

## **Deteksi Kelompok *Enterobacteriaceae* pada Tanah di Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Tamangapa Kecamatan Manggala Makassar**

**Tuty Widyanti<sup>1\*</sup>, Andi Fatmawati<sup>1</sup>**

<sup>1</sup>*Prodi Teknologi Laboratorium Medis, Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar  
E-mail: widyantituty@gmail.com*

### **Abstract**

*Garbage is one of the problems faced, especially in big cities throughout developed and developing countries which can lead to environmental pollution such as soil pollution. Soil that contains many sources of pollutants from waste allows bacteria to live in that place, both pathogenic and non-pathogenic bacteria such as Coliform bacteria, where their presence is an indicator of biological environmental pollution. This does not rule out the possibility of finding other pathogenic bacteria such as bacteria from the Enterobacteriaceae group such as Salmonella, Shigella, Escherichia coli, Klebsiella, Enterobacter, Serratia, Proteus, etc. which cause infectious diseases in the digestive tract. This study used soil samples taken in 5 environmental areas of the Tamangapa Final Disposal Site in the District, Manggala Makassar randomly. The purpose of the study was to detect groups of Enterobacteriaceae in the soil in the Tamangapa Final Disposal Site in the district, Manggala Makassar. This study uses an identification method based on biochemical tests automatically using the VITEK 2TM Compact, bioMérieux, SA tool. Based on the research that has been carried out, the results obtained are that there are types of bacteria of the Enterobacteriaceae group detected in the environmental soil of the Tamangapa Final Disposal Site in the District, Manggala Makassar, namely Enterobacter cloacae, Klebsiella pneumonia, and Escherichia coli which are classified as species that cause pathogenic diseases of the digestive tract.*

**Keywords:** *enterobacteriaceae, garbage, soil*

### **PENDAHULUAN**

Permasalahan sampah merupakan hal yang krusial (sulit diselesaikan), bahkan dapat diartikan masalah kebiasaan karena dampaknya mengenai berbagai sisi kehidupan terutama di kota-kota besar di seluruh negara maju dan negara berkembang (Nugroho, 2014). Beberapa permasalahan yang timbul diakibatkan oleh keberadaan sampah diantaranya masalah estetika serta kenyamanan, tempat vektor penyakit, mencemari udara, air, dan tanah di sekitar lingkungan (Damanhuri & Padmi, 2010).

Kota Makassar merupakan salah satu kota besar yang memiliki persoalan sampah sangat kompleks, terutama dalam hal ketersediaan lahan Tempat Pembuangan Akhir (TPA). TPA sampah Tamangapa di Kec. Manggala merupakan satu-satunya TPA yang berada di Kota Makassar yang mulai beroperasi pada tahun 1993. TPA sampah Tamangapa yang sedianya dirancang untuk kebutuhan selama 10 tahun, namun kenyataannya bahwa hingga saat ini TPA tersebut masih digunakan, yang berarti telah berumur lebih dari 20 tahun (Nurdiansyah, 2016). Dengan melihat kenyataan ini dapat diketahui besar kemungkinan bahwa di daerah tersebut telah terjadi pencemaran lingkungan yang dapat menimbulkan efek terhadap sanitasi lingkungan di daerah ini. Seiring pengoperasiannya yang sudah puluhan tahun TPA Tamangapa dinilai sudah tidak layak karena letaknya yang sangat dekat dengan permukiman, sehingga dapat mengganggu kenyamanan terutama dapat memberikan pengaruh terhadap kesehatan masyarakat di sekitar TPA (Djamaluddin, dkk., 2017). Akibat dari banyaknya sampah dapat menyebabkan terjadinya pencemaran lingkungan seperti pencemaran udara, air, dan pencemaran tanah.

Tanah secara umum tersusun senyawa anorganik, senyawa organik, udara, dan air serta mengandung bagian yang berbentuk jasad hidup yang secara umum terdiri atas mikroorganisme. Mikroba tanah sebagian besar terdiri dari bakteri, fungi dan mikroalga. Jumlah mikroba tanah sangat tinggi yakni berkisar 320,000-200,000,000 setiap gram tanah. Kehadirannya dalam tanah ada yang menguntungkan dan ada juga yang merugikan. Mikroba tanah dapat merugikan bila kehadirannya berperan dalam proses denitrifikasi, sebagai jasad pengurai pupuk yang tidak diharapkan dan sebagai jasad penyebab penyakit (Syauqi, 2017).

