

## IDENTIFIKASI BAKTERI PATOGEN SUNGAI BEDADUNG DI JEMBER INDONESIA

### *(Identification of Bedadung River Pathogen Bacteria in Jember, Indonesia)*

Enny Suswati<sup>1\*</sup>, Dini Agustina<sup>1</sup>, Rini Riyanti<sup>1</sup>, M. Ali Shodikin<sup>1</sup>, Elly Nurus Sakinah<sup>1</sup>,  
Desi Sandra Sari<sup>2</sup>, Yuliana MDA<sup>2</sup>, dan Ema Rachmawati<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Fakultas Kedokteran, Universitas Jember, Jalan Kalimantan 37, Jember, Indonesia

<sup>2</sup>Fakultas Kedokteran Gigi, Universitas Jember, Jalan Kalimantan 37, Jember, Indonesia

<sup>3</sup>Fakultas Farmasi, Universitas Jember, Jalan Kalimantan 37, Jember, Indonesia

\*Email: [ennysuswati.fk@unej.ac.id](mailto:ennysuswati.fk@unej.ac.id)

Diterima: 30 Mei 2023, Direvisi : 4 Juni 2023, Disetujui : 17 Januari 2024

### ABSTRACT

*The Bedadung River is a typical environment where anthropogenic pollution often occurs thus rapidly changing the chemical and biological composition of the sediments and surface water. However, the effects of urbanization on the organization and diversity of the microbial community in rivers have not been adequately studied. A thorough examination of the microbial dispersion in the Bedadung River's surface water is presented. This research aims to determine the type and prevalence of pathogenic bacteria from Bedadung River water samples, Jember Regency. To investigate the prevalence of bacterial contaminants, sixteen sites along the Bedadung River were chosen. Bacterial isolation and identification using chromogenic media, such as Salmonella Chromogenic Agar (SCA) and Mannitol Salt Agar (MSA). Using API E 20 media, the bacteria were identified based on the color of the bacterial colonies in growth. The results indicated that contaminant bacteria isolated from Bedadung River water in Jember were *S. aureus* (96.67%), *E. coli* (98.33%), *Salmonella sp.* (96.67%), *Shigella sp.* (40%), and *Proteus sp.* (1.67%). These findings indicate that the river was a significant source of bacteria with a risk potential to humans and the environment that must be addressed. Many actions are needed to reduce fecal contamination of river water.*

**Keywords:** *Bedadung River; bacterial contaminant; environmental risk*

### ABSTRAK

Sungai Bedadung merupakan lingkungan yang khas di mana pencemaran akibat aktivitas antropogenik sering terjadi sehingga secara cepat mengubah susunan kimia dan biologi dari sedimen dan air permukaan. Namun, efek urbanisasi pada organisasi dan keanekaragaman komunitas mikroba di sungai belum dipelajari secara memadai. Di sini disajikan pemeriksaan menyeluruh terhadap dispersi mikroba di permukaan air Sungai Bedadung. Tujuan dari penelitian ini adalah mengetahui jenis dan prevalensi bakteri patogen dari sampel air sungai

Bedadung Kabupaten Jember. Untuk menyelidiki prevalensi kontaminan bakteri, dipilih enam belas sampel lokasi di sepanjang Sungai Bedadung. Isolasi dan identifikasi bakteri menggunakan media kromogenik seperti *Salmonella Chromogenic Agar* (SCA) dan *Mannitol Salt Agar* (MSA). Dengan menggunakan media API E 20, dilakukan verifikasi identifikasi bakteri berdasarkan warna koloni bakteri yang tumbuh. Hasil penelitian ini menunjukkan bakteri pencemar yang diisolasi dari air sungai Bedadung Kabupaten Jember adalah *S. aureus* (96,67%), *E. coli* (98,33%), *Salmonella Salmonella* sp. (96,67%), *Shigella* sp. (40%), dan *Proteus* sp. (1,67%). Temuan ini menunjukkan bahwa sungai adalah sumber bakteri yang signifikan berpotensi risiko terhadap manusia dan lingkungan yang perlu dihilangkan secara memadai. Perlu banyak tindakan yang harus diambil untuk mengurangi pencemaran air sungai oleh tinja.

**Kata kunci: Sungai Bedadung; bakteri kontaminan; bahaya lingkungan**

## I. PENDAHULUAN

Sungai atau kali yang mengalir melalui kota sering dimanfaatkan sebagai tempat pembuangan penting untuk bahan limbah, limbah perkotaan, dan limpasan air hujan. Di sisi lain, sungai juga merupakan sumber utama untuk bahan baku air minum dan atau industri di kota-kota. Mikroorganisme yang menghuni ekosistem ini adalah salah satu yang berperan penting dalam siklus biogeokimia bahan organik dan nutrisi, biodegradasi dan biotransformasi polutan, pemulihan dan pemeliharaan kesehatan, dan keseimbangan ekosistem (Wang et al., 2018). Di banyak bagian dunia, sungai berperan penting dalam pertumbuhan ekonomi negara (Diwan et al., 2018). Sungai menjadi bagian suatu sistem hidrologi Daerah Aliran Sungai (DAS). Daerah Aliran Sungai (DAS) adalah suatu wilayah daratan yang secara topografis dibatasi oleh punggung pegunungan yang mengumpulkan, menyimpan, dan menyalurkan air hujan ke laut melalui sungai utama atau daerah tangkapan air (DTA), yaitu suatu ekosistem yang unsur utamanya adalah sumber daya alam dan sumber daya manusia (Wibisono, 2021).

Sungai yang terbesar di Kabupaten Jember adalah sungai bedadung. Hulu Sungai Bedadung berada di Gunung Argopuro dan mengalir ke selatan bermuara di Nusa Barong tepatnya di Kecamatan Puger. Daerah tangkapan Sungai Bedadung memiliki luas 1.190 km<sup>2</sup> dengan panjang sungai utama 48,75 km. Menurut Balai Besar Wilayah Sungai (BBWS) Brantas, sungai ini merupakan sumber utama air irigasi, dengan daerah irigasi (DI) seluas 13.245 hektar. PDAM Jember (Setyaningtyas, 2018) menggunakan air sungai Bedadung sebagai air baku. Selain itu masyarakat juga memanfaatkan air sungai tersebut sebagai sarana untuk mencuci, mandi, buang air kecil dan besar bahkan tidak jarang digunakan untuk tempat pembuangan limbah rumah tangga. Akibatnya air sungai menjadi tercemar oleh mikroorganisme seperti bakteri coliform, *Escherichia coli* dan *Streptococcus faecalis* (Irwansyah et al., 2018; Munandar & Eurika, 2016; Puspitasari et al., 2017).

