

Deteksi *Escherichia coli* dengan Metode *Polimerase Chain Reaction* (PCR)

Detection of Escherichia coli With Polymerase Chain Reaction (PCR)

Yolanda Kharisma Setia¹, Nony Puspawati*¹, Rizal Maarif Rukmana²

¹ Program Studi D4 Analis Kesehatan Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi Surakarta, Jl. Letjend Sutoyo, Mojosongo, Jebres, Surakarta 57127, Telp (0271) 852518, Fax (0271) 853275

² Program Studi D3 Analis Kesehatan Fakultas Ilmu Kesehatan, Universitas Setia Budi Surakarta, Jl. Letjend Sutoyo, Mojosongo, Jebres, Surakarta 57127, Telp (0271) 852518, Fax (0271) 853275

*Corresponding authors: puspawatinony@gmail.com

INTISARI

Escherichia coli adalah Bakteri patogen yang dapat menyebabkan diare dan termasuk dalam kelompok enterohemoragik yang dapat menimbulkan penyakit hemorragic colitis ditandai dengan diare berdarah. Bakteri *Escherichia coli* memiliki beberapa sub tipe penyebab diare diantaranya *Escherichia coli* enteropatogenik (EPEC), *Escherichia coli* enterohemorragik (EHEC), *Escherichia coli* enterotoksigenik (ETEC), *Escherichia coli* enteroagregatif (EAEC), *Escherichia coli* enteroinvasif (EIEC) dan *Diffusely adherent Escherichia coli* (DAEC). *Polimerase Chain Reaction* (PCR) adalah metode amplifikasi DNA secara in vitro. Tujuan penelitian ini adalah untuk mengetahui *Escherichia coli* dapat dideteksi menggunakan *Polimerase Chain Reaction* (PCR) dan unruk mengetahui jenis *Escherichia coli* yang dapat terdeteksi menggunakan *Polimerase Chain Reaction* (PCR). Penelitian ini menggunakan pendekatan literatur review yang berfokus pada evaluasi beberapa hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan sumber literatur yang digunakan. Proses pencarian literatur dengan menyebutkan kata kunci “Deteksi *Escherichia coli* dengan metode *Polimerase Chain Reaction* (PCR)”. Hasil dari literatur review menunjukan bahwa bakteri *Escherichia coli* dan bakteri *Escherichia coli* O157:H7 *Escherichia coli* enteropatogenik (EPEC), *Escherichia coli* enterohemorragik (EHEC), *Escherichia coli* enterotoksigenik (ETEC), *Escherichia coli* enteroagregatif (EAEC), *Escherichia coli* enteroinvasif (EIEC) dan *Diffusely adherent Escherichia coli* (DAEC) dapat dideteksi menggunakan *Polimerase Chain Reaction* (PCR).

Kata kunci : *Escherichia coli*, *Polimerase Chain Reaction* (PCR)

ABSTRACT

Escherichia coli is a pathogenic bacteria that can cause diarrhea and belongs to the Enterohemorrhagic group that can cause disease hemorrhagic colitis characterized by bloody diarrhea. *Escherichia coli* has some subtypes as the etiology, sort of them are *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC), *Enterohemorrhagic Escherichia coli* (EHEC), *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC), *Enteraggregative Escherichia coli* (EAEC), *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC) dan *Diffusely adherent Escherichia coli* (DAEC). *Polymerase Chain Reaction* (PCR) is an in vitro method of DNA amplification. The Purpose in this research is to determine *Escherichia coli* can be detected using *Polimerase Chain Reaction* (PCR) and to determine the type of *Escherichia coli* can be detected using *Polimerase Chain Reaction* (PCR). These research uses a review-literature approach that focuses on the evaluation of some previous research results that relating to the literary resources used. The process of searching the literature by mentioning the keyword "detection *Escherichia coli* with *polymerase Chain Reaction* (PCR) method. The result of the review literature indicates that the bacteria *Escherichia coli* and some types of bacteria *Escherichia coli* can be detected using *polymerase Chain Reaction* (PCR). *Enteropathogenic Escherichia coli* (EPEC), *Enterotoxigenic Escherichia coli* (ETEC), *Enteraggregative Escherichia coli* (EAEC), *Enteroinvasive Escherichia coli* (EIEC) dan *Diffusely adherent Escherichia coli* (DAEC) can be detected using *Polimerase Chain Reaction* (PCR).

