



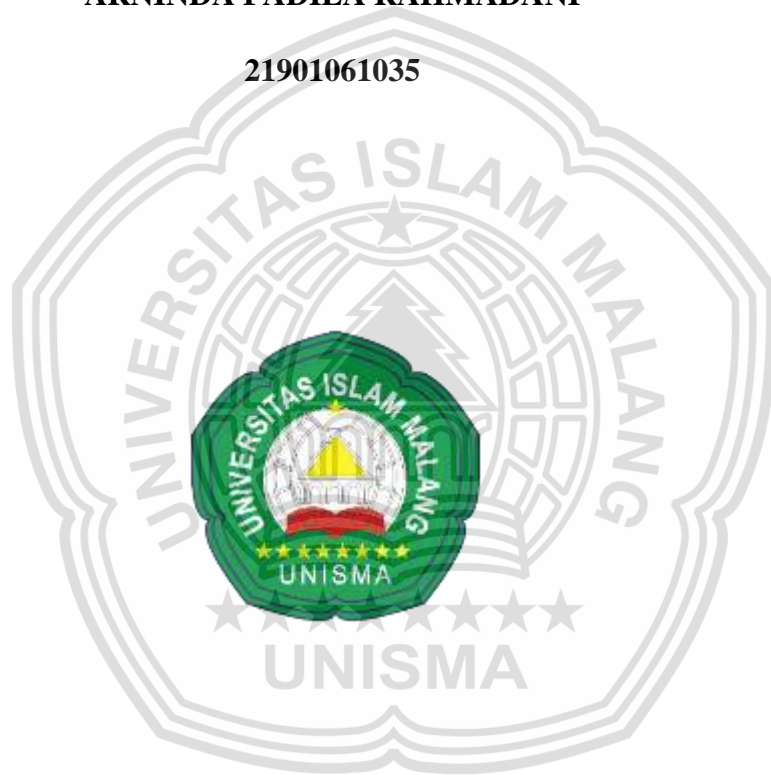
**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI AWAL BAKTERI PATOGEN PADA KOLAM  
MATURASI DAN KOLAM WETLAND IPLT SUPIT URANG KOTA MALANG**

**SKRIPSI**

**Oleh:**

**ARNINDA FADILA RAHMADANI**

**21901061035**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**2023**



**ISOLASI DAN IDENTIFIKASI AWAL BAKTERI PATOGEN PADA KOLAM  
MATURASI DAN KOLAM WETLAND IPLT SUPIT URANG KOTA MALANG**

**Diajukan untuk Memenuhi Persyaratan Memperoleh Gelar Sarjana Strata 1 (S-1)  
Program Studi Biologi Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam  
Universitas Islam Malang**

**Oleh:**

**ARNINDA FADILA RAHMADANI**

**21901061035**



**PROGRAM STUDI BIOLOGI**

**FAKULTAS MATEMATIKA DAN ILMU PENGETAHUAN ALAM**

**UNIVERSITAS ISLAM MALANG**

**2023**

## ABSTRAK

**Arninda Fadila Rahmadani (NPM. 21901061035) Isolasi dan Identifikasi Awal Bakteri Patogen pada Kolam Maturasi dan Kolam *Wetland* IPLT Supit Urang Kota Malang**

Pembimbing (1) Faisal, S.Si., M.Kes; Pembimbing (2) Majida Ramadhan, S.Si., M.Si

Masalah sanitasi lingkungan di Indonesia, khususnya di Kota Malang masih menjadi masalah yang serius. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang merupakan sarana yang disediakan pemerintah Kota Malang dalam meningkatkan pengolahan limbah tinja agar layak untuk dibuang ke lingkungan. Bakteri patogen merupakan salah satu kandungan pada tinja yang sangat berbahaya karena dapat menyebabkan berbagai penyakit jika mengkontaminasi tubuh manusia. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi awal jenis bakteri patogen yang terdapat pada kolam maturasi dan kolam *wetland* serta membandingkan bakteri patogen yang teridentifikasi pada kedua kolam. Metode yang digunakan pada penelitian ini yaitu deskriptif eksploratif untuk memberi gambaran mengenai keberadaan bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland*. Data yang didapat selanjutnya dianalisis deskriptif yaitu berupa tabulasi data dalam tabel dan diagram. Hasil penelitian menunjukkan bahwa terdapat empat genus bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland*. Empat genus tersebut merupakan anggota dari famili Enterobacteriaceae, diantaranya genus *Escherichia*, *Salmonella*, *Klebsiella*, dan *Enterobacter*. Tidak terdapat perbedaan genus bakteri yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland*. Genus *Escherichia* mendominasi kedua kolam dan terjadi penurunan jumlah koloni yang tumbuh pada sampel kolam *wetland*. Keberadaan bakteri patogen pada kolam maturasi disebabkan oleh kedalaman kolam dan waktu detensi yang melebihi standar. Sedangkan keberadaan bakteri patogen pada kolam *wetland* disebabkan karena terpenuhinya nutrisi mikroorganisme pada air limbah. Efluen limbah tinja belum sepenuhnya aman dibuang ke sungai karena masih mengandung bakteri patogen meskipun secara total *coliform* sudah memenuhi baku mutu.

