

Perbandingan Metode Membran Filter dan *Most Probable Number* (MPN) dalam Deteksi *Escherichia Coli* pada Air Tanah Sumur Bor

Comparison of the Membrane Filter and Most Probable Number (MPN) Methods for the Detection of Escherichia coli in Borehole Groundwater

Ni Made Suryantari^{1*}, *, I Gusti Putu Agus Fery Sutrisna Putra², Ni Wayan Desi Bintari³

^{1*} Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Wira Medika Bali ; suryantarimade@gmail.com

² Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Wira Medika Bali ; fery.sutrisna@gmail.com

³ Sekolah Tinggi Ilmu Kesehatan Wira Medika Bali; niwayandesibintari@gmail.com

*suryantarimade@gmail.com

ABSTRACT

Introduction: Mastectomy is one of the main therapies performed on breast cancer patients. Mastectomy can cause permanent physical changes that impact the patient's body image disturbance. Self-compassion and resilience are psychological factors that are thought to play a role in helping patients accept body changes and form a more positive body image. **Objective:** This study aims the relationship between self-compassion and resilience with body image in post-mastectomy patients at Dr. Mohammad Hoesin Hospital, Palembang. **Method:** This study used a quantitative design with a cross-sectional approach. The sample in this study were female post-mastectomy patients undergoing treatment or control, with a consecutive sampling technique. The instruments used included the Self-Compassion Scale (SCS), the Connor-Davidson Resilience Scale (CD-RISC), and the Body Image Scale (BIS). Data analysis was performed using the Chi-Square test. **Results:** The results showed a significant relationship between self-compassion and body image in post-mastectomy patients ($p < 0.05$). A significant relationship was also found between resilience and body image ($p < 0.05$). **Conclusion:** There is a significant relationship between self-compassion and resilience and body image in post-mastectomy patients. Enhancing self-compassion and resilience can be an approach in nursing interventions to help develop a more positive body image.

Keywords : borewell groundwater, *Escherichia coli*, Membran Filter, *Most Probable Number*

ABSTRACT

Pendahuluan: Risiko kontaminasi *Escherichia coli* pada air tanah sumur bor serta penerapan baku mutu mikrobiologi air yang semakin ketat menuntut penggunaan metode pemeriksaan yang akurat dan sensitif. **Tujuan:** Penelitian ini bertujuan membandingkan hasil pemeriksaan *Escherichia coli* pada air tanah sumur bor menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) dan Membran Filter. **Metode:** Penelitian ini merupakan penelitian analitik komparatif dengan desain berpasangan (*paired comparison design*) dan pendekatan *cross-sectional*. Sebanyak 30 sampel air tanah sumur bor dipilih secara *purposive sampling* dari Desa Blahbatuh, Buruan, Saba, dan Bedulu di wilayah kerja UPTD Puskesmas Blahbatuh II Kabupaten Gianyar. Data dianalisis menggunakan uji Wilcoxon Signed Rank Test pada tingkat signifikansi 5%. **Hasil:** Hasil penelitian menunjukkan bahwa metode MPN mengidentifikasi 23 sampel (76,7%) tidak tercemar dan 7 sampel (23,3%) tercemar ringan, sedangkan metode Membran Filter mengidentifikasi 19 sampel (63,3%) tidak tercemar, 8 sampel (26,7%) tercemar ringan, dan 3 sampel (10,0%) tercemar sedang. **Kesimpulan:** Terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua metode ($p=0,008$). Metode Membran Filter direkomendasikan sebagai alternatif yang lebih sensitif untuk pemeriksaan rutin *Escherichia coli* pada pengujian kualitas air tanah sumur bor di laboratorium

Kata Kunci : air tanah, sumur bor, *Escherichia coli*, Membran Filter, *Most Probable Number*.