Tanah yang banyak mengandung sumber bahan pencemar dari sampah memungkinkan bakteri-bakteri dapat hidup di tempat tersebut baik bakteri yang bersifat patogen dan non-patogen. Keberadaan bakteri patogen dapat muncul dalam limbah padat (limbah domestik) seperti popok, pembalut, kertas tisu, makanan dan minuman. Terdapat bakteri patogen yang menjadi penyebab penyakit berasal dari adanya pencemaran lingkungan (air dan tanah) yang disebabkan oleh sampah seperti bakteri *coliform* dimana keberadaannya menjadi indikator pencemaran lingkungan secara biologis (Suwardi, 2011; Nur, 2015; Eliza, 2016; Artiningsih, dkk., 2017). Hal ini tidak menutup kemungkinan dapat ditemukannya juga bakteri-bakteri patogen lainnya seperti bakteri dari kelompok *Enterobacteriaceae* seperti *Salmonella*, *Shigella*, *Escherichia coli*, *Klebsiella*, *Enterobacter*, *Serratia*, *Proteus* yang menjadi penyebab penyakit infeksi pada saluran pencernaan.

Berdasarkan pemikiran tersebut, maka peneliti ingin melakukan penelitian mengenai deteksi kelompok *Enterobacteriaceae* pada tanah di lingkungan TPA sampah Tamangapa Kec. Manggala Makassar untuk mencegah timbulnya penyakit infeksi saluran pencernaan pada masyarakat di lingkungan tersebut.

## **METODE PENELITIAN**

### **Sterilisasi Alat**

Alat-alat yang digunakan dicuci bersih dengan detergen lalu dibilas dengan air mengalir dan terakhir dengan air suling. Selanjutnya dikeringkan, dibungkus dan disterilkan. Tabung reaksi dan erlenmeyer terlebih dahulu disumbat dengan kapas bersih. Alat yang terbuat dari gelas disterilkan dalam oven pada suhu 180<sup>0</sup>C selama 2 jam, sedangkan alat-alat yang tidak tahan pemanasan tinggi dan berskala disterilkan dalam otoklaf pada suhu 121<sup>0</sup>C tekanan 2 atm selama 15 menit. Jarum ose disterilkan dengan cara pemanasan langsung hingga memijar dengan menggunakan api bunsen.

### **Pembuatan Media Pertumbuhan**

Bahan-bahan yang disiapkan untuk pembuatan media *Mac Conkey Agar* (MCA) ditimbang sesuai dengan komposisi media yang akan dibuat, lalu dilarutkan dengan air akuades steril, dan dipanaskan serta disterilkan dengan menggunakan autoklaf pada suhu 121<sup>0</sup>C selama 15 menit.

### **Pengambilan Sampel Tanah**

Pengambilan sampel tanah dilakukan secara random di lima titik area yang masing-masing area diambil sebanyak 2 sampel yaitu bagian permukaan tanah dan bagian kedalaman kurang lebih 5 cm sehingga diperoleh sebanyak 10 sampel tanah. Permukaan tanah dibersihkan kemudian dilakukan pengukuran pH dan kelembaban tanah menggunakan soil tester. Sampel tanah diambil pada bagian permukaan tanah terlebih dahulu kemudian dan pada bagian dengan kedalaman kurang lebih 5 cm menggunakan alat penggerus tanah. Sampel tanah dimasukkan ke dalam wadah kotak plastik yang sudah disterilkan.

### **Pembuatan Suspensi Sampel**

Sampel tanah diambil sebanyak 1 g, lalu dimasukkan ke dalam tabung reaksi yang berisi NaCl fisiologi 0.95% steril dengan volume sebanyak 10 ml dan dihomogenkan (pengenceran 10<sup>-1</sup>). Cairan diambil sebanyak 1 ml dari tabung pengenceran 10<sup>-1</sup> dan dimasukkan ke dalam tabung reaksi dengan volume NaCl fisiologi 0.95% steril sebanyak 10 ml dan dihomogenkan (pengenceran 10<sup>-2</sup>). Hal yang sama dilakukan hingga pengenceran 10<sup>-5</sup>, selanjutnya diambil 1 ml sampel dari pengenceran 10<sup>-1</sup> dan 10<sup>-5</sup>.

### **Isolasi dan Pemurnian Biakan Bakteri**

Suspensi sampel dari pengenceran 10<sup>-1</sup> dan 10<sup>-5</sup> diambil dengan sebanyak 1 ose kemudian digoreskan pada media MCA. Selanjutnya diinkubasi selama 1x24 jam pada 37<sup>0</sup>C. Koloni yang tumbuh di media MCA kemudian diinokulasikan kembali ke media MCA untuk mendapatkan koloni murni.

