

Isolasi dan Identifikasi Awal Bakteri Patogen pada Kolam Maturasi IPLT Supit Urang Kota Malang

Isolation and Initial Identification of Pathogen Bacteria in Maturation Pond IPLT Supit Urang Malang City

Arninda Fadila Rahmadani^{1*)}, Faisal^{2**)}, Majida Ramadhan³, Hamdani Dwi Prasetyo⁴
Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang
Faculty of Mathematics and Natural Science University of Islam Malang

ABSTRAK

Masalah sanitasi di Kota Malang merupakan masalah yang serius. Adanya Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang dimaksudkan untuk meningkatkan pengolahan limbah tinja agar layak dibuang ke lingkungan. Penelitian ini bertujuan untuk mengisolasi dan mengidentifikasi awal jenis bakteri patogen yang terkandung pada efluen limbah tinja yang terdapat pada kolam maturasi. Metode yang digunakan yaitu deskriptif eksploratif untuk memberikan gambaran mengenai keberadaan bakteri patogen pada kolam maturasi. Data yang didapatkan 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. Empat genus tersebut merupakan anggota dari famili Enterobacteriaceae, diantaranya Escherichia, Salmonella, Klebsiella, dan Enterobacter. Secara mikroskopis, ditemukan bakteri gram negatif dengan bentuk sel basil, kokus, dan spiral. Keberadaan bakteri patogen pada kolam maturasi diduga karena kedalaman kolam dan waktu detensi yang melebihi standar. Pengolahan efluen limbah tinja pada kolam maturasi belum maksimal karena masih mengandung bakteri patogen berbahaya, sehingga perlu pengolahan lebih intensif agar layak untuk dibuang ke sungai.

Kata Kunci: bakteri patogen, IPLT, kolam maturasi, lumpur tinja

ABSTRACT

The sanitation problem in Malang City is a serious problem. The Supit Urang Fecal Sludge Treatment Plant (IPLT) is intended to improve the processing of fecal waste so that is suitable for disposal into the environment. This study aims to isolate and identify the initial types of pathogenic bacteria contained in fecal waste effluent found in maturation ponds. The method used is descriptive exploratory to provide an overview of the presence of pathogenic bacteria in maturation ponds. The data obtained was then analyzed descriptively in form of data tabulations in tables and diagrams. The result showed that there were four genera of pathogenic bacteria identified in maturation ponds. The four genera are members of the Enterobacteriaceae family, including Escherichia, Salmonella, Klebsiella, and Enterobacter. Microscopically, bacteria were found to be gram-negative with bacilli, cocci, and spiral cell shapes. The presence of pathogenic bacteria in the maturation ponds is thought to be due to the depth of the pond and the detention time exceeds the standard. Treatment of fecal waste in maturation ponds is not optimal because it still contains harmful pathogenic bacteria, so it needs more intensive processing to make it suitable for disposal into the river.

Keywords: fecal sludge, IPLT, maturation pond, pathogenic bacteria

*) Arninda Fadila Rahmadani, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193, Malang 65144, e-mail: arnindafadila09@gmail.com

**) Faisal, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193, Malang 65144, e-mail: faisal_abd@unisma.ac.id

***) Majida Ramadhan, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193, Malang 65144, e-mail: majida.ramadhan@unisma.ac.id

****) Hamdani Dwi Prasetyo, Program Studi Biologi, Fakultas Matematika dan Ilmu Pengetahuan Alam, Universitas Islam Malang, Jl. MT. Haryono 193, Malang 65144, e-mail: hamdani.dwiprasetyo@unisma.ac.id

Pendahuluan

Peningkatan jumlah penduduk Kota Malang menyebabkan permasalahan sanitasi yang cukup serius. Semakin tinggi jumlah penduduk maka produksi limbah tinja semakin meningkat. Perlu adanya pengolahan limbah tinja agar aman dibuang ke lingkungan. Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang merupakan sarana yang disediakan pemerintah sebagai upaya meningkatkan pengolahan limbah tinja. Lumpur tinja akan diolah menjadi lumpur kering yang disebut *cake* dan air olahan/efluen yang sudah aman akan dibuang ataupun dimanfaatkan kembali [1]. Tujuan utama pengolahan lumpur tinja adalah untuk mengurangi konsentrasi zat organik dari dalam lumpur tinja dan untuk menghilangkan kandungan mikroorganisme patogen.