**Kata kunci:** bakteri patogen, IPLT, kolam maturasi, kolam *wetland*, lumpur tinja

UNISMA

## ABSTRACT

### **Arninda Fadila Rahmadani (NPM. 21901061035) Isolation and Initial Identification of Pathogenic Bacteria in Maturation Ponds and Wetland Ponds IPLT Supit Urang Malang City**

Supervisor (1) Faisal, S.Si., M.Kes; Supervisor (2) Majida Ramadhan, S.Si., M.Si

---

The problem of environmental sanitation in Indonesia, especially in Malang City is still a serious problem. The Supit Urang Fecal Sludge Treatment Plant (IPLT) is a facility provided by the Malang City government in improving the treatment of fecal waste so that it is suitable for disposal into the environment. Pathogenic bacteria are one of the ingredients in feces that are very dangerous because they can cause various diseases if they contaminate the human body. This study aims to isolate and identify the initial types of pathogenic bacteria found in maturation ponds and wetland ponds and to compare the identified pathogenic bacteria in both ponds. The method used in this study is descriptive exploratory to give an overview of the presence of identified pathogenic bacteria in maturation ponds and wetland ponds. The data obtained was then analyzed descriptively in the form of data tabulations in tables and diagrams. The result showed that there were four genera of pathogenic bacteria identified in maturation ponds and wetland ponds. The four genera are members of the Enterobacteriaceae family, including the genera Escherichia, Salmonella, Klebsiella, and Enterobacter. There were no differences in the identified bacterial genera in the maturation ponds and wetland ponds. The Escherichia genus dominated both ponds and there was a decrease in the number of colonies growing in the wetland pond samples. The presence of pathogenic bacteria in the maturation ponds due to the depth of the pond and the detention time that exceeds the standard. While the presence of pathogenic bacteria in wetland ponds is due to fulfillment of microorganism nutrition in wastewater. Fecal waste effluent is not completely safe to dispose of into rivers because it still contains pathogenic bacteria even though total coliform meets quality standards.

**Keywords:** fecal sludge, IPLT, maturation ponds, pathogenic bacteria, *wetland ponds*

## BAB I PENDAHULUAN

### 1.1 Latar Belakang

Masalah sanitasi lingkungan di Indonesia, khususnya di Kota Malang masih menjadi permasalahan yang cukup serius sehingga perlu adanya perhatian khusus dari pemerintah. Berdasarkan data dari BPS Kota Malang pada tahun 2021, Kota Malang memiliki luas wilayah 110,06 Km<sup>2</sup> dengan jumlah penduduk mencapai 844.933 jiwa. Kota Malang merupakan salah satu dari 32 Kota/Kabupaten di Jawa yang menjadi prioritas dalam perencanaan tata kota. Di antaranya adalah penyediaan air bersih, pengelolaan limbah, pengelolaan sampah dan bangunan di kawasan padat penduduk (PKP-Perkotaan, 2017). Peningkatan jumlah penduduk Kota Malang, menyebabkan peningkatan produksi limbah domestik yang dihasilkan oleh masyarakat termasuk limbah tinja.

Peningkatan produksi limbah tinja dapat berbahaya terhadap lingkungan dan manusia apabila tidak dilakukan pengolahan sebelum membuang limbah tinja ke badan air. Pencemaran yang diakibatkan limbah tinja dapat mematikan biota-biota yang hidup pada perairan tempat limbah tinja dibuang dan juga dapat menjadi sarana penyebaran penyakit bagi masyarakat yang ada di daerah tersebut. Oleh karena itu, sudah sepatutnya menjaga kelestarian lingkungan sekitar dengan mengolah limbah terlebih dahulu sebelum dibuang ke lingkungan. Larangan tentang melakukan pencemaran pada lingkungan dijelaskan dalam Surah Al-A'raf ayat 56, Allah berfirman:

*“ Janganlah kamu berbuat kerusakan di bumi setelah diatur dengan baik. Berdoalah kepada-Nya dengan rasa takut dan penuh harap. Sesungguhnya rahmat Allah sangat dekat dengan orang-orang yang berbuat baik (QS. Al-A'raf: 56).*

Berdasarkan ayat di atas, Allah melarang berbuat kerusakan di bumi, yang mana berbuat kerusakan merupakan salah satu bentuk pelampauan batas. Alam raya diciptakan Allah SWT dalam keadaan yang harmonis, serasi, dan memenuhi kebutuhan makhluk hidup. Allah SWT telah menjadikannya dalam keadaan baik, serta memerintahkan hamba-hambanya untuk memperbaikinya (Mustakim, 2017). Ihsan (2007), menambahkan bahwa hakikat diciptakannya manusia dengan kelengkapan alam semesta semata-mata untuk menyembah Allah SWT. Agar manusia mendapatkan kedudukan yang tinggi, maka manusia dituntut untuk bertanggung jawab terhadap perbuatannya.

Salah satu upaya pemerintah dalam meningkatkan pengolahan limbah tinja agar aman dibuang ke lingkungan adalah dengan penyediaan sarana Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT). Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) adalah instalasi pengolahan air limbah domestik yang didesain untuk menerima dan mengolah lumpur tinja yang berasal dari subsistem pengolahan setempat (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017). Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang adalah salah satu Unit Pelaksana Teknis Pengelolaan Air Limbah Domestik Dinas Perumahan dan Kawasan Permukiman Kota Malang yang telah beroperasi sejak tahun 2000.

IPLT Supit Urang memiliki beberapa proses pengolahan, seperti *pre-treatment*, pemekatan lumpur, stabilisasi cairan dan pengeringan lumpur. Prinsip dari pengolahan lumpur adalah mengubah lumpur tinja menjadi air yang dapat langsung dibuang ke lingkungan dan memenuhi baku mutu yang berlaku. Debit lumpur tinja yang masuk ke IPLT Supit Urang rata-rata 44,7 m<sup>3</sup>/hari. Berdasarkan hasil analisis laboratorium efluen air limbah tinja IPLT Supit Urang Kota Malang pada bulan Maret tahun 2022, diperoleh hasil uji pada parameter Amonia Total (NH<sub>3</sub>) sebesar 0,64 mg/L, *Total Coliform* sebesar 240 MPN/100 mL, pH sebesar 6,77, Minyak Lemak sebesar 2,0 mg/L, COD sebesar 33,13 mg/L, BOD 10,33 mg/L, dan Zat Padat Tersuspensi (TSS) sebesar 6,2 mg/L. Dari parameter-parameter yang telah diujikan, limbah buangan akhir IPLT telah memenuhi Standard Baku Mutu Permen LH 68 Tahun 2016 tentang Baku Mutu Air Limbah Bagi Industri Domestik Lainnya.