### **Pewarnaan Gram**

Kaca objek yang akan digunakan mula-mula dibersihkan menggunakan alkohol 70%, kemudian diolesi isolat bakteri dengan menggunakan jarum ose. Selanjutnya isolat difiksasi di atas api kemudian ditetesi dengan kristal violet dan dibiarkan selama 1 menit lalu dicuci dengan menggunakan air mengalir dan dikering anginkan. Setelah kering, isolat ditetesi kembali dengan menggunakan larutan iodin dan didiamkan selama 1 menit lalu isolat dicuci dengan menggunakan air mengalir dan dikering anginkan. Selanjutnya dibersihkan dengan menggunakan alkohol aseton dan didiamkan selama 30 detik. Lalu dicuci kembali dengan air mengalir serta dikering anginkan. Setelah kering ditetesi dengan pewarna safranin selama 30 detik dan dicuci dengan air mengalir lalu dikeringkan menggunakan tisu dan dikeringanginkan. Selanjutnya diamati di bawah mikroskop dengan perbesaran 100x.

### **Identifikasi dengan Uji Biokimia**

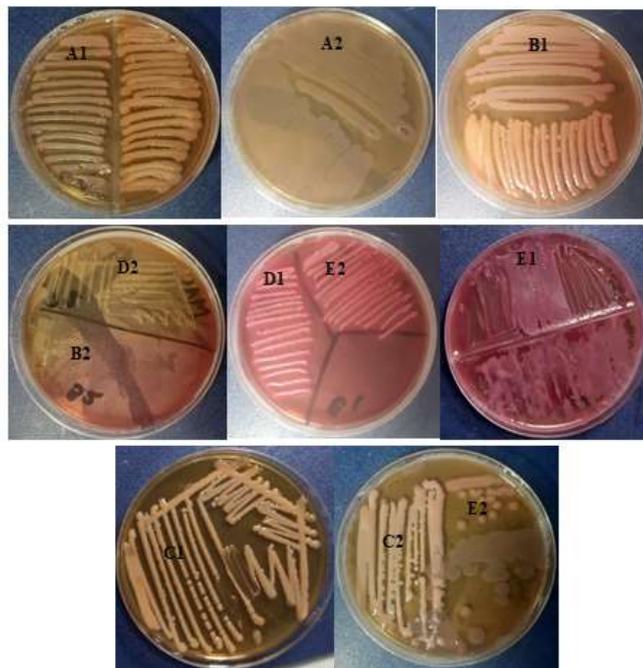
Koloni murni diambil dan dibuatkan suspensi ke dalam larutan NaCl 0.45% pH 5.0 pada tabung polysterene dan dihomogenisasikan dengan menggunakan vortex. Setelah itu kekeruhan suspensi diukur dengan alat *Densicheck Plus* untuk mendapatkan kekeruhan 0.5 Mc Farland. Selanjutnya memilih kartu vitek sesuai dengan bakteri yang akan diidentifikasi yaitu bakteri kelompok *Enterobacteriaceae* sehingga jenis kartu yang digunakan adalah kartu GN. Kemudian tabung polysterene disusun dibagian rak lalu kartu Vitek diletakkan sesuai dengan urutan untuk keperluan identifikasi. Selanjutnya alat VITEK 2<sup>TM</sup> Compact dinyalakan untuk melakukan proses identifikasi selama 4-7 jam.

### Interpretasi Hasil dan Analisis Data

Interpretasi hasil dengan pengamatan secara makroskopik dan mikroskopik dilihat berdasarkan ciri-ciri morfologi yang sesuai untuk kelompok bakteri *Enterobacteriaceae* sedangkan untuk hasil identifikasi uji biokimia otomatis dengan menggunakan alat VITEK 2™ Compact yang muncul bila proses preparasi sampel sesuai dengan standar operasional alat dan data sifat biokimia bakteri kelompok *Enterobacteriaceae* (bakteri gram negatif) dapat ditemukan di database VITEK 2™ Compact. Hasil identifikasi akan tersimpan dan terlihat di *Laboratory Infomasi System* (LIS) informasi mengenai nama organisme dan prosentasi identifikasi, nama tes-tes biokimia dan hasil reaksinya, hasil terjemahan dari reaksi biokimia, dan ID confidancenya. Data-data yang diperoleh disajikan dalam bentuk tabel dan gambar lalu dideskripsikan berdasarkan karakter bakteri yang diamati secara deskriptif.

