

# Deteksi Cemaran *Escherichia coli* dengan metode *Most Probable Number* (MPN) pada Daging Ayam di Pasar Kota Surabaya

*Detection of Escherichia coli Contamination using Most Probable Number (MPN) methods in Chicken Meats in Market of Surabaya*

Dhandy Koesoemo Wardhana<sup>1\*</sup>, Devi Ayu Safitri<sup>2</sup>, Suwaibatul Annisa<sup>2</sup>, Mustofa Helmi Effendi<sup>1</sup>, Nenny Harijani<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Departemen Kesehatan Masyarakat Veteriner, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya,

<sup>2</sup>Program Pendidikan Dokter Hewan, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Surabaya,  
Kampus C, Fakultas Kedokteran Hewan, Universitas Airlangga, Mulyorejo Surabaya,

\*Corresponding author: [dhandy.koesoemo.wardhana@fkh.unair.ac.id](mailto:dhandy.koesoemo.wardhana@fkh.unair.ac.id)

## Abstrak

*Foodborne diseases* adalah penyakit yang ditularkan melalui makanan yang terkontaminasi dan merupakan salah satu masalah kesehatan masyarakat yang utama. Bakteri yang biasa mencemari daging adalah *Escherichia coli*. Kontaminasi *E. coli* pada daging ayam dapat mempengaruhi kesehatan konsumen. Pengolahan daging ayam dan kondisi pasar mempengaruhi tingkat kontaminasi bakteri *E. coli*. Penelitian ini bertujuan untuk mengukur kontaminasi bakteri *E. coli* pada daging ayam di pasar Kota Surabaya. Metode untuk menghitung dan memperkirakan jumlah bakteri *E. coli* yang terdapat pada daging ayam pada penelitian ini menggunakan *Most Probable Number* (MPN). Hasil menunjukkan 20 sampel (33,3%) dari total 60 sampel yang memberikan hasil negatif, hal ini mengindikasikan bahwa hanya 20 sampel daging ayam yang aman untuk dikonsumsi dengan nilai MPN  $<1 \times 10^1$  CFU/g sedangkan 40 sampel (66,7%) sisanya tidak aman untuk dikonsumsi dengan nilai MPN  $>1 \times 10^1$  CFU/g. Standar ketentuan SNI 3924:2009 tentang syarat minimum jumlah cemaran *E. coli* pada daging ayam segar adalah  $1 \times 10^1$  CFU/g sehingga kontaminasi bakteri *E. coli* yang ditemukan pada daging ayam di pasar kota Surabaya termasuk tinggi.

Kata kunci: daging ayam, *Escherichia coli*, food borne disease, MPN, pasar

## Abstract

*Foodborne diseases* are diseases transmitted through contaminated food and are one of the main public health problems. The bacteria that usually contaminates chicken meat is *Escherichia coli*. *E. coli* contamination in chicken meat can affect consumer health. Chicken meat processing and market conditions affect the level of bacteria contamination. This study aims to measure the contamination of *E. coli* bacteria in chicken meat in Surabaya's markets. The method which used to count and estimate the number of *E. coli* bacteria found in chicken meat in this study was *Most Probable Number* (MPN). The results showed 20 samples (33.3%) from 60 samples gave negative results. This indicated that only 20 samples of chicken meat were safe for consumption because the MPN value is  $<1 \times 10^1$  CFU/g while the remaining 40 samples (66.7%) were not safe for consumption because the MPN value is  $>1 \times 10^1$  CFU/g. The standard of SNI 3924: 2009 concerning the minimum requirement for the amount of *E. coli* contamination in chicken meat is  $1 \times 10^1$  CFU/g so that the contamination of *E. coli* which found in chicken meat in Surabaya was high.

Keywords: chicken meat, *Escherichia coli*, food borne disease, market, MPN

Received: 18 November 2020

Revised: 14 Desember 2020

Accepted: 14 Januari 2021

## PENDAHULUAN

Pangan adalah salah satu kebutuhan dasar manusia yang harus terpenuhi. Ketersediaan pangan yang cukup baik, dari segi kualitas maupun kuantitas harus disediakan oleh pemerintah melalui program ketahanan pangan

atau *food security*. Program tersebut diharapkan masyarakat dapat memenuhi kebutuhannya akan pangan yang sehat dan halal (Djaafar dan Rahayu, 2007).