PENDAHULUAN

Air bersih merupakan kebutuhan dasar yang berperan penting dalam menjaga kesehatan masyarakat dan mendukung pencapaian Sustainable Development Goals (SDGs), khususnya target akses universal terhadap air minum yang aman. Organisasi Kesehatan Dunia (WHO) memperkirakan bahwa miliaran penduduk dunia masih menggunakan sumber air yang berisiko terkontaminasi mikroorganisme patogen, sehingga penyakit bawaan air (*waterborne diseases*) tetap menjadi penyebab utama morbiditas dan mortalitas, terutama di negara berkembang.¹ Keberadaan *Escherichia coli* (*E. coli*) telah diakui secara internasional sebagai indikator utama pencemaran fekal karena keberadaannya mencerminkan kemungkinan adanya mikroorganisme patogen lain yang berbahaya bagi kesehatan manusia.² Oleh karena itu, pemeriksaan mikrobiologi air dengan metode yang akurat dan sensitif menjadi bagian penting dalam sistem pengawasan kualitas air untuk menjamin keamanan penggunaan air tanah sebagai sumber air bersih.³ Kondisi tersebut menunjukkan bahwa peningkatan kualitas metode deteksi *E. coli* merupakan kebutuhan global dalam mendukung perlindungan kesehatan masyarakat.⁴

Di Indonesia, pemanfaatan air tanah, khususnya melalui sumur bor, masih menjadi alternatif utama penyediaan air bersih bagi masyarakat yang belum sepenuhnya terjangkau jaringan perpipaan. Kondisi ini meningkatkan pentingnya pengawasan kualitas mikrobiologi air tanah karena kontaminasi fekal masih sering ditemukan akibat sanitasi lingkungan yang kurang memadai.⁵ Pemerintah melalui Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 menetapkan standar yang lebih ketat dengan mensyaratkan kadar *Escherichia coli* dan total coliform sebesar 0 per 100 mL sebagai indikator keamanan air untuk higiene sanitasi.⁶ Pengetatan regulasi tersebut menuntut penggunaan metode pemeriksaan yang memiliki sensitivitas dan akurasi tinggi agar hasil pengujian benar-benar mampu menggambarkan kondisi kualitas air.⁷ Meskipun metode **Most Probable Number (MPN)** masih banyak digunakan sebagai metode baku, metode **Membran Filter** mulai direkomendasikan karena mampu memberikan hasil kuantitatif yang lebih cepat dan lebih sensitif pada sampel dengan tingkat kekeruhan rendah.⁸

Pada tingkat lokal, Kabupaten Gianyar masih mengandalkan air tanah sumur bor sebagai salah satu sumber air bersih masyarakat, khususnya di wilayah kerja UPTD Puskesmas Blahbatuh II yang meliputi Desa Blahbatuh, Buruan, Saba, dan Bedulu. Berdasarkan data Dinas Kesehatan Kabupaten Gianyar, kejadian diare menunjukkan tren peningkatan dalam beberapa tahun terakhir yang berkaitan dengan faktor sanitasi lingkungan dan kualitas air bersih.⁹ Penelitian sebelumnya juga melaporkan adanya kontaminasi *Escherichia coli* pada beberapa sumur bor di Kabupaten Gianyar yang menyebabkan sampel tidak memenuhi baku mutu mikrobiologi air bersih.¹⁰ Kondisi tersebut menunjukkan bahwa pemantauan kualitas mikrobiologi air tanah secara berkala sangat diperlukan untuk mencegah risiko penyakit berbasis air serta mendukung pengambilan keputusan dalam pengelolaan laboratorium kesehatan masyarakat.

