

Deteksi Bakteri *Escherichia coli* pada Tepung Sagu Basah dan Kapurung

Nurfadila¹, Eka Pratiwi Tenriawaru^{1*}, Sunarti Cambaba¹ and Suhaeni²

¹Program Studi Biologi, Fakultas Sains, Universitas Cokroaminoto Palopo, Kota Palopo, Provinsi Sulawesi Selatan

*Email korespondensi: epta86@gmail.com

Abstrak

Escherichia coli adalah bakteri yang dapat hidup di usus manusia dan hewan, dan salah satu fungsinya untuk menjaga kesehatan sistem pencernaan. Namun bakteri *Escherichia coli* juga merupakan jenis bakteri yang dapat digunakan sebagai indikator pencemaran pada makanan. Jika terdapat bakteri *E. coli* pada suatu bahan makanan, maka hal ini menandakan terkontaminasinya bahan makanan tersebut akibat dari proses pengolahan yang kurang higienis. Tujuan penelitian ini adalah untuk mendeteksi keberadaan bakteri *E. coli* pada sagu basah dan kapurung yang diproduksi oleh pabrik yang berlokasi di Jembatan Miring, Kota Palopo. Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Mei 2024 di Laboratorium Sel dan Jaringan Fakultas Sains Universitas Cokroaminoto Palopo dan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kota Palopo. Sampel pada penelitian ini diambil dari dua pabrik sagu tradisional di Jembatan Miring, tepatnya di Lorong Tondok Alla, Kelurahan Jaya, Kecamatan Telluwanua. Jenis penelitian ini yaitu kualitatif dan menggunakan metode *most probable number* (MPN) yang dibagi menjadi beberapa tahap, yaitu uji penduga, uji konfirmasi, dan isolasi-identifikasi. Hasil penelitian ini menunjukkan bahwa pada tepung sagu basah dari kedua pabrik terdapat bakteri *E. coli* pada sampel pabrik 1 sebanyak 11 MPN/g, dan pada sampel pabrik 2 sebanyak 11 MPN/g sedangkan pada kapurung terdapat bakteri *E. coli* pada sampel pabrik 1 sebanyak 0,036 MPN/g dan sampel pabrik 2 sebanyak 0,036 MPN/g oleh karena itu sagu basah layak konsumsi jika diolah menjadi kapurung.

Kata kunci: *Escherichia coli*; kapurung; keamanan pangan; tepung sagu basah

Abstract

Escherichia coli is a bacterium that normally lives in the intestines of humans and animals and maintains a healthy digestive system. However, *Escherichia coli* is also a type of bacteria that can be used as an indicator of food contamination. If *Escherichia coli* is present in food, it indicates that sago has been contaminated due to unhygienic processing. The purpose of this study was to detect the presence of *Escherichia coli* in wet sago and kapurung produced at a factory in Jembatan Miring, Palopo City. This study was conducted in May 2024 at the Cell and Tissue Laboratory of the Faculty of Science, Cokroaminoto University, Palopo, and at the Palopo City Regional Health Laboratory. Samples in this study were taken from the Traditional Sago Factory in Jembatan Miring, specifically in Tondok Alla Alley, Jaya Village, Telluwanua District. This type of research is qualitative and uses the most probable number (MPN) method which is divided into several stages: predictive testing, confirmation testing, and isolation-identification, followed by Gram staining. The results of this study indicate that wet sago flour from both factories contained *Escherichia coli* bacteria in factory 1 samples of 11 MPN/g, and in factory 2 samples of 11 MPN/g, while in kapurung there were *Escherichia coli* bacteria in factory 1 samples of 0.036 MPN/g and factory 2 samples of 0.036 MPN/g, therefore wet sago is suitable for consumption if processed into kapurung.