Produksi unggas adalah bagian terpenting dari industri peternakan di Indonesia. Salah satu bahan pangan yang merupakan sumber protein



dan dikonsumsi masyarakat dari unggas adalah daging ayam. Di dalam industri perunggasan, patogen bakteri enterik menimbulkan ancaman bagi kehidupan di masyarakat dan dapat berkontribusi pada penularan penyakit yang dapat menular dari hewan ke manusia (Anderson *et al.*, 2016).

Daging yang tercemar oleh bakteri memiliki potensi untuk dapat menimbulkan penyakit yang berbahaya apabila dikonsumsi manusia. Menurut Nadifah *et al.* (2014) kontaminasi bakteri yang terjadi pada makanan tersebut dapat menyebabkan perubahan makanan menjadi tempat untuk berkembangnya suatu penyakit yang menular atau yang lebih dikenal dengan *foodborne diseases*. *Foodborne diseases* adalah suatu penyakit yang dapat ditularkan oleh makanan, dan disebabkan oleh agen yang masuk ke dalam tubuh melalui konsumsi bahan makanan yang terkontaminasi dan hal ini merupakan salah satu masalah kesehatan utama yang berada di masyarakat (Tan *et al.*, 2013).

Bakteri yang sering sekali mengkontaminasi daging salah satunya adalah *Escherichia coli* yang dapat mempengaruhi kesehatan apabila dikonsumsi oleh manusia, sehingga dibutuhkan penanganan yang higienis serta sanitasi yang baik untuk meminimalisasi kontaminasi bakteri pada daging selama proses perlakuan (Dewantoro *et al.*, 2014).

Pada keadaan normal bakteri *E. coli* akan hidup dan berkembang pada saluran pencernaan, namun bakteri ini juga dapat berubah menjadi bakteri patogen yang dapat menyerang hewan serta manusia, dan mengakibatkan gangguan pada sistem pencernaan serta immunosupresi (Mundi, 2018). Kontaminasi bakteri *E. coli* pada daging adalah indikator adanya sanitasi yang buruk dalam hal pengelolaan makanan. Bakteri tersebut dapat menimbulkan perubahan yang terjadi pada daging seperti timbulnya bau dan lendir (Zakki, 2015). Higiene yang terkait dengan pengolahan daging dan perlakuan daging sangat penting karena kontaminasi bakteri *E. coli* berasal dari berbagai sumber, salah satunya adalah berasal dari air yang digunakan. Penerapan sanitasi yang buruk dari manajemen peternakan dapat menyebabkan

terjadinya cemaran *E. coli* yang merupakan bakteri *environment contaminant* yaitu bakteri yang berasal dari cemaran lingkungan (Mundi, 2018).

Kondisi pasar juga mempermudah terjadinya kontaminasi bakteri *E. coli*. Pasar dengan segala aktivitas yang terjadi di dalam serta lingkungannya dapat memungkinkan terjadinya potensi kontaminasi silang (*cross contamination*) pada produk-produk makanan, baik yang berasal dari industri skala rumah tangga ataupun industri besar yang memanfaatkan daging ayam sebagai bahan dasar untuk produknya telah tercemar (Lye *et al.*, 2013).

Melihat potensi daging ayam yang sangat rentan akan kontaminasi bakteri *E. coli* terutama yang dijual di pasar, maka peneliti ingin mengetahui tingkat kontaminasi bakteri *E. coli* pada daging ayam yang dijual di pasar kota Surabaya.

## METODE PENELITIAN

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah daging ayam broiler sejumlah 60 buah yang dijual di pasar tradisional kota Surabaya. Daging ayam yang digunakan sebagai sampel adalah bagian dada seberat 25 gram. Daging ayam ini akan diuji dengan metode *Most Probable Number* (MPN).

Pengujian MPN dilakukan dengan sampel setiap pengenceran  $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$  dari media *Buffered Pepton Water* (BPW) (Merck 1.07228.0500) masing-masing diambil 1 ml, dituangkan ke dalam 5 tabung yang berisi tabung Durham dan 9 ml *Brilliant Green Bile Broth* (BGBB) (Merck 1.05454.0500). Tabung-tabung tersebut kemudian diinkubasikan selama 24-48 jam pada suhu 35°C. Gas yang terbentuk pada tabung-tabung ini adalah hasil positif dalam uji pendugaan untuk bakteri *E. coli* selanjutnya dilakukan uji peneguhan dengan mengambil 1 loop biakan dari tabung BGBB yang positif dan distreak ke media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) (Merck 1.01347.0500) dan kemudian diinkubasi di suhu 35 °C selama 24 jam.

