

## Deteksi Bakteri *Coliform* & *Escherichia coli* Menggunakan Metode Penyaringan Membran Filter Pada Uji Sampel Air Minum Konsumen

Amelia Herlina<sup>1</sup>, Ika Afifah Nugraheni<sup>1</sup>, Mieng Nova Sutopo<sup>2</sup>, Nosa Septiana Anindita<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Sains dan Teknologi, Universitas 'Aisyiyah Yogyakarta

<sup>2</sup>Laboratorium Biologi Lingkungan (BBTKLPP) Yogyakarta

\*Email: [ikaafifah@unisayogya.ac.id](mailto:ikaafifah@unisayogya.ac.id)

### Abstrak

Air minum merupakan zat terpenting dalam kehidupan setelah air. Air minum yang mengandung bakteri *coliform* menandakan bahwa kondisinya masih tercemar. Tujuan dilaksanakan penelitian ini adalah untuk mengetahui kualitas air minum dan mengidentifikasi keberadaan bakteri dari *coliform* dan *E.coli* pada sampel air minum. Metode yang digunakan dalam penelitian ini adalah membran filter dengan menggunakan 5 sampel air minum. Hasil penelitian menunjukkan bahwa dari 5 sampel yang telah dilakukan uji total *coliform* dan *E. coli*, terdapat 4 sampel air minum yang positif/tidak memenuhi syarat yaitu pada sampel air minum A dan B dengan total *coliform*  $\geq 200$  CFU/100ml. Pada sampel air minum C dengan total *coliform* 157 CFU/100ml. Pada sampel air minum D dengan total *coliform* 63 CFU/100ml, sedangkan untuk *E. coli* pada sampel air minum A terdapat 88 CFU/100ml. Pada sampel air minum B terdapat 90 CFU/100ml. Pada sampel air minum C terdapat 5CFU/100ml. Pada sampel air minum D terdapat 63 CFU/100ml. Berdasarkan hasil pengujian bakteri *coliform* dan *E.coli* pada air minum, dapat disimpulkan bahwa pada sampel kontrol, dan sampel air minum E memenuhi syarat, sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Peraturan Pemerintah Republik Indonesia Nomor 32 Tahun 2017. Keputusan Menteri tersebut menyatakan bahwa batas aman total bakteri *coliform* sebesar 50 cfu/100 ml, sedangkan batas aman bakteri *E. coli* pada air minum yaitu 0 cfu/100ml.

**Kata Kunci:** Deteksi ; Membran filter ; *Coliform*, *Escherichia coli*, Air Minum

### 1. Pendahuluan

Dalam kehidupan manusia, air mempunyai peranan yang sangat penting salah satunya yaitu sebagai sumber air minum. Air minum merupakan zat yang paling penting dalam kehidupan setelah udara. Tiga perempat bagian tubuh manusia terdiri dari air. Manusia tidak dapat bertahan hidup lebih dari 4-5 hari tanpa minum air (Soleha dkk., 2019).

Air juga merupakan salah satu sumber daya alam yang memiliki fungsi sangat penting bagi kehidupan, baik itu manusia, hewan, dan tumbuhan. Kebutuhan hidup manusia dan makhluk hidup yang lain memerlukan air yang bersih dan terbebas dari bakteri-bakteri patogen (Hasriani dkk., 2013).

Air minum yang mengandung bakteri *coliform* menandakan bahwa kondisi air tersebut masih tercemar. Sehingga apabila air tersebut dikonsumsi dapat menyebabkan berbagai masalah kesehatan bagi manusia. Oleh karena itu dalam pengolahan air minum dibutuhkan proses disinfeksi yang harus dilakukan secara tepat dan efisien. Adanya bakteri *coliform* di dalam air menunjukkan kemungkinan adanya mikroorganisme yang bersifat berbahaya bagi kesehatan (Soleha dkk., 2019).