Parameter biologi yang dikaji pada IPLT Supit Urang hanya berupa *total coliform* saja sedangkan untuk parameter biologi bakteri patogen belum pernah dikaji. Dalam penelitian Widyaningsih, dkk (2016), menyatakan bahwa salah satu pencemar biologis yang terdapat pada air adalah melimpahnya bakteri dan mikroorganisme *coliform*, yang mengindikasikan adanya kontaminasi oleh bakteri patogen yaitu *Escherichia coli*. Semakin tinggi konsentrasi bakteri *coliform* di dalam air, maka semakin tinggi pula konsentrasi bakteri patogen lainnya. Pengujian terhadap parameter biologi bakteri patogen perlu dikaji secara komprehensif untuk memastikan bahwa efluen air limbah tinja IPLT yang akan dibuang ke lingkungan tidak berdampak buruk terhadap kualitas perairan di sekitar IPLT Supit Urang dan penyebaran penyakit menular.

Dalam proses pengolahan limbah tinja, unit-unit operasi yang digunakan pada IPLT Supit Urang antara lain adalah unit *bar screen*, *solid separation chamber*

(SSC), *sludge drying bed* (SDB), kolam pengumpul, kolam anaerobik, kolam fakultatif, kolam maturasi, *kolam wetland*, dan bak desinfeksi / bak clorin. Dalam serangkaian proses tersebut, efluen yang akan dibuang ke sungai pasti akan melalui kolam maturasi dan kolam *wetland*. Kolam maturasi dirancang untuk menghilangkan bakteri *coliform* yang terkandung dalam lumpur tinja dan mengurangi patogen dalam limbah melalui perubahan kondisi yang cepat dan pH yang tinggi (Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat, 2017). Sedangkan pada kolam *wetland* terdapat tanaman yang memiliki peran sebagai fitoremediator dalam menurunkan padatan tersuspensi, zat organik, dan organisme patogen. Dalam penelitian Lestari (2019), kolam *wetland* mampu menurunkan BOD sekitar 65 – 80%, sisa padatan tersuspensi 90%, menurunkan konsentrasi nutrien (nitrogen dan fosfor) menurun hingga 85%, kolam *wetland* juga mampu menghilangkan organisme patogen hingga 99,5%.

Bakteri adalah mikroorganisme uniseluler dan prokariot yang biasanya tidak memiliki klorofil dan bersifat mikroskopis. Dibandingkan dengan makhluk hidup lainnya, bakteri adalah organisme paling banyak dan tersebar luas. Dalam Al-Quran, Allah telah memberikan isyarat tentang keberadaan mikroorganisme. Allah berfirman dalam Surah Al-Baqarah ayat 26:

*“ Sesungguhnya Allah tiada segan membuat perumpamaan berupa nyamuk atau yang lebih rendah dari itu. Adapun orang-orang yang beriman, maka mereka yakin bahwa perumpamaan itu benar dari Tuhan mereka. Dan adapun mereka yang kafir mengatakan: “Apakah maksud Allah menjadikan ini untuk perumpamaan?”. Dengan perumpamaan itu (pula) banyak orang yang diberi-Nya petunjuk. Dan tidak ada yang disesatkan Allah kecuali orang-orang yang fasik”* (QS. Al-Baqarah: 26).

Bakteri memainkan peran penting dalam kehidupan manusia. Bakteri adalah kelompok mikroorganisme yang mampu melakukan proses metabolisme zat organik dan karenanya merupakan bagian penting dari rantai makanan pengolahan limbah. Bakteri menyintesis unsur-unsur dari partikel organik kecil yang terlarut dalam air, sedangkan partikel organik yang lebih besar akan disintesis oleh protozoa karena bakteri tidak dapat memanfaatkan semua partikel organik (Carawan, 1979).

Selain mampu mengurai senyawa organik pada limbah tinja, ada pula bakteri berbahaya penyebab penyakit yang terkandung dalam limbah tinja. Oleh karena itu, bakteri merupakan unsur penting yang sangat mempengaruhi keberhasilan

pengolahan air limbah IPLT sehingga efluen yang dikeluarkan memiliki kandungan yang tidak melebihi baku mutu sebelum dibuang ke badan air (sungai).

## 1.2 Rumusan Masalah

Berdasarkan uraian latar belakang di atas, perumusan masalah dalam penelitian ini antara lain:

1. Bakteri patogen apa saja yang terdapat pada kolam maturasi dan kolam *wetland* di IPLT Supit Urang Kota Malang?
2. Adakah perbedaan jumlah genus bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland* di IPLT Supit Urang Kota Malang?

## 1.3 Tujuan Penelitian

Adapun tujuan dalam penelitian ini antara lain:

1. Mengisolasi dan mengidentifikasi awal genus bakteri patogen yang terdapat pada kolam maturasi dan kolam *wetland* di IPLT Supit Urang Kota Malang.
2. Membandingkan jumlah genus bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland* di IPLT Supit Urang Kota Malang.

## 1.4 Batasan Penelitian

Adapun batasan penelitian ini antara lain:

1. Jenis bakteri yang diidentifikasi dan dianalisis adalah bakteri patogen.
2. Pengambilan sampel dilakukan pada kolam maturasi dan kolam *wetland* IPLT Supit Urang Kota Malang.
3. Parameter yang diuji adalah jenis dan jumlah isolat bakteri patogen berdasarkan medium spesifik.
4. Pra identifikasi dilakukan sampai tahap uji penguat.

## 1.5 Manfaat Penelitian

Adapun manfaat penelitian ini antara lain:

### 1.5.1 Aspek Teoritis

Penelitian ini diharapkan mampu memberikan informasi kepada akademisi dan peneliti lain terkait bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland* IPLT Supit Urang Kota Malang sehingga dapat diketahui tingkat efektifitas fitoremediasi dalam menurunkan jumlah bakteri patogen pada hasil olahan limbah tinja sebelum dibuang ke sungai.



