lebih lanjut mengenai kandungan yang terdapat pada tepung gandum seperti karbohidrat, protein serta unsur-unsur mikronya dan membuat konsentrasi gramnya lebih kecil untuk mengamati pertumbuhan bakteri tiap beberapa jam sekali dengan waktu maksimal 2x24 jam untuk mengetahui pertumbuhan paling banyak dan kapan mengalami penurunan pertumbuhan koloni

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada petugas laboratorium dan rekan kerja serta sivitas akademik Prodi Teknologi Laboratorium Medis FIKES UMSIDA dan semua pihak yang telah memberikan dukungan dalam pelaksanaan penelitian ini.

REFRENSI

- [1] S. Noer, —Identifikasi Bakteri Secara Molekular Menggunakan 16S rRNA, *EduBiologia Biol. Sci. Educ. J.*, vol. 1, no. 1, p. 1, 2021, doi: 10.30998/edubiologia.v1i1.8596.
- [2] M. Zamilah, U. Ruhimat, and D. Setiawan, —Media Alternatif Kacang Tanah Untuk Pertumbuhan Bakteri, *JoIMedLabS*, vol 1, no 1, p 57- 65, 2020.
- [3] S. Au, W. Dela Cruz, M. Lala, S. Karthikeyan, and V. Venketaraman, —The Evolution of Symbiosis in *Staphylococcus epidermidis* : From a Protective Mutualist to a Parasitic Pathogen, *Biomolecules*, vol. 26, no. 2, p 1-17, 2026.
- [4] T. Nuryastuti, —*Staphylococcus epidermidis* : How to Turn from Commensal to be a Pathogen Lifestyle, *J. Med. Sci.*, vol. 50, no. 1, pp. 113–127, 2018.
- [5] R. Wahyuni Dwi, —Identifikasi Bakteri Udara Di Ruang Hemodialisa Rsud UndataPalu Tahun 2016, *J. Ilm. Kedokt.*, vol. 5, no. 1, p 21-33, 2018.
- [6] R. D. Wahyuni, —Identifikasi Bakteri Udara Pada Instalasi Radiologi Rumah Sakit Umum Daerah Undata Palu, *Jurnal Kesehat. Tadulako*, vol. 3, no. 1, pp. 36–42, 2017.
- [7] M. . Hakim, —Uji Aktivitas Antibakteri Kandungan Minyak Atsiri Terhadap *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Bacillus sebtilis*, *Escherichia coli*, *Pseudomonas aeruginosa* dan *Salmonella typhimorium* dari Buah Bawang Hutan (*Scorodocarpus borneensis* Becc.), *Skripsi*, Program Studi Farmasi, UIN Syarif Hidayatullah, Jakarta, Indonesia, 2014.
- [8] B. M. Perez- and J. C. D. Hinton, —Microbe Profile : *Salmonella typhimurium* : The Master of the Art of Adaptation, *Microbiology*, vol 1, no 1, pp. 1–4, 2025, doi: 10.1099/mic.0.001521.

