

Pengaruh Nutrisi Terhadap Jumlah Bakteri *Indigenous* pada Limbah Tahu

The Effect of Nutrition on the Number of Bacteria in Tofu Waste

SISKA TRIDESIANTI*, ADISTY VIRAKAWUGI DARNIWA, YANI SURYANI, DEVI NOVIANTI, LUTHFI AKMALAJI

Program Studi Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas Islam Negeri Sunan Gunung Djati Bandung, Bandung 40614, Indonesia

Diterima 6 Agustus 2025/Diterima dalam Bentuk Revisi 20 September 2025/Disetujui 26 September 2025

Indigenous bacteria found in natural environments, such as tofu waste, are strongly influenced by environmental factors and environmental nutrients. The purpose of this study was to determine the effect of tofu waste nutrients on the number of *indigenous* bacteria in tofu waste. The parameters observed were the characteristics of tofu waste, such as color, aroma, acidity level (pH), and analysis of nutrient content through proximate tests, as well as the calculation of the number of *indigenous* bacteria using the Total Plate Count method. The results showed that tofu waste was yellowish in color and had a soy aroma, but there was a slight sour aroma in tofu liquid waste. Tofu solid waste had a pH of 6, while tofu liquid waste had a pH of 5. The levels of nutrients, namely protein, fat, ash, and carbohydrates, were higher in tofu solid waste, while the water content was higher in tofu liquid waste. The total *indigenous* bacteria in tofu solid waste were higher (3.78×10^6 CFU/mL) than in tofu liquid waste (5.55×10^5 CFU/mL). This study concluded that high nutrient content correlated with an increase in the number of *indigenous* bacteria in tofu waste.

Key words: Carbohydrate, proximate test, protein, TPC

PENDAHULUAN

Bakteri *indigenous* secara alamiah hidup pada suatu lingkungan tertentu yang sangat dipengaruhi oleh faktor lingkungan (Martiningsih & Rahmi 2019). Secara umum, pertumbuhan bakteri *indigenous* sangat bergantung pada lingkungan abiotik maupun biotik. Lingkungan abiotik bakteri berupa pH, suhu dan kandungan oksigen (Arivo & Annissatussholeha 2017). Sementara itu, lingkungan biotik bakteri berupa nutrisi yang terdiri dari makronutrien seperti karbohidrat, protein, lemak maupun mikronutrien seperti kandungan mineral berupa zink (Zn), mangan (Mg), tembaga (Cu), nikel (Ni), dan kobalt (Co) (Fitria & Zulaika 2019).

Fokus utama bakteri *indigenous* pada penelitian ini merupakan bakteri *indigenous* yang berasal dari limbah sebagai hasil sampingan pembuatan tahu. Tahu merupakan produk olahan yang terbentuk akibat pengendapan protein kedelai melalui serangkaian proses pengolahan (Seftiono 2016). Tahu banyak digemari masyarakat Indonesia karena harganya yang murah sehingga mudah dijangkau oleh

berbagai kalangan, hal tersebut menyebabkan angka konsumsinya terus meningkat. Berdasarkan data konsumsi pangan diketahui bahwa konsumsi tahu tahun 2024 mencapai 2,7 Kg/kapita (Rahayu 2024). Tingginya angka konsumsi tersebut salah satunya disumbang oleh Kota Bandung yang merupakan kota kedua konsumsi tahu tertinggi di Jawa Barat pada Januari 2024 (BPS 2024). Kenaikan konsumsi tahu berbanding lurus dengan produksi tahu yang sejalan dengan meningkatnya limbah yang dihasilkan.

Limbah tahu merupakan sisa pengolahan kedelai yang terdiri dari dua jenis limbah yaitu limbah padat tahu (LPT) dan limbah cair tahu (LCT). LPT berasal dari proses pemerasan bubur kacang kedelai, sedangkan LCT merupakan hasil pencucian, perendaman kedelai, dan sisa dari proses pencetakan tahu (Pagoray *et al.* (2021). Kedelai sebanyak 180 Kg/hari sebagai bahan baku pembuatan tahu akan menghasilkan LCT sebanyak 979,42 liter/hari dan 300,67 Kg/hari LPT (Hutabarat *et al.* 2022).

LCT yang dihasilkan langsung dialirkan dan dibuang ke sungai tanpa terlebih dahulu melalui proses pengolahan. Hal tersebut berdampak buruk bagi lingkungan di sekitar pabrik tahu terutama terkait munculnya aroma tidak sedap yang berdampak pada penurunan estetika lingkungan sekitar lokasi

*Penulis Korespondensi:

E-mail: siskatridesianti@uinsgd.ac.id

pabrik tahu (Hutabarat *et al.* 2022). Sementara itu, LPT umunya dapat digunakan sebagai pakan ternak dengan harga yang murah. Disisi lain, Widiarti *et al.* (2012) melaporkan bahwa kedua limbah tersebut memiliki kandungan nutrisi seperti kadar air (LPT 82,69% dan LCT 99,21%), kadar abu (LPT 0,55% dan LCT 0,11%), kadar lemak (LPT 0,62% dan LCT 0,02%), kadar protein (LPT 2,24% dan LCT 0,18%) dan kadar karbohidrat (LPT 13,71% dan LCT 0,49%). Kandungan nutrisi pada limbah tahu dapat digunakan sebagai pertumbuhan bakteri *indigenous* sebagaimana yang telah dilaporkan dalam beberapa penelitian.