Warna koloni bakteri *E. coli* yang muncul di media EMBA setelah inkubasi yaitu hijau metalik. Koloni dari masing-masing media EMBA kemudian dipindahkan ke media *Tryptone Water* (Merck 1.10859.0500) untuk pengujian indol. Hasil positif untuk uji indol adalah terbentuknya cincin warna merah muda di bagian atas media *tryptone water*. Menghitung jumlah MPN *E. coli* didasarkan pada tabung yang positif uji indol. Penghitungan dilakukan dengan menggunakan tabel McCrady (Prawesthirini *et al.*, 2016). Data yang dihasilkan akan dilakukan analisa secara deskriptif dan disajikan dalam bentuk tabel.

## HASIL DAN PEMBAHASAN

Metode MPN digunakan untuk menghitung dan memperkirakan jumlah bakteri *E. coli* yang terdapat pada daging ayam. MPN dilakukan melalui 3 tahap uji yaitu uji penduga (*presumptive test*), uji peneguhan (*confirmed test*) dan uji pelengkap (*completed test*). Uji penduga (*presumptive test*) dan Uji konfirmasi (*confirmed test*) dilakukan untuk memeriksa keberadaan bakteri *lactose fermenter* yang dapat menghasilkan gas seperti bakteri *coliform*. Perubahan warna pada media BGGB disebabkan karena adanya proses fermentasi dari bakteri *coliform* yang menghasilkan asam sehingga tabung berubah menjadi kuning keruh. Hasil positif dari media BGGB (Gambar 1) dilihat dari perubahan warna dan kekeruhan tabung serta gas didalam tabung Durham (Merck, 1996).

Uji pelengkap (*completed test*) digunakan untuk mengonfirmasi lebih lanjut bahwa bakteri yang diuji merupakan *E. coli*. Media EMBA digunakan sebagai media selektif diferensial untuk meyakinkan bahwa bakteri yang terdapat dalam sampel adalah *E. coli*. Media EMBA mengandung laktosa, sukrosa, pepton, *eosin Y* dan *methylen blue*, adanya *methylen blue* dapat menghambat pertumbuhan bakteri Gram positif. Laktosa dan sukrosa merupakan zat yang dapat difermentasi oleh bakteri Gram negatif seperti bakteri *E. coli* menjadi asam dan gas. Asam yang terbentuk akan bereaksi dengan indikator *Eosin Y* dan merubah warna media menjadi ungu gelap

mengkilap (Gambar 2). Hasil positif terlihat dari pertumbuhan koloni bakteri *E. coli* yang berwarna hijau metalik dan mempunyai titik gelap ditengah koloni (Lal dan Cheepthman, 2007).

Uji indol dilakukan untuk membedakan antara bakteri *E. coli* dan *Enterobacter aerogenes* dimana bakteri *E. coli* akan memberikan hasil indol positif sedangkan bakteri *Enterobacter* dan *Klebsiella* memberikan hasil yang negatif (Gambar 3). *E. coli* mempunyai enzim triptophanase yang mampu mendegradasi asam amino triptofan menjadi senyawa Indol. Deteksi indol dilakukan dengan menambahkan reagen *Kovach* ke dalam medium. Senyawa indol yang terbentuk terlihat sebagai cincin merah di bagian atas media. Media *Tryptone water* digunakan dalam uji ini karena media tersebut mengandung triptofan yang nantinya akan didegradasi oleh bakteri *E. coli* menjadi indol (MacWilliams, 2009).

Dari total 60 sampel yang diuji, hanya 20 sampel (33,3%) yang memberikan hasil negatif (Tabel 1). Hasil tersebut mengindikasikan bahwa hanya ada 20 sampel daging ayam yang aman untuk dikonsumsi karena nilai MPN-nya  $<1 \times 10^1$  CFU/g sedangkan 40 sampel (66,7%) sisanya tidak aman untuk dikonsumsi karena nilai MPN-nya  $>1 \times 10^1$  CFU/g yang mana melebihi standar ketentuan SNI 3924:2009 tentang syarat minimum jumlah cemaran *E. coli* pada daging ayam segar.