Keywords: *Escherichia coli*, *Polimerase Chain Reaction* (PCR)



Penerbit: USB Press

Jl. Letjend. Sutoyo, Mojosongo, Surakarta 57127

Email : usbpresssolo@gmail.com

PENDAHULUAN

Bakteri merupakan makhluk hidup yang bersel tunggal atau uniselluler yang memiliki ukuran 1-2 mikro (Lestari *et al.*, 2015). Bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri yang dapat hidup di saluran pencernaan manusia dan hewan. *Escherichia coli* merupakan bakteri anaerob fakulatif yang tumbuh pada aerob maupun anaerob (Romadhon, 2016). Bakteri hidup berkoloni dan dapat hidup dimana saja. Bakteri diklasifikasikan menjadi bakteri Gram positif dan bakteri Gram negatif (Holderman *et al.*, 2017). *Escherichia coli* adalah Bakteri gram-negatif, panjang sekitar 2 μm diameter sekitar 0,5 μm , memiliki volume berkisar 0,6-0,7 m^3 . Bakteri ini berbentuk basil bersifat anaerobik fakultatif. *Escherichia coli* hidup pada rentang suhu 20°C-40°C dengan suhu optimumnya 37°C (Irianto, 2013).

Escherichia coli adalah Bakteri patogen yang dapat menyebabkan diare dan termasuk dalam kelompok enterohemoragic yang dapat menimbulkan penyakit haemorrhagic colitis ditandai dengan diare berdarah (Bakri *et al.*, 2017). Makanan adalah Salah satu hal yang dapat dicemari bakteri *Escherichia coli* melalui perantara air, debu, udara, tanah sehingga makanan tersebut dapat beracun karena kontaminasi bakteri patogen tersebut (Ekawati *et al.*, 2017).

Escherichia coli tipe O157:H7 adalah jenis infeksi pada manusia ditandai dengan manifestasi klinis yang luas mulai dari tanpa menunjukkan gejala klinis sampai terlihat adanya diare berdarah atau adanya *hemorrhagic colitis* dan *hemolytic uremic syndrome* (HUS) (Suardana, 2014).

Escherichia coli memiliki 6 patotipe yang dapat menyebabkan penyakit diare, yaitu Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC), Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC), Enterohaemorrhagic *Escherichia coli* (EHEC), Enteroaggregative *Escherichia coli* (EAEC), Difuse-adhering *Escherichia coli* (DAEC) dan Enteroinvasive *Escherichia coli* (EIEC). (Halim *et al.*, 2017).

Ada beberapa metode pemeriksaan untuk mendeteksi *Escherichia coli* salah satunya yaitu metode *Polimerase Chain Reaction* (PCR). Tahap *Polymerase Chain Reaction* (PCR) yaitu Denaturasi, Annealing (penempelan primer), Extension (pemanjangan primer) (Lorenz *et al.*, 2014). Teknik *Polimerase Chain Reaction* (PCR) ini dapat menghasilkan produk atau hasil yang lebih baik daripada metode konvensional karena metode tersebut memerlukan waktu yang lama, jumlah sampel banyak, dan pembacaan hasil yang tidak tepat karena terjadinya kontaminasi bakteri lain karena kurang steril dalam pengerjaannya (Z. Bakri *et al.*, 2017).