Bakteri *coliform* merupakan mikroba yang paling sering ditemukan di badan air yang telah tercemar. Hal ini dikarenakan sekitar 90% bakteri *coliform* dikeluarkan dari dalam tubuh setiap hari (Khotimah, 2013). Bakteri *coliform* berbentuk basil/batang, termasuk golongan bakteri gram negatif dan bersifat aerob/ anaerob fakultatif. Zat racun yang dihasilkan oleh bakteri *coliform* adalah indol dan skatol yang akan menyebabkan berbagai masalah kesehatan. Bakteri *coliform* juga dapat menghasilkan zat yang menyebabkan kanker yaitu zat etionin (Adrianto, 2018).

Bakteri *Escherichia coli* merupakan salah satu jenis spesies utama bakteri Gram negatif. *E. coli* dapat menginfeksi melalui kontaminasi air, makanan atau melalui kontak dengan hewan dan manusia. *E. coli* yang berada di luar habitat disebabkan karena usus besar pada hewan berdarah dingin. Penyakit paling umum yang disebabkan oleh bakteri *E. coli* adalah infeksi saluran pencernaan, infeksi selaput otak dan infeksi paru-paru (Sutiknowati, 2016).

*E. coli* dapat menginfeksi melalui kontaminasi air, makanan atau melalui kontak dengan hewan dan manusia. *E. coli* umumnya bertanggung jawab terhadap infeksi pada manusia, seperti infeksi diare,

dan infeksi Saluran Kemih (ISK). Rute resistensi bakteri *E. coli* dapat melalui penggunaan antibiotik yang tidak rasional dan transmisi melalui perairan (Soleha, 2013).

## 2. Metode Penelitian

### 2.1 Alat dan bahan

Alat yang digunakan dalam praktek kerja lapangan kali ini adalah: *glass beaker*, *hotplate*, timbangan analitik, erlenmeyer, *magnetic stirrer*, sendok, tabung reaksi, *autoclave*, corong, alat membran filter/filtrasi set, kertas membran, TPC, inkubator, *waterbath*, pinset, ose bulat, kapas, bunsen/lampu spiritus, rak tabung reaksi, cawan petri, botol sampel, tisu, sipdol, korek api, dan label kertas. Adapun bahan yang digunakan dalam praktek kerja lapangan kali ini yaitu: sampel air minum, media *Chromocult*, media *EC. mug*, alkohol 70%, aquadest steril dan non steril, larutan NaOH dan larutan asam sulfat.

## 2.2 Cara kerja

### 2.2.1 Pembuatan media *Chromocult*

Media *Chromocult* merupakan jenis media khusus yang digunakan untuk mendeteksi dan menghitung jumlah bakteri dalam sampel (Arizal dan Harianto, 2019). Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan media *Chromocult* adalah sebagai berikut. Langkah pertama yang harus dilakukan serbuk *Chromocult* ditimbang sebanyak 26,5 Gram dan dilarutkan kedalam 1 Liter aquades. Kemudian larutan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* lalu dipanaskan diatas *hotplate*. Setelah mendidih dan homogen, di sterilisasi menggunakan *autoclave* pada suhu 121°C selama 15 menit. Setelah itu diamkan media *Chromocult* hingga tidak terlalu panas, kemudian masukkan media *Chromocult* ke dalam cawan petri, lalu disimpan kedalam kulkas.

### 2.2.2 Pembuatan media *Mug Ec Broth*

Media *EC. mug* merupakan media yang digunakan untuk mendeteksi dan mengkonfirmasi keberadaan *E. coli* dalam sampel (Chen dkk., 2013). Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam pembuatan media *EC.mug* adalah sebagai berikut. Langkah pertama yang harus dilakukan serbuk *EC.mug* ditimbang sebanyak 37 Gram dalam 1 liter aquadest. Kemudian larutan dihomogenkan menggunakan *magnetic stirrer* lalu dipanaskan diatas *hot plate*. Setelah homogen larutan media *EC.mug* di masukkan ke dalam tabung sebanyak 2 mL. Kemudian tutup tabung dengan tutup yang telah disediakan kemudian susun media dalam rak *autoclave* dan disterilkan dengan suhu 121°C selama 15 menit. Setelah steril diamkan media hingga tidak terlalu panas, lalu media *EC.Mug* disimpan kedalam kulkas.