Indeks Kualitas Air (IKA) merupakan indikator kualitas lingkungan dengan beberapa parameter di antaranya adalah

fecal coliform dan total Coliform. Provinsi Jawa Timur mempunyai nilai IKA sebesar 50,79 yang tergolong cukup baik meskipun masih di bawah IKA nasional yaitu 52,62 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Kualitas air sungai yang baik secara mikrobiologi maupun fisik sangat diperlukan mengingat air sungai Bedadung merupakan satu-satunya sumber irigasi pertanian, peternakan, bahkan di sebagian penduduk di wilayah Kabupaten Jember memanfaatkannya sebagai sarana mandi, cuci dan kakus (MCK) secara sekaligus. Kondisi ini berpotensi menjadi sumber penularan penyakit infeksi bagi masyarakat. Kontaminasi tinja pada sumber air merupakan indikator untuk sanitasi dan hygiene yang buruk. Hal ini masih ditemukan di seluruh dunia, terutama di daerah kumuh pada negara berpenghasilan rendah dan menengah. Diare atau *gastroenteritis* adalah salah satu penyebab utama masalah kesehatan, terdapat 1,5 juta kematian disebabkan oleh diare pada tahun 2012 dan 280.000 kematian disebabkan oleh hygiene dan sanitasi yang buruk. Pengembangan dan pengelolaan air yang tidak memadai dianggap sebagai faktor risiko diare di Indonesia (Sari et al., 2018).

Pada tahun 2021, Kabupaten Jember memiliki capaian terendah untuk program “Stop Buang Air Besar sembarangan (BABs)” se-Jawa Timur dengan persentase capaian 15,3% (Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur, 2022). Kondisi ini kemungkinan disebabkan oleh kontaminasi bakteri materi fekal di sungai karena kontaminasi bakteri akan menyebabkan terjadinya penyebaran bakteri patogen.

Sumber bakteri ini berasal dari limbah peternakan, pertanian, dan domestik di lingkungan perairan (Hadi et al., 2018). Sampai saat ini belum ada laporan tentang prevalensi bakteri patogen yang berasal dari air sungai Bedadung Jember. Tujuan dari studi ini adalah mengetahui jenis dan prevalensi bakteri patogen dari sampel air sungai Bedadung Kabupaten Jember. Penelitian ini diharapkan memberikan edukasi dan wawasan mengenai kontaminasi patogen air Sungai Bedadung Kabupaten Jember, sehingga masyarakat dapat lebih berhati-hati dalam memanfaatkan air Sungai Bedadung.

## II. BAHAN DAN METODE

### A. Waktu dan Lokasi

Penelitian ini dilakukan pada September-Desember 2022. Sampel air diambil dari Sungai Bedadung. Analisis sampel dilakukan di Laboratorium Mikrobiologi Fakultas Kedokteran Universitas Jember.

### B. Bahan dan Alat

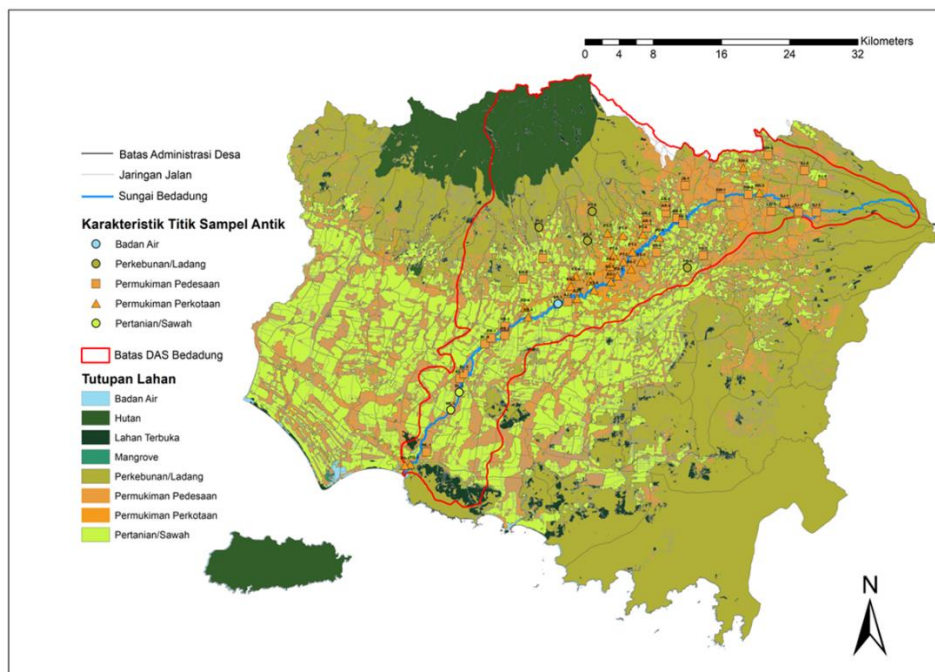
Sampel air diambil dari 16 lokasi yang tersebar di 16 kecamatan (Gambar 1), dengan menggunakan bahan dan alat dapat dilihat pada Tabel 1.