Limbah cair tahu asal pabrik tahu di Bandar Lampung menghasilkan bakteri *indigenous* yang diidentifikasi sebagai *Pseudomonas* dan *Aeromonas*, dimana kedua jenis bakteri tersebut berpotensi sebagai bakteri proteolitik dan pelarut fosfat (Asril *et al.* 2019). Limbah cair tahu menghasilkan juga dilaporkan menghasilkan satu isolat bakteri *indigenous* yang berpotensi menghasilkan enzim protease ekstraseluler dengan zona hambat sebesar 34,47 mm dan diidentifikasi sebagai *Staphylococcus aureus* (Rahmawati *et al.* 2021). Limbah padat tahu menghasilkan 5 isolat yang berpotensi sebagai penghasil enzim protease (Badriyah & Ardyati 2013). Berdasarkan laporan penelitian di atas, diketahui bahwa keberadaan bakteri *indigenous* limbah tahu memiliki manfaat yang penting bagi kebutuhan manusia.

Keberadaan bakteri *indigenous* pada limbah tahu sangat tergantung pada kandungan nutrisi seperti karbohidrat maupun protein. Kandungan nutrisi tersebut dilaporkan memberikan peranan penting dalam pembentukan sel yang berdampak pada tingginya jumlah bakteri *indigenous* (Abadi *et al.* 2023). Semakin tinggi jumlah bakteri *indigenous* maka semakin besar pula peluang mendapatkan bakteri yang memiliki berbagai manfaat. Sayangnya, hingga saat ini, belum ditemukan publikasi ilmiah terkait pengaruh nutrisi limbah tahu terhadap jumlah bakteri *indigenous* pada masing-masing limbah tahu. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mengetahui pengaruh nutrisi pada limbah cair tahu dan limbah padat tahu terhadap jumlah bakteri *indigenous* yang dihasilkan.

BAHAN DAN METODE

Bahan. Bahan yang digunakan adalah limbah cair tahu dan limbah padat tahu yang berasal dari Pabrik Tahu Cibuntu, Babakan Ciparay, Kota Bandung, Jawa Barat. Adapun bahan lainnya yaitu raksa oksida (HgO), kalium sulfat (K₂SO₄), asam sulfat (H₂SO₄), asam borat (H₃BO₃), metil merah, natrium tiosulfat

(NaOH-Na₂S₂O₃), asam klorida (HCl), karet, kertas label, kapas, mikrotip 1 ml (Onemed), kertas buram, aluminium foil, akuades, media Nutrient Agar (NA), natrium klorida (NaCl 0,85%), korek.

Karakteristik Limbah Tahu. Karakteristik limbah tahu meliputi karakteristik fisik, kimia dan proksimat. Karakteristik fisik meliputi warna, bau dan kekeruhan yang diamati secara langsung dengan panca indra. Karakteristik kimiawi meliputi pengukuran pH menggunakan pH universal. Pengujian proksimat meliputi pengujian kadar protein, karbohidrat, air, lemak dan abu yang di ulang sebanyak 3 kali ulangan.

Analisis Kadar Air. Pengukuran kadar air sesuai SNI 01-2891-1992. Sampel limbah tahu sebanyak 2 gr (W) dikeringkan dalam cawan porselin yang sudah diketahui berat konstan. Lalu, sampel tersebut dikeringkan dalam oven (105°C, 3 jam). Kemudian, sampel didinginkan dalam desikator selama 15 menit dan ditimbang beratnya (W₁). Kadar air dihitung dengan rumus sebagai berikut.

$$\text{Kadar air (\%)} = \frac{W}{W_1} \times 100\%$$

Keterangan:

W : Bobot sampel

W₁ : Selisih bobot setelah dikeringkan

Analisis Kadar Abu. Pengukuran kadar abu sesuai SNI 01-2891-1992. Metode diawali dengan menimbang cawan porselin (W₂). Kemudian, cawan tersebut digunakan sebagai wadah untuk menimbang 2 gr sampel limbah tahu (W) yang akan di arangkan dalam tanur (105 °C, 2 jam) dan diabukan dalam tanur (550 °C, 4 jam). Lalu cawan porselin didinginkan di dalam desikator, ditimbang hingga diperoleh bobot tetap (W₁). Kadar abu ditentukan dengan persamaan:

$$\text{Kadar abu (\%)} = \left[\frac{W_1 - W_2}{W} \right] \times 100\%$$

Keterangan:

W : Bobot sampel

W₁ : Bobot cawan kosong + sampel yang telah diabukan

W₂ : Bobot cawan kosong

Analisis Kadar Protein. Pengukuran kadar abu sesuai AOAC 2019 menggunakan metode Kjeldahl. Sebanyak 0.5 gr sampel limbah tahu dimasukkan ke dalam labu Kjeldahl dan ditambahkan 2 tablet katalis atau 1 g campuran katalis selen (Se) lalu dipanaskan (430°C). Kemudian ditambahkan 12,5 mL H₂SO 98% dan dilakukan proses destruksi selama 1 jam. Hasil destruksi didinginkan dan diencerkan

dengan 80 mL akuades. Tahap destilasi dilakukan dengan memindahkan hasil destruksi ke dalam alat destilasi. Sebanyak 60 mL NaOH 40% dimasukkan ke dalam tangki alkali pada alat tersebut. Sebanyak 30 mL H₃BO₃ 4% dan 4 tetes indikator (metil blue dan metil red) ditambahkan ke beaker tahan asam dan dipasang pada alat destilasi. Tahapan ini berlangsung selama 5 menit dan dilanjutkan ke tahap titrasi. Titrasi dilakukan menggunakan larutan 0,1 N HCl sampai terjadi perubahan warna ungu dan volume HCl yang digunakan dicatat. Perhitungan kadar protein diperoleh dengan rumus.

$$(\%) N = \frac{(A-B) \times N \text{ HCl} \times 14}{\text{mg sampel}} \times 100\%$$

Kadar protein = % N × faktor konversi

Keterangan:

A : mL titrasi sampel

B : mL titasi blanko

Faktor konversi : 6.25

Analisis Kadar Lemak. Pengukuran kadar lemak sesuai SNI 01-2891-1992 menggunakan metode Soxhlet. Diawali dengan mengeringkan labu lemak dalam oven (105°C, 30 menit), lalu didinginkan dan ditimbang (A). Sampel sebanyak 2 gr (S) dimasukkan ke dalam selongsong yang telah dilapisi kapas. Krus aluminium diisi sebanyak 80 mL n-heksan, kemudian lakukan proses ekstraksi. Kemudian krus aluminium dikeluarkan dan di oven (105°C, 1 jam), setelah itu didinginkan pada desikator dan ditimbang (B). Kadar lemak dapat ditentukan dengan rumus:

$$\text{Kadar lemak } (\%) = \frac{(B-A)}{S} \times 100\%$$

Keterangan:

A : Bobot labu lemak sebelum ekstraksi

B : Bobot labu lemak setelah ekstraksi

S : Bobot sampel yang digunakan

Analisis Kadar Karbohidrat. Analisa kadar karbohidrat dilakukan berdasarkan metode by difference yang diperoleh dari hasil pengurangan 100 dengan presentasi kandungan nutrisi lainnya. Kadar karbohidrat dapat ditentukan dengan rumus menurut (Asa *et al.* 2023):

$$\text{Kadar karbohidrat } (\%) = 100 \% - (A+B+C+D)$$

Keterangan:

A : Kadar Air

B : Kadar Abu

C : Kadar Lemak

D : Kadar Protein

Perhitungan Total Bakteri *Indigenous*.

Perhitungan total bakteri *indigenous* dilakukan dengan metode Total Plate Count (TPC). Proses diawali dengan perlakuan pengenceran dari 10⁻¹ hingga 10⁻⁶ menggunakan 1 gr / 1 mL sampel yang diencerkan dalam 9 ml NaCl 0,85%. Setelah pengenceran dilanjutkan dengan metode TPC menggunakan 1 ml sampel yang diinokulasikan pada media nutrisi agar (NA) steril, proses ini dilakukan dengan 3 ulangan. Sampel diinkubasi selama 24 jam pada suhu 37°C kemudian koloni yang tumbuh (25-250) dihitung menggunakan colony counter (Suharman *et al.* 2023). Perhitungan total bakteri dilakukan dengan rumus berdasarkan SNI 2332.1:2015.

$$N = \frac{\Sigma C}{[(1 \times n_1) + (0,1 \times n_2) + (0,01 \times n_3)] \times (d)} \times 100\%$$

Keterangan:

N : Jumlah koloni (koloni/ml)

ΣC : Jumlah koloni pada semua cawan yang dihitung

n₁ : Jumlah cawan pada pengenceran pertama yang dihitung

n₂ : Jumlah cawan pada pengenceran kedua yang dihitung

n₃ : Jumlah cawan pada pengenceran ketiga yang dihitung

d : Pengenceran pertama yang dihitung

HASIL

Karakteristik Limbah Tahu secara Fisik dan Kimiawi. Karakteristik limbah secara fisik dan kimiawi terdapat pada Tabel 1.

Kandungan Nutrisi Limbah Tahu. Kandungan nutrisi pada limbah tahu diketahui menggunakan uji proksimat terdapat pada Tabel 2.

Jumlah Bakteri *Indigenous* Limbah Tahu. Jumlah bakteri *indigenous* limbah tahu menggunakan metode TPC terdapat pada Tabel 3 dan Gambar 1.