### 2.2.3 Persiapan membrane filter

Metode membran filter merupakan uji standar untuk kontrol kualitas air. Prinsip dari metode ini adalah penyaringan untuk menjebak mikroba seperti bakteri, jamur, dan kapang (Rizki dkk., 2013). Metode ini berdasarkan Intruksi kerja Laboratorium Biologi Lingkungan BBTCLPP Yogyakarta IK/BBTKLPP/8-B/PO-UF. Proses pengujian diawali dengan memastikan kran dalam kondisi terbuka dan selang tersambung pada tempat pembuangan. Hubungkan *Millipore Microfil System* dengan *EZ-Stream Pump* dengan sumber listrik. Lalu panaskan permukaan penyangga *microfill* menggunakan api bunsen selama 3-5 detik dan disterilkan menggunakan alkohol 70%. Selanjutnya, kertas membran filter dipasang secara aseptis dengan bagian yang terdapat kotak-kotak menghadap keatas. Pasang corong pada penyangga dengan hati-hati.

### 2.2.4 Penyaringan membrane filter

Sampel yang akan diuji dihomogenkan terlebih dahulu dengan menggoyangkan secara perlahan, kemudian pasang corong ke permukaan alat dan sampel dituangkan sebanyak 100 ml. Selanjutnya, tekan tombol On/ *EZ-Stream Pump* untuk menyaring air, setelah air sampel sudah turun matikan penghisap dengan menekan tombol off/ *EZ-Stream Pump*. Kemudian kran ditutup kembali, lalu lepaskan corong dari penyangga dan ambil kertas membran filter yang sudah disaring secara aseptis, kemudian dimasukkan ke dalam cawan petri yang berisi media *Chromocult*. Lalu di inkubasi kedalam inkubator dengan suhu 35° C selama 24 jam. Apabila sudah selesai menggunakan alat filtrasi

set distrerilkan terlebih dahulu dengan menyemprotkan alkohol 70% di permukaan penyangga *microfill*, dan panaskan menggunakan api bunsen selama 3-5 detik dan dibilas menggunakan alkohol non steril. Lalu permukaan penyangga di tutup dan matikan alat filtrasi set

### 2.2.5 Perhitungan TPC

TPC atau *coloni center* merupakan metode yang digunakan untuk menghitung jumlah koloni yang terdapat dalam satu sample atau sediaan, metode ini biasanya juga disebut dengan metode Angka Lempeng Total (ALT). Perhitungan koloni bakteri biasanya digunakan suatu standart yang disebut "*Standart Plate Count*". Semua koloni yang tumbuh pada media agar dihitung pada cawan petri (Safrida dkk., 2019).

### 2.2.6 Uji penegasan *E. coli*

Uji penegasan merupakan uji lanjutan dari uji pendahuluan untuk lebih memastikan lagi adanya bakteri *E. coli* atau tidak (Wilson, 2016). Apabila koloni atau warnanya samar maka perlu dilakukan uji penegasan untuk memastikan bahwa media yang tumbuh tersebut adalah bakteri *E. coli*. Adapun langkah-langkah yang harus dilakukan dalam melakukan uji penegasan bakteri *E.coli*. Langkah pertama yang harus dilakukan adalah ambil koloni menggunakan ose bulat dan dimasukkan kedalam media *Ec.Mug* untuk mendeteksi bakteri *E.coli*, kemudian media *Ec.Mug* di inkubasi di dalam *waterbath* dengan suhu 44° C selama 24 jam. Setelah di inkubasi untuk mengetahui hasil dari penegasan media *EC. Mug* dapat dilihat dengan menggunakan alat sinar UV. Apabila terdapat warna *fluorescent* pada tabung maka hasilnya positif terdeteksi bakteri *E. coli*.