### C. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian observasional analitik dengan pendekatan *cross sectional*. Teknik pengambilan sampel adalah nonprobability sampling dengan metode total sampling. Data yang diperoleh ditabulasikan dan dianalisis menggunakan uji statistik *Chi Square*. Analisis data dilakukan menggunakan aplikasi IBM SPSS (*Statistical Package for*

Tabel (Table) 1. Alat dan bahan yang digunakan dalam penelitian (*Tools and materials used in research*)

No.	Alat ( <i>Tools</i> )	Bahan ( <i>Materials</i> )
1	Cawan petri	Media SCA
2	Gelas erlenmeyer	Media NA
3	<i>Beaker glass</i>	Media MH
4	Tabung reaksi dan rak	Akuades steril
5	Bunsen burner	<i>Water for irrigation</i>
6	Lidi kapas steril	Pewarnaan Gram
7	Aluminium foil	Cakram antibiotik
8	Sprit 10 ml	
9	Ose bulat	
10	Timbangan digital	
11	Mikropipet	
12	Autoklaf	
13	Mikroskop binokuler	
14	Jangka sorong	
15	Inkubator 35-37°C	
16	Oven sterilisator	
17	<i>Object glass</i>	
18	Vortex	
20	Laminar air flow	
21	Kompur listrik	



Gambar (Figure) 1. Titik lokasi sampling air Sungai Bedadung Jember (*Bedadung River water sampling location point*)

Sumber (Source): Data Primer (*Primary Data*)

*Social Science*). Interpretasi hasil uji kepekaan bakteri antibiotik disajikan dalam bentuk tabel yang disesuaikan standar pedoman *Clinical and Laboratory Standards Institute (CLSI)* yang terbagi menjadi kategori sensitif, intermediate, dan resisten (Yunitasari et al., 2019). Prosedur penelitian diawali dengan pembuatan media, dilanjutkan dengan isolasi, identifikasi dan kultur bakteri. Uji resistensi antibiotik menggunakan metode difusi *Kirby-Bauer*. Penelitian ini telah mendapat persetujuan Komisi Etik Fakultas Kedokteran Universitas Jember dengan no surat 1639/H25.1.11/KE/2022.

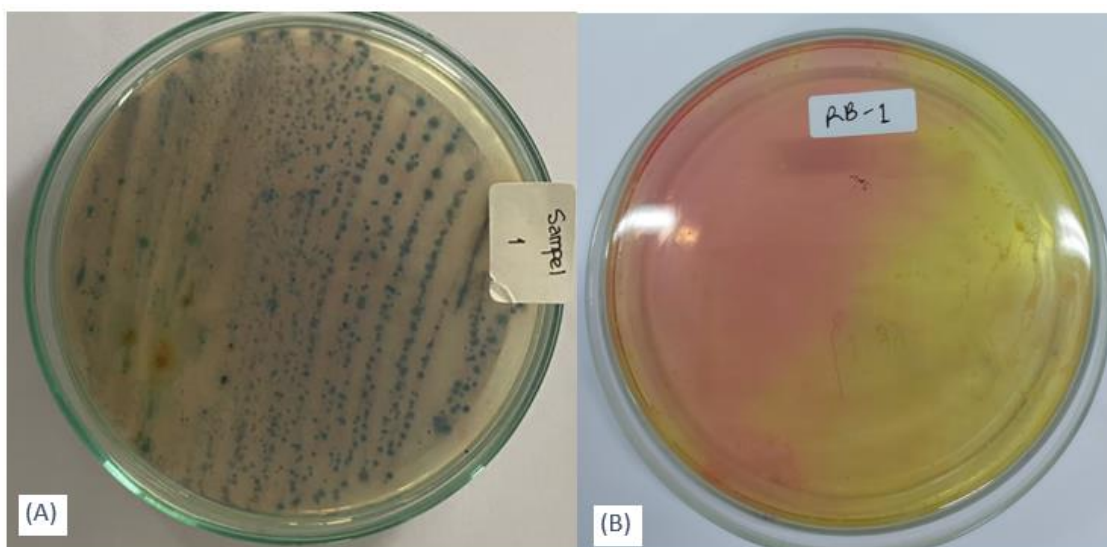
### III. HASIL DAN PEMBAHASAN

#### Hasil

Hasil penelitian ini menemukan 4 spesies bakteri Gram negatif yaitu *Salmonella* sp (96,7%), *Shigella* sp (40%), *Escherichia coli* (*E. coli*) (98,3%), dan

*Proteus* sp (1,7%). Sedangkan bakteri Gram positif hanya ditemukan satu spesies yaitu *Staphylococcus aureus* (*S. Aureus*) (96,7%) (Tabel 2 dan 3; Gambar 2A dan 2B).

*E. coli* (98,3%) mempunyai prevalensi paling tinggi bila dibandingkan dengan prevalensi spesies yang lain yaitu *Salmonella* sp (96,7%), *Shigella* sp (40%), *Proteus* sp (1,7%) dan *S. aureus* (96,7%). *E. coli* ditemukan hampir di semua titik lokasi sampling. Hasil ini cenderung lebih tinggi dari hasil penelitian di tempat lain, yaitu di sungai Sekanak Palembang di mana *E. coli* mempunyai prevalensi 22% (Verawaty et al., 2020), 41,1% di Dumai (Feliatra et al., 2022), 0,03%–0,9% di Sungai Cipeusing Bandung (Suriadikusumah et al., 2021), 66% di Mozambique (Salamandane et al., 2021). Namun hasil penelitian ini sama dengan hasil penelitian di Nigeria di mana hampir semua sampel air positif *E. coli* (Titilawo et al., 2015).



Gambar (Figure) 1. Isolat bakteri pada media tanam (*Bacterial isolat on medium*) (A) SCA (*Salmonella Chromogenic Agar*) (B) MSA (*Mannitol Salt Agar*)

Sumber (Source): Data Primer (*Primary Data*)

Tabel (Table) 2. Identifikasi hasil isolat bakteri gram negatif dari sampel air Sungai Bedadung Kabupaten Jember pada media SCA (*Identification of gram-negative bacterial isolates of Bedadung River water samples in Jember Regency using SCA media*)