METODE PENELITIAN

Strategi Pencarian Literatur

Penelitian ini menggunakan pendekatan literatur review yang berfokus pada evaluasi beberapa hasil penelitian sebelumnya yang berkaitan dengan sumber literatur yang digunakan. Pada strategi pencarian literatur tentang proses pencarian yang dilakukan dengan menyebutkan kata kunci “Deteksi *Escherichia coli* dengan menggunakan metode *Polimerase Chain Reaction* (PCR) dengan sumber literatur dalam penelitian ini ditelusuri secara online melalui situs website *Science Direct*, jurnal terindeks scopus, jurnal terindeks sinta simago, portal garuda, dan semua database yang dilengkapi dengan DOI pada setiap partikel.

Kriteria Jurnal

Pemilihan literatur jurnal yang diambil yaitu berdasarkan kriteria judul dan tujuan penelitian ini] urnal dan artikel yang digunakan untuk literatur penelitian ini adalah sesuai Program Studi D4 Analisis kesehatan dengan Surat Edaran Kebijakan Fakultas No. 0070/H6-4/5.05.2020 yaitu minimal 5 artikel jurnal internasional (non predator) terindeks scopus (Q1, Q2, dan Q3), 5 artikel jurnal nasional terakreditasi (Sinta 1, Sinta 2 dan Sinta 3), 5 artikel jurnal selain yang disebutkan (Sinta 4-6 atau tidak terakreditasi).

HASIL DAN PEMBAHASAAN

Tabel 1. Hasil Penelitian

No	Judul	Jenis <i>Escherichia coli</i>	Sampel	Pustaka
1	Deteksi <i>Escherichia coli</i> Patogen pada Pangan menggunakan Metode Konvensional dan Metode Multiplex PCR	<i>Escherichia coli</i>	Tahu, es sirup, es teh	(Ekawati et al., 2017)
2	Identifikasi Populasi Bakteri dalam Spons Pencuci Piring dengan Metode Pcr-Rflp		Spons pencuci piring	(Gaffar et al., 2014)
3	Perbandingan Deteksi <i>Escherichia coli</i> dengan Metode Kultur dan PCR pada Penderitaan Infeksi Saluran Kemih (ISK) di Rumah Sakit Bhayangkara Kota Kendari		Urin penderita infeksi saluran kemih	(Paramita, 2019)
4	Deteksi Cepat Bakteri <i>Escherichia coli</i> Dalam Sampel Air dengan Metode Polymerase Chain Reaction Menggunakan Primer 16E1 dan 16E2		Air	(Radji et al., 2011)
5	Deteksi Keberadaan Bakteri <i>Escherichia coli</i> O157:H7 pada Air Galon Penderita Diare Dengan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR)		Air galon	(Pesurnay, 2018)
6	Pada Feses Penderita Diare dengan Metode Kultur dan PCR Detection of Existence of Bacterium <i>Escherichia coli</i> O157:H7 in Feces of Diarrhea Patients by Culture and PCR Methods	<i>Escherichia coli</i> O157:H7	Feses manusia	(Bakri et al., 2017)
7	A single Step Multiplex PCR for Identification of Six Diarrheagenic E. coli Pathotypes and Salmonella	<i>Escherichia coli pathotypes and salmonella</i>	Feses dari ternak	(Chandra et al., 2013)
8	Identifikasi Subtipe <i>Enterotoxigenic Escherichia coli</i> (ETEC) dan <i>Enteraggregative Escherichia coli</i> (EAEC) dari Spesimen Usap Dubur Penjamah Makanan di Denpasar Menggunakan <i>Polymerase Chain Reaction</i>	<i>Enterotoxigenic Escherichia coli</i> dan <i>Enteraggregative Escherichia coli</i>	Usap dubur penjamah makanan	(Gitaswari & Budayanti, 2019)
9	Selective Media and Real-time PCR Assays for The Effective Detection of <i>Enterotoxigenic Escherichia coli</i> in Vegetables	<i>Enterotoxigenic Escherichia coli</i>	Sayuran	(Ohtsuka et al., 2019)
10	Deteksi <i>Diarrhoeagenic Escherichia coli</i> pada Sampel Feses Penderita Diare di Puskesmas Batulicin dan Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu dengan <i>Polymerase Chain Reaction</i> (PCR)	<i>Diarrhoeagenic Escherichia coli</i>	Feses manusia penderita diare	(Setianingsih et al., 2019)