Keywords: *Escherichia coli*; kapurung; food safety; wet sago flour

PENDAHULUAN

Sagu merupakan salah satu tanaman pangan sumber karbohidrat di Indonesia. Produksi sagu tertinggi diperoleh dari Pulau Sumatera, Papua,

dan Sulawesi. Sulawesi Selatan menjadi wilayah dengan produksi sagu tertinggi di Pulau Sulawesi dengan total produksi 3.136 ton pada tahun 2018. Total produksi sagu di Sulawesi Selatan berasal

dari Kabupaten Luwu Utara (2.070 ton), Kabupaten Luwu (888 ton), Kabupaten Luwu Timur (98 ton), Kabupaten Bone (64 ton), dan Kota Palopo (16 ton) [1]. Sagu menjadi makanan utama bagi sebagian besar masyarakat di daerah Luwu (meliputi wilayah Kota Palopo, Kabupaten Luwu, Kabupaten Luwu Utara) [2]. Tepung sagu dimanfaatkan menjadi berbagai olahan makanan tradisional seperti kapurung, dange, bagea, dange hitam, ongol-ongol, jepa, sinole, cendol [3], cakko-cakko, dan lanyu [4].

Tepung sagu diekstraksi dengan cara memisahkan antara ampas dan pati sagu yang terkandung di dalam batang pohon sagu. Proses pengolahan sagu secara tradisional melalui beberapa tahap yang dimulai dengan proses peremasan dengan tangan atau diinjak menggunakan kaki, dan dibantu dengan siraman air yang berasal dari sungai atau rawa-rawa yang kemudian dialirkan menggunakan batang sagu yang telah diambil empulurnya. Setelah itu, filtrat berupa suspensi tepung dan air diendapkan dan hasil yang diperoleh adalah tepung sagu basah untuk selanjutnya dikemas dalam anyaman daun sagu. Setelah dikemas di dalam anyaman daun sagu tersebut lama penyimpanan sagu basah hanya 3-5 hari [5], [6].

Proses pengolahan batang sagu menjadi tepung sagu basah memungkinkan adanya cemaran bakteri *E. coli*, yaitu bakteri anggota flora normal usus yang apabila dalam jumlah melebihi ambang batas, dapat menyebabkan penyakit pada saluran pencernaan seperti diare. Terdapat empat jenis bakteri *E. Coli* yang sering menyebabkan diare, yaitu enterotoksigenik *E. coli* (ETEC), enteroinvasif *E. coli* (ETEC), enteropatogenik *E. coli* (EPEC), dan enterohemoragik *E. coli* (EHEC) [7]. Menurut WHO [8] tahun 2024, diare merupakan penyebab kematian ketiga tertinggi pada balita. Enterotoksigenik *E. coli* menempati urutan kedelapan penyebab kematian pada semua usia (2,3% dari total kasus kematian akibat diare) dan sekitar 4,2%

kematian pada balita [9]. Rendahnya pengetahuan dan ketersediaan air bersih menjadi salah satu penyebab terjadinya kasus diare di Indonesia [10]. Sementara itu, Greenhill dkk. [11] melaporkan bahwa masyarakat di Papua New Guinea mengalami diare setelah mengonsumsi sagu yang diduga berasal dari proses ekstraksi tradisional dan air yang digunakan untuk mengekstraksi sagu. Tenriawaru dkk. [12] juga melaporkan bahwa bakteri *Escherichia* spp. terdeteksi dalam empulur sagu. Hal ini menjadi dasar pentingnya mendeteksi keberadaan bakteri *E. coli* dalam makanan hasil olahan tepung sagu.

Salah satu makanan hasil olahan tepung sagu yang paling diminati oleh masyarakat Luwu adalah kapurung. Kapurung dibuat dengan menyiramkan air mendidih dalam larutan tepung sagu kemudian dibentuk menjadi bola-bola kecil dan dicampurkan dengan sayuran dan lauk. Penyiraman air mendidih tersebut bertujuan untuk mengubah pati dalam tepung sagu menjadi gel. Proses penyiraman tepung sagu ini tidak diikuti dengan proses perebusan sehingga menimbulkan kekhawatiran akan bakteri dalam tepung sagu tersebut masih dapat bertahan hidup. Islam dkk. [13] melaporkan bahwa dalam kapurung terdapat mikroorganisme sebesar $<1 \times 10^1$ CFU/g. Namun, jenis mikroorganisme tersebut belum diketahui. Oleh karena itu, penelitian ini bertujuan untuk mendeteksi keberadaan bakteri *E. coli* dalam tepung sagu basah dan kapurung. Kapurung dalam penelitian ini dibatasi pada gel hasil proses penyiraman air panas ke dalam larutan tepung sagu.