PEMBAHASAN

Karakteristik Limbah Tahu secara Fisik dan Kimiawi. Pabrik Tahu Cibuntu, Kota Bandung memproduksi tahu sebanyak 30.000 potong/hari yang berasal dari 7 kwintal kedelai sebagai bahan baku utama. Limbah padat tahu yang dihasilkan mencapai 5 kwintal/hari yang biasanya digunakan sebagai pakan sedangkan limbah cair tahu mencapai + 2.000 liter/hari yang langsung dialirkan ke saluran pembuangan tanpa adanya pengolahan. Kedua jenis limbah tersebut berpotensi mencemari lingkungan sekaligus sebagai sumber bakteri *indigenous*. Bakteri *indigenous* limbah

Tabel 1. Karakteristik fisik dan kimiawi limbah tahu

Jenis limbah tahu	Karakteristik fisik		Karakteristik kimiawi	Gambar
	Warna	Bau	pH	
Padat	Kekuningan	Beraroma kedelai	6	
Cair	Kekuningan	Beraroma kedelai dan sedikit asam	5	

Tabel 2. Kandungan nutrisi limbah tahu melalui uji proksimat

Komponen	Jumlah (%)	
	Limbah padat tahu	Limbah cair tahu
Kadar air	70,14	95,5
Kadar abu	0,36	0,08
Kadar lemak	3,79	0,82
Kadar protein	17,39	2,96
Kadar karbohidrat	8,32	0,94

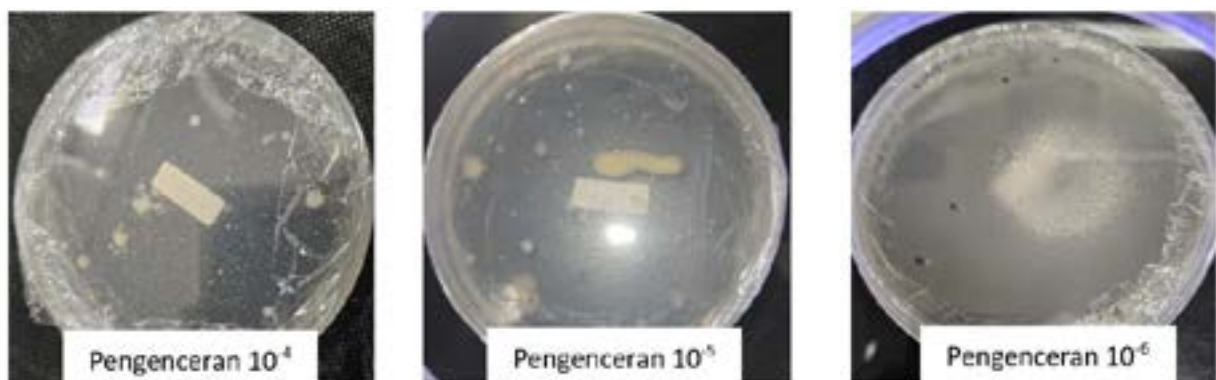
Tabel 3. Rata-Rata jumlah bakteri indigenous limbah tahu

Jenis	Rata-rata jumlah bakteri <i>Indigenous</i> (CFU/ml)
Limbah padat tahu	$3,78 \times 10^6$
Limbah cair tahu	$5,55 \times 10^5$

A



B

Gambar 1 Hasil isolasi bakteri *indigenous* a) limbah cair tahu dan b) limbah padat tahu

tahu dapat diperoleh apabila limbah yang digunakan masih dalam keadaan segar. Penggunaan limbah segar bertujuan untuk menghindari terjadinya proses pembusukkan sehingga kandungan nutrisi pada limbah belum mengalami banyak perubahan (Kurnianto 2017). Selain itu, kondisi segar juga diharapkan tidak menghasilkan bakteri pembusuk yang berpengaruh terhadap total bakteri indigenous pada limbah tersebut. Oleh karena itu, karakteristik limbah menjadi hal yang penting untuk dilakukan.

Karakteristik limbah tahu secara fisik menghasilkan warna kekuningan (Tabel 1). Warna tersebut berasal dari senyawa kurkuminoid yang terdapat di dalam kunyit sebagai bahan yang digunakan pada pembuatan tahu (Isfron 2012). Aroma yang dihasilkan pada kedua limbah beraroma seperti kedelai yang menjadi penanda bahwa limbah yang digunakan masih dalam kondisi segar. Selain itu, juga terdapat aroma sedikit asam pada limbah cair tahu yang berasal dari residu asam cuka yang terlarut pada limbah tersebut, dimana asam cuka dalam pembuatan tahu digunakan sebagai bahan koagulan atau penggumpal (Dewi *et al.* 2021). Adanya aroma asam pada limbah cair tahu juga dikuatkan dengan nilai pH-nya, yaitu 5, nilai pH tersebut lebih rendah daripada limbah padat tahu (Tabel 1).

pH merupakan salah satu faktor lingkungan abiotik yang mendukung pertumbuhan bakteri *indigenous*. Nilai pH yang terlalu rendah atau tinggi akan berpengaruh terhadap aktivitas enzim yang menurun atau mengalami denaturasi yang akhirnya berdampak pada penurunan jumlah bakteri (Fajar *et al.* 2022; Sinaga *et al.* 2023). Berdasarkan nilai pH, bakteri dikelompokkan menjadi tiga jenis yaitu asidofilik, neutrofil dan alkalifilik. Fitria & Zulaika (2019) menyatakan bahwa kelompok bakteri neutrofil tumbuh optimal dalam lingkungan dengan pH mendekati netral berkisar antara pH 5,5 hingga pH 8,0. Oleh karena itu, bakteri indigenous yang tumbuh pada limbah tahu tergolong dalam kelompok bakteri neutrofil.