11	Identification of Diarrheagenic <i>Escherichia coli</i> by a New Multiplex PCR Assay and Capillary Electrophoresis	<i>Enteropathogenic Escherichia coli (EPEC)</i>	Feses manusia penderita diare	(Zhang et al., 2020)
12	Gejala Penyerta Pada Balita Diare dengan Infeksi Enteropathogenic <i>Escherichia coli</i> (EPEC) di Puskesmas Rawat Inap Kota Pekanbaru		Feses manusia penderita diare	(Anggreli et al., 2015)
13	Typical and Atypical <i>Enteropathogenic Escherichia coli</i> in Children with Acute Diarrhoea: Changing Trend in East Delhi		Feses manusia	(Sneha et al., 2020)
14	Karakteristik pada Balita Diare dengan Infeksi <i>Enteropathogenic Escherichia coli</i> (EPEC) di Puskesmas Rawat Inap Kota Pekanbaru		Feses manusia penderita diare	(Anggraini & Oliver, 2019)
15	Comparison of Multiplex PCR with Serogrouping and PCR-RFLP of <i>fliC</i> Gene for The Detection of Enteropathogenic <i>Escherichia coli</i> (EPEC)		Feses manusia penderita diare	(Bouzari et al., 2011)

Tabel 2. Primer PCR

Jenis <i>Escherichia coli</i>	Target Gene	Primer	Sequence (5' to 3')	Base Size
<i>Escherichia coli</i>	<i>16E</i>	16E1 16E2	GGG AGT AAA GTT AAT ACC TTT GCT C TTC CCG AAG GCA CAT TCT	584
<i>Escherichia coli</i> O157:H7	<i>rfbE</i>	rfbE-F rfbE-R rfbE-P	TGT TCC AAC ACT GAC ATA TAT AGC ATC A TGC CAA GTT TCA TTA TCT GAA TCA A ATG CTA TAA AAT ACA CAG GAG CCA CCCCCA	93
ETEC	<i>lt</i>	LT-F LT-R	ACG GCG TTA CTA TCC TCT C TGG TCT CGG TCA GAT ATG TG	630
EAEC	<i>CVD43</i>	CVD432-F CVD432-R	CTG GCG AAA GAC TGT ATC AT AAA TGT ATA GAA ATC CGC TGT	273
EPEC	<i>escV</i>	escV-F escV-R	GGCTCTCTTCTTCTTTATGGCTG CCTTTTACAAACTTCATCGCC	534
DAEC	<i>daaE</i>	daaE-F daaE-R	GAA CGT TGG TTA ATG TGG GGT AA TAT TCA CGC GTC GGT TAT CGA T	542

PEMBAHASAN

Pada penelitian (Ekawati et al., 2017), (Gaffar et al, 2014), (Paramita, 2019), dan (Radji et al., 2011) menunjukan bahwa bakteri *Escherichia coli* dapat dideteksi menggunakan Polymerase Chain Reaction (PCR) dengan menggunakan primer 16E1 dan 16E2.

Escherichia coli adalah jenis bakteri gram negatif. *Escherichia coli* memiliki bentuk batang dengan panjang ± 2 mikrometer, memiliki diameter 0,5 mikrometer, dan memiliki volume 0,6-0,7 m³. *Escherichia coli* dapat hidup pada suhu 20-40°C dan memiliki suhu optimum 37°C (Sutiknowati, 2016). Bakteri *Escherichia coli* merupakan penyebab infeksi saluran pencernaan. *Escherichia coli* biasanya ditemukan di usus besar manusia (Zhang et al., 2020).