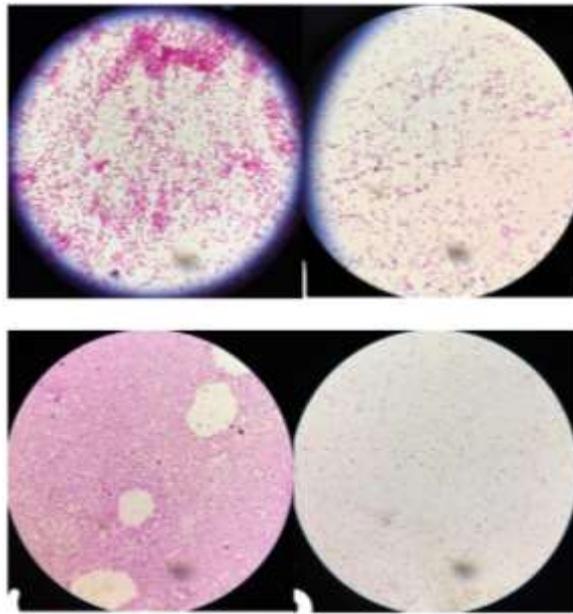
### HASIL

Hasil isolasi bakteri pada tanah di lingkungan TPA pada media MCA sebanyak 10 sampel yang diperoleh dari laboratorium Bakteriologi Politeknik Kesehatan Muhammadiyah Makassar dan laboratorium HUM-RC (*Hasanuddin University Medical-Research Center*) di RSP Universitas Hasanuddin Makassar. Isolat kemudian diremajakan kembali pada media *MacConkey Agar* (MCA) untuk memperoleh koloni murni untuk proses identifikasi secara uji biokimia otomatis menggunakan alat VITEK 2™ Compact. Berdasarkan hasil pengamatan koloni bakteri kelompok *Enterobacteriaceae* yang diisolasi dari sampel tanah yang tumbuh pada media selektif diferensial MCA sebanyak 10 sampel dapat dilihat pada gambar 1 dibawah ini:



**Gambar 1.** Isolat Bakteri Tanah pada Media MCA Sebanyak 10 Sampel

Selanjutnya pengamatan mikroskopik yang dilakukan menggunakan bantuan alat yaitu mikroskop untuk mengamati bentuk dan reaksi pewarnaan gram sel bakteri isolat pada media MCA. Hasil yang diperoleh dapat dilihat pada gambar 2 sebagai berikut:



**Gambar 2.** Hasil Pengamatan Sel Bakteri Secara Mikroskopik dari Isolat Pada Media MCA. Perbesaran 100x.

Isolat bakteri yang telah dimurnikan pada media MCA selanjutnya dilakukan proses identifikasi secara uji biokimia otomatis menggunakan alat VITEK 2™ Compact. Adapun hasil identifikasi bakteri kelompok *Enterobacteriaceae* pada 10 sampel dapat dilihat pada tabel 1 sebagai berikut:

**Tabel 1.** Hasil identifikasi bakteri kelompok *Enterobacteriaceae*

Kode Sampel	Bakteri Kelompok <i>Enterobacteriaceae</i>
A1	<i>Enterobacter cloacae</i>
A2	<i>Pseudomonas aeruginosa</i> (Non <i>Enterobacteriaceae</i> )
B1	<i>Enterobacter cloacae</i>
B2	<i>Klebsiella pneumoniae, Enterobacter cloacae</i>
C1	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
C2	<i>Klebsiella pneumoniae</i>
D1	<i>Escherichia coli</i>
D2	<i>Enterobacter cloacae</i>
E1	<i>Enterobacter cloacae</i>
E2	<i>Enterobacter cloacae</i>

## PEMBAHASAN

Berdasarkan hasil penelitian dari lima area pengambilan sampel tanah di lingkungan TPA yang diidentifikasi menggunakan media selektif diferensial yaitu media MCA kemudian dilanjutkan dengan pewarnaan gram dan setelah itu dilakukan identifikasi untuk uji-uji biokimia menggunakan alat VITEK 2™ Compact menunjukkan bahwa ditemukan sebanyak empat spesies bakteri yang terdiri dari tiga spesies kelompok *Enterobacteriaceae* dan satu spesies kelompok Non *Enterobacteriaceae*.

Sampel yang digunakan dalam penelitian ini adalah tanah di lingkungan TPA sebanyak 10 sampel. Pembuatan suspensi sampel dilakukan dengan terlebih dahulu dilakukan proses pengenceran sampel sebelum diisolasi ke media MCA. Pengenceran sampel yang digunakan adalah  $10^{-1}$ - $10^{-5}$ . Pengambilan suspensi dilakukan secara aseptik dan pada setiap kali pengenceran dilakukan pengocokan kira-kira sebanyak 25 kali untuk memisahkan sel-sel mikroba yang bergabung menjadi satu. Pengenceran yang dilakukan biasanya adalah pengenceran bertingkat yang bertujuan untuk memperkecil atau mengurangi jumlah mikroba yang tersuspensi dalam cairan. Penentuan besarnya atau banyaknya tingkat pengenceran tergantung kepada perkiraan jumlah mikroba dalam sampel. Digunakan perbandingan 1 : 9 untuk sampel dan pengenceran pertama dan selanjutnya, sehingga pengenceran berikutnya mengandung 1/10 sel mikroorganisma dari pengenceran sebelumnya (S. Ramadhani & Wahyuni, 2020).