Bakteri patogen merupakan bakteri berbahaya yang dapat menyebabkan penyakit. Keberadaan bakteri patogen dapat diindikasikan dengan adanya bakteri *coliform*. Semakin tinggi konsentrasi *coliform* maka semakin tinggi pula konsentrasi bakteri patogen lainnya [2]. Bakteri *coliform* dibagi menjadi dua yaitu bakteri fekal dan non fekal. Bakteri fekal merupakan bakteri yang ditemukan pada tinja manusia dan hewan berdarah panas, sedangkan bakteri non fekal adalah bakteri yang ditemukan pada hewan dan tanaman yang telah mati [3].

Kolam maturasi merupakan kolam yang dirancang untuk menyisihkan *coliform* yang terkandung pada lumpur tinja dan mereduksi patogen melalui perubahan kondisi yang sangat cepat dan pH yang tinggi [4]. Kolam maturasi memiliki fungsi utama untuk menghilangkan bakteri atau mereduksi BOD, COD, dan *Suspended Solid* (padat tersuspensi) serta bakteri coli. Efluen pada kolam maturasi berasal dari kolam fakultatif, kolam maturasi ini bertanggung jawab terhadap kualitas efluen limbah tinja sebelum dialirkan ke kolam pengolahan terakhir [5]. Penelitian ini bertujuan untuk mengidentifikasi bakteri patogen yang terkandung pada efluen limbah tinja yang terdapat pada kolam maturasi dan mengetahui tingkat kelayakan efluen tersebut untuk dibuang ke badan air sekitar IPLT Supit Urang Kota Malang.

Material dan Metode

Bahan dan Alat

Bahan yang digunakan dalam penelitian ini yaitu sampel air kolam maturasi, akuades, akuades steril, biakan murni (*Escherichia coli*), media *Nutrient Agar* (NA) merek *Himedia*, media *Eosin Methylene Blue Agar* (EMBA) merek *Oxoid*, zat kristal violet, iodin, alkohol 96%, safranin, alkohol 70%, minyak imersi, dan spirtus.

Alat yang digunakan pada penelitian yaitu botol sampel, *water sampler*, corong, box steril, erlenmeyer, cawan petri, kaca objek, kaca penutup, gelas *beaker* 500 mL, gelas ukur 10 mL, gelas ukur 100 mL, tabung reaksi, bunsen, korek api, spatula, jarum inokulasi (ose), *spreader* kaca, neraca analitik, *hot plate* dan *magnetic stirrer*, *microwave*, autoklaf, *Laminar Air Flow* (LAF), vortex, inkubator, mikroskop, lemari pendingin, *cotton plug*, pipet tetes, mikropipet, *blue tip*, kertas sampul, kertas label, plastik *wrap*, aluminium foil, plastik bungkus, karet gelang, kamera, dan ATK.

Metode

Penelitian ini dilaksanakan pada bulan Februari – Maret 2023. Sampel air diambil dari kolam maturasi di Instalasi Pengolahan Lumpur Tinja (IPLT) Supit Urang yang beralamat di Jl. Rawisari, Kelurahan Mulyorejo, Kecamatan Sukun, Kota Malang. Pengujian sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi, Laboratorium Terpadu dan Halal Center Universitas Islam Malang.

Jenis penelitian ini yaitu deskriptif eksploratif untuk memberikan gambaran keberadaan bakteri patogen yang terdapat pada kolam maturasi meliputi karakteristik makroskopis dan mikroskopis. Pengambilan sampel dilakukan dengan menggunakan metode *Grab sampling*.

Cara Kerja

Pengambilan Sampel: Pengambilan sampel dilakukan pada satu titik yaitu pada bagian tengah kolam. Metode yang digunakan dalam pengambilan sampel pada kolam maturasi ini yaitu metode *Grab Sampling*. Pengambilan sampel menggunakan *water sampler* dan dimasukkan ke dalam botol steril, disimpan dalam box lalu dibawa ke Laboratorium untuk diuji.