### 1.5.2 Aspek Aplikatif

1. Penelitian diharapkan dapat memberikan informasi ilmiah kepada IPLT Supit Urang terkait bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland* sehingga dapat diambil tindakan dalam meningkatkan pengolahan limbah tinja agar lebih efektif dan efisien.
2. Dapat dijadikan acuan bagi tahap penelitian lebih lanjut mengenai uji antibakteri yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland* IPLT Supit Urang Kota Malang.



## BAB V

### PENUTUP

#### 5.1 Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, dapat disimpulkan bahwa:

1. Bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland* terdiri dari 4 genus yang merupakan anggota dari famili Enterobacteriaceae. Genus tersebut antara lain genus *Escherichia*, genus *Salmonella*, genus *Klebsiella*, dan genus *Enterobacter*.
2. Berdasarkan karakteristik morfologi secara makroskopis, tidak terdapat perbedaan antara bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi dan kolam *wetland*, keduanya didominasi oleh bakteri dari genus *Escherichia*. Sedangkan berdasarkan karakteristik morfologi secara mikroskopis, pada kolam maturasi ditemukan bakteri gram negatif dengan bentuk sel kokus, basil, dan spiral dan pada kolam *wetland* secara keseluruhan ditemukan bakteri gram negatif dengan bentuk sel basil.

#### 5.2 Saran

Berdasarkan penelitian yang dilakukan, beberapa saran yang dapat diajukan oleh penulis:

1. Untuk penelitian selanjutnya, perlu adanya identifikasi bakteri patogen sampai tahap spesies sehingga peneliti dapat mengetahui patogenitas bakteri secara lebih spesifik dan dapat diambil solusi pengendalian yang tepat.
2. Perlu dilakukan pengujian terhadap parameter fisika dan kimia untuk mengetahui faktor-faktor yang mempengaruhi pertumbuhan bakteri patogen pada kolam maturasi atau/dan kolam *wetland*.
3. Perlu dilakukan uji biokimia untuk menentukan genus *Salmonella* dan *Klebsiella* secara lebih spesifik.

## DAFTAR PUSTAKA

- Agustina, N., Eka, N. N. A., dan Ary, G. D. K. 2022. Jenis Gram dan Morfologi Koloni Bakteri dari Air Baku Garam. *Jurnal Ilmu Kelautan Lesser Sunda*. Vol. 2 (1): 1 – 8.
- Akhnah, A. M., Dyah, A. W., dan Rivanna, C. R. 2022. Identifikasi Genera Bakteri *Coliform* pada Desa Datar Kabupaten Jepara. *Jurnal Pendidikan dan Biologi*. Vol. 14 (2): 124 – 131.
- Ampou, E. E., I. Triyulianti, dan S. C. Nugroho. 2015. Bakteri Asosiasi pada Karang *Scleratinia* Kaitannya dengan Fenomena La-Nina di Pulau Bunaken. *Jurnal Kelautan Nasional*. Vol. 10 (2): 55 – 63.
- Andika, B., Puji, W., dan Rahmatul, F. 2020. Penentuan Nilai BOD dan COD sebagai Parameter Pencemaran Air dan Baku Mutu Air Limbah di Pusat Penelitian Kelapa Sawit (PPKS) Medan. *Jurnal Kimia Sains dan Terapan*. Vol. 2 (1): 14-22.
- Anggraeni, R. 2015. Analisis Cemar Bakteri *Escherichia coli* (*E. coli*) 0157: H7 pada Daging Sapi di Kota Makassar. *Skripsi*. Program Studi Kedokteran Hewan. Universitas Hasanudin. Makassar.
- APHA. 1992. *Standard Methods for the Examination of Water and Wastewater*. 18th ed. American Public Health Association, Washington, DC.
- Arifin, I. M. 2015. Deteksi *Salmonella* sp pada Daging Sapi di Pasar Tradisional dan Pasar Modern di Kota Makassar. *Skripsi*. Universitas Hasanuddin, Makassar.
- Asih, D. P., Ain, C. dan Widyorini, N. 2019. Analisis Total Bakteri *Coliform* di Sungai Banjir Kanal Barat dan Silandak, Semarang. *Journal of MAQUARES*. Vol. 8 (4): 309 – 315.
- Aulia, R. 2018. Analisis Keberadaan Bakteri *Escherichia coli* sebagai Parameter Kelayakan Wisata Pantai Gemah Tulungagung. *Skripsi*. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Azzahra, S. 2022. Evaluasi dan Optimalisasi Kinerja Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Kupula Tanjong Kabupaten Pidie. *Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Ar-Raniry. Banda Aceh.
- Badan Pusat Statistik Kota Malang. 2021. *Kota Malang dalam Angka 2021*. BPS, Kota Malang.

- Bolla, N. E. 2021. Isolasi dan Identifikasi *Klebsiella sp.* Asal Rongga Hidung Babi Penderita *Porcine Respiratory Disease Complex*. *Indonesia Medicus Veterinus*. Vol. 10 (6): 917 – 925.
- Bridson, E.Y. 1998. *The Oxoid Manual*. 8<sup>th</sup> Edition. Hampshire: Oxoid Limited. P. 2-118; 2-190 – 191.
- Cahyani, A. N. 2021. Analisis Bakteri Dominan pada Instalasi Pengolahan Air Limbah Komunal dengan Tingkat Resiko Sangat Tinggi di Kabupaten Sleman. *Tugas Akhir*. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia. Yogyakarta.
- Cappucino, J. G. dan Sherma, N. 2013. *Manual Laboratorium Mikrobiologi Edisi 8*. Alih Bahasa: Nur Miftahurrahmah. Jakarta: ECG.
- Cappucino, J.G & Sherman, N, 1983. *Microbiology: A Laboratory Manual*. The Benjamin Cummings Publishing Company Inc. California USA.
- Carawan, R. E. 1979. *Spinoff on Wastewater Treatment of Food Processing Effluents*. Extension special report No. AM-18J. January, 1979.
- Christita, M., Iwanuddin, Kafiar, Y., Tabba, S., dan Mokodompit, H. S. 2018. Identifikasi Bakteri pada Air dari Lahan Bekas Tambang Nikel di Halmahera Timur. *Jurnal WASIAN*. Vol, 5 (1): 35 – 42.
- Danielle, B. 2006. *Salmonella*. Chelsea House Publishers: United States of America.
- Daramusseng, A. dan Syamsir, S. 2021. Studi Kualitas Air Sungai Karang Mumus Ditinjau dari Parameter *Escherichia coli* untuk Keperluan Higiene Sanitasi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*. Vol. 20 (1): 1 – 6.
- Darna, Masnur, T., dan Rahmawati. 2018. Identifikasi Bakteri Anggota *Enterobacteriaceae* pada Makanan Tradisional Sotong Pangkong. *Jurnal Labora Medika*. Vol. 2 (2): 6 – 12.
- Davin-Regli, A. 2019. *Enterobacter spp.*: on taxonomy, clinical aspects, and emerging antimicrobial resistance. *Clinical microbiology reviews*. 32 (4): e00002 – 19.
- Departemen Mikrobiologi Klinik Fakultas Kedokteran Universitas Airlangga. 2015. *Buku Ajar Pemeriksaan Mikrobiologi pada Penyakit Infeksi*. Surabaya: Sagung Seto.
- Dewi, A. K. 2013. Isolasi, Identifikasi, dan Uji Sensitivitas *Staphylococcus aureus* terhadap *Amoxicillin* dari Sampel Susu Kambing Peternakan Ettawa (PE) Penderita Mastitis di Wilayah Girimulyo, Kulonprogo, Yogyakarta. *Jurnal Sain Veteriner*. Vol. 31 (2): 140.