Mikroba dapat hidup pada beberapa kondisi tertentu, sehingga medium pengencer yang digunakan pun berbeda-beda. Pada analisis suatu mikroba terdapat beberapa pilihan medium pengenceran yang dapat digunakan untuk mikroba tertentu. Misalnya jenis medium pengencer yang digunakan untuk mikroba anaerobik, medium pengencer yang digunakan untuk mikroba osmofilik dan halofilik, serta medium pengencer untuk sampel cair atau sampel padat dengan partikel halus dan lainnya. Larutan pengencer yang dapat digunakan untuk tujuan tertentu diatas, yaitu: (a) pengencer umum (*general purpose diluents*) : 0.1% pepton ditambah 0.85% NaCl. Hal ini sesuai dengan standar ISO; (b) pengenceran untuk mikroba anaerobik pada metode ini untuk pertumbuhan mikroba anaerobik diperlukan pengencer yang mampu untuk menjaga potensial oksidasi-reduksi pengencer tetap rendah. Mikroba anaerobik sangat rentan terhadap oksigen sehingga perlu penggunaan teknik khusus seperti aplikasi teknik hungate atau penggunaan ruang anaerob; (c) pengenceran untuk mikroba osmofilik dan halofilik yaitu pengenceran yang digunakan untuk mikroba osmofilik adalah larutan pengenceran yang mengandung 20% larutan sukrosa steril. Pengenceran yang digunakan untuk mikroba halofilik adalah larutan pengenceran yang mengandung 15% NaCl steril (Winiati & Nurwitri, 2012).

Berdasarkan hasil uji bakteri menggunakan media MCA menunjukkan adanya koloni bakteri yang berwarna merah muda mukoid (berlendir). Media MCA merupakan media khusus untuk menumbuhkan kelompok bakteri gram negatif berbentuk batang, baik yang dapat maupun yang tidak dapat memfermentasikan laktosa. Koloni bakteri yang memfermentasikan laktosa akan menunjukkan warna merah muda. Hal ini disebabkan karena adanya *neutral red* (indikator pH) yang akan berwarna merah jika pH di bawah 6.8. Koloni yang mampu memfermentasikan laktosa biasanya dikelilingi oleh endapan garam empedu. Endapan ini disebabkan oleh penguraian laktosa menjadi asam yang akan bereaksi dengan garam empedu (Jawetz & Adelberg's, 2013; Jung & Hoilat, 2021). Menurut Arnia & Efrida (2010), beberapa koloni bakteri golongan *Enterobacteriaceae* anggota spesies *E.coli* dan *Klebsiella* sp. yang dapat memfermentasikan laktosa dengan membentuk koloni berwarna merah muda pada media MCA. Selain itu, ditemukan juga isolat bakteri dengan koloni yang berwarna kuning kecoklatan yang diduga bukan dari kelompok bakteri *Enterobacteriaceae*. Berdasarkan hasil pengamatan karakter morfologis sel menunjukkan bahwa sel bakteri yang diamati dari 10 isolat yang diambil dari media MCA semuanya memiliki karakteristik yang sama berdasarkan hasil pewarnaan gram yaitu sel berbentuk basil dan kokobasil dan berwarna merah yang menandakan bakteri tersebut adalah bakteri gram negatif. Menurut Jawetz & Adelberg's (2008), *Enterobacteriaceae* merupakan kelompok bakteri yang secara mikroskopik memiliki karakteristik yaitu berbentuk batang dan bersifat gram negatif dengan habitat alamnya di saluran cerna manusia dan hewan.