Lokasi (Location)	<i>Salmonella</i> sp				<i>Shigella</i> sp				<i>E. coli</i>				<i>Proteus</i>			
	Negative		Positive		Negative		Positive		Negative		Positive		Negative		Positive	
	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%	n	%
SS	0	0,0%	4	6,7%	2	3,3%	2	3,3%	0	0,0%	4	6,7%	4	6,7%	0	0,0%
PT	0	0,0%	8	13,3%	6	10,0%	2	3,3%	0	0,0%	8	13,3%	8	13,3%	0	0,0%
KS	0	0,0%	7	11,7%	2	3,3%	5	8,3%	0	0,0%	7	11,7%	7	11,7%	0	0,0%
AR	0	0,0%	5	8,3%	3	5,0%	2	3,3%	0	0,0%	5	8,3%	5	8,3%	0	0,0%
RB	0	0,0%	6	10,0%	4	6,7%	2	3,3%	0	0,0%	6	10,0%	6	10,0%	0	0,0%
SR	0	0,0%	1	1,7%	1	1,7%	0	0,0%	0	0,0%	1	1,7%	1	1,7%	0	0,0%
PS	0	0,0%	4	6,7%	2	3,3%	2	3,3%	1	1,7%	3	5,0%	4	6,7%	0	0,0%
P	0	0,0%	2	3,3%	1	1,7%	1	1,7%	0	0,0%	2	3,3%	2	3,3%	0	0,0%
SW	0	0,0%	5	8,3%	0	0,0%	5	8,3%	0	0,0%	5	8,3%	4	6,7%	1	1,7%
JB	1	1,7%	0	0,0%	1	1,7%	0	0,0%	0	0,0%	1	1,7%	1	1,7%	0	0,0%
LO	0	0,0%	2	3,3%	1	1,7%	1	1,7%	0	0,0%	5	8,3%	5	8,3%	0	0,0%
SJ	1	1,7%	4	6,7%	4	6,7%	1	1,7%	0	0,0%	2	3,3%	2	3,3%	0	0,0%
AJ	0	0,0%	2	3,3%	2	3,3%	0	0,0%	0	0,0%	4	6,7%	4	6,7%	0	0,0%
BL	0	0,0%	4	6,7%	4	6,7%	0	0,0%	0	0,0%	2	3,3%	2	3,3%	0	0,0%
PG	0	0,0%	2	3,3%	2	3,3%	0	0,0%	0	0,0%	2	3,3%	2	3,3%	0	0,0%
WL	0	0,0%	2	3,3%	1	1,7%	1	1,7%	0	0,0%	2	3,3%	2	3,3%	0	0,0%
Total	2	3,3%	58	96,7%	36	60,0%	24	40,0%	1	1,7%	59	98,3%	59	98,3%	1	1,7%

Sumber (Source): Data primer (Primary data)

Tabel (Table) 3. Identifikasi hasil isolat bakteri gram positif dari sampel air Sungai Bedadung Kabupaten Jember pada media MSA (*Identification of gram-positive bacterial isolate of Bedadung River water in Jember Regency using MSA media*)

Lokasi (Location)	<i>S. aureus</i>			
	Negative		Positive	
	n	%	n	%
SS	0	0,0%	4	6,7%
PT	1	1,7%	7	11,7%
KS	0	0,0%	7	11,7%
AR	0	0,0%	5	8,3%
RB	0	0,0%	6	10,0%
SR	0	0,0%	1	1,7%
PS	0	0,0%	4	6,7%
P	0	0,0%	2	3,3%
SW	0	0,0%	5	8,3%
JB	0	0,0%	1	1,7%
LO	0	0,0%	5	8,3%
SJ	0	0,0%	2	3,3%
AJ	0	0,0%	4	6,7%
BL	0	0,0%	2	3,3%
PG	0	0,0%	2	3,3%
WL	1	1,7%	1	1,7%
Total	2	3,3%	58	96,7%

Sumber (Source): Data primer (Primary data)

## Pembahasan

Kontaminasi sumber air dengan bakteri indikator feses seperti *E. coli* merupakan tantangan serius karena kemampuannya menularkan penyakit (Widyaningsih et al., 2016). Risiko yang terkait dengan bakteri ini semakin meningkat seiring dengan peningkatan resistensi mereka terhadap terapi antimikroba. Studi yang dilakukan oleh Titilawo et al. (2015), menunjukkan peningkatan yang tinggi dalam prevalensi isolat *E. coli* yang resistan terhadap beberapa obat dan faktor penentu resistensi yang juga menunjukkan peningkatan risiko kesehatan masyarakat akibat konsumsi air dari sumber yang tidak diolah. Bakteri ini dapat ditularkan dari lingkungan ke manusia melalui jalur langsung maupun tidak langsung (Safitri et al., 2018; Titilawo et al., 2015).

Prevalensi *Salmonella* spp air Sungai Bedadung sebesar 96,7%. Hasil ini hampir sama dengan penelitian di Sungai Lamnyong dan Krueng Aceh 100% (Suhartono et al., 2021), di Sungai Man-Made di Cina ditemukan *Salmonella* sp. sebesar 90% (Song et al., 2018). Namun cenderung lebih besar dari hasil penelitian di Sungai Rangkui Bangka 16,6% (Maghfiroh et al., 2019), Sungai Zarqa Yordania (12,8%), Sungai di Mexico (54,5%) (González-López et al., 2022; Tarazi et al., 2021). Kondisi ini akan dapat meningkatkan risiko infeksi yang ditularkan melalui air termasuk salmonellosis. Meskipun *Salmonella* sp. umumnya ditemukan pada daging, telur, produk unggas, serta produk segar (Liu et al., 2018)

bakteri ini juga terdeteksi pada air permukaan (yang terkontaminasi) (Kadykalo et al., 2020; Massinai et al., 2019). Beberapa hasil studi terhadap adanya mikroorganisme pada aliran sungai dapat dilihat pada Tabel 4 di bawah ini.

Sebagian sampel aliran air Sungai Bedadung (40%) tercemari *Shigella* sp. Hasil ini berbeda dengan hasil penelitian di Sungai Rangkui Bangka dengan prevalensi sebesar 16,6% (Maghfiroh et al., 2019) dan di Sungai Kelani Srilangka sebesar 0% (Mahagamage et al., 2020). Keberadaan *Proteus* sp. di lokasi penelitian sebanyak 1,7% lebih kecil dari yang ditemukan di Sungai Situ Letik Bogor sebanyak 99.9% (Afriani et al., 2014). Sedangkan prevalensi *S. aureus* air Sungai Bedadung sebesar 96,7% seperti hasil penelitian di Bandung yang hampir semua sampel dari lingkungan tercemar kotoran sapi yang akhirnya mengalir ke sungai ditemukan *S. aureus* (Waskita et al., 2020)

Sungai di sebagian besar negara berkembang (seperti di Indonesia) berfungsi sebagai jaringan dasar untuk konsumsi manusia dan hewan serta irigasi untuk hasil bumi segar perkotaan. Nilai bakteri patogen yang tinggi Sungai Bedadung menunjukkan potensi risiko terhadap manusia dan lingkungan (Laffite et al., 2016). Air sungai yang terkontaminasi merupakan sumber utama infeksi gastrointestinal dan bertanggung jawab atas banyak penyakit terkait air, dengan *E. coli* digunakan secara luas sebagai salah satu bakteri indikator utama keberadaan feses.