Isolasi Bakteri: Sampel air kolam maturasi diambil 1 mL dan dimasukkan dalam tabung reaksi berisi 9 mL akuades steril untuk didapatkan pengenceran 10^{-1} dan dilakukan serial pengenceran hingga 10^{-3} . Pada setiap pengenceran diambil 20 μ l untuk diinokulasi pada media EMBA dengan metode sebar (*spread plate*) kemudian diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam. Selanjutnya bakteri yang tumbuh pada media EMBA diinokulasi pada media NA untuk mendapat isolat murni dengan metode gores (*streak plate*) secara kuadran lalu diinkubasi pada suhu 37°C selama 24 jam.

Identifikasi Bakteri: Identifikasi bakteri dilakukan secara makroskopis dan mikroskopis. Identifikasi secara makroskopis dilakukan dengan mengamati karakteristik koloni bakteri yang tumbuh pada media EMBA meliputi bentuk, warna, tepi, dan elevasinya. Sedangkan identifikasi secara mikroskopis dilakukan dengan pewarnaan gram untuk menentukan bakteri termasuk dalam gram positif atau gram negatif serta mengetahui bentuk sel bakteri.

Analisis Data: Data hasil pengamatan isolat bakteri patogen selanjutnya dianalisis secara deskriptif kualitatif. Data pengamatan berupa karakteristik morfologi bakteri patogen secara makroskopis dan mikroskopis disajikan dalam bentuk gambar, tabel, dan diagram.

Hasil dan Diskusi

Hasil Penelitian

Kehadiran bakteri patogen dalam kolam maturasi dapat dideteksi dengan kemampuan koloni bakteri untuk tumbuh pada media selektif. Koloni bakteri yang tumbuh memiliki karakteristik yang berbeda-beda tergantung kemampuannya untuk bereaksi dengan media pertumbuhan. Media EMBA merupakan media selektif dan diferensial untuk pertumbuhan bakteri gram negatif dengan kandungan *eosin* yang dapat menghambat pertumbuhan bakteri gram positif dan kandungan *methylene blue* untuk membedakan bakteri yang mampu memfermentasi laktosa dan bakteri yang tidak mampu memfermentasi laktosa.

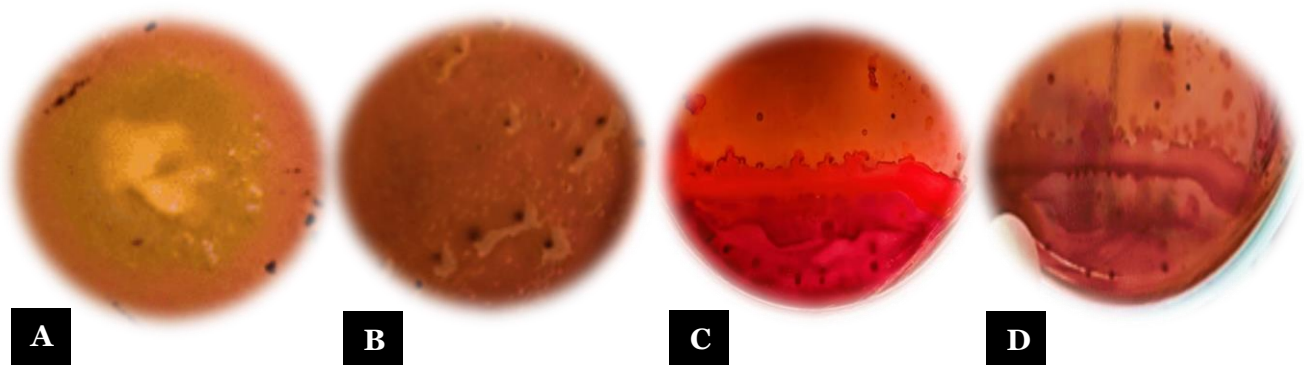
Identifikasi bakteri pada sampel kolam maturasi di IPLT Supit Urang Kota Malang didapatkan 13 isolat bakteri yang memiliki karakteristik morfologi secara makroskopis yang bervariasi. Dari total 13 isolat bakteri, pada pengenceran 10^{-3} ditemukan paling banyak isolat bakteri yang tumbuh yaitu sebanyak 7 isolat, didominasi oleh koloni berwarna merah muda. Pada pengenceran 10^{-1} ditemukan 2 isolat sedangkan pada pengenceran 10^{-2} ditemukan 4 isolat yang didominasi oleh koloni berwarna hijau metalik. (Tabel 1). Bakteri *coliform* memiliki karakteristik yang bervariasi pada media EMBA. Karakteristik tersebut meliputi warna, bentuk, tepian, dan elevasi koloni [6]. Perbedaan karakteristik yang signifikan dapat dilihat pada perbedaan warna koloni. Dari keragaman bentuk dan juga warna koloni, diketahui bahwa terdapat empat genus bakteri patogen.