METODE PENELITIAN

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan adalah: tepung sagu basah, kapurung, air steril, BPW (*Buffered Peptone Water*) 0,1 %, BGLB (*Brilliant Green Lactose Broth*), LTB (*Lauryl Tryptose Broth*), ECB (*Escherichia*

coli Broth), EMBA (*Eosin Methylen Blue Agar*), cat Gram.

Alat yang digunakan yaitu: tabung Durham, cawan Petri, tabung reaksi, gunting, jarum inokulasi (ose), pembakar bunsen, timbangan analitik, batang pengaduk, Erlenmeyer, *blue tip*, botol selai, autoklaf, kertas coklat, aluminium foil, karet gelang, tisu, inkubator, pemanas air, enkas, lemari pendingin (*refrigerator*), *freezer*.

Prosedur Kerja Sterilisasi Alat

Semua alat yang tahan panas terlebih dahulu dicuci bersih, kemudian dibungkus dengan kertas coklat dan aluminium foil, lalu disterilkan dalam autoklaf pada suhu 121°C, dengan tekanan 1,5 - 2 atm selama 15 menit. Sedangkan untuk ose disterilkan dengan cara dibakar dengan menggunakan api langsung sampai pijar.

Pembuatan Media

Penelitian ini menggunakan media BPW 0,1% untuk pengenceran. Media BPW digunakan untuk mencegah kerusakan sel bakteri akibat perubahan pH, memulihkan sel mikroorganisme yang rusak, dan menurunkan jumlah mikroba yang rusak selama pengenceran. Pada uji penduga menggunakan media LTB untuk mendeteksi keberadaan bakteri *E. coli* pada sagu basah dan kapurung. Kemudian untuk uji konfirmasi menggunakan media ECB Selanjutnya, untuk uji pelengkap menggunakan media EMBA.

Media BPW 0,1% dibuat dengan melarutkan media BPW sebanyak 8,4 g dalam aquades sebanyak 840 mL, kemudian sebanyak 9 mL media BPW 0,1% dimasukkan ke dalam tabung reaksi. Media LTB *double strength* dibuat dengan melarutkan 4,272 g medium LTB dan 1,2 g laktosa di dalam 240 mL akuades dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi berisi tabung Durham dalam posisi terbalik. Media LTB *single strength* dibuat dengan melarutkan 8,544

g LTB dalam 240 mL akuades, kemudian dimasukkan larutan ke dalam tabung reaksi berisi tabung Durham dalam posisi terbalik. Gelembung udara dalam tabung Durham pada media *double* dan *single strength* dikeluarkan, kemudian medium disterilisasi dengan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C

Pembuatan media ECB dilakukan dengan melarutkan 14,06 g media EC *broth* dalam 430 mL akuades. Larutan ECB dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi tabung Durham dengan posisi terbalik. Gelembung gas dikeluarkan dari dalam tabung Durham. Media EMBA sebanyak 1,995 g dilarutkan dalam 150 mL akuades dan dipanaskan hingga agar larut (ditandai dengan perubahan larutan keruh menjadi bening). Semua media disterilisasi menggunakan autoklaf selama 15 menit pada suhu 121 °C.

Pengambilan Sampel

Sampel diperoleh dari dua pabrik batang sagu yang berbeda di Kawasan Pabrik Sagu Tradisional Jembatan Miring Kota Palopo. Penentuan lokasi didasarkan pada teknik *purposive sampling*, yaitu lokasi ditentukan berdasarkan pabrik yang sedang memanen tepung sagu basah untuk memastikan sampel masih segar. Sebanyak 500 gram sampel sagu telah diendapkan diambil secara aseptis dan dimasukkan dalam kantong plastik steril dan dimasukkan dalam *coolbox*.