Meskipun berbagai penelitian telah membandingkan metode MPN dan Membran Filter, masih terdapat kesenjangan penelitian (*research gap*) yang menjadi dasar dilaksanakannya penelitian ini. Penelitian Azkhiyati dkk. menunjukkan bahwa metode Membran Filter lebih sensitif dibandingkan metode MPN pada air sumur bor, sedangkan penelitian Pramaswari dkk. pada air sungai tidak menemukan perbedaan yang bermakna antara kedua metode.^{11, 12} Perbedaan hasil tersebut menunjukkan adanya kesenjangan antara hasil penelitian terdahulu yang diduga dipengaruhi oleh karakteristik sampel air dan kondisi lingkungan. Selain itu, hingga saat penelitian ini dilakukan belum tersedia data pembandingan mengenai kedua metode pada pemeriksaan *Escherichia coli* di air tanah sumur bor yang digunakan oleh UPTD Laboratorium Kesehatan Masyarakat Kabupaten Gianyar, padahal laboratorium tersebut berencana menerapkan metode Membran Filter sebagai alternatif pemeriksaan rutin. Oleh karena itu, penelitian ini penting dilakukan untuk memberikan bukti ilmiah mengenai perbedaan hasil kedua metode sehingga dapat menjadi dasar pemilihan metode pemeriksaan yang lebih akurat, sensitif, dan sesuai untuk pengujian kualitas air tanah sumur bor. Penelitian ini bertujuan

membandingkan hasil pemeriksaan *Escherichia coli* pada air tanah sumur bor menggunakan metode Most Probable Number (MPN) dan Membran Filter

METODE

Penelitian ini merupakan penelitian kuantitatif dengan desain analitik komparatif menggunakan *paired comparison design* dan pendekatan *cross-sectional*. Objek penelitian adalah 30 sampel air tanah sumur bor yang dipilih secara *purposive sampling* dari Desa Blahbatuh, Buruan, Saba, dan Bedulu di wilayah kerja UPTD Puskesmas Blahbatuh II, Kabupaten Gianyar. Pemeriksaan dilakukan di Laboratorium Kesehatan Daerah Kabupaten Gianyar pada tahun 2026. Bahan penelitian berupa sampel air tanah sumur bor dengan media pemeriksaan Lauryl Tryptose Broth (LTB), Brilliant Green Lactose Bile Broth (BGLB), *Escherichia coli* Broth (ECB), dan Chromocult Coliform Agar (CCA). Alat yang digunakan meliputi unit filtrasi membran dengan membran berpori 0,45 µm, pompa vakum, inkubator, autoklaf, mikropipet, tabung Durham, cawan petri, pinset steril, serta peralatan laboratorium mikrobiologi lainnya. Data dikumpulkan melalui pemeriksaan setiap sampel menggunakan metode Most Probable Number (MPN) dan Membran Filter sesuai dengan prosedur operasional laboratorium.

Variabel bebas penelitian adalah metode pemeriksaan *Escherichia coli* (MPN dan Membran Filter), sedangkan variabel terikat adalah hasil pemeriksaan *Escherichia coli* pada air tanah sumur bor yang dikategorikan berdasarkan tingkat pencemaran sesuai baku mutu mikrobiologi air. Analisis data dilakukan secara univariat untuk mendeskripsikan distribusi hasil pemeriksaan dan secara bivariat menggunakan uji Wilcoxon Signed Rank Test pada tingkat signifikansi 5% ($\alpha = 0,05$) untuk mengetahui perbedaan hasil antara kedua metode pemeriksaan.

HASIL

Hasil penelitian ini menyajikan karakteristik sampel air tanah sumur bor serta perbandingan hasil pemeriksaan *Escherichia coli* menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) dan Membran Filter. Analisis dilakukan secara univariat untuk menggambarkan distribusi hasil pemeriksaan pada masing-masing metode, kemudian dilanjutkan dengan analisis bivariat menggunakan uji *Wilcoxon Signed Rank Test* untuk mengetahui perbedaan hasil pemeriksaan antara kedua metode.