Kandungan Nutrisi Limbah Tahu. Kadar abu, protein, lemak, karbohidrat pada limbah padat tahu lebih besar dibandingkan limbah cair tahu (Tabel 2). Hal tersebut karena limbah padat tahu merupakan ampas tahu yang mengandung sisa-sisa kulit kedelai maupun sisa-sisa bubur kedelai. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Adlina *et al.* (2021) yang juga menyatakan bahwa kandungan nutrisi pada limbah padat tahu lebih tinggi daripada limbah cair tahu. Adlina *et al.* (2021) juga menyatakan bahwa kandungan nutrisi pada limbah cair tahu yang rendah karena adanya penambahan air dalam proses pembuatan tahu sehingga kandungan nutrisi tersebut terencerkan dan nilainya menjadi rendah. Selain keempat kandungan nutrisi tersebut, terdapat juga perhitungan kadar air. Kadar air pada limbah padat tahu lebih rendah dibandingkan

limbah padat tahu (Tabel 2). Hal ini dikarenakan secara fisik bentuk dari limbah cair tahu berupa cairan. Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Marliyana *et al.* (2021) yang menyatakan bahwa kadar air pada limbah cair tahu adalah 90,74%.

Setiap kandungan nutrisi memiliki manfaat bagi pertumbuhan bakteri *indigenous*. Air berperan dalam menjaga tekanan osmotik sel, menjaga struktur sel, dan membantu reaksi biokimia (Yunita *et al.* 2023). Kadar abu menunjukkan keberadaan mineral pada suatu sampel yang diukur (Bramatya *et al.* 2019). Menurut Etiosa *et al.* (2017) kacang kedelai umumnya mengandung mineral berupa kalsium (Ca), magnesium (Mg) dan natrium (Na), sehingga diduga limbah tahu juga memiliki kandungan mineral tersebut. Secara umum mineral berperan sebagai akseptor elektron dalam respirasi anaerob dan aktivator enzim bagi bakteri (Malaka & Metusalach 2013). Protein pada limbah cair tahu berguna sebagai sumber nutrisi bagi bakteri, dimana bakteri dapat menghasilkan enzim protease sebagaimana penelitian yang dilakukan oleh Asril & Leksikowati (2019). Enzim protease berfungsi untuk mengubah protein menjadi monomernya yaitu asam amino (Maharani & Hasan 2023). Asam amino berperan dalam pembelahan sel, pembentukan dinding sel, dan metabolisme sel sehingga berdampak positif bagi pertumbuhan bakteri (Idrees *et al.* 2020). Lemak merupakan komponen nutrisi yang dapat dimanfaatkan oleh bakteri untuk menghasilkan energi maupun sebagai komponen penyusun dinding sel (Siregar & Makmur 2020). Karbohidrat berperan sebagai sumber unsur karbon yang digunakan dalam metabolisme sel bakteri untuk menghasilkan energi (Fitri *et al.* 2020).

Jumlah Bakteri Indigenous Limbah Tahu. Perhitungan jumlah bakteri *indigenous* dilakukan dengan metode total plate count (TPC) karena hanya menghitung bakteri yang hidup dalam suatu sampel dengan biaya yang relatif rendah dan mudah untuk diterapkan (Caprio 2020). Metode TPC dilakukan pada media nutrient agar (NA) karena media tersebut merupakan media umum yang tidak selektif sehingga seluruh jenis bakteri dapat tumbuh (Wahyuni *et al.* 2024). Gambar 1 menunjukkan bahwa limbah cair tahu dan limbah padat tahu menghasilkan morfologi koloni yang berbeda-beda. Limbah cair tahu menghasilkan sebagai besar koloni berwarna putih dengan bentuk bulat, tepian yang bergelombang dan elevasi berbentuk cembung, terdapat juga koloni dengan karakteristik morfologi yang sama namun berbeda ukurannya (Gambar 1a). Sementara itu, Gambar 1b menghasilkan koloni yang lebih beragam seperti warna putih, krem hingga kekuningan dengan berbagai ukuran yang berbeda. Bentuk koloni yang tumbuh adalah berbentuk bulat dengan tepian yang bergelombang dan elevasi berbentuk cembung.

Penelitian ini menghasilkan rata-rata bakteri indigenous sebanyak $5,55 \times 10^5$ CFU/mL pada limbah cair tahu, jumlah tersebut hampir sama dengan penelitian Utomo *et al.* (2024) yang menghasilkan jumlah probiotik limbah cair tahu sebanyak $2,80 \times 10^5$ CFU/mL. Sementara itu, pada limbah padat tahu menghasilkan rata-rata bakteri indigenous sebanyak $3,78 \times 10^6$ CFU/mL, jumlah tersebut lebih tinggi dibandingkan penelitian Fitria *et al.* (2024) yang hanya menghasilkan $7,7 \times 10^3$ CFU/mL. Hal tersebut terjadi karena, adanya perbedaan metode pada penelitian Fitria *et al.* (2024), dimana penelitian tersebut berfokus pada jumlah bakteri indigenous penghasil enzim selulosa.