Pengujian

Tahapan pengujian bakteri *E. coli* mengikuti prosedur pengujian SNI 2897:2008 [14] yang meliputi tahapan uji pendugaan, uji konfirmasi, dan isolasi-identifikasi. Pengujian tahap isolasi-identifikasi dibatasi hingga tahap isolasi pada media EMBA dan diidentifikasi berdasarkan warna koloni hijau metalik yang mencirikan bakteri *E. coli*. Hasil yang diperoleh pada tahap uji konfirmasi selanjutnya dianalisis menggunakan tabel MPN seri 3 tabung untuk menentukan jumlah bakteri *E. coli* dalam setiap sampel. Pengujian dilaksanakan dalam 2

kali pengulangan. Setiap ulangan dilakukan pengujian duplo sehingga total unit pengujian adalah 4 sampel.

Analisis Data

Data yang telah diperoleh dianalisis secara deskriptif dalam bentuk tabel dan gambar. Nilai MPN tabel dari hasil uji konfirmasi dianalisis untuk memperoleh nilai MPN/g sampel dengan rumus SNI 2897:2008 [14] berikut.

$$MPN \left(\frac{MPN}{g} \right) = \left(\text{nilai MPN}_{\frac{tabel}{100}} \right) \times \text{faktor pengenceran yang di tengah} \quad (1)$$

Data dari hasil penelitian yang telah diperoleh dibandingkan dengan menggunakan standar baku mutu yang telah ditetapkan oleh SNI 7388:2009 [15] tentang batas cemaran maksimum mikroba dalam pangan.

HASIL DAN PEMBAHASAN

Tahap Uji Pendugaan

Hasil tahapan uji pendugaan pada semua tabung yang berisi sampel tepung sagu basah menunjukkan tanda positif, yaitu medium menjadi keruh dan terdapat gelembung udara dalam tabung Durham. Sementara itu, pada tabung yang berisi sampel kapurung tidak menunjukkan tanda positif (Tabel 1).

Tabel 1. Hasil tahap uji pendugaan

Kode sampel	Ulangan	Jumlah Tabung positif		
		10^{-1}	10^{-2}	10^{-3}
Sagu Basah pabrik 1	U1	3	3	3
	U2	3	3	3
Sagu Basah pabrik 2	U1	3	3	3
	U2	3	3	3
Kapurung pabrik 1	U1	0	0	0
	U2	0	0	0
Kapurung pabrik 2	U1	0	0	0
	U2	0	0	0

Tahap uji pendugaan menggunakan media LTB untuk mendeteksi keberadaan *coliform* pada sampel. Hasil penelitian menunjukkan hasil positif pada sampel tepung sagu basah dari kedua pabrik

yang ditandai dengan media menjadi keruh dan terdapat gelembung udara pada tabung Durham. Gelembung udara tersebut disebabkan oleh aktivitas bakteri *coliform* yang memfermentasi laktosa sebagai sumber karbohidrat menjadi asam organik dan karbondioksida [16]. Karbondioksida yang dihasilkan selanjutnya terperangkap dalam tabung Durham. Sementara itu, pada sampel kapurung, media tetap jernih dan tidak terdapat gelembung udara dalam tabung Durham sehingga dinyatakan sebagai hasil negatif. Pengujian sampel kapurung tetapi dilanjutkan ke tahap konfirmasi untuk menegaskan bahwa tidak terdapat bakteri *E. coli* dalam sampel tersebut.



Gambar 1. Media *Lauryl Tryptose Broth* (LTB): (a) sebelum inkubasi, (b) setelah inkubasi

Tahap Uji Konfirmasi

Semua tabung pada uji pendugaan dilanjutkan ke tahapan uji konfirmasi, yaitu dengan memindahkan 1 ose bakteri dari setiap tabung ke dalam media ECB kemudian diinkubasi pada suhu 45,5°C selama 48 jam. Hasil yang diperoleh menunjukkan bahwa semua tabung pada sampel tepung sagu basah menunjukkan hasil positif, yaitu terdapat gelembung udara pada tabung Durham (Gambar 2).