Identifikasi bakteri kelompok *Enterobacteriaceae* juga dilakukan berdasarkan uji-uji biokimia secara otomatis dengan menggunakan alat VITEK 2<sup>TM</sup> Compact. VITEK 2<sup>TM</sup> Compact merupakan alat

otomatis yang digunakan untuk identifikasi bakteri dan yeast serta tes kepekaan antibiotik dimana alat ini memiliki tiga kapasitas yang berbeda yaitu 15, 30, dan 50 kartu yang dapat bekerja secara simultan (*batch*) maupun berurutan sehingga penggunaannya sangat fleksibel baik untuk jumlah sampel yang banyak maupun sedikit. Selain itu alat VITEK 2<sup>TM</sup> Compact juga dapat melakukan tes identifikasi dan tes kepekaan antibiotik secara bersamaan ataupun terpisah sehingga dapat digunakan sesuai dengan kebutuhan pengguna. Penggunaan alat VITEK 2<sup>TM</sup> Compact untuk mengidentifikasi bakteri kelompok *Enterobacteriaceae* memberikan beberapa keuntungan yaitu memiliki tingkat keakuratan hasil (ketepatan) dalam mengidentifikasi bakteri yang tinggi. Kartu Vitek 2 memiliki konsep yang unik dengan kombinasi 600 jenis substrat uji kolorimetrik yang sangat spesifik untuk membedakan antar spesies, sehingga 98% isolat klinik dapat terdeteksi dengan sistem tunggal secara cepat. Selain itu alat ini juga memiliki tingkat efisiensi yang tinggi yang memungkinkan hasil identifikasi selesai dalam waktu 5-8 jam. Penggunaan alat VITEK 2<sup>TM</sup> Compact juga sangat fleksibel dimana dalam proses identifikasinya ini hanya memerlukan tiga tahap pemeriksaan yang akan mudah diperoleh hasil pengenalan (identifikasi) yang sudah diabsahkan (validasi) dan ditafsirkan (interpretasikan) sesuai dengan bakuan (standar).

Tiga tahapan tersebut adalah yaitu persiapan dan pembakuan (standarisasi) kekeruhan inokulum, memasukkan data dengan sistem sandi batang (*barcode*) dan memasukkan kartu ke dalam alat (*instrument*). Selanjutnya seluruh proses penanaman (inokulasi), pemeraman (inkubasi), pembacaan, pengabsahan (validasi) dan penafsiran (interpretasi) hasil akan dilakukan secara otomatis oleh alat. Hasil pemeriksaan yang telah selesai dapat langsung dikeluarkan dalam bentuk hasil rekam cetak (*print-out*) secara otomatis. Hasil pemeriksaan ini juga dapat langsung terhubung (koneksi) dengan LIS (*Laboratory Information System*). Di samping kartu Vitek 2 dan larutan salin steril tidak ada lagi zat pereaksi (reagensia) tambahan yang diperlukan (BioMerieux, 2000). Berdasarkan hasil pemeriksaan dengan menggunakan alat VITEK 2<sup>TM</sup> Compact, dari 10 isolat ditemukan 9 isolat yang merupakan kelompok bakteri *Enterobacteriaceae* dan 1 isolat yang bukan kelompok bakteri *Enterobacteriaceae* yaitu *Pseudomonas aeruginosa*. Dari 9 isolat yang terdeteksi ada 3 spesies bakteri yaitu *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Escherichia coli*. Hal ini sesuai dengan penelitian yang dilakukan oleh Riskawati (2016) menunjukkan bahwa terdapat jenis bakteri *Enterobacteriaceae* yang ditemukan pada tanah di lingkungan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Kota Makassar yaitu *Klebsiella pneumoniae*.

*Enterobacteriaceae* merupakan bakteri yang bersifat patogen oportunistik berupa flora normal yang dapat hidup dalam tubuh manusia normal yaitu salah satunya pada usus manusia, sehingga dapat diasumsikan bahwa keberadaan bakteri ini yang ditemukan di tanah Tempat Pembuangan Akhir Sampah Tamangapa di Kec, Manggala Makassar diduga adanya kontaminasi oleh feces dari saluran pencernaan manusia dan hewan. Menurut Jawetz & Adelberg's (2008), bakteri *Enterobacteriaceae* dapat ditemukan di tanah, air, udara serta di saluran pencernaan manusia dan hewan. Bakteri genus *Enterobacter*, *Shigella* dan *Klebsiella* juga merupakan kelompok bakteri koliform. Keberadaan bakteri koliform dapat menjadi indikator adanya kontaminasi feces hewan maupun manusia. Penelitian yang dilakukan oleh Ristianti, dkk., (2014), dimana dari hasil penelitiannya, ditemukan bakteri famili *Enterobacteriaceae* yang tergolong bakteri anaerob fakultatif yaitu *Enterobacter*, *Shigela*, *Proteus*, *Citrobacter*, *Serratia*, dan *Escherichia* pada sampel tanah yang berada di sekitar muara Tukad Buleleng, Pantai Kampung Tinggi, Kec Buleleng. Penelitian lain yang dilakukan oleh Sari (2014) dimana mendapatkan hasil penelitian yaitu genus bakteri tanah yang terdapat di Kecamatan Pattallassang Kabupaten Gowa diperoleh 14 isolat bakteri yang terdiri dari 2 genus yang termasuk bakteri *Enterobacteriaceae* yaitu *Klebsiella* dan *Enterobacter*. Dari penelitian tersebut membuktikan

bahwa pada sampel tanah dapat ditemukan jenis bakteri kelompok *Enterobacteriaceae*. Hal ini sejalan dengan hasil penelitian yang didapatkan yang juga menggunakan sampel berupa tanah.