Tabel (Table) 4. Beberapa hasil studi yang menunjukkan adanya mikroorganisme pada sungai (*Results of studies showing the presence of microorganisms in rivers*)

No.	Lokasi ( <i>Location</i> )	Hasil ( <i>Results</i> )	Referensi ( <i>Reference</i> )
1	Sungai Rangkui, Pulau Bangka	<i>Escherichia</i> grup	(Maghfiroh et al, 2019)
2	Daerah Aliran Sungai Citarum	<i>E. coli</i> dan <i>Salmonella</i>	(Zainun & Simbolon, 2012)
3	Sungai Musi	koliform/ <i>E. coli</i>	(Genisa & Auliandari, 2018)
4	Sungai Cikapundung, Jawa Barat	<i>Acinetobacter calcoaceticus</i> , <i>Acinetobacter</i> sp. and <i>Escherichia coli</i>	(Irawati et al., 2019)
5	Sungai Kemisan, Tangerang	enam gram negatif dan dua gram positif	(Irawati et al., 2017)
6	Air Sungai sekitar kampus Bangka Belitung	<i>Salmonella</i> , <i>Staphylococcus aureus</i> , and <i>Escherichia coli</i>	(Deshanda et al., 2019)
7	Sungai Kuin, Banjarmasin	fecal coliform di Sungai Kuin adalah 210/100 ml	(Santy et al., 2017)
8	Pesisir Dumai, Riau	MDR <i>E. coli</i>	(Feliatra et al., 2022)
9	Sungai Ciapus, Bogor, Jawa Barat	<i>Bacillus pumilus</i>	(Kusmiatun et al., 2015)
10	Banda Aceh	multidrug-resistant <i>Salmonella</i> spp.	(Suhartono et al., 2021)
11	Banda Aceh	koliform and <i>E. coli</i>	(Suhartono et al., 2018)
12	Kali Wisu Jepara	<i>E. coli</i>	(Widyaningsih et al., 2016)
13	Sungai Ciliwung	koliform yang ditandai dengan nilai MPN/100 ml sebanyak $\leq 1100$	(Puspitasari et al., 2017)
14	Sungai Karang Mumus, Kota Samarinda	Bakteri <i>E. coli</i> menunjukkan bahwa kandungan bakteri <i>E. coli</i> terendah <30 CFU/100 mL dan yang tertinggi 2100 CFU/100 mL	(Daramusseng & Syamsir, 2021)
15	Sungai Cipeusing	Total Coliform & <i>E. coli</i>	(Suriadikusumah et al., 2021)
16	Muara Sungai Sayung Demak	total bakteri Coliform yang diperoleh berkisar antara $4 \times 10^3 - 550 \times 10^3/100\text{ml}$ . Kelimpahan	(Safitri et al., 2018)
17	Sungai Code Yogyakarta	fecal coliform (FC) seperti <i>Escherichia coli</i> , <i>Vibrio cholera</i> , <i>Shigella</i> sp., <i>Campylobacter jejuni</i> , and <i>Salmonella</i>	(Pratama et al., 2020)
18	Sungai Batang Arau, Sumatra Barat	coliform bacteria (total coliforms, TC, and fecal coliforms, FC)	(Helard et al., 2019)

Salah satu penyebab pencemaran air adalah limbah domestik, yang berasal dari limbah dapur, kamar mandi dan cucian, limbah industri domestik dan limbah manusia. Kontaminasi berbahaya limbah rumah tangga adalah mikroorganisme patogen yang terkandung dalam tinja. Bakteri *E. coli* adalah mikroorganisme yang

paling umum ditemukan di air yang tercemar. Bakteri ini merupakan tanda pencemaran dari limbah rumah tangga atau sanitasi yang buruk (Feliatra et al., 2022; Safitri et al., 2018).

Urbanisasi dan pertumbuhan penduduk yang cepat sangat terkait dengan

penurunan kualitas air permukaan. Menurut Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Indonesia pada tahun 2019 (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020), 56 % dari 619 stasiun pemantauan di seluruh Indonesia tergolong tercemar berat. Air permukaan yang sangat tercemar sangat terkait dengan instalasi pengolahan air yang terbebani dan penurunan efisiensi pengolahan, seiring dengan penurunan kualitas air minum, dan peningkatan risiko kesehatan masyarakat (Pratama et al., 2020).

Beban pencemaran bakteri di Sungai Bedadung berbeda antar lokasi sampling air sungai. Dari keempat jenis bakteri yang ditemukan, kecamatan Patrang memiliki prevalensi yang tertinggi. Kondisi ini dapat disebut sebagai *point source pollutant* karena lokasi sampling tersebut merupakan salah satu kecamatan yang memiliki rumah sakit daerah tingkat kabupaten. Kemungkinan sumber pencemaran bakteri tersebut berasal dari rumah sakit (Pangestu et al., 2017). Hasil ini sejalan dengan penelitian di sungai Yodo Jepang yang menunjukkan jumlah *S. aureus* banyak ditemukan dari limbah rumah sakit (Azuma et al., 2022). Demikian juga untuk *E. coli* di Republik Ceko (Kutilova et al., 2021), terbukti juga banyak pasien dengan keluhan sakit perut yang berobat ke rumah sakit di Tansani dengan riwayat menggunakan air sungai sebagai sumber air minum (Ngogo et al., 2020).