Hasil yang didapatkan pada penelitian ini lebih tinggi dari penelitian Soepranianondo *et al.*, (2019) yang menunjukkan hasil positif sebanyak 32,5% di Jawa Timur, Indonesia dan penelitian yang dilakukan oleh Ashraf *et al.*, (2015) dengan hasil positif sebanyak 44% di provinsi Kaliobia, Mesir. Jumlah cemaran bakteri *E. coli* yang tinggi mengindikasikan bahwa daging ayam yang dijual di daerah tersebut tidak layak untuk dikonsumsi manusia karena melebihi standar yang telah ditetapkan (Adeyanju dan Ishola, 2014).

Bakteri coliform yang sering kali ditemui mencemari daging adalah bakteri *E. coli* yang merupakan bakteri flora normal pada saluran pencernaan manusia dan hewan (Wibisono *et al.*,



**Gambar 1.** Hasil positif dari media BGGB dengan warna media yang keruh dan gas dalam tabung Durham.



**Gambar 2.** Hasil positif dari media EMBA dengan terbentuknya koloni *E. coli* berwarna hijau metalik.



**Gambar 3.** Hasil positif dari uji indol dengan terbentuknya cincin merah pada bagian atas media *tryptone water*.

**Tabel 1.** Hasil positif *E. coli* daging ayam di pasar Kota Surabaya

Lokasi	Jumlah Positif	Jumlah Negatif
Pasar tradisional Kota Surabaya (n=60)	40/60 = 66,7%	20/60 = 33,3%

Nilai MPN *E. coli* positif  $\geq 1 \times 10^1$  CFU/g (SNI 3924:2009).

2020). Bakteri *E. coli* ini jika mencemari makanan dan dikonsumsi manusia maka akan mengakibatkan diare yang akut (*gastroenteritis*), sehingga perlu untuk menjadi perhatian (Javadi dan Safarmashaei, 2011). Tingkat kontaminasi yang tinggi atau melebihi ambang batas dapat menyebabkan penurunan kualitas, daya simpan, bau tidak sedap dan menyebabkan gangguan kesehatan (Djaafar dan Rahayu, 2007). Keberadaan bakteri *E. coli* dalam makanan juga dapat menjadi indikator keberadaan mikroba patogen lain (Ishii dan Sadowsky, 2008). Berdasarkan penelitian yang dilakukan oleh Xiaoli *et al.*, (2018), peningkatan produksi toksin dari bakteri patogen dapat disebabkan oleh adanya *E. coli* non patogen.

Beberapa penyebab dari terdapatnya cemaran dari bakteri *E. coli* pada daging ayam tersebut yaitu akibat sanitasi yang buruk pada kandang, kebersihan yang buruk pada tempat

penampungan, serta higienitas peternak yang masih kurang baik (Rombaut, 2005; Fikri *et al.*, 2017). Proses penyajian daging ayam di pasar yang kurang memperhatikan sanitasi juga dapat menyebabkan tingginya kontaminasi *E. coli* (Fikri *et al.*, 2018). Daging yang tidak ditutup dan disimpan dalam suhu kamar akan menyebabkan perkembangan bakteri secara cepat (Suardana dan Swacita, 2009). Daging yang diletakkan bercampur dengan bagian jeroan dapat juga menjadi sumber kontaminasi *E. coli* pada daging ayam (Kartikasari *et al.*, 2019). Tingkat kontaminasi bakteri yang tinggi juga dapat disebabkan oleh tempat penjualan yang terletak di pinggir jalan dan terbuka sehingga daging ayam mudah terkontaminasi oleh debu dan udara (Selfiana *et al.*, 2017).

Ferasyi dan Rastina (2020) menyatakan bahwa keberadaan *E. coli* pada daging ayam di Pasar Tradisional terjadi karena adanya

pencemaran pada peralatan yang digunakan sebagai alas dan alat pemotong daging ayam. Cemaran bakteri *E. coli* pada daging ayam juga disebabkan oleh proses pencabutan bulu dan pengeluaran jeroan yang tidak benar karena bulu rentan terkontaminasi oleh feses ketika ayam masih hidup (Nurhadi, 2012). Peningkatan sanitasi lingkungan dan pengolahan daging ayam dapat mencegah kontaminasi *E. coli* pada daging ayam yang akan dikonsumsi (Yang *et al.*, 2017; Selfiana *et al.*, 2017). Penerapan *Hazard Analysis and Critical Control Point* (HACCP) dan *Good Agricultural practices, Good Handling Practices* yang baik harus dilakukan untuk menghasilkan pangan yang aman, bermutu dan bergizi (Djaafar dan Rahayu, 2007).