Tanah mengandung berbagai jenis mikroorganisme yang dapat tumbuh dan berkembang biak sehingga jumlahnya sangat tinggi. Tanah dapat tercemari oleh material feces dan menjadi sumber bakteri patogen enteris. Tanah yang berada di lingkungan tempat pembuangan sampah dipastikan dalam keadaan tercemar. Hal ini disebabkan karena tanah tersebut kontak langsung dengan sampah yang ada di sekitarnya. Akibatnya sampah yang pada umumnya berasal dari pembuangan berbagai macam limbah seperti limbah rumah tangga, kantor, industri-industri, rumah sakit, dll menjadi sumber keberadaan berbagai macam mikroorganisme terutama yang bersifat patogen akan terakumulasi ke dalam tanah sehingga mengakibatkan terjadinya pencemaran tanah secara biologis.

Salah satu sumber cemaran tanah yang ada di sekitar lingkungan tempat pembuangan akhir sampah adalah sampah yang tergolong dari bahan organik. Adanya keberadaan sampah organik menjadi penyebab banyaknya mikroorganisme yang bisa hidup di tempat tersebut. Hal ini disebabkan karena sampah organik mengandung nutrisi yang dibutuhkan untuk kehidupan mikroorganisme. Bahan organik merupakan sumber utama karbon dan energi untuk pertumbuhan bakteri terutama bakteri heterotrof. Bakteri heterotrof merupakan bakteri yang hidup dengan memperoleh makanan berupa bahan organik dari lingkungan karena tidak dapat menyusun sendiri bahan organik yang dibutuhkannya. Karakteristik kelompok bakteri heterotrof ialah motil, tidak berspora, bersifat aerob dan umumnya termasuk bakteri gram negatif. Penelitian yang dilakukan oleh Sayuti, dkk., (2016) berhasil mengidentifikasi 10 genus bakteri dari isolat sampah organik pasar kota Pekanbaru yaitu *Enterobacter*, *Streptococcus*, *Streptomyces*, *Klebseila*, *Escherichia*, *Halobacterium*, *Neisseria*, *Bacillus*, *Proteus* dan *Pseudomonas*. Hasil penelitian tersebut menandakan bahwa pada sampah organik bisa ditemukan berbagai jenis bakteri termasuk bakteri kelompok *Enterobacteriaceae* dan jika sampah tersebut terakumulasi dengan tanah maka dapat menyebabkan terjadinya kontaminasi bakteri tersebut pada tanah yang ada di sekitar lingkungan tempat pembuangan akhir sampah.

Tanah yang ada di lingkungan tempat pembuangan akhir sampah dimana terdapat limbah-limbah yang dibuang dari hasil kegiatan industri, kegiatan perkotaan, kegiatan domestik, dll akan menjadi reservoir berbagai macam mikroorganisme yang akhirnya dapat berpengaruh terhadap kesehatan manusia. Terdapat beberapa penyakit infeksi yang disebabkan oleh kontaminasi melalui tanah seperti penyakit diare yang diakibatkan oleh mikroba yang masuk ke dalam tanah melalui limbah tinja masih menjadi perhatian serius di negara-negara berkembang terutama Indonesia. Menurut Kemenkes (2012), penyakit diare yang disebabkan oleh kontaminasi bakteri kelompok *Enterobacteriaceae* merupakan penyebab kematian nomor satu pada bayi (31.4%) dan pada balita (25.2%), sedangkan pada golongan semua umur merupakan penyebab kematian keempat (13.2%). Berdasarkan hal tersebut, perlu upaya penanggulangan untuk menghindari penyebaran penyakit terutama penyakit infeksi saluran pencernaan ke manusia.

## **KESIMPULAN**

Berdasarkan penelitian yang telah dilakukan maka dapat disimpulkan bahwa terdapat jenis bakteri kelompok *Enterobacteriaceae* yang terdeteksi di tanah lingkungan Tempat Pembuangan Akhir Sampah Tamangapa di Kec. Manggala Makassar yaitu *Enterobacter cloacae*, *Klebsiella pneumoniae*, dan *Escherichia coli* yang tergolong sebagai spesies penyebab penyakit patogen pada saluran pencernaan.