Berdasarkan Tabel 3 diketahui bahwa jumlah bakteri indigenous pada limbah padat tahu lebih banyak daripada limbah cair tahu. Hal ini sejalan dengan data Tabel 2, bahwa kandungan nutrisi pada limbah padat tahu lebih besar daripada limbah cair tahu. Maharani & Hasan (2023) menyatakan bahwa karbohidrat sebagai substrat utama metabolisme sel sedangkan protein dibutuhkan dalam pembentukan sel. Dimana, kedua kandungan nutrisi tersebut memiliki kadar yang lebih tinggi pada limbah padat tahu. Selain itu, Tridesianti (2023) juga menguatkan bahwa kandungan nutrisi yang sesuai sangat mendukung pertumbuhan dari suatu mikroorganisme. Oleh karena itu, semakin tinggi kandungan nutrisi pada limbah tahu akan menghasilkan jumlah bakteri indigenous yang tinggi pula.

Beberapa penelitian telah dilaporkan bahwa bakteri indigenous limbah tahu memiliki banyak potensi yang dapat diteliti lebih lanjut. Asril *et al.* (2019) menghasilkan bakteri indigenous limbah tahu yang tergolong dalam genus *Pseudomonas* sebanyak 72×10^2 CFU/ml. Menurut Alsukaibi *et al.* (2023) *Pseudomonas* seperti *Pseudomonas fluorescens* merupakan agen bioremediasi yang dapat mendegradasi logam seperti kromium, nikel dan timbal. *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 juga dilaporkan berperan dalam pertumbuhan tanaman cabai rawit (Ratnasari *et al.* 2023). Kusumasari *et al.* (2023) menyatakan bahwa 5 isolat indigenous limbah tahu mampu menghasilkan enzim protease ekstraseluler. Selain itu, Atmandaru *et al.* (2025) juga melaporkan bahwa menemukan 4 bakteri asam laktat indigenous limbah tahu yang mampu menghambat pertumbuhan *Escherichia coli* dan *Staphylococcus aureus*. Simpulan dari penelitian ini adalah bahwa kandungan nutrisi yang tinggi berkorelasi dengan peningkatan jumlah bakteri indigenous yang dihasilkan, dimana bakteri indigenous memiliki potensi yang besar sebagai agen bioremediasi, antimikroba maupun sebagai pelarut fosfat.

UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada UIN Sunan Gunung Djati Bandung atas Hibah Penelitian yang telah diberikan kepada penulis melalui Kluster Penelitian Terapan Kajian Strategis Nasional (PT) tahun 2025 dengan no registrasi 251120000102529.

DAFTAR PUSTAKA

- Abadi AS, Hariati AM, Ating. 2023. Probiotik indigenous *Bacillus* sp. (NL004) yang diperkaya pada limbah cair tahu (LCT) terhadap pertumbuhan ikan nila (*Oreochromis niloticus*). *Media Akuakultur* 18:15-20. <https://doi.org/10.15578/ma.18.1.2023.15-20>
- Adlina S, Rahmawati L, Yuliana A. 2021. Penggunaan limbah tahu sebagai nutrisi substitusi pada media pertumbuhan *Staphylococcus aureus*. *Journal of Pharmacopolium* 4:56-66. <https://doi.org/10.36465/jop.v4i2.744>
- Alsukaibi AKD, Mechi L, Alimi FR, Alshamari AKA, Alshammari EM, Otaibi AA, Sherwani S, Khan MW. 2023. Bioremediation potential of *Pseudomonas fluorescens* strain isolated from the Ha'il region of Saudi Arabia. *Bioinformation* 19:901-907. <https://doi.org/10.6026/97320630019901>
- Association of Official Analytical Collaboration (AOAC). 2019. Official Methods of Analysis of AOAC International (21st ed.). Rockville, MD: AOAC International.
- Atmandaru S, Solichah A, Retnaningrum E. 2025. Production and characterization of lactic acid bacteria biofilms synthesized using tofu wastewater. *Jurnal Teknosains* 15:174-184. <https://doi.org/10.22146/teknosains.103083>
- Arivo D & Annissatussholeha N. 2017. Pengaruh tekanan osmotik pH, dan suhu terhadap pertumbuhan bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Ilmu Kedokteran dan Kesehatan* 4:153-160.
- Asa JY, Ballo A, & Ledo MES. 2023. Fisikokimia dasar yoghurt jagung manis (*Zea mays* L. Saccharata). *Sciscitatio* 4:87-92. <https://doi.org/10.21460/sciscitatio.2023.42.135>
- Asril M, Oktaviani I, & Leksikowati SS. 2019. Isolasi bakteri indigenous dari limbah cair tahu dalam mendegradasi protein dan melarutkan fosfat. *Jurnal Teknologi Lingkungan* 20:67-72. <https://doi.org/10.29122/jtl.v20i1.3132>
- Asril, M., & Leksikowati, S.S. 2019. Isolasi dan seleksi bakteri proteolitik asal limbah cair tahu sebagai dasar penentuan agen pembuatan biofertilizer. *Elkawanie: Journal of Islamic Science and Technology* 5:86-97. <https://doi.org/10.22373/ekw.v5i2.4356>
- Badriyah BI, & Ardyati T. 2013. Deteksi aktivitas proteolitik isolat bakteri asal ampas tahu pada substrat bekatul. *Jurnal Biotropika* 1:109-113.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 1992. SNI 01-2891-1992: Metode uji makanan dan minuman. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional.
- Badan Standardisasi Nasional (BSN). 2015. SNI 2332.1:2015 – Cara uji mikrobiologi – Bagian 1: Penentuan koliform dan *Escherichia coli* pada produk perikanan. Jakarta: Badan Standardisasi Nasional
- Badan Pusat Statistik (BPS). 2024. Rata-rata konsumsi perkapita seminggu menurut kelompok kacang-kacangan per kabupaten/kota (Satuan Komoditas), 2024. Diakses 03 Agustus 2025 pada <https://www.bps.go.id/id/statistics-table/2/MjEwMSMy/rata-rata-konsumsi-perkapita-seminggu-menurut-kelompok-kacang-kacangan-per-kabupaten-kota.html>
- Bramatya E, Ibrahim MN, & Isamu KT. 2019. Pengaruh konsentrasi garam terhadap uji organoleptik kimia keong kowoe (*Pila ampullacea*) pindang selama penyimpanan. *Journal Fish Protech* 2: 189-195. <https://doi.org/10.33772/jfp.v2i2.9233>