Sungai dapat menyebarkan bakteri dari berbagai sumber ke hilir. Di lingkungan perairan antropogenik, bakteri dari sumber yang berbeda (pertanian, perkotaan, dan

industri) dapat bercampur dengan polutan tertentu seperti nutrisi, bahan kimia pertanian, logam, antibiotik, limbah rumah tangga, dan residu produk perawatan. Sanitasi dan air diakui sebagai faktor penting dalam penyebaran dan pengelolaan mikroba. Polusi sungai sering menjadi penyebab banyak infeksi yang mengancam jiwa (Muurinen et al., 2022). Beberapa strategi diterapkan untuk meningkatkan kualitas air sungai, terutama mengurangi sumber pencemarnya, memulihkan kualitas air pada badan air (pemurnian kualitas air dan perbaikan hidromorfologi), dan memantau kualitas air yang masuk ke sungai (Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan, 2020). Salah satu strategi yang dapat diterapkan dengan meningkatkan debit air sungai Bedadung seperti pemodelan yang diterapkan di sungai Pepe Surakarta mampu meningkatkan parameter kualitas air. Pemodelan pada sungai Pepe disimulasikan dengan menggunakan model QUAL2Kw. Pengukuran kualitas air eksisting dilakukan pada 6 titik pengambilan sampel. Variasi debit suplesi yang digunakan meliputi kondisi eksisting, suplesi 0,5 m<sup>3</sup>/s dan 1 m<sup>3</sup>/s (Rezagama et al., 2019). Selain itu dapat juga menggunakan strategi-strategi berikut, yaitu: mengurangi limbah, termasuk air limbah industri; pembuangan limbah yang benar; mengurangi emisi bahan kimia dari pabrik farmasi; dan penggunaan teknologi yang efektif dalam pengolahan air limbah rumah sakit, kota dan industri, serta penggunaan model *Global Ocean Observing System* yang sesuai untuk

memprediksi distribusi bakteri OTC, logam berat, dan AMR (McCarthy et al., 2021).

#### IV. KESIMPULAN

Berdasarkan hasil penelitian didapatkan spesies antara lain *E. coli*, *Salmonella sp.*, *Shigella sp.*, *Proteus sp.* serta *Staphylococcus aureus* dalam air Sungai Bedadung. Isolat dari air Sungai Bedadung mendapatkan prevalensi *E. coli* (98,3%) paling tinggi dibanding *Salmonella sp.* (96,7%), *Shigella sp.* (40%), *Proteus sp.* (1,7%) dan *S. Aureus* (96,7%).

#### UCAPAN TERIMA KASIH

Ucapan terimakasih kami sampaikan kepada pihak LP2M Universitas Jember yang telah memberikan hibah dengan nomor kontrak 3191/UN25.3.1/LT/2023

#### KONTRIBUSI

ES berkontribusi sebagai konseptor dan menyusun kerangka artikel, DA dan ENS mengumpulkan data, RR dan MAS menginterpretasi hasil, DSS menganalisis data, YMDA dan ER menyelesaikan naskah artikel.

#### DAFTAR PUSTAKA

Afriani, R., Rusmana, I., & Budiarti, S. (2014). Characterization of *Proteus mirabilis* lytic phage from Situ Letik River Bogor Indonesia. *International Journal of Innovative Research in Science and Engineering*, 2, 2347–3207.

Azuma, T., Murakami, M., Sonoda, Y., Ozaki, A., & Hayashi, T. (2022). Occurrence and Quantitative Microbial Risk Assessment of Methicillin-Resistant *Staphylococcus*

*aureus* (MRSA) in a Sub-Catchment of the Yodo River Basin, Japan. *Antibiotics*, 11(10). <https://doi.org/10.3390/antibiotics11101355>

Daramusseng, A., & Syamsir, S. (2021). Studi Kualitas Air Sungai Karang Mumus Ditinjau dari Parameter *Escherichia coli* Untuk Keperluan Higiene Sanitasi. *Jurnal Kesehatan Lingkungan Indonesia*, 20(1), 1–6. <https://doi.org/10.14710/jkli.20.1.1-6>

Deshanda, R. P., Lingga, R., Hidayati, N. A., Sari, E., & Hertati, R. (2019). Fag *Salmonella* Asal Limbah Pasar Ikan dan Air Sungai di Sekitar Kampus Universitas Bangka Belitung. *Ekotonia: Jurnal Penelitian Biologi, Botani, Zoologi Dan Mikrobiologi*, 3(2), 45–49. <https://doi.org/10.33019/ekotonia.v3i2.758>

Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur. (2022). Profil Kesehatan Jawa Timur. In *Dinas Kesehatan Provinsi Jawa Timur*.

Diwan, V., Hanna, N., Purohit, M., Chandran, S., Riggi, E., Parashar, V., Tamhankar, A. J., & Stålsby Lundborg, C. (2018). Seasonal variations in water-quality, antibiotic residues, resistant bacteria and antibiotic resistance genes of *Escherichia coli* isolates from water and sediments of the Kshipra River in Central India. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 15(6), 1–16.

- <https://doi.org/10.3390/ijerph15061281>
- Feliatra, F., Mardalisa, M., Effendi, I., Adelina, A., & Feliatra, V. A. (2022). Biodiversity of *Escherichia coli* bacterial resistance to multidrug isolated on the Dumai coast of Indonesia. *Biodiversitas*, 23(1), 10–16.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d230102>
- Genisa, M. U., & Auliandari, L. (2018). Sebaran Spasial Bakteri Koliform di Sungai Musi Bagian Hilir. *Majalah Ilmiah Biologi Biosfera: A Scientific Journal*, 35(3), 131–138.  
<https://doi.org/10.20884/1.mib.2018.35.3.750>
- González-López, I., Medrano-Félix, J. A., Castro-Del Campo, N., López-Cuevas, O., González-Gómez, J. P., Valdez-Torres, J. B., Aguirre-Sánchez, J. R., Martínez-Urtaza, J., Gómez-Gil, B., Lee, B. G., Quiñones, B., & Chaidez, C. (2022). Prevalence and Genomic Diversity of *Salmonella enterica* Recovered from River Water in a Major Agricultural Region in Northwestern Mexico. *Microorganisms*, 10(6), 1–17.  
<https://doi.org/10.3390/microorganisms10061214>
- Hadi, M. P., Fadlillah, L. N., Widasmara, M. Y., Muziasari, W. I., & Subaryono, S. (2018). Potensi sumber bakteri resisten antibiotik berdasarkan kondisi kualitas air dan penggunaan lahan di Sungai Code, Yogyakarta: suatu tinjauan metodologis. *Jurnal Pengelolaan Lingkungan Berkelanjutan (Journal of Environmental Sustainability Management)*, 2(1), 88–100.  
<https://doi.org/10.36813/jplb.2.1.88-100>
- Helard, D., Indah, S., & Wilandari, M. (2019). Spatial distribution of coliform bacteria in Batang Arau River, Padang, West Sumatera, Indonesia. *IOP Conference Series: Materials Science and Engineering*, 602(1).  
<https://doi.org/10.1088/1757-899X/602/1/012062>
- Irawati, W., Ompusunggu, N. P., Susilowati, D. N., & Yuwono, T. (2019). Molecular and physiological characterization of indigenous copper-resistant bacteria from Cikapundung River, West Java, Indonesia. *Biodiversitas*, 20(2), 344–349.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d200206>
- Irawati, W., Riak, S., Sopiah, N., & Sulistia, S. (2017). Heavy metal tolerance in indigenous bacteria isolated from the industrial sewage in kemisan river, tangerang, banten, Indonesia. *Biodiversitas*, 18(4), 1481–1486.  
<https://doi.org/10.13057/biodiv/d180426>
- Irwansyah, W., Sahara, E., & Ratnayani, O. (2018). Kandungan Pb dan Cr Total dalam Air serta Bioavailabilitasnya dalam Sedimen di Perairan Sungai Bedadung Jember. *Cakra Kimia Indonesiaan E-Journal of Applied Chemistry*, 7(2), 130–139.