Polimerase Chain reaction (PCR) memiliki 4 komponen utama yaitu DNA cetakan atau template DNA, Oligonukleotida primer, deoksiribonukleotida trifosfat (dNTP), dan DNA polimerase. Komponen pertama yaitu DNA cetakan atau Template DNA memiliki fungsi sebagai cetakan untuk pembentukan molekul DNA baru yang sama. Komponen kedua yaitu oligonukleotida primer adalah sekuen oligonukleotida pendek (15-25 basa nukleotida) yang mengawali sintesis rantai DNA. Komponen ketiga yaitu Deoksiribonukleotida trifosfat (dNTP), terdiri atas dATP, dCTP, dGTP dan dTTP, sebagai bahan pensintesis molekul nukleotida. Komponen keempat yaitu DNA polimerase adalah enzim yang melakukan katalisis reaksi sintesis rantai DNA (Sihotang, 2013).

Mekanisme deteksi *Escherichia coli* menggunakan metode Polymerase Chain Reaction yang pertama penyiapan template DNA *Escherichia coli*, pada proses penyiapan templat DNA *Escherichia coli* isolasi DNA menggunakan Cethyltrimethyl ammonium bromide (CTAB). Mekanisme yang kedua yaitu penyiapan template DNA dari sampel air dengan metode boiling, metode ini efektif karena bakteri *Escherichia coli* memiliki dinding yang tidak tebal sehingga mudah dipanaskan. Metode Boiling dilakukan dengan pemanasan 100°C untuk mempercepat lisis dinding bakteri sehingga DNA dapat diekstraksi. Mekanisme yang ketiga yaitu Amplifikasi template DNA, metode ini dimasukkan dalam alat Thermocycler Polymerase Chain Reaction (PCR) kemudian melakukan tahap denaturasi 94°C selama 20 detik, annealing 56°C selama 20 detik, extension 72°C selama 30 detik, sebanyak 35 siklus, dan tahap terakhir final extension 72°C selama 10 menit. Mekanisme yang keempat yaitu Menganalisis hasil PCR dengan Elektroforesis gel, mekanisme ini menggunakan elektroforesis gel agarosa untuk memisahkan fragmen-fragmen DNA berdasarkan jumlah nukleotida penyusunnya. Pita DNA yang terbentuk diamati dengan alat UV transilluminator dan penentuan ukuran fragmen dengan cara membandingkan mobilitas fragmen DNA dengan DNA standar. Sampel yang menghasilkan fragmen DNA dengan ukuran 584 pasang basa menandakan sampel positif *Escherichia coli*. Spesifisitas primer 16E1 dan 16E2 sangat baik karena dapat mendeteksi seluruh strain *Escherichia coli* patogen, tidak patogen, dan tidak dapat mendeteksi bakteri selain *Escherichia coli*.

Escherichia coli yang memiliki 6 patotipe yaitu *Escherichia coli* enteropatogenik (EPEC) yang menyerang pada sel mukosa usus kecil sehingga menyebabkan diare cair, *Escherichia coli* enterohemorragic (EHEC) yang menyerang lesi usus besar sehingga menyebabkan diare berat, *Escherichia coli* enterotoksigenik (ETEC) biasanya disebut diare wisatawan karena hanya diderita oleh seseorang yang sering berpergian dan menyerang sel epitel usus kecil, *Escherichia coli* enteroagregatif (EAEC) yang menyerang sel epitel usus kecil dan besar sehingga menyebabkan diare akut dan diare kronik, *Escherichia coli* enteroinvasive (EIEC) yang menyerang sel epitel mukosa usus sehingga menyebabkan diare dan Diffusely adherent *Escherichia coli* (DAEC) yang menyerang usus kecil sehingga menyebabkan diare (Chandra *et al.*, 2013).

Mekanisme terdeteksinya jenis bakteri *Escherichia coli* ini menggunakan primer target gen DNA yang berbeda di setiap jenis *Escherichia coli*. Pada tabel 2 menunjukkan bahwa primer, target gen, sequence DNA, dan ukuran basa pada setiap jenis *Escherichia coli* berbeda-beda sehingga seperti pada penelitian (Gitaswari & Budayanti, 2019) dapat dikatakan hasil penelitian menunjukkan positif Enterotoxigenic *Escherichia coli* (ETEC) belum tentu positif juga di Enteroaggregative *Escherichia coli* (EAEC) atau dapat juga terdeteksi positif di kedua bakteri.