Tabel 1. Karakteristik Sampel Penelitian

Karakteristik	Jumlah (N)	Presentase(%)
Lokasi Sampel		
Desa Saba	7	23,3
Desa Blahbatuh	7	23,3
Desa Buruan	8	26,7
Desa Bedulu	8	26,7
Jumlah	30	100
Kedalaman Sumur		
23 meter	2	6,7
24 meter	4	13,3
25 meter	9	30,0
26 meter	10	33,3
28 meter	5	16,7
Jumlah	30	100
Kondisi Air(Visual)		
Jernih	24	80,0
Agak Keruh	6	20,0
Jumlah	30	100

Berdasarkan Tabel 1, sebanyak 30 sampel air tanah sumur bor diperoleh dari empat desa di wilayah kerja UPTD Puskesmas Blahbatuh II, yaitu Desa Buruan dan Desa Bedulu masing-masing sebanyak 8 sampel (26,7%), serta Desa Saba dan Desa Blahbatuh masing-masing sebanyak 7 sampel (23,3%). Sebagian besar

sumur memiliki kedalaman 26 meter (33,3%), diikuti kedalaman 25 meter (30,0%), sedangkan secara visual mayoritas sampel air berwarna jernih sebanyak 24 sampel (80,0%) dan 6 sampel (20,0%) tergolong agak keruh.

Tabel 2. Hasil Pemeriksaan *Escherichia coli* Pada Air Tanah Sumur Bor Menggunakan Metode MPN dan Membran Filter

Hasil	Jumlah(N)	Presentase(%)
Metode MPN :		
Tidak Tercemar	23	76,7
Tercemar Ringan	7	23,3
Tercemar Sedang	0	0
Tercemar Berat	0	0
Jumlah	30	100
Metode Membran Filter :		
Tidak Tercemar	19	63,3
Tercemar Ringan	8	26,7
Tercemar Sedang	3	10,0
Tercemar Berat	0	0
Jumlah	30	100

Berdasarkan Tabel 2, metode MPN menunjukkan bahwa dari 30 sampel air tanah sumur bor, sebanyak 23 sampel (76,7%) tergolong tidak tercemar dan 7 sampel (23,3%) tergolong tercemar ringan, tanpa ditemukan sampel yang termasuk kategori tercemar sedang maupun tercemar berat. Sementara itu, metode Membran Filter menunjukkan 19 sampel (63,3%) tidak tercemar, 8 sampel (26,7%) tercemar ringan, dan 3 sampel (10,0%) tercemar sedang, sedangkan tidak ditemukan sampel yang termasuk kategori tercemar berat. Hasil tersebut menunjukkan bahwa metode Membran Filter mengidentifikasi lebih banyak sampel yang mengalami pencemaran *Escherichia coli* dibandingkan metode MPN.

Tabel 3. Hasil Uji Wilcoxon Signed Rank Test Perbandingan Metode MPN dan Membran Filter

Hasil Uji Wilcoxon Signed Rank Test	Nilai
Z	-2,646
Asymp. Sig. (2-tailed)	0,008*

Keterangan: * = Signifikan pada $\alpha = 0,05$.

Berdasarkan Tabel 3 diperoleh nilai Z sebesar -2,646 dengan nilai signifikansi (Asymp. Sig. (2-tailed)) sebesar 0,008. Karena nilai signifikansi tersebut lebih kecil dari taraf signifikansi 0,05 ($p < 0,05$), maka dapat disimpulkan bahwa terdapat perbedaan yang bermakna secara statistik antara hasil pemeriksaan *Escherichia coli* menggunakan metode MPN dan metode membran filter pada sampel air tanah sumur bor. Dengan demikian, hipotesis nol (H_0) ditolak dan hipotesis alternatif (H_1) diterima. Perbedaan tersebut terlihat dari jumlah sampel yang teridentifikasi tercemar menggunakan metode membran filter yang lebih banyak dibandingkan metode MPN.