- Kadykalo, S., Thomas, J., Parmley, E. J., Pinter, K., & Fleury, M. (2020). Antimicrobial resistance of *Salmonella* and generic *Escherichia coli* isolated from surface water samples used for recreation and a source of drinking water in southwestern Ontario, Canada. *Zoonoses and Public Health*, *67*(5), 566–575. <https://doi.org/10.1111/zph.12720>
- Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan. (2020). Indeks Kualitas Lingkungan Hidup 2019. In *Jakarta: Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan Republik Indonesia*. Kementerian Lingkungan Hidup dan Kehutanan.
- Kusmiatun, A. N. I. K., Rusmana, I. M. A. N., & Budiarti, S. R. I. (2015). Characterization of Bacteriophage Specific to *Bacillus pumilus* from Ciapus River in Bogor, West Java, Indonesia. *HAYATI Journal of Biosciences*, *22*(1), 27–33. <https://doi.org/10.4308/hjb.22.1.27>
- Kutilova, I., Medvecký, M., Leekitcharoenphon, P., Munk, P., Masarikova, M., Davidova-Gerzova, L., Jamborova, I., Bortolaia, V., Pamp, S. J., & Dolejska, M. (2021). Extended-spectrum beta-lactamase-producing *Escherichia coli* and antimicrobial resistance in municipal and hospital wastewaters in Czech Republic: Culture-based and metagenomic approaches. *Environmental Research*, *193*, 110487. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2020.110487>
- Laffite, A., Kilunga, P. I., Kayembe, J. M., Devarajan, N., Mulaji, C. K., Giuliani, G., Slaveykova, V. I., & Poté, J. (2016). Hospital effluents are one of several sources of metal, antibiotic resistance genes, and bacterial markers disseminated in sub-saharan urban rivers. *Frontiers in Microbiology*, *7*(JUL), 1–14. <https://doi.org/10.3389/fmicb.2016.01128>
- Liu, H., Whitehouse, C. A., & Li, B. (2018). Presence and Persistence of *Salmonella* in Water: The Impact on Microbial Quality of Water and Food Safety. *Frontiers in Public Health*, *6*(May), 1–13. <https://doi.org/10.3389/fpubh.2018.00159>
- Maghfiroh, M., Novianti, H., Lukman, & Nurtjahya, E. (2019). Bacterial indicators reveal water quality status of Rangkui River, Bangka Island, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, *380*(1). <https://doi.org/10.1088/1755-1315/380/1/012008>
- Mahagamage, M. G. Y. L., Pathirage, M. V. S. C., & Manage, P. M. (2020). Contamination status of salmonella spp., *Shigella* spp. and *Campylobacter* spp. in surface and groundwater of the Kelani River Basin, Sri Lanka. *Water (Switzerland)*, *12*(8). <https://doi.org/10.3390/W12082187>
- Massinai, A., Tahir, A., & Abu, N. (2019). High concentrations of pathogenic *Salmonella* spp. during the wet season on bathing beaches in

- Makassar City, Indonesia. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, 253(1).  
<https://doi.org/10.1088/1755-1315/253/1/012044>
- McCarthy, B., Apori, S. O., Giltrap, M., Bhat, A., Curtin, J., & Tian, F. (2021). Hospital effluents and wastewater treatment plants: A source of oxytetracycline and antimicrobial-resistant bacteria in seafood. *Sustainability (Switzerland)*, 13(24).  
<https://doi.org/10.3390/su132413967>
- Munandar, K., & Eurika, N. (2016). Keanekaragaman Ikan yang Bernilai Ekonomi dan Kandungan Logam Berat Pb dan Cd pada Ikan Sapu-Sapu di Sungai Bedadung Jember. *Seminar Nasional XIII Pendidikan Biologi FKIP UNS 2016*, 13(1), 717–722.
- Muurinen, J., Muziasari, W. I., Hultman, J., Pärnänen, K., Narita, V., Lyra, C., Fadlillah, L. N., Rizki, L. P., Nurmi, W., Tiedje, J. M., Dwiprahasto, I., Hadi, P., & Virta, M. P. J. (2022). Antibiotic Resistomes and Microbiomes in the Surface Water along the Code River in Indonesia Reflect Drainage Basin Anthropogenic Activities. *Environmental Science and Technology*, 56(21), 14994–15006.  
<https://doi.org/10.1021/acs.est.2c01570>
- Ngogo, F. A., Joachim, A., Abade, A. M., Rumisha, S. F., Mizinduko, M. M., & Majigo, M. V. (2020). Factors associated with Salmonella infection in patients with gastrointestinal complaints seeking health care at Regional Hospital in Southern Highland of Tanzania. *BMC Infectious Diseases*, 20(1), 1–8.  
<https://doi.org/10.1186/s12879-020-4849-7>
- Pangestu, R., Riani, E., & Effendi, H. (2017). Estimasi Beban Pencemaran Point Source Dan Limbah Domestik Di Sungai Kalibaru Timur Provinsi Dki Jakarta, Indonesia. *Jurnal Pengelolaan Sumberdaya Alam Dan Lingkungan (Journal of Natural Resources and Environmental Management)*, 7(3), 219–226.  
<https://doi.org/10.29244/jpsl.7.3.219-226>
- Pratama, M. A., Immanuel, Y. D., & Marthanty, D. R. (2020). A multivariate and spatiotemporal analysis of water quality in Code River, Indonesia. *Scientific World Journal*, 2020.  
<https://doi.org/10.1155/2020/8897029>
- Puspitasari, R. L., Elfidasari, D., Aulunia, R., & Ariani, F. (2017). Studi Kualitas Air Sungai Ciliwung Berdasarkan Bakteri Indikator Pencemaran Pasca Kegiatan Bersih Ciliwung 2015. *JURNAL AI-AZHAR INDONESIA SERI SAINS DAN TEKNOLOGI*, 3(3), 156.  
<https://doi.org/10.36722/sst.v3i3.222>
- Rezagama, A., Sarminingsih, A., Rahmadani, A. Y., & Aini, A. N. (2019). Pemodelan Peningkatan Kualitas Air Sungai melalui Variasi Debit Suplesi. *Teknik*, 40(2), 106.