- Dewi SR, Handayani R, Bakar A, Ramli S. 2021. Pemanfaatan bitter dan cuka sebagai koagulan pada pembuatan tahu. *Jurnal Inovasi Ramah Lingkungan* 2:1-6.
- Caprio FD. 2020. Methods to quantify biological contaminants in microalgae cultures. *Algal Research* 49:1-21. <https://doi.org/10.1016/j.algal.2020.101943>
- Etiosa OR, Chika NB, & Benedicta A. 2017. Mineral and proximate composition of soya bean. *Asian Journal of Physical and Chemical Sciences* 4:1-6. <https://doi.org/10.9734/AJOPACS/2017/38663>
- Fajar I, Perwira IY, & Ernawati NM. 2022. Pengaruh derajat keasaman (pH) terhadap pertumbuhan bakteri toleran kromium heksavalen dari sedimen mangrove di Muara Tukad Mati, Bali. *Current Trends in Aquatic Science* 5:1-6.
- Fitria, AN, & Zulaika E. 2019. Aklimatisasi pH dan pola pertumbuhan *Bacillus cereus* S1 pada medium MSM modifikasi. *Jurnal Sains dan Seni ITS* 7:39-41. <https://doi.org/10.12962/j23373520.v7i2.36788>
- Fitria, R., Hindratiningrum, N., & Rayhan, M. 2024. Total Bakteri Selulolitik dan Kemampuan Hidrolisis Pada Starter Mikroorganisme Lokal Berbasis Limbah. STOCK Peternakan 6:127-131. <https://doi.org/10.36355/sptr.v6i2.1551>
- Fitri AD, Poernomo AT, & Adrianto MF. 2020. Pengaruh sumber karbon organik terhadap produksi protease fibrinolitik *Bacillus sphearicus* BM 9.1 dengan solid state fermentation (SSF). *Berkala Ilmiah Kimia Farmasi* 7:28-34.
- Hutabarat MC, Anggraeni IK, Raditya D, Nurprawoto A, Saputro EA. 2022. Identifikasi potensi limbah cair tahu menjadi bahan bakar alternatif biogas di Desa Bocek, Kecamatan Karang Ploso, Kabupaten Malang. *Jurnal Warta Desa* 4:104-111. <https://doi.org/10.29303/jwd.v4i2.187>
- Idrees, M., Mohammad, A. R., Karodia, N., & Rahman, A. 2020. Multimodal role of amino acids in microbial control and drug development. *Antibiotics* 9:1-23. <https://doi.org/10.3390/antibiotics9060330>
- Isfron AF. 2012. Kestabilan warna kurkumin terenkapsulasi dari kunyit (*Curcuma domestica* Val.) dalam minuman ringan dan jelly pada berbagai kondisi penyimpanan. *Bionatura* 14:198-206.
- Kurnianto E. 2017. Pengolahan limbah cair tahu dengan penambahan kitosan pada reaktor anaerob dengan variasi waktu tinggal. *Jurnal Teknologi Lingkungan Lahan Basah* 5: 1-10. <https://doi.org/10.26418/jtlb.v5i1.18405>
- Kusumasari W, Indrayati A, & Cahyo LM. 2023. Aktivitas protease ekstraseluler bakteri yang diisolasi dari limbah cair industri tahu. *Jurnal Insan Farmasi Indonesia* 6:134-43
- Maharani D, & Hasan ZA. 2023. Pengaruh replikasi pemanasan media nutrient agar terhadap nutrisi media, pH media dan jumlah koloni bakteri. *Prosiding Asosiasi Institusi Pendidikan Tinggi Teknologi Laboratorium Medik Indonesia* 2:73-85.
- Malaka R, & Metusalach ZA. 2013. Pengaruh jenis mineral terhadap produksi eksopolisakarida dan karakteristik pertumbuhan *Lactobacillus bulgaricus* strain ropy dalam media susu. *Prosiding Seminar Nasional Teknologi Peternakan dan Veteriner* 1:3-5.
- Marliyana SD, Fatrozi S, Inas D, Wibowo FR, Firdaus M, Kusumaningsih T & Suryanti V. 2021. Pengolahan limbah cair tahu menjadi nata de soya melalui proses fermentasi. *Proceeding of Chemistry Conferences* 6:34-37. <https://doi.org/10.20961/pcc.6.0.55087.34-37>