PEMBAHASAN

Metode Membran Filter pada penelitian ini mampu mengidentifikasi lebih banyak sampel yang terkontaminasi *Escherichia coli* dibandingkan metode Most Probable Number (MPN). Meskipun kedua metode sama-sama digunakan untuk mendeteksi pencemaran mikrobiologi air, metode Membran Filter masih mampu mendeteksi sampel dengan tingkat pencemaran sedang yang tidak teridentifikasi menggunakan metode MPN.¹¹ Temuan tersebut menunjukkan bahwa metode Membran Filter memiliki sensitivitas yang lebih tinggi dalam mendeteksi keberadaan *E. coli*, terutama pada konsentrasi bakteri yang rendah.¹³

Hasil penelitian ini sejalan dengan penelitian Azkhiyati et al. yang melaporkan bahwa metode Membran Filter lebih sensitif dibandingkan metode MPN dalam mendeteksi *Escherichia coli* pada air sumur bor.¹¹ Penelitian Nithyashree et al. juga menunjukkan bahwa metode filtrasi membran memiliki tingkat pemulihan (recovery rate) bakteri yang lebih tinggi dibandingkan metode estimasi tabung ganda sehingga lebih akurat untuk pemeriksaan kualitas mikrobiologi air.¹⁴ Namun demikian, hasil penelitian ini berbeda dengan penelitian Pramaswari et al. yang tidak menemukan perbedaan bermakna antara metode MPN dan Membran Filter pada sampel air sungai. Perbedaan tersebut diduga disebabkan oleh karakteristik sampel, tingkat kekeruhan air, serta variasi konsentrasi bakteri pada masing-masing sumber air.¹²

Secara teoritis, perbedaan hasil kedua metode dipengaruhi oleh prinsip pemeriksaannya. Metode MPN mengestimasi jumlah bakteri berdasarkan probabilitas pertumbuhan pada media cair sehingga hasil yang diperoleh bersifat estimasi statistik. Sebaliknya, metode Membran Filter menyaring seluruh volume sampel menggunakan membran berpori 0,45 μm sehingga bakteri tertahan pada permukaan membran dan tumbuh sebagai koloni yang dapat dihitung secara langsung dalam satuan CFU/100 mL.¹⁵ Oleh karena itu, metode Membran Filter memiliki sensitivitas dan presisi yang lebih tinggi, khususnya pada sampel air dengan tingkat kekeruhan rendah seperti air tanah sumur bor.¹⁴

Selain dipengaruhi oleh prinsip pemeriksaan, karakteristik sampel juga berkontribusi terhadap perbedaan hasil yang diperoleh. Pada penelitian ini sebagian besar sampel memiliki kondisi fisik yang jernih sehingga sangat sesuai untuk dianalisis menggunakan metode Membran Filter. Kondisi tersebut memungkinkan proses filtrasi berlangsung optimal tanpa penyumbatan membran sehingga seluruh bakteri dapat tertahan dan dihitung secara langsung. Sebaliknya, pada sampel dengan tingkat kekeruhan tinggi metode MPN masih lebih direkomendasikan karena tidak dipengaruhi oleh penyumbatan membran.^{14,15}

Hasil uji Wilcoxon Signed Rank Test menunjukkan adanya perbedaan yang bermakna antara metode MPN dan Membran Filter ($p = 0,008$), sehingga metode Membran Filter dapat dipertimbangkan sebagai metode alternatif yang lebih sensitif untuk pemeriksaan rutin *Escherichia coli* pada air tanah sumur bor. Penerapan metode ini di laboratorium pengujian kualitas air diharapkan dapat meningkatkan ketepatan deteksi pencemaran mikrobiologi serta mendukung pengawasan kualitas air sesuai standar kesehatan yang berlaku.^{11,14}