### KESIMPULAN

Persentase sampel daging ayam yang dijual di pasar kota Surabaya yang positif tercemar bakteri *E. coli* adalah 66,7% sedangkan 33,3% sisanya negatif dari cemaran bakteri *E. coli* sehingga kontaminasi bakteri *E. coli* yang ditemukan pada daging ayam di pasar kota Surabaya termasuk tinggi.

### UCAPAN TERIMA KASIH

Penulis mengucapkan terima kasih kepada Laboratorium Kesehatan Masyarakat Veteriner Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga yang telah memberikan izin bagi penulis untuk melaksanakan penelitian di laboratorium tersebut.

### DAFTAR PUSTAKA

Adeyanju, G. T., & Ishola, O. (2014). *Salmonella* and *Escherichia coli* contamination of poultry meat from a processing plant and retail markets in Ibadan, Oyo State, Nigeria. *Springer Plus*, 3, 139.

Anderson, T. C., Nguyen, T. A., Adams, J. K., Garrett, N. M., Bopp, C. A., Baker, J. B., McNeil, C., Torres, P., Etestad, P. J., &

Erdman, M. (2016). Multistate outbreak of human *Salmonella typhimurium* infections linked to live poultry from agricultural feed stores and mail-order hatcheries, United States 2013. *One Health*, 2, 144–149.

Ashraf, A. A., Ahmed, A. M., Fatma, I. E., & Aya, A. E. (2015). Bacteriological studies on some foodborne bacteria isolated from chicken meat and meat products in Kaliobia governorate. *Benha Veterinary Medicine Journal*, 29(2), 47-59.

Badan Standardisasi Nasional (BSN). (2009). Standar mutu karkas dan daging ayam. SNI 3924:2009. Jakarta. Hal: 3.

Dewantoro, G. I., Adiningsih, M. W., Purnawarman, T., Sunartatie, T., & Afiff, U. (2014). Tingkat Prevalensi *Escherichia coli* Dalam Daging Ayam BEKU yang Dilalulintaskan Melalui Pelabuhan Penyeberangan Merak. *Jurnal Ilmu Pertanian Indonesia*, 14(3), 211–6.

Djaafar, T. F., & Rahayu, S. (2007). Cemaran mikroba pada produk pertanian, penyakit yang ditimbulkan dan pencegahannya. *Jurnal Litbang Pertanian*, 26(2).

Ferasyi, T. R., & Rastina, R. (2020). Angka prevalensi cemaran bakteri *Escherichia coli* pada meja dan peralatan pedagang daging ayam broiler di dua pasar tradisional Kota Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 4(3).

Fikri, F., Hamid, I. S., & Purnama, M. T. E. (2017). Uji organoleptis, pH, uji eber dan cemaran bakteri pada karkas yang diisolasi dari kios di Banyuwangi. *Jurnal Medik Veteriner*, 1(1), 23-27.

Fikri, F., Purnama, M. T. E., Saputro, A. L., & Hamid, I. S. (2018). Identifikasi *Escherichia coli* dan *Salmonella spp* pada Karkas Sapi di Rumah Potong Hewan di Banyuwangi dan Resistensi Terhadap