## 3. Hasil dan pembahasan

### 3.1 Prinsip pengujian air minum dengan metode membran filter

membran filter, sebagai salah satu cara alternatif untuk melakukan pengujian bakteri *coliform* dan *E. coli* pada air bersih. Prinsip penyaringan air dari membran filter bertujuan untuk menyaring mikroba dengan menggunakan membran selulosa (Supriyono dkk., 2020). Prinsip kerja membran filter ialah berdasarkan tertahannya partikel partikel yang terkandung dalam air, yang melalui permukaan atas membran filter (Rizki dkk., 2013).

### 3.2 Deteksi bakteri *coliform* dan *E. coli*

Bakteri *Coliform* merupakan mikroba yang paling sering ditemukan di badan air yang telah tercemar. Hal ini dikarenakan sekitar 90% bakteri *coliform* dikeluarkan dari dalam tubuh setiap hari (Khotimah, 2013). Bakteri *Coliform* yang melebihi baku mutu pada air minum yang dikonsumsi manusia dapat menyebabkan penyakit. Penyakit paling umum yang disebabkan oleh bakteri *Coliform* adalah diare, disentri, tipus, hepatitis A, dan polio (Bambang, 2014).

Bakteri *E. coli* merupakan salah satu jenis spesies utama bakteri Gram negatif. *E. coli* dapat menginfeksi melalui kontaminasi air makanan atau melalui kontak dengan hewan dan manusia. *E. coli* yang berada di luar habitat disebabkan karena usus besar pada hewan berdarah dingin (Sutiknowati, 2016). Uji bakteri *E. coli* merupakan salah satu cara untuk menyatakan ada tidaknya kontaminasi feses dalam perairan (Kikuchi dkk., 2013).

Media *Chromocult* merupakan jenis media khusus yang digunakan untuk mendeteksi dan menghitung jumlah bakteri dalam sampel. Media *Chromocult* dapat digunakan dalam uji membran filter yang dirancang secara khusus untuk menghambat pertumbuhan jenis bakteri. Adapun komposisi dari media *Chromocult* yaitu *Chromocult* agar ECC, atau *Chromocult* agar *E. coli* yang berfungsi untuk mendeteksi dan membedakan koloni bakteri target berdasarkan perubahan warna yang dihasilkan oleh zat pewarna (Arizal dan Harianto, 2019).

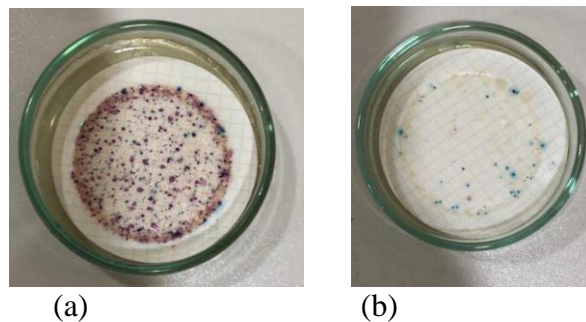
Tabel 1. Hasil Total *Coliform* dan *E. coli* Menggunakan Membran Filter

No.	Sampel	TC	Standar uji	<i>E. coli</i>	Standar uji	Keterangan
1	Kontrol	0	50 cfu	0	0 cfu	MS
2	AM A	≥200	50 cfu	88→C	0 cfu	TM
3	AM B	≥200	50 cfu	90→C	0 cfu	TM

4	AM C	157	50 cfu	5→C	0 cfu	TM
5	AM D	63	50 cfu	83→C	0 cfu	TM
6	AM E	0	50 cfu	0	0 cfu	MS

Keterangan :

TM = Tidak Memenuhi Syarat  
MS = Memenuhi Syarat  
AM = Air minum  
TC = Total *coliform*  
→C = Perlu dilakukan uji penegasan