- Martiniingsih ST, & Rahmi SU. 2019. Efektifitas bakteri indigenous limbah cair batik untuk dekolonisasi sisa pencelupan tekstil dengan zat warna remazol blue. *Jurnal Teknologika* 9:1-7.
- Pagoray H, Sulistyawati S, & Fitriyani F. 2021. Limbah cair industri tahu dan dampaknya terhadap kualitas air dan biota perairan. *Jurnal Pertanian Terpadu* 9:53-65. <https://doi.org/10.36084/jpt.v9i1.312>
- Rahayu I. 2024. Statistik konsumsi pangan 2024. Jakarta: Pusat Data dan Sistem Informasi Pertanian.
- Rahmawati L, Adlina S, & Yuliana A. 2021. Isolasi dan identifikasi bakteri penghasil protease ekstraseluler dari limbah cair tahu putih. *Jurnal Kesehatan Bakti Tunas Husada: Jurnal Ilmu Ilmu Keperawatan, Analisis Kesehatan dan Farmasi* 2:187-193. <https://doi.org/10.36465/jkbth.v2i12.748>
- Ratnasari A, Rachmania MN, & Tjahjoleksono A. 2023. Peranan *Pseudomonas aeruginosa* ATCC 15442 terhadap pertumbuhan tanaman cabai rawit (*Capsicum frutescens* L.). *Jurnal Sumberdaya Hayati* 9:171-177. <https://doi.org/10.29244/jsdh.9.4.171-177>
- Seftiono H. 2016. Perubahan sifat fisiko kimia protein selama proses pembuatan tahu sebagai rujukan bagi posdaya. *Jurnal Kesejahteraan Sosial* 3:85-92.
- Sinaga IOY, Astrini D, & Indradi RB. 2023. Article review: effect of ph on bacterial growth as traditional medicines quality specification in indonesia. *Journal of Pharmaceutical and Sciences* 6:287-291. <https://doi.org/10.36490/journal-jps.com.v6i1.65>
- Siregar FA, & Makmur T. 2020. Metabolisme lipid dalam tubuh. *Jurnal Inovasi Kesehatan Masyarakat* 1:60-66.
- Suharman S, Izzati NK, & Himelda TAN. 2023. Analisis Cemaran Mikroba dalam Produk Minuman Sari Kedelai dengan Metode Total Plate Count (TPC). *Journal of Innovative Food Technology and Agricultural Product* 1:9-13. <https://doi.org/10.31316/jitap.vi.5748>
- Tridesianti, S. 2023. Peningkatan kadar protein terlarut pada larutan tepung jagung menggunakan *Saccharomyces cerevisiae*. *Jurnal Ilmiah Biosaintropis* (Bioscience-Tropic) 8:115-120. <https://doi.org/10.33474/e-jbst.v8i2.521>
- Utomo, B., Solichin, S., Munandi., F.F. 2024. Analisis Koloni Bakteri terhadap Pemberian Probiotik Komersial pada Air Buangan Industri Tahu. *Konstruksi: Publikasi Ilmu Teknik, Perencanaan Tata Ruang dan Teknik Sipil* 2:367-376. <https://doi.org/10.61132/konstruksi.v2i3.467>
- Wahyuni S, Kaswi N, Annisa R, Salim IPA, & Al Adawiah PR. 2024. Edukasi pembuatan media nutrient agar (NA) untuk pengamatan morfologi *Escherichia coli* di SMA Pesantren Immim. *Lontara Abdimas: Jurnal Pengabdian Kepada Masyarakat* 5:31-36. <https://doi.org/10.53861/lomas.v5i1.474>
- Widiarti BN, Syamsiah S, Mulyono P. 2012. Degradasi substrat volatile solid pada produksi biogas dari limbah pembuatan tahu dan kotoran sapi. *Jurnal Rekayasa Proses* 6:14-19.
- Yunita M, Purba DH, Hamida F, Syafriana V, Mutia L, Lubis NA, Soputra D, Mahmud A, Rachmania MK, Futri CL, Wenan DM, Pranata C, Arviani & Sampouw NL. 2023. Bakteriologi. Medan: Yayasan Kita Menulis.