- [9] G. Won and J. H. Lee, —*Salmonella typhimurium*, The Major Causative Agent of Foodborne Illness Inactivated by a Phage Lysis System Provides Effective Protection Against Lethal Challenge by Induction of Robust Cell-Mediated Immune Responses and Activation of Dendritic Cells, *Vet. Res.*, vol. 48, no. 1, pp. 1–12, 2017, doi: 10.1186/s13567-017-0474-x.
- [10] E. Weinsten, K. Lamba, C. Bond, V. Peralta, M. Needham, S. Beam, F. Arroyo, D. Kiang, Y. Chen, S. Shah, M. E. Beatty, S. Killish, and A. Kimura, "Outbreak of *Salmonella Typhimurium* Infectios Linked to Commercially Ditributed Raw Milk - California and Four Other States, September 2023 - Maret 2024," *MMWR Morb. Mortal. Wkly.Rep.*, vil. 74, no. 27, pp. 434-439, Jul. 24, 2025
- [11] Y. K. A. A. Atmanto, L. A. Asri, and N. A. Kadir, —Media Pertumbuhan Kuman, *J. Med. Hutama*, vol. 04, no. 2715–9728, pp. 3069–3075, 2022.
- [12] S. Juariah and W. Sari, —Pemanfaatan Limbah Cair Industri Tahu Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan *Bacillus sp.*, *Lontar Phys. Today*, vol. 1, no. 1, pp. 38–44, 2018.
- [13] M. F. Satrianegara and S. Alam, —Analisis Kandungan Zat Gizi Ubi Jalar Ungu (*Ipomoea batatas* L.Poiret) Sebagai Alternatif Perbaikan Gizi di Masyarkat, *Al - Sihah Public Heal. Sci. J.*, vol. 9, no 2, pp. 138–152, 2017.
- [14] P. . Latifah, Imas, Mulyati, Abucher, M.R, Fauziah, —Umbi Talas Bogor (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan Jamur *Aspergillus niger*, *Aiptlmi*, vol. 2, no 1, pp. 284–299, 2023.
- [15] A. S. Djala, M. B. Bia, and N. T. Kambuno, —Media Ubi Nuabosi dan Ubi kuning (*Manihot utilissama*) Sebagai Substitusi Pada Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*, *J. Indones. Med. Lab. Sci.*, vol. 4, no. 2, pp. 148–159, 2023, doi: 10.53699/joimedlabs.v4i2.123.
- [16] A. Shari and D. A. Lestari, —Pemanfaatan Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan Bakteri, *Indones. J. Heal. Sci.*, vol. 4, no. 6, pp. 905–916, 2024.
- [17] F. Y. Wicaksono, T. Nurmala, A. W. Irwan, and A. S. U. Putri, —Pengaruh Pemberian Gibberellin dan Sitokinin Pada Konsentrasi Yang Berbeda Terhadap Pertumbuhan dan Hasil Gandum (*Triticum aestivum* L.) di Dataran Medium Jatinangor, *Kultivasi*, vol. 15, no. 1, pp. 52–58, 2016, doi: 10.24198/kultivasi.v15i1.12004.
- [18] D. Wahyuningtias, T. S. Putranto, and R. N. Kusdiana, —Uji Kesukaan Hasil Jadi Kue Brownies Menggunakan Tepung Terigu dan Tepung Gandum Utuh, *Binus Bus. Rev.*, vol. 5, no. 1, p. 57, 2014, doi: 10.21512/bbr.v5i1.1196.
- [19] R. S. Noviyanti, P. D. Swamilaksita, and D. Angkasa, —Potensi Cookies Biji Fenugreek dengan Variasi Tepung Kacang Merah, Gandum Utuh dan Sebagai Snack Pendamping Ibu Menyusui, *Dep. Nutr. Fac. Heal. Sci.*, vol 1, no 1, pp. 1–11, 2017.
- [20] S. Siregar and V. A. Rizky, —Perbandingan Kentang (*Solanum tuberosum* L) dan Jagung (*Zea mays*) Sebagai Media Alternatif Pengganti Media Nutrien Agar Dalam Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*, *DISTRA Med. J.*, vol 2, no. 1, pp. 26–33, 2024.
- [21] C. S. Rini, I. A. Saidi, and J. Rohmah, —Modified Mocaf Flour (*Modified Cassava Flour*) As Alternatif Culture Media for Growth Bacteria *Escherichia coli* and *Bacillus cereus* Modifikasi Tepung Mocaf (*Modified Cassava Flour*), *Procedia Scoial Sci. Humanit.*, vol. 3, no. 1, pp. 867–871, 2022.
- [22] S. Danela, L. S. Gede, and P. Ariami, —Kacang Kedelai Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan Bakteri *Pseudomonas aeruginosa*, *J. Anal. Med. Biosains*, vol. 6, no. 1, p. 73, 2019, doi: 10.32807/jambs.v6i1.127.
- [23] —U.S. Food and Drug Administration, "Bacteriological Analytical Manual Chapter 3: Aerobic Plate Count," May 2025..
- [24] Z. Rizki, F. Fitriana, and A. Jumadewi, —Identifikasi Jumlah Angka Kuman Pada Dispenser Metode TPC (*Total Plate Count*), *J. SAGO Gizi dan Kesehat.*, vol. 4, no. 1, p. 38, 2022, doi: 10.30867/gikes.v4i1.1052.
- [25] I. Venny Patricia, Hamtini, Ahmad Yani, Amalia Choirunnisa, Ermala, —Potensi Pemanfaatan Jagung, Kacang Hijau dan Ubi Cilembu Sebagai Media Kultur Bakteri *Escherichia coli*, *Care J. Ilm. Ilmu Kesehat.*, vol. 10 No 3, no. 2527–8487, pp. 460–468, 2022.
- [26] W. Dari, I. Kurniati, A. Dermawan, and D. Nurhayati, —Pemanfaatan Tepung Sayuran Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* dan *Escherichia coli*, *J. Ris. Kesehat. Poltekkes Depkes Bandung*, vol. 11, no. 1, pp. 285–292, 2019.
- [27] Y. A. Prasetya, N. M. Jannah, and A. G. Wardhana, —Formulasi Jagung Manis Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan Bakteri Patogen, *Meditory*, vol. 9, no. 5, pp. 103–109, 2021.
- [28] M. A. Al-kafaween and H. A. N. Al-jamal, —A Comparative Study of Antibacterial and Antivirulence Activities of Four Selected Honeys to Manuka Honey, *Iran. J. Microbiol.*, vol. 14, no. 2, pp. 238–251, 2022.
- [29] N. N. Ulya, I. Fitri, and D. I. Widyawati, —Gambaran Makroskopis dan Mikroskopis Bakteri *Salmonella typhi* dan *Salmonella paratyphi* pada Penderita Demam Tifoid Macroscopic and Microscopic Profile of *Salmonella typhi* and *Salmonella paratyphi* Bacteria In Typhoid Fever Sufferers, *J. Sint. Penelit.*