Gambar 1 Pertumbuhan koloni di membran filter  
(a) *Coliform* (b) *E. coli*

Berdasarkan hasil pengujian dan pengamatan total bakteri *coliform* dan *E. coli* pada metode membran filter didapatkan 4 sampel air minum yang terbukti terkontaminasi bakteri *Coliform* dan *E. coli*, yaitu sampel A, B, C dan D (Tabel 1). Ditunjukkan dengan adanya bintik berwarna ungu dan bintik berwarna biru (Gambar 1). Secara mikrobiologis air minum tersebut tidak aman untuk dikonsumsi. Hal ini dikarenakan tidak sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017. Keputusan Menteri tersebut menyatakan bahwa batas aman total bakteri *coliform* sebesar 50 cfu/ml. Meskipun demikian ada satu sampel yang memenuhi syarat. Hal ini didedukasikan tidak ditemukannya total *coliform* pada sampel air minum E. Menurut penelitian Hasriani dkk., (2013) pengujian dan pengamatan bakteri *Coliform* menggunakan metode *Most Probable Number* (MPN) yang telah dilakukan dari 5 depot air minum isi ulang, diperoleh 4 sampel yang memenuhi syarat baku mutu yaitu dengan nilai total MPN <3 MPN/100 ml sampel dan 1 sampel dengan nilai 21 MPN/100 ml sampel.

Air minum yang tidak memenuhi syarat akan menyebabkan berbagai macam penyakit. Mikroorganisme yang menjadi penyebab penyakit masuk melalui mulut kemudian usus sehingga usus dapat menjadi infeksi. Dalam hal ini bukan air yang menyebabkan infeksi, melainkan tinja yang berasal dari manusia atau hewan. Tinja tersebut dapat mengandung patogen-patogen enterik bila berasal dari orang sakit maupun orang yang dapat menularkan penyakit (Rahayu dkk., 2013).

### 3.3 Hasil Uji penegasan keberadaan *E. coli* dalam sampel air minum

Uji penegasan merupakan uji lanjutan dari uji pendahuluan untuk lebih memastikan lagi adanya bakteri *E. coli* atau tidak. Uji penegasan sering digunakan dalam bidang mikrobiologi dan diagnostik medis. Tujuan dari uji penegasan adalah untuk memastikan bahwa hasil positif tidak disebabkan oleh kesalahan atau kontaminasi, dan untuk mengidentifikasi dengan lebih pasti organisme atau patogen yang sedang diuji (Wilson, 2016).

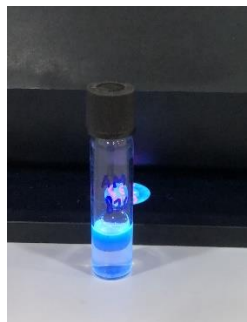
*Fluoresensi* merupakan istilah yang digunakan untuk menggambarkan sifat atau kemampuan suatu zat untuk memancarkan cahaya. Proses di mana suatu zat atau molekul menyerap cahaya pada satu panjang gelombang tertentu dan kemudian memancarkan kembali cahaya pada panjang gelombang yang lebih panjang. Prinsip kerja *fluoresensi* melibatkan emisi cahaya oleh molekul yang

disebabkan oleh rangsangan cahaya yang masuk. Proses ini terjadi pada sejumlah zat kimia yang disebut fluorofor atau molekul fluorosensitif (Shiddiq dan Fitriani, 2019).

Media *EC. mug* merupakan media yang digunakan untuk mendeteksi dan mengkonfirmasi keberadaan *E. coli* dalam sampel. Media *EC. mug* dapat digunakan dalam uji penegasan keberadaan *E. coli* yang mengandung komponen selektif untuk menghambat pertumbuhan bakteri non-target. Adapun komposisi dari media *EC. mug* yaitu *Casein enzymatic hydrolysate*, *Lactose*, *Sodium Chloride*, *Dipotassium Phosphate*, *Monopotassium phosphate*, *Bile salt mixture* yang berfungsi untuk mendeteksi keberadaan *E. coli* (Chen dkk., 2013).