- Antibiotika. *Jurnal Sain Veteriner*, 36(1), 123-128.
- Ishii, S., & Sadowsky, M. J. (2008). *Escherichia coli* in the environment: implications for water quality and human health. *Microbes and Environments*, 23(2), 101-108.
- Javadi, A., & Safarmashaei, S. (2011). Microbial profile of marketed broiler meat. *Middle East Journal of Scientific Research*, 9(5), 652-656.
- Kartikasari, A. M., Hamid, I. S., Purnama, M. T. E., Damayanti, R., Fikri, F., & Praja, R. N. (2019). Isolasi dan identifikasi bakteri *Escherichia coli* kontaminan pada daging ayam broiler di rumah potong ayam Kabupaten Lamongan. *Jurnal Medik Veteriner*, 2(1), 66-71.
- Lal, A., & Cheeptham, N. (2007). Eosin Methylene Blue Agar Protocol. ML Library American Society for Microbiology.
- Lye, Y. L., Afsah-Hejri, L., Chang, W. S., Loo, Y. Y., Puspanadan, S., Kuan, C. H., Goh, S. G., Shahril, N., Rukayadi, Y., Khatib, A., John, Y. H. T., Nishibuchi, M., Nakaguchi, Y., & Son, R. (2013). Risk of *Escherichia coli* O157:H7 transmission linked to the consumption of raw milk. *International Food Research Journal*, 20(2), 1001-1005.
- Merck. (1996). *Microbiology Manual*. Merck KGaA, Darmstadt, Germany.
- MacWilliams, M. P. (2009). Indole test protocol. American Society for Microbiology. Washington, USA.
- Mundi, N. (2018). Karakterisasi Profil Resistensi Antibiotik Pada *Escherichia coli* yang Diisolasi Dari Daging Ayam yang Dijual di Beberapa Pasar di Surabaya [Thesis]. Fakultas Kedokteran Hewan. Universitas Airlangga.
- Nadifah, F., Bhoga, M.Y., & Prasetyaningsih, Y. (2014). Kontaminasi Bakteri Pada Saus Tomat Mie Ayam di Pasar Condong Catur Sleman Yogyakarta Tahun 2013. *Biogenesis*, 2(1), 30-33.
- Nurhadi, M. (2012). Kesehatan Masyarakat Veteriner. Higiene Bahan Pangan Asal Hewan Dan Zoonosis. Gosyen Publishing, Yogyakarta.
- Prawesthirini, S., Siswanto, H. P., Estoepangestie, A. T. S., Effendi, M. H., Harijani, N., & Budiarto. (2016). Analisa Kuantitas Susu, Daging dan Telur. Cetakan kedelapan. Fakultas Kedokteran Hewan Universitas Airlangga.
- Rombaut, R. (2005). *Dairy Microbiology and Starter Cultures*. Laboratory of Food Technology and Engineering. Gent University. Belgium.
- Selfiana, D. R., Rastina, R., Ismail, I., Thasmi, C. N., Darniati, D., & Muttaqien, M. (2017). Jumlah cemaran *Escherichia coli* pada daging ayam broiler di pasar Rukoh, Banda Aceh. *Jurnal Ilmiah Mahasiswa Veteriner*, 1(2).
- Soeprianonondo, K., Wardhana, D. K., Budiarto., Diyantoro. (2019). Analysis of bacterial contamination and antibiotic residue of beef meat from city slaughterhouses in East Java Province, Indonesia. *Veterinary World*, 12(2), 243-248.
- Suardana, I. W., & Swacita, I. B. (2009). Higiene Makanan. Udayana University Press, Bali.
- Tan, S. L., Lee, H. Y., Abu, B. F., Abdul, K. M. S., Rukayadi, Y., & Mahyudin, N. A. (2013). Microbiological quality on food handlers hands at primary schools in Hulu Langat District, Malaysia. *International Food Research Journal*, 20(5), 2973- 2977.

- Wibisono, F. J., Sumiarto, B., Untari, T., Effendi, M. H., Permatasari, D. A., & Witaningrum, A. M. (2020). Prevalensi dan Analisis Faktor Risiko Multidrug Resistance Bakteri *Escherichia coli* pada Ayam Komersial di Kabupaten Blitar. *Jurnal Ilmu Peternakan dan Veteriner Tropis*, 10(1), 15.
- Xiaoli, L., Figler, H. M., Banerjee, K. G., Hayes, C. S., & Dudley, E. G. (2018). Non-pathogenic *Escherichia coli* enhance Stx2a production of *E. coli* O157: H7 through both bamA-dependent and independent mechanisms. *Frontiers in Microbiology*, 9, 1325.
- Yang, S. C., Lin, C. H., Aljuffali, I. A., & Fang, J. Y. (2017). Current pathogenic *Escherichia coli* foodborne outbreak cases and therapy development. *Archives of Microbiology*, 199(6), 811-825.
- Zakki, G. (2015). Pengetahuan Dan Perilaku Preventif Terhadap Bakteri *E. coli* Pada Masyarakat Kecamatan Gondomanandi Kota Yogyakarta [Skripsi]. Universitas Negeri Semarang, Semarang.

\*\*\*