Tabel 1. Hasil pengamatan morfologi koloni bakteri patogen secara makroskopis

Sampel	Kode Isolat	Morfologi Koloni			
		Bentuk	Warna	Tepian	Elevasi
10^{-1}	M-A2	<i>Irregular</i>	Tidak berwarna dengan titik hitam di bagian tengah	<i>Even</i>	<i>Convex</i>
	M-A4	<i>Irregular</i>	Hijau Metalik	<i>Wavy</i>	<i>Flat</i>
10^{-2}	M-B1	<i>Puncitiform</i>	Hijau Metalik	<i>Curled</i>	<i>Flat</i>
	M-B2	<i>Fimbria</i>	Hijau Metalik	<i>Fimbria</i>	<i>Flat</i>
	M-B3	<i>Circular</i>	Hijau Metalik	<i>Even</i>	<i>Flat</i>
	M-B5	<i>Irregular</i>	Tidak berwarna dengan titik hitam di bagian tengah	<i>Even</i>	<i>Convex</i>
	M-C1	<i>Circular</i>	Hijau Metalik	<i>Even</i>	<i>Flat</i>
10^{-3}	M-C2	<i>Circular</i>	Merah Muda	<i>Even</i>	<i>Flat</i>
	M-C3	<i>Puncitiform</i>	Merah Muda	<i>Wavy</i>	<i>Convex</i>
	M-C4	<i>Puncitiform</i>	Tidak berwarna dengan titik hitam di bagian tengah	<i>Even</i>	<i>Convex</i>
	M-C7	<i>Circular</i>	Tidak berwarna dengan titik hitam di bagian tengah	<i>Even</i>	<i>Convex</i>
	M-C8	<i>Puncitiform</i>	Merah Muda	<i>Even</i>	<i>Flat</i>
	M-C11	<i>Circular</i>	Merah Muda	<i>Even</i>	<i>Flat</i>

Keterangan: *Circular* :  *Puncitiform* :  *Irregular* :  *Even* :  *Wavy* :  *Curled* :  *Fimbria* : 
Flat :  *Convex* : 

Perbedaan karakteristik morfologi keempat genus bakteri patogen pada media EMBA secara makroskopis dapat dilihat pada Gambar 1.



Gambar 1. Karakteristik koloni bakteri dari sampel kolam maturasi yang tumbuh pada media EMBA

(A) Genus *Escherichia*, (B) Genus *Salmonella*, (C) Genus *Klebsiella*, (D) Genus *Enterobacter*

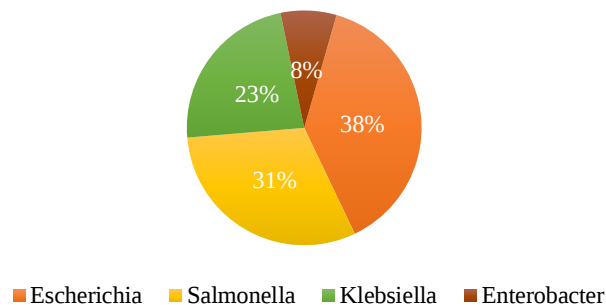
Dari empat genus bakteri yang teridentifikasi dan berdasarkan kemiripan ciri morfologi setiap genus bakteri dari sampel kolam maturasi, didapatkan kuantifikasi masing-masing genus. Kuantifikasi genus bakteri patogen yang teridentifikasi dari sampel kolam maturasi dapat dilihat pada Tabel 2.

Tabel 2. Kuantifikasi genus bakteri patogen yang teridentifikasi dari sampel kolam maturasi

No.	Genus Bakteri	Jumlah
1.	Escherichia	5
2.	Salmonella	4
3.	Klebsiella	3
4.	Enterobacter	1
Jumlah		13

Dari kuantifikasi genus bakteri patogen di atas, dapat diketahui genus bakteri patogen yang mendominasi pada kolam maturasi. Nilai persentase masing-masing genus tersaji pada Gambar 2.