Pada penelitian ini menggunakan jenis-jenis Polymerase Chain Reaction yang berbeda-beda diantaranya pada penelitian (Paramita, 2019), (Radji *et al.*, 2011), (Pesurnay, 2018), (Bakri *et al.*, 2017), (Gitaswari & Budayanti, 2019), (Anggreli *et al.*, 2015), (Sneha *et al.*, 2020), (Anggraini & Oliver, 2019), dan (Setianingsih *et al.*, 2019) menggunakan metode konvensional Polymerase Chain Reaction (PCR). Prinsip metode konvensional Polymerase Chain Reaction adalah metode untuk amplifikasi (perbanyak) primer oligonukleotida secara enzimatik urutan DNA spesifik. PCR konvensional memiliki sensitifitas rendah,

presisi rendah, alat tidak otomatis, hasil tidak dalam bentuk angka, ada tahapan setelah PCR, deteksi keberadaan DNA dilakukan setelah akhir reaksi, dan pengamatan keberadaan DNA hasil amplifikasi dilakukan di gel agarosa setelah dilakukan elektroforesis (Sihotang, 2013).

Pada penelitian (Ekawati *et al.*, 2017) (Chandra *et al.*, 2013), dan (Zhang *et al.*, 2020) menggunakan multiplex PCR. Prinsip metode Multiplex PCR adalah beberapa set primer dalam campuran PCR tunggal untuk menghasilkan ampikon dari berbagai ukuran yang spesifik untuk sekuens DNA yang berbeda. Multiplex PCR dapat mentargetkan gen sekaligus, informasi dapat diperoleh dari reaksi tunggal yang tidak membutuhkan banyak reagen dan waktu, panjangnya pasangan basa harus cukup berbeda untuk membentuk pita yang berbeda ketika divisualisasikan dengan elektroforesis gel (Sihotang, 2013).

Pada penelitian (Gaffar *et al.*, 2014), dan (Bouzari *et al.*, 2011) menggunakan metode PCR-RFLP. Prinsip metode PCR-RFLP adalah teknik PCR yang menggunakan enzim restriksi untuk mendeteksi keragaman DNA. PCR-RFLP dapat digunakan untuk membedakan organisme berdasarkan analisis model derivat dari perbedaan DNA (Sihotang, 2013).

Pada penelitian (Ohtsuka *et al.*, 2019) menggunakan metode Real-time PCR. Prinsip metode Real-time PCR adalah Teknik yang digunakan untuk mengamplifikasi sekaligus menghitung jumlah target molekul DNA hasil amplifikasi. Real-time PCR dapat menganalisa produk PCR pada saat proses amplifikasi, menggunakan pewarna DNA dan probe fluoresensi, data dapat dikoleksi dari tabung yang sama di dalam instrumen yang sama, tidak ada transfer sampel, penambahan reagensia atau gel separasi (Sihotang, 2013).

Kelebihan dari metode Polymerase Chain Reaction antara lain adalah dapat mendeteksi keberadaan mikroorganisme dalam tubuh secara spesifik, dapat mendeteksi dalam sampel yang berjumlah sedikit, dapat membedakan spesies parasit tunggal, dan primer yang digunakan relatif lebih sederhana. Sedangkan kekurangan dari metode Polymerase Chain Reaction (PCR) antara lain adalah proses Polimerase Chain Reaction (PCR) harus diawali dengan preparasi sampel yang rumit, reagen Polimerase Chain Reaction (PCR) mahal, hasil Polimerase Chain Reaction (PCR) tidak dapat dilihat secara langsung, dan pemeriksaan Polimerase Chain Reaction (PCR) tidak dapat membedakan mikroorganisme (Nurwidayati, 2015).