**Tabel 2.** Hasil Uji Penegasan *E. coli* Menggunakan sinar UV

No.	Sampel	Hasil
1.	Air Minum A	Positif (+)
2.	Air Minum B	Positif (+)
3.	Air Minum C	Positif (+)
4.	Air Minum D	Positif (+)



**Gambar 2** Hasil uji penegasan *E.coli*

Berdasarkan hasil uji penegasan *E. coli* menggunakan sinar UV didapatkan 4 sampel air minum yang terbukti terkontaminasi bakteri *E. coli*, yaitu sampel A, B, C dan D (Tabel 4). Ditunjukkan dengan adanya kemunculan pendaran warna *fluorescent* pada tabung (Gambar 2). Secara mikrobiologis air minum tersebut tidak aman untuk dikonsumsi. Hal ini dikarenakan tidak sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017. Keputusan Menteri tersebut menyatakan bahwa batas aman total bakteri *E. coli* sebesar 0 cfu/ml dan tidak terdapat warna *fluorescent* pada tabung. Meskipun demikian ada satu sampel yang memenuhi syarat. Hal ini didedukasikan tidak ditemukannya bakteri *E. coli* pada sampel air minum E. Menurut penelitian Hasriani dkk., (2013) berdasarkan pada pengujian sebelumnya yaitu uji bakteri *coliform fecal* pada medium *Eosine Methylene Blue Agar*. Koloni yang tumbuh berwarna bintik merah, sehingga untuk membuktikan adanya bakteri *E. coli* pada sampel air tersebut. Hasil pewarnaan Gram pada sampel air memperlihatkan ciri-ciri mikroskopis sel bakteri berwarna biru (Gram positif) dan berbentuk kokkus (*Coccus*) sehingga dinyatakan bahwa sampel air minum depot C negatif adanya bakteri *E. coli*.

Bakteri *E.coli* dapat menyebabkan penyakit infeksi pada usus seperti diare. Bakteri patogen yang kemungkinan terdapat dalam air terkontaminasi kotoran manusia atau kotoran hewan berdarah panas. *Shigella* dapat menyebabkan gejala diare, demam dan kram perut. *Salmonella* dapat menyebabkan penyakit tifus. *Vibrio* penyebab penyakit kolera. *Entamoeba* dapat menyebabkan disentri amoeba dan muntah-muntah. Hasil pemeriksaan kualitas air baku, selain *E.coli* juga ditemukan *Enterobacter sp* dan *Staphylococcus sp* (Rahayu dkk., 2013).

#### 4. Kesimpulan

Berdasarkan hasil pengujian bakteri *coliform* dan *E.coli* pada air minum konsumen di BBTKLPP Yogyakarta yang dilakukan selama PKL, dapat disimpulkan bahwa pada sampel kontrol

dan sampel air minum E sudah memenuhi syarat sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017. Keputusan Menteri tersebut menyatakan bahwa batas aman total bakteri *coliform* sebesar 50 cfu/100 ml. Sehingga air minum tersebut aman untuk dikonsumsi. Sedangkan untuk hasil pengujian bakteri *E.coli* hanya sampel kontrol yang memenuhi syarat sesuai dengan Keputusan Menteri Kesehatan Republik Indonesia Nomor 32 tahun 2017. Keputusan Menteri tersebut menyatakan bahwa maksimum total bakteri *E. coli* pada air yaitu 0 cfu/100.