Genus Bakteri Patogen dari Sampel Kolam Maturasi



Gambar 2. Diagram komposisi genus bakteri patogen dalam kolam maturasi

Pengamatan karakteristik morfologi bakteri patogen secara mikroskopis dilakukan dengan pewarnaan gram, dimana isolat yang akan dilakukan pewarnaan diambil dari koloni bakteri yang tumbuh pada media NA yang merupakan hasil isolasi dari koloni bakteri pada media selektif EMBA. Pewarnaan gram adalah teknik identifikasi bakteri secara mikroskopis yang tujuannya untuk membedakan bakteri gram positif dan bakteri dari golongan negatif dengan melihat bentuk, ukuran, dan susunan sel yang ditunjukkan dengan perbedaan warna. Hasil identifikasi bakteri patogen secara mikroskopis dapat dilihat pada Tabel 3.

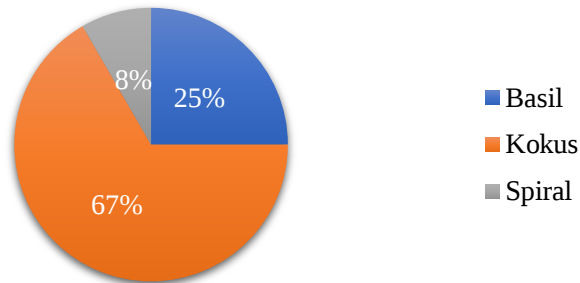
Tabel 3. Hasil identifikasi bakteri patogen dari sampel kolam maturasi dengan pewarnaan gram

Pengenceran	Ulangan	Pewarnaan Gram					
		Gram Negatif			Gram Positif		
		Basil	Kokus	Spiral	Basil	Kokus	Spiral
10^{-1}	A1	+	+	-	-	-	-
	A2	+	-	-	-	-	-
	A3	+	+	-	-	-	-
10^{-2}	B1	-	+	-	-	-	-
	B2	-	+	-	-	-	-
	B3	-	+	-	-	-	-
10^{-3}	C1	-	+	-	-	-	-
	C2	-	+	+	-	-	-
	C3	-	+	-	-	-	-

Keterangan: (+) : Positif / ada (-) : Negatif / tidak ada

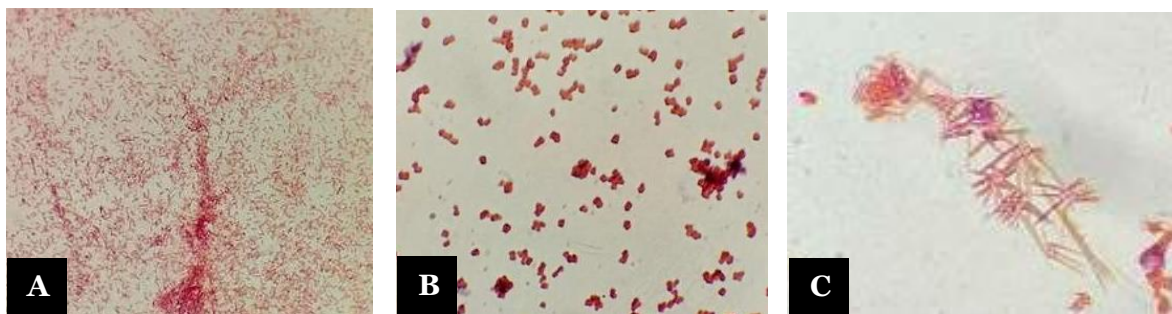
Berdasarkan data pada Tabel 3, dapat diketahui persentase dari masing-masing bentuk sel bakteri yang teridentifikasi dari kolam maturasi yang disajikan pada Gambar 3.

Bentuk Sel Bakteri Patogen dari Kolam Maturasi



Gambar 3. Diagram komposisi bentuk sel bakteri patogen dalam kolam maturasi dengan pewarnaan gram

Dari Gambar 3, terlihat bahwa pertumbuhan bakteri gram negatif dengan berbentuk sel kokus dominan sebesar 67%, sedangkan persentase bakteri gram negatif berbentuk sel basil sebesar 25%, dan persentase terendah adalah bakteri gram negatif berbentuk sel spiral yaitu sebesar 8%. Hasil pengamatan mikroskopis bentuk sel bakteri ditunjukkan pada Gambar 4.