- Ditya, A. N. P. 2021. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* dan Faktor Cemaran pada Daging Babi yang Dijual di Pasar Kreneng Denpasar Utara. *Doctoral Dissertation*. Politeknik Kesehatan Denpasar.
- Dr. Microbe. 2018. *Enterobacteriaceae*. iStockphoto.com.  
<https://www.istockphoto.com/id/foto/enterobacteriaceae-bakteri-berbentuk-batang-gram-negatif-bagian-dari-mikrobiom-usus-gm928552704-254686220>.  
Diakses tanggal 30 April 2023.
- Dwidjoseputro. 1990. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- Elfidasari, D. 2011. Perbandingan Kualitas Es di Lingkungan Universitas Al Azhar Indonesia dengan Restoran *Fast Food* di Daerah Senayan dengan Indikator Jumlah *Escherichia coli* Terlarut pada Tahun 2014. *Jurnal Al Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. Vol. 3 (1): 18 – 23.
- Fardiaz, S. 1993. *Analisis Mikrobiologi Pangan*. Jakarta: Raja Grafindo Perkasa.
- Fatiqin, A., Riri, N., dan Ike. A. 2019. Pengujian Salmonella dengan Menggunakan Media SSA dan *E. coli* Menggunakan Media EMBA pada Bahan Pangan. *Jurnal Indobiosains*. Vol. 1 (1): 22 – 29.
- Febriyanti, I. A. 2020. Analisis dan Identifikasi Bakteri Koliform pada Es Batu dari Berbagai Penjual Minuman di Sekitar Sekolah Dasar Kelurahan Wonokromo Surabaya. *Skripsi*. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Sunan Ampel. Surabaya.
- Febriza, M. A., Adrian, Q. J., dan Sucipto, A. 2021. Penerapan AR dalam Media Pembelajaran Klasifikasi Bakteri. *Jurnal BIOEDUIN: Program Studi Pendidikan Biologi*. Vol. 11 (1): 10-18.
- Fifendy, M. dan Biomed, M. 2017. *Mikrobiologi Edisi Pertama*. Depok: Kencana.
- Franklin L Burton, George Tchobanoglous, Ryujiron Tsuchihishi, H. David Stensel, M. 2013. *Waste Water Engineering Treatment and Resource Recovery*.
- Garrity, G.M., Lilburn, J.R., Cole, S.H.H., J. Euzeby, and B.J Tindall. 2007. *Taxonomic Outline of the Bacteria and Archaea, Releasi 7.7*. Michigan: Michigan State University Board of Trustess. P. 364, 464.
- Ginting, S.T.M., T. Zahrial, H., Darmawi, Maryulia, D., Hennivanda, Erina, Razali, D. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Gram Negatif pada Ambing Kambing Peranakan Etawa (PE). *JIMVET*. Vol. 2 (3): 351 – 360.