Gambar 2. Tabung positif pada uji konfirmasi

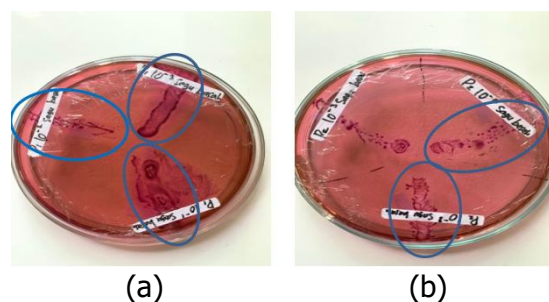
Tahap uji konfirmasi yang menggunakan media ECB digunakan untuk perkembangbiakan bakteri *E. coli*. Hasil positif ditandai dengan terdapat gelembung gas pada tabung Durham dikarenakan aktifitas metabolit bakteri asam laktat yang mampu memfermentasikan laktosa, dan warna media yang berubah menjadi keruh. Hasil uji konfirmasi ini jumlah tabung reaksi yang positif dari uji penduga tidak berkurang. Media yang digunakan pada uji konfirmasi adalah media selektif yang dapat memastikan adanya bakteri *E. coli*, sehingga bakteri lain dapat terseleksi, dan pada tahap ini memastikan bahwa pada tabung positif ditahap uji penduga terdapat bakteri *E. coli* yang tumbuh menghasilkan CO₂ dan media yang keruh [16].

Tabel 2. Hasil tahap uji konfirmasi

Kode sampel	Ulangan	Jumlah Tabung positif			
			10 ⁻¹	10 ⁻²	10 ⁻³
Sagu Basah pabrik 1	U1	3	3	3	3
	U2	3	3	3	3
Sagu Basah pabrik 2	U1	3	3	3	3
	U2	3	3	3	3
Kapurung pabrik 1	U1	0	0	0	0
	U2	0	0	0	0
Kapurung pabrik 2	U1	0	0	0	0
	U2	0	0	0	0

Hasil uji pada tahap konfirmasi selanjutnya dihitung jumlah bakterinya menggunakan tabel *Most Probable Number* (MPN). Nilai MPN disajikan pada Tabel 2 dan menunjukkan bahwa total bakteri *E. coli* pada sampel tepung sagu basah dari Pabrik 1 dan Pabrik 2 sebesar 11 MPN/g. Nilai MPN tersebut melebihi ambang batas total bakteri *E. coli* yang diperbolehkan dalam sampel makanan, yaitu <3 MPN/g. Pada kapurung yang dibuat dari tepung sagu basah pabrik 1 dan pabrik 2, total MPN bakteri *E. coli* adalah 0,036 MPN/g dan memenuhi standar total bakteri *E. coli* dalam sampel makanan.

Hasil tabung positif pada media ECB dari tahap uji konfirmasi yang berjumlah 18 tabung reaksi diinokulasikan menggunakan jarum ose dan digoreskan pada permukaan cawan Petri yang berisi media EMBA kemudian dimasukkan ke dalam inkubator pada suhu 35°C selama 24 jam. Hasil dari semua sampel tepung sagu basah positif yang berasal dari kedua pabrik yang berbeda terdapat koloni bakteri berwarna hijau metalik pada permukaan EMBA. Sedangkan, sampel kapurung tidak lanjutkan di uji pada media EMBA ini karena hasil negatif pada media LTB dan ECB.



Gambar 3. Hasil uji pelengkap pada media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) sampel tepung sagu basah yang berasal dari: (a) pabrik 1, (b) pabrik 2

Media EMBA merupakan media padat selektif yang mengandung eosin dan metilen biru yang digunakan untuk menumbuhkan bakteri Gram negatif dan menghambat Gram positif [17]. Pada tahap uji pelengkap terdapat koloni bakteri berwarna hijau metalik pada permukaan cawan Petri.