Gambar 4. Karakteristik mikroskopis bakteri patogen dari sampel kolam maturasi dengan pewarnaan gram pada perbesaran 1000x
(A) Bentuk sel basil, (B) Bentuk sel kokus, dan (C) Bentuk sel spiral

Pembahasan

Berdasarkan karakteristik morfologi pada Tabel 1, diduga semua isolat yang tumbuh adalah bakteri gram negatif khususnya kelompok Enterobacteriaceae. Media EMBA merupakan media selektif dan diferensial untuk pertumbuhan bakteri gram negatif. Media ini dapat digunakan untuk membedakan bakteri fekal koliform dan non fekal koliform. Koloni bakteri dengan warna hijau metalik adalah bakteri dari genus *Escherichia*, hal tersebut dikarenakan kemampuan bakteri dalam memfermentasi laktosa [7]. Pada media EMBA mikroba fermenter laktosa menghasilkan koloni dengan inti berwarna hitam dan kilap metalik, sedangkan koloni yang tumbuh dari mikroba lain tidak berwarna (transparan) [8].

Koloni bakteri dengan warna transparan dan memiliki titik hitam di tengah adalah bakteri dari genus *Salmonella*. Bakteri ini tidak dapat memfermentasi laktosa, tetapi dapat memfermentasi glukosa dan menghasilkan H_2S . Gas H_2S yang dihasilkan oleh *Salmonella* bereaksi dengan ion besi membentuk

endapan besi sulfida berwarna hitam yang terlihat seperti bintik hitam pada koloni [9]. Sedangkan glukosa yang dihasilkan *Salmonella* dapat menghasilkan gas dan asam [10].

Koloni bakteri yang berwarna merah muda, tebal, dan berlendir (*muroid*) adalah bakteri dari genus *Klebsiella*. Bakteri ini dapat memfermentasi laktosa, namun tidak secepat genus *Escherichia*, dan menghasilkan asam lemah. Bakteri gram negatif yang dapat memfermentasi laktosa secara perlahan tampak berwarna coklat dan merah muda, dan bakteri yang tidak dapat memfermentasi laktosa akan terlihat merah pudar [11]. Sementara itu, koloni bakteri berwarna merah muda dengan tepian bergelombang adalah bakteri dari genus *Enterobacter*, bakteri ini tidak dapat memfermentasi laktosa.

Hal ini sesuai dengan pernyataan bahwa bakteri *Enterobacter* akan berwarna merah muda atau tidak berwarna [12]. Bakteri dengan koloni berwarna transparan menunjukkan bahwa bakteri tersebut tidak dapat memfermentasi laktosa.

Berdasarkan hasil identifikasi yang telah dilakukan, kolam maturasi belum maksimal dalam menyisihkan *coliform* dan mereduksi patogen karena masih ditemukan kandungan bakteri patogen yang cukup tinggi. Masih tingginya kandungan bakteri patogen pada kolam maturasi diduga disebabkan kedalaman kolam yang mencapai 4 meter. Menurut Permen PUPR Nomor 04 Tahun 2017, kriteria kedalaman kolam maturasi yaitu 1 – 2 meter. Kondisi kolam yang terlalu dalam menyebabkan sinar matahari sulit menjangkau dasar kolam sehingga mempengaruhi proses penguraian bakteri patogen oleh sinar matahari. Semakin dangkal kolam maturasi maka semakin efektif dalam proses penyisihan bakteri serta virus dengan penetrasi cahaya [13].

Selain kondisi kedalaman kolam, proses pengolahan pada kolam maturasi juga harus memperhatikan waktu tinggal. Waktu tinggal air pada kolam maturasi IPLT Supit Urang mencapai 7 – 20 hari, sedangkan kriteria waktu tinggal berdasarkan Permen PUPR Nomor 04 Tahun 2017 yaitu 5 – 15 hari. Waktu tinggal air yang terlalu lama menyebabkan bakteri patogen semakin berkembang biak sehingga intensitas cemarannya semakin tinggi. Penurunan kandungan bakteri patogen berbanding lurus dengan kandungan senyawa organik. Hal tersebut dikarenakan senyawa organik merupakan nutrisi bagi bakteri patogen. Polutan dapat dianggap sebagai sumber makanan mikroorganisme dan keberhasilan mikroba dapat memanfaatkannya dapat dilihat dengan terbentuknya koloni. Pembentukan koloni mikroba menunjukkan bahwa zat polutan dapat digunakan sebagai bahan metabolisme sel suatu spesies [14].