## DAFTAR PUSTAKA

- Arnia dan Efrida, W., 2010, *Identifikasi Kontaminasi Bakteri Coliform pada Daging Sapi Segar yang Dijual di Pasar Sekitar Kota Bandar Lampung*. Medical Journal of Lampung University.
- Artiningsih, A., Zubair, H., Imran, A. M., and Widodo, S., 2017. *Coliform Distribution Around The Antang Landfill Soil Makassar City*, South Sulawesi International Journal of Engineering and Science Application. 4(2): 97-104.
- BioMerieux, S. A., 2000, Petunjuk Singkat VITEK2™ compact. Pioneering Diagnostics.
- Damanhuri, E., dan Padi, T., 2010. *Pengelolaan sampah*. Diktat Kuliah. 3104: 5-10.
- Djamaluddin, I., Aly, S. H., dan Ismail, 2017. *Analisis Geospasial Penentuan Lokasi Alternatif Tempat Pemrosesan Akhir (TPA) Sampah Di Kota Makassar Berdasarkan Kriteria SNI 19-3241-1994*. Departemen Teknik Lingkungan, Fakultas Teknik, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Eliza, 2016. *Isolasi dan Karakterisasi Jenis Bakteri Coliform pada air sumur di Lingkungan sekitar Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Tamangapa Kota Makassar*. Fakultas Sains dan Teknologi UIN Alauddin, Makassar. Repositori UIN Alauddin Makassar.
- Jawetz, M., and Adelberg's, 2008, *Mikrobiologi Kedokteran*. EGC, Jakarta.
- Jawetz., M., and Adelberg's, 2013. *Normal Flora Of The Intestinal Tract In Normal Microbial Flora of The Human Body*. In G. F. Brooks, K. C. Carroll, J. S. Butel, & S. A. Morse (Eds), Medical Microbiology Twenty-Fourth Edition. McDrawHill, New York, USA. pp. 199.
- Jung, B., and Hoilat, G. J., 2021. *MacConkey Medium*. Oct. (Books) (PubMed).
- Kemenkes, 2012. *Profil Kesehatan Indonesia Tahun 2011*. Kementerian Kesehatan, Jakarta.
- Nugroho, P., 2014. *Panduan Pembuatan Pupuk Kompos Cai*. Pustaka Baru Press, Yogyakarta.
- Nur, F., 2015. *Analisis Kualitas Air Tanah Di Sekitar TPA Tamangapa Dengan parameter Biologi*, Program Studi Teknik Lingkungan Jurusan teknik Sipil, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Nurdiansyah, F., 2016, *Studi Perencanaan Penutupan TPA (Tempat Pemrosesan Akhir) Tamangapa Kota Makassar*, Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Riskawati, 2016. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Patogen Pada Tanah Di Lingkungan Tempat Pembuangan Akhir Sampah (TPAS) Kota Makassar*. Jurusan Biologi, Fakultas Sains dan Teknologi, UIN Alauddin. Makassar.
- Risianti, N. P., Nurlita, F., dan Mulyadiharja, S., 2014. *Analisis Mikrobiologis Bakteri Anaerobik Sebagai Indikator Pencemaran Pada Muara Tukad Buleleng, Di Perairan Kampung Tinggi, Kabupaten Buleleng*. Seminar Nasional Riset Inovatif II. 937-955.
- Sari, N. I., 2014. *Isolasi Dan Karakterisasi Bakteri Tanah Di Kecamatan Pattallassang Kabupaten Gowa*. Jurusan Biologi, Fakultas Sains Dan Teknologi, UIN Alauddin. Makassar.
- Sayuti, I., Yustina, dan Hardianti, N., 2016. *Identifikasi Bakteri Pada Sampah Organik Pasar Kota Pekanbaru dan Potensinya Sebagai Rancangan Lembar Kerja Siswa (Lks) Biologi Sma*. Jurnal Biogenesis. 13(1): 51-60.
- S. Ramadhani I., dan Wahyuni, 2020. *Dasar-Dasar Praktikum Mikrobiologi*. Pena Persada, Jawa Tengah.
- Suwardi, F., 2011. *Study Kandungan Logam Berat Timbal (Pb), Dan Bakteri E.Coli Pada Air Sumur Di Sekitar Tempat Pembuangan Akhir (TPA) Antang Kota*. Program Study Ilmu Kesehatan Masyarakat Fakultas Ilmu Kesehatan Universitas Islam Negeri Alauddin, Makassar.
- Syauqi, A., 2017. *Mikrobiologi Lingkungan, Peranan Mikroorganisme dalam Kehidupan*. Andi Offset, Yogyakarta.
- Winiati dan Nurwitri, 2012. *Mikrobiologi Pangan*, IPB Press, Bogor.