KESIMPULAN

Dari penelitian Deteksi *Escherichia coli* dengan metode *Polymerase Chain Reaction* (PCR) dapat disimpulkan. Bakteri *Escherichia coli* dapat terdeteksi menggunakan *Polymerase Chain Reaction* (PCR). Bakteri *Escherichia coli* O157:H7, *Escherichia coli* enteropatogenik (EPEC), *Escherichia coli* enterohemorragic (EHEC), *Escherichia coli* enterotoksigenik (ETEC), *Escherichia coli* enteroagregatif (EAEC), *Escherichia coli* enteroinvasif (EIEC) dan *Diffusely adherent Escherichia coli* (DAEC) dapat terdeteksi menggunakan *Polymerase Chain Reaction* (PCR).

DAFTAR PUSTAKA

- Anggraini, A. R., & Oliver, J. (2019). Karakteristik pada Balita Diare dengan Infeksi Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) di Puskesmas Rawat Inap Kota Pekanbaru. *Journal of Chemical Information and Modeling*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Anggreli, C. A., Anggraini, D., & Savira, M. (2015). Gejala Penyerta Pada Balita Diare dengan Infeksi Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC) di Puskesmas Rawat Inap Kota Pekanbaru. *Dk*, 53(9), 1689–1699. <https://doi.org/10.1017/CBO9781107415324.004>
- Bakri, Z. ; M. H. ; M. N. M. (n.d.). Pada Feses Penderita Diare dengan Metode Kultur dan PCR Detection of Existence of Bacterium *Escherichia coli* O157:H7 in Feces of Diarrhea Patients by Culture and PCR Methods. *Fakultas Kedokteran*, (452).
- Bakri, Z., Hatta, M., & Massi, M. N. (2017). Deteksi Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* O157:H7 pada Feses Penderita Diare dengan Metode Kultur dan PCR. *JST Kesehatan*, 5(2), 184–192.