Berdasarkan Gambar 2, dapat diketahui bahwa bakteri dari genus *Escherichia* mendominasi kolam maturasi dibanding bakteri patogen lain. Salah satu faktor pendukung keberadaan bakteri *Escherichia* yaitu suhu. Suhu pada kolam maturasi berkisar 28 - 30°C. Suhu sekitar 30°C merupakan suhu yang baik untuk pertumbuhan bakteri patogen pada hewan maupun pada tubuh manusia [15]. Dominasi bakteri *Escherichia* juga disebabkan karena bakteri ini merupakan bakteri flora normal yang hidup di dalam saluran pencernaan manusia dan dikeluarkan melalui tinja (feses). Oleh karena itu, secara alami terdapat lebih banyak bakteri *Escherichia* daripada bakteri lain yang terdapat dalam kolam maturasi. Populasi *Escherichia* yang tinggi dalam air limbah cair mengindikasikan semakin tinggi pula kehadiran bakteri patogen lain. Hal ini didukung oleh pernyataan bahwa bakteri *Escherichia coli* merupakan bakteri yang sering digunakan sebagai indikator sanitasi, karena bakteri tersebut merupakan bakteri komensal yang terdapat pada usus manusia, pada umumnya patogen penyebab penyakit dan relatif baik bertahan hidup di air untuk dapat dianalisis keberadaannya di air, yang sebenarnya bukan lingkungan yang sesuai untuk pertumbuhan bakteri [2]. Dalam upaya mengurangi kandungan bakteri *Escherichia* dan juga bakteri patogen lainnya, kandungan senyawa aktif fenol, alkaloid, terpenoid, dan steroid yang dikombinasikan dengan *chloramphenicol* mampu memberikan efek antagonis terhadap bakteri patogen. Senyawa aktif tersebut terdapat dalam tumbuhan herbal seperti daun Tapak Liman yang terbukti memiliki efek antibakteri terhadap bakteri gram positif dan gram negatif [16].

Bakteri patogen dari genus *Escherichia* dan *Salmonella* termasuk bakteri fekal koliform yang berasal dari tinja, sedangkan bakteri patogen dari genus *Klebsiella* dan *Enterobacter* adalah bakteri dari golongan non fekal koliform yang berasal dari hewan atau tumbuhan yang telah mati. Keberadaan

bakteri genus *Klebsiella* dan *Enterobacter* ini diduga karena residu atau cairan dari bangkai hewan atau tanaman mati yang ada pada lingkungan asal limbah tinja dan terbawa ke saluran *septic tank*.

Berdasarkan Tabel 3, hasil pewarnaan Gram menunjukkan bahwa bakteri patogen yang teridentifikasi pada kolam maturasi secara keseluruhan adalah bakteri gram negatif yang dikenali dengan sel berwarna merah (Gambar 4). Bakteri gram negatif setelah dicuci dengan alkohol akan melepaskan zat kristal violet, menyerap pewarna safranin, dan mengubahnya menjadi merah [17]. Perbedaan respon bakteri gram positif dan gram negatif terhadap mekanisme pewarnaan gram dilandaskan oleh struktur dan komposisi dinding sel bakteri. Bakteri gram positif mengandung protein dan dinding selnya memiliki lapisan peptidoglikan yang tebal. Sedangkan, bakteri gram negatif mengandung lemak yang melimpah dan memiliki lapisan peptidoglikan yang tipis [18].

Didapatkan tiga bentuk dasar sel bakteri yaitu basil, kokus, dan spiral. Basil adalah bakteri berbentuk batang kecil dan silindris. Kokus adalah bakteri yang berbentuk bulat seperti bola kecil. Sedangkan spiral merupakan bakteri berbentuk bengkok atau berkelok-kelok menyerupai spiral [19]. Dari hasil identifikasi bakteri patogen secara mikroskopis dengan pewarnaan gram, kolam maturasi didominasi oleh bakteri dengan bentuk sel kokus. Kehadiran bakteri berbentuk seperti bola (kokus) terdeteksi ketika bakteri tersebut memiliki substrat untuk menempel. Bakteri berbentuk kokus dapat mengikat atau menyatu menjadi permukaan yang kuat karena lendir yang menyatukan sel-sel bakteri [20].