Most Probable Number (MPN) merupakan metode untuk menghitung jumlah terendah mikroorganisme hidup. Metode ini didasarkan dengan inokulasi sampel ke tabung reaksi yang berisi media cair dengan sampel yang berbeda [17]. Beberapa faktor yang dapat mempengaruhi sehingga terdapat kandungan bakteri *E. coli* pada tepung sagu basah adalah proses pengolahan yang masih tradisional yang belum terjaga kebersihannya [11] dan hewan di

sekitar lingkungan tempat sagu diendapkan. Selain itu, sumber pencemaran bakteri *E. coli* diduga berasal dari empulur sagu. Bahan pangan segar umumnya mengandung mikroba asli yang tersebar di seluruh permukaan bahan pangan [18]. Hal ini sejalan dengan hasil yang ditemukan oleh Tenriawaru dkk. [12] bahwa hasil uji komunitas bakteri menggunakan pendekatan *Next Generation Sequencing* (NGS) menunjukkan bahwa dalam empulur sagu terdapat bakteri *Escherichia* sp.

Keberadaan bakteri *E.coli* di bawah ambang batas SNI 7388:2009 [15] berdasarkan uji MPN pada sampel kapurung menunjukkan bahwa penggunaan air mendidih untuk mengubah pati sagu menjadi gel efektif untuk membunuh bakteri *E. coli*. Menurut Kurniati dkk. [19], bakteri *E. coli* hanya dapat bertahan hidup hingga suhu 60 °C. Hasil ini sejalan dengan temuan yang dilaporkan oleh Islam dkk. [13], yaitu berkurangnya jumlah total mikroba, bakteri, dan jamur pada kapurung dibandingkan dengan pada tepung sagu basah.

Bakteri *E. coli* adalah salah satu bakteri yang dapat mencemari makanan

dan menyebabkan diare. Oleh karena itu, tepung sagu basah perlu diolah terlebih dahulu untuk memastikan bakteri *E. coli* telah mati. *E. coli* menjadi patogen apabila jumlahnya lebih dari normal yang ada di dalam tubuh kita.

SIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian diperoleh bahwa bakteri *Escherichia coli* diperoleh pada sampel sagu basah dari pabrik 1 dan pabrik 2, yaitu masing-masing sebesar 11 MPN/g, dan melebihi ambang batas nilai MPN dalam sampel makanan menurut SNI 7388:2009. Sedangkan pada sampel kapurung menunjukkan nilai MPN bakteri *Escherichia coli* sebesar 0,036 MPN/g dan memenuhi ambang batas nilai MPN menurut SNI 7388:2009.

Penelitian ini dapat dikembangkan lebih lanjut untuk mengetahui cemaran bakteri pathogen lain dalam tepung sagu basah dan kapurung, seperti *Salmonella*, *Staphylococcus* sp., dan *Bacillus cereus*.

UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terima kasih ditujukan kepada pekerja pabrik sagu tradisional di sekitar Jembatan Miring, Kota Palopo.

DAFTAR PUSTAKA

- [1] Direktorat Jenderal Perkebunan, "Statistik perkebunan Indonesia," Direktorat Jenderal Perkebunan, Jakarta, 2019.
- [2] M. A. Ardiansyah, & R. Rudianto, "Pengembangan dan penerapan teknologi tepat guna pada industri rumahan pembuat produk lokal berbahan dasar sagu di kota Palopo," *To Maega: Jurnal Pengabdian Masyarakat*, vol. 1, no. 1, pp. 29-34, 2018.
- [3] E. Ernawati, H. Lakare, & P. Diansari, "Peranan makanan tradisional berbahan dasar sagu sebagai alternatif dalam pemenuhan gizi masyarakat," *Jurnal Sosial Ekonomi Pertanian*, vol. 14, no. 1, pp. 31-40, 2018.
- [4] N. Haruna and H. Alang, "Studi Etnobotani Ekonomi Tanaman Sagu (*Methroxylon sagu*) Pada Masyarakat Adat Luwu di Kabupaten Luwu Sulawesi Selatan," *Bio:Lectura: Jurnal Pendidikan Biologi*, vol. 9, no. 2, pp. 179-185, 2022, doi: <https://doi.org/10.31849/bl.v9i2.10812>
- [5] S. Sismaini, I. S. Nasution, & B. S. Putra, "Kuat tarik edible film berbahan dasar pati sagu dengan penambahan gliserol sebagai plasticizer," *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Pertanian*, vol. 7, no. 2, pp. 472-479, 2022.