SIMPULAN DAN SARAN

Penelitian ini menunjukkan bahwa terdapat perbedaan yang signifikan antara metode Most Probable Number (MPN) dan Membran Filter dalam mendeteksi *Escherichia coli* pada air tanah sumur bor ($p = 0,008$). Metode MPN mengidentifikasi sebagian besar sampel sebagai tidak tercemar dan tercemar ringan, sedangkan metode Membran Filter mampu mendeteksi tingkat pencemaran yang lebih tinggi, termasuk sampel dengan kategori tercemar sedang yang tidak teridentifikasi oleh metode MPN. Temuan ini menunjukkan bahwa metode Membran Filter memiliki sensitivitas yang lebih baik dalam mendeteksi kontaminasi *Escherichia coli* pada air tanah sumur bor. Oleh karena itu, metode Membran Filter dapat direkomendasikan sebagai alternatif yang lebih akurat dan sensitif untuk pemeriksaan rutin kualitas mikrobiologi air tanah sumur bor di laboratorium pengujian kualitas air, sehingga dapat mendukung upaya pengawasan kualitas air dan perlindungan kesehatan masyarakat. Kesimpulan penelitian ini adalah terdapat perbedaan yang signifikan antara kedua metode ($p=0,008$). Metode Membran Filter direkomendasikan sebagai alternatif yang lebih sensitif untuk pemeriksaan rutin *Escherichia coli* pada pengujian kualitas air tanah sumur bor di laboratorium

DAFTAR PUSTAKA

1. World Health Organization. *Drinking-water*. 2024. <https://www.who.int/news-room/fact-sheets/detail/drinking-water>
2. World Health Organization. *Guidelines for Drinking-water Quality*. 2022. <https://www.who.int/publications/i/item/9789241549950>
3. United Nations. *Sustainable Development Goal 6: Clean Water and Sanitation*. 2024. <https://sdgs.un.org/goals/goal6>
4. UNICEF & WHO. *Progress on Household Drinking Water, Sanitation and Hygiene 2000–2022*. 2023. <https://washdata.org>
5. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Profil Kesehatan Indonesia* 2024. <https://www.kemkes.go.id>
6. Kementerian Kesehatan Republik Indonesia. *Peraturan Menteri Kesehatan Nomor 2 Tahun 2023 tentang Kesehatan Lingkungan*. <https://peraturan.bpk.go.id>
7. Badan Standardisasi Nasional. *SNI ISO 9308-1: Metode Deteksi Escherichia coli pada Air*. 2022. <https://bsn.go.id>
8. APHA. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 24th ed. 2023. <https://www.standardmethods.org>
9. Dinas Kesehatan Kabupaten Gianyar. *Profil Kesehatan Kabupaten Gianyar Tahun 2024*. <https://dinkes.gianyarkab.go.id>
10. Sumarya, I. et al. Analisis Mikrobiologi Air Sumur Bor di Kabupaten Gianyar. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia* (2022). <https://ejournal.undip.ac.id/index.php/jkli>
11. Azkhiyati, L. et al. Comparison of Membrane Filter and Most Probable Number Methods for *Escherichia coli* Detection in Clean Water. *Journal of Environmental Health* (2023). <https://ejournal.poltekkes-smg.ac.id>
12. Pramaswari, L. et al. Comparison of Most Probable Number and Membrane Filter Methods for River Water Coliform Detection. *Jurnal Kesehatan Lingkungan* (2021). <https://journal.poltekkesdepkes-sby.ac.id>
13. Qiu, Y., Han, C. & Dong, T. Comparison of methods between the multitube fermentation method and the filter membrane method for *Escherichia coli* in drinking water. *Academic Journal of Science and Technology* 8, 61–65 (2023). <https://doi.org/10.54097/dgs74108>
14. Nithyashree, B. V., Naik, S. & Leena, K. C. Physical and bacterial parameters of well water in selected rural households of Karnataka, India. *J. Clin. Diagn. Res.* 18, LC06–LC10 (2024). https://jcd.r.net/article_fulltext.asp?id=19653
15. Kemper, M. A., Veenman, C., Blaak, H. & Schets, F. M. A membrane filtration method for the enumeration of *Escherichia coli* in bathing water and other waters with high levels of background bacteria. *J. Water Health* 21, 995–1003 (2023). <https://doi.org/10.2166/wh.2023.004>