- <https://doi.org/10.14710/teknik.v39i3.23893>
- Safitri, L. F., Widyorini, N., & Jati, O. E. (2018). Analisis Kelimpahan Total Bakteri Coliform di Perairan Muara Sungai Sayung, Morosari, Demak. *Saintek Perikanan*, 14(1), 30.
- Salamandane, A., Vila-Boa, F., Malfeito-Ferreira, M., & Brito, L. (2021). High fecal contamination and high levels of antibiotic-resistant enterobacteriaceae in water consumed in the city of Maputo, Mozambique. *Biology*, 10(6). <https://doi.org/10.3390/biology10060558>
- Santy, D. A., Adyatma, S., & Huda, N. (2017). Analisis Kandungan Bakteri Fecal Coliform pada Sungai Kuin Kota Banjarmasin. *Majalah Geografi Indonesia*, 31(2), 51. <https://doi.org/10.22146/mgi.26551>
- Sari, S. Y. I., Sunjaya, D. K., Shimizu-furusawa, H., Watanabe, C., & Raksanagara, A. S. (2018). *Water Sources Quality in Urban Slum Settlement along the Contaminated River Basin in Indonesia : Application of Quantitative Microbial Risk Assessment*. 2018.
- Setyaningtyas, R. (2018). *Pemodelan Debit Sungai Bedadung Menggunakan Metode Autoregressive Moving Average (ARMA)*.
- Song, Q., Zhang, D., Gao, H., & Wu, J. (2018). Salmonella species' persistence and their high level of antimicrobial resistance in flooded man-made rivers in China. *Microbial Drug Resistance*, 24(9), 1404–1411. <https://doi.org/10.1089/mdr.2017.0316>
- Suhartono, S., Ismail, Y. S., & Aini, Z. (2021). Distribution of multidrug-resistant Salmonella spp. recovered from aquatic environment of Banda Aceh, Indonesia. *Biodiversitas*, 22(2), 881–886. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d220243>
- Suhartono, S., Ismail, Y. S., Yulvizar, C., Nursanty, R., Mahyuddin, M., & Jannah, M. (2018). Phenotypic analysis of antibiotic resistant E. coli recovered from urban aquatic environment in Banda Aceh, Indonesia. *Journal of Physics: Conference Series*, 983(1), 0–5. <https://doi.org/10.1088/1742-6596/983/1/012194>
- Suriadikusumah, A., Mulyani, O., Sudirja, R., Sofyan, E. T., Maulana, M. H. R., & Mulyono, A. (2021). Analysis of the water quality at Cipeusing river, Indonesia using the pollution index method. *Acta Ecologica Sinica*, 41(3), 177–182. <https://doi.org/10.1016/J.CHNAES.2020.08.001>
- Tarazi, Y. H., Al Dwekat, A. F., & Ismail, Z. B. (2021). Molecular characterization of Salmonella spp. isolates from river and dam water, irrigated vegetables, livestock, and poultry manures in Jordan. *Veterinary World*, 14(3), 813–819. <https://doi.org/10.14202/VETWORL D.2021.813-819>

- Titilawo, Y., Obi, L., & Okoh, A. (2015). Antimicrobial resistance determinants of *Escherichia coli* isolates recovered from some rivers in Osun State, South-Western Nigeria: Implications for public health. *Science of the Total Environment*, 523, 82–94. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2015.03.095>
- Verawaty, M., Apriani, N., Tarigan, L. R., Aprian, E. T., Laurenta, W. C., & Muharni. (2020). Antibiotics resistant *Escherichia coli* isolated from aquatic ecosystems in Palembang, South Sumatra, Indonesia. *Biodiversitas*, 21(1), 86–97. <https://doi.org/10.13057/biodiv/d210113>
- Wang, L., Zhang, J., Li, H., Yang, H., Peng, C., Peng, Z., & Lu, L. (2018). Shift in the microbial community composition of surface water and sediment along an urban river. *Science of the Total Environment*, 627(1), 600–612. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2018.01.203>
- Waskita, P. T., Balia, R., Joy, B., Utama, G. L., & Novianto, A. (2020). Antibiotic Resistance Analysis of *Staphylococcus Aureus* as a Main Cause of Mastitis in The Southern Region of Bandung Regency. *LXIII(1)*, 240–246.
- Wibisono, K. (2021). Monitoring Kinerja DAS Bedadung Kabupaten Jember, Jawa Timur. *Jurnal Geografi*, 18(1), 52–59. <https://doi.org/10.15294/jg.v18i1.25964>
- Widyaningsih, W., Widyorini, N., Studi, P., Sumberdaya, M., Diponegoro, U., & Coliform, B. (2016). Analisis Total Bakteri Coliform di Perairan Muara Kali Wisu Jepara. 5, 157–164.
- Yunitasari, E., Triningsih, A., & Pradani, R. (2019). Analysis Of Mother Behavior Factor In Following Program Of Breastfeeding Support Group In The Region Of Asemrowo Health Center Surabaya. *Nurseline Journal*, 4(2), 95–102.
- Zainun, Z., & Simbolon, K. (2012). Analisis Total Coliform, Faecal Coliform, *Escherichia coli* dan *Salmonella* di Daerah Aliran Sungai Citarum. *Buletin Teknik Litkayasa Akuakultur*, April, 59–62.

Halaman ini sengaja dikosongkan