- [6] Hanari, "Efek lama penyimpanan aci sagu basah terhadap jumlah kandungan bakteri dan kapang atau khamir yang diolah secara tradisional," *Tesis*, Program pasca Sarjana Universitas Airlangga, Surabaya, 2005.
- [7] D. P. Hutasoit, "Pengaruh sanitasi makanan dan kontaminasi bakteri *Escherichia coli* terhadap penyakit diare," *Jurnal Ilmiah Kesehatan Sandi Husada*, vol. 9, no. 2, pp. 779-786, 2020.
- [8] WHO, "Diarrhoeal disease," <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/diarrhoeal-disease>, 2024.
- [9] I. A. Khalil, C. Troeger, B. F. Blacker, P. C. Rao, A. Brown, D. A. Atherly, T. G. Brewer, C. M. Engmann, E. R. haupt, G. Kang, K. L. Kotloff, M. M. Levine, S. P. Luby, C. A. MacLennan, W. K. Pan, P. B. Pavlinac, J. A. Platts-Mills, F. Qadri, M. S. Riddle, E. T. Ryan, D. A. Shoultz, A. D. Steele, J. L. Walson, J. W. Sanders, A. H. Mokdad, C. J. L. Murray, S. I. Hay, R. C. Reiner Jr, "Morbidity and mortality due to *Shigella* and enteroroxigenic *Escherichia coli* diarrhoea: the Global Burden of Disease Study 1990-2016," *Infection*, vol. 18, November, pp. 1229-1240, 2018.
- [10] I. Haryanti and R. Camelia, "Analisis pengetahuan dan ketersediaan air bersih dengan kejadian diare pada balita," *Cendikia Medika: Jurnal Stikes Al-Ma'arif Baturaja*, vol. 9, no. 1, pp. 199-205.
- [11] A. R. Greenhill, W. A. Shipton, A. D. Omoloso, B. Amoa, J. M. Warner, "Bacterial contamination of sago starch in Papua New Guinea," *Journal of Food Protection*, vol. 70, no. 12, pp. 2868-2872, 2007, doi: 10.4315/0362-028x-70.12.2868.
- [12] E. P. Tenriawaru, Suharjono, T. Ardyati, E. Zubaidah, " Bacterial community structure in sago pith and sago waste water and its potential uses as acids producer," *Journal of Tropical Life Science*, vol. 12, no. 2, pp. 173-182, 2022.
- [13] F. N. Islam, E. P. Tenriawaru, & E. Sohriati, "Analisis cemaran mikroba, jamur dan bakteri pada kapurung berdasarkan angka lempeng total," *Cokroaminoto Journal of Biological Science*, vol. 6, no. 2, pp. 14-19, 2024.
- [14] SNI 2897:2008, "*Metode pengujian cemaran mikroba dalam daging, telur, dan susu serta hasil olahannya*," Badan Standarisasi Nasional, 2008.
- [15] SNI 7388:2009, "*Batas maksimum cemaran mikroba dalam pangan*," Badan Standarisasi Nasional, 2009.
- [16] N. R. Sunarti, Uji kualitas air sumur dengan menggunakan metode MPN (most probable number)," *Biolimi: jurnal Pendidikan*, vol. 1, no. 1, 2015.
- [17] M. R. Adam & M. O. Moss, "*Food microbiology*," Royal Society of Chemistry, Cambridge, 2008.
- [18] BPOM, "*Pedoman penetapan masa simpan untuk pangan olahan yang diproduksi oleh usaha mikro dan usaha kecil (UMK)*," Badan Pengawas Obat dan Makanan Republik Indonesia, Jakarta, 2024.
- [19] T. Kurniati, "*Biologi Sel*," UIN Gunung Djati, bandung, 2020.