- Hadatu, T. L. M dan Herumurti, W. 2020. Alternatif Revitalisasi Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang Kota Malang. *Jurnal Purifikasi*. Vol. 20 (1): 40 – 53.
- Harianja, D. 2018. Kajian Tingkat Pencemaran Air di Kawasan Perairan Danau Toba Desa Silima Lombu Kecamatan Onanrunggu Kabupaten Samosir. *Skripsi*. Jurusan Pendidikan Geografi. Fakultas Ilmu Sosial. Universitas Negeri Medan.
- Harijani, N., Rahadi, U. S. E., dan Nazar, D. S. 2013. Isolasi *Escherichia coli* pada Daging yang Diperoleh dari Beberapa Pasar Tradisional di Surabaya Selatan. *Jurnal Veterinaria Medika*. Vol. 6 (1): 39 – 44.
- Hemraj, V., Diksha, S., dan Avneet, G. 2013. A review on commonly used biochemical test for bacteria. *Innovare Journal of Life Science*. Vol. 1 (1): 1 – 7.
- Hendrayana, M. A. dan Sabudi, M. N. G. 2017. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* Serotipe 0157 dengan Media *Sorbitol Mac Conkey Agar* (SMAC) pada Buah Semangka Potong dari Pedagang Buah Kaki Lima di Kota Denpasar. *E-Jurnal Medika*. Vol. 6 (1).
- Holt, JG, NR, Krieg, PHA, Sneath, JT, Staley & ST, Williams. 1994. *Bergery's Manual of Determinative Bacteriology, 9<sup>th</sup> Edition*. A Wolters Kluwer Company, Philadelphia.
- Indrayani, L & Rahmah, N. 2018. Nilai Parameter Kadar Pencemaran sebagai Penentu Tingkat Efektivitas Tahapan Pengolahan Limbah Cair Industri Batik. *Jurnal Rekayasa Proses*. Vol. 12 (1): 41-50.
- Irianto, K. 2012. *Mikrobiologi Menguak Dunia Mikroorganisme Jilid 1*. Bandung: CV. Yrama Widya.
- Jawetz, E. J., G. E. Melnick., dan C. A. Adelberg. 2006. *Mikrobiologi Kedokteran*. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Jawetz, E., Melnick, J.L., & C. A. Adelberg. 2008. *Mikrobiologi Kedokteran*. Edisi 23. Jakarta: Penerbit Buku Kedokteran EGC.
- Kauffman, F. 1954. Enterobacteriaceae in Bridson, E.Y. *The Oxoid Manual*. 8<sup>th</sup> Edition. Hampshire: Oxoid Limited. p 2-189.
- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. *Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja*. Jakarta Selatan: Direktorat Pengembangan Kesehatan Lingkungan Permukiman Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2018. *Pedoman Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)*. Jakarta Selatan: Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.
- Kholifah, S. 2022. Analisis Kualitas Perairan Sumber Kalibalang Kecamatan Klampok Kota Blitar Berdasarkan Cemaran Bakteri Coliform. *Skripsi*. Program Studi Biologi. Fakultas Sains dan Teknologi. Universitas Islam Negeri Maulana Malik Ibrahim. Malang.
- Khotimah, S. 2013. Kepadatan Bakteri *Coliform* di Sungai Kapuas Kota Pontianak. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Hal: 339 – 349.
- Komang, A. Arya, P., Ni Nengah, D.F. 2018. Identifikasi *Salmonella* spp pada Feses Penjamah Makanan di Rumah Potong Ayam RJ dengan Metode Kultur. *Jurnal Intisari Sains Medika*. Vol. 9: 1 – 5.
- Kurniawan, Fajar, B., Indra, dan Taufik, S. 2018. *Bakteriologi*. Jakarta: EGC.
- Kurniawan, S. 2019. Mengenal Macam-Macam Morfologi Koloni Bakteri. *Online Text Book Laboratorium Medis*. <https://www.atlm-edu.id/2019/02/mengenal-macam-morfologi-koloni-bakteri.html>. Diakses tanggal 16 Mei 2023.
- Lestari, R. D. 2019. Perancangan Ulang Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Cikundul Kota Sukabumi. *Skripsi*. Fakultas Teknik. Universitas Pasundan. Bandung.
- Lestari, S. S. 2017. *Pedoman Perencanaan Teknik Terinci Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT)*. Jakarta Selatan: Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Pemukiman. Direktorat Jenderal Cipta Karya. Kementerian Pekerjaan Umum.
- Lutpiatina, L. 2017. Cemaran *Staphylococcus aureus* dan *Pseudomonas aerogenosa* pada Steteskop di Rumah Sakit. *Jurnal Teknologi Laboratorium*. Vol. 6 (2): 64.
- Mahendra, G. 2016. Pengaruh Infeksi Bakteri *Enterobacter* sp dengan Injeksi Intraperitoneal Terhadap Kelulushidupan Ikan Nila (*Oreochromis niloticus*). *Skripsi*. Universitas Airlangga. Surabaya
- Mahulette, F., Christo, G. M., Stevin, M. 2022. Kelimpahan dan Karakterisasi Morfologi Bakteri Coliform pada Kalora. *Jurnal Biologi, Pendidikan, dan Terapan*. Vol. 8 (2): 94 – 99.
- Mardiyantoro, F. 2018. *Penyembuhan Luka Rongga Mulut*. Malang: UB Press.
- Matuwo, A. 2012. Kualitas Mikrobiologis Daging Ayam pada Pasar Modern dan Tradisional di Makassar. *Skripsi*. Fakultas Peternak. Teknologi Hasil Ternak.

<http://repository.unhas.ac.id/bitstream/handle/123456789/1479/Sk>. Diakses tanggal 31 Maret 2023.

- Maulida, I. A. 2021. Identifikasi Mikroba Dominan pada IPAL Komunal di Area dengan Tingkat Resiko Sanitasi Tinggi di Kabupaten Sleman. *Skripsi*. Program Studi Teknik Lingkungan. Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan. Universitas Islam Indonesia.
- Maza, L. M., Pezzlo, M. T., & Baron, E. J. 1997. *Color Atlas of Diagnostic Microbiology*. Missouri: Mosby – Year Book.
- Mulyani, N., dan Solikhin, M. 2021. Perencanaan Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Babakan Karet Kabupaten Cianjur Menggunakan Kolam Stabilisasi Tahun 2017. *Jurnal Teknologi dan Pengelolaan*. Hal 24 – 39.
- Munandar, K. 2016. *Pengenalan Laboratorium IPA-BIOLOGI Sekolah*. Bandung: Refika Aditama.
- Mustakim. 2017. Pendidikan Lingkungan Hidup dan Implementasinya dalam Pendidikan Islam (Analisis Surat Al-A'raf Ayat 56 – 58 Tafsir Al Misbah Karya M. Quraish Shihab). *Journal of Islamic Education (JIE)*. Vol. 2 (1): 9 – 10.
- Nuraini, E., Fauziah, T & Lestari, F. 2019. Penentuan Nilai BOD dan COD Limbah Cair Inlet Laboratorium Pengujian Fisis Politeknik Atk Yogyakarta. *Integrated Lab Journal*. Vol. 7 (2): 10-15.
- Nurhidayati, S., Faturrahman, M. Ghazali. 2015. Deteksi Bakteri Patogen yang Berasosiasi dengan *Kappaphycus alvarezii* (Doty) Bergejala Penyakit Ice-Ice. *Jurnal Sains Teknologi & Lingkungan*. Vol. 1 (2): 24 – 30.
- Nursanty, R., Sari, W., dan Safranita. 2019. Karakterisasi dan Identifikasi Bakteri Enterobacteriaceae pada Telur Penyu Lekang (*Lepidochelys olivacea*) Asal Lhok Pante Tibang, Banda Aceh. *Jurnal Sain Veteriner*. Vol. 37 (1): 41 – 48.
- Oktaviani, N., Sulistiyawati, I., dan Rahayu, N. L. 2022. Isolasi dan Karakteristik Umum Mikroba yang Diduga Enterobacteriaceae pada Jajanan di Wilayah Purwokerto Menggunakan Medium EMBA. *Research Journal of Science and Technology*. Vol. 2 (1): 041 – 051.
- Pelczar, M. J. dan E. C. S. Chan. 1986. *Dasar-Dasar Mikrobiologi 1*. Jakarta: Universitas Indonesia Press. 443 hlm. (Diterjemahkan oleh Ratna Siri Hadioetomo).
- Peraturan Menteri Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat Republik Indonesia Nomor 04 Tahun 2017 tentang *Penyelenggaraan Sistem Pengelolaan Air Limbah Domestik*.