- Bouzari, S., Aslani, M. M., Oloomi, M., Jafari, A., & Dashti, A. (2011). Comparison of Multiplex PCR with Serogrouping and PCR-RFLP of *fliC* Gene for the Detection of Enteropathogenic *Escherichia coli* (EPEC). *Brazilian Journal of Infectious Diseases*, 15(4), 365–369. [https://doi.org/10.1016/S1413-8670\(11\)70206-9](https://doi.org/10.1016/S1413-8670(11)70206-9)
- Chandra, M., Cheng, P., Rondeau, G., Porwollik, S., & McClelland, M. (2013). A single Step Multiplex PCR for Identification of Six Diarrheagenic *E. coli* Pathotypes and *Salmonella*. *International Journal of Medical Microbiology*, 303(4), 210–216. <https://doi.org/10.1016/j.ijmm.2013.02.013>
- Ekawati, E. R., Husnul Yusmiati, S. N., & Hamidi, F. R. (2017). Deteksi *Escherichia coli* Patogen pada Pangan menggunakan Metode Konvensional dan Metode Multiplex PCR. *None*, 1(2), 23–31.
- Gaffar, S., Maksum, I. P., & Julacha, E. (2014). Identifikasi Populasi Bakteri dalam Spons Pencuci Piring dengan Metode Pcr-Rflp. *Chimica et Natura Acta*, 2(2). <https://doi.org/10.24198/cna.v2.n2.9154>
- Gitaswari, D. A. I., & Budayanti, S. (2019). Identifikasi Subtipe Enterotoxigenic *Escherichia coli* dan Enteroaggregative *Escherichia coli* dari Spesimen Usap Dubur Penjamah Makanan di Denpasar Menggunakan Polymerase Chain Reaction. *E-Jurnal Medika Udayana*, 8(1), 7. <https://doi.org/10.24922/eum.v8i1.45223>
- Halim, F., Warouw, S. M., Rampengan, N. H., & Salendu, P. (2017). Hubungan Jumlah Koloni *Escherichia Coli* dengan Derajat Dehidrasi pada Diare Akut. *Sari Pediatri*, 19(2), 81. <https://doi.org/10.14238/sp19.2.2017.81-5>
- Holderman, M. V., De Queljoe, E., & Rondonuwu, S. B. (2017). Identifikasi Bakteri pada Pegangan Eskalator di Salah Satu Pusat Perbelanjaan di Kota Manado. *Jurnal Ilmiah Sains*, 17(1), 13. <https://doi.org/10.35799/jis.17.1.2017.14901>
- Irianto, K. (2013). *Mikrobiologi Medis*.
- K.Yusuf, Z. (2010). Polymerase Chain Reaction (PCR). *Sainstek*, 5(6). <https://doi.org/10.1016/B978-044452843-8/50007-9>
- Lestari, E. I., Pratiwi, Y. A., R, N. Y., & Rahmaati, N. (2015). *Pengaruh Frekuensi Pemakaian Spons Cuci*.
- Lorenz, S. C., Fischer, M., & Kase, J. A. (2014). Improved PCR-RFLP Method for The Identification of *Escherichia coli* Enterohemolysin (ehxA) Subtypes. *Journal of Microbiological Methods*, 100(1), 24–26. <https://doi.org/10.1016/j.mimet.2014.02.010>
- Ohtsuka, K., Hoshino, K., Kadowaki, N., Ohsaka, M., Konishi, N., Obata, H., ... Hara-Kudo, Y. (2019). Selective Media and Real-time PCR Assays for The Effective Detection of Enterotoxigenic *Escherichia coli* in Vegetables. *Lwt*, 114(November 2018), 108409. <https://doi.org/10.1016/j.lwt.2019.108409>
- Paramita, N. S. anggarini rasyid. (2019). *Perbandingan Deteksi Escherichia coli dengan Metode Kultur dan PCR pada Penderitaan Infeksi Saluran Kemih (ISK) di Rumah Sakit Bhayangkara Kota Kendari*. 3(1), 3308–3311.
- Pesurnay, Y. (2018). *Deteksi Keberadaan Bakteri Escherichia coli O157:H7 pada Air Galon Penderita Diare Dengan Metode Polymerase Chain Reaction (PCR)*. 23–26.
- Radji, M., Puspaningrum, A., & Sumiati, A. (2011). Deteksi Cepat Bakteri *Escherichia coli* Dalam Sampel Air dengan Metode Polymerase Chain Reaction Menggunakan Primer 16E1 dan 16E2. *MAKARA of Science Series*, 14(1), 39–43. <https://doi.org/10.7454/mss.v14i1.474>
- Romadhon, Z. (2016). *Identifikasi Bakteri Escherichia coli dan Salmonella sp pada Siomay yang Dijual di Kantin SD Negeri Kelurahan Pisangan, Cirendeu, dan Cempaka Putih*.
- Setianingsih, I., Andiarsa, D., & Hariyati, E. (2019). Deteksi Diarrhoeagenic *Escherichia coli* pada Sampel Feses Penderita Diare di Puskesmas Batulicin dan Pagatan Kabupaten Tanah Bumbu dengan Polymerase Chain Reaction (PCR). *Jurnal Biomedika*, 12(02). <https://doi.org/https://doi.org/10.31001/biomedika.v12i2.597>
- Snehaa, K., Singh, T., Dar, S. A., Haque, S., Ramachandran, V. G., Saha, R., ... Das, S. (2020). Typical and Atypical Enteropathogenic *Escherichia coli* in Children with Acute Diarrhoea: Changing Trend in East Delhi. *Biomedical Journal*, (April), 1–8. <https://doi.org/10.1016/j.bj.2020.03.011>
- Suardana, I. W. I. H. U. dan M. H. W. (2014). Identifikasi *Escherichia coli* O157:H7 dari Feses Ayam dan Uji Profil Hemolisisnya pada Media Agar Darah. *Kedokteran Hewan*, 8, 1–5.
- Zhang, J., Xu, Y., Ling, X., Zhou, Y., Lin, Z., Huang, Z., ... Kan, B. (2020). Identification of Diarrheagenic *Escherichia coli* by a New Multiplex PCR Assay and Capillary Electrophoresis. *Molecular and Cellular Probes*, 49(September), 101477. <https://doi.org/10.1016/j.mcp.2019.101477>