## Referensi

- Adrianto, R. (2018). Pemantauan Jumlah Bakteri *Coliform* di Perairan Sungai Provinsi Lampung. *Majalah Tegi*, 10(1), 40-55.
- Arizal, C., & Harianto, A. (2019). Verifikasi Penentuan Angka Bakteri *E. coli* Pada Sampel yang Di-Spike Menggunakan Metode Colony Forming Unit. *Jurnal Kesehatan Perintis*, 6(1), 42-48.
- Bambang, A. G. (2014). Analisis Cemaran Bakteri *Coliform* dan Identifikasi *E. coli* pada air isi ulang dari depot di Kota Manado. *Pharmacon*, 3(3).
- Chen, J., Griffiths, M.W., Larkin, C., & Kulka, M. (2013). Comparison of media for enumeration of  $\beta$ -glucuronidase-positive *E. coli* in food, water, and environmental samples. *Journal of Food Protection*, 76(12), 2080-2087
- Hasriani, H., Alwi, M., & Umrah, U. (2013). Deteksi Bakteri *Coliform* dan *E. coli* Pada Depot Air Minum Isi Ulang Di Kota Pasangkayu Kabupaten Mamuju Utara Sulawesi Barat. *Biocelebes*, 7(2), 40-48.
- Khotimah, S. (2013). Kepadatan Bakteri *Coliform* di Sungai Kapuas Kota Pontianak. *Prosiding Semirata*, 1(1), 339-349.
- Kikuchi, A., Syafinas, M., Romaidi, Mahmood, A. M., Putra, W. E., Muctaromah, B., Savitri, E. S., Uaberta I. A. I. N., Ismail, M., & Musa M. (2015). Perangkat pengujian *E.coli* di tempat yang terjangkau untuk keterlibatan masyarakat. *Mekanika dan Material Terapan*, 7(47), 257- 260.
- Osmani, M., Mali, S., Hoxha, B., (2017) Drinking Water Quality Determination through The Water Pollution Indicators, Elbasan District. *J. Thalassia Salentina*. 4(1), 3-10.
- Shiddiq, M., & Fitriani, R. (2019). Membandingkan Kinerja Laser dan LED dalam Pencitraan Fluoresensi Buah Berondolan Kelapa Sawit. *Jurnal Penelitian Sains*, 19(2), 55-61.
- Putri, I., & Priyono, B. (2022). Analisis Bakteri *Coliform* pada Air Minum Isi Ulang di Kecamatan Gajahmungkur. *Life Science*, 11(1), 89-98.
- Rahayu, C. S., Setiani, O., Nurjazuli, N. (2013). Faktor Risiko Pencemaran Mikrobiologi pada Air Minum Isi Ulang di Kabupaten Tegal. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 12(1), 1-9.
- Rizki, Z., Mudatsir, M., & Samingan, S. (2013). Perbandingan Metode Tabung Ganda dan Membran Filter Terhadap Kandungan *E. coli* Pada Air Minum Isi Ulang. *Jurnal Kedokteran Syiah Kuala*, 13(1), 6-12.
- Safrida, Y. D., Raihanaton, R., & Ananda, A. (2019). Uji Cemaran Mikroba Dalam Susu Kedelai Tanpa Merek Di Kecamatan Jaya Baru Kota Banda Aceh Secara *Total Plate Count* (TPC). *Jurnal Serambi Engineering*, 4(1), 364-371.
- Soleha, M. (2013). Deteksi gen virulensi pelekatan dan penonjolan *E. coli*. *Journal of Indonesia*, 4(1), 41-46.
- Soleha, T. U., Carolia, N., & Nisa, K. (2019). Identifikasi Bakteri *Coliform* dan *E.coli* Pada Depot Air Minum Isi Ulang di Kota Bandar Lampung. *Medula, medicalprofession journal of lampung university*, 9(1), 107-114.
- Sukmawati, S., & Hardianti, F. (2018). Analisis total *plate count* (TPC) mikroba pada ikan asin kakap di Kota Sorong Papua Barat. *Jurnal Biodjati*, 3(1), 72-78.

- Supriyono, V., Sunaryo, S., & Surasri, S. (2020). Efektifitas Tembaga (*Cu*) Sebagai Desinfektan Alternatif Terhadap Kematian Bakteri *E.coli* Dalam Air Bersih. 2- Trik: Tunas-Tunas Riset Kesehatan, 10(3), 193-201.
- Tryland, I., Eregno, F. E., Braathen, H., Khalaf, G., Sjolander, I., & Fossum, M. (2015). Pemantauan *E.coli* dalam air baku di instalasi pengolahan air minum oset, Oslo (Norway). *International Journal of Environmental Research and Public Health*. 12(2), 1788-1802.
- Wilson, B. (2016). *Practical Forensic Microscopy A Laboratory Manual*. Wiley. *Buku teknik pengujian dan deteksi dalam konteks ilmu forensik.*