- PKP-Perkotaan, S. 2017. *Kolaborasi dalam Penataan Kawasan Permukiman Kumuh Perkotaan*. Jakarta: Kementerian Pekerjaan Umum dan Penataan Ruang Republik Indonesia.
- Prasetyo, H. D., Nuari, A. F., Nazirah, Y., Kusuma, A.A., Purnamasari, V., dan Hapsari, N. 2022. Pemanfaatan *Salvina molesta*, *Marsilea crenatea*, dan *Azolla pinnata* sebagai Agent Fitoremediasi Insektisida Diazinon. *Journal of Biotropical Research and Nature Technology*. Vol. 1 (1): 7 – 13.
- Pratiwi, S. T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Yogyakarta: Penerbit Erlangga.
- Priadie, B. 2012. Teknik Bioremediasi sebagai Alternatif dalam Upaya Pengendalian Pencemaran Air. *Jurnal Ilmu Lingkungan*. Vol. 10. Hal. 41 – 42.
- Puspitasari, F.D., Shovitri, M., dan Kuswytasari, N. D. 2012. Isolasi dan Karakterisasi Bakteri Aerob Proteolitik dari Tangki Septik. *Jurnal Sains dan Seni ITS*. Vol 1 (1).
- Puspitasari, R. L. 2013. Kualitas Jajanan Siswa di Sekolah Dasar. *Jurnal Al-Azhar Indonesia Seri Sains dan Teknologi*. Vol. 2 (1): 52-56.
- Putri, A. L. O dan Kusdiyanti, E. 2018. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Asam Laktat dari Pangan Fermentasi Berbasis Ikan (Inasua) yang Diperjualbelikan di Maluku-Indonesia. *Jurnal Biologi Tropika*. Vol. 1 (2): 6 – 12.
- Putri, M. H., Sukini, dan Yodong. 2017. *Mikrobiologi*. Jakarta: Kementerian Kesehatan Republik Indonesia
- Rahayu, S. A. dan Gumilar, M. H. 2017. Uji Cemar Air Minum Masyarakat Sekitar Margahayu Raya Bandung dengan Identifikasi Bakteri *Escherichia coli*. *IJPST*. Vol. 4 (2): 50 – 56.
- Rahayu, W. P. 2021. *Escherichia coli: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko*. Bogor: PT Penerbit IPB Press.
- Rahayu, W. P., Nurjanah, S., dan Komalasari, E. 2018. *Escherichia coli: Patogenitas, Analisis, dan Kajian Risiko*. Bogor: IPB Press.
- Ramadhani, J., Rr. Dina, A., Ika, W.W. 2019. Pengolahan Air Lindi Menggunakan Metode *Constructed Wetland* di TPA Sampah Tanjungrejo, Desa Tanjungrejo, Kecamatan Jekulo, Kabupaten Kudus. *Jurnal Ilmiah Lingkungan Kebumihan*. Vol. 1 (2): 1 – 8.
- Ramadhani, R. D., dan Ridhlo, I. A. 2020. Perilaku Masyarakat dalam Pembuangan Tinja ke Sungai di Kelurahan Rangkah, Surabaya. *Jurnal Promkes: The Indonesian Journal of Health Promotion and Health Education*: 87 – 98.

- Ranti, J. C. A., Haryati, B. S., dan Guruh, P. 2020. Efektivitas Sistem Constructed Wetland dalam Menurunkan Jumlah Bakteri Patogen pada Limbah Rumah Sakit. *JISTIN*. Vol. 4 (2): 89 – 93.
- Reddy, U., Arya, S., Jyothi, R. 2009. Evaluation of Microbiological assays of Antibiotics. *Pharmacologyonline*. Vol. 2 : 697 – 706.
- Rito, B. A. 2017. Pemanfaatan *Constructed Wetland* sebagai Bagian dari Rancangan Lanskap Ruang Publik yang Berwawasan Ekologis Studi Kasus Houtan Park China. *Jurnal Sains dan Teknologi Lingkungan*. Vol. 9 (1): 46 – 59.
- RuangBiologi. 2022. Bentuk Bakteri: Pengertian, Contoh, dan Gambar Lengkap. *Blog Pelajaran Ilmu Biologi*. <https://www.ruangbiologi.co.id/bentuk-bakteri/>. Diakses tanggal 16 Mei 2023.
- Sa'adah, F. P. 2018. Analisis Bakteri *Coliform* dalam Es Batu dari Berbagai Kantin di Universitas Islam Negeri Raden Intan Lampung (Sebagai Pengayaan Sumber Belajar Biologi Materi Kingdom Monera pada Peserta Didik SMA Kelas X Semester Ganjil). *Doctoral Dissertation*. UIN Raden Intan Lampung.
- Sabbathini, G. C., S. Pujiyanto., dan P. Lisdiyanti. 2017. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Genus *Sphingomonas* dari Daun Padi (*Oryza sativa*) di Area Persawahan Cibinong. *Jurnal Biologi*. Vol. 6 (1): 59 – 64.
- Sari, P. D., Rahmawati, dan P. W, E. R. 2019. Deteksi dan Identifikasi Genera Bakteri *Coliform* Hasil Isolasi dari Minuman Lidah Buaya. *Jurnal Labora Media*. Vol. 3 (1): 29 – 35.
- Scott, S. E., Matthews, J., Hobbs, K. C., Maldonado, K., Bhattarai, R., Sunenshine, R., & Prasai, S. 2020. Notes from the Field: Carbapenemase-Producing *Klebsiella pneumoniae* in a Ventilator-Capable Skilled Nursing Facility—Maricopa County, Arizona, July–November 2018. *Morbidity and Mortality Weekly Report*. Vol. 69 (10), 274.
- Sefentry, A dan Masriatini, R. 2021. Analisis Penentuan Desain Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) di Kabupaten Musi Rawas (Mura). *Jurnal Teknik Kimia*. Vol. 16 (1): 15-21.
- Singleton dan Sainsbury. 2006. *Dictionary of Microbiology and Molecular Biology 3<sup>rd</sup> Editional*. Sussex, England: John Wiley and Sons.
- Songer, J. G., dan Post, K. W. 2005. *Veterinary Microbiology*. St. Louis Elsevier.
- Sopandi, T dan Wardah. 2014. *Mikrobiologi Pangan – Teori dan Praktik*. Yogyakarta: Andi Offset. Hal. 31.