Kesimpulan

Berdasarkan penelitian yang dilakukan pada kolam maturasi IPLT Supit Urang Kota Malang, teridentifikasi empat genus bakteri patogen yang merupakan anggota *Enterobacteriaceae*. Empat genus tersebut yaitu genus *Escherichia*, *Salmonella*, *Klebsiella* dan *Enterobacter*. Genus *Escherichia* adalah genus bakteri patogen yang mendominasi pada kolam maturasi. Sedangkan, secara mikroskopis ditemukan bakteri gram negatif yang memiliki bentuk sel basil, kokus, dan spiral. Pengolahan efluen limbah tinja pada kolam maturasi belum maksimal karena efluen pada kolam maturasi masih mengandung bakteri patogen berbahaya, sehingga perlu pengolahan lebih intensif agar layak untuk dibuang ke sungai.

Daftar Pustaka

- [1] 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.
- [2] Widyaningsih, W., Supriharyono, S., & Widyorini, N. 2016. Analisis Total Bakteri *Coliform* di Perairan Muara Kali Wiso Jepara. *Management of Aquatic Resources Journal (MAQUARES)*. Vol. 5 (3): 157-164.
- [3] 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.
- [4] Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat. 2017. *Panduan Perencanaan Teknik Terinci Bangunan Pengolahan Lumpur Tinja*. Jakarta Selatan: Direktorat Pengembangan Penyehatan Lingkungan Permukiman Direktorat Jenderal Cipta Karya Kementerian Pekerjaan Umum dan Perumahan Rakyat.

- [5] Thomas, R.A dan Dian, H. S. 2019. Potensi Pencemaran Air Lindi terhadap Air Tanah dan Teknik Pengolahan Air Lindi di TPA Banyuroto. *Jurnal Science Tech*. Vol. 5 (2): 1 – 15.
- [6] 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.
- [7] Ditya, A. N. P. 2021. Identifikasi Bakteri *Escherichia coli* dan Faktor Cemar pada Daging Babi yang Dijual di Pasar Kreneng Denpasar Utara. *Doctoral Dissertation*. Politeknik Kesehatan Denpasar.
- [8] Khotimah, S. 2013. Kepadatan Bakteri Coliform di Sungai Kapuas Kota Pontianak. *Prosiding Semirata FMIPA Universitas Lampung*. Hal: 339 – 349.
- [9] 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.
- [10] Reddy, U., Arya, S., Jyothi, R. 2009. Evaluation of Microbiological assays of Antibiotics. *Pharmacologyonline*. Vol. 2 : 697 – 706.
- [11] Juwita, U., Haryani, Y., & Jose, C. 2014. Jumlah Bakteri *Coliform* dan Deteksi *Escherichia coli* pada Daging Ayam di Pekanbaru. *Jom FMIPA*. Vol. 1 (2): 48 – 55.
- [12] Darna, Masnur, T., dan Rahmawati. 2018. Identifikasi Bakteri Anggota *Enterobacteriaceae* pada Makanan Tradisional Sotong Pangkong. *Jurnal Labora Medika*. Vol. 2 (2): 6 – 12.
- [13] 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.
- [14] Syauqi, A. 2017. *Mikrobiologi Lingkungan Peranan Mikroorganisme dalam Kehidupan*. Surabaya: Penerbit Andi.
- [15] Dwidjoseputro. 1990. *Dasar-Dasar Mikrobiologi*. Jakarta: Djambatan.
- [16] Dwary, A. F., Faisal, Rio, R. 2020. Efek Penambahan Fraksi Semi-Polar (F20-F26) Ekstrak Metanolik Tapak Liman terhadap Daya Hambat Amoksisilin atau Kloramfenikol pada *Staphylococcus aureus* atau *Escherichia coli*. *Jurnal Bio Komplementer Medicine*. Vol. 7 (1): 1 – 10.
- [17] 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.
- [18] Putri, M. H., Sukini, dan Yodong. 2017. *Mikrobiologi Bahan Ajar Keperawatan Gigi*. Jakarta Selatan: Pusat Pendidikan Sumberdaya Manusia Kesehatan Badan Pengembangan dan Pemberdayaan Sumberdaya Manusia Kesehatan.
- [19] Pratiwi, S. T. 2008. *Mikrobiologi Farmasi*. Yogyakarta: Penerbit Erlangga.
- [20] 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.