- SAINS Terap. DAN Anal.*, vol. 1, no. 2, pp. 40–46, 2020.
- [30] —A. N. Sari, B. P. Dewi, dan C. Kurniawan, ‘Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus* Pada Media Alternatif Karbohidrat Sebagai Pengganti Media Nutrient Agar,’ *Jurnal Ilmiah Farmasi Unisayogya*, vol. 5, no. 2, pp. 45-52, 2020.
 - [31] I. H. B. Karoa, Rasyidah, and R. A. Nasution, —Pembuatan Media Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli* Dengan Menggunakan Umbi Ubi Jalar Putih (*Ipomoea Batatas*), *J. Tek. dan Sci.*, vol. 3, no. 3, pp. 77–83, 2024.
 - [32] S. Diah, K. Arum, and D. Wahyudi, —Pemanfaatan Ubi Jalar Putih dan Ubi Jalar Kuning Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Sarjana Terapan Teknologi Laboratorium Medis Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Nasional, *Jumantik*, vol. 7, no. 4, pp. 317–328, 2022, doi: 10.30829/jumantik.v7i4.11634.
 - [33] I. M. R. Lingga, B. Afriyansyah, R. Septiani, —Isolasi dan Karakteristik Bakteri Asal Sumber Air Panas Non Vulkanik, *Bioedusains, J. Pendidik. Biol. dan Sains*, vol. 4, no. 2598–7453, pp. 175–184, 2021.
 - [34] M. A. Martsiningsih, F. D. Astuti, and M. Kasiyati, —Campuran Infusa Singkong (*Manihot esculenta*), Kacang Kedelai (*Glycine max L . Merrill*) Dan Ekstrak Ragi Sebagai Media Alternatif Pertumbuhan Bakteri *Staphylococcus aureus*, *J. Muhammadiyah Med. Lab. Technol.*, vol. 7, no. 2614–2805, pp. 66–73, 2024.
 - [35] M. N. Hamidah, L. Rianingsih, and D. Romadhon, —Aktivitas Antibakteri Isolat Bakteri Asam Laktat Dari Peda Dengan Jenis Ikan Berbeda Terhadap *E. coli* dan *S. aureus*, *Jurnal Ilmu dan Teknologi Perikanan*, vol. 1, no. 2, pp. 11–21, 2019.
 - [36] S. Juariah and U. Abdurrah, —Media Alternatif Pertumbuhan *Staphylococcus aureus* Dari Biji Durian (*Durio zibethinus murr*), *Meditory*, vol. 9, no. 2338 – 1159, p. 3, 2021.
 - [37] A. Septian, R. Kukuh, and M. Sawitri, —Komparasi Media NA Pabrikan Dengan NA Modifikasi Untuk Pertumbuhan Bakteri, *Seminar Nasional Biologi, IPA dan Pembelajarannya*, vol 2, no. 1, pp. 192–201.
 - [38] A. Jawetz, E. Melnick, JL, *Medical Microbiology EA 2005, Mikrobiologi Kedokteran, Edisi 22*, Salemba Medika, Jakarta. 2019.
 - [39] N. Leonidou *et al.*, —Genome-Scale Metabolic Model of *Staphylococcus epidermidis* ATCC 12228 Matches in vitro Conditions, *Am. Soc. fo Microbiolgy*, vol. 10, no. 6, pp. 1–16, 2025.
 - [40] T. D. Calvo *et al.*, —Genome-Scale Metabolic Modelling Approach to Understand the Metabolism of the Opportunistic Human Pathogen *Staphylococcus epidermidis* RP62A, *Metabolites*, vol. 12, no. 136, p 1-13, 2022.
 - [41] S. Bouillet, T. S. Bauer, and S. Gottesman, —RpoS and The Bacterial General Stress Response, *Am. Soc. Microbiol.*, vol. 88, no. 1, pp. 2–35, 2024.
 - [42] T. Dandekar, A. Fieselmann, E. Fischer, J. Popp, M. Hensel, and J. Noster, —*Salmonella* — How a Metabolic Generalist Adopts an Intracellular Lifestyle During Infection, *Front. Cell. Infect. Microbiol.*, vol. 4, no. January, pp. 1–11, 2015, doi: 10.3389/fcimb.2014.00191.
 - [43] T. Rahayu, —Media Alternatif untuk Pertumbuhan Bakteri Menggunakan Sumber Karbohidrat yang Berbeda, *dalam Prosiding Seminar Nasionnal XII Pendidikan Biologi FKIP UNS*, Surakarta, Indonesia, 2015, pp. 855-860.

Conflict of Interest Statement:

The author declares that the research was conducted in the absence of any commercial or financial relationships that could be construed as a potential conflict of interest.