- Sopiah, N., Oktaviani, A. N., Sulistia, S., Suciati, F., & Aviantara, D. B. 2011. Isolasi dan Identifikasi Bakteri Pendegradasi Hidrokarbon yang Berasal dari Tanah Tercemar Minyak Bumi. *Jurnal Teknologi Lingkungan*. Vol. 12(3): 291 - 298.
- Susanti, M. 2021. Analisis Cemaran *Coliform* pada Sumber Air Produsen Kue Tradisional Apem di Kecamatan Kesesi Kabupaten Pekalongan. *Jurnal Medika Husada*. Vol 1 (2): 29 – 34.
- Sutiknowati, L. I. 2016. Bioindikator Pencemar, Bakteri *Escherichia coli*. *Jurnal Oseana*. Vol. 41 (4): 63 – 71
- Syauqi, A. 2017. *Mikrobiologi Lingkungan Peranan Mikroorganisme dalam Kehidupan*. Surabaya: Penerbit Andi.
- Thohari, N. M. 2019. Pemanfaatan Tepung Kacang Hijau (*Vigna radiata* L.) sebagai Media Alternatif NA (*Nutrient Agar*) untuk Pertumbuhan Bakteri *Escherichia coli*. *Jurusan Analis Kesehatan Poltekkes Kemenkes Surabaya*. Vol. 8 (2): 725 – 737.
- Toelle, N.N., dan Lenda, V. 2014. Identifikasi dan Karakteristik *Staphylococcus* sp. dan *Streptococcus* sp. dari Infeksi Ovarium pada Ayam Petelur Komersial (Identification and Characteristics of *Staphylococcus* sp. and *Streptococcus* sp. Infection of Ovary in Commercial Layers). *Jurnal Ilmu Ternak*. Vol 1 (7): 32-37.
- Tortora, G. J., Berdell R. F., & Christine, L. Case. – 10<sup>th</sup> ed. 2010. *Microbiology: an introduction*.
- UPTPALD DPUPRKP Kota Malang. 2020. *Data Laporan Harian Penyedotan dan Pembuangan Tinja*.
- Utami, A., Bintari, S. H., dan Susanti, R. 2018. Deteksi *Escherichia coli* pada Jamu Gendong di Gunungpati dengan Medium Selektif Diferensial. *Unnes Journal of Life Science*. Vol. 7 (2): 73 – 81.
- Waluyo, L. 2010. *Teknik Metode Dasar Mikrobiologi*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Waluyo, L. 2018. *Mikrobiologi Umum*. Malang: Universitas Muhammadiyah Malang Press.
- Wardani, T. S. dan Tanikolan, R. A. 2021. Analisis Cemaran Bakteri *Escherichia coli*, *Salmonella* pada Depot AMIU Kelurahan Cemani Kabupaten Sukoharjo. *Prosiding Seminar Informasi Kesehatan Nasional (SIKESNAS)*. Fakultas Ilmu Kesehatan. Universitas Duta Bangsa Surakarta.
- Warren, B. P. 2015. *Enterobacter* sp. [http://genome.jgi-psf.org/ent\\_6.home.html](http://genome.jgi-psf.org/ent_6.home.html). Diakses tanggal 16 April 2023.

- Wati, D. S dan Rukmanasari. 2013. Pembuatan Biogas dari Limbah Cair Industri Bioetanol melalui Proses Anaerob. *Technical Report*. Fakultas Teknik. Universitas Diponegoro. Semarang.
- Widyaningsih, W., Supriharyono, S., & Widyorini, N. 2016. Analisis Total Bakteri *Coliform* di Perairan Muara Kali Wisu Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. Vol. 5 (3): 157-164.
- Wulandari, D., dan Herumurti, W. 2017. Pemisahan Padatan Lumpur Tinja pada Unit *Solid Separation Chamber (SSC)*. *Jurnal Purifikasi*. Vol. 17 (2) : 87 – 93.
- Wuran, V., Heni, F., dan Subagiyono. 2018. Fitoremediasi Kiambang (*Salvina molesta*) terhadap Penurunan Kadar Phospat pada Air Limbah Usaha Binatu. *Jurnal (Kesehatan Masyarakat) Khatulistiwa*. Vol. 5 (2): 42 – 47.
- Zikra, W., Amir, A., dan Putra, A. E. 2018. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli (E. coli)* pada Air Minum di Rumah Makan dan Cafe di Kelurahan Jati serta Jati Baru Kota Padang. *Jurnal Kesehatan Andalas*. Vol. 7 (2): 213 – 214.
- Zimboro, M. J. dan D. A. Power. 2003. *Difco & BBL Manual*. Becton, Dickinson